อิทธิพลของการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจกรณีศึกษา: กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป

นายประกอบ สุริเยนทรากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์
คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

IMPACTS OF CARBON CREDIT TRADING ON ECONOMIC GROWTH: CASE OF EUROPEAN MARKET

Mr. Prakob Suriyentarakon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Economics Program in Economics

Faculty of Economics

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจกรณีศึกษา: กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป
โดย	นายประกอบ สุริเยนทรากร
สาขาวิชา	เศรษฐศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล

คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะเศรษฐศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. ตีรณ พงศ์มฆพัฒน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.สันต์ สัมปัตตะวนิช)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล)

……กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.จิรากรณ์ คชเสนี)

นายประกอบ สุริเยนทรากร : อิทธิพลของการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจกรณีศึกษา: กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป. (IMPACTS OF CARBON CREDIT TRADING ON ECONOMIC GROWTH: CASE OF EUROPEAN MARKET) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล ,66 หน้า.

จุดประสงค์ของการซื้อขายคาร์บอนเครดิตก็เพื่อที่จะอาศัยกลไกตลาดในการแก้ปัญหาโลกร้อน แต่ก็มีข้อโต้แย้งว่าการซื้อขายคาร์บอนเครดิตจะฉุดการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นจุดประสงค์งานวิจัยชิ้นนี้คือศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยมีอิทธิพลของราคาพลังงานไฟฟ้าและราคาน้ำมันดิบเข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ด้วย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แบบจำลอง VAR กับข้อมูลรายเดือนจากกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2553 ผลการศึกษาสรุปว่าการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่เพิ่มขึ้นจะเป็นผลดีต่อระบบเศรษฐกิจ โดยปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่เพิ่มขึ้นหนึ่งหมื่นหน่วยซื้อขายจะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้ว 25 ล้านยูโรในเดือนต่อมา ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวช่วยสนับสนุนให้มีการซื้อขายคาร์บอนเครดิต และสนับสนุนแนวคิดการใช้คาร์บอนเครดิตเพื่อช่วยแก้ปัญหาโลกร้อน

สาขาวิชา.....เศรษฐศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....
ปีการศึกษา.....2554..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

5285167829 : MAJOR ECONOMICS

KEYWORDS :CARBON CREDIT / VECTOR AUTOREGRESSIVE / GDP / ELECRICITY PRICE / OIL PRICE

PRAKOB SURIYENTARAKON : IMPACTS OF CARBON CREDIT TRADING ON ECONOMIC GROWTH: CASE OF EUROPEAN MARKET. ADVISOR : ASSOC.PROF.PONGSA PORNCHAIWISESKUL,Ph.D., 66 pp.

By using market force of Carbon trading is one purpose to solve global warming which is an important issue. On the contrary, it decelerates economic development in country. Therefore, this paper analyses the relationship between Carbon trading and economic development including electricity price and oil price by using Monthly data from February 2008 to December 2010 under VAR model. The results indicates that Carbon Trading enlarge economic development, increase of ten thousand units in Carbon trading will induce GDP in manufacturing sector by twenty-five million Euros of real on average in the following month. In the conclusion, this result supports Carbon Trading, one method to manage global warming.

Field of Study : Economics Student's Signature .....

Academic Year : 2011 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีโดยความช่วยเหลือจากคณาจารย์หลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาและข้อคิดเห็นต่างๆของการศึกษา ตลอดจนได้กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ผู้เขียนยังได้รับความกรุณาจาก ดร.สันต์ สัมปัตตะวนิช ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.จิรากรณ์ คชเสนี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำข้อแก้ไขปรับปรุง และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณในความกรุณาของทุกท่าน

นอกจากนี้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน และสถานศึกษาที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้เขียนมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ขอขอบพระคุณ คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ผู้เขียนได้เข้าศึกษาอยู่ ณ ที่นี้ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้เขียนมาโดยตลอด ตลอดจนบิดา มารดา รวมทั้งเพื่อนๆทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เขียนเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ..... **1**

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 4

1.3 ข้อสมมติที่ใช้ในการศึกษา..... 4

1.4 ขอบเขตการศึกษา..... 6

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6

บทที่ 2 แนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... **7**

2.1 แนวคิดและทฤษฎี..... 7

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... **26**

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูล..... 26

3.2 การเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์..... 28

3.3 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์..... 34

3.4 การทดสอบสมมติฐานงานวิจัย..... 36

3.5 การจำลองความผันผวนจากตัวแปรแต่ละตัวต่อตัวแปรอื่นๆในแบบจำลอง.... 37

บทที่ 4 ผลการศึกษา..... **38**

4.1 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์..... 38

4.2 ผลการทดสอบสมมติฐานงานวิจัย..... 45

4.3 ผลการจำลองความผันผวนจากตัวแปรแต่ละตัวต่อตัวแปรอื่นๆใน
แบบจำลอง..... 46

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ **54**

5.1 สรุปผลการวิจัย 54

5.2 ข้อเสนอแนะ 55

รายการอ้างอิง 56

ภาคผนวก 59

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 66

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
3.1	Correlation Matrix.....	30
3.2	Pairwise Granger Causality Tests.....	32
4.1	ผลการทดสอบสมมติฐานงานวิจัย(1).....	45
4.2	ผลการทดสอบสมมติฐานงานวิจัย(2).....	45

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	ความผันผวนจากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต.....	46
4.2	ความผันผวนจากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงต่อราคาคาร์บอนเครดิต.....	47
4.3	ความผันผวนจากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงต่อราคาไฟฟ้า.....	47
4.4	ความผันผวนจากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง.....	48
4.5	ความผันผวนจากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อราคาคาร์บอนเครดิต.....	49
4.6	ความผันผวนจากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อราคาไฟฟ้า.....	49
4.7	ความผันผวนจากราคาคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง.....	50
4.8	ความผันผวนจากราคาคาร์บอนเครดิตต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต.....	50
4.9	ความผันผวนจากราคาคาร์บอนเครดิตต่อราคาไฟฟ้า.....	51
4.10	ความผันผวนจากราคาไฟฟ้าต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง.....	52
4.11	ความผันผวนจากราคาไฟฟ้าต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต.....	52
4.12	ความผันผวนจากราคาไฟฟ้าต่อราคาคาร์บอนเครดิต.....	53

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

นักวิทยาศาสตร์ได้พิสูจน์แล้วว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้นไปสะสมในชั้นบรรยากาศเป็นสาเหตุให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้นหรือที่เรียกกันว่า “ปัญหาโลกร้อน” เนื่องจากก๊าซเรือนกระจกที่สะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศคอยดูดซับพลังงานความร้อนที่โลกได้รับจากดวงอาทิตย์ไม่ให้สะท้อนกลับออกไปในอวกาศ เปรียบเสมือนกระจกที่คอยสะท้อนความร้อนกลับสู่โลก ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้นเรื่อยๆ ส่งผลให้สภาวะอากาศเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงเป็นผลเสียต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ชาติ (Cline, 1993)

ด้วยเหตุนี้ทำให้หลายประเทศตระหนักถึงปัญหาโลกร้อน และมีข้อตกลงร่วมกันในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือที่รู้จักกันดีนั้นคือพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ข้อตกลงดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ประเทศสมาชิกร่วมมือกันลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้ในระดับที่ตกลงกันไว้

แต่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอาจส่งผลเสียต่อการพัฒนาเศรษฐกิจได้ เนื่องจากกระบวนการผลิตสินค้าและบริการขั้นพื้นฐานส่วนใหญ่จะต้องใช้พลังงานจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งเป็นสาเหตุของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้บางประเทศใช้เป็นข้ออ้างในการไม่เข้าร่วมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ดังนั้นเพื่อช่วยให้การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประสบความสำเร็จและส่งผลเสียต่อการพัฒนาเศรษฐกิจน้อยที่สุด พิธีสารเกียวโตจึงได้จัดให้มีกลไกยืดหยุ่นทั้งสาม โดยกลไกยืดหยุ่นทั้งสามทำให้เกิดการซื้อขายสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือที่รู้จักกันดีในชื่อว่า “คาร์บอนเครดิต” (Carbon Credit)

คาร์บอนเครดิตทำงานผ่านกลไกตลาด ในทางทฤษฎีการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่เกิดขึ้นในตลาดจะเป็นการช่วยจัดสรรคาร์บอนเครดิตให้ถูกนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็น

ผลดีต่อเศรษฐกิจโดยรวมในที่สุด จึงกล่าวได้ว่าทั้งปริมาณการซื้อขายและราคาของคาร์บอนเครดิตน่าจะมีความสัมพันธ์บางอย่างกับความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

ในด้านปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต หากมีการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในปริมาณมากก็อาจจะเป็นไปได้ว่าคาร์บอนเครดิตถูกจัดสรรให้นำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น พร้อมทั้งเกิดรายได้จากการซื้อขายจนเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจโดยรวมในที่สุด ขณะเดียวกันความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจก็อาจเป็นสาเหตุให้มีการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเพิ่มมากขึ้น

ในด้านราคาคาร์บอนเครดิตหนึ่งหน่วยคือสิทธิการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่ากับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หนึ่งตันต่อปีดังนั้นราคาคาร์บอนเครดิตที่ซื้อขายกันในตลาดจึงสะท้อนต้นทุนของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นไปได้ว่าราคาคาร์บอนเครดิตมีความสัมพันธ์กับระดับการผลิตสินค้าและบริการในลักษณะเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกันได้สองแบบ

แบบที่หนึ่งคือการเปลี่ยนแปลงของราคาคาร์บอนเครดิตเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับการผลิตสินค้าและบริการ เนื่องจากผู้ผลิตที่เข้าร่วมพันธะสัญญาต้องจัดหาคาร์บอนเครดิตมาชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการผลิตของตัวเอง ทำให้คาร์บอนเครดิตเปรียบเสมือนปัจจัยการผลิต ในทางทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงของราคาปัจจัยการผลิตก็คือการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนในการผลิตสินค้าและบริการ จนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อปริมาณการผลิตสินค้าและบริการในที่สุด

แม้จะไม่มีงานวิจัยสนับสนุนชัดเจนนักแต่ก็พอที่จะอนุมานได้ว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวมีความเป็นไปได้เช่นงานวิจัยของ Peter Lund(2007) ซึ่งได้กล่าวถึงผลกระทบที่เกิดจากระบบการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อต้นทุนอุตสาหกรรมการผลิต โดยผลกระทบดังกล่าวจะแตกต่างกันไปในแต่ละอุตสาหกรรม ผลกระทบจากการซื้อขายคาร์บอนเครดิตจะทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยตั้งแต่ 2% ถึง 8% ของมูลค่าผลผลิตในอุตสาหกรรมนั้นๆ นอกจากนี้การซื้อขายคาร์บอนเครดิตยังมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อตกลงเรื่องการลดก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย เช่น อุตสาหกรรมผลิตอลูมิเนียมคอลายและซิลิกอน โดยทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นถึง 10 % ของมูลค่าผลผลิต

ส่วนแบบที่สองคือการเปลี่ยนแปลงในระดับการผลิตสินค้าและบริการเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระดับราคาคาร์บอนเครดิต เนื่องจากการขยายตัวหรือหดตัวทางเศรษฐกิจทำให้อุปสงค์ของสินค้าและบริการเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงระดับการผลิตสินค้าและบริการทำให้ระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งจะมีผลต่ออุปสงค์ของคาร์บอนเครดิตและทำให้ราคาคาร์บอนเครดิตเปลี่ยนแปลงในที่สุด เช่นงานวิจัยของ Richard Schmalensee (1998) ได้กล่าวว่าระดับรายได้มีผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ทั้งสองกรณีด้วยกันดังนี้

กรณีแรกคือความสัมพันธ์ของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นไปในทางเดียวกันกับการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ เนื่องจากประเทศดังกล่าวเน้นการผลิตเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจ จะทำให้การพัฒนาเศรษฐกิจให้เจริญเติบโตมาพร้อมกับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น กรณีดังกล่าวมักเกิดกับประเทศกำลังพัฒนา

ส่วนอีกกรณีคือความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยการคาร์บอนไดออกไซด์กับการพัฒนาเศรษฐกิจออกมาในลักษณะเป็นลบ กรณีนี้มักเกิดกับประเทศที่พัฒนาแล้วเนื่องจากมีเทคโนโลยีและเงินทุนเพียงพอที่จะดำเนินการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ควบคู่ไปกับการผลิตสินค้าและบริการเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจ

จากที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าการซื้อขายคาร์บอนเครดิตมีความสัมพันธ์กับระดับการผลิตสินค้าและบริการได้หลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่เป็นกรณีๆไป ทำให้ยากที่จะชี้ชัดว่าการซื้อขายคาร์บอนเครดิตนั้นเป็นผลดีหรือผลเสียต่อเศรษฐกิจกันแน่ นอกจากนี้งานวิจัยของ Eva Benz (2008), Peter Lund(2007), และ Luis Abadie, José Chamorro(2008) พบว่ายังมีปัจจัยอื่นๆ เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการซื้อขายคาร์บอนเครดิต ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ, ราคาพลังงานไฟฟ้า และราคาน้ำมัน

ดังนั้นคำถามในงานวิจัยชิ้นนี้คือการหาผลกระทบที่เกิดจากการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจผ่านมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ เนื่องจากผลกระทบดังกล่าวสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับแนวความคิดที่ว่า การเข้าร่วมพันธะสัญญาลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะขัดขวางการพัฒนาเศรษฐกิจหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาผลกระทบที่เกิดจากราคาและปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจภายใต้แบบจำลอง VAR โดยมีอิทธิพลของราคาไฟฟ้าและราคาน้ำมันดิบเข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ด้วย

ข้อสมมติที่ใช้ในการศึกษา

เนื่องจากในปัจจุบันยังมีหลายประเทศที่ไม่ได้ถูกจำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การศึกษาผลกระทบจากการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อการพัฒนาเศรษฐกิจในระดับโลกจึงไม่สามารถทำได้โดยตรง อย่างไรก็ตามเราก็ยังสามารถศึกษาผลกระทบดังกล่าวภายใต้ข้อสมมติบางอย่างหรือจำกัดพื้นที่ในการศึกษาให้แคบลงเพื่อให้ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งห้าชัดเจนและมีความสมเหตุสมผลทางเศรษฐศาสตร์ โดยข้อสมมติที่ใช้ในการศึกษามีดังต่อไปนี้

<u>ข้อสมมติเกี่ยวกับคาร์บอนเครดิต</u>

ราคาและปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่ใช้ในการศึกษาคือ EUA Day-ahead spot ทั้งราคาและปริมาณการซื้อขายดังกล่าวมีความเหมาะสมเป็นตัวอ้างอิงถึงคาร์บอนเครดิตได้ดี เนื่องจากมีการซื้อขายกันในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปภายใต้ระบบ EU-ETS ซึ่งเป็นตลาดขนาดใหญ่และทันสมัยที่สุดในปัจจุบัน

<u>ข้อสมมติเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ</u>

ผู้วิจัยใช้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติเป็นตัวชี้วัดระดับเศรษฐกิจเนื่องจากตัวเลขดังกล่าวได้มาจากการวัดมูลค่าสินค้าและบริการที่ถูกผลิตขึ้นในพื้นที่หนึ่งๆ และตัวเลขผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเนื่องจากเหตุผลของความใกล้ชิดกับอิทธิพลของการซื้อขายคาร์บอนเครดิต เพราะประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรปส่วนใหญ่เข้าร่วมพันธะสัญญาในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งมีการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในรูปของ EUA (Emission Unit Allowance) ดังนั้นผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติของกลุ่มสหภาพยุโรปน่าจะถูกนำมาใช้ศึกษาในกรณีที่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของการซื้อขายคาร์บอนเครดิต

โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรม เพราะการศึกษาครั้งนี้คาร์บอนเครดิตเปรียบเสมือนปัจจัยการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมต่างๆ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมจึงน่าจะมีความใกล้ชิดกับอิทธิพลของการซื้อขายคาร์บอนเครดิตมากกว่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติเข้าไปอีก

ข้อสมมติเกี่ยวกับราคาไฟฟ้า

ราคาไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษาคือราคาไฟฟ้าของประเทศเยอรมนีและออสเตรีย ซึ่งประเทศดังกล่าวอยู่ใกล้กับกลุ่มประเทศ Nordic และไฟฟ้าจากประเทศดังกล่าวมีขนาดการซื้อขายในตลาดใหญ่กว่าสองประเทศที่เหลือคือประเทศฝรั่งเศสและสวิตเซอร์แลนด์ ราคาไฟฟ้าของประเทศเยอรมนีและออสเตรียจึงน่าจะสะท้อนราคาไฟฟ้าในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปได้ดีกว่าและน่าจะมีความสัมพันธ์กับทั้งผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติและการซื้อขายคาร์บอนเครดิตอีกด้วย

ข้อสมมติเกี่ยวกับราคาน้ำมัน

ราคาน้ำมันที่ใช้ในการศึกษาคือราคาน้ำมันชนิด West Texas Intermediate Cushing: Middle ซึ่งเป็นราคาน้ำมันดิบที่ซื้อขายกันในตลาดไนเม็กซ์ (NYMAX) ราคาน้ำมันดังกล่าวนิยมใช้ในการอ้างอิงราคาน้ำมันดิบทั่วโลก

ข้อสมมุติเกี่ยวกับพฤติกรรมการซื้อขายในตลาด

ตลาดคาร์บอนเครดิต ตลาดพลังงานไฟฟ้า และตลาดน้ำมันดิบ มีการซื้อขายในตลาดที่มีขนาดใหญ่ จึงมีทั้งปริมาณและผู้ซื้อขายจำนวนมากพร้อมทั้งมีความสมบูรณ์ของข้อมูล คุณสมบัติดังกล่าวมีลักษณะใกล้เคียงกับตลาดแข่งขันสมบูรณ์ ซึ่งหมายความว่าราคาและปริมาณการซื้อขายจะมีการปรับตัวอย่างรวดเร็วและตลาดมีประสิทธิภาพในการจัดสรรทรัพยากร ราคาที่เกิดขึ้นจะสะท้อนต้นทุนหน่วยสุดท้ายของการผลิตสินค้าชนิดนั้นๆและมีความสมเหตุสมผลทางเศรษฐศาสตร์อีกด้วย

ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ผ่านความสัมพันธ์ระหว่าง ราคาคาร์บอนเครดิต, ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต, ราคาพลังงานไฟฟ้า, ราคาน้ำมันดิบ, และผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรม โดยใช้ข้อมูลภายในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปช่วงที่ทำการศึกษาจะเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2551 ถึง เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2553

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยชิ้นนี้จะทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ราคาคาร์บอนเครดิต, ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต, ราคาไฟฟ้า, ราคาน้ำมันดิบ, และระดับการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทราบอิทธิพลของการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่มีต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมจะเป็นตัวช่วยแก้ข้อกังขาที่ว่า “จริงหรือไม่ที่การถูกจำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะฉุดการพัฒนาเศรษฐกิจ” ซึ่งมักถูกใช้เป็นข้ออ้างที่จะไม่เข้าร่วมพิธีสารเกียวโต

นอกจากนี้ผลการศึกษาดังกล่าวจะทำให้ได้แบบจำลองทางเศรษฐมิติที่สามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์ตัวแปรต่างๆ เพื่อประกอบการพิจารณาในการวางนโยบายที่เกี่ยวกับคาร์บอนเครดิตได้ การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมราคาคาร์บอนเครดิตอาจทำให้ประเทศไทยได้รับประโยชน์จากการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในอนาคตได้อีกด้วย

บทที่ 2

แนวความคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวความคิดและทฤษฎี

ตามทฤษฎีเศรษฐศาสตร์จุลภาค ราคาและปริมาณสินค้าใดๆจะถูกกำหนดโดยอุปสงค์และอุปทานของสินค้านั้นๆ คาร์บอนเครดิตก็เป็นสินค้าที่เป็นไปตามหลักทฤษฎีเศรษฐศาสตร์จุลภาค ระดับราคาและปริมาณการซื้อขายของคาร์บอนเครดิตจึงถูกกำหนดโดยอุปสงค์และอุปทานเช่นกัน

ในด้านอุปสงค์ของคาร์บอนเครดิต เนื่องจากคาร์บอนเครดิตจัดเป็นปัจจัยการผลิตสำหรับกระบวนการผลิตสินค้าที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนั้นอุปสงค์ของคาร์บอนเครดิตจึงมาจากความต้องการเผาไหม้เชื้อเพลิงให้เกิดพลังงานเพื่อเอาไปใช้ในกระบวนการผลิตสินค้า ซึ่งความต้องการผลิตสินค้าก็มาจากความต้องการบริโภคสินค้าอีกทีหนึ่ง จึงกล่าวได้ว่าความต้องการคาร์บอนเครดิตเป็นอุปสงค์ต่อเนื่องจากความต้องการสินค้าไว้ใช้ในการอุปโภคบริโภค

ในด้านอุปทาน อุปทานของคาร์บอนเครดิตเกิดจากการให้โควตาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมกับคาร์บอนเครดิตที่ได้จากโครงการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศต่างๆ การเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์และอุปทานของคาร์บอนเครดิตจะทำให้ราคาและปริมาณการซื้อขาย ณ ระดับดุลยภาพเปลี่ยนแปลง จึงเขียนเป็นฟังก์ชันเบื้องต้นได้ว่า “ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติและราคาคาร์บอนเครดิต”

ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต = f^1 (ราคาคาร์บอนเครดิต, ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ)

ในอีกมุมหนึ่ง ทฤษฎีสินค้าใช้ประกอบกันและทฤษฎีสินค้าใช้แทนกันก็สามารถนำมาอธิบายอุปสงค์ของคาร์บอนเครดิตได้ เช่น การใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานในกระบวนการการผลิตสินค้าย่อมต้องใช้ควบคู่กับคาร์บอนเครดิต กล่าวได้ว่าน้ำมันเป็นสินค้าที่ใช้ประกอบกันกับคาร์บอนเครดิต แต่การใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถแทนการใช้พลังงานจากน้ำมันรวมกับการใช้คาร์บอนเครดิตได้ เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานสะอาด การใช้พลังงานไฟฟ้าจึง

ไม่จำเป็นต้องใช้คาร์บอนเครดิต จึงกล่าวโดยสรุปว่าคาร์บอนเครดิตเป็นสินค้าที่ใช้ควบคู่กับพลังงานสกปรก และการใช้พลังงานสกปรกควบคู่กับคาร์บอนเครดิตสามารถถูกแทนด้วยการใช้พลังงานสะอาด จึงเขียนเป็นฟังก์ชันได้ว่า “ราคาคาร์บอนเครดิตขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติ ราคาไฟฟ้า ราคาน้ำมัน)

ราคาคาร์บอนเครดิต = f^2 (ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ, ราคาไฟฟ้า, ราคาน้ำมัน)

ในด้านของต้นทุนการผลิตสินค้า โดยส่วนใหญ่ต้นทุนหน่วยสุดท้ายจะสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อผลิตสินค้าชนิดนั้นๆ เพิ่มขึ้น สินค้าคาร์บอนเครดิตหรือต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกก็เช่นกัน การสร้างคาร์บอนเครดิตหรือการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหน่วยหลังๆ จะมีต้นทุนหน่วยสุดท้ายสูงขึ้น ผลจากต้นทุนหน่วยสุดท้ายที่สูงขึ้นจะพลักดันให้ผู้ผลิตตั้งราคาขายสูงขึ้น ในตลาดแข่งขันสมบูรณ์ราคาดังกล่าวจะเป็นตัวสะท้อนต้นทุนหน่วยสุดท้ายของการผลิต

ดังนั้นราคาคาร์บอนเครดิตที่เกิดจากการซื้อขายในตลาดแข่งขันสมบูรณ์ ราคาดังกล่าวจะเป็นตัวสะท้อนถึงต้นทุนหน่วยสุดท้ายของการผลิตคาร์บอนเครดิต ตามทฤษฎีเศรษฐศาสตร์จุลภาคแล้วต้นทุนหน่วยสุดท้ายจะมีมูลค่าสูงขึ้นเรื่อยๆหากมีการผลิตสินค้าชนิดนั้นๆ ออกมาเรื่อยๆ ดังนั้นในอนาคตที่ภาคการผลิตของโลกขยายตัวมากขึ้นกว่าปัจจุบันไปเรื่อยๆ ราคาคาร์บอนเครดิตจะสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยในที่นี้จะมีกลไกราคาของสินค้าใช้แทนกันและสินค้าใช้ประกอบกัน นั้นคือพลังงานสะอาดและพลังงานสกปรกมามีผลกระทบต่อราคาคาร์บอนเครดิตด้วย

การใช้ประโยชน์จากกลไกตลาดทำให้การซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่เกิดขึ้นในตลาดแข่งขันสมบูรณ์อาจจะเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจในที่สุด เนื่องจากคาร์บอนเครดิตจะถูกจัดสรรไปให้กับผู้ที่ใช้มันอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด และกลไกตลาดจะช่วยให้เกิดการผลิตคาร์บอนเครดิตด้วยต้นทุนต่ำที่สุด จึงเขียนเป็นฟังก์ชันได้ว่า “ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติขึ้นอยู่กับปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต ราคาน้ำมัน และราคาคาร์บอนเครดิต”

ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ = f^3 (ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต, ราคาน้ำมัน

, ราคาคาร์บอนเครดิต)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของ “คาร์บอนเครดิต”

เพื่อให้ง่ายแก่การเข้าใจคำว่า “คาร์บอนเครดิต” สามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งคือคำว่า “เครดิต” หมายถึงสิทธิในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสิทธิดังกล่าวสามารถซื้อขายแลกเปลี่ยนได้เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการปรับตัวเมื่อถูกจำกัดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามเป้าหมาย

โดยผู้ที่ต้องการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือโรงงานอุตสาหกรรมจะได้รับการสิทธิในการปล่อยหรือโควตาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หากโรงงานใดต้องการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกินโควตาที่ได้รับในตอนแรก โรงงานดังกล่าวต้องหาคาร์บอนเครดิตมาชดเชยในส่วนที่ปล่อยเกินโควตาดังกล่าวโดยอาจจัดสรรเงินทุน ลงทุน หรือสนับสนุนเครื่องมืออุปกรณ์แก่กิจกรรมหรือโครงการที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จะถูกเรียกว่าเป็นเครดิต หรืออาจหาซื้อโควตาการปล่อยจากโรงงานที่ใช้โควตาตัวเองไม่หมด

ส่วนคำว่า “คาร์บอน” ในที่นี้หมายถึง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซชนิดหนึ่งในก๊าซเรือนกระจก มีหน่วยเป็นสิทธิในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขนาดเท่ากับหนึ่งพันกิโลกรัมต่อระยะเวลาหนึ่งปี หรือสิทธิในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นๆ ที่มีความสามารถทำให้โลกร้อนได้เท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หนึ่งพันกิโลกรัมในหนึ่งปี

เมื่อนำมารวมกัน “คาร์บอนเครดิต” ก็คือคำทั่วไปที่ใช้เรียกการอนุญาตหรือการรับรองการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณหนึ่งพันตันต่อหน่วยหรือเทียบเท่า ซึ่งการอนุญาตหรือการรับรองดังกล่าวสามารถซื้อขายได้ (Collins English Dictionary, 2010 : online), (Environment Protection Authority Victoria , 2010 : online), (Investment Dictionary, 2010 : online)

ความเป็นมาของ “คาร์บอนเครดิต”

คาร์บอนเครดิตมีต้นกำเนิดจากแนวคิดในการแก้ปัญหาโลกร้อน โดยในช่วงทศวรรษที่ 1980 หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้เชื่อมโยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์กับความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จากผลการศึกษาทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่การตระหนักถึงปัญหาและความกังวลของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น จึงได้มีการจัดประชุมนานาชาติขึ้นและนำไปสู่การจัดตั้งคณะกรรมการการเจรจาระหว่างรัฐบาลด้านกรอบของอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change: INC) ในปี พ.ศ. 2533

ในเวลาต่อมา INC ได้ยกร่างอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ขึ้นและได้มีการลงมติรับรองในวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2535 ณ สำนักงานใหญ่องค์การสหประชาชาติ นครนิวยอร์ค ประเทศสหรัฐอเมริกาจากนั้นได้เปิดให้มีการลงนามในระหว่างการประชุม Earth Summit ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2535 ณ กรุงริโอเดอจาเนโร ประเทศบราซิล ซึ่งมีประเทศต่างๆ รวม 154 ประเทศได้ร่วมลงนามและมีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2537

อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีวัตถุประสงค์ “เพื่อให้บรรลุถึงการรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศให้คงที่อยู่ในระดับที่ปลอดภัยจากการแทรกแซงของมนุษย์ที่เป็นอันตรายต่อระบบภูมิอากาศ การรักษาระดับดังกล่าวต้องดำเนินการในระยะเวลาเพียงพอที่จะให้ระบบนิเวศปรับตัวโดยไม่คุกคามต่อการผลิตอาหารของมนุษย์และการพัฒนาทางเศรษฐกิจเป็นไปอย่างยั่งยืน”

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว UNFCCC หรือ FCCC จึงยกร่างพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ขึ้นในวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2540 ในเมืองเกียวโตประเทศญี่ปุ่น และมีผลบังคับใช้ในวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 ต่อมาในเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2553 มีประเทศลง

นามในพันธะสัญญาถึง 191 ประเทศ (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2009: online)

ด้วยกลไกยืดหยุ่นทั้งสามจากพิธีสารเกียวโต (Kyoto's 'flexible mechanisms') ทำให้เกิดคาร์บอนเครดิตขึ้นเพื่อให้ประเทศที่พัฒนาแล้วหรือ Operator ได้นำมาใช้ในการบรรลุการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งกลไกทั้งสามได้แก่ การซื้อขายคาร์บอนเครดิตระหว่างประเทศ หรือ International Emissions Trading (IET), การร่วมกันลงทุนกับประเทศที่พัฒนาแล้วในโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือ Joint Implementation (JI), และการเข้าไปลงทุนหรือสนับสนุนประเทศกำลังพัฒนาในโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือ Clean Development Mechanism (CDM) (UNFCCC, 2009: online)

a) International Emissions Trading (IET)

ภายใต้กลไก International Emissions Trading (IET) ประเทศในกลุ่ม Annex I สามารถซื้อขายคาร์บอนเครดิตทั้งตลาดภายในประเทศและตลาดระหว่างประเทศเพื่อให้ครอบคลุมความไม่สอดคล้องระหว่างโควตากับจำนวนที่ต้องปล่อยที่เกิดจากความไม่แน่นอนหรือปรับตัวไม่ทัน

พันธะสัญญาเกียวโตได้กำหนด Cap หรือ โควตา สำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้กับประเทศในกลุ่ม Annex1 เรียกว่า จำนวนเริ่มแรกของ Assigned Amounts (UNFCCC, 2009: online) ซึ่งจะถูกแจกจ่ายให้แต่ละประเทศมีหน่วยว่า Assigned Amount Units (AAUs) (UNFCCC, 2010: online) แต่ละหน่วยแสดงถึงการอนุญาตให้ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณหนึ่งตันหรือเทียบเท่า ซึ่งก็คือคาร์บอนเครดิตนั้นเอง

ในขณะเดียวกัน ประเทศในกลุ่ม Annex I จะคำนวณโควตาให้แต่ละโรงงานซึ่งโรงงานดังกล่าวดำเนินกิจการโดยกลุ่มธุรกิจหรือองค์กรทางเศรษฐกิจแต่ละท้องถิ่น จะถูกเรียกโดยรวมว่า Operator

กลุ่มประเทศ Annex I เหล่านี้จะบริหารงานต่างๆ ผ่านตัวแทนของประเทศตัวเอง ซึ่งตัวแทนดังกล่าวจะถูกตรวจสอบจาก UNFCCC ส่วน Operator จะได้รับ AAUs หรือเรียกอย่างง่ายว่าโควตาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (UNFCCC, 2010: online)

ในกรณีที่ Operator ไม่ได้ใช้โควตาจนหมด สามารถนำโควตาที่เหลือไปขายต่อได้ เรียกกว่า “Carbon Credits” ในขณะเดียวกัน Operator อื่นๆ ที่ต้องการใช้โควตาเกินกว่าที่ได้รับจากการจัดสรรมาแต่แรกก็สามารถเข้ามาหาซื้อ Carbon Credits ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเข้ามาซื้อในตลาดกลางหรือการซื้อแบบตัวต่อตัว

จะเห็นได้ว่ากลไกดังกล่าวไม่ได้ทำให้ระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมลดลงแต่กลไกการซื้อขายจะช่วยให้ผู้ที่ต้องปล่อยมลพิษมีความยืดหยุ่นขึ้นในการแก้ปัญหาการปล่อยมลพิษ โดย Operator สามารถหาวิธีการลดมลพิษโดยมีต้นทุนต่ำที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์ช่วยบำบัดมลพิษก่อนปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศ หรือ จะเป็นการซื้อคาร์บอนเครดิตจาก Operator อื่นๆ

ในความเป็นจริงคาร์บอนเครดิตเหล่านี้ถูกสร้างโดยรัฐบาลของประเทศหรือ Operator ภายในประเทศ แต่การซื้อขายส่วนใหญ่ไม่ได้ผ่านรัฐบาลของประเทศโดยตรง แต่ผ่านทาง Operator ซึ่งเป็นผู้กำหนดโควตาให้แก่ประเทศของพวกเขาเอง

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 พิธีสารเกียวโตยอมให้มีการซื้อขายคาร์บอนเครดิตกันภายในกลุ่มสหภาพยุโรป การซื้อขายดังกล่าวอยู่ภายใต้อำนาจของระบบการซื้อขายแห่งสหภาพยุโรปหรือ European Trading Scheme (EU ETS) ต่อมาในปี พ.ศ. 2551 สหภาพยุโรปได้เชื่อมต่อกับประเทศพัฒนาแล้วอื่นๆ ซึ่งอยู่ในกลุ่มประเทศ Annex I พร้อมทั้งเพิ่มการซื้อขายก๊าซเรือนกระจกสำคัญอีกหกชนิด ส่วนประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศออสเตรเลียซึ่งไม่ได้อยู่ในกลุ่มประเทศ Annex I ได้เข้าร่วมพันธะสัญญาเกียวโตและเป็นส่วนหนึ่งในรายชื่อกลุ่มประเทศ Annex I ก็ได้ร่วมกันซื้อขายคาร์บอนเครดิตด้วยในเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2551 (EUROPA, 2010 : online)

ภายใต้กลไกระบบการซื้อขายมลพิษระหว่างประเทศหรือ International Emissions Trading (IET) คาร์บอนเครดิตในระบบการซื้อขายมลพิษแห่งสหภาพยุโรปจะอยู่ในรูปของ Emission Reduction Units (ERU) หรือ EU Allowance Unit of one tone of CO_2 (EUA) ขณะที่คาร์บอนเครดิตจากประเทศนอกกลุ่ม Annex I จะอยู่ในรูปของ Certified Emission Reduction (CER) ทำให้ EUA มีคุณสมบัติเทียบเท่า CER จึงสามารถซื้อขายแลกเปลี่ยนในตลาดกันได้

b) Joint Implementation (JI)

Joint Implementation หรือ (JI) คือกลไกที่อนุญาตให้ประเทศที่พัฒนาแล้วสามารถไปร่วมมือกันสร้างกิจกรรมหรือโครงการที่เกี่ยวกับการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศพัฒนาแล้วอื่นๆ ซึ่งก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จะถือเป็นคาร์บอนเครดิต โดยจะอยู่ในรูปของ Emission Reduction Units (ERUs) ซึ่ง ERU หนึ่งหน่วยคือความสามารถในการลดการปล่อยมลพิษเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หนึ่งตัน (tCO_2e)

กลไกดังกล่าวมีขึ้นเพื่อช่วยเหลือด้านต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้แก่ประเทศพัฒนาแล้วที่จำเป็นต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่เนื่องจากมีต้นทุนภายในประเทศในการลดมลพิษสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศพัฒนาแล้วอื่นๆ โดยกลไกดังกล่าวจะช่วยให้ประเทศมีทางเลือกในการลดมลพิษด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด

c) The Clean Development Mechanism (CDM)

กลไกพัฒนาที่สะอาดหรือ The Clean Development Mechanism (CDM) เป็นกลไกที่อนุญาตให้ประเทศที่พัฒนาแล้วสามารถสนับสนุนกิจกรรมหรือโครงการที่เกี่ยวกับการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศกำลังพัฒนา ไม่ว่าจะเป็นการสนับสนุนทางการเงินหรือการสนับสนุนด้านเครื่องมือหรือเทคโนโลยี ซึ่งปริมาณมลพิษที่ลดได้จะถือเป็นคาร์บอนเครดิตแก่ประเทศที่พัฒนาแล้ว ขณะที่ประเทศกำลังพัฒนาจะได้รับค่าตอบแทนไม่ว่าจะเป็น เทคโนโลยี , องค์ความรู้, เครื่องมืออุปกรณ์, หรือผลประโยชน์ในรูปตัวเงินเนื่องจากการทำโครงการคาร์บอนเครดิต

คาร์บอนเครดิตที่ได้มาจากกลไก CDM จะอยู่ในรูปของ Certified Emission Reductions (CERs) ซึ่ง CER หนึ่งหน่วยคือความสามารถในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หนึ่งตัน (tCO_2e)

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่าคาร์บอนเครดิตแบ่งได้เป็นสามชนิดใหญ่ตามกลไกยืดหยุ่นที่สร้างมันขึ้นมา นอกจากนี้คาร์บอนเครดิตที่อยู่ในตลาดยังมีชื่อหลากหลายซึ่งจะอธิบายต่อในหัวข้อถัดไปเกี่ยวกับตลาดมลพิษ

<u>ตลาดมลพิษ (Emission markets)</u>

ด้วยกลไกยืดหยุ่นจากพันธะสัญญาเกียวโตให้มีการซื้อขายคาร์บอนเครดิต โดยคาร์บอนเครดิตจะอยู่ในรูปของ CER ซึ่งสามารถซื้อขายได้ทั้งแบบตัวต่อตัวหรือผ่านตลาดระหว่าง

ประเทศโดยมีราคาที่ทราบโดยทั่วกัน ขณะที่ Climate exchanges เป็นชื่อเรียกทั่วไปของตลาดมลพิษที่ถูกก่อตั้งขึ้นเพื่อให้เกิดสป็อทมาร์เกต (spot market) สำหรับคาร์บอนเครดิต

จุดประสงค์ในการก่อตั้งสป็อทมาร์เกตก็เพื่อให้สป็อทมาร์เกตได้รับความนิยมเทียบเท่ากับตลาดฟิวเจอร์สและตลาดออฟชั่นสป็อทมาร์เกตจะช่วยให้เกิดราคาสป็อท (Spot price) ของคาร์บอนเครดิตในตลาดซึ่งช่วยรักษาสภาพคล่องของสินค้าคาร์บอนเครดิตให้ดีขึ้น

โดยทั่วไปราคาคาร์บอนเครดิตจะมีหน่วยเป็นยูโรต่อหนึ่งตันคาร์บอนไดออกไซด์หรือเทียบเท่า สำหรับก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นๆ ก็สามารถซื้อขายได้แต่เพื่อความสะดวกก็ยังให้มีหน่วยเป็นยูโรต่อหนึ่งตันคาร์บอนไดออกไซด์ โดยคิดจากค่าสัมประสิทธิ์ที่ทำให้โลกร้อนขึ้นเทียบเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนหนึ่งตัน

ปัจจุบันมีหกตลาดใหญ่ๆ ได้แก่ Chicago Climate Exchange, European Climate Exchange, NASDAQ OMX Commodities Europe, PowerNext, Commodity Exchange Bratislava, และ European Energy Exchange มีการคาดการณ์กันว่าคาร์บอนเครดิตจะเป็นสินค้าที่มีมูลค่าสูงสุดในตลาดและจะเป็นตลาดที่ใหญ่ที่สุดในโลก (The New York Times, 2010 : online)

<u>European Union Emission Trading Scheme</u>

The European Union Emission Trading Scheme หรือ EU ETS คือ ระบบการค้าขายมลพิษแห่งสหภาพยุโรป ซึ่งเป็นระบบการค้าขายมลพิษระหว่างประเทศที่ใหญ่ที่สุดในโลก (Ellerman 1997)

ก่อตั้งในปี พ.ศ. 2548 และเป็นเครื่องมือหลักของนโยบายเกี่ยวกับสภาวะอากาศแห่งสหภาพยุโรป (EU climate policy)

ปัจจุบันระบบการค้าขายมลพิษแห่งสหภาพยุโรปครอบคลุมโรงงานในกลุ่มพลังงานและกลุ่มอุตสาหกรรมกว่า 12,000 โรงงานซึ่งมีความร้อนสุทธิเกินกว่า 20 เมกกะวัต ระบบการค้าขายมลพิษแห่งสหภาพยุโรปช่วยรองรับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เกือบกึ่งหนึ่งของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด และรองรับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกถึง 40% ของทั้งหมดที่ถูกปล่อยในสหภาพยุโรป

ภายใต้ระบบการค้าขายมลพิษแห่งสหภาพยุโรปโรงงานที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสหภาพยุโรปจะถูกตรวจสอบและต้องรายงานปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศ โรงงานเหล่านี้มีพันธะต้องหาคาร์บอนเครดิตหรือ Emission Allowance มาชดเชยกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยเกินโควตา (Emission Credit) ในแต่ละปี ระบบการค้าขายมลพิษแห่งสหภาพยุโรปจะเป็นผู้กำหนดโควตาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้แต่ละโรงงาน ซึ่งมีการออกโควตาทั้งหมดสามครั้งแต่ละครั้งจะเรียกว่าช่วงเวลาซื้อขาย หรือ Trading period หรือเรียกว่า"เฟส" (Phase)

ในเฟสที่หนึ่ง โควตาดังกล่าวครอบคลุมปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ไปจนถึงสิ้นเดือนธันวาคมปี พ.ศ. 2550 ต่อมาคือเฟสที่สองตั้งแต่เดือนมกราคาคมปี พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคมปี พ.ศ. 2555 ในเฟสที่สองนี้จะเปลี่ยนผู้ที่ออกโควตาให้แต่ละโรงงานเป็น NAPS หรือ National Allowance Plans ซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งของรัฐบาลในแต่ละประเทศ

นอกจากโควตาที่ได้รับมาแล้วแต่ละโรงงานยังสามารถซื้อคาร์บอนเครดิตเพิ่มจากในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปหรือประเทศอื่นๆนอกกลุ่ม ในทางเดียวกันหากโรงงานใดมีความสามารถในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ก็สามารถนำโควตาที่เหลือไปขายต่อเพื่อทำกำไรได้ ด้วยกระบวนการดังกล่าวทำให้โควตากลายเป็นสินค้าที่สามารถซื้อขายได้และเป็นส่วนหนึ่งในตลาดหลักทรัพย์ที่ปราศจากการแทรกแซงจากรัฐบาล

<u>ราคาคาร์บอนเครดิตในตลาด</u>

การซื้อขายคาร์บอนเครดิตในสหภาพยุโรปแบ่งออกได้เป็นสามเฟส เฟสแรกมีประเทศสมาชิกเพียง 15 ประเทศเท่านั้น ในช่วงปีแรก ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนอยู่ที่ 362 ล้านตัน มูลค่าการซื้อขายอยู่ที่ 7.2 ล้านยูโร ระดับราคาคาร์บอนเครดิตค่อนข้างนิ่งและไปสูงสุดอยู่ที่ 30 ยูโรต่อหน่วยในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2549 หลังจากนั้นราคาก็ลดลงมาเรื่อยๆอยู่ที่ 10 ยูโรต่อ

หน่วยในเดือนพฤษภาคมปีเดียวกัน เนื่องจากมีข่าวว่าบางประเทศได้รับโควตาปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินความต้องการ ราคาคาร์บอนเครดิตยังคงลดลงต่อเนื่องไปอยู่ที่ 1.2 ยูโรต่อหน่วยในเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2550 และไปอยู่ที่ 0.1 ยูโรต่อหน่วยในเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2550 (Carbon 2006 market survey, 2006)

ในช่วงเฟสที่สอง ครึ่งปีแรกของปี พ.ศ. 2551 ราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นไปสูงกว่า 20 ยูโรต่อหน่วยต่อมาในช่วงครึ่งปีหลังของปี พ.ศ.2551 ราคาคาร์บอนเครดิตเฉลี่ยอยู่ที่ 22 ยูโรต่อหน่วย แต่ในปี พ.ศ. 2552 ราคาคาร์บอนเครดิตกลับลดลงไปอยู่ที่ 13 ยูโรต่อหน่วยเนื่องจากเหตุผลสองประการ คือ การลดลงของผลิตภัณฑ์ภาคการผลิตที่ใช้พลังงานเป็นปัจจัยการผลิตหลักอันเนื่องมาจากภาวะเศรษฐกิจถดถอย การลดกำลังการผลิตดังกล่าวทำให้ความต้องการคาร์บอนเครดิตลดลงตามไปด้วยจนไปดึงราคาคาร์บอนเครดิตให้ต่ำลง ส่วนเหตุผลประการที่สองคือ ตลาดรับทราบว่าราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต (UNFCCC, 2010 : online)

Vector Auto Regressive Model (VAR Model)

VAR ย่อมาจากคำว่า “Vector Auto Regression” เป็นแบบจำลองทางเศรษฐมิติที่มีแนวคิดพื้นฐานมาจากแบบจำลอง Autoregressive (AR) โดยแบบจำลอง AR มีแนวคิดว่าข้อมูลใดๆ จะถูกอธิบายโดยข้อมูลนั้นๆ ในอดีต ด้วยแนวคิดดังกล่าวทำให้สามารถสร้างแบบจำลองโดยไม่จำเป็นต้องมีทฤษฎีมารองรับ และเมื่อเป็นแบบจำลอง VAR ตัวแปรทุกตัวในแบบจำลองจะถูกมองว่าเป็นตัวแปรภายในทั้งหมดทำให้เกิดเป็นระบบสมการขึ้น

ดังนั้นแบบจำลอง VAR จึงเป็นแบบจำลองชนิดหนึ่งที่ใช้ตรวจจับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Time series ด้วยกัน ตัวแปรทุกตัวในแบบจำลองจะถูกสมมติให้มีความสัมพันธ์กันเป็นระบบสมการ โดยแต่ละสมการ ตัวแปรจะถูกอธิบายด้วยตัวแปรอื่นๆ ที่อยู่ในสมการและตัวมันเองแบบทิ้งช่วงเวลา ด้วยลักษณะระบบสมการดังกล่าวทำให้แบบจำลอง VAR เป็นแบบจำลองที่ทำได้โดยไม่จำเป็นต้องมีทฤษฎีรองรับ และแบบจำลอง VAR ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการสร้างแบบจำลองที่มีปัญหา Identification (Walter, 1995)

แบบจำลอง VAR สามารถเขียนอยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$y_t = c + \boldsymbol{\beta}_1 y_{t-1} + \boldsymbol{\beta}_2 y_{t-2} + \boldsymbol{\beta}_3 y_{t-3} + \ldots + \boldsymbol{\beta}_p y_{t-p} + e_t$$

สามารถเขียนได้เป็น

$$y_t = c + \sum_{i=1}^{p} \boldsymbol{\beta}_i y_{t-i} + e_t$$

สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์บ่งบอกว่านี้คือ แบบจำลอง Unrestricted VAR มี Order เท่ากับ *p* มี *y* เป็นเมตริกตัวแปรภายใน (endogenous variable) ตัวแปรภายในทั้งหมดมี k ตัวทำให้เมตริก y มีขนาดเท่ากับ k x 1, *c* คือเมตริกสัมประสิทธิ์จุดตัดแกน (intercept) ขนาด k x 1, β คือ เมตริกสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรต่างๆ ขนาด k x k, และสุดท้าย *e* คือเมตริกของ error ซึ่งมีลักษณะเป็นไปตามข้อสมมติคลาสสิก (white noise) ขนาด k x 1

ในกรณีที่มีตัวแปรภายนอก (Exogenous variable) ในแบบจำลอง VAR ด้วย สามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$y_t = c + \sum_{i=1}^{p} \boldsymbol{\beta}_i y_{t-i} + \boldsymbol{\alpha} x_t + e_t$$

โดยที่ทุกอย่างเหมือนเดิมเพียงแต่เพิ่มเมตริกตัวแปรภายนอกขนาด จำนวนตัวแปรภายนอก x 1 และเมตริกสัมประสิทธิ์ของตัวแปรภายนอกขนาด k x จำนวนตัวแปรภายนอกเข้ามา

การประมาณค่าสถิติต่างๆ ในปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปหลายโปรแกรมทำให้การคำนวณค่าสถิติต่างๆ ง่ายขึ้น ดังนั้นจึงขออธิบายขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ แบบรวบรัด

สำหรับแบบจำลอง VAR ข้างต้น วิธีการกำลังสองน้อยสุด (Ordinary least square) ยังเป็นวิธีการที่เหมาะสมอยู่ โดยเริ่มจากการเขียนเมตริกของแต่ละสมการก่อน

$$Y = ZB + E$$

โดย Y คือเมตริกข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรทางซ้ายมือขนาดเท่ากับ จำนวนข้อมูล x 1, Z คือเมตริกข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรทางขวามือขนาดเท่ากับ จำนวนข้อมูล x

จำนวนตัวแปรทางซ้ายมือบวกหนึ่ง เนื่องจากสมาชิกในเมตริกคอลัมน์แรกคือเลข 1, B คือเมตริกสัมประสิทธิ์ขนาด จำนวนตัวแปรทางขวามือบวกหนึ่ง x 1, E คือเมตริกของ error ของแต่ละข้อมูล

หลังจากได้เมตริกก็นำไปหาเมตริก B ซึ่งก็คือเมตริกสัมประสิทธิ์ตามสูตรดังนี้

$$\hat{B} = (Z'Z)^{-1} Z'Y$$

สูตรดังกล่าวก็มาจากวิธีกำลังสองน้อยสุดนั้นเอง โดยเมตริก B ที่ได้จะมีขนาดจำนวนสัมประสิทธิ์ของสมการบวกหนึ่ง x 1 โดยสมาชิกตัวแรกของเมตริกคือสัมประสิทธิ์จุดตัดแกน สมาชิกตัวถัดมาก็คือสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรตามลำดับ

เมตริกหนึ่งชุดข้างต้นจะทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ต่อหนึ่งสมการเท่านั้น หากทั้งระบบสมการมีตัวแปรภายในทั้งหมด k ตัวก็จะต้องเขียนเมตริกดังกล่าว k ชุด

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนเครดิต</u>

ในงานวิจัยเรื่อง International Trade in Carbon Emission Rights and Basic Materials: General Equilibrium Calculations for 2020 ของ Carlo Perroni and Thomas Rutherford ปี ค.ศ. 1993 เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการค้าระหว่างประเทศเมื่อมีผลของการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้แบบจำลองที่มีลักษณะเป็นดุลยภาพโดยรวมแบบสถิต ผลการศึกษาพบว่าภาษีคาร์บอนจะกดราคาน้ำมันในตลาดต่างประเทศ ขณะเดียวกันก็ทำให้เกิดการซื้อขายก๊าซธรรมชาติในตลาดสูงขึ้น นั้นเป็นเพราะว่าเมื่อราคาน้ำมันลดลง ประเทศที่ไม่ได้อยู่ในข้อตกลงการลดก๊าซเรือนกระจกจะมีต้นทุนค่าพลังงานเชื้อเพลิงของอุตสาหกรรมการผลิตลดลง กระตุ้นให้เกิดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงมากขึ้นผลลัพธ์ก็คือเกิดการซื้อขายก๊าซธรรมชาติมากขึ้น โดยสรุปก็คือการควบคุมการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีอิทธิพลสำคัญต่อตลาดพลังงานระหว่างประเทศ

ในงานวิจัยเรื่อง World Carbon Dioxide Emission: 1950-2050 ของ Richard Schmalensee, Thomas M. Stoker, Ruth A. Judson ปี ค.ศ. 1998 เป็นการคาดการระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยแบบจำลองลดรูป (Reduce form) โดยใช้ข้อมูลระดับประเทศ

ช่วงปี ค.ศ. 1950 ถึงปี ค.ศ. 1990 ตัวแปรต้นในแบบจำลองได้แก่ รายได้และอัตราการเจริญเติบโตของประชากร ข้อสมมติในการใช้ตัวแปรต้นดังกล่าวเหมือนกับแบบจำลองของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

สิ่งที่ค้นพบในงานชิ้นนี้คือความสัมพันธ์ของระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับรายได้ต่อหัวมีลักษณะเป็นตัว U คว่ำ (Inverse “U”) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วเช่น สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น

การค้นพบความสัมพันธ์แบบ U คว่ำทำให้ทราบว่าระดับรายได้มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ทั้งสองกรณี กรณีแรกสำหรับประเทศที่เน้นการผลิตเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากประเทศในกรณีดังกล่าวมีอุตสาหกรรมที่เน้นการใช้พลังงาน จะทำให้การพัฒนาเศรษฐกิจมาพร้อมกับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น ทำให้ความสัมพันธ์ของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นไปในทางเดียวกันกับการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ

ส่วนอีกกรณีคือประเทศที่พัฒนาแล้วที่มีการพัฒนาเศรษฐกิจโดยมีเทคโนโลยีและเงินทุนเพียงพอที่จะดำเนินการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปด้วย จึงทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับการพัฒนาเศรษฐกิจออกมาในลักษณะเป็นลบ

งานวิจัยชิ้นนี้จึงกล่าวโดยสรุปว่าความยืดหยุ่นของรายได้ต่อหัวของประชากรในประเทศต่อระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเปลี่ยนจากบวกเป็นลบ (รูปตัว U คว่ำ) เมื่อระดับรายได้ต่อหัวเพิ่มถึงจุดๆ หนึ่ง ผู้คนในประเทศจะหันมาสนใจถึงปัญหาโลกร้อนมากขึ้นและมีการเปลี่ยนไปพัฒนาอุตสาหกรรมที่ไม่เน้นการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

ในงานวิจัยเรื่อง An Optimal Control Model of Forest Carbon Sequestration ของ Brent Sohngen and Robert Mendelsohn ปี ค.ศ. 2003 เป็นการพัฒนาแบบจำลอง Optimal Control เกี่ยวกับการใช้ป่าไม้ในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ งานวิจัยชิ้นนี้พบว่าหากมีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศไปเรื่อยๆ จะทำให้ค่าเช่าพื้นที่ป่าไม้เพื่อใช้ในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น เนื่องจากพื้นที่ในการปลูกป่าไม้มีจำนวนจำกัด

ความต้องการป่าไม้ในการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์จะขับดันให้ต้นทุนค่าเช่าพื้นที่ป่าไม้หน่วยหลังๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากจะต้องแย่งชิงที่ดินที่จะนำไปใช้ผลิตอย่างอื่นที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง

ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้มองว่าระดับราคาค่าเช่าพื้นที่ป่าไม้เพื่อเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้นจะเป็นผลดีต่อการควบคุมระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่การคาดการณ์ระดับราคาค่าเช่าพื้นที่ป่าว่าจะสูงขึ้นไปเรื่อยๆ ถึงปี ค.ศ. 2100 นั้น อาจไม่สมจริงเท่าที่ควรเนื่องจากเป็นระยะเวลาที่ยาวไกลเกินไป โลกอาจมีเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการปลูกป่าเพื่อเก็บกักก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สุดท้ายผู้คนจะหันไปใช้เทคโนโลยีดังกล่าวและเป็นผลให้ราคาค่าเช่าพื้นที่ป่าเพื่อเก็บกักก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง

ในงานวิจัยเรื่อง European Co_2 prices and carbon capture investments ของ Luis Abadie, José Chamorro ปี ค.ศ. 2008 เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการตัดสินใจที่จะติดตั้งอุปกรณ์กักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Capture Storage (CCS) Unit) ของโรงไฟฟ้าถ่านหินในประเทศสเปน โดยพิจารณาจากสองปัจจัยหลัก ได้แก่ ราคาไฟฟ้า และราคาคาร์บอนเครดิต

กำไรของโรงไฟฟ้ามาจากรายได้ที่ได้จากการขายพลังงานไฟฟ้าหักออกจากต้นทุน ราคาไฟฟ้าที่สูงขึ้นเปรียบเสมือนรายได้ของโรงไฟฟ้าที่สูงขึ้น (เมื่อปริมาณไฟฟ้าที่ขายได้คงที่) เพียงพอที่จะคลุมต้นทุนในการติดตั้งอุปกรณ์การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนราคาคาร์บอนเครดิตคือสินค้าที่ใช้แทนกันกับการติดตั้งอุปกรณ์ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หากราคาคาร์บอนเครดิตสูงกว่าต้นทุนการติดตั้งอุปกรณ์ลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โรงไฟฟ้าก็จะเลือกทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำกว่านั้นคือตัดสินใจติดตั้งอุปกรณ์ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แทน ซึ่งความไม่แน่นอนของราคาไฟฟ้าและความไม่แน่นอนของราคาคาร์บอนเครดิตจะสร้างความยากลำบากต่อการตัดสินใจในการติดตั้งอุปกรณ์กักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

Reinaud (2007) กล่าวว่าแม้ว่าคาร์บอนเครดิตจะมีการซื้อขายเหมือนกับสินค้าทางการเงินทั่วไป แต่ความผันผวนของราคาคาร์บอนเครดิตจะสูงกว่าเนื่องจากคาร์บอนเครดิตคือ

สิทธิการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือเทียบเท่า คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซต่อปี ขณะที่ผู้ขายสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้จัดสรรปริมาณการปล่อยก๊าซเรียบร้อยแล้ว ความไม่สอดคล้องเรื่องระยะเวลาระหว่างผู้ซื้อสิทธิ์และผู้ขายสิทธิ์นี้เองทำให้สินค้าคาร์บอนเครดิตมีสภาพคล่องน้อยกว่า ส่งผลให้มีความผันผวนในระดับราคาสูงกว่าสินค้าทางการเงินอื่นๆ

ความผันผวนของราคาคาร์บอนเครดิตที่สูงกว่าสินค้าทั่วไปดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ของ Convery, Redmond (2007) ซึ่งใช้ราคาคาร์บอนเครดิตช่วงวันที่ 1 ธันวาคม ปี ค.ศ. 2004 ถึงวันที่ 31 กรกฎาคม ปี ค.ศ.2006 ผลวิเคราะห์เผยให้เห็นว่า การเคลื่อนไหวของราคาพลังงานมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาคาร์บอนเครดิตซึ่งราคาพลังงานมีลักษณะ Non-Stationary Stochastic Processes

งานวิจัยชิ้นนี้ได้แสดงให้เห็นถึงการตัดสินใจในการติดตั้งอุปกรณ์กักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโรงไฟฟ้าว่าขึ้นอยู่กับราคาคาร์บอนเครดิต โรงไฟฟ้าจะติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวถ้าราคาคาร์บอนเครดิตไม่น้อยกว่า 55 ยูโรซึ่งเป็นตัวเลขที่สูงมากเมื่อเทียบกับราคา 13.95 ยูโรแสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าที่มีอายุประมาณ 8 ปีมีโอกาสน้อยมากที่จะตัดสินใจติดตั้งอุปกรณ์กักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เนื่องจากระยะเวลาดำเนินกิจการน้อยเกินไปในการทำกำไรจนคุ้มทุนต่อการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงความหนืดในการปรับตัวกับเทคโนโลยีในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน

อย่างไรก็ตามผลการวิจัยยังเผยให้เห็นว่าความผันผวนของราคาคาร์บอนเครดิตที่สูงจะทำให้ราคาที่จะตัดสินใจติดตั้งอุปกรณ์กักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง เช่น หากความผันผวนของราคาคาร์บอนเครดิตอยู่ที่ 20% จะทำให้ราคาในการตัดสินใจติดตั้งอุปกรณ์อยู่ที่ 32 ยูโร จึงอนุมานได้ว่าความผันผวนที่มากขึ้นของราคาคาร์บอนเครดิตจะทำให้ความหนืดในการปรับตัวลดลง

ในงานวิจัยเรื่อง Impacts of EU Carbon emission trade directive on energy-intensive industries -indicative micro-economic analyses ของ Peter Lund ปี ค.ศ. 2007 เป็นการศึกษาผลกระทบจากระบบการซื้อขายคาร์บอนเครดิต (European emission trading

system (ETS)) ต่ออุตสาหกรรมการผลิตที่เน้นการใช้พลังงาน (Energy-intensive manufacturing industry)

การศึกษาได้แบ่งผลกระทบออกเป็นสองส่วนคือต้นทุนทางตรงและต้นทุนทางอ้อม โดยงานวิจัยชิ้นก่อนหน้านี้ได้ให้ความหมายของต้นทุนทางตรงว่าเป็นต้นทุนที่เกิดจากการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ว่าจะเป็นการติดตั้งอุปกรณ์หรือการซื้อคาร์บอนเครดิต ส่วนต้นทุนทางอ้อมคือการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้าที่เกิดจากระบบ ETS ในการผลิตไฟฟ้า ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมต้องเสียค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ตัวอย่างของผลกระทบที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้คือหากราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้น 1 ยูโร จะทำให้ค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 0.5 ยูโรซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ใช้เป็นค่าขอบเขตจำกัดบนของต้นทุนทางอ้อม และใช้ราคาของสิทธิการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Emission allowance units (EAU)) เป็นค่าขอบเขตจำกัดบนของต้นทุนทางตรง ดังนั้นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและใช้ไฟฟ้าเป็นปัจจัยการผลิตจะได้รับผลกระทบจาก ETS

สิ่งสำคัญที่ค้นพบในงานวิจัยชิ้นนี้คือ ผลกระทบจาก ETS จะไม่เท่ากันในแต่ละอุตสาหกรรม เช่น ต้นทุนทั้งทางตรงและทางออมเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2% ของมูลค่าผลผลิตในอุตสาหกรรมทั่วไป และ 8 % ของมูลค่าผลผลิตในอุตสาหกรรมที่ใช้ไฟฟ้าในการผลิตเป็นพิเศษ ระบบ ETS ยังมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อตกลงเรื่องการลดก๊าซเรือนกระจกได้ เช่น อุตสาหกรรมผลิตอลูมิเนียม คอลาย และซิลิกอน โดยทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นถึง 10% ของมูลค่าผลผลิตเลยทีเดียว

งานวิจัยของ Luis Abadie, José Chamorro (2008) และ Peter Lund (2007) ทำให้ทราบว่าราคาคาร์บอนเครดิตมีผลต่อราคาไฟฟ้า และมีผลต่อมูลค่าผลผลิตในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งก็คือผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคอุตสาหกรรมนั้นเอง ความเกี่ยวโยงดังกล่าวสนับสนุนให้การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวมีความน่าสนใจมากขึ้น

ในงานวิจัยเรื่อง Modeling the price dynamics of CO_2 emission allowances ของ Eva Benz, Stefan Trück ปี ค.ศ. 2006 งานวิจัยชิ้นนี้จะเน้นไปที่พฤติกรรมราคาคาร์บอนเครดิต นั้นคือการพยายามหาแบบจำลองที่สามารถจับลักษณะการเคลื่อนไหวของราคาคาร์บอน

เครดิต โดยผลการศึกษาพบว่าแบบจำลอง Markov switching และแบบจำลอง AR-GARCH เป็นแบบจำลองที่สามารถจับลักษณะการเคลื่อนไหวของราคาคาร์บอนเครดิตได้ดีที่สุด

จากที่ทราบกันดีว่าราคาคาร์บอนเครดิตมีความผันผวนสูง ผู้วิจัยดังกล่าวอ้างอิงงานวิจัยของ Burtraw (1996) ซึ่งเป็นการศึกษาปัจจัยที่กำหนดราคาก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และนำมาประยุกต์ใช้กับราคาคาร์บอนเครดิต ผลการวิจัยกล่าวว่าราคาคาร์บอนเครดิตถูกกำหนดโดยปัจจัยหลักสองประการคือ 1.นโยบายและข้อกำหนดต่างๆ ที่ประกาศออกมา 2.ปัจจัยพื้นฐานในตลาดเช่นอุปสงค์และอุปทานของคาร์บอนเครดิต

ปัจจัยนโยบายและข้อกำหนดต่างๆ จะมีผลต่อราคาคาร์บอนเครดิตในระยะยาว ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตของงานวิจัยดังกล่าว (เนื่องจากงานวิจัยดังกล่าวสนใจแต่ผลกระทบระยะสั้นต่อราคาคาร์บอนเครดิต) จึงสนใจแต่ผลกระทบของข่าวที่เกิดจากนโยบายหรือของกำหนดต่างๆ แทน ส่วนปัจจัยพื้นฐานในตลาดพบว่าสิ่งที่ทำให้เกิดความผันผวนในการผลิตคาร์บอนเครดิต ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิ, ปริมาณน้ำฝน, ความเร็วลม), ราคาเชื้อเพลิง และอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาพแวดล้อมที่ไม่ได้คาดการมาก่อนและความผันผวนของราคาน้ำมันจะ Shock ทั้งอุปสงค์และอุปทานของคาร์บอนเครดิตจนมีผลต่อราคาคาร์บอนเครดิต เช่น อากาศเย็นจะทำให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นผ่านการใช้เครื่องทำความร้อนและบริโภคพลังงาน ส่วนความเร็วลมและปริมาณน้ำฝนจะมีผลต่อสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าที่ไม่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แม้แต่การลงทุนในระยะสั้น เช่น การเปลี่ยนจากการใช้ถ่านหินเป็นการใช้น้ำมันหรือก๊าซในโรงไฟฟ้า ก็มีกระทบต่ออุปสงค์อุปทานของคาร์บอนเครดิตได้

ในงานวิจัยเรื่อง Is fuel-switching a no-regrets environmental policy? VAR evidence on carbon dioxide emissions, energy consumption and economic performance in Portugal ของ Alfredo Pereira, Rui Manuel Pereira ปี ค.ศ. 2008 จุดประสงค์ของงานชิ้นนี้คือการประมาณผลกระทบของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจของประเทศโปรตุเกสในเชิงของการหาต้นทุนของนโยบายในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

งานวิจัยค้นพบว่าการบริโภคพลังงานมีผลต่อกิจกรรมเศรษฐกิจมหาภาคอย่างมีนัยสำคัญ เช่น การลดลงของการใช้พลังงานน้ำมันปริมาณหนึ่งตันหรือเทียบเท่าจะลดผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติในระยะยาวถึง 6,340 ยูโร ซึ่งการลดลงของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติดังกล่าวจะมีมูลค่าแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของเชื้อเพลิง

ที่สำคัญปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิง ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสามารถประมาณต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชนิดเชื้อเพลิงที่ต่างกันได้ ต้นทุนการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณหนึ่งตันต่อปีจากการลดการใช้ถ่านหินเท่ากับ 45.62 ยูโร จากการลดการใช้น้ำมันเท่ากับ 66.52 ยูโร จากการลดการใช้ก๊าซธรรมชาติเท่ากับ 91.07 ยูโร จากการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 191.13 ยูโรและจากการลดการใช้กากชีวภาพเท่ากับ 254.23 ยูโร จะเห็นได้ว่าการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยไม่กระทบต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจอาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนชนิดของพลังงานที่ใช้ด้วยเพื่อผลดีต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ

ในงานวิจัยเรื่อง Stock prices of clean Energy Firms, Oil and Carbon Market: A Vector Autoregressive Analysis ของ Surender Kumar, Shunsuke Managi. Akimi Matsuda ปี ค.ศ. 2010 เป็นการศึกษาสมมติฐานที่ว่าการเพิ่มขึ้นของราคาพลังงานสกปรกจะกระตุ้นการให้มีการลงทุนในการจัดหาพลังงานงานสะอาดมากขึ้น

งานชิ้นนี้ใช้แบบจำลอง Vector Autoregressive กับตัวแปรห้าตัวได้แก่ ราคาหุ้นของบริษัทที่ผลิตพลังงานสะอาด, ราคาหุ้นของบริษัทที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีขั้นสูง, ราคาน้ำมัน, ราคาคาร์บอนเครดิต, และอัตราดอกเบี้ย โดยใช้ข้อมูลเป็นรายสัปดาห์ ผลที่ได้จากการศึกษาคือราคาหุ้นที่เกี่ยวข้องกับพลังงานสะอาดถูกอธิบายด้วย ราคาน้ำมันในอดีต, ราคาหุ้นที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีขั้นสูง, และอัตราแลกเปลี่ยน สุดท้ายผลการวิจัยพบว่าการเพิ่มขึ้นของราคาคาร์บอนเครดิตหรือราคาน้ำมันดิบไม่ได้เป็นปัจจัยกระตุ้นให้ราคาหุ้นที่เกี่ยวข้องกับพลังงานสะอาดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้สรุปว่าการเพิ่มขึ้นของราคาพลังงานสกปรกหรือการถูกดันจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่สามารถกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนจากการใช้พลังงานสกปรกเป็นพลังงานสะอาดได้

ในงานวิจัยเรื่อง Dynamic behavior of CO_2 spot prices ของ Jan Seifert, Marliese Uhrig-Homburg, Michael Wagner ปี ค.ศ. 2008 เป็นการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของราคาคาร์บอนเครดิต ผลการศึกษาพบว่าราคาคาร์บอนเครดิตไม่ได้มีการเคลื่อนไหวไปตามฤดูการณ์และไม่สามารถคาดเดาได้ซึ่งสรุปได้ว่าตลาดมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยดังกล่าวมองว่าความผันผวนสามารถลดลงได้ถ้ามีการประกาศระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ถี่มากขึ้นจากรายปีเป็นรายไตมาสและปัจจุบันคาร์บอนเครดิตเป็นสินค้าทุนอีกชนิดหนึ่งที่มีผู้คนเข้ามาซื้อขายเพื่อเก็งกำไรหรือลงทุน

ในงานวิจัยเรื่อง The impacts of EU CO_2 emissions trading on electricity market and electricity consumers in Finland ของ M. Kara, S.Syri, A. Lehtilä, S. Helynen, V. Kekkonen, M Ruska, J. Forsström ปี ค.ศ. 2008 เป็นการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของระบบการซื้อขายมลพิษแห่งสหภาพยุโรปที่มีตลาดการซื้อขายไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้าในประเทศฟินแลนด์ การศึกษาครั้งนี้ใช้แบบจำลอง VTT electricity market ผลการศึกษาค่าไฟฟ้าในกลุ่มประเทศนอร์ดิกจะเพิ่มขึ้น 0.74 ยูโรต่อการเพิ่มขึ้นของราคาคาร์บอนเครดิต 1 ยูโร โดยการศึกษาครั้งนี้คาดว่า ราคาคาร์บอนเครดิตจะอยู่ระหว่าง 10 ยูโรถึง 20 ยูโรในช่วงปี ค.ศ. 2008 ถึง ปี ค.ศ. 2012

นอกจากนี้ในงานวิจัยชิ้นนี้ยังกล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้ราคาไฟฟ้าผันผวนนั้นคือความผันผวนของสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากกว่าครึ่งของแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้าจากกลุ่มประเทศนอร์ดิกมาจากเขื่อน

สิ่งที่น่าสนใจและสนับสนุนผลการศึกษาของงานวิจัยชิ้นนี้คืองานวิจัยของStock prices of clean Energy Firms, Oil and Carbon Market: A Vector Autoregressive Analysis นั้นคือในระยะสั้น ระบบการซื้อขายมลพิษอาจจะไม่ช่วยให้มีการตัดสินใจในการลงทุนที่เกี่ยวกับพลังงานสะอาดมากขึ้น แต่อาจไม่ใช่ในระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีของกลุ่มประเทศนอร์ดิก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป เนื่องจากกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปมีตลาดครบทุกตลาดทั้งตลาดคาร์บอนเครดิตและตลาดพลังงานไฟฟ้า อีกทั้งตลาดดังกล่าวมีขนาดใหญ่ทำให้ข้อมูลมีความสมบูรณ์และมีความเป็นเหตุเป็นผลทางเศรษฐศาสตร์มาก

ข้อมูลที่เก็บอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2551 ถึง เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2553 ช่วงเวลาดังกล่าวอยู่ในช่วงเฟสที่สองของการซื้อขายซึ่งผู้วิจัยคาดว่าข้อมูลจะมีคุณภาพเนื่องจากตลาดได้ผ่านการปรับตัวมาแล้วจากเฟสแรก

ข้อมูลที่เก็บได้เป็นข้อมูลทุติยภูมิมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลระดับความเจริญเติบของเศรษฐกิจโดยรวม

   ผู้วิจัยใช้มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเป็นตัวแทนระดับความเจริญเติบของเศรษฐกิจโดยรวม ข้อมูลดังกล่าวเก็บได้จากเว็บไซด์ www.ceicdata.com ข้อมูลดังกล่าวมีความถี่เป็นรายไตรมาส
2. ข้อมูลระดับความเจริญเติบโดยของเศรษฐกิจเฉพาะภาคอุตสาหกรรม

   ผู้วิจัยใช้มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคอุตสาหกรรมของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเป็นตัวแทนระดับความเจริญเติบของเศรษฐกิจของภาคอุตสาหกรรม ข้อมูลดังกล่าวเก็บได้จากเว็บไซด์ www.ceicdata.com ข้อมูลดังกล่าวมีความถี่เป็นรายไตรมาส
3. ข้อมูลปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต

   ผู้วิจัยใช้ปริมาณการซื้อขาย EUA (European Union Allowances) Day-ahead spot เป็นตัวแทนปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป เก็บได้จากเว็บไซด์ www.bluenext.fr ข้อมูลดังกล่าวมีความถี่เป็นรายวัน
4. ข้อมูลราคาคาร์บอนเครดิต

ผู้วิจัยใช้ราคา EUA Day-ahead spot เป็นตัวแทนราคาคาร์บอนเครดิตในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป เก็บได้จากเว็บไซต์ www.bluenext.fr ข้อมูลดังกล่าวมีความถี่เป็นรายวัน

5. ข้อมูลราคาพลังงานไฟฟ้า

ผู้วิจัยใช้ราคาไฟฟ้าของประเทศเยอรมนีและออสเตรียเป็นตัวแทนราคาไฟฟ้าในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป เก็บได้จากเว็บไซต์ www.epexspot.com ข้อมูลดังกล่าวมีความถี่เป็นรายวัน

6. ข้อมูลราคาน้ำมันดิบ

ผู้วิจัยใช้ราคาน้ำมัน West Texas Intermediate Cushing: Middle ที่ซื้อขายกันในตลาดไนแม็กซ์ (NYMAX) เป็นตัวแทนข้อมูลราคาน้ำมันดิบในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป เก็บได้จากเว็บไซต์ www.ceicdata.com ข้อมูลดังกล่าวมีความถี่เป็นรายวัน

7. ข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยน

ผู้วิจัยใช้ข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนดอลล่าสหรัฐต่อยูโรซึ่งอ้างอิงจากธนาคารกลางของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเป็นตัวแทนอัตราแลกเปลี่ยนในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเก็บได้จากเว็บไซต์ www.ceic.com ข้อมูลดังกล่าวมีความถี่เป็นรายวัน

8. ข้อมูล Consumer Price Index (CPI)

ผู้วิจัยใช้ CPI ของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป โดยมีปี ค.ศ. 2005 เป็นปีฐาน เก็บได้จากเว็บไซต์ www.ceic.com ข้อมูลดังกล่าวมีความถี่เป็นรายเดือน

9. ข้อมูล Industrial Production Index (IPI)

ผู้วิจัยใช้ IPI ของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป โดยมีปี ค.ศ. 2005 เป็นปีฐาน เก็บได้จากเว็บไซต์ www.ceic.com ข้อมูลดังกล่าวมีความถี่เป็นรายเดือน

การเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

<u>เรื่องความถี่</u>

ผู้วิจัยได้ทำข้อมูลทั้งหมดให้มีความถี่เป็นรายเดือน ในกรณีข้อมูลที่เก็บได้เป็นรายวันผู้วิจัยจะนำมาเฉลี่ยให้เป็นรายเดือน ข้อมูลดังกล่าวได้แก่ ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต, ราคาคาร์บอนเครดิต, ราคาไฟฟ้า, และราคาน้ำมันดิบ

ในกรณีข้อมูลที่เก็บได้เป็นรายไตรมาส เช่น ข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติโดยรวมและผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ใช้ค่า Industrial Production Index (IPI) ซึ่งมีความถี่เป็นรายเดือนมาช่วยในการประมาณค่าของข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติโดยรวมและผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมให้มีข้อมูลความถี่รายเดือน และใช้ค่า Consumer Price Index (CPI) ซึ่งมีความถี่เป็นรายเดือนไปถ่วงน้ำหนักทำให้ได้เป็น ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติที่แท้จริงและผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง ซึ่งวิธีการดังกล่าวมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นแรก นำข้อมูลตัวเลขผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติโดยรวมและผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมจะปรากฏเฉพาะเดือนสุดท้ายของไตรมาส(มีนาคม มิถุนายน กันยายน และธันวาคม) มาหารด้วยสาม แล้วนำตัวเลขดังกล่าวไปเติมลงไปในแต่ละเดือนของแต่ละไตรมาส เนื่องจากเหตุผลที่ตัวเลขผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติเป็นมูลค่าผลผลิตที่นับสะสมรวมกัน ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะได้ตัวเลขของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติโดยรวมและผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมของทุกเดือน แต่ตัวเลขดังกล่าวจะเหมือนกันทุกเดือนในแต่ละไตรมาส

ขั้นที่สอง ผู้วิจัยนำข้อมูล IPI ซึ่งมีความถี่เป็นรายเดือน แบ่งกลุ่มออกเป็นแต่ละไตรมาส และหาค่าเฉลี่ยของแต่ละไตรมาส โดยนำค่า IPI ทั้งสามเดือนในไตรมาสบวกกันแล้วหารด้วยสาม แล้วนำค่าดังกล่าวไปเป็นตัวหารค่า IPI ของแต่ละเดือนในไตรมาสนั้น วิธีการดังกล่าวจะทำให้ได้สัดส่วนค่า IPI ของแต่ละเดือนเทียบกับค่าเฉลี่ยของค่า IPI ในไตรมาสนั้น ค่าที่ได้มีคุณสมบัตินับรวมกันในแต่ละไตรมาสได้เท่ากับหนึ่งพอดี

ขั้นที่สาม นำค่าสัดส่วน IPI ที่ได้จากขั้นตอนที่สองไปคูณกับค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติรายเดือน ในขั้นตอนที่หนึ่งก็จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติรายเดือนที่แต่ละเดือนจะมีการเคลื่อนไหวไปตามค่าสัดส่วน IPI ด้วยคุณสมบัติของของค่าสัดสวน IPI ในขั้นที่สองเมื่อนำค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติแต่ละเดือนในไตรมาสมาบวกรวมกันจะยังคงมีค่าเท่ากับค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติก่อนขั้นตอนที่หนึ่ง

ขั้นที่สี่ นำค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติไปถ่วงนำหนักให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติที่แท้จริง โดยผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติโดยรวมจะถูกถ่วงด้วยค่า CPI ส่วนผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมจะถูกถ่วงด้วยค่า PPI (Producer Price Index) ขั้นตอนนี้จะทำให้ได้ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติโดยรวมที่แท้จริงรายเดือนและค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงรายเดือน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

การกระทำทั้งสี่ขั้นตอนดังกล่าวนอกจากจะทำให้ข้อมูลมีการกระจายที่ดีขึ้นแล้วผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติที่แท้จริงจะสะท้อนระดับเศรษฐกิจได้ดีกว่าเพราะได้หักผลของราคาออกไป

<u>เรื่องหน่วยของข้อมูล</u>

เพื่อให้ง่ายในการศึกษาผู้วิจัยจะทำหน่วยของข้อมูลให้อยู่ในรูปมูลค่า “ยูโร” ทั้งหมด ซึ่งข้อมูลราคาน้ำมันดิบอยู่ในรูปมูลค่าดอลล่าสหรัฐ ผู้วิจัยจึงนำอัตราแลกเปลี่ยนดอลล่าสหรัฐต่อยูโรไปหารจนได้ข้อมูลราคาน้ำมันดิบที่อยู่ในรูปมูลค่ายูโร

ในขั้นตอนหลังจากนี้ผู้วิจัยจะใช้อักษรย่อแทนตัวแปรต่างๆดังนี้

GDP คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปที่แท้จริงเฉลี่ยต่อเดือน มีหน่วยเป็นพันล้านยูโร

GDPI คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปที่แท้จริงเฉลี่ยต่อเดือน มีหน่วยเป็นพันล้านยูโร

COV คือ ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเฉลี่ยต่อเดือน หนึ่งยูนิตเทียบเท่าการปล่อยก๊าซ Co_2 หนึ่งตันต่อปี มีหน่วยเป็นยูนิตซื้อขาย

COP คือ ราคาคาร์บอนเครดิตต่อหนึ่งยูนิตซื้อขายเฉลี่ยต่อเดือน ซึ่งหนึ่งยูนิตเทียบเท่าการปล่อยก๊าซ Co_2 หนึ่งตันต่อปี มีหน่วยเป็นยูโร

ELEP คือ ราคาไฟฟ้าหนึ่งเมกวัตต่อชั่วโมงเฉลี่ยต่อเดือน มีหน่วยเป็นยูโร

OILP คือ ราคาน้ำมันดิบหนึ่งบาร์เรวเฉลี่ยต่อเดือน มีหน่วยเป็นยูโร

<u>ทดสอบข้อมูลและออกแบบแบบจำลอง</u>

1. สร้าง Correlation matrix เพื่อตรวจดูความสัมพันธ์ของข้อมูลเบื้องต้น

ค่าตัวเลขที่ได้ในตารางคือค่า Common Correlation มีลักษณะเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.1 Correlation Matrix

	GDP	GDPI	COV	COP	ELEP	OILP
GDP	1.000000					
GDPI	0.968675	1.000000				
COV	0.894345	0.935987	1.000000			
COP	0.724747	0.827665	0.791564	1.000000		
ELEP	0.816073	0.890025	0.844021	0.917105	1.000000	
OILP	-0.791976	-0.735833	-0.727719	-0.473102	-0.648036	1.000000

ผู้วิจัยสร้าง Correlation matrix เพื่อตรวจดูความสัมพันธ์เบื้องต้นของตัวแปรต่างๆ และพบว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันสูงเป็นไปตามที่ผู้วิจัยคาดเอาไว้ สังเกตได้จากค่าตัวเลขซึ่งส่วนใหญ่มีค่าเข้าใกล้ 1 หรือ -1

โดยรวมแล้วค่า Correlation ในเมตริกดังกล่าวได้สะท้อนเห็นความสัมพันธ์เบื้องต้นของตัวแปรต่างๆและพอจะอธิบายได้ตามทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์และงานวิจัยที่ได้ทบทวนมา ยกเว้นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรราคาคาร์บอนเครดิตกับราคาน้ำมันดิบซึ่งควรมีค่า

เป็นบวกตามทฤษฎีและงานวิจัยที่ได้ทบทวนมา แต่กลับมีค่า Correlation เป็นลบ อย่างไรก็ตามก็ยังมีค่าไม่ใกล้ -1 มาก

นอกจากนี้ Correlation ยังทำให้เห็นลักษณะบางอย่างระหว่างตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติที่แท้จริงและผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง อย่างแรกคือค่า Correlation ระหว่างตัวแปรแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติที่แท้จริงและผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงมีค่าเป็นบวกสูงมาก ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ากลุ่มประเทศสหภาพยุโรปมีเศรษฐกิจที่เน้นไปทางด้านอุตสาหกรรมตามที่คาดเอาไว้ อย่างที่สองตัวแปรอื่นๆ ที่เหลือทุกตัวมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงมากกว่าตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติที่แท้จริง สังเกตได้จากค่า Correlation ทุกค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงต่อตัวแปรอื่นๆที่เหลือทุกตัว มีค่ามากกว่าค่า Correlation ของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติที่แท้จริง

ดังนั้นในการศึกษาขั้นต่อไปจึงควรใช้ตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงแทนตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติที่แท้จริง เนื่องจากตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆที่เหลือสูงกว่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติที่แท้จริง

การกระทำดังกล่าวนอกจากจะทำให้ผลการศึกษาชัดเจนขึ้น ยังเป็นการหลีกเลี่ยงปัญหา Multicorrelation เนื่องจากตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติที่แท้จริงมีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงสูงมาก

2. ทดสอบ Granger causality เพื่อกำหนดตัวแปรภายใน-ตัวแปรภายนอก

ผู้วิจัยทำการทดสอบ Granger causality เพื่อกำหนดตัวแปรภายใน (Endogenous Variable) และตัวแปรภายนอก (Exogenous Variable) ให้กับแบบจำลอง โดยดูจากความสามารถในการอธิบายตัวแปรอื่นๆ และความสามารถในการถูกอธิบายจากตัวแปรอื่นๆผลเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.2 Pairwise Granger Causality Tests

Sample: 2008M02 2010M12

Lags: 1

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
COV does not Granger Cause GDPI	34	4.49642	0.04207
GDPI does not Granger Cause COV		15.5206	0.00043
COP does not Granger Cause GDPI	34	24.4536	2.5E-05
GDPI does not Granger Cause COP		0.13108	0.71977
ELEP does not Granger Cause GDPI	34	15.0136	0.00052
GDPI does not Granger Cause ELEP		0.58379	0.45061
OILP does not Granger Cause GDPI	34	0.24075	0.62712
GDPI does not Granger Cause OILP		5.64700	0.02385
COP does not Granger Cause COV	34	4.47094	0.04262
COV does not Granger Cause COP		0.32313	0.57383
ELEP does not Granger Cause COV	34	8.96268	0.00537
COV does not Granger Cause ELEP		0.02907	0.86573
OILP does not Granger Cause COV	34	0.13947	0.71135
COV does not Granger Cause OILP		2.90141	0.09851
ELEP does not Granger Cause COP	34	6.29019	0.01759
COP does not Granger Cause ELEP		22.7905	4.1E-05
OILP does not Granger Cause COP	34	9.53883	0.00422
COP does not Granger Cause OILP		11.7041	0.00177
OILP does not Granger Cause ELEP	34	12.6092	0.00125
ELEP does not Granger Cause OILP		16.8179	0.00028

ด้วยการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์พบว่า

ตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงถูกอธิบายด้วยตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต, ราคาคาร์บอนเครดิต, และราคาไฟฟ้า

ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตถูกอธิบายด้วยตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง, ราคาคาร์บอนเครดิต, และราคาไฟฟ้า

ราคาคาร์บอนเครดิตถูกอธิบายด้วยตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ ราคาไฟฟ้า, และราคาน้ำมันดิบ

ราคาไฟฟ้าถูกอธิบายด้วยตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ ราคาคาร์บอนเครดิต, และราคาน้ำมันดิบ

ราคาน้ำมันดิบถูกอธิบายด้วยตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง, ราคาคาร์บอนเครดิต, และราคาไฟฟ้า

จากผลการทดสอบ Granger Causality พบว่าควรวางตัวแปรทุกตัวเป็นตัวแปรภายในทั้งหมด ซึ่งผู้วิจัยเองก็เห็นด้วยเพราะตัวแปร ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรม, ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต, ราคาคาร์บอนเครดิต, และราคาไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กันไปกันมาสอดคล้องกับทั้งทฤษฎีและงานวิจัยที่ได้ทบทวนมาแล้วข้างต้น ยกเว้นแต่ตัวแปร ราคาน้ำมันดิบ ซึ่งน่าจะเป็นตัวแปรภายนอกมากกว่า เนื่องจากเหตุผลที่ว่าราคาน้ำมันดิบเป็นราคาที่เกิดขึ้นในตลาดโลก ขณะที่ตัวแปรตัวอื่นๆ เป็นตัวแปรที่อยู่ในตลาดยุโรป ราคาน้ำมันดิบจึงน่าจะมีผลต่อตัวแปรตัวอื่นๆ ที่เหลือแบบทางเดียว

3. ทดสอบความนิ่ง (Stationary) ของตัวแปร

เนื่องจากงานวิจัยชิ้นนี้ใช้ข้อมูลแบบอนุกรมเวลา ผู้วิจัยต้องทดสอบความนิ่ง (stationary) ของข้อมูลก่อนที่จะนำมาใช้ในการประมาณค่าสถิติต่างๆ เพราะหากข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่ง (Nonstationary) ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ที่ได้อาจไม่ได้สะท้อนความสัมพันธ์ที่

แท้จริง (spurious regression) การตีความต้องทำอย่างระมัดระวัง ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Augmented Dickey-Fuller ผลจากการทดสอบความ stationary ของข้อมูลที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าตัวแปรทุกตัว ซึ่งได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง, ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต, ราคาคาร์บอนเครดิต, ราคาไฟฟ้า, และราคาน้ำมันดิบมีลักษณะ non stationary แบบ Integrating first order (I(1)) ทั้งหมด

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์

ในการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบจำลอง Vectors Auto Regressive (VAR Model) เนื่องจากเหตุผลดังนี้

1. ตัวแปรต่างๆ มีลักษณะความสัมพันธ์ที่น่าจะเป็นระบบสมการ ซึ่งแบบจำลอง VAR ก็เป็นแบบจำลองที่เหมาะกับการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่ตัวแปรมีความเกี่ยวข้องกันเป็นระบบ
2. เนื่องจากข้อมูลมีลักษณะเป็นอนุกรมเวลาซึ่งมีความเป็นพลวัตและความเฉื่อยในการปรับตัวของแฝงอยู่ แบบจำลอง VAR ก็เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมกับข้อมูลลักษณะนี้
3. เนื่องจากยังไม่มีทฤษฎีรองรับชัดเจนเกี่ยวความลักษณะความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปร และเพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงปัญหา Identification แบบจำลอง VAR จึงเหมาะสมสำหรับข้อจำกัดเหล่านี้
4. การทำการคาดการแนวโน้มหรือจำลองผลกระทบที่เกิดจาก Shock ต่างๆ สามารถทำได้ง่ายโดยฟังก์ชัน Impulse Response ในแบบจำลอง VAR

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงใช้แบบจำลอง Vector Auto Regressive (VAR) ในการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ และใช้ผลการทดสอบ Granger causality ในการวางตัวแปรต่างๆ โดยให้ตัวแปรทุกตัวได้แก่ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง, ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต, ราคาคาร์บอนเครดิต, ราคาไฟฟ้า, และราคาน้ำมันดิบเป็นตัวแปรภายในทั้งหมดโดยไม่มีตัวแปรภายนอก จึงได้แบบจำลองลักษณะดังนี้

$$GDPI_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^{n11} \beta_{11i} GDPI_{t-i} + \sum_{i=1}^{n12} \beta_{12i} COV_{t-i} + \sum_{i=1}^{n13} \beta_{13i} COP_{t-i} + \sum_{i=1}^{n14} \beta_{14i} ELEP_{t-i} + \sum_{i=1}^{n15} \beta_{15i} OILP_{t-i} + e_{1t}$$

$$COV_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^{n21} \beta_{21i} GDPI_{t-i} + \sum_{i=1}^{n22} \beta_{22i} COV_{t-i} + \sum_{i=1}^{n23} \beta_{23i} COP_{t-i} + \sum_{i=1}^{n24} \beta_{24i} ELEP_{t-i} + \sum_{i=1}^{n25} \beta_{25i} OILP_{t-i} + e_{2t}$$

$$COP_t = \alpha_3 + \sum_{i=1}^{n31} \beta_{31i} GDPI_{t-i} + \sum_{i=1}^{n32} \beta_{32i} COV_{t-i} + \sum_{i=1}^{n33} \beta_{33i} COP_{t-i} + \sum_{i=1}^{n34} \beta_{34i} ELEP_{t-i} + \sum_{i=1}^{n35} \beta_{35i} OILP_{t-i} + e_{3t}$$

$$ELEP_t = \alpha_4 + \sum_{i=1}^{n41} \beta_{41i} GDPI_{t-i} + \sum_{i=1}^{n42} \beta_{42i} COV_{t-i} + \sum_{i=1}^{n43} \beta_{43i} COP_{t-i} + \sum_{i=1}^{n44} \beta_{44i} ELEp_{t-i} + \sum_{i=1}^{n45} \beta_{45i} OILP_{t-i} + e_{4t}$$

$$OIlP_t = \alpha_5 + \sum_{i=1}^{n51} \beta_{51i} GDPI_{t-i} + \sum_{i=1}^{n52} \beta_{52i} COV_{t-i} + \sum_{i=1}^{n53} \beta_{53i} COP_{t-i} + \sum_{i=1}^{n54} \beta_{54i} ELEp_{t-i} + \sum_{i=1}^{n55} \beta_{55i} OILP_{t-i} + e_{5t}$$

คำอธิบายตัวแปร

GDPI คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปที่แท้จริงเฉลี่ยต่อเดือน มีหน่วยเป็นพันล้านยูโร

COV คือ ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเฉลี่ยต่อเดือน หนึ่งยูนิตเทียบเท่าการปล่อยก๊าซ Co_2 หนึ่งตันต่อปี มีหน่วยเป็นยูนิตซื้อขาย

COP คือ ราคาคาร์บอนเครดิตต่อหนึ่งยูนิตซื้อขายเฉลี่ยต่อเดือน ซึ่งหนึ่งยูนิตเทียบเท่าการปล่อยก๊าซ Co_2 หนึ่งตันต่อปี มีหน่วยเป็นยูโร

ELEP คือ ราคาไฟฟ้าหนึ่งเมกวัตต่อชั่วโมงเฉลี่ยต่อเดือน มีหน่วยเป็นยูโร

OILP คือ ราคาน้ำมันดิบหนึ่งบาร์เรวเฉลี่ยต่อเดือน มีหน่วยเป็นยูโร

nij คือ จำนวน Lag ของแต่ละตัวแปร โดย i หมายถึงตำแหน่งสมการ j หมายถึงตำแหน่งสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร

e คือ error term

t คือ ช่วงเวลาเป็นรายเดือน

ในขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ ผู้วิจัยจะเลือกระดับการทิ้งช่วงเวลา (Lag) พร้อมทั้งแก้ไขปัญหาทางเศรษฐมิติต่างๆ ที่ตรวจพบได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้วิจัยเพื่อจะได้แบบจำลองที่มีความเหมาะสมและมีความหมายทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด

การทดสอบสมมติฐานงานวิจัย

ผู้วิจัยจะทดสอบสัมประสิทธิ์ที่แสดงอิทธิพลของราคาและปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง นั้นคือ β_{13} และ β_{12} ตามลำดับ โดยการทำ t test

β_{13} คือ สัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพลของราคาคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงซึ่งผลจากการทดสอบทางสถิติของสัมประสิทธิ์ดังกล่าวจะช่วยแก้ข้อกังขาที่ว่า “จริงหรือไม่ที่การถูกจำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะขัดขวางการพัฒนาเศรษฐกิจ”

โดยผู้วิจัยจะตั้งสมมติฐานหลักว่าβ_{13} มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ หากยอมรับสมมติฐานหลักก็หมายความว่าราคาคาร์บอนเครดิตไม่ได้ทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงลดลง ที่สำคัญเนื่องจากขอบเขตการศึกษาที่ศึกษาภายในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปซึ่งกลุ่มประเทศดังกล่าวต้องถูกกดดันให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกผ่านระบบกลไกราคาของคาร์บอนเครดิต ทำให้อนุมานได้ว่าการถูกกดดันให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่ได้เป็นการขัดขวางการพัฒนาเศรษฐกิจแต่อย่างใด

ขณะที่ β_{12} คือสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพลของปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง ซึ่งผลจากการทดสอบทางสถิติของสัมประสิทธิ์ดังกล่าวจะช่วยสนับสนุนว่า“การซื้อขายคาร์บอนเครดิตมีส่วนช่วยให้เกิดการพัฒนาเศรษฐกิจ”

โดยผู้วิจัยจะตั้งสมมติฐานหลักว่า β_{12} น้อยกว่าหรือเท่ากับศูนย์ หากปฏิเสธสมมติฐานหลักก็หมายความว่าการซื้อขายคาร์บอนเครดิตทำให้ระดับการผลิตสินค้าและบริการเพิ่มขึ้นและเนื่องจากขอบเขตการศึกษาที่ศึกษาภายในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปซึ่งกลุ่มประเทศดังกล่าวมีการซื้อขายคาร์บอนเครดิตทำให้อนุมานได้ว่าการพัฒนาตลาดคาร์บอนเครดิตให้ได้รับความนิยมจะมีส่วนช่วยให้เกิดการพัฒนาเศรษฐกิจ

การจำลองความผันผวน (Shock) **ที่เกิดจากตัวแปรแต่ละตัวต่อตัวแปรอื่น ๆในแบบจำลอง**

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะจำลองสถานการณ์ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแต่ละตัวต่อตัวแปรอื่นๆ โดยการทำ Impulse response ซึ่งผู้วิจัยจะเน้นความผันผวนที่เกิดขึ้นจากการราคาและปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงเนื่องจากเป็นจุดประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เตรียมไว้มาประมาณค่าสัมประสิทธิ์เพื่อให้ได้สมการเส้นตรงโดยวิธีกำลังสองน้อยสุดด้วยแบบจำลอง VAR โดยมีตัวแปรภายในทั้งหมดห้าตัวทำให้ได้สมการเส้นตรงทั้งหมดห้าสมการ ดังนี้

$$GDPI_t = 48.43 + 0.34(GDPI_{t-1}) + 0.0000025(COV_{t-1}) + 0.5(COP_{t-1}) + 0.05(ELEP_{t-1}) - 0.05(OILP_{t-1}) + e_{1t}$$

$$COV_t = -2{,}582{,}345 + 52{,}240.25(GDPI_{t-1}) + 0.36(COV_{t-1}) - 27{,}554.8(COP_{t-1}) + 13{,}914.31(ELEP_{t-1}) + 25{,}321.51(OILP_{t-1}) + e_{2t}$$

$$COP_t = -36.17 + 0.2(GDPI_{t-1}) + 0.0000002(COV_{t-1}) + 0.98(COP_{t-1}) - 0.07(ELEP_{t-1}) + 0.26(OILP_{t-1}) + e_{3t}$$

$$ELEP_t = -97.06 + 0.78(GDP_{t-1}) - 0.0000034(COV_{t-1}) + 1.35(COP_{t-1}) + 0.52(ELEP_{t-1}) + 0.68(OILP_{t-1}) + e_{4t}$$

$$OILP_t = 12.52 + 0.01(GDP_{t-1}) + 0.000001(COV_{t-1}) - 0.01(COP_{t-1}) - 0.13(ELEP_{t-1}) + 0.74(OILP_{t-1}) + e_{5t}$$

ในแต่ละสมการตัวแปรทางขวามือมีการทิ้งช่วงเวลาเพียง 1 Lag เท่านั้น เนื่องจากเมื่อผู้วิจัยลองเพิ่มการทิ้งช่วงเวลามากขึ้น ตัวแปรที่ทิ้งช่วงเวลาออกไปมากกว่า 1 Lag กลับไม่มีนัยสำคัญและค่า AIC ของสมการก็เพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยคาดว่าเหตุผลที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากข้อมูลต่างๆ เป็นราคาที่เกิดขึ้นในตลาดน่าจะมีการปรับตัวได้รวดเร็วภายในหนึ่งเดือน จึงสรุปว่าตัวแปรทางขวามือควรทิ้งช่วงเวลาเพียง 1 Lag จึงจะเหมาะสมที่สุด

ในการวิเคราะห์ผลขั้นต่อไปผู้วิจัยจะลงไปในรายละเอียดของแต่ละสมการดังนี้

<u>สมการผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง</u>

$$GDPI_t = 48.43 + 0.34(GDPI_{t-1}) + 0.0000025(COV_{t-1}) + 0.5(COP_{t-1}) + 0.05(ELEP_{t-1}) - 0.05(OILP_{t-1}) + e_{1t}$$

(14.02)	(0.13)	(1.20E-06)	(0.20)	(0.06)	(0.11)
[3.46]*	[2.69]*	[2.17]*	[2.56]*	[0.73]	[-0.51]

Standard errors in ( ), t-statistics in [ ], * 5% significant

จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยจำนวนข้อมูล 34 ตัว ค่า Adjusted-R^2 เท่ากับ 0.95 พบว่า ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปมีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่างๆในลักษณะเส้นตรงดังนี้

หากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในเพิ่มขึ้นหนึ่งหมื่นหน่วยซื้อขายจะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ล้านยูโรในเดือนต่อมา

หากราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นหนึ่งยูโรจะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 500 ล้านยูโรในเดือนต่อมา

หากราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหนึ่งยูโรจะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 45 ล้านยูโรในเดือนต่อมา

หากราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกเพิ่มขึ้นหนึ่งยูโรจะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปลดลงโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 54 ล้านยูโรในเดือนต่อมา

ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอธิบายต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์สอดคล้องกับผลการทดสอบ Granger Causality และงานวิจัยที่ได้ทบทวนมา ดังนี้

ผลการทดสอบ Granger Causality พบว่าตัวแปรที่สามารถอธิบายผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง ได้แก่ ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต, ราคาคาร์บอนเครดิต, และราคาไฟฟ้า ซึ่งผลการทดสอบนัยสำคัญของสมการข้างต้น ตัวแปรปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตและราคาคาร์บอนเครดิตมีนัยสำคัญ ยกเว้น ราคาไฟฟ้าเท่านั้นที่ไม่มีนัยสำคัญขัดแย้งกับผลการทดสอบ Granger Causality

ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆของสมการพบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยดังนี้ ราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงลดลงอาจเป็นเพราะเหตุผลที่ว่า ราคาน้ำมันเป็นต้นทุนการผลิตพลังงานที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการ การเพิ่มขึ้นของราคาน้ำมันย่อมกดดันให้ต้นทุนการผลิตสินค้าและบริการสูงขึ้นจนลดแรงจูงใจในการผลิตสินค้าและบริการจนมีผลต่อระดับผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ

ภาคอุตสาหกรรมในที่สุด อย่างไรก็ตามตัวแปรราคาน้ำมันดิบไม่มีนัยสำคัญ สำหรับปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตและราคาคาร์บอนเครดิตนั้นเป็นคำถามงานวิจัยจึงเก็บไว้อธิบายในหัวข้อถัดไป

<u>สมการปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต</u>

COV_t = - 2,582,345 + 52,240.25($GDPI_{t-1}$) + 0.36(COV_{t-1}) - 27,554.8(COP_{t-1})+ 13,914.31($ELEP_{t-1}$)

1,906,612 17,282.8 0.15,845 26,857.4 8,439.67

[-1.35] [3.02]* [2.25]* [-1.03] [1.65]

+ 25,321.51($OILP_{t-1}$) + e_{5t}

-14618

[1.73]

Standard errors in ( ), t-statistics in [ ], * 5% significant

จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยจำนวนข้อมูล 34 ตัว ค่า Adjusted-R^2 เท่ากับ 0.89 พบว่า ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตมีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่างๆในลักษณะเส้นตรงดังนี้

หากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเพิ่มขึ้นหนึ่งพันล้านยูโรจะทำให้ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 52,240 ยูนิตซื้อขายในเดือนต่อมา

หากราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นหนึ่งยูโรจะทำให้ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตลดลงโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 27,554 ยูนิตซื้อขายในเดือนต่อมา

หากราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหนึ่งยูโรจะทำให้ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 13,914 ยูนิตซื้อขายในเดือนต่อมา

หากราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกเพิ่มขึ้นหนึ่งยูโรจะทำให้ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25,321 ยูนิตซื้อขายในเดือนต่อมา

ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอธิบายต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์สอดคล้องกับผลการทดสอบ Granger Causality และงานวิจัยที่ได้ทบทวนมา ดังนี้

ผลการทดสอบ Granger Causality พบว่าตัวแปรที่สามารถอธิบายปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง ราคาคาร์บอนเครดิต และราคาไฟฟ้า ซึ่งผลการทดสอบนัยสำคัญของสมการข้างต้น ตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงเท่านั้นที่มีนัยสำคัญ ส่วนราคาคาร์บอนเครดิตและราคาไฟฟ้ากลับไม่มีนัยสำคัญซึ่งขัดแย้งกับผลการทดสอบ Granger Causality

ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ของสมการพบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยดังนี้ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะในมุมมองทางการเงินและการลงทุนคาร์บอนเครดิตเป็นสินค้าทางการเงินชนิดหนึ่ง เมื่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมซึ่งเปรียบเสมือนรายได้เพิ่มขึ้น คาร์บอนเครดิตซึ่งเปรียบเสมือนสินค้าก็ย่อมมีการซื้อขายมากขึ้น

ขณะที่ราคาคาร์บอนเครดิตซึ่งมีผลเป็นลบต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต ทำให้มองได้ว่าสมการที่ได้เป็นอาจเป็นสมการอุปสงค์ และหากเป็นสมการอุปสงค์จริงก็สอดคล้องกับสัมประสิทธิ์ที่เป็นบวกหน้าตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามตัวแปรราคาคาร์บอนเครดิตนั้นไม่มีนัยสำคัญ

<u>สมการราคาคาร์บอนเครดิต</u>

$$COP_t = -36.17 + 0.2(GDPI_{t-1}) + 0.0000002(COV_{t-1}) + 0.98(COP_{t-1}) - 0.07(ELEP_{t-1}) + 0.26(OILP_{t-1}) + e_{3t}$$

(10.23)	(0.09)	(8.50E-07)	(0.14)	(0.05)	(0.08)
[-3.54]*	[2.17]*	[0.23]	[6.81]*	[-1.53]	[3.31]*

Standard errors in ( ), t-statistics in [ ], * 5% significant

จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยจำนวนข้อมูล 34 ตัว ค่า Adjusted-R^2 เท่ากับ 0.93 พบว่า ราคาคาร์บอนเครดิตมีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่างๆ ในลักษณะเส้นตรงดังนี้

หากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงของกลุ่มสหภาพยุโรปเพิ่มขึ้นหนึ่งพันล้านยูโร จะทำให้ราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.2 ยูโรในเดือนต่อมา

หากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นหนึ่งหมื่นหน่วยซื้อขาย จะทำให้ราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.002 ยูโรในเดือนต่อมา

หากราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหนึ่งยูโร จะทำให้ราคาคาร์บอนเครดิตลดลงโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.07 ยูโรในเดือนต่อมา

หากราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกเพิ่มขึ้นหนึ่งยูโร จะทำให้ราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.26 ยูโรในเดือนต่อมา

ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอธิบายต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์สอดคล้องกับผลการทดสอบ Granger Causality และงานวิจัยที่ได้ทบทวนมา ดังนี้

ผลการทดสอบ Granger Causality พบว่าตัวแปรที่สามารถอธิบายราคาคาร์บอนเครดิต ได้แก่ ราคาไฟฟ้าและราคาน้ำมัน ซึ่งผลการทดสอบนัยสำคัญของสมการข้างต้น มีตัวแปรที่สอดคล้องกับผลการทดสอบ Granger Causality ได้แก่ ราคาน้ำมันดิบ ขณะที่ตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงมีนัยสำคัญแทนราคาไฟฟ้า

ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆของสมการพบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยดังนี้ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้น ตามงานวิจัยเรื่อง Modeling the price dynamics of CO2 emission allowances ของEva Benz, Stefan Trück กล่าวว่า เมื่อเศรษฐกิจดีขึ้น คาร์บอนเครดิตซึ่งในมุมมองของการเงินและการลงทุนก็จะมีราคาสูงขึ้นตามสภาพเศรษฐกิจ

<u>สมการราคาไฟฟ้า</u>

$$ELEP_t = -97.06 + 0.78(GDPI_{t-1}) + 0.0000034(COV_{t-1}) + 1.35(COP_{t-1}) + 0.52(ELEP_{t-1}) + 0.68(OILP_{t-1}) + e_{4t}$$

(31.76)	(0.29)	(2.6E-06)	(0.45)	(0.14)	(0.24)
[-3.06]*	[2.70]*	[1.28]	[3.01]*	[3.67]*	[2.79]*

Standard errors in ( ), t-statistics in [ ], * 5% significant

จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยจำนวนข้อมูล 34 ตัว ค่า Adjusted-R^2 เท่ากับ 0.95 พบว่า ราคาไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่างๆ ในลักษณะเส้นตรงดังนี้

หากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเพิ่มขึ้นหนึ่งพันล้านยูโร จะทำให้ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.78 ยูโรในเดือนต่อมา

หากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นหนึ่งหมื่นหน่วยซื้อขาย จะทำให้ราคาไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.034 ในเดือนต่อมา

หากราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นหนึ่งยูโร จะทำให้ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 1.35 ยูโรในเดือนต่อมา

หากราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกเพิ่มขึ้นหนึ่งยูโร จะทำให้ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.68 ยูโรในเดือนต่อมา

ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอธิบายต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์สอดคล้องกับผลการทดสอบ Granger Causality และงานวิจัยที่ได้ทบทวนมา ดังนี้

ผลการทดสอบ Granger Causality พบว่าตัวแปรที่สามารถอธิบายราคาไฟฟ้าได้แก่ ราคาคาร์บอนเครดิตและราคาน้ำมันดิบ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบนัยสำคัญของสมการข้างต้นและมีตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงมีนัยสำคัญเพิ่มเข้ามา

ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ของสมการพบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยดังนี้ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้น สามารถอธิบายได้ด้วยเหตุผลที่ว่า การเพิ่มขึ้นของการผลิตสินค้าและบริการทำให้เกิดอุปสงค์ต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าจนขับดันให้ราคาไฟฟ้าสูงขึ้นในที่สุด

ราคาคาร์บอนเครดิตที่เพิ่มขึ้นทำให้ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง The impacts of EU CO_2 emissions trading on electricity market and electricity consumers in Finland ของ M. Kara, S.Syri, A. Lehtilä, S. Helynen, V. Kekkonen, M Ruska, J. Forsström และงานวิจัยเรื่อง Impacts of EU Carbon emission trade directive on energy-intensive industries -indicative micro-economic analyses ของ Peter Lund ซึ่งกล่าวว่า ราคาคาร์บอนเครดิตเปรียบเสมือนต้นทุนการผลิตไฟฟ้าเมื่อราคาคาร์บอนเครดิตสูงขึ้นก็จะทำให้ต้องขายไฟฟ้าในราคาสูงขึ้นเพื่อให้คุ้มกับต้นทุน ซึ่งบังเอิญอย่างยิ่งว่าขนาดของสัมประสิทธิ์นั้นยังเท่ากับผลการวิจัยของ Peter Lund อีกด้วย

สำหรับราคาน้ำมันดิบที่เพิ่มขึ้นทำให้ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยทั้งสองเรื่องในย่อหน้าข้างบนเช่นกัน เนื่องจากราคาถ่านหินมีความสัมพันธ์กับราคาน้ำมันดิบอย่างใกล้ชิด การเพิ่มขึ้นของราคาน้ำมันดิบหมายถึงการเพิ่มขึ้นของราคาถ่านหิน โรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินในการผลิตไฟฟ้าจะมีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าสูงขึ้นจนต้องขายไฟฟ้าในราคาสูงขึ้นเพื่อให้คุ้มทุน

<u>สมการราคาน้ำมันดิบ</u>

$$OILP_t = 12.52 + 0.01(GDPI_{t-1}) + 0.000001(COV_{t-1}) - 0.01(COP_{t-1}) - 0.13(ELEP_{t-1}) + 0.74(OILP_{t-1}) + e_{5t}$$

(14.98)	(0.13)	(1.2E-06)	(0.21)	(0.07)	(0.11)
[0.84]	[0.09]*	[0.81]	[-0.04]	[1.97]	[6.50]*

Standard errors in ( ), t-statistics in [ ], * 5% significant

จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยจำนวนข้อมูล 34 ตัว ค่า Adjusted-R^2 เท่ากับ 0.87 พบว่า ราคาน้ำมันดิบมีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่างๆ ในลักษณะเส้นตรงดังนี้

หากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเพิ่มขึ้นหนึ่งพันล้านยูโร จะทำให้ราคาน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.01 ยูโรในเดือนต่อมา

หากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นหนึ่งหมื่นหน่วยซื้อขายจะทำให้ราคาน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.01 ในเดือนต่อมา

หากราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นหนึ่งยูโร จะทำให้ราคาน้ำมันดิบลดลงโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.01 ยูโรในเดือนต่อมา

หากราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหนึ่งยูโร จะทำให้ราคาน้ำมันดิบลดลงโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.13 ยูโรในเดือนต่อมา

ผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอธิบายต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์นั้นขัดแย้งกับผลการทดสอบ Granger Causality เนื่องจากไม่พบตัวแปรใดที่มีนัยสำคัญเพื่อใช้ในการอธิบายราคาน้ำมันดิบ นั้นอาจหมายความว่าตัวแปรราคาน้ำมันดิบเป็นตัวแปรภายนอกซึ่งก็เป็นสิ่งที่ผู้วิจัยคาดเอาไว้ก่อนแล้ว

นอกจากนี้ทุกสมการยังผ่านการทดสอบความมีนัยสำคัญและยังผ่านการทดสอบ Cointregation ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์ ทั้งหมดนี้ช่วยสนับสนุนว่าผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ทุกตัวมีความน่าเชื่อถือ แม้ว่าตัวแปรที่นำมาประมาณค่าสัมประสิทธิ์จะมีลักษณะไม่นิ่ง (Nonstationary) ก็ตาม

ผลการทดสอบสมมติฐานงานวิจัย

จุดประสงค์ของงานวิจัยคือการหาผลกระทบของการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ ซึ่งผลการทดสอบได้มาจากสมการผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรม

β_{13} คือสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร COP_{t-1} ซึ่งแสดงถึงอิทธิพลของราคาคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง โดยผู้วิจัยตั้งสมมติฐานหลักว่า β_{13} มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

$H_0: \beta_{13} \geq 0$

$H_1: \beta_{13} < 0$

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบสมมติฐานงานวิจัย(1)

Variable	Coefficient	t-Statistic	t-Critical	Pr(t >-2.556)
COP_{t-1}	0.505	2.556	-1.701	0.992

จากตารางที่ 4.6 ค่า t-Statistic มีค่ามากกว่า ค่า t-Critical แสดงให้เห็นว่าค่า t-Statistic ตกอยู่ในเขตยอมรับสมมุติฐานหลักก็หมายความว่าราคาคาร์บอนเครดิตไม่ได้ทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงลดลงที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อนุมานได้ว่าการถูกกดดันให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่ได้เป็นการขัดขวางการพัฒนาเศรษฐกิจแต่อย่างใด

ขณะที่ β_{12} คือสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร COV_{t-1} ที่แสดงถึงอิทธิพลของปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง โดยผู้วิจัยตั้งสมมติฐานหลักว่า β_{12} มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับศูนย์

$H_0: \beta_{12} \leq 0$

$H_1: \beta_{12} > 0$

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบสมมติฐานงานวิจัย(2)

Variable	Coefficient	t-Statistic	t-Critical	Pr(t > 2.169)
COV_{t-1}	3.00E-06	2.169	1.701	0.019

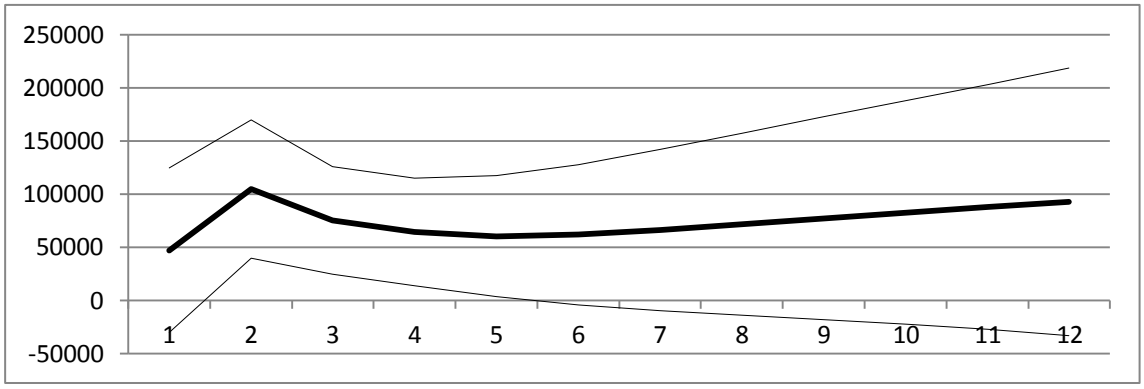
จากตารางที่ 4.7 ค่า t-Statistic มีค่ามากกว่า ค่า t-Critical แสดงให้เห็นว่าค่า t-Statistic ตกอยู่ในเขตปฏิเสธสมมุติฐานหลักก็หมายความว่าการซื้อขายคาร์บอนเครดิตทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงเพิ่มขึ้นที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อนุมานได้ว่าการพัฒนาตลาดคาร์บอนเครดิตให้ได้รับความนิยมมากขึ้นจะมีส่วนช่วยให้เกิดการพัฒนาเศรษฐกิจ

ผลการจำลองความผันผวน (Shock) **ที่เกิดจากตัวแปรแต่ละตัวต่อตัวแปรอื่น ๆ ในแบบจำลอง**

ผู้วิจัยนำแบบจำลองข้างต้นทุกสมการยกเว้นสมการที่อธิบายราคาน้ำมันมาผูกกันเป็นระบบสมการเพื่อจำลองผลจากความผันผวนที่เกิดขึ้นในตัวแปรต่างๆต่อตัวแปรอื่นๆที่เหลืออยู่ในระบบสมการ โดยกำหนดให้ขนาดความผันผวนเท่ากับหนึ่งส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรนั้นๆ ผลที่ได้ถูกแสดงในรูปกราฟเส้น แกนตั้งคือขนาดผลกระทบ มีหน่วยตามหน่วยของตัวแปรนั้นๆ ส่วนแกนนอนคือเวลามีหน่วยเป็นเดือน โดยเส้นหนาทึบหมายถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากความผันผวน ส่วนเส้นบางทึบคือช่วงเชื่อมั่น ณ ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลดังนี้

<u>ความผันผวนจากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต</u>

ภาพที่ 4.1 ความผันผวนจากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต



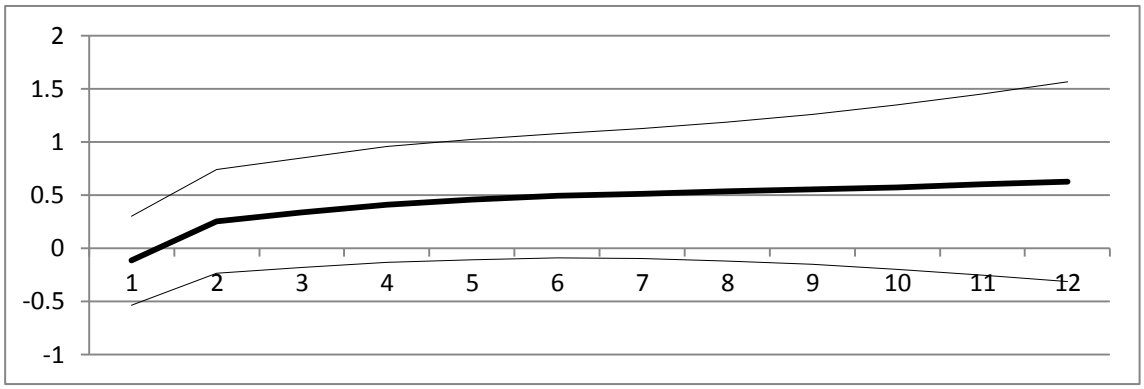
เมื่อเกิดความผันผวนจากการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงขนาด 7,665 ล้านยูโร จะทำให้ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 46,945 ยูนิตซื้อขายในเดือนต่อมา ต่อมาในเดือนที่สอง ปริมาณ

การซื้อขายคาร์บอนเครดิตจะเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 104,813 ยูนิตซื้อขายและลดลงไปเรื่อยจนไปถึงเดือนที่ห้าแต่จะค่อยๆกลับมาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆต่อไป

แต่หลังจากเกิดความผันผวนผ่านไปห้าเดือนผลกระทบดังกล่าวต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตจะไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

<u>ความผันผวนจากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงต่อราคาคาร์บอนเครดิต</u>

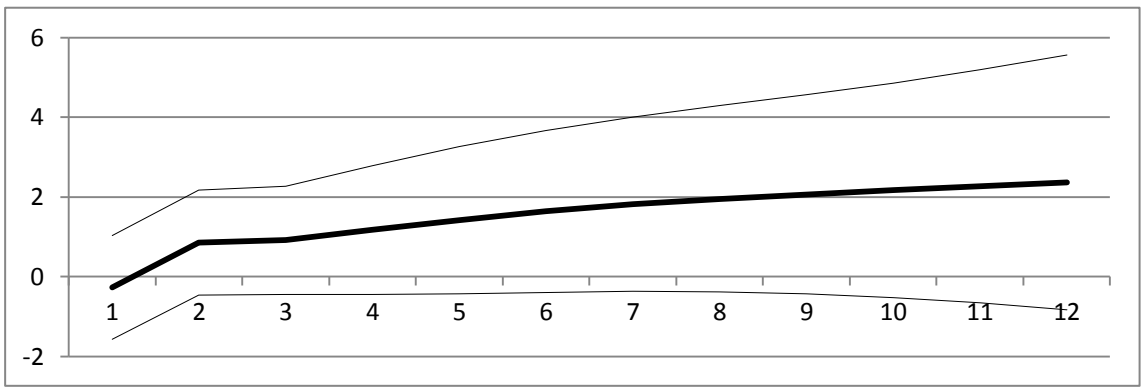
ภาพที่ 4.2 ความผันผวนจากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงต่อราคาคาร์บอนเครดิต



เมื่อความผันผวนจากการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงขนาด 7,665 ล้านยูโรจะทำให้ราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.25 ยูโรในสองเดือนต่อมา และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ต่อไป แต่ทั้งนี้ความผันผวนที่เกิดขึ้นก็มิได้มีนัยสำคัญต่อราคาคาร์บอนเครดิต ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

<u>ความผันผวนจากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงต่อราคาไฟฟ้า</u>

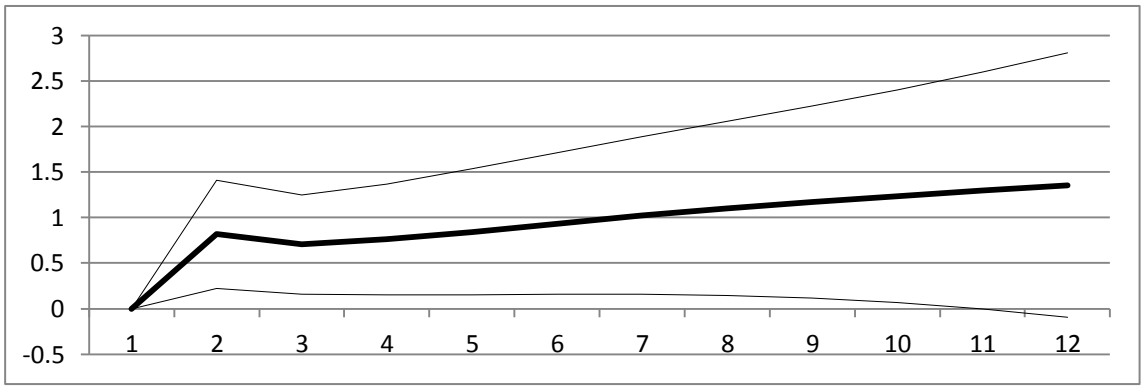
ภาพที่ 4.3 ความผันผวนจากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงต่อราคาไฟฟ้า



เมื่อเกิดความผันผวนจากการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงขนาด 7,665 ล้านยูโรจะทำให้ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.86 ยูโรในสองเดือนต่อมาและจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆต่อไป ทั้งนี้ความผันผวนที่เกิดขึ้นก็ไม่ได้มีนัยสำคัญต่อราคาไฟฟ้า ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

<u>ความผันผวนจากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง</u>

ภาพที่ 4.4 ความผันผวนจากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง

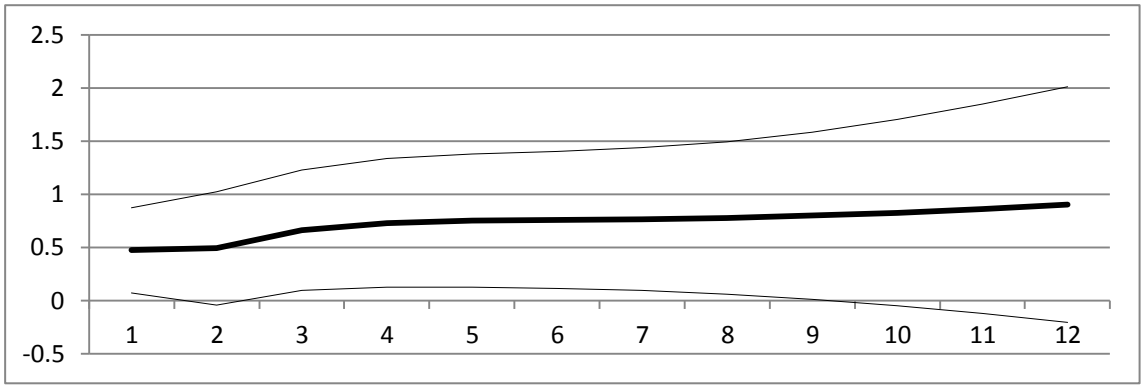


เมื่อเกิดความผันผวนจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตขนาด 716,178 ยูนิตซื้อขาย จะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 819 ล้านยูโรในเดือนที่สองและลดลงไปอยู่ที่ 706 ล้านยูโรในเดือนที่สามและเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ ในที่สุด

ทั้งนี้ความผันผวนที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงไปจนถึงเดือนที่ 11 และหลังนั้นผลกระทบดังกล่าวก็จะไม่มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

ความผันผวนจากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อราคาคาร์บอนเครดิต

ภาพที่ 4.5 ความผันผวนจากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อราคาคาร์บอนเครดิต

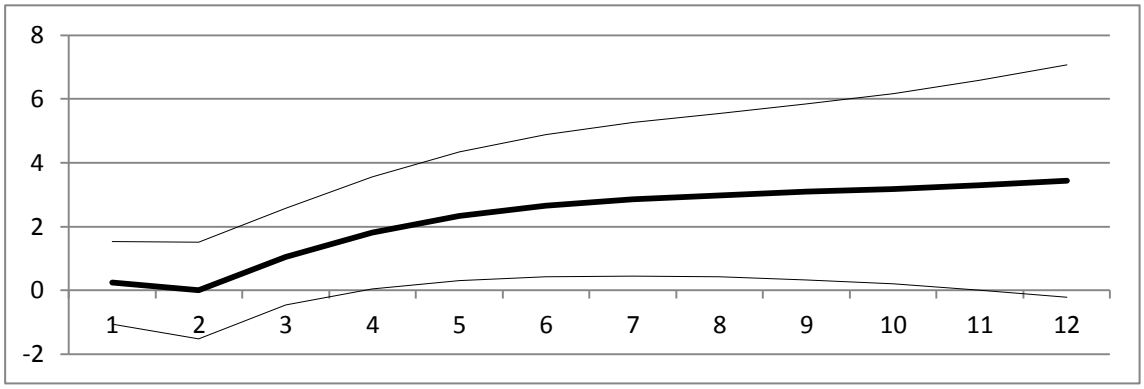


เมื่อเกิดความผันผวนจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต ขนาด 716,178 ยูนิตซื้อขายจะทำให้ราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.47 ยูโรในเดือนที่สองและเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ ในที่สุด

ทั้งนี้ผลกระทบที่เกิดจากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อราคาคาร์บอนเครดิตจะมีนัยสำคัญตั้งแต่เดือนที่ 3 เป็นต้นไปและจะสิ้นสุดในเดือนที่ 9 ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

ความผันผวนจากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อราคาไฟฟ้า

ภาพที่ 4.6 ความผันผวนจากปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อราคาไฟฟ้า

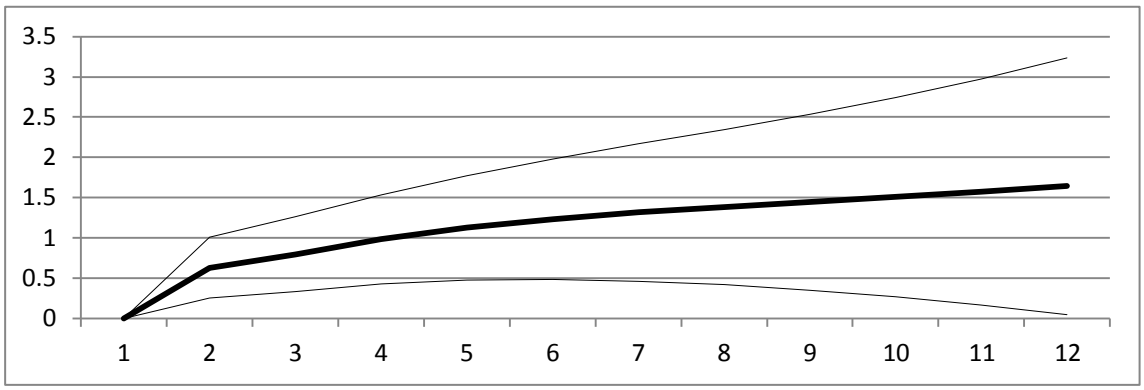


เมื่อเกิดความผันผวนจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต ขนาด 716,178 ยูนิตซื้อขาย จะทำให้ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.24 ยูโรในเดือนแรกและลดลงไปอยู่ที่ 0 ยูโรในเดือนที่สองและจะกลับมาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในที่สุด

ทั้งนี้ผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อราคาไฟฟ้าดังกล่าวจะเริ่มมีนัยสำคัญตั้งแต่เดือนที่ 4 เป็นต้นไปและจะไปสิ้นสุดในเดือนที่ 11 ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

<u>ความผันผวนจากราคาคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง</u>

ภาพที่ 4.7 ความผันผวนจากราคาคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง

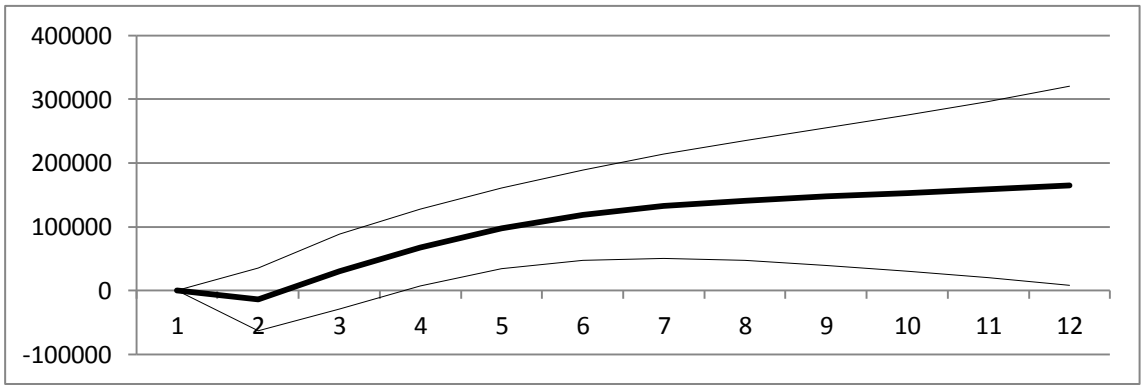


เมื่อเกิดความผันผวนจากการเพิ่มขึ้นของราคาคาร์บอนเครดิตขนาด 4.58 ยูโร จะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 630 ล้านยูโรในเดือนที่สองและเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆในที่สุด

ทั้งนี้ผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของราคาคาร์บอนเครดิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงดังกล่าวจะยังคงมีนัยสำคัญไปจนถึงเดือนที่12 ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

<u>ความผันผวนจากราคาคาร์บอนเครดิตต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต</u>

ภาพที่ 4.8 ความผันผวนจากราคาคาร์บอนเครดิตต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต

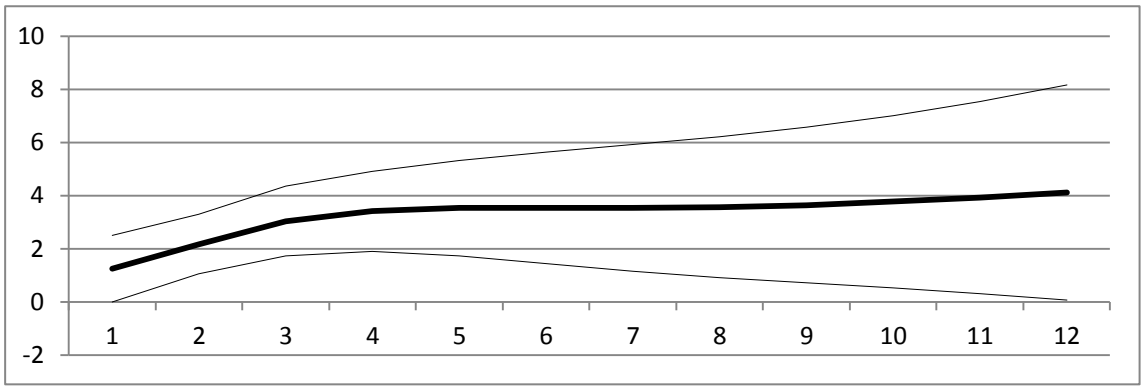


เมื่อเกิดความผันผวนจากการเพิ่มขึ้นของราคาคาร์บอนเครดิตขนาด 4.58 ยูโร จะทำให้ปริมาณซื้อขายคาร์บอนเครดิตลดลงโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 13,886 ยูนิตซื้อขายในเดือนที่สองและกลับมาเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆในที่สุด

ทั้งนี้ผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของราคาคาร์บอนเครดิตต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตดังกล่าวจะเริ่มมีนัยสำคัญตั้งแต่เดือนที่ 4 ไปจนถึงเดือนที่12 ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

<u>ความผันผวนจากราคาคาร์บอนเครดิตต่อราคาไฟฟ้า</u>

ภาพที่ 4.9 ความผันผวนจากราคาคาร์บอนเครดิตต่อราคาไฟฟ้า

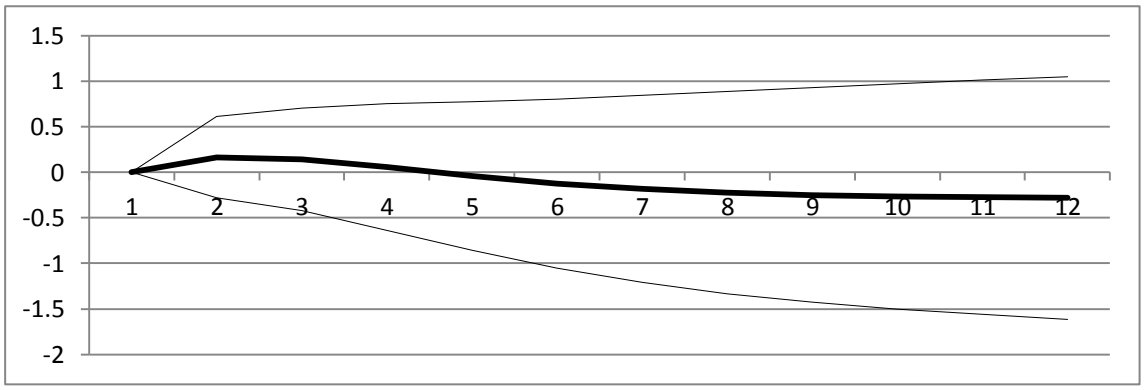


เมื่อเกิดความผันผวนจากการเพิ่มขึ้นของราคาคาร์บอนเครดิตขนาด 4.58 ยูโร จะทำให้ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 1.25 ยูโรและเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ ในที่สุด

ทั้งนี้ผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของราคาคาร์บอนเครดิตต่อราคาไฟฟ้าดังกล่าวจะมีนัยสำคัญ ไปจนถึงเดือนที่ 12 ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

ความผันผวนจากราคาไฟฟ้าต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง

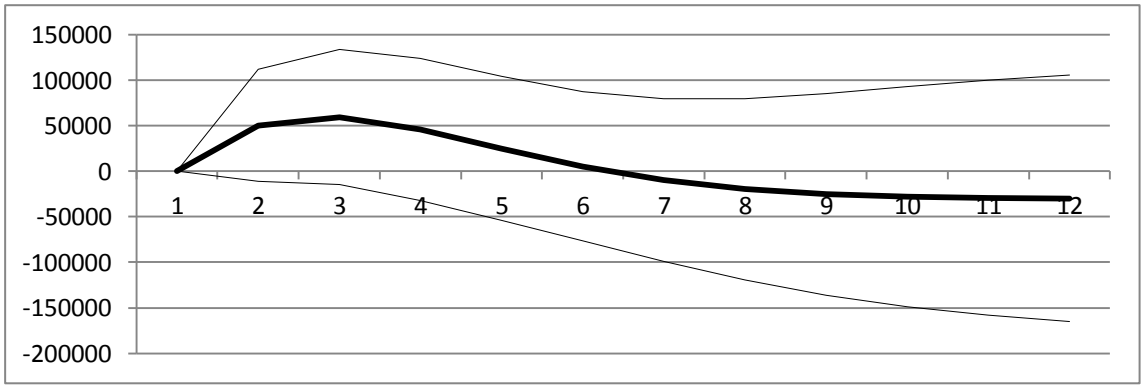
ภาพที่ 4.10 ความผันผวนจากราคาไฟฟ้าต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง



เมื่อเกิดความผันผวนจากการเพิ่มขึ้นของราคาไฟฟ้าขนาด 4.58 ยูโร จะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติที่แท้จริงเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 164 ล้านยูโรในเดือนที่ 2 และจะกลับมาลดลงหลังจากเดือนที่ 5 และลดลงไปเรื่อยๆ ในที่สุด อย่างไรก็ตามผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของราคาไฟฟ้าต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

ความผันผวนจากราคาไฟฟ้าต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต

ภาพที่ 4.11 ความผันผวนจากราคาไฟฟ้าต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต

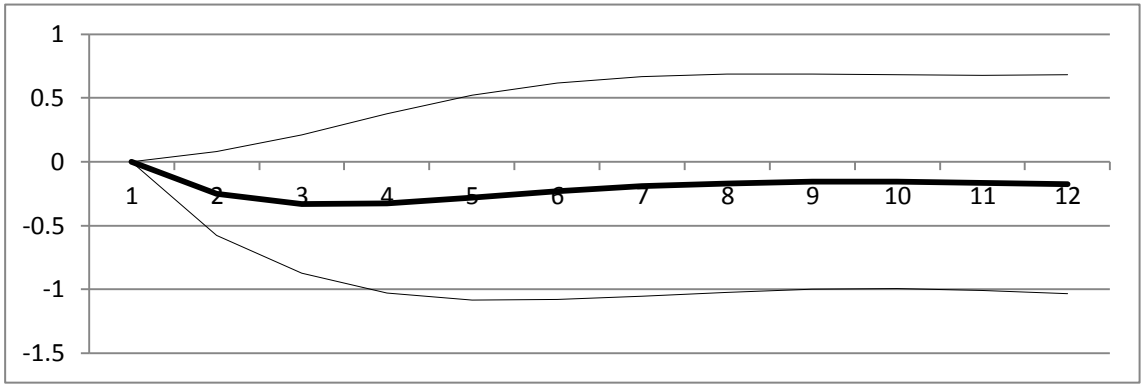


เมื่อเกิดความผันผวนจากการเพิ่มขึ้นของราคาไฟฟ้าขนาด 4.58 ยูโร จะทำให้ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 50,211 ยูนิตซื้อขายในเดือนที่ 2 และจะทำให้ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตลดลงหลังจากเดือนที่ 6 และจะลดลงต่อไปเรื่อยๆ

ในที่สุด อย่างไรก็ตามผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของราคาไฟฟ้าต่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

<u>ความผันผวนจากราคาไฟฟ้าต่อราคาคาร์บอนเครดิต</u>

ภาพที่ 4.12 ความผันผวนจากราคาไฟฟ้าต่อราคาคาร์บอนเครดิต



เมื่อเกิดความผันผวนจากการเพิ่มขึ้นของราคาไฟฟ้าขนาด 4.58 ยูโร จะทำให้ราคาคาร์บอนเครดิตลดลงมากที่สุดในเดือนที่ 3 โดยเฉลี่ยแล้วลดลงไปประมาณ 0.33 ยูโร อย่างไรก็ตามผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของราคาไฟฟ้าต่อ ราคาคาร์บอนเครดิตดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาทำให้สรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต ราคาคาร์บอนเครดิต ราคาไฟฟ้า และราคาน้ำมันดิบ ได้ดังนี้

ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตัวแปรภายในอื่นๆ ทุกตัวยกเว้นราคาน้ำมันดิบซึ่งเป็นตัวแปรภายนอก ขณะที่ตัวแปรปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตและราคาคาร์บอนเครดิตเท่านั้นที่มีอิทธิพลต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Brent Sohngen และRobert Mendelsohn

ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตมีอิทธิทางตรงต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริง ขณะที่ราคาการซื้อขายคาร์บอนเครดิตมีอิทธิต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภาคอุตสาหกรรมที่แท้จริงทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยอิทธิพลทางอ้อมผ่านทางราคาไฟฟ้า โดยทั้งราคาคาร์บอนเครดิตและราคาไฟฟ้าต่างได้รับอิทธิจากราคาน้ำมันดิบ ดังนี้

การเพิ่มขึ้นของราคาน้ำมันดิบ 1 ยูโรต่อบาร์เรวจะทำให้ราคาคาร์บอนเครดิตเพิ่มขึ้น 0.26 ยูโรต่อหน่วยซื้อขาย และทำให้ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพิ่มขึ้น 0.68 ยูโร การเพิ่มขึ้นของราคาคาร์บอนเครดิต 1 ยูโรจะทำให้ราคาไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 1.35 ยูโร ความสัมพันธ์ของราคาน้ำมันดิบ ราคาคาร์บอนเครดิต และราคาไฟฟ้าดังกล่าวสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Peter Lund

จากผลการทดสอบสมมติฐานงานวิจัยที่มีจุดมุ่งหมายที่จะหาคำตอบเกี่ยวกับอิทธิพลของการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ สรุปได้ว่า การซื้อขายคาร์บอนเครดิตนอกจากช่วยให้เราควบคุมการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้นั้นยังเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจอีกด้วย โดยคาร์บอนเครดิตทำงานผ่านกลไกตลาดสองด้านได้แก่ ด้านราคาและปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต

ในด้านราคาเมื่อราคาคาร์บอนเครดิตสูงขึ้นจะทำให้ต้นทุนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงขึ้นตามไปด้วยโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะกดดันให้ความต้องการในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงโดยไม่ทำให้เป็นผลเสียต่อเศรษฐกิจ

ในขณะที่ด้านปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิต ปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่เพิ่มมากขึ้นเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจเพราะเมื่อปริมาณการซื้อขายคาร์บอนเครดิตสูงขึ้นก็ทำให้ระดับการผลิตสินค้าและบริการสูงขึ้นไปด้วย จากผลการศึกษาการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่เพิ่มขึ้นหนึ่งหมื่นหน่วยซื้อขายจะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาติภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น 25 ล้านยูโร

ผลการวิจัยดังกล่าวช่วยสนับสนุนให้มีการซื้อขายคาร์บอนเครดิต และสนับสนุนแนวคิดการใช้คาร์บอนเครดิตเพื่อช่วยแก้ปัญหาโลกร้อน

ข้อเสนอแนะ

ถ้าสามารถเก็บข้อมูลได้ ควรทำการศึกษาโดยแยกข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติเป็นหมวดหมู่ไป จะทำให้รู้ว่าการซื้อขายคาร์บอนเครดิตนั้นมีผลดีต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติหมวดหมู่ใด จำนวนเท่าไหร่ และเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่

การศึกษาครั้งนี้ใช้กรณีศึกษาประเทศยุโรปซึ่งเป็นกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วและถูกจำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผู้วิจัยจึงเสนอว่าควรลองทำการศึกษาโดยใช้กรณีศึกษาประเทศอื่นๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับคาร์บอนเครดิตแต่เป็นประเทศกำลังพัฒนา การศึกษาโดยใช้กรณีศึกษาดังกล่าวอาจทำให้ได้ผลการศึกษาที่แตกต่างออกไป

ในปัจจุบันคาร์บอนเครดิตเป็นอีกช่องทางหนึ่งของการลงทุนและเก็งกำไร กล่าวคือสินค้าคาร์บอนเครดิตเป็นสินค้าที่จัดอยู่ในตลาดทุนซึ่งการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงจุดนี้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอว่าในการศึกษาครั้งต่อไปควรคำนึงถึงจุดนี้ด้วย

รายการอ้างอิง

Abadie, L., and Chamorro J. European CO_2 prices and carbon capture investments. Energy Economics 30 (April 2008): 2992-3015.

Benz, E., and Trück, S. Modeling the price dynamics of CO2 emission allowances. Energy Economics 31 (July 2008): 4-15.

Burtraw, D. Cost savings sans allowance trades? Evaluating the SO2 emission trading program to date. Discussion paper (1996): 95-130

Carbon 2006 market survey. Point Carbon February 2006.

Cline and Nordhaus. Global Climate Change. Symposium on Global Climate Change 1993.

Convery, F., and Redmond, L. Market and price developments in the European Union Emissions Trading Scheme. Review of Environmental Economics and Policy (2007)

Damodar N. Gujarati. Basic Econometrics. 4. Singapore: McGraw-Hill, 2003.

Delurgio A. Stephen. Forecasting Principles and Applications. 1. Singapore: Mcgraw-Hill, 1998.

Dinardo John, Johnston Jack. ECONOMETRIC METHODS. 4 Singapore: McGraw-Hill, 1997.

Ellerman, A., and others. The European Union Emissions Trading Scheme: origins, Allocation, and Early Results. Oxford journals 27 (January 1997): 66-87.

Environment Protection Authority Victoria, Climate change glossary [Online]. 2010. Available from : http://www.epa.vicgov.au/climate-change/glossary.asp#CAM [2010, September 02]

EUROPA – Press Releases, EU climate Change policies: Commission asks member states to fulfill their obligations [Online]. 2010. Available from : http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do [2010, January 27]

Investopedia Inc, Investment Dictionary [Online]. 2010. Available from : http://www.investopedia.com/terms/c/carbon Credit.asp [2010, September 11]

Kara, M., and others. The impacts of EU CO_2 emissions trading on electricity markets and electricity consumers in Finland. Energy Economics 30 (June 2006): 193-211.

Kumar, S., and others. Stock Prices of Clean Energy Firms, Oil and Carbon Markets: A Vector Autoregressive Analysis. Energy Economics 31 (March 2011): 73-101.

Lund, P. Impacts of EU carbon emission trade directive on energy-intensive industries indicative micro-economic analyses. Ecological Economics 63 (March 2007): 799-806.

Mendelsohn, R., and Sohngen B. An Optimal Control Model of Forest Carbon Sequestration. Agricultural & Applied Economics Association 85 (May 2003): 448-457.

Pereira, A., and Pereira, R. Is fuel-switching a no-regrets environmental policy? VAR evidence on carbon dioxide emissions, energy consumption and economic performance in Portugal. Energy Economics 32 (August 2009): 227-242.

Perroni, C., and Rutherford, T. International Trade in Carbon Emission Rights and BasicMaterials: General Equilibrium Calculations for 2020. The Scandinavian Journal of Economics 95 (September 1993): 257-278.

Reinaud, J. CO2 Allowance & Electricity Price Interaction. OECD/IEA February 2007.

Schmalensee, R., and others. World Carbon Dioxide Emissions:1950-2050. The Review of Economics and Statistics 80 (Faburary 1998): 15-27.

Seifert, J., and others. Dynamic behavior of CO_2 spot prices. Journal of Environmental Economics and Management 56 (June 2008): 180-194.

The New York Times, Carbon trading: Where greed is green [Online]. 2010. Available from : http://www.nytimes.com/2007/06/20/business/worldbusiness/20iht-money.4.6234700.html [2010, January 27]

UNFCCC, Meeting Carbon Budgets – the need for aastep change [Online]. 2010. Available from : http://www.official-documents.gov.uk/docment/other/9789999100076/9789999100076.pdf [2010, May 10]

UNFCCC, Kyoto Protocol Reference Manual On Accounting of Emission and Assigned Amount [Online]. 2010. Available from : http://unfccc.int/resource/docs/publications/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf [2010, April 07]

UNFCCC, The Mechanisms under the Kyoto Protocol [Online]. 2010. Available from : http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php [2010, January 27]

UNFCCC, Kyoto Protocol Targets [Online]. 2010. Available from : http://unfccc.int/kyoto_protocol/itmes/3145.php [2010, January 25]

UNFCCC, UNFCCC Compliance under the Kyoto Protocol [Online]. 2010. Available from : http://unfccc.int/kyoto_protocol/complinance/item/2875.php [2010, January 25]

United Nations Framework Convention on Climate Change, Kyoto Protocol: Status of Ratification [Online]. 2009. Available from http://unfccc.int/files/ kyoto_protocol/status_of_ratification/application/pdf/kp_ratification.pdf [2009, January 14]

Walter Enders. APPLIED ECONOMETRIC TIME SERIES. 1. United States of America: JOHN WILEY & SONS, 1995.

William Collins Sons @ Co. Ltd, Collins English Dictionary [Online]. 2010. Available from : http://dictionary.reference.com/browse/carbon_credit [2010, September 11]

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 การทดสอบความ stationary			
Null Hypothesis: GDPI has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length: 1 (Fixed)	t-Statistic	Prob.*
ADF test statistic		-1.700738	0.4216
Test critical values:	1% level	-3.646342	
	5% level	-2.954021	
	10% level	-2.615817	
Null Hypothesis: D(GDPI) has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length: 1 (Fixed)	t-Statistic	Prob.*
ADF test statistic		-4.201091	0.0025
Test critical values:	1% level	-3.65373	
	5% level	-2.95711	
	10% level	-2.617434	
Null Hypothesis: COV has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length: 1 (Fixed)	t-Statistic	Prob.*
ADF test statistic		-1.612792	0.465
Test critical values:	1% level	-3.646342	
	5% level	-2.954021	
	10% level	-2.615817	
Null Hypothesis: D(COV) has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length: 1 (Fixed)	t-Statistic	Prob.*
ADF test statistic		-3.919582	0.0051
Test critical values:	1% level	-3.65373	
	5% level	-2.95711	
	10% level	-2.617434	

ตารางที่ 1 การทดสอบความ stationary			
Null Hypothesis: COP has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length: 1 (Fixed)	t-Statistic	Prob.*
ADF test statistic		-1.755969	0.3949
Test critical values:	1% level	-3.646342	
	5% level	-2.954021	
	10% level	-2.615817	
Null Hypothesis: D(COP) has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length: 1 (Fixed)	t-Statistic	Prob.*
ADF test statistic		-3.338584	0.0213
Test critical values:	1% level	-3.65373	
	5% level	-2.95711	
	10% level	-2.617434	
Null Hypothesis: ELEP has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length: 1 (Fixed)	t-Statistic	Prob.*
ADF test statistic		-1.634641	0.4541
Test critical values:	1% level	-3.646342	
	5% level	-2.954021	
	10% level	-2.615817	
Null Hypothesis: D(ELEP) has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length: 1 (Fixed)	t-Statistic	Prob.*
ADF test statistic		-3.752395	0.0078
Test critical values:	1% level	-3.65373	
	5% level	-2.95711	
	10% level	-2.617434	

ตารางที่ 1 การทดสอบความ stationary			
Null Hypothesis: OILP has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length: 1 (Fixed)	t-Statistic	Prob.*
ADF test statistic		-1.172179	0.6745
Test critical values:	1% level	-3.646342	
	5% level	-2.954021	
	10% level	-2.615817	
Null Hypothesis: D(OILP) has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length: 1 (Fixed)	t-Statistic	Prob.*
ADF test statistic		-3.114079	0.0355
Test critical values:	1% level	-3.65373	
	5% level	-2.95711	
	10% level	-2.617434	

ตารางที่ 2 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลอง VAR				
Included observations: 34 after adjustments Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]				
	GDPI	COV	COP	ELEP
GDPI(-1)	0.341861 (0.12707) [2.69030]	52240.25 (17282.8) [3.02268]	0.201585 (0.0927) [2.17466]	0.778369 (0.28788) [2.70383]
COV(-1)	2.53E-06 (1.20E-06) [2.16897]	0.35699 (0.15845) [2.25302]	1.98E-07 (8.50E-07) [0.23309]	-3.39E-06 (2.60E-06) [-1.28485]
COP(-1)	0.504621 (0.19747) [2.55544]	-27554.8 (26857.4) [-1.02597]	0.980354 (0.14405) [6.80560]	1.346816 (0.44736) [3.01059]
ELEP(-1)	0.045593 (0.06205) [0.73475]	13914.31 (8439.67) [1.64868]	-0.06931 (0.04527) [-1.53111]	0.516115 (0.14058) [3.67137]
C	48.43376 (14.0184) [3.45502]	-2582345 (1906612) [-1.35442]	-36.1698 (10.2262) [-3.53697]	-97.0641 (31.7581) [-3.05635]
OILP(-1)	-0.05437 (0.10748) [-0.50588]	25321.51 (14618) [1.73221]	0.259322 (0.0784) [3.30749]	0.679008 (0.24349) [2.78864]
R-squared	0.958622	0.912321	0.93837	0.954262
Adj. R-squared	0.951233	0.896664	0.927364	0.946095
Sum sq. resids	80.22782	1.48E+12	42.69321	411.7558
S.E. equation	1.692714	230222.6	1.234811	3.834784
F-statistic	129.7384	58.2691	85.26433	116.8366

ตารางที่ 2 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลอง VAR

Included observations: 34 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	GDPI	COV	COP	ELEP
Log likelihood	-62.8386	-464.735	-52.1145	-90.6431
Akaike AIC	4.049328	27.69027	3.418498	5.684888
Schwarz SC	4.318686	27.95962	3.687855	5.954246
Mean dependent	118.0292	8388854	16.24238	56.56534
S.D. dependent	7.665173	716178.8	4.581684	16.51674

Determinant resid covariance (dof adj.)	2.44E+12
Determinant resid covariance	1.12E+12
Log likelihood	-664.662
Akaike information criterion	40.50955
Schwarz criterion	41.58698

ตารางที่ 3 การทดสอบความ stationary ของ residual แต่ละสมการ			
Null Hypothesis: RESID_GDPI has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length:0(based on SIC)	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-4.985487	0.0003
Test critical values:	1% level	-3.646342	
	5% level	-2.954021	
	10% level	-2.615817	
Null Hypothesis: RESID_COV has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length:0(based on SIC)	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.214844	0
Test critical values:	1% level	-3.646342	
	5% level	-2.954021	
	10% level	-2.615817	
Null Hypothesis: RESID_COP has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length:0(based on SIC)	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-5.416124	0.0001
Test critical values:	1% level	-3.646342	
	5% level	-2.954021	
	10% level	-2.615817	
Null Hypothesis: RESID_ELEP has a unit root			
Exogenous: Constant	Lag Length:0(based on SIC)	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-8.23814	0
Test critical values:	1% level	-3.65373	
	5% level	-2.95711	
	10% level	-2.617434	

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายประกอบ สุริเยนทรากร เกิดเมื่อวันที่ 24 เมษายน พ.ศ. 2530 เป็นบุตรของนายสุกิจ สุริเยนทรากร และ นางจิตร สุริเยนทรากร สำเร็จการศึกษาปริญญาเศรษฐศาสตร์บัณฑิตสาขาปริมาณวิเคราะห์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2551 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2552