บทที่ 5

ผลการศึกษา

ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม และผลิตภัณฑ์มวลรวม ของประเทศไทย โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาดังนี้

ELE = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม

GDP = ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย

ได้ศึกษาความสัมพันธ์ในสองรูปแบบ คือ

$$ELE_t = \zeta_0 + \zeta_1 GDP_t + e_t \quad (5.1)$$

และ

$$GDP_t = \zeta_2 + \zeta_3 ELE_t + g_t \quad (5.2)$$

โดยที่

ELE_t คือ natural logarithm ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม

GDP_t คือ natural logarithm ของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย

e_t, g_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

$\zeta_0, \zeta_1, \zeta_2, \zeta_3$ คือ ค่าพารามิเตอร์

ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้แบ่งการศึกษาเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

5.1 ผลการทดสอบ Unit Root

การทดสอบ Unit Root ด้วยวิธี Augmented Dickey Fuller เพื่อทดสอบตัวแปรปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย ที่จะนำมาศึกษามีความนิ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(stationary) หรือไม่ โดยเริ่มแรกนั้นจะทดสอบข้อมูลที่ order of integration เท่ากับ 0 หรือ I(0) คือที่ระดับ Levels with Trend and Intercept, Levels with Intercept และ Levels withoutTrend and Intercept ตามลำดับ แล้วทำการเปรียบเทียบค่าสถิติ ADF มีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่าค่า MacKinnon ณ ระดับความเชื่อมันร้อยละ 99 ของแบบจำลอง ถ้าหากค่า ADF มีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่าค่า MacKinnon Critical แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลานั้น มีลักษณะ Non – stationary ต้องทำการแก้ไข โดยทำการทดสอบข้อมูลลำดับต่อๆไป จนกว่าข้อมูลอนุกรมเวลาจะมีลักษณะนิ่ง (Stationary) ดังนั้นต้องนำข้อมูลทดสอบที่ order of integration ที่สูงขึ้น คือที่ order of integration เท่ากับ 1 หรือ I(1) คือที่ระดับ First Difference with Trend and Intercept ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 จากนั้นนำค่าสถิติที่ได้เปรียบเทียบกับค่า MacKinnon Critical พบว่าข้อมูลมีความเป็น stationary เนื่องจากค่าสถิติที่ได้มีค่าสัมบูรณ์มากกว่าค่าสัมบูรณ์ของค่าวิกฤตในทุกๆ ตัวแปร แสดงให้เห็นว่าตัวแปรทั้งหมด stationary ที่ order of integration เท่ากับ 1 เท่ากัน จึงสามารถนำมาพิจารณาความสัมพันธ์ในระยะยาว และการปรับตัวระยะสั้นได้

5.1.1 ผลการทดสอบ unit root ของตัวแปรปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม (ELE)

เมื่อแปลงตัวแปรปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมให้อยู่ในรูปของลอกการิทึม (logarithm) แล้วนำมาทดสอบความนิ่งด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) เริ่มจากการทดสอบข้อมูลที่ระดับ order of integration เท่ากับ 0 หรือ I(0) คือที่ระดับ Levels with Trend and Intercept, Levels with Intercept และ Levels without Trend and Intercept และระดับ order of integration เท่ากับ 1หรือ I(1) ได้ผลการทดสอบตามตารางที่ 5.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5.1 ผลการทดสอบยูนิทรูทด้วยวิธี Augmented Dickey-Fullerของข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม(ELE)

I(d)	lag	With Trend and Intercept			With Intercept			Without Trend and Intercept	
		ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Time Trend	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Constant	ADF Statistic	1% Critical Value
I(0)	0	-3.223 (1.422)	-4.192	0.0039	-1.116 (1.773)	-3.597	0.257	1.711 (1.775)	-2.621
	1	-3.978 (1.199)	-4.198	0.005	-1.339 (1.826)	-3.601	0.177	1.663 (1.805)	-2.622
	2	0.195 (2.151)	-4.205	0.735	-1.688 (2.059)	-3.605	0.082	4.696 (1.939)	-2.624
I(1)	0	-5.582* (1.847)	-4.198	0.369	-5.610* (1.807)	-3.600	0.098	-5.237* (1.743)	-2.622
	1	-10.55* (2.099)	-4.205	0.095	-10.29* (1.953)	-3.605	0.000	-7.297* (1.506)	-2.624
	2	-7.066* (1.662)	-4.212	0.009	-6.204* (1.477)	-3.610	0.000	-3.118* (2.179)	-2.625

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: * หมายถึง มีนัยสำคัญที่ 0.01 และตัวเลขในวงเล็บ( ) คือ Durbin-Watson Statistic

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 5.1 การทดสอบยูนิรูทของข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม ที่ Order of integration เท่ากับ 0 หรือ I(0) คือ ที่ระดับ Level with Trend and Intercept, Level with Intercept และ Level without Trend and Intercept ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า ค่าสถิติ ADF ที่ได้มีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของค่าวิกฤติ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า ข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่ง (Non-Stationary) ที่ I(0) ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01

ดังนั้น จึงนำข้อมูลทดสอบที่ Order of Integration ที่สูงขึ้น คือที่ Order of Integration เท่ากับ 1 หรือ I(1) คือที่ ระดับ First difference with trend and intercept, first difference with intercept และ first difference without trend and intercept ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 ผลการทดสอบว่าที่ระดับ First difference with trend and intercept, first difference with intercept และ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0, 1 และ 2 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าสถิติ ADF มีค่าสัมบูรณ์มากกว่าค่าสัมบูรณ์ของค่าวิกฤต Mackinnon ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่ง (Stationary)

จากนั้นทำการพิจารณาค่า Probability ของ Time Trend ที่ระดับ First Difference with Trend and Intercept และค่า Probability ของ Constant ที่ระดับ First Difference with Intercept ณ ช่วงเวลา 0, 1 และ 2 พบว่ามีค่า Probability มากกว่าค่าวิกฤต ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่าข้อมูลไม่มี Time Trend และ Constant

เมื่อพิจารณาปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) พบว่าค่า Durbin-Watson Statistic ที่ระดับ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0, 1 และ 2 มีค่าระหว่าง1.5572 ถึง 2.4428 แสดงว่าแบบจำลองนี้ไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation)

ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม (ELE) มีลักษณะนิ่ง (Stationary) ที่ Order of integration เท่ากับ 1 หรือ I(1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.2 ผลการทดสอบ unit root ของตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย (GDP)

เมื่อแปลงตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยให้อยู่ในรูปของลอกการิทึม (logarithm) แล้วนำมาทดสอบความนิ่งด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) เริ่มจากการทดสอบข้อมูลที่ระดับ order of integration เท่ากับ 0 หรือ I(0) คือที่ระดับ Levels with Trend and

Intercept, Levels with Intercept และ Levels without Trend and Intercept และระดับ order of integration เท่ากับ 1หรือ I(1) ได้ผลการทดสอบดังนี้

ตาราง 5.2 ผลการทดสอบยูนิทรูท ด้วยวิธี Augmented Dickey-Fullerของข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย (GDP)

I(d)	lag	With Trend and Intercept			With Intercept			Without Trend and Intercept	
		ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Time Trend	ADF Statistic	1% Critical Value	Prob. Constant	ADF Statistic	1% Critical Value
I(0)	0	-3.423 (1.739)	-4.192	0.001	-0.320 (1.198)	-3.597	0.715	2.901 (1.997)	-2.621
	1	-3.515 (1.593)	-4.198	0.001	-0.393 (1.896)	-3.601	0.661	2.716 (1.902)	-2.623
	2	-2.995 (1.530)	-4.205	0.003	-1.049 (1.368)	-3.605	0.357	6.054 (1.339)	-2.624
I(1)	0	-6.184* (1.901)	-4.198	0.933	-6.300* (1.902)	-3.600	0.009	-5.276* (1.734)	-2.622
	1	-11.22* (1.389)	-4.205	0.154	-10.96* (1.333)	-3.605	0.000	-6.625* (1.222)	-2.624
	2	-3.589 (1.574)	-4.211	0.492	-3.917* (1.660)	-3.610	0.002	-1.865 (2.062)	-2.625

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: * หมายถึง มีนัยสำคัญที่ 0.01 และตัวเลขในวงเล็บ( ) คือ Durbin-Watson Statistic

จากตารางที่ 5.2 การทดสอบยูนิรูทของข้อมูล ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย ที่ Order of integration เท่ากับ 0 หรือ I(0) คือ ที่ระดับ Level with Trend and Intercept, Level with Intercept และ Level without Trend and Intercept ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า ค่าสถิติ ADF ที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้มีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของค่าวิกฤติ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า ข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่ง (Non-Stationary) ที่ I(0) ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01

ดังนั้น จึงนำข้อมูลทดสอบที่ Order of Integration ที่สูงขึ้น คือที่ Order of Integration เท่ากับ 1 หรือ I(1) คือที่ ระดับ First difference with trend and intercept, first difference with intercept และ first difference without trend and intercept ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 ผลการทดสอบว่าที่ระดับ First difference with trend and intercept, first difference with intercept และ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0, 1 และ 2 ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าสถิติ ADF มีค่าสัมบูรณ์มากกว่าค่าสัมบูรณ์ของค่าวิกฤต Mackinnon ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่ง (Stationary)

จากนั้นทำการพิจารณาค่า Probability ของ Time Trend ที่ระดับ First Difference with Trend and Intercept และค่า Probability ของ Constant ที่ระดับ First Difference with Intercept ณ ช่วงเวลา 0, 1 และ 2 พบว่ามีค่า Probability มากกว่าค่าวิกฤต ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่าข้อมูลไม่มี Time Trend และ Constant

เมื่อพิจารณาปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) พบว่าค่า Durbin-Watson Statistic ที่ระดับ first difference without trend and intercept ณ ช่วงเวลา 0, 1 และ 2 มีค่าระหว่าง 1.5572 ถึง 2.4428 แสดงว่าแบบจำลองนี้ไม่มีปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation)

ดังนั้น ข้อมูล ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย (GDP) มีลักษณะนิ่ง (Stationary) ที่ Order of integration เท่ากับ 1 หรือ I(1)

5.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Cointegration Test)

การทดสอบความสัมพันธ์ของดุลยภาพในระยะยาว ตามวิธีการของ Engle and Granger โดยการประมาณค่าสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) และทำการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนจากสมการที่ประมาณได้ว่ามีลักษณะนิ่ง (Stationary) หรือไม่ โดยอาศัยการทดสอบด้วย Unit Root โดยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) ที่ Order of Integration เท่ากับ 0 หรือ I(0) ที่ระดับ Level without Trend and Intercept ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ถ้าพบว่า ข้อมูลมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะนิ่ง (Stationary) สามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว ซึ่งผลการทดสอบ Cointegration ได้ผลดังต่อไปนี้

5.2.1 ผลการทดสอบ Cointegration กรณีที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย เป็นตัวแปรอิสระ

จากแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบคือ

$$ELE_t = \zeta_0 + \zeta_1 GDP_t + e_t \qquad (5.3)$$

เมื่อนำมาประมาณค่าสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ผลดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบ Cointegration และ Unit Root ของค่าคลาดเคลื่อน กรณีผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรอิสระ และปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรตาม

Dependent Variables	**Independent Variables**	**Coefficient (Standard Error)**	**t-Statistic (P-value)**	$\overline{R}^2$	**F-Statistic (Prob.)**	**ADF Statistic (D.W.)**
ELE	Constant	-1.139369 (0.519509)	-2.193165 (0.0340)	0.913	442.8167 (0.00000)	-3.739719* (1.620621)
	GDP	0.766941 (0.036446)	21.04321 (0.00000)			

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: ELE คือ natural logarithm ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม

GDP คือ natural logarithm ของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย

* หมายถึง มีนัยสำคัญที่ 0.01

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวในกรณีที่ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรอิสระ และปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรตามนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าสถิติ Adjusted R-squared ของแบบจำลอง ปรากฏว่าตัวแปรต่างๆ มีความเหมาะสมสามารถอธิบายแบบจำลองได้ร้อยละ 91.3 ($\overline{R}^2 = 0.913$) ผลของการวิเคราะห์จัดให้อยู่ในรูปของสมการถดถอย ได้ดังนี้

$$ELE_t = -1.139 + 0.766\ GDP_t + e_t \qquad (5.4)$$

ซึ่งเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว ระหว่าง ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย และปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ที่มีค่าเท่ากับ 0.766 แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว คือ ถ้า ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย เพิ่มมากขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.766 ในทางตรงกันข้ามถ้า ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย ลดลงร้อยละ 1 จะทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมลดลงร้อยละ 0.766 นอกจากนั้น ผลการทดสอบความนิ่งของค่าความคลาดเคลื่อน โดยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) ที่ Order of Integration เท่ากับ 0 หรือ I(0) ที่ระดับ Level without Trend and Intercept พบว่าค่าสถิติ ADF เท่ากับ |-3.739719| ซึ่งมีค่าสัมบูรณ์มากกว่าค่าสัมบูรณ์ของค่าวิกฤตซึ่งเท่ากับ |-2.621185| ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่ง ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า กรณีที่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรอิสระ และปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรทั้งสองจึงมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (cointegration) โดยเป็นความสัมพันธ์เชิงบวกและมีค่าความยืดหยุ่นของ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย (GDP)ต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม (ELE)น้อย กล่าวคือถ้า ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย เปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 0.766 ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการ (5.4)

5.2.2 ผลการทดสอบ Cointegration กรณีที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรอิสระ

จากแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบคือ

$$GDP_t = \zeta_2 + \zeta_3\ ELE_t + g_t \qquad (5.5)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อนำมาประมาณค่าสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ผลดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ผลการทดสอบ Cointegration และ Unit Root ของค่าคลาดเคลื่อน กรณีปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรอิสระ และ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรตาม

Dependent Variables	**Independent Variables**	**Coefficient (Standard Error)**	**t-Statistic (P-value)**	$\overline{R}^2$	**F-Statistic (Prob.)**	**ADF Statistic (D.W.)**
GDP	Constant	2.567487 (0.555379)	4.622949 (0.0000)	0.915	442.8167 (0.0000)	-3.602460* (1.605256)
	ELE	1.193387 (0.056711)	21.04321 (0.0000)			

ที่มา: จากการคำนวณ * หมายถึง มีนัยสำคัญที่ 0.01

สำหรับการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวในกรณีที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรอิสระ และ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย เป็นตัวแปรตาม ตามนั้น เมื่อพิจารณาจากค่าสถิติ Adjusted R-squared ของแบบจำลอง ปรากฏว่าตัวแปรต่างๆ มีความเหมาะสมสามารถอธิบายแบบจำลองได้ร้อยละ 91.5 ($\overline{R}^2 = 0.915$) ผลของการวิเคราะห์จัดให้อยู่ในรูปของสมการถดถอย ได้ดังนี้

$$GDP_t = 2.567 + 1.193\ ELE_t + g_t \qquad (5.6)$$

ซึ่งเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว ระหว่างปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมและ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ที่มีค่าเท่ากับ 1.193 แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว คือ ถ้าปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย เพิ่มขึ้นร้อยละ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.193 ในทางตรงกันข้ามถ้าปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมลดลงร้อยละ 1 จะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย ลดลง ร้อยละ 1.193

นอกจากนั้น ผลการทดสอบความนิ่งของค่าความคลาดเคลื่อน โดยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) ที่ Order of Integration เท่ากับ 0 หรือ I(0) ที่ระดับ Level without Trend and Intercept พบว่าค่าสถิติ ADF เท่ากับ |-3.602460| ซึ่งมีค่าสัมบูรณ์มากกว่าค่าสัมบูรณ์ของค่าวิกฤต ซึ่งเท่ากับ | -2.621185| ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะนิ่ง ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า กรณีที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรอิสระ และผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรตามตัวแปรทั้งสองจึงมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (cointegration)โดยเป็นความสัมพันธ์เชิงบวกและมีค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม (ELE)ต่อ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย (GDP)มาก กล่าวคือถ้าปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย เปลี่ยนแปลงไปร้อยละ1.193 ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการ (5.6)

ซึ่งจากสมการที่ 5.4 และ5.6 จะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว ทั้งในกรณีที่ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมเป็นตัวแปรอิสระและผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรตาม และในกรณีที่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรอิสระและปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมเป็นตัวแปรตาม โดยกรณีปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมเป็นตัวแปรอิสระและผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรตามจะมีความยืดหยุ่นอยู่ที่ 1.193 ซึ่งจะมากกว่ากรณีผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรอิสระและปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมเป็นตัวแปรตาม โดยจะมีความยืดหยุ่นอยู่ที่ 0.766

5.3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะสั้น (Error Correction Mechanism)

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว พบว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพแล้ว จากนั้นต้องทำการทดสอบถึงขบวนการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต้น และตัวแปรตาม เพื่อให้เข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว กรณี ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย เป็นตัวแปรอิสระ และปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรตาม มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว เช่นเดียวกับกรณี ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรอิสระและผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย เป็นตัวแปรตาม มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว ด้วยเช่นกัน

5.3.1 กรณีผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรอิสระ และปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรตาม

ตารางที่ 5.5 ผลการทดสอบการวิเคราะห์เชิงดุลยภาพในระยะสั้นตามแบบจำลอง ECM กรณีผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย เป็นตัวแปรอิสระ และปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรตาม

Dependent Variables	**Independent Variables**	**Coefficient (Standard Error)**	**t-Statistic (P-value)**	$\overline{R}^2$	**F-Statistic (Prob.)**
D(ELE)	Constant	0.019349 (0.006224)	3.108937 (0.0035)	0.239065	6.126373 (0.004856)
	D(GDP)	-0.545205 (0.197612)	-2.758975 (0.0088)		
	Error1(-1)	0.009445 (0.131702)	0.071715 (0.9432)		

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: D(ELE) คือ natural logarithm ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม

D(GDP) คือ natural logarithm ของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย

กรณีที่ VAT เป็นตัวแปรอิสระ และ CPI เป็นตัวแปรตาม สามารถเขียนสมการปรับตัวในระยะสั้นที่ใช้ทดสอบได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$D(ELE)_t \mid \quad B_0 \; 2 \; B_1 D(GDP)t \; 2 \; B_2 \kappa_{t41} \; 2 \; U_t \qquad (5.7)$$

จากผลการทดสอบสามารถแสดงเป็นสมการการปรับตัวในระยะสั้นได้ คือ

$$D(CPI)_t \mid \quad 0.019349 \; 4 \; 0.545205 D(GDP) \; 2 \; 0.009445 \kappa_{t41} \qquad (5.8)$$

จากสมการที่ 5.8 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็นบวกคือ 0.009445 ซึ่งไม่สอดคล้องกับหลักทฤษฎีที่ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนในการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวจะต้องลดลงเรื่อยๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเกิดภาวะใดๆ ที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย ในระยะยาวออกจากดุลยภาพแล้วจะไม่มีการปรับตัวในระยะสั้น ดังนั้นกรณีผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรอิสระ และปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรตามแบบจำลองจะไม่มีการปรับตัวในระยะสั้น หมายความว่าการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยในระยะสั้นไม่มีผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมเนื่องจากผู้ผลิตภาคอุตสาหกรรมไม่เพิ่มปริมาณการผลิตตามการบริโภคที่เพิ่มขึ้นในระยะสั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3.2 กรณีปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรอิสระ และผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรตาม

ตารางที่ 5.6 ผลการทดสอบการวิเคราะห์เชิงดุลยภาพในระยะสั้นตามแบบจำลอง ECMกรณีปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรอิสระ และผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรตาม

Dependent Variables	Independent Variables	Coefficient (Standard Error)	t-Statistic (P-value)	$\overline{R}^2$	F-Statistic (Prob.)
D(GDP)	Constant	0.018474 (0.004166)	4.435023 (0.0001)	0.508783	20.19735 (0.000001)
	D(ELE)	-0.315514 (0.106097)	-2.973832 (0.0050)		
	Error2(-1)	-0.293117 0.063330)	-4.628408 (0.0000)		

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: D(ELE) คือ natural logarithm ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม

D(GDP) คือ natural logarithm ของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย

กรณีที่ ELE เป็นตัวแปรอิสระ และ GDP เป็นตัวแปรตาม สามารถเขียนสมการปรับตัวในระยะสั้นที่ใช้ทดสอบได้ดังนี้

$$D(GDP)_t = B_3 + B_4 D(ELE)_t + B_5 \kappa_{t-1} + U_t \quad (5.7)$$

จากผลการทดสอบสามารถแสดงเป็นสมการการปรับตัวในระยะสั้นได้ คือ

$$D(GDP)_t = 0.018470 - 0.315514\, D(ELE)_t - 0.293117\, \kappa_{t-1} \quad (5.8)$$

จากสมการที่ 5.8 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย ในทิศทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตรงกันข้ามกัน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น -0.293117 ซึ่งสอดคล้องกับหลักทฤษฎีที่ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนในการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวจะต้องลดลงเรื่อยๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเกิดภาวะใดๆ ที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม ในระยะยาวออกจากดุลยภาพแล้วจะมีความเร็วในการปรับตัว (speed of adjustment) ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เพื่อเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวเท่ากับ -0.293117 ดังนั้น กรณีที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม เป็นตัวแปรอิสระ และ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นตัวแปรตามแบบจำลองจะมีการปรับตัวในระยะสั้น หมายความว่าการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมในระยะสั้นจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

5.4 ผลการทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผล (Granger Causality Test)

เมื่อทดสอบหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งในระยะยาวและระยะสั้นในขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบว่าตัวแปรซึ่งได้แก่ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมและ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยตัวแปรใดที่เป็นเหตุ หรือตัวแปรใดที่เป็นผล หรือตัวแปรทั้งสองเป็นตัวกำหนดซึ่งกันและกัน นั่นคือ ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันทั้งสองทิศทาง ตามวิธีของ Granger causality ซึ่งสมมุติฐานที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่

สมมติฐานแรก H_0: การเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมไม่เป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย

H_1: การเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย

สมมติฐานสอง H_0: การเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย ไม่เป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม

H_1: การเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยเป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการทดสอบ Granger causality จำเป็นต้องมีการเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสม ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้ได้ใช้การเลือกช่วงเวลาโดยการพิจารณาจากค่า Akaike information criterion (AIC) และ Schwarz criterion (SC) ที่มีค่าต่ำที่สุด แสดงว่าเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุด

ตาราง 5.7 ค่า Akaike information criterion (AIC) และ Schwarz criterion (SC) ในแต่ละช่วงเวลา

Lag	Akaike information criterion (AIC)	Schwarz criterion (SC)
0	-3.498335	-3.410362
1	-8.244414	-7.980495
2	-8.366627	-7.926761
3	-9.373920	-8.758107
4	-9.751195*	-8.959436*
5	-9.726480	-8.758774

ที่มา: จากการคำนวณ หมายเหตุ: * คือ ค่าต่ำสุดของแต่ละค่าวิกฤต

จากตาราง5. 7 เมื่อพิจารณาค่า Akaike information criterion (AIC)และค่า Schwarz criterion (SC) จะเห็นได้ว่า ค่าช่วงเวลาที่เหมาะสมเท่ากับ 4 ซึ่งค่า AIC และ SC มีค่าต่ำที่สุด ดังนั้นจึงเลือกช่วงเวลาที่ 4(lag 4) เพื่อใช้ในการทดสอบ Granger causality

ตาราง 5.8 ผลการทดสอบ Granger causality ที่ lag 4

สมมติฐานหลัก	F-Statistic	Probability
การเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมไม่เป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย	3.35658*	0.02196
การเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยไม่เป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม	5.83424*	0.00135

ที่มา: จากการคำนวณ หมายเหตุ: * คือ มีนัยสำคัญ ณ ระดับ 0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 5.8 การทดสอบความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลในช่วงเวลาที่เหมาะสมเท่ากับ 4 โดยทำการทดสอบสมมติฐานสองทาง ดังนี้

การทดสอบสมมติฐานแรก พบว่าค่า Probability ของ F-Statistic เท่ากับ 0.02196 ซึ่งจะทำการปฏิเสธสมมติฐานหลัก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทย

ส่วนการทดสอบสมมติฐานที่สอง พบว่าค่า Probability ของ F-Statistic เท่ากับ 0.00135 ซึ่งจะทำการปฏิเสธสมมติฐานหลัก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรม

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการทดสอบความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลมีความสัมพันธ์แบบสองทิศทาง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ เมื่อเพิ่มปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมมากขึ้นจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยมีค่าสูงขึ้น เช่นเดียวกัน ถ้าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศไทยมีค่าสูงขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมมากขึ้นตามไปด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved