การวิเคราะห์ภาระสิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดในประเทศไทย

นางสาวณิรดา ภูมิสิริภักดี

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.

AN ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL BURDEN AND DEVELOPED CLEAN TECHNOLOGY IN THAILAND

Miss Nirada Poomsiripaakdee

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	การวิเคราะห์ภาระสิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดในประเทศไทย
โดย	นางสาวณิรดา ภูมิสิริภักดี
สาขาวิชา	เศรษฐศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล

คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะเศรษฐศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชโยดม สรรพศรี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.สิทธิเดช พงศ์กิจวรสิน)

……... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จาริต ติงศภัทิย์)

ณิรดา ภูมิสิริภักดี : การวิเคราะห์ภาระสิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดในประเทศไทย. (AN ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL BURDEN AND DEVELOPED CLEAN TECHNOLOGY IN THAILAND) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล, 82 หน้า

เทคโนโลยีสะอาดเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจอย่างมากในช่วงทศวรรษหลังมานี้ อันเนื่องมาจากปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ภาระสิ่งแวดล้อมทั้งก่อนและภายหลังหากประเทศไทยมีการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดตามแบบอย่างประเทศต้นแบบไม่ว่าจะเป็นประเทศเดนมาร์ก หรือประเทศเยอรมันก็ตาม ในปี พ.ศ.2548 โดยใช้เครื่องมือตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต ขนาด 37 x 37 สาขาการผลิต และข้อมูลการใช้พลังงานรายอุตสาหกรรมจากพลังงาน 29 ชนิดและได้ให้ประเทศบราซิลเป็นประเทศเทียบเคียงอยู่ในกลุ่มเดียวกับประเทศไทยซึ่งมีโครงสร้างทางเศรษฐกิจใกล้เคียงกัน เพื่อให้ผลการศึกษามีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ในการศึกษาภาระสิ่งแวดล้อมจะทำการวิเคราะห์จากการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิตพร้อมทั้งเปรียบเทียบมูลค่าผลตอบแทนจากการขายคาร์บอนเครดิตต่อมูลค่าการลงทุนเทคโนโลยี

ผลจากการศึกษาพบว่า ภาคส่วนที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด และมีภาระสิ่งแวดล้อมมากที่สุดทั้งในประเทศไทย คือ ภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้า รองลงมาเป็นสาขาการผลิตที่ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตที่สำคัญ เช่น ภาคการเกษตร ผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่ม และยาสูบ สิ่งทอและผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง และเป็นสาขาที่ประเทศไทยต้องแบกรับภาระทางด้านสิ่งแวดล้อมด้วย ภายหลังที่ประเทศไทยและประเทศบราซิลได้มีการลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบประเทศต้นแบบพบว่า ภาระสิ่งแวดล้อมโดยรวมและปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมลดลง โดยมีภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้าเป็นสาขาที่ภาระสิ่งแวดล้อมลดลงมากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตจากปริมาณการปล่อยก๊าซที่ลดลงภายหลังจากมีการพัฒนาเทคโนโลยีต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยีพบว่า ในประเทศไทยภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า โลหะขั้นมูลฐาน ผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ อุปกรณ์วิทยุและการสื่อสาร และภาคการไฟฟ้า ก๊าซและการประปา เป็นภาคที่มีสัดส่วนของผลตอบแทนมากกว่ามูลค่าการลงทุน ส่วนประเทศบราซิลมีเพียงภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้าเท่านั้น ที่มีสัดส่วนของมูลค่าผลตอบแทนมากกว่าการลงทุน ดังนั้นประเทศไทยและประเทศบราซิลควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีตามประเทศต้นแบบในสาขาดังกล่าว เพราะนอกจากจะได้ผลตอบแทนจากการขายคาร์บอนเครดิตแล้ว ยังสามารถช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืนอีกด้วย

สาขาวิชา.....เศรษฐศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....

ปีการศึกษา.....2554..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

5285162629 : MAJOR ECONOMICS

KEYWORDS: Environmental burden / Clean technology / Thailand / I-O table

NIRADA POOMSIRIPAAKDEE : AN ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL BURDEN AND DEVELOPED CLEAN TECHNOLOGY IN THAILAND. ADVISOR: ASSOC. PROF. PONGSA PORNCHAIWISESKUL, Ph.D., 82 pp.

The development of clean technology in Thailand is necessary issue for decreasing environmental burden. The objective of this study evaluated the environmental burden for all sectors of Thailand in 2005 by input-output analysis in 37 industries. Thailand was considered the environmental burden when it took clean technology from Denmark and Germany, it was compared environmental burden the same as Brazil due to have technology form like Thailand for obvious result. All 29 energy type using of each industry was used in analysis.

The results show that the transportation and storage of Thailand and Brazil is the highest sector of carbon-dioxide emissions and environmental burden. Almost sectors in Thailand and Brazil can reduce environmental burden and carbon-dioxide emission when they got the clean technology from Denmark and Germany. In Thailand, Transportation and storage, Basic metals, Food products, beverages and tobacco, Radio, television and communication equipment and Electricity, gas and water supply have values of carbon credit more than values of investment in technology. And Transportation and storage is only sector can get a greater return on investment. So those sectors should be developed technology because they can make returns and mitigate sustainable Global Warming in each industry.

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

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

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณหลายท่าน ต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และสละเวลาอันมีค่าอย่างมากในการให้ความช่วยเหลือเป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำอันมีค่ายิ่งต่อผู้ศึกษา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการทำวิทยานิพนธ์ หรือคำแนะนำในเรื่องอื่นๆ และขอขอบพระคุณ อ.ดร. สิทธิเดช พงศ์กิจวรสิน และผศ.ดร.จาริต ติงศภัทิย์ ที่สละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนกระทั่งเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานที่ให้ความช่วยเหลือในด้านข้อมูลแก่ผู้ศึกษา

ขอขอบคุณบุคลากรในคณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำเป็นอย่างดี โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ของหลักสูตรเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิตที่คอยช่วยเหลืองานด้านเอกสาร และการติดต่อต่างๆ จนสำเร็จได้ด้วยดี รวมถึงเพื่อนๆ พี่ๆ คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกคน ที่คอยสนับสนุน ให้กำลังใจ และให้คำปรึกษาต่างๆ แก่ผู้ศึกษา และที่สำคัญที่สุดขอกราบขอบพระคุณมารดา และครอบครัว ที่ทำให้มีวันนี้สามารถทำทุกอย่างสำเร็จได้ด้วยดีก็เพราะคำพูด แรงกาย แรงใจ ที่คอยให้กำลังใจสนับสนุนในทุกๆ เรื่อง เป็นแรงผลักดันที่ยิ่งใหญ่ให้แก่ดิฉันเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…… ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ…… จ

กิตติกรรมประกาศ…….. ฉ

สารบัญ…… ช

สารบัญตาราง…… ฌ

สารบัญภาพ…….. ฎ

บทที่ 1 บทนำ…….. 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ…… 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย……... 5

1.3 ขอบเขตของการวิจัย……... 6

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ…… 6

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการวิจัยและวรรณกรรมปริทัศน์…… 8

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง…… . 8

2.1.1 ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต…….…… 8

2.1.2 โครงสร้างตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต ……..…….. 9

2.2 วรรณกรรมปริทัศน์……..…….. 10

2.2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก …… 10

2.2.2 หลักการในการจัดสรรภาระรับผิดชอบต่อก๊าซเรือนกระจก…… 11

2.2.3 การศึกษาในด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย……... 15

2.2.4 การศึกษาเทคโนโลยีสะอาดในประเทศไทย..... 18

บทที่ หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย..... 21

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย 21

บทที่ 4 ผลการศึกษา..... 27

4.1 การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการรับผิดชอบที่จุดผลิตและตามการบริโภค 27

4.2 การประเมินภาระสิ่งแวดล้อมก่อนมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีตามประเทศต้นแบบ 31

4.3 การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภค และภาระสิ่งแวดล้อม ภายหลังมีการลงทุนในเทคโนโลยีตามประเทศต้นแบบ 34

4.4 การประเมินมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตจากการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภคต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยีตามประเทศต้นแบบ 40

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย..... 45

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 45

5.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย..... 47

5.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาในอนาคต..... 47

รายการอ้างอิง..... 50

บรรณานุกรม..... 53

ภาคผนวก..... 54

ภาคผนวก ก นิยามข้อมูลตามรหัส I/O และรายละเอียดพลังงาน..... 55

ภาคผนวก ข ตารางแสดงผลการศึกษา..... 61

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 82

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญในประเทศไทย 29

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญในประเทศบราซิล 30

ตารางที่ 4.3 ปริมาณภาระด้านสิ่งแวดล้อม 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญในประเทศไทย 32

ตารางที่ 4.4 ปริมาณภาระด้านสิ่งแวดล้อม 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญในประเทศบราซิล ... 33

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการเปลี่ยนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภค และภาระสิ่งแวดล้อม 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศไทย ภายหลังมีการลงทุนเทคโนโลยีตามแบบประเทศเดนมาร์ก 35

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการเปลี่ยนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภค และภาระสิ่งแวดล้อม 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศบราซิล ภายหลังมีการลงทุนเทคโนโลยีตามแบบประเทศเดนมาร์ก..... 36

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการเปลี่ยนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภค และภาระสิ่งแวดล้อม 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศไทย ภายหลังมีการลงทุนเทคโนโลยีตามแบบประเทศเยอรมัน 38

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการเปลี่ยนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภค และภาระสิ่งแวดล้อม 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศบราซิล ภายหลังมีการลงทุนเทคโนโลยีตามแบบประเทศเยอรมัน 39

ตารางที่ 4.9 มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบประเทศเดนมาร์ก ใน 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศไทย และประเทศบราซิล . 41

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 4.10 มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบประเทศเยอรมัน ใน 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศไทย และประเทศบราซิล... 43

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 สัดส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของแต่ละประเทศในโลกในปี 2006..... 2

ภาพที่ 1.2 อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อหัว (ตัน) ในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 – พ.ศ. 2552 3

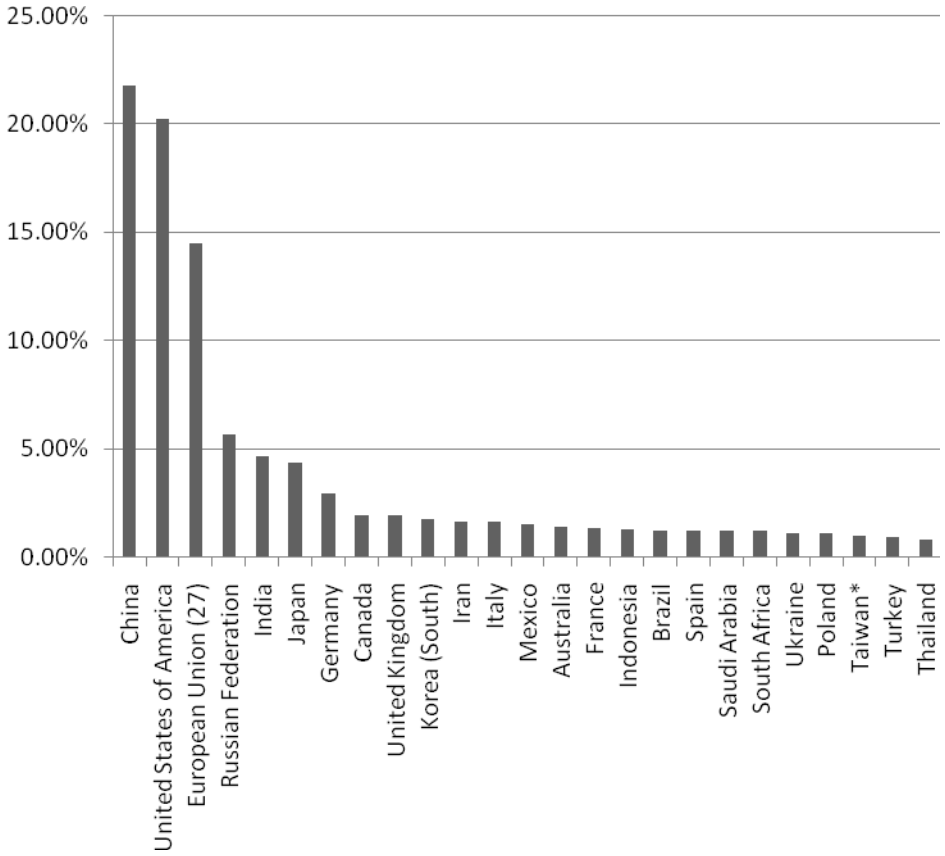
ภาพที่ 1.3 มูลค่าขายสินค้าเทคโนโลยีพลังงานสะอาดของโลก ถ่วงน้ำหนักด้วย GDP ปี 2008 4

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

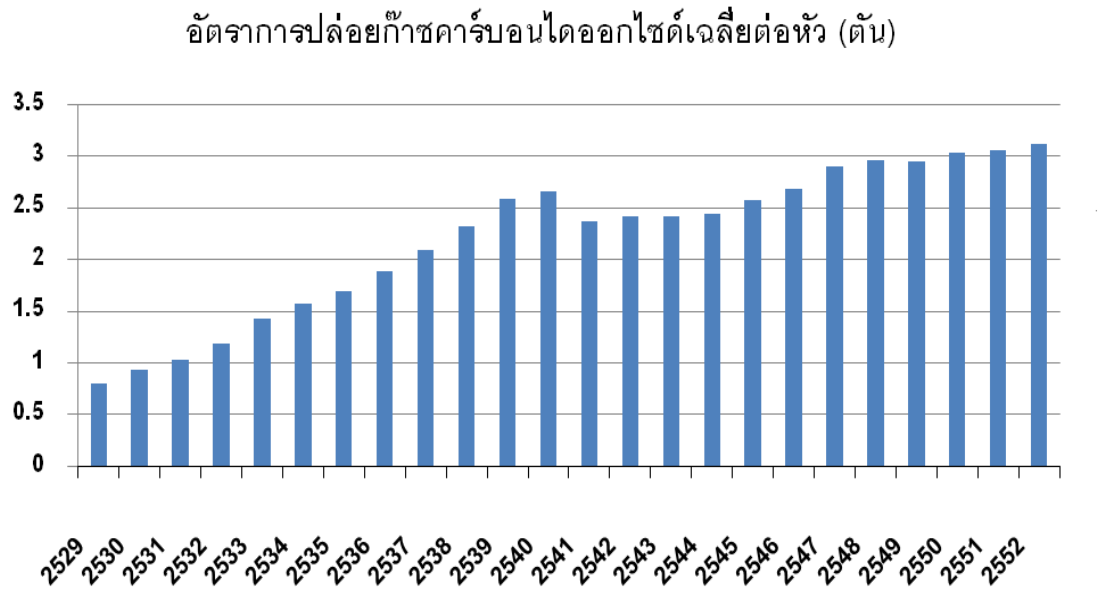
การสะสมของก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นจนกลายเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับชาติ โดยมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้น มาจากหลายสาเหตุไม่ว่าจะเป็นการเผาไหม้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม การเผาไหม้จากยานพาหนะ เป็นต้น (คลังปัญญาไทย, 2553) โดยจากสถิติการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโลก จากข้อมูลภาพที่ 1.1 ในปี 2006 พบว่าประเทศที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด ได้แก่ ประเทศจีน คือ 6,206.6 ตัน รองลงมาได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา คือ 5,770.8 ตัน อันดับสามคือประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป คือ 4,119.1 ตัน ส่วนประเทศไทยนั้นมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงเป็นอันดับที่ 25 ของโลกจากทั้งหมด 186 ประเทศ โดยมีปริมาณเท่ากับ 236.6 ตัน แต่การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อหัวของประเทศไทยอยู่ที่ 3.6 ตันต่อหัว ซึ่งอยู่ในอันดับที่ 83 โดยที่ค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหัวของโลกจะอยู่ที่ 4.78 ตัน ส่วนประเทศจีนและสหรัฐอเมริกามีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหัวอยู่ที่ 4.7 ตัน และ 19.3 ตัน ในประเทศไทยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อหัวนั้น มีอัตราเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เห็นได้จากภาพที่ 1.2 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 – พ.ศ. 2552 โดยในปี พ.ศ. 2552 มีระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหัวสูงสุดอยู่ที่ 3.12 ตันต่อหัวต่อปี

ภาพที่ 1.1 สัดส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของแต่ละประเทศในโลกในปี 2006 (%)



ที่มา: World Resources Institute (2010)

ภาพที่ 1.2 อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อหัว (ตัน) ในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 – พ.ศ. 2552



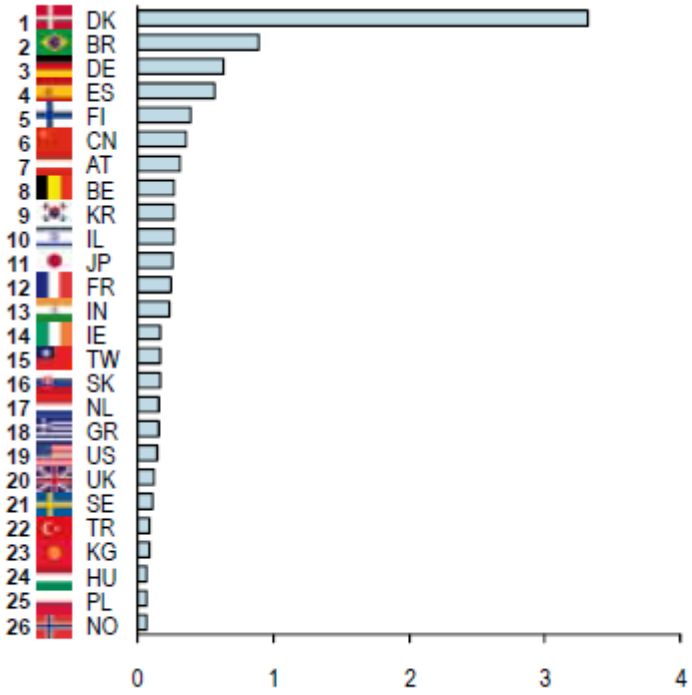
ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2553)

จุดเริ่มต้นของการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในภาคอุตสาหกรรม ระบบการออกแบบสินค้า การผลิต ระบบขนส่ง เป็นสิ่งที่สำคัญโดยต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายส่วน เน้นการใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) นี้เอง เป็นเทคนิคที่ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สะอาดยิ่งขึ้น โดยให้ความสำคัญในการลดของเสียจากแหล่งกำเนิด พร้อมกันกับการลดต้นทุนการผลิต ส่งผลให้การใช้ทรัพยากรและพลังงานในกระบวนการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ดังนั้นในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วโดยเฉพาะประเทศในแถบยุโรป จึงนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้อย่างจริงจังเพื่อป้องกันปัญหารอบด้านที่จะเกิดขึ้น นั่นคือ การประหยัดการใช้วัตถุดิบและพลังงาน การปรับปรุงสภาพการทำงานและคุณภาพของสินค้าให้ดีขึ้น การเพิ่มประสิทธิภาพและกำไร การลดต้นทุนการบำบัดมลพิษ สุดท้ายคือการมีภาพพจน์ที่ดีต่อสาธารณชน (ชุมพล มณฑาทิพย์กุล, 2553)

ถ้าหากกล่าวถึงตลาดเทคโนโลยีพลังงานสะอาด (Clean Energy Technology Market) นั้นมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ในปี ค.ศ. 2000 จนถึงปี ค.ศ. 2008 โดยพลังงานลมทั่วโลกได้ขยายตัวถึง 24% ต่อปี ไบโอดีเซล 31% ต่อปี และพลังงานแสงอาทิตย์ 53% ต่อปี โดยในปี 2007 ตลาดเทคโนโลยีสะอาดในยุโรปมีมูลค่าสูงถึง 630 พันล้านยูโร ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าอุตสาหกรรมยาทั่วโลก WWF (World Wildlife Fund) มีการคาดการณ์ไว้ว่าตลาดดังกล่าวจะมียอดซื้อขายสูงถึง 1,600 พันล้านยูโรในปี 2020 ถือว่าตลาดพลังงานพลังงานสะอาดเป็นหนึ่งในตลาดที่ใหญ่ที่สุดในโลก จากการจัดอันดับของ WWF พบว่าผู้นำการใช้เทคโนโลยีพลังงานสะอาด คือ เดนมาร์ก, บราซิล และเยอรมัน ตามลำดับ โดยดูจากความสัมพันธ์ของรายได้จากยอดขายถ่วงน้ำหนักด้วยผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) ดูได้จากภาพที่ 1.3 ทั้งนี้เดนมาร์กเป็นประเทศที่เป็นผู้นำตลาดโลกในการใช้กังหันลม และฉนวนกันความร้อนทำให้ขึ้นนำเป็นอันดับที่หนึ่ง ส่วนบราซิลที่ได้เป็นลำดับที่สองนั้นเป็นเพราะการผลิตต่อขนาดจำนวนมากของไบโอดีเซล และอันดับที่สาม ประเทศเยอรมัน เป็นการสืบทอดมายาวนานในการใช้เทคโนโลยีสะอาด ไม่ว่าจะเป็นตึกอาคาร เครื่องจักร อุปกรณ์ ที่มีพื้นฐานการผลิตที่ดีของอุตสาหกรรมเทคโนโลยีสะอาดจากประเทศตนเองจากเทคโนโลยีที่หลากหลายโดยเฉพาะแผงโซลาร์เซลล์และพลังงานลม

แม้ว่าในประเทศไทยจะเริ่มให้การสนับสนุนการพัฒนาโครงการ CDM (Clean Development Mechanism) ล่าช้ากว่าประเทศข้างเคียงก็ตาม แต่อาจเป็นข้อดีในการเรียนรู้กับปัญหาที่จะเกิดขึ้น และแก้ไขอย่างมีประสิทธิภาพจากประสบการณ์ของประเทศเหล่านั้นได้ (ชยันต์ ตันติวัสาการ และคณะ, 2552) ซึ่ง CDM นั้นถือเป็นกลไกที่เอื้ออำนวยให้เกิดการดำเนินการระหว่างกลุ่มประเทศในภาคผนวกที่ 1 (Annex I) และกลุ่มประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 (Non-Annex I) เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาของประเทศกำลังพัฒนาด้วยการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่สะอาด การเรียนรู้ด้านวิชาการ การเรียนรู้ด้านการวิจัยและพัฒนา ตลอดจนการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารจากประเทศที่พัฒนาแล้ว เพื่อดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด โดยโครงการที่เกิดขึ้นภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดสามารถลดการเกิดก๊าซเรือนกระจกอย่างมีศักยภาพเพียงพอสามารถสรุปได้ 2 วิธีหลัก คือ 1)การหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการปรับเปลี่ยนใช้เชื้อเพลิงที่สะอาด เป็นต้น 2)การดูดซับก๊าซเรือนกระจกที่มีอยู่ในบรรยากาศ เช่น การปลูกป่า การเพิ่มความสามารถในการดูดซับก๊าซเรือนกระจกของดิน เป็นต้น

ภาพที่ 1.3 มูลค่าขายสินค้าเทคโนโลยีพลังงานสะอาดของโลก ถ่วงน้ำหนักด้วย GDP ปี 2008 (%)



ที่มา: Roland Berger Strategy Consultants (2009)

ส่วนหลักเกณฑ์ของโครงการที่สามารถดำเนินการภายใต้ CDM ได้นั้น ต้องทำให้ก๊าซเรือนกระจกลดลงอย่างเป็นรูปธรรมและวัดได้ เพื่อให้บรรลุการพัฒนาอย่างยั่งยืนในประเทศเจ้าบ้าน โดยมีการจัดระบบที่สามารถวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาในช่วงเวลาอ้างอิง (Baseline scenario) และนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังจากมีโครงการ CDM ทั้งนี้ผู้ที่จะกำหนดตัวแปรต่างๆ ในเวลาอ้างอิงจะเป็น นักลงทุน และเจ้าของโครงการ CDM โดยใช้ระเบียบวิธีการวัดที่ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการบริหาร CDM (ระบบเครือข่ายสารสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย, 2553) โดยรวมแล้วหลักการของ CDM จะก่อให้เกิดผลตอบแทนทางธุรกิจ ทำให้ผู้ประกอบการในภาคส่วนต่างๆ ให้ความสนใจ และพยายามลดก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมอย่างเต็มความสามารถ

ปัญหาและอุปสรรคของการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในประเทศมีหลายประการด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็น ความไม่เข้าใจในเทคโนโลยีสะอาด ขาดความพร้อมของข้อมูล เทคโนโลยี ความรู้ของบุคคลากร และการพัฒนาวัสดุอุปกรณ์ เครื่องจักรที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม เป็นต้น (หุ้นส่วนฟื้นฟูทะเลสาบสงขลา, 2553) อีกทั้งยังมีข้อถกเถียงว่าการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดนั้น จะให้ประโยชน์ที่แท้จริงต่อผู้ประกอบการ และประเทศหรือไม่ หรือจะทำให้การเติบโตทางเศรษฐกิจชลอตัวมากขึ้น ทั้งนี้ยังต้องทำการวิจัยศึกษาต่อไปว่าหากมีการลงทุนในเทคโนโลยีสะอาดแล้ว ผลตอบแทนที่ได้จากการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นคุ้มค่าหรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ภาระรับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อมรายอุตสาหกรรมของประเทศไทยทั้งก่อนและหลังเมื่อมีการนำเทคโนโลยีจากประเทศต้นแบบเข้ามาใช้ รวมถึงวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการขายคาร์บอนเครดิตต่อมูลค่าการลงทุนภายหลังจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รายอุตสาหกรรมจะใช้ข้อมูลจากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตในปี พ.ศ. 2548 และข้อมูลการใช้พลังงานรายอุตสาหกรรมของประเทศไทย ประเทศบราซิล ประเทศเดนมาร์ก และประเทศเยอรมัน เนื่องจากการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น ต้องอาศัยข้อมูลด้านพลังงานเป็นพื้นฐานในการคำนวณ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณา 37 สาขาการผลิตของแต่ละประเทศ จากการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมด 29 ชนิด โดยได้ตั้งข้อสมมติไว้ดังนี้

1.ประเทศเดนมาร์ก และประเทศเยอรมัน เป็นประเทศต้นแบบในการใช้เทคโนโลยีพลังงานสะอาด

2.ประเทศบราซิล มีลักษณะการใช้เทคโนโลยีในการผลิตใกล้เคียงกับประเทศไทย

3.การใช้เทคโนโลยีสะอาดในประเทศไทย เป็นการนำเทคโนโลยีที่เหมือนกันทุกประการจากประเทศต้นแบบมาใช้

4.ค่าเสื่อมราคาเป็นตัวสะท้อนระดับเทคโนโลยีที่ใช้ของแต่ละประเทศ เนื่องจากประเทศที่มีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ปัจจัยทุน (Capital Intensive) ย่อมต้องมีค่าเสื่อมราคาที่มากด้วยเช่นกัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.ทำให้ทราบว่าก่อนมีการปรับเปลี่ยนการใช้เทคโนโลยีการรับภาระทางด้านสิ่งแวดล้อมแต่ละอุตสาหกรรมในประเทศไทยเป็นอย่างไร

2.เมื่อประเทศไทยรับเทคโนโลยีสะอาดจากประเทศต้นแบบมาใช้นั้น ภาระทางด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

3.สามารถเปรียบเทียบได้ว่าเมื่อประเทศไทยรับเทคโนโลยีสะอาดเข้ามาใช้แล้ว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงจากการใช้เทคโนโลยีนั้น คุ้มค่าต่อการลงทุนในเทคโนโลยีหรือไม่

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการวิจัยและวรรณกรรมปริทัศน์

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต (Input-Output Table)

ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตหรือตาราง I-O คิดค้นขึ้นโดย Professor Wassily W. Leontief เป็นระบบบัญชีหนึ่งในระบบบัญชีมหภาค (Macroaccounting) หรืออาจเรียกว่าระบบบัญชีสังคม (Social Accounting System) ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตเป็นหนึ่งในวิธีการที่จะจัดรวบรวมกิจกรรมทางเศรษฐกิจ (Economic activity) ของประเทศไว้อย่างเป็นระบบ โดยการแบ่งกลุ่มของกิจกรรมเหล่านั้นให้เป็นหมวดหมู่ตามประเภทสาขาการผลิต (Sector of industry) เช่น สาขาการผลิตภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม เหมืองแร่ ขนส่ง ก่อสร้าง การบริการ และอื่นๆ เป็นต้น และมีการตั้งข้อสมมติ (Assumption) เบื้องต้นว่าแต่ละสาขาการผลิตจะผลิตสินค้าประเภทเดียวและมีกระบวนการผลิตรูปแบบเดียว โดยตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตจะเป็นตารางที่แสดงความสัมพันธ์ของการผลิต และการแจกแจงผลผลิตของสินค้าและบริการในระบบเศรษฐกิจนั้น ซึ่งสาขาการผลิตแต่ละสาขาจำเป็นจะต้องใช้ปัจจัยการผลิต (Inputs) อะไรบ้าง เพื่อนำมาใช้ในการผลิตสินค้าต่างๆ ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มหลักๆ คือ ปัจจัยการผลิตเบื้องต้น (Primary input) ได้แก่ แรงงาน ทุนและส่วนเกินของการประกอบการ และปัจจัยการผลิตขั้นกลาง (Intermediate input) ได้แก่ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ในขณะเดียวกันเมื่อแต่ละสาขาการผลิต ผลิตสินค้าขึ้นมาแล้วก็จะขายสินค้าที่ผลิตได้ (Output) ให้กับสาขาการผลิตอื่นๆ เพื่อใช้เป็นปัจจัยการผลิตในการผลิตสินค้าอื่นๆ ต่อไป นอกจากนี้แล้วยังจำหน่ายให้กับภาคครัวเรือน รัฐบาล ต่างประเทศ และเก็บไว้เป็นสินค้าคงเหลือ ซึ่งเรียกว่าเป็นการใช้จ่ายเพื่อการบริโภคขั้นสุดท้าย (Final Demand) (ศิลป์ชัย ปวีณพงษ์พัฒน์, 2544)

<u>ข้อสมมติฐานของตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต</u>

1.แต่ละสาขาการผลิตหรืออุตสาหกรรม จะผลิตสินค้าเพียงชนิดเดียว และสินค้าทุกๆ หน่วย มีลักษณะอย่างเดียวกันทั้งหมด (Homogeneous product)

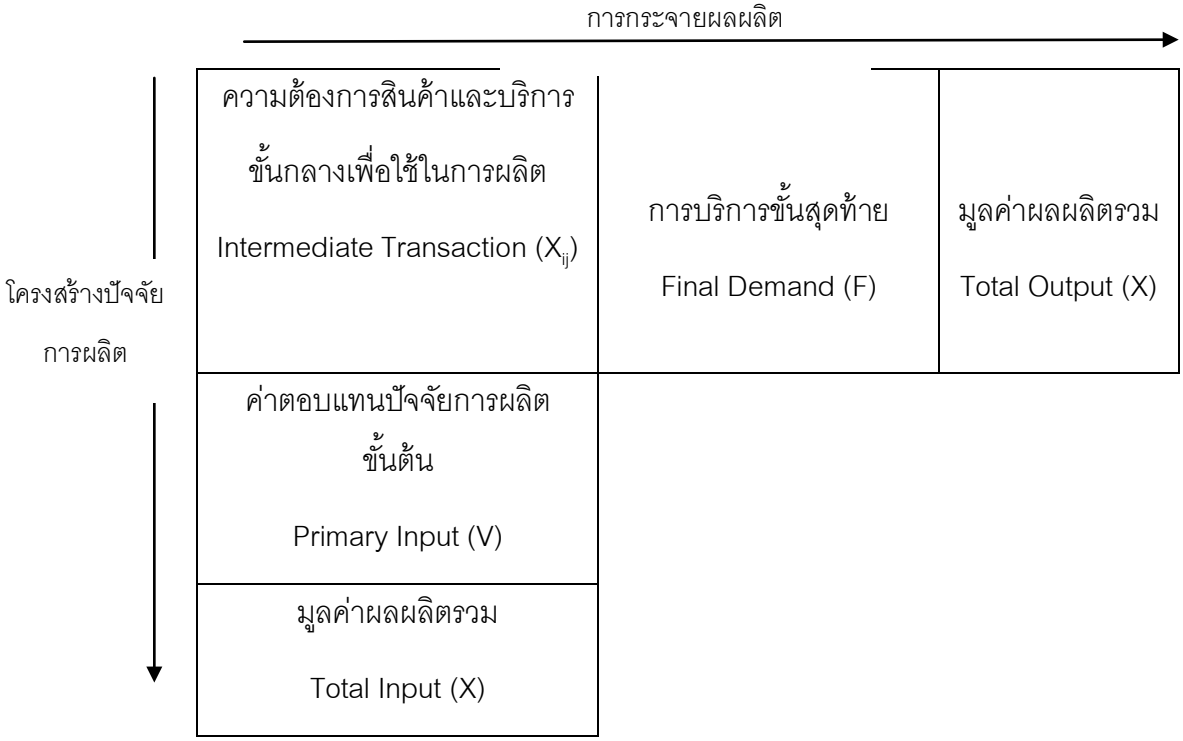
2.การผลิตของทุกสาขาการผลิตหรืออุตสาหกรรมจะทำการผลิต ในระดับที่ได้รับผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (Constant returns to scale)

3.การใช้ปัจจัยการผลิตของทุกสาขาการผลิตหรืออุตสาหกรรม จะต้องใช้ปัจจัยการผลิตต่างๆ ต่อผลผลิตในสัดส่วนคงที่เสมอ (Constant proportion of input and output)

4.ระยะเวลาของแผนการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตตามเป้าหมายไม่สามารถกำหนดได้

2.1.2 **โครงสร้างของตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต**

ส่วนประกอบต่างๆ ของตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่ได้กล่าวมา สามารถแสดงโครงสร้างของตารางอย่างง่ายๆ ได้ดังนี้



ที่มา: พีรดนย์ ตระกูลมีโชคชัย (2548)

2.2 วรรณกรรมปริทัศน์

2.2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

สาเหตุหลักของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ เป็นตัวการก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน โดยเฉพาะการเผาผลาญเชื้อเพลิงที่มาจากฟอสซิล (Fossil fuel) เพื่อผลิตพลังงานป้อนสู่กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมและเพื่อการบริโภคต่างๆ ซึ่งผลเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตนี้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้อื่นและสภาพบรรยากาศของโลก ต้นทุนเหล่านี้ทางเศรษฐศาสตร์เรียกว่าต้นทุนผลกระทบภายนอก (External costs)

ความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ ประชาคมโลกได้มีการตกลงกันในการที่จะจัดการกับปัญหาผลกระทบภายนอกดังกล่าวด้วยพิธีสารเกียวโต ซึ่งถูกสร้างบนพื้นฐานของ 2 หลักการ คือ หลักความสามารถในการจ่าย (Ability-to-pay principle) และหลักการผู้ทำสกปรกต้องรับภาระการจ่าย (Polluter pays principle) โดยหลักการแรก เป็นการจัดสรรภาระความรับผิดชอบตามระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจและรายได้ของประเทศนั้นๆ นั่นคือประเทศที่มีรายได้สูงแสดงว่ามีการพัฒนาทางอุตสาหกรรมมากกว่าจึงสมควรที่จะต้องเป็นผู้ที่แบกรับภาระมากกว่าประเทศที่มีรายได้น้อย ส่วนหลักการที่สอง เป็นการจัดสรรภาระความรับผิดชอบตามขนาดของมลพิษที่ประเทศนั้นๆ ก่อขึ้นจากกระบวนการผลิตสินค้า เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งได้มีการแบ่งประเทศออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกได้แก่ ประเทศในกลุ่มภาคผนวก 1 (Annex I) ส่วนใหญ่จะเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาแล้วเป็นจำนวนมากจากการพัฒนาอุตสาหกรรมของตนเอง และอีกกลุ่มคือ กลุ่มนอกภาคผนวก (Non-Annex) ซึ่งเป็นประเทศกำลังพัฒนา ที่อาจยังไม่มีฐานะทางเศรษฐกิจที่ดีเพียงพอที่จะลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างฉับพลัน ยังคงต้องพึ่งพาการผลิตทางอุตสาหกรรมในการพัฒนาเศรษฐกิจอยู่ หรือกล่าวได้อีกนัยหนึ่ง ประเทศที่พัฒนาแล้วได้สะสมหนี้ความสกปรกต่อสิ่งแวดล้อมมามากกว่าประเทศที่กำลังพัฒนา ดังนั้นประเทศที่พัฒนาแล้วจึงควรรับภาระความรับผิดชอบนี้ในการทำความสะอาดก่อนประเทศกำลังพัฒนาที่เพิ่งมาสะสมหนี้ความสกปรกในภายหลัง

ซึ่งการจัดสรรความรับผิดชอบในหลักการนี้ ได้เน้นการจัดสรรภาระความรับผิดชอบตามปริมาณการผลิตก๊าซเรือนกระจกตามแหล่งผลิต (Production-based) ของแต่ละประเทศเป็นสำคัญ ซึ่งประเทศในกลุ่มภาคผนวก 1 จะต้องมีข้อผูกพันที่จะต้องลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 5 ของปริมาณการผลิตของประเทศนั้นๆ โดยมีการตกลงให้ปี ค.ศ.1990 เป็นปีฐาน ส่วนประเทศที่อยู่นอกกลุ่มของภาคผนวก จะยังไม่มีข้อผูกพันในการลดปริมาณก๊าซในขณะนี้ แต่ยังต้องรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตของประเทศตนต่อ UNFCCC ทุกๆ สามปี หมายความว่าประเทศกำลังพัฒนาเหล่านี้ (รวมทั้งประเทศไทย) จะต้องมีภาระความรับผิดชอบต่อหนี้ความสกปรกที่เกิดขึ้น ตามปริมาณความสกปรกที่ตนผลิดขึ้นในอนาคตอันใกล้นี้ ส่วนความพยายามที่จะช่วยกันลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศของประชาคมโลกนั้น ยังไม่ประสบผลสำเร็จตามที่มีการคาดการณ์ไว้ เนื่องจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงในประเทศกลุ่มภาคผนวก 1 กลับมาเพิ่มขึ้นในประเทศกำลังพัฒนาแทน แสดงให้เห็นว่ามีการถ่ายเทภาระความรับผิดชอบ จากกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วมายังประเทศกำลังพัฒนา รวมถึงประเทศไทยด้วยที่เป็นฐานการผลิตหนึ่งของประเทศที่พัฒนาแล้ว และประเทศไทยก็ต้องเผชิญกับภาระความรับผิดชอบรวมถึงผลกระทบที่จะตามมา

2.2.2 หลักการในการจัดสรรภาระความรับผิดชอบต่อก๊าซเรือนกระจก

หลักการจัดสรรความรับผิดชอบต่อก๊าซเรือนกระจกจะยึดแนวทางที่มีประสิทธิภาพและมีความเป็นธรรม ซึ่งใน ชยันต์ ตันติวัสดาการ (2553) ได้สรุปแนวคิดเกี่ยวกับหลักการจัดสรรเพื่อให้เกิดความยุติธรรม โดยในงานวิจัยนี้จะเสนอแนวคิดการแบ่งภาระความรับผิดชอบตามความเป็นเจ้าของก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 2 แบบ ด้วยกันคือ

-ภาระรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิต (Production-based Accounting)

-ภาระรับผิดขอบตามการบริโภค (Consumption-based Accounting)

ซึ่งในการแบ่งภาระความรับผิดชอบดังกล่าวมาจากเหตุผลที่ว่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต ตั้งแต่การผลิตวัตถุดิบ การผลิตสินค้า การแจกจ่าย จนถึงการบริโภค และเจ้าของบริษัทผู้ผลิตก็มีทั้งบริษัทในประเทศและต่างประเทศ รวมถึงผู้บริโภคเองก็มีทั้งที่อยู่ในประเทศและต่างประเทศด้วยเช่นกัน

- ***ภาระรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิต***

แนวคิดการจัดสรรภาระความรับผิดชอบต่อก๊าซเรือนกระจกในหลักการนี้ เป็นแบบที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ใช้อยู่ในพิธีสารเกียวโต โดยคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากการที่ถูกปลดปล่อยในประเทศนั้นๆ ตามเขตแดนทางภูมิศาสตร์ โดยไม่คำนึงว่าจะเกิดจากกิจกรรมใด ไม่ว่าจะเป็นการผลิตสินค้าและบริการ หรือการบริโภคพลังงาน และจะไม่พิจารณาว่าบริษัทที่ผลิตนั้นเป็นบริษัทในประเทศหรือบริษัทต่างชาติ

<u>ข้อสนับสนุน</u>

วิธีการดังกล่าวเป็นไปตามหลักการผู้ทำสกปรกต้องรับภาระในการจ่าย (Polluter Pays Principle) ซึ่งมีข้อดีคือ มีความง่ายต่อการคำนวณ เพราะจะคำนวณตามปริมาณการผลิตสินค้าในประเทศนั้นๆ โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกจะมีความสัมพันธ์กับการผลิตผ่านการใช้พลังงานที่มีการเผาพลาญเชื้อเพลิงฟอสซิล และจะเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตนั้นๆ โดยตรง

<u>ข้อด้อย</u>

1.ละเลยการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการขนส่งระหว่างประเทศ ไม่ว่าจะเป็นการขนส่งทางทะเล หรือการขนส่งทางอากาศ เนื่องจากกิจกรรมการขนส่งนั้นไม่ได้เกิดขึ้นในเขตแดนของประเทศใด

2.ไม่ได้คำนึงถึงการนำเข้าและส่งออกของสินค้าที่ผลิตได้ในแต่ละประเทศ จึงนำไปสู่ปัญหาการรั่วไหลของคาร์บอน (Carbon leakage) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ประเทศที่มีข้อผูกพันในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือประเทศในกลุ่มภาคผนวก B สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามที่ต้องแจ้ง โดยการลดการผลิตภายในประเทศของตนลง แล้วหันมานำเข้าสินค้าชนิดเดียวกันนั้น จากกลุ่มประเทศนอกภาคผนวก B แทน

- ***ภาระรับผิดชอบตามการบริโภค***

แนวคิดการรับภาระรับผิดชอบก๊าซเรือนกระจกแบบนี้เป็นแนวคิดที่จะพยายามแก้ไขปัญหาที่เป็นข้อเสียของแนวคิดภาระรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิต และแนวคิดภาระ

รับผิดชอบตามสัดส่วนของความเป็นเจ้าของหน่วยผลิต โดยการเน้นที่แหล่งการบริโภคเป็นหลักแทนที่จะเป็นแหล่งการผลิต เพราะสัดส่วนการถือหุ้นที่อาจไม่สะท้อนสัดส่วนการบริโภคที่แท้จริงของประเทศนั้นๆ

ข้อสนับสนุน

1.เป็นแนวคิดที่จัดสรรภาระความรับผิดชอบต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกลับไปยังผู้ที่ก่อให้เกิดปัญหาอย่างแท้จริง นั่นคือผู้บริโภคที่เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการผลิตสินค้า และทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นผลกระทบภายนอก (Externalities) แก่สังคม ซึ่งหากผู้บริโภคจะต้องรับผิดชอบตามระดับความเสียหายที่ตนก่อขึ้นเมื่อใด ผู้บริโภคย่อมจะต้องลดปริมาณความต้องการของตนลง หรือจะต้องร้องขอให้ผู้ผลิตปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีที่สะอาดมากขึ้น และมีความรับผิดชอบต่อสภาพแวดล้อมมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งตรงกับหลักการที่ว่าผู้ได้รับประโยชน์เป็นผู้จ่าย (Beneficiary-pay principle)

2.เป็นการแก้ปัญหาการรั่วไหลของคาร์บอนที่เกิดจากการย้ายฐานการผลิตจากประเทศที่พัฒนาแล้วมายังประเทศกำลังพัฒนาแล้วทำการนำเข้าสินค้ากลับสู่ประเทศตน โดยทิ้งภาระความรับผิดชอบไว้กับประเทศกำลังพัฒนาให้ทำหน้าที่ผลิตสินค้าแทน เพราะหลักการนี้คำนวณภาระความรับผิดชอบตามการบริโภคที่เกิดขึ้นจริง โดยจะนำปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการผลิต ณ แหล่งผลิตภายในประเทศมาคำนวณรวมกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แฝงอยู่กับการนำเข้าส่งออกสุทธิมาคิดรวมด้วย ทำให้ประเทศผู้ผลิตสินค้านั้นๆ มีภาระรับผิดชอบเฉพาะในส่วนที่บริโภคเท่านั้น

3.เป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของกรณีที่คำนวณด้วยวิธีภาระความรับผิดชอบตามสัดส่วนการถือหุ้น ที่ประเทศผู้รับการลงทุนจากชาวต่างชาติอาจรับภาระความรับผิดชอบต่ำกว่าความเป็นจริง ในกรณีที่ทำการผลิตเพื่อการบริโภคภายในประเทศ แต่บริษัทผู้ผลิตกลับเป็นผู้ถือหุ้นต่างชาติทั้งหมด ซึ่งถ้าใช้วิธีรับภาระตามสัดส่วนหุ้นต่างชาติ ประเทศผู้รับการลงทุนและเป็นผู้บริโภคสินค้านั้นทั้งหมด ก็จะไม่ต้องรับภาระใดๆ เลย อย่างไรก็ดีถ้าเปลี่ยนมาเป็นการคำนวณภาระความรับผิดชอบด้วยสัดส่วนการบริโภค ภาระนั้นก็จะกลับมาตกอยู่กับผู้บริโภคที่เป็นสาเหตุของการผลิตและการลงทุนของต่างชาติอย่างถูกต้อง

4.กระตุ้นให้ประเทศกำลังพัฒนาที่เป็นแหล่งผลิตให้กับประเทศที่พัฒนาแล้ว เกิดการถ่ายโอนเทคโนโลยีในการจัดการกับก๊าซเรือนกระจกที่ดีที่สุดให้กับประเทศกำลังพัฒนา และ

เมื่อภาระความรับผิดชอบของก๊าซเรือนกระจกที่แฝงอยู่ในราคาสินค้าที่ส่งออกไปยังประเทศที่พัฒนาแล้ว ประเทศผู้นำเข้าก็จะต้องพยายามนำเข้าจากแหล่งที่มีต้นทุนก๊าซเรือนกระจกต่ำที่สุด หรือถ้าหากประเทศผู้นำเข้านั้น เป็นผู้ที่ย้ายฐานการผลิตไปไว้ที่ประเทศอื่นแล้ว ก็คงต้องนำเอาเทคโนโลยีที่ดีที่สุดของตนไปใช้ในแหล่งผลิตใหม่ เพราะสุดท้ายแล้วตนเองก็จะต้องรับผิดชอบภาระนี้เมื่อมีการนำเข้า ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีในการจัดการกับก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพ

<u>ข้อด้อย</u>

มีความซับซ้อนต่อการคำนวณมากยิ่งขึ้น เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลการนำเข้าและการส่งออกเพิ่มเติมมากขึ้น และต้องใช้ข้อมูลจากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต ซึ่งมักไม่ค่อยมีความทันสมัยเท่าที่ควร เพื่อคำนึงถึงผลกระทบของสินค้าขั้นกลางให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

<u>ข้อสังเกต</u>

แนวคิดภาระรับผิดชอบตามการบริโภคนั้นสอดคล้องกับข้อเสนอเรื่องหลักความเป็นธรรมในการกระจายภาระความรับผิดชอบต่อปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่ระบุว่าควรมี 3 หลักการคือ

1) ความผิด (Guilt) คือ การจัดสรรความรับผิดชอบของแต่ละประเทศตามสัดส่วนของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สร้างขึ้น
2) ความสามารถ (Capacity) คือ การจัดสรรตามสัดส่วนของความสามารถในการจ่าย (Ability to pay) ของแต่ละประเทศ ตามระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจ
3) ความจำเป็น (Need) คือ แต่ละประเทศควรมีสิทธิขั้นต่ำที่เท่าเทียมกันในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพียงพอต่อมาตรฐานการดำรงชีวิต (Decent standard of living)

จะเห็นได้ว่าตามหลักการคำนวณภาระความรับผิดชอบตามการบริโภคนั้น สอดคล้องกับหลักการทั้งสามข้างต้น เนื่องจากการจัดสรรความรับผิดชอบตามต้นเหตุของการผลิตสินค้าและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แท้จริง นั่นก็คือผู้บริโภค อีกทั้งหลักการนี้ยังสอดคล้องกับความสามารถในการจ่ายด้วย เพราะผู้ที่มีความสามารถซื้อสินค้าได้มากย่อมต้องมีความสามารถที่

จะจ่ายค่าความเสียหายจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ตนเองเป็นต้นเหตุได้มากด้วย ส่วนผู้ที่มีความสามารถซื้อสินค้าได้น้อยก็จะจ่ายน้อยไปตามสัดส่วนเอง นอกจากนี้หลักการภาระรับผิดชอบตามการบริโภคนี้ก็ยังไม่ขัดแย้งกับหลักการด้านความจำเป็น และสิทธิขั้นต่ำในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพียงพอต่อมาตรฐานการดำรงชีวิตอีกด้วย เพราะได้คำนวณจากฐานการบริโภคอยู่แล้ว ด้วยเหตุผลทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นข้อสนับสนุนและข้อด้อยของแต่ละวิธีที่ได้นำเสนอข้างต้น จะเห็นได้ว่า วิธีคำนวณความรับผิดชอบตามการบริโภคนั้นเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมที่สุด (ชยันต์ ตันติวัสดาการ, 2553)

2.2.3 การศึกษาในด้านการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย

จากงานวิจัยของ Kofoworola และ Gheewala (2008) และงานวิจัยของ Limmeechokchai และ Suksuntornsiri (2005) ได้ทำการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และวิเคราะห์ความต้องการใช้พลังงานรายอุตสาหกรรมในประเทศไทย โดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตและผลผลิต ซึ่งผลการวิเคราะห์ในการใช้พลังงานรายอุตสาหกรรมและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ Kofoworola และ Gheewala พบว่าในปี 2000 ภาคอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานขั้นต้นมากที่สุดคือ โรงกลั่นน้ำมันและโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ตามมาด้วยการขนส่งทางถนน ภาคไฟฟ้า และปูนซีเมนต์ ส่วนภาคอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดได้แก่ ภาคไฟฟ้า ตามมาด้วยการขนส่งทางน้ำ และภาคปูนซีเมนต์ ตามลำดับ ซึ่งงานชิ้นนี้ได้ตั้งข้อสังเกตว่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจของภาคส่วนเหล่านี้ขึ้นอยู่กับการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากพลังงานฟอสซิล ส่วนในงานของ Limmeechokchai และ Suksuntornsiri พบว่า ในปี 1995 ภาคส่วนที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดเมื่อเทียบกับการบริโภคขั้นสุดท้ายคือ ภาคไฟฟ้า ที่มีการใช้พลังงานจากฟอสซิล แต่ภาคส่วนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดกลับเป็นภาคปูนซีเมนต์ ที่มาจากการเผาไหม้ฟอสซิล

ทั้งสองผลงานข้างต้นใช้วิธีการศึกษาเดียวกัน โดยใช้ข้อมูลตารางปัจจัยการผลิตขนาด 180x180 ภาคการผลิต จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการและเศรษฐกิจแห่งชาติ (NESDB) อาศัยตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต หรือ Input-Output Table ในการวิเคราะห์การใช้พลังงาน

และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งพัฒนาแบบจำลองมาจาก Wassily Loentief โดยที่การการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดนั้น เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทั้งหมดของสินค้าและบริการทั้งหมด และสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ Loentief's Inverse matrix ได้เป็น $[I-A]^{-1}$ เป็นการรวมผลกระทบทางตรงและทางอ้อมทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการการผลิตอนันต์กระบวนการ โดยที่การปล่อยก๊าซทางตรงเกิดจากจำนวนทางกายภาพของแต่ละชนิดพลังงาน นั่นคือ การเผาไหม้พลังงานโดยตรงของแต่ละภาคส่วน ซึ่งรูปแบบของพลังงานทั้งหมดสามารถเขียนในรูปเมตริกซ์ได้ดังนี้

$$f = [F][I-A]^{-1}$$

A เป็นเมตริกซ์ nxn แสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงกิจกรรมระหว่างอุตสาหกรรมของ n อุตสาหกรรมภายในระบบเศรษฐกิจ I เป็นเมตริกซ์เอกลักษณ์ ส่วน F มีขนาด kxn ซึ่ง k เป็นจำนวนชนิดของพลังงาน การใช้พลังงานแต่ละภาคส่วนในแต่ละชนิดของพลังงาน(F_{ki}) แสดงถึงการใช้ทางตรงของพลังงาน k ชนิดในรูปของปริมาณ ออกมาเป็นผลผลิตในรูปของตัวเงินในระบบเศรษฐกิจของภาคส่วน I ส่วนความเข้มข้นในการใช้พลังงานเขียนได้ว่า

$$EI^{T} = \left[conversion\ \ factor_{fx1}\right]^{T}\left[f_{fxn}\right]$$

Conversion factor (kx1) แสดงสัมประสิทธิ์ของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ของแหล่งเชื้อเพลิงหรือแหล่งพลังงานแต่ละประเภท หากการใช้พลังงานทั้งหมดรวมการนำเข้า (M) โดยมี M_{ij} เป็นมูลค่าการนำเข้าจากอุตสาหกรรม I ในต่างประเทศสู่อุตสาหกรรม j ในประเทศต่อมูลค่าผลผลิตทั้งหมดของอุตสาหกรรม j ในประเทศ จะสามารถเขียนสมการแสดงพลังงานทั้งหมดที่รวมผลกระทบจากการนำเข้าสินค้าได้ว่า

$$f^{*} = [F][I-[A+M]]^{-1}$$

I เป็นตัวคูณทวีที่ส่งผลกับการบริโภคพลังงานทางตรง ซึ่งการรวมกันของกระบวนการทางอ้อมทั้งหมดนั่นคือ

$$[A+M]+[A+M]^2+[A+M]^3+\ldots+[A+M]^p+\ldots+[A+M]^{\infty}$$

ค่า F คือ สัมประสิทธิ์ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทต่อมูลค่าของผลผลิตที่ได้จากแต่ละภาคการผลิต ซึ่งการประมาณค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ของแต่ละภาคการผลิต (B) จะต้องใช้สัมประสิทธิ์การปล่อยคาร์บอนต่อหน่วยพลังงานของเชื้อเพลิงชนิด k (Carbon emission factor$_k$) โดยมีแหล่งที่มาจาก IPCC

$$B_{ki} = F_{ki} \times conversion\ factor_k \times carbon\ emission\ factor_k \times fraction\ of\ carbon\ oxidized_k \times (44/12)$$

ผลจากการศึกษาของ Limmeechokchai และ Suksuntornsiri พบว่าไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานทั้งทางตรงและทางอ้อมล้วนส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ในเชื้อเพลิงที่แตกต่างกัน โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นมีปริมาณมากกว่าการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูงนั้นก็มาจากการเผาไหม้พลังงานฟอสซิลโดยตรง รวมถึงการเผาไหม้ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากห่วงโซ่การใช้พลังงานของสินค้าที่บริโภค นอกจากนี้ยังมีการปล่อยก๊าซมีเทนจากผลผลิตของพลังงานฟอสซิล และกระบวนการในบางอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมการผลิตปูนเป็นต้น ซึ่งสิ่งที่สำคัญและมีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม นั่นคือ การใช้เทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทน แต่ไม่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทางตรงได้ โดยแนวโน้มในแต่ละปีที่ผ่านมาการปล่อยก๊าซทางอ้อมมีแนวโน้มลดลง แสดงให้เห็นถึงการประสบความสำเร็จในการนำเอาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนมาใช้ เป็นสาเหตุให้อุตสาหกรรมต้นน้ำชลอการปล่อยก๊าซจากกระบวนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ภาคไฟฟ้า Limmeechokchai และ Suksuntornsiri ได้ให้ข้อเสนอแนะทางนโยบายไว้ว่า ภาครัฐควรจัดทำโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระยะยาวในรูปแบบการวิเคราะห์ห่วงโซ่ของพลังงานทั้งหมด Kofoworola และ

Gheewala ก็ให้ข้อเสนอแนะในแนวทางเดียวกัน กล่าวคือให้มีการจัดโปรแกรมในการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพ ให้กับโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดผลตามเป้าหมายที่รัฐบาลได้วางเอาไว้

นอกจากนี้ยังมีผลงานอีกชิ้นหนึ่งของ Suksuntornsiri และ Limmeechokchai (2005) สนับสนุนคำกล่าวข้างต้น คือ ภาครัฐจำเป็นต้องวางแนวนโยบายในการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงและเทคโนโลยีหลากหลายประเภท ซึ่งในปัจจุบันก็ได้มีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในอัตราส่วนที่เพิ่มสูงขึ้น โดยที่การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการใช้เชื้อเพลิงนี้ จะส่งผลต่อปริมาณการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากทางตรงโดยโรงไฟฟ้า และทางอ้อมจากวัสดุที่ใช้ในการสร้างโรงไฟฟ้า นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบทางอ้อมต่อปริมาณของการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรมและภาคการใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ด้วย ซึ่งที่มาของผลงานชิ้นนี้เป็นการศึกษาปริมาณการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกที่เปลี่ยนแปลงไปของภาคการผลิตไฟฟ้าโดยรวม จากทั้งทางตรงและทางอ้อม จากการเพิ่มอัตราส่วนของพลังงานทดแทนในภาคการผลิตไฟฟ้า โดยพิจารณาถึงแผนการพัฒนาระบบไฟฟ้าปี พ.ศ. 2544 (PDP2001) ซึ่งการประเมินการปล่อยแก๊สทางอ้อมจากการใช้ส่วนประกอบปัจจัยการผลิตต่างๆ เช่น พลังงาน วัสดุ หรือบริการ จะใช้แบบจำลองปัจจัยการผลิตและผลผลิตทางพลังงาน จากการศึกษาพบว่าแม้ค่าปริมาณการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกทางตรงในภาคการผลิตไฟฟ้าจะมีค่าสูงก็ตาม แต่ค่าปริมาณการปลดลปล่อยแก๊สเรือนกระจกทางอ้อมยังมีผลต่อปริมาณรวม โดยที่การเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนในภาคการผลิตไฟฟ้าตามแผนการพัฒนาระบบไฟฟ้า สามารถลดปริมาณการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกรวมทั้งทางตรงและทางอ้อมจากภาคการผลิตไฟฟ้าได้จาก 773 g $CO_{2\ eqv}$ /kWh (คือหน่วยของคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อคิดเป็นกรัมต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง) ในปี พ.ศ. 2538 เหลือเพียง 563 g $CO_{2\ eqv}$ /kWh

2.2.4 การศึกษาเทคโนโลยีสะอาดในประเทศไทย

จากกรณีศึกษาการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศไทยในงานของ Bundit Limmeechokchai and Pawinee Suksuntornsiri (2005) ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแผนพลังงานการใช้เทคโนโลยีพลังงานสะอาดแทนที่การใช้เทคโนโลยีความร้อนจากถ่าน

หินแบบเดิม เพื่อตอบสนองต่ออุปสงค์การใช้ไฟฟ้าในอนาคตที่มีมากขึ้นในอนาคต โดยการใช้เครื่องมือตารางปัจจัยการผลิตและผลิตมาในการวิเคราะห์ ซึ่งเทคโนโลยีสะอาดในที่นี้รวมถึงการใช้พลังงานชีวมวล พลังงานน้ำ และการใช้เทคโนโลยี IGCC (Integrated gasification combined cycle) ผลการศึกษาพบว่า การใช้ถ่านหินในแบบเดิมในการผลิตกระแสไฟฟ้านั้น จะทำให้การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่วนการใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนจากการผสมผสานการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้านั้น จะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงอย่างมีประสิทธิภาพให้ผลดีกว่าเทคโนโลยีแบบเดิม ถึงแม้ว่าการลงทุนเบื้องต้นในการสร้างโรงงานไฟฟ้าพลังงานน้ำและชีวมวลอาจก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทางอ้อมจากการสร้างโรงงาน แต่ในระยะยาวนั้นจะสามารถช่วยบรรเทาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิได้ ทั้งนี้ยังต้องมีการคำนึงถึงความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต แต่จากการวางแผนพัฒนาการใช้พลังงานนั้น ไม่เพียงแค่รัฐบาลจะสามารถแก้ปัญหาการขยายการลงทุนในภาคพลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ แต่ยังเป็นการแก้ปัญหาความต้องการใช้เชื้อเพลิงได้อีกด้วย เช่นเดียวกันกับในงานศึกษาของ Somporn Tanatvanit, Bundit Limmeechokchai and Ram M. Shrestha (2002) ที่ทำการศึกษาเทคโนโลยีสะอาดในภาคการผลิตไฟฟ้า กล่าวว่าการจะให้บรรลุเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้นั้นต้องอาศัยทั้งการใช้เทคโนโลยีทดแทนในฝั่งของอุปทานและการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในฝั่งของอุปสงค์ แต่ทั้งนี้ตามแผนการขยายตัวของการผลิตกระแสไฟฟ้าเราควรให้ความสนใจไปที่ฝั่งของอุปทานมากกว่า ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ตั้งแต่ปี 2003-2017 พบว่าหากมีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เทคโนโลยีในการผลิตกระแสไฟฟ้าจะสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 8.4% ของปีฐาน โดยในการจำกัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น การใช้พลังงานจากชีวมวลในภาคพลังงานของประเทศไทยมีศักยภาพในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูง แต่ก็มีต้นทุนที่สูงมากด้วยเช่นกัน ส่วนการใช้เทคโนโลยีอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ และเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดนั้น มีต้นทุนที่สูงมากกว่าการใช้เทคโนโลยีชีวมวล ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีด้านอุปทานและอุปสงค์รวมถึงการใช้เทคโนโลยีชีวมวล จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกับประเทศไทยมากที่สุด

หากกล่าวถึงปัจจัยอื่น ที่มีผลต่อการลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นอกเหนือไปจากการใช้พลังงานหมุนเวียนแล้ว ในงานของ Areeya Rojvithee (2010) ศึกษากลยุทธ์ในการตอบสนองการพัฒนาทักษะแรงงาน เพื่อบรรเทาการเปลี่ยนสภาพภูมิอากาศ และระบุ

ว่าปัจจัยทางด้านคุณสมบัติและทักษะของแรงงานนั้น มีส่วนในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนอย่างยั่งยืน เพราะทักษะจะสามารถทำให้คนจัดการผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาให้เป็นองค์กรสีเขียว ในการพัฒนาทักษะแรงงานจะฝึกด้านการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม เชื้อเพลิงชีวภาพ พลังงานน้ำ จะเป็นองค์ประกอบไปสู่การวางแผนการใช้พลังงานทางเลือกของประเทศ ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยยังขาดความเข้าใจตีความการพัฒนาทักษะแรงงานที่ชัดเจน เพื่อใช้ในการสร้างมาตรฐานแรงงาน ระบบรับรอง ที่สามารถสร้างความมั่นใจในคุณภาพแรงงานให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการเหล่านี้จะนำไปสู่มาตรฐานการผลิตผลิตภัณฑ์สีเขียว ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ง่ายต่อการนำไปรีไซเคิล เป็นการลดของเสียและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การควบคุมอย่างเข้มงวด ไม่ว่าจะเป็นตัวสินค้าเอง หรือขั้นตอนการผลิตต่างๆ ก็เพื่อให้ได้มาตรฐานในระดับนานาชาติและมาตรฐานยุโรป หากบรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้ จะเท่ากับเป็นการสร้างจิตใต้สำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผู้บริโภคจะเลือกบริโภคสินค้าสีเขียวในชีวิตประจำวัน ก่อให้เกิดการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

ในส่วนของการวิเคราะห์การรับภาระรับผิดชอบทางด้านสิ่งแวดล้อมรายอุตสาหกรรมจะใช้ข้อมูลตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต และข้อมูลการใช้พลังงานรายอุตสาหกรรม ปี พ.ศ.2548 ซึ่งการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตและผลผลิต (Input-Output Analysis) ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจากแนวคิดที่ว่า ในกระบวนการผลิตสินค้าหรือบริการแต่ละประเภทมีความจำเป็นที่จะต้องใช้สินค้าและบริการต่างๆ มาเป็นปัจจัยการผลิต (Input) ในกระบวนการผลิตเหล่านั้น และในขณะเดียวกันผลผลิต (Output) ของภาคการผลิตแต่ละประเภท นอกจากจะใช้เพื่อการตอบสนองต่อความต้องการในการบริโภคขั้นสุดท้ายของระบบเศรษฐกิจ (Final Demand) แล้ว ยังจะต้องมีส่วนหนึ่งที่กลายไปเป็นปัจจัยการผลิตขั้นกลาง (Intermediate input) สำหรับสนับสนุนกระบวนการผลิตสินค้าและบริการประเภทอื่นๆ อีกด้วย

ในการหาภาระรับผิดชอบทางด้านสิ่งแวดล้อมนั้น หาได้จากผลต่างระหว่างภาระรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิต (Production-based accounting) และภาระรับผิดชอบตามการบริโภค (Consumption-based accounting) โดยเราจะสมมติให้ y เป็นเวกเตอร์ขนาด n x 1 ซึ่งเป็นตัวแสดงมูลค่าความต้องการสินค้าขั้นสุดท้ายของระบบเศรษฐกิจสำหรับอุตสาหกรรม โดยที่ i มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n ส่วน X มีขนาด n x n และองค์ประกอบแต่ละตัว (X_{ij}) จะแสดงถึงมูลค่าของผลผลิตของอุตสาหกรรม ซึ่งถูกใช้ไปเป็นปัจจัยการผลิตขั้นกลาง หรือ Intermediate input สำหรับการผลิตของภาคอุตสาหกรรม j โดยที่ j มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n

ซึ่งมูลค่าของขนาดความต้องการรวมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต i มีที่มาจากผลรวมของความต้องการสินค้าขั้นกลางรวมกับความต้องการสินค้าขั้นสุดท้าย (Total demand = Intermediate demand + Final demand) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$x_i = \sum_{j=1}^{n} X_{ij} + y_i \quad (1)$$

ถ้าให้ A เป็นเมตริกซ์ขนาด n x n โดยที่องค์ประกอบแต่ละตัว (A_{ij}) แสดงขนาดของค่าสัมประสิทธิ์มูลค่าความต้องการ Intermediate input I สำหรับการผลิตสินค้า j มูลค่า 1 บาท นั่นคือ

$$X_j = A_{ij} x_j \quad (2)$$

ซึ่งสามารถเขียนในรูปแบบของสมการเมตริกซ์ได้ว่า

$$x = Ax + y \quad (3)$$

เขียนในรูปของ Leontief's Inverse matrix ได้ว่า

$$x = (I - A)^{-1} y \quad (4)$$

โดยที่ I คือ Identity matrix

สมการที่ 4 เป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าของความต้องการสินค้าขั้นสุดท้ายกับมูลค่าของความต้องการสินค้ารวม ที่ระบบเศรษฐกิจจำเป็นต้องผลิตขึ้นเพื่อรองรับขนาดของความต้องการสินค้าขั้นสุดท้ายดังกล่าว เนื่องจาก

$$(I - A)^{-1} = 1 + A + A^2 + A^3 + \ldots$$

นั่นคือ

$$(I - A)^{-1} y = y + Ay + A^2 y + A^3 y + \ldots = x \quad (5)$$

โดยผลคูณระหว่าง $(I - A)^{-1}$ กับ y จะมีค่าเท่ากับ ผลรวมของขนาดมูลค่าของ y รวมกับมูลค่าของปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการผลิต y รวมกับมูลค่าของปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการผลิตปัจจัยการผลิตเหล่านั้น รวมย้อนกลับไปเรื่อยๆ จนถึงอนันต์ ซึ่งทั้งหมดย่อมจะมีค่าเท่ากับมูลค่าของผลผลิตรวม (Total demand = x) ที่ระบบเศรษฐกิจต้องผลิตขึ้นเพื่อรองรับความต้องการขั้นสุดท้าย (Final demand = y)

ในการศึกษานี้จะทำการวิเคราะห์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเท่านั้น เนื่องจากเป็นแหล่งของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญที่สุด และมีข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ที่จะใช้ในการวิเคราะห์ค่อนข้างครบถ้วนมากที่สุด

จากงานวิจัยของโครงการพัฒนาวิธีการประเมินความรับผิดชอบร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา (2552) ใน

การคำนวณขนาดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคพลังงาน (e) จากขนาดของผลผลิตรวม (x) แสดงได้ดังนี้

$$e = c^T Fx \tag{6}$$

โดยที่

e คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง (Scalar)

c คือ Conversion factor vector (k x 1) ซึ่งแสดงสัมประสิทธิ์ของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ของแหล่งเชื้อเพลิงหรือแหล่งพลังงานแต่ละประเภท

F คือ Energy input matrix (k x n) ซึ่งแสดงสัมประสิทธิ์ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทต่อมูลค่าของผลผลิตที่ได้จากแต่ละภาคการผลิต

x คือ Total demand vector (n x 1) ซึ่งแสดงปริมาณผลผลิตรวมของแต่ละภาคการผลิต

เมื่อแทนค่า $x = (I - A)^{-1} y$ ลงในสมการที่ 6 จะได้ว่า

$$e = c^T F(I - A)^{-1} y \tag{7}$$

สมการที่ 6 และ 7 นั้นเป็นสมการพื้นฐานที่ใช้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริงภายในประเทศ ในลักษณะที่ตรงกับวิธีคิดแบบภาระรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิต โดยสมการที่ 7 จะเป็นสมการที่อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำมาปรับใช้ในการคำนวณภาระความรับผิดชอบในลักษณะของภาระรับผิดชอบตามการบริโภค ด้วยการสมมติให้ z คือ มูลค่าของผลผลิตขั้นสุดท้ายที่มีการใช้จริงภายในประเทศ (ทั้งในรูปแบบของการบริโภคของครัวเรือนผู้บริโภค การใช้งานในธุรกรรมของภาครัฐ และการลงทุนของภาคการผลิตในประเทศ) ซึ่งจะสามารถคำนวณปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นที่เป็นผลมาจากความต้องการในการบริโภคและการใช้สินค้าที่มีขึ้นภายในประเทศ (e_c) ตามแนวคิดแบบภาระรับผิดชอบตามการบริโภคแสดงได้ดังนี้

$$e_c = c^T F(I - A)^{-1} z \tag{8}$$

ความแตกต่างของ e กับ e_c อยู่ที่ขนาดของ e คำนวณขึ้นจากค่าของ y หรือมูลค่าของผลผลิตขั้นสุดท้ายที่ได้มีการสร้างขึ้นจากภาคการผลิตต่างๆ ภายในประเทศ (y =

C+I+G+ΔS+X) ในขณะที่ e_c จะคำนวณขึ้นจากค่าของ z หรือมูลค่าของผลผลิตขั้นสุดท้ายภายในประเทศที่ถูกนำมาใช้เพื่อรองรับการบริโภคและการลงทุนภายในประเทศจริง (z = C+I+G+M)

ทั้งนี้สัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าปริมาณการใช้พลังงานประเภทต่างๆ เป็นตัวเลขปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะใช้การอ้างอิงการประมาณการปริมาณการปล่อยก๊าซที่กำหนดใน IPCC Guideline (2006) นั่นคือ ค่าสัมประสิทธิ์ของเชื้อเพลิงประเภท k จะเป็นผลคูณขององค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

$$c_k = NCV_k * CEF_k * OF_k * (44/12) \quad (9)$$

โดยที่

c_k คือ Conversion factor for fuel k (ton CO_2/Unit)

NCV_k คือ Net Calorific Value หรือ ค่าความร้อนต่อหน่วยของเชื้อเพลิงชนิด k (Tj/Unit)

CEF_k คือ Carbon Emission Factor หรือ สัมประสิทธิ์การปล่อยคาร์บอนต่อหน่วยพลังงานของเชื้อเพลิงชนิด k (ton Carbon/Tj)

OF_k คือ Oxidation Fraction หรือ สัดส่วนของปริมาณเชื้อเพลิงชนิด k ที่ก่อปฏิกิริยา Oxidation ในกระบวนการเผาไหม้ (ไม่มีหน่วย)

44/12 คือ สัดส่วนในการแปลงหน่วยน้ำหนักคาร์บอนเป็นน้ำหนัก CO_2 (ton Carbon/ton CO_2)

ในการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิตจะใช้สมการที่ 7 ส่วนสมการที่ 8 จะใช้ในการหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภาระรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิต และปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภาระรับผิดชอบตามการบริโภค ตามลำดับ ทั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ทั้ง 36 ภาคอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2548 จากการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมด 29 ชนิดด้วยกัน ทั้งในประเทศไทย บราซิล เดนมาร์ก และเยอรมัน เพื่อทำการเปรียบเทียบดูความแตกต่างระหว่างภาคอุตสาหกรรม ในการแบกรับภาระทางด้านสิ่งแวดล้อมของแต่ละประเทศ ซึ่งในการเปรียบเทียบดูภาระสิ่งแวดล้อมสามารถดูได้จากค่าสุทธิของ e- e_c หากค่าที่ได้มีค่าเป็นบวก แสดงว่าในภาคอุตสาหกรรมนั้นๆ ประเทศไทยจะต้องเป็นผู้รับภาระสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีสาเหตุมาจากสาขาการผลิตนั้น ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตที่สำคัญให้กับต่างชาติ หรือมีการย้ายฐานการผลิตคาร์บอนเกิดขึ้นนั่นเอง

ในส่วนต่อไปจะทำการวิเคราะห์ เมื่อประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีโดยนำเทคโนโลยีสะอาดจากประเทศต้นแบบ อย่างประเทศเดนมาร์กและประเทศเยอรมันมาใช้ในการวิเคราะห์ภาระสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ในงานวิจัยจะทำการแบ่งกลุ่มประเทศออกเป็นสองกลุ่มด้วยกัน นั่นคือ กลุ่มประเทศที่เป็นผู้นำในการใช้เทคโนโลยีสะอาด ได้แก่ ประเทศเดนมาร์ก และประเทศเยอรมัน ถือว่าเป็นกลุ่มประเทศที่มีเทคโนโลยีอยู่ในระดับเดียวกัน ส่วนกลุ่มที่สองเป็นประเทศที่ยังไม่มีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีสะอาดมากนัก และมีระดับเทคโนโลยีใกล้เคียงกัน ได้แก่ ประเทศไทย และประเทศบราซิล สาเหตุในการแบ่งกลุ่มประเทศ ก็เพื่อให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นในการเปรียบเทียบระดับเทคโนโลยีพลังงานสะอาด ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ซึ่งพิจารณาใน 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

1.ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าเสื่อมราคา (Depreciation) ต่อผลผลิตรวมทั้งหมด ของทั้งประเทศไทยและประเทศต้นแบบนำมาเปรียบเทียบกัน ด้วยการพิจารณาค่าความแตกต่างกันของเทคโนโลยีนั้น คือสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นในมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยีที่สะอาดมากขึ้น ตามข้อสมมติที่ว่า หากประเทศไทยใช้เทคโนโลยีในรูปแบบเดียวกันกับประเทศต้นแบบ และค่าเสื่อมราคาจะเป็นตัวสะท้อนระดับการใช้เทคโนโลยี เนื่องจาก เทคโนโลยีระดับสูงจะมีการใช้ปัจจัยทุนมาก (Capital intensive) ย่อมต้องมีค่าเสื่อมราคาที่สูงมากขึ้นตามไปด้วย ในทางตรงกันข้าม หากเทคโนโลยีอยู่ในระดับต่ำ นั่นคือมีการใช้ปัจจัยแรงงานมาก (Labor Intensive) ก็จะมีค่าเสื่อมราคาที่ต่ำด้วยเช่นกัน

-ส่วนการผลิตของภาคพลังงานในประเทศไทยในตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต จะถูกเปลี่ยนให้เป็นรูปแบบเดียวกับประเทศต้นแบบนั้นๆ เพราะหากมีการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดตามประเทศต้นแบบแล้ว ภาคพลังงานในประเทศไทยเองก็ต้องมีการผลิตในรูปแบบเดียวกันกับประเทศต้นแบบเองด้วย

-ค่า F หรือสัมประสิทธิ์การใช้เชื้อเพลิงในแต่ละประเภทต่อมูลค่าผลผลิตที่ได้จากแต่ละภาคการผลิตของประเทศไทย จะถูกเปลี่ยนให้เป็น F ของประเทศต้นแบบด้วย เนื่องจากรูปแบบเทคโนโลยีที่เหมือนกัน ย่อมที่จะมีลักษณะการใช้พลังงานแต่ละชนิดที่เหมือนกันด้วย

โดยทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวจะถูกใช้ในการวิเคราะห์ว่า หากประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีสะอาด ใช้ทรัพยากรพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ภาระทางด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย และปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายหลังจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีนั้นเป็นอย่างไร สุดท้ายคือการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบ

ภาระสิ่งแวดล้อม และมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีกับมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี (ซึ่งในที่นี่ได้กำหนดให้เป็นค่า (T) ของประเทศไทย และประเทศบราซิล ว่ามีความคุ้มค่าต่อการลงทุนในเทคโนโลยีสะอาดตามประเทศต้นแบบหรือไม่

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยผลการศึกษาทางด้านปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และภาระสิ่งแวดล้อมทั้งก่อนและหลังที่มีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี และอีกส่วนคือการวิเคราะห์มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตต่อการลงทุนทางด้านเทคโนโลยี ซึ่งในแต่ละส่วนจะนำเสนอ 5 ภาคอุตสาหกรรมที่สำคัญ

4.1 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการรับผิดชอบที่จุดผลิต และตามการบริโภค

<u>กรณีประเทศไทย</u>

ผลการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รายอุตสาหกรรมนี้ จะนำเสนอเฉพาะภาคส่วนที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด 5 อันดับแรกด้วยกัน โดยการประเมินการปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบที่จุดผลิต (e) ทั้งหมดมีค่า 178,585,852 ตัน ส่วนการปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการบริโภค (e_c) มีค่าทั้งหมด 155,136,818 ตัน โดยรายละเอียดการประเมินในรายอุตสาหกรรมที่สำคัญนั้น แสดงในตารางที่ 4.1 (สามารถดูรายละเอียดทั้ง 37 อุตสาหกรรมได้ในภาคผนวก ข) จะเห็นว่ามีภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้า เป็นภาคส่วนที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิต (e) มากที่สุดโดยมีสัดส่วนสูงถึง 32.07 % ของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ภาคการผลิตอุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร 10.35 % ภาคการเกษตร 6.54% ภาคการผลิตโลหะขั้นมูลฐาน 5.91 % และภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ 4.58 % ส่วนในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการบริโภค (e_c) ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้ามีสัดส่วนสูงที่สุดถึง 22.89% รองลงมาได้แก่ ภาคการผลิตอุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร 13.93% ภาคการผลิตโลหะขั้นมูลฐาน 9.43% ภาคการเกษตร 6.16 % และภาคการผลิตเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี 4.87 %

<u>กรณีประเทศบราซิล</u>

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบที่จุดผลิต (e) ทั้งหมดก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีมีค่าเท่ากับ 357,549,799 ตัน ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภค (e_c) ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 332,523,275 ตัน ในตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียด 5 อันดับอุตสาหกรรมแรกที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด ในด้านของการประเมินตามภาระรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิต ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้ามีสัดส่วนสูงที่สุดประมาณ 49.80 % ของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ภาคการเกษตร 6.41 % ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ 5.38 % ภาคการผลิตเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี 4.25 % และภาคการผลิตโค้ก การกลั่นปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู 3.40 % ส่วนการประเมินตามภาระรับผิดชอบตามการบริโภค ภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้าเป็นภาคส่วนที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดประมาณ 50.05 % รองลงมาได้แก่ ภาคการเกษตร 5.59 % ภาคการผลิตเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี 4.93 % ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ 4.68 % และภาคการผลิตโค้ก การกลั่นปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู 3.46 % ซึ่งจากการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้ง 2 กรณีมีความแตกต่างในแต่ละสาขาการผลิตไม่มากนัก

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญในประเทศไทย (ตัน)

ภาคอุตสาหกรรม	Production based (ตัน)	Consumption based (ตัน)
อันดับที่ 1	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า
	57,269,780(32.07%)	35,517,207(22.89%)
อันดับที่ 2	อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร	อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร
	18,488,566(10.35%)	21,609,286(13.93%)
อันดับที่ 3	ภาคการเกษตร	การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน
	11,674,172(6.54%)	14,635,540(9.43%)
อันดับที่ 4	การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน	ภาคการเกษตร
	10,561,956(5.91%)	9,553,616(6.16%)
อันดับที่ 5	ผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ	เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี
	8,172,555(4.58%)	7,555,875(4.87%)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญในประเทศบราซิล (ตัน)

ภาคอุตสาหกรรม	Production based (ตัน)	Consumption based (ตัน)
อันดับที่ 1	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า
	178,047,348(49.80%)	166,435,238(50.05%)
อันดับที่ 2	ภาคการเกษตร	ภาคการเกษตร
	22,926,040(6.41%)	18,572,049(5.59%)
อันดับที่ 3	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ	เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี
	19,226,372(5.38%)	16,394,083(4.93%)
อันดับที่ 4	เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ
	15,197,833(4.25%)	15,576,798(4.68%)
อันดับที่ 5	โค้ก การกลั่นปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู	โค้ก การกลั่นปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู
	12,145,819(3.40%)	11,506,116(3.46%)

4.2 การประเมินภาระสิ่งแวดล้อมก่อนมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีตามประเทศต้นแบบ

<u>กรณีประเทศไทย</u>

การประเมินภาระสิ่งแวดล้อมที่คิดจากส่วนต่างของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิตและภาระรับผิดชอบตามการบริโภค ($e-e_c$) โดยรวมทั้งหมดต้องแบกรับภาระทางด้านสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น 23,449,034 ตัน เมื่อวิเคราะห์เป็นรายอุตสาหกรรมจะเห็นได้จากตารางที่ 4.3 ว่าภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้าเป็นภาคส่วนที่มีการแบกรับภาระสิ่งแวดล้อมมากที่สุดถึง 21,752,572 ตัน รองลงมาได้แก่ ภาคการผลิตเครื่องจักรสำนักงานและการพิมพ์ ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ ภาคการเกษตร และภาคการผลิตสิ่งทอและเครื่องหนัง ซึ่งล้วนเป็นภาคอุตสาหกรรมที่ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตที่สำคัญให้กับต่างประเทศ ทำให้ประเทศต้องเป็นผู้แบกรับภาระด้านสิ่งแวดล้อม ส่วนภาคอุตสาหกรรมที่ประเทศไทยผลักภาระสิ่งแวดล้อมไปให้กับประเทศอื่นๆ มากที่สุดคือ ภาคการผลิตโลหะขั้นมูลฐาน (Basic Metal) มีปริมาณการผลักภาระสิ่งแวดล้อม 4,073,583 ตัน รองลงมาได้แก่ ภาคการผลิตอุปกรณ์วิทยุ โทรทัศน์และการสื่อสาร ภาคการผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ (ซึ่งมิได้ถูกจัดไว้ในประเภทอื่น) ภาคการทำเหมืองแร่และเหมืองหิน และภาคเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องอาศัยการนำเข้าสินค้า พึ่งพาการผลิตจากต่างประเทศเป็นสำคัญ

<u>กรณีประเทศบราซิล</u>

ปริมาณภาระสิ่งแวดล้อมทั้งหมดที่ประเทศบราซิลจะต้องเป็นผู้รับภาระมีค่าเท่ากับ 25,026,524 ตัน ส่วนในรายอุตสาหกรรมที่มีการรับภาระสิ่งแวดล้อมมากที่สุดคือ ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้าเช่นกันโดยมีปริมาณ 11,612,110 ตัน ซึ่งจะเห็นได้จากในตารางที่ 4.4 รองลงมาไม่ว่าจะเป็นภาคการเกษตร ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ การผลิตยานยนต์และการผลิตโลหะขั้นมูลฐาน ก็ล้วนแต่เป็นภาคการผลิตที่ประเทศบราซิลเป็นฐานการผลิตที่สำคัญทั้งสิ้น ส่วนสาขาที่ต้องผลักภาระสิ่งแวดล้อมไปให้กับประเทศอื่นๆ มากที่สุดได้แก่ อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร มีปริมาณ 1,249,824 ตัน รองลงมาได้แก่ เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี เครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์สำนักงาน อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ทางการแพทย์ และเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นภาคส่วนที่ประเทศบราซิลยังคงต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศ

ตารางที่ 4.3 ปริมาณภาระด้านสิ่งแวดล้อม 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญในประเทศไทย (ตัน)

ภาคอุตสาหกรรม	สาขาที่รับภาระสิ่งแวดล้อม (ตัน)	สาขาที่ผลักภาระสิ่งแวดล้อม (ตัน)
อันดับที่ 1	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า	การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน
	21,752,572	-4,073,583
อันดับที่ 2	เครื่องจักรสำนักงานการพิมพ์	อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร
	2,429,700	-3,120,720
อันดับที่ 3	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ	เครื่องจักรและอุปกรณ์
	2,340,951	-1,985,665
อันดับที่ 4	ภาคการเกษตร	การทำเหมืองแร่และเหมืองหิน
	2,120,556	-1,374,308
อันดับที่ 5	สิ่งทอและผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง	เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี
	1,659,565	-863,516

ตารางที่ 4.4 ปริมาณภาระด้านสิ่งแวดล้อม 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญในประเทศบราซิล (ตัน)

ภาคอุตสาหกรรม	สาขาที่รับภาระสิ่งแวดล้อม (ตัน)	สาขาที่ผลักภาระสิ่งแวดล้อม (ตัน)
อันดับที่ 1	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า	อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร
	11,612,110	-1,249,824
อันดับที่ 2	ภาคการเกษตร	เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี
	4,353,991	-1,196,250
อันดับที่ 3	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ	เครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์สำนักงาน
	3,649,573	-336,030
อันดับที่ 4	การผลิตยานยนต์	อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในทางการแพทย์
	2,448,106	-211,441
อันดับที่ 5	การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน	เครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า
	1,976,198	-169,196

4.3 การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภค และภาระสิ่งแวดล้อม หลังจากมีการพัฒนาเทคโนโลยีตามประเทศต้นแบบ

กรณีศึกษาประเทศไทยพัฒนาเทคโนโลยีแบบประเทศเดนมาร์ก

หลังจากการวิเคราะห์การพัฒนาเทคโนโลยีแบบประเทศเดนมาร์กในประเทศไทยพบว่า การเปลี่ยนแปลงการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภค (Δe_c) โดยรวมลดลงเท่ากับ 104,283,946 ตัน โดยมีภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้ามีปริมาณการปล่อยก๊าซลดลงมากที่สุดเท่ากับ 27,946,953 ตัน ดังในตารางที่ 4.5 รองลงมาได้แก่ อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน ภาคการผลิตเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี และภาคการผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ (ซึ่งมิได้รวมไว้ในประเภทอื่น) ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณภาระสิ่งแวดล้อมสามารถลดภาระได้ทั้งหมด 16,240,289 ตัน ซึ่งมีภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้าเป็นสาขาที่ลดภาระสิ่งแวดล้อมมากที่สุดกว่า 17 ล้านตัน ภายหลังการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีรองลงมาได้แก่ การผลิตเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์สำนักงาน ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ สิ่งทอ ผลิตภัณฑ์เครื่องหนังและรองเท้า และการผลิตยานยนต์

กรณีศึกษาประเทศบราซิลพัฒนาเทคโนโลยีแบบประเทศเดนมาร์ก

ภายหลังการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีประเทศบราซิลสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ทั้งหมดเท่ากับ 191,153,718 ตัน จากตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าสาขาที่มีการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดภายหลังมีการลงทุนในเทคโนโลยี คือ ภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้า สามารถลดได้เท่ากับ 131,639,850 ตัน รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี โค้ก การกลั่นปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู และการผลิตยานยนต์ ส่วนการลดภาระสิ่งแวดล้อมรวมทั้งหมดมีปริมาณเท่ากับ 14,580,238 ตัน มีภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้าสามารถลดภาระสิ่งแวดล้อมได้มากที่สุดกว่า 9 ล้านตัน อันดับต่อมาคือ ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ การผลิตยานยนต์ การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน และโค้ก การกลั่นปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการเปลี่ยนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภค (ตัน) และภาระสิ่งแวดล้อม (ตัน) 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศไทย ภายหลังมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีตามแบบประเทศเดนมาร์ก

ภาคอุตสาหกรรม	Δการปล่อยก๊าซ CO_2 (ตัน)	Δภาระสิ่งแวดล้อม (ตัน)
อันดับที่ 1	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า
	-27,946,953	-17,069,299
อันดับที่ 2	อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร	เครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์สำนักงาน
	-16,726,405	-1,801,083
อันดับที่ 3	การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ
	-10,804,770	-1,663,932
อันดับที่ 4	เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี	สิ่งทอ ผลิตภัณฑ์เครื่องหนังและรองเท้า
	-5,247,918	-1,170,988
อันดับที่ 5	เครื่องจักรและอุปกรณ์	การผลิตยานยนต์
	-4,890,496	-679,972

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการเปลี่ยนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภค (ตัน) และภาระสิ่งแวดล้อม (ตัน) 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศบราซิล ภายหลังมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีตามแบบประเทศเดนมาร์ก

ภาคอุตสาหกรรม	Δการปล่อยก๊าซ CO_2 (ตัน)	Δภาระสิ่งแวดล้อม (ตัน)
อันดับที่ 1	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า
	-131,639,850	-9,114,346
อันดับที่ 2	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ
	-11,058,713	-2,308,692
อันดับที่ 3	เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี	การผลิตยานยนต์
	-10,141,584	-1,614,374
อันดับที่ 4	โค้ก การกลั่นปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู	การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน
	-8,258,524	-1,170,251
อันดับที่ 5	การผลิตยานยนต์	โค้ก การกลั่นปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู
	-5,785,302	- 454,131

กรณีประเทศไทยพัฒนาเทคโนโลยีตามแบบประเทศเยอรมัน

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณลดลงภายหลังจากเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีเท่ากับ 69,712,018 ตัน จากตารางที่ 4.7 ภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้ามีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงมากที่สุดกว่า 16 ล้านตัน รองลงมาได้แก่ ภาคการเกษตร การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร และผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ ส่วนทางด้านของภาระสิ่งแวดล้อมโดยรวมสามารถลดปริมาณลงได้เท่ากับ 5,837,674 ตัน มีภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้าลดภาระสิ่งแวดล้อมได้มากที่สุดเท่ากับ 10,992,772 ตัน รองลงมาได้แก่ ภาคการผลิตเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์สำนักงาน ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ สิ่งทอและผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง และภาคการเกษตร

กรณีประเทศบราซิลพัฒนาเทคโนโลยีตามแบบประเทศเยอรมัน

ปริมาณการลดลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมเท่ากับ 42,727,785 ตัน จากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่ามีภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้าสามารถลดการปล่อยก๊าซได้มากที่สุดเท่ากับ 87,498,505 ตัน รองลงมาได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี ภาคการเกษตร และภาคการผลิตโค้ก การกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู ส่วนภาระสิ่งแวดล้อมมีปริมาณลดลงทั้งหมด 12,265,618 ตัน มีภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้าลดภาระสิ่งแวดล้อมได้มากที่สุด รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ ภาคการเกษตร การผลิตยานยนต์ และการผลิตโลหะขั้นมูลฐาน

ตารางที่ 4.7 ปริมาณการเปลี่ยนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภค (ตัน) และภาระสิ่งแวดล้อม (ตัน) 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศไทย ภายหลังมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีตามแบบประเทศเยอรมัน

ภาคอุตสาหกรรม	Δการปล่อยก๊าซ CO_2 (ตัน)	Δภาระสิ่งแวดล้อม (ตัน)
อันดับที่ 1	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า
	-16,965,113	-10,992,772
อันดับที่ 2	ภาคการเกษตร	เครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์สำนักงาน
	-15,953,135	-1,704,973
อันดับที่ 3	การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ
	-10,134,580	-1,561,645
อันดับที่ 4	อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร	ภาคการเกษตร
	-5,658,895	-1,258,954
อันดับที่ 5	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ	สิ่งทอและผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง
	-4,861,047	-1,096,893

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการเปลี่ยนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภค (ตัน) และภาระสิ่งแวดล้อม (ตัน) 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศบราซิล ภายหลังมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีตามแบบประเทศเยอรมัน

ภาคอุตสาหกรรม	Δการปล่อยก๊าซ CO_2 (ตัน)	Δภาระสิ่งแวดล้อม (ตัน)
อันดับที่ 1	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า
	-87,498,505	-5,939,788
อันดับที่ 2	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ
	-10,245,012	-2,106,740
อันดับที่ 3	เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี	ภาคการเกษตร
	-9,322,298	-1,752,350
อันดับที่ 4	ภาคการเกษตร	การผลิตยานยนต์
	-8,036,602	-1,486,408
อันดับที่ 5	โค้ก การกลั่นปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู	การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน
	-7,781,079	-1,047,298

4.4 การประเมินมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต จากการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามการบริโภคต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยีตามประเทศต้นแบบ

<u>กรณีที่ประเทศไทยและประเทศบราซิลลงทุนเทคโนโลยีตามแบบประเทศเดนมาร์ก</u>

ในประเทศไทยมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงต่อมูลค่าการลงทุนของประเทศไทย เมื่อพิจารณาแต่ละสาขาการผลิตจากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้าเป็นภาคการผลิตที่มีสัดส่วนการขายคาร์บอนเครดิตต่อมูลค่าการลงทุนเทคโนโลยีได้สูงสุดถึง 54,370,402 ดอลลาร์สหรัฐฯต่อล้านดอลลาร์สหรัฐฯ รองลงมาได้แก่การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร การผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ และภาคการผลิตเครื่องอุปกรณ์การขนส่งอื่นๆ จะเห็นได้ว่าทั้ง 5 อุตสาหกรรม ที่มีมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตสูงกว่ามูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี เป็นการยืนยันว่าการพัฒนาเทคโนโลยีนั้น จะส่งผลให้แต่ละภาคอุตสาหกรรมได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนเทคโนโลยี

ในส่วนของประเทศบราซิล จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่ามีภาคการผลิตเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้ามีสัดส่วนมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตต่อมูลค่าการลงทุนมากที่สุดประมาณ 10,979,339 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อล้านดอลลาร์สหรัฐฯ รองลงมาได้แก่ เครื่องอุปกรณ์การขนส่งอื่นๆ การผลิตเครื่องจักรสำนักงาน บัญชีและคำนวณ การผลิตอุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร และการผลิตเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี ดังนั้นภาคการผลิตเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นภาคส่วนเดียวที่มีมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตสูงกว่ามูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี

ตารางที่ 4.9 มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบประเทศเดนมาร์ก ใน 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศไทย และประเทศบราซิล (ดอลลาร์สหรัฐฯ/ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ)

ประเทศ / ภาคอุตสาหกรรม	ประเทศไทย ($/m$)	ประเทศบราซิล ($/m$)
อันดับที่ 1	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า	เครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า
	54,370,402	10,979,339
อันดับที่ 2	การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน	เครื่องอุปกรณ์การขนส่งอื่นๆ
	4,844,699	916,275
อันดับที่ 3	อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร	เครื่องจักรสำนักงาน บัญชีและคำนวณ
	4,199,891	592,485
อันดับที่ 4	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ	อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร
	1,920,549	559,948
อันดับที่ 5	เครื่องอุปกรณ์การขนส่งอื่นๆ	เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี
	1,656,499	525,922

<u>กรณีที่ประเทศไทยและประเทศบราซิลลงทุนเทคโนโลยีตามแบบประเทศเยอรมัน</u>

ในประเทศไทยสัดส่วนมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตโดยรวมจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี จากตารางที่ 4.10 จะเห็นได้ว่ามีภาคการผลิตโลหะขั้นมูลฐานมีสัดส่วนมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตต่อมูลค่าการลงทุนเทคโนโลยีที่สูงสุดเท่ากับ 5,962,638 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อล้านดอลลาร์สหรัฐฯ รองลงมาได้แก่ ภาคการผลิตอุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร ภาคการผลิตการไฟฟ้า ก๊าซ และการประปา ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า และภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ ซึ่งมี 4 อันดับอุตสาหกรรมแรกเท่านั้น ที่มีมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตสูงกว่ามูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี

ทางด้านของประเทศบราซิล จากตารางที่ 4.10 มีภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้ามีสัดส่วนมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยีสูงที่สุดเท่ากับ 4,501,390 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อล้านดอลลาร์สหรัฐฯ รองลงมาได้แก่ ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้และไม้ก๊อก เครื่องจักรสำนักงาน บัญชีและคำนวณ อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร และการผลิตยานยนต์ ซึ่งมีเพียงภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้าที่มีมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตสูงกว่ามูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี

ตารางที่ 4.10 มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบประเทศเยอรมัน ใน 5 อันดับอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศไทย และประเทศบราซิล (ดอลลาร์สหรัฐฯ/ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ)

ประเทศ / ภาคอุตสาหกรรม	ประเทศไทย ($/m$)	ประเทศบราซิล ($/m$)
อันดับที่ 1	การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า
	5,962,638	4,501,390
อันดับที่ 2	อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร	ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้และไม้ก๊อก
	4,555,807	809,554
อันดับที่ 3	การไฟฟ้า ก๊าซ และการประปา	เครื่องจักรสำนักงาน บัญชีและคำนวณ
	2,468,380	699,478
อันดับที่ 4	ภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า	อุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร
	1,611,498	639,611
อันดับที่ 5	ผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ	การผลิตยานยนต์
	947,458	411,348

จากผลการศึกษาแนวทางที่ประเทศไทยจะมีการพัฒนาเทคโนโลยีตามประเทศเดนมาร์กและประเทศเยอรมันนั้น ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงการใช้เชื้อเพลิงที่เน้นการใช้พลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานทดแทนมากขึ้น เช่น การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานความร้อนหรือพลังงานแสงอาทิตย์ ถือเป็นการทดแทนการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งการใช้พลังงานฟอสซิล จะส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศมากกว่าเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานหมุนเวียนที่มีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำมาก ส่วนการพัฒนาภาคการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ถ่านหินหรือก๊าซธรรมชาติ มาเป็นการใช้พลังงานทดแทนนั้น เป็นสิ่งที่สำคัญเนื่องจากพลังงานไฟฟ้าจะเป็นวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมอื่นๆ ในการผลิตสินค้า เท่ากับเป็นการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ต้นกระบวนการผลิต อย่างไรก็ตามแม้ว่าการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาด ทั้งในแง่ของการใช้เชื้อเพลิงวัตถุดิบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการผลิตสินค้า หรือการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง จะมีต้นทุนการลงทุนที่สูงมากก็ตาม แต่จากผลการศึกษาข้างต้นก็แสดงให้เห็นว่า ผลตอบแทนจากการขายคาร์บอนเครดิตจะมีสัดส่วนที่มากกว่ามูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี ในบางภาคอุตสาหกรรมที่สำคัญอย่าง ภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้า ภาคการผลิตโลหะขั้นมูลฐาน ภาคการผลิตอุปกรณ์วิทยุ โทรทัศน์และการสื่อสาร และภาคการผลิตอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศในระยะยาวทั้งในด้านของเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ภาระทางด้านสิ่งแวดล้อมรายอุตสาหกรรมในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2548 ทั้งก่อนและภายหลังมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีให้ใกล้เคียงกับประเทศต้นแบบ โดยใช้เครื่องมือปัจจัยการผลิตและผลผลิต และพิจารณาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ใน 37 รายอุตสาหกรรม ที่มาจากการคำนวณจากการใช้พลังงานทั้งหมด 29 ชนิดด้วยกัน โดยได้เลือกประเทศที่มีรูปแบบเทคโนโลยีที่ใกล้เคียงกับประเทศไทยมาอีกประเทศหนึ่ง นั่นคือ ประเทศบราซิล เพื่อให้การศึกษามีความชัดเจนและเปรียบเทียบได้ดีมากขึ้น และให้ประเทศเดนมาร์กและประเทศเยอรมันเป็นประเทศต้นแบบของการใช้เทคโนโลยีสะอาด โดยในการวิเคราะห์ภาระสิ่งแวดล้อมนั้น มาจากการคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สองส่วนด้วยกันคือ การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิต และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการบริโภค รวมถึงคำนวณมูลค่าการขายคาร์บอนเครดิตจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยีตามประเทศต้นแบบ

จากการศึกษาพบว่า ในประเทศไทยก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีนั้น ภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้า เป็นสาขาการผลิตที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด โดยในการปล่อยก๊าซปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบที่จุดผลิต (e) คิดเป็น 32.07 % ของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ภาคการผลิตอุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร ภาคการเกษตร การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน และภาคการผลิตอาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ ส่วนในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการบริโภค (e_c) คิดเป็น 30.89% ของปริมาณการปล่อยก๊าซทั้งหมด รองลงมาคือ ภาคการเกษตร ภาคการผลิตโลหะขั้นมูลฐาน ภาคการผลิตอุปกรณ์วิทยุ โทรทัศน์และการสื่อสาร และภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ โดยภาระสิ่งแวดล้อมทั้งหมดที่ประเทศไทยต้องแบกรับภาระอันเนื่องมาจากเป็นภาคอุตสาหกรรมที่เป็นฐานการผลิตที่สำคัญให้กับต่างประเทศ มีปริมาณทั้งหมดเท่ากับ 23,449,034 ตัน โดยมีภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า เป็นภาคที่ต้องแบก

รับภาระสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเท่ากับ 21,752,572 ตัน รองลงมาคือ ภาคการผลิตเครื่องจักร สำนักงานและการพิมพ์ ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ ภาคการเกษตร และภาคการผลิตสิ่งทอและผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง ส่วนภาคอุตสาหกรรมที่มีการผลักภาระสิ่งแวดล้อมเนื่องจากประเทศต้องพึ่งพาการนำเข้าสินค้าเพื่อการบริโภคภายในประเทศมากที่สุดในประเทศไทยได้แก่ ภาคการผลิตโลหะขั้นมูลฐาน รองลงมาได้แก่ ภาคการผลิตอุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร ภาคการผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ ภาคการทำเหมืองแร่และเหมืองหิน และภาคการผลิตเคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี

ส่วนในประเทศบราซิลเองก่อนที่จะมีการลงทุนในเทคโนโลยีมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบที่จุดผลิตทั้งหมดเท่ากับ 357,549,799 ตัน มีภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้า เป็นภาคส่วนที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคิดเป็น 49.80 % ของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด รองลงมาคือ ภาคการเกษตร ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์เคมีและเคมีภัณฑ์ และภาคการผลิตโค้ก การกลั่นปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการบริโภคมีปริมาณทั้งหมดเท่ากับ 332,523,275 ตัน มีภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้าเป็นภาคส่วนที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดเช่นเดียวกัน คิดเป็นสัดส่วนเท่ากับ 50.05 % ของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ภาคการเกษตร ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์เคมีและเคมีภัณฑ์ ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ และภาคการผลิตโค้ก การกลั่นปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู จากประเทศทั้งสองสังเกตได้ว่าเป็นประเทศที่มีการแบกรับภาระทางด้านสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน เนื่องจากต่างก็เป็นประเทศที่เป็นฐานการผลิตที่สำคัญให้กับประเทศที่พัฒนาแล้ว ทำให้มีสัดส่วนการผลิตมากกว่าการบริโภคภายในประเทศที่เกิดขึ้นจริง จึงมีโครงสร้างทางเศรษฐกิจที่พึ่งพาการส่งออกเป็นสำคัญ

และในภายหลังจากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีตามประเทศต้นแบบ โดยการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานเชื้อเพลิงแบบประเทศต้นแบบ ใช้พลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานทดแทนที่มากขึ้น เช่น พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ และพลังงานความร้อน รวมถึงเพิ่มการลงทุนในปัจจัยทุนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น พบว่าทั้งในประเทศไทยและประเทศบราซิล มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมลดลงทั้งในแบบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิต และตามการบริโภค ส่งผลให้มีภาระทางด้านสิ่งแวดล้อมลดลงทั้งในสองประเทศ โดยเมื่อประเทศไทยพัฒนาเทคโนโลยีตามประเทศต้นแบบภาคการขนส่งและการจัดเก็บ

สินค้ามีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ภาคการผลิตโลหะขั้นมูลฐาน ภาคการผลิตอุปกรณ์วิทยุโทรทัศน์และการสื่อสาร ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ และภาคการผลิตโค้ก การกลั่นปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู ส่วนภาคอุตสาหกรรมที่มีปริมาณภาระสิ่งแวดล้อมลดลงมากที่สุดคือภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้าเช่นกัน รองลงมาได้แก่ ภาคการผลิตเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์สำนักงาน ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ ภาคการผลิตสิ่งทอ ผลิตภัณฑ์เครื่องหนังและรองเท้า และภาคการผลิตยานยนต์ ส่วนในประเทศบราซิลนั้นมีภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้าเป็นภาคส่วนที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงมากที่สุด และมีภาระสิ่งแวดล้อมลดลงมากที่สุดเช่นเดียวกับประเทศไทย ภายหลังมีการพัฒนาเทคโนโลยีตามประเทศต้นแบบ

ผลจากการประเมินมูลค่าผลตอบแทนจากการขายคาร์บอนเครดิตต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยีตามประเทศต้นแบบ (T) นั้น พบว่าในประเทศไทยภาคอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าผลตอบแทนมากกว่ามูลค่าการลงทุน ได้แก่ ภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้า ภาคการผลิตโลหะขั้นมูลฐาน ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ ภาคการผลิตอุปกรณ์โทรทัศน์และการสื่อสาร และภาคการผลิตไฟฟ้า ก๊าซและการประปา ส่วนในประเทศบราซิลเองมีเพียงภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้า และภาคการผลิตเครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่มีมีสัดส่วนของผลตอบแทนมากกว่าการลงทุน

จากผลการศึกษาทั้งหมด จะเห็นได้ว่าภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้า เป็นภาคส่วนที่มีความสำคัญมากที่สุด ทั้งในด้านเป็นภาคส่วนที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดและภายหลังมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีเป็นภาคที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และภาระสิ่งแวดล้อมลดลงมากที่สุด รวมไปถึงเป็นภาคส่วนที่มีมูลค่าของผลตอบแทนจากการขายคาร์บอนเครดิตต่อมูลค่าการลงทุนสูงที่สุด ทั้งในประเทศไทยและประเทศบราซิล ดังนั้น ภาคการขนส่งและการจัดเก็บสินค้า เป็นภาคที่ประเทศไทยควรเร่งการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดมากที่สุด รองลงมาก็คือภาคส่วนที่ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตที่สำคัญให้กับต่างประเทศ ไม่ว่าจะเป็นภาคการผลิตโลหะขั้นมูลฐาน ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและยาสูบ ภาคการผลิตอุปกรณ์โทรทัศน์และการสื่อสาร เนื่องจากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีตามประเทศเดนมาร์กและประเทศเยอรมันให้ผลที่สอดคล้องกันในภาคอุตสาหกรรมดังกล่าว ถึงแม้ในภาคอุตสาหกรรมอื่นๆ ยังมีมูลค่าผลตอบแทนต่ำกว่ามูลค่าการลงทุน แต่โดยรวมแล้วภายหลังจากการพัฒนาเทคโนโลยีทั้งการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่ใกล้เคียงกับประเทศต้นแบบและการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานไฟฟ้าผลิตมาจากพลังงานหมุนเวียน ทั้งพลังงานจาก

แสงอาทิตย์ พลังงานลม หรือพลังงานความร้อน รวมถึงการเพิ่มการลงทุนในด้านของปัจจัยทุนให้มีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตมากขึ้น เช่น การใช้เชื้อเพลิงน้อยลงในการผลิตสินค้าเท่าเดิม หรือก่อให้เกิดของเสียน้อยลงจากการผลิต การเปลี่ยนแปลงทั้งหมดนี้จะทำให้การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และภาระสิ่งแวดล้อมโดยรวมลดลง และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่คุ้มค่าในอนาคต

5.2 **ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย**

ประเทศไทยควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดในภาคขนส่งและการจัดเก็บสินค้า ภาคการผลิตโลหะขั้นมูลฐาน ภาคการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเครื่องดื่มและยาสูบ ภาคการผลิตอุปกรณ์วิทยุ โทรทัศน์และการสื่อสาร เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีตามประเทศเดนมาร์กและประเทศเยอรมันให้ผลที่สอดคล้องกันในภาคอุตสาหกรรมดังกล่าว ดังนั้นควรมีการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานทดแทนให้มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็น การใช้พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานความร้อนในการผลิตกระแสไฟฟ้า ที่ต้องให้ความสำคัญกับภาคการผลิตไฟฟ้านั้น เพราะไฟฟ้าจะเป็นวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมอื่นๆ ในการผลิตสินค้าต่อไป นอกจากนี้ต้องมีการลงทุนในปัจจัยทุนเพิ่มขึ้น เพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตมากยิ่งขึ้น กล่าวคือ ใช้เชื้อเพลิงน้อยลงในการผลิตสินค้าจำนวนเท่าเดิม สามารถลดของเสียในกระบวนการผลิตได้ หรือสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละขั้นตอนการผลิต ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีดังที่กล่าวมา แม้จะมีต้นทุนการลงทุนที่สูงมาก แต่ผลการศึกษาแสดงให้เห็นแล้วว่า การลงทุนที่สูงนั้นจะให้ผลตอบแทนที่สูงมากด้วยเช่นกัน ดังนั้นในระยะยาวแล้วการพัฒนาเทคโนโลยีจะก่อให้ผลดีต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

5.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาในอนาคต

การศึกษาในครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดอยู่มาก ไม่ว่าจะเป็นด้านข้อมูลที่มีความละเอียด หรือความทันสมัยของข้อมูล เนื่องจากการเก็บข้อมูลเพื่อสร้างตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตในแต่ละภาคอุตสาหกรรมมีความซับซ้อนในรายละเอียดมาก รวมถึงข้อสมมติต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษายังคงมีหลายข้อด้วยกัน ทั้งนี้เป็นเพราะการวัดการลงทุนหรือการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีเป็นไปได้ยากมาก ไม่ว่าจะเป็นความซับซ้อนและรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูล ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปอาจทำการวิเคราะห์กระบวนการในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งวัฏจักรของตัวสินค้า เพราะการวิเคราะห์ในการศึกษานี้เพียงแค่การวิเคราะห์จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จึงเป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งของระบบเท่านั้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คลังปัญญาไทย. ภาวะโลกร้อน. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://www.panyathai.or.th [5 พฤศจิกายน 2553]

ชยันต์ ตันติวัสดาการ, ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล, สิรินทรเทพ เค้าประยูร และ โสภารัตน์ จารุสมบัติ. 2553. การพัฒนาวิธีการประเมินความรับผิดชอบร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอุตสาหกรรมระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา. กรุงเทพ ฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ชุมพล มณฑาทิพย์กุล. เทคโนโลยีสะอาด. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://www.thaicostreduction.com/ [21 กรกฎาคม 2554]

นิรมล สุธรรมกิจ และ ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล. 2551. พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol). โครงการพัฒนาความรู้และยุทธศาสตร์ด้านความตกลงพหุภาคีระหว่างประเทศด้านสิ่งแวดล้อม.

พีรดนย์ ตระกูลมีโชคชัย. 2548. ผลกระทบของข้อตกลงการค้าเสรีต่อการวิจัยและพัฒนาเภสัชภัณฑ์ทางการแพทย์ของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ระบบเครือข่ายสารสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกลไกการพัฒนาที่สะอาด. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://teenet.tei.or.th/Knowledge/cdm.html#1 [19 ตุลาคม 2553]

ศิลป์ชัย ปวีณพงษ์พัฒน์. 2544. ผลกระทบของความสัมพันธ์ระหว่างอุตสาหกรรมที่มีต่อผลการดำเนินงานของอุตสาหกรรมและการส่งผ่านข้อมูล. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, ภาควิชาการบัญชี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานนโยบายและแผนพัฒนา. ตัวอย่างการรายงานผลและการเผยแพร่ระบบฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานของไทย. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://www.eppo.go.th [16 ตุลาคม 2553]

หุ้นส่วนฟื้นฟูทะเลสาบสงขลา. เทคโนโลยีสะอาด. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://www.tei.or.th/songkhlalake/database/knowledge/knowledge_ct5.html#problem_CT. [16 ตุลาคม 2553]

ภาษาอังกฤษ

Areeya Rojvithee. 2010. Skills for green jobs in Thailand. Geneva : International Labour Office.

BlueNext Spot Market. Statistics. [Online]. 2011. Available from : http://bluenext.fr/statistics/downloads.php. [2011, March 24]

Bundit Limmeechokchai and Pawinee Suksuntornsiri. 2007. Assessment of cleaner electricity generation technologies for net CO_2 mitigation in Thailand. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11(2) : 315-330.

International Energy Agency. Energy Balance. [Online]. 2011. Available from : http://www.iea.org/stats/balancetable.asp?COUNTRY_CODE=DE [2011, July 26]

IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. [Online]. 2006. Available from : http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html [2010, December 9]

Kofoworola, O. F. and Gheewala, S. H.. 2008. An Input-output Analysis of Total Requirements of Energy and Greenhouse Gases for all Industrial Sectors in Thailand. Energy Environment, 9(3) : 177-196.

Limmeechokchai, B. and Suksuntornsiri, P.. 2007. Embedded energy and total greenhouse gas emissions in final consumptions within Thailand. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11(2) : 259-281.

OECD. Carbon Dioxide Emissions Embodied in International Trade. [Online]. 2011. Available from : http://www.oecd.org/document/22/0,3343,en_2649_34445_ 46878038_1_1_1_1,00.html [2011, March 5]

OECD.StatsExtracts. Input Output Database. [Online]. 2011. Available from : http://stats.oecd.org/index.aspx [2011, May 15]

Roland Berger Strategy Consultants. 2009. Economy Living Planet. Netherlands : Wereld Natuur Fonds.

Somporn Tanatvanit, Bundit Limmeechokchai and Ram M. Shrestha. 2004. CO_2 mitigation and power generation implications of clean supply-side and demand-side technologies in Thailand. Energy Policy, 32(1) : 83-90.

Suksuntornsiri, P. and Limmeechokchai, B. 2005. Implications of renewable energy on total CO_2 emissions in the power sector: The full energy-chains analysis in Thailand. Songklanakarin Journal Science Technology, (May-June): 549-562.

Wathanyu Amatayakul and Chuenchom Sangarasri Greacen. 2002. Thailand'sExperiences with Clean Energy Technologies : Power Purchase Programs. Thailand : National Energy Policy Office.

World Resources Institute. Climate Analysis Indicators Tool. [Online]. 2010. Available from : http://cait.wri.org [2010, October 15]

World Resources Institute. Total GHG Emissions in 2006. [Online]. 2010. Available from : http://cait.wri.org [2010, October 15]

บรรณานุกรม

ภาษาอังกฤษ

United Nations Statistics Division. ISIC Rev.4. [Online]. 2011. Available from : http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=27 [2011, May 29]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

นิยามของข้อมูลตามรหัส I/O และรายละเอียดพลังงาน

นิยามของข้อมูลตามรหัส I/O

I/O CODE	DESCRIPTION (ENG)	DESCRIPTION (THAI)
01	Agriculture, hunting, forestry and fishing	ภาคการเกษตร ป่าไม้ และการประมง
02	Mining and quarrying	การทำเหมืองแร่และเหมืองหิน
03	Food products, beverages and tobacco	ผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่ม และยาสูบ
04	Textiles, textile products, leather and footwear	สิ่งทอ ผลิตภัณฑ์สิ่งทอ เครื่องหนัง และรองเท้า
05	Wood and products of wood and cork	ไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้และไม้ก๊อก
06	Pulp, paper, paper products, printing and publishing	สิ่งพิมพ์ กระดาษ และผลิตภัณฑ์กระดาษ การพิมพ์และการพิมพ์โฆษณา
07	Coke, refined petroleum products and nuclear fuel	ผลิตภัณฑ์ถ่านโค้กและที่ได้จากน้ำมันการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมและเชื้อเพลิงปรมาณู
08	Chemicals and chemical products	เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี
09	Rubber and plastics products	ผลิตภัณฑ์ยางและพลาสติก
10	Other non-metallic mineral products	ผลิตภัณฑ์จากแร่อโลหะ
11	Basic metals	โลหะขั้นมูลฐาน
12	Fabricated metal products except machinery and equipment	ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโลหะประดิษฐ์ ยกเว้นเครื่องจักรและอุปกรณ์
13	Machinery and equipment n.e.c	เครื่องจักรและอุปกรณ์ซึ่งมิได้จัดไว้ในที่อื่น
14	Office, accounting and computing machinery	เครื่องจักรสำนักงาน เครื่องทำบัญชี และเครื่องคำนวณ
15	Electrical machinery and apparatus n.e.c	เครื่องจักรและเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งมิได้จัดไว้ในประเภทอื่น
16	Radio, television and communication equipment	อุปกรณ์และเครื่องอุปกรณ์วิทยุ โทรทัศน์และการสื่อสาร

I/O CODE	DESCRIPTION (ENG)	DESCRIPTION (THAI)
17	Medical, precision and optical instruments	อุปกรณ์ที่ใช้ในทางการแพทย์ การวัดความเที่ยง
18	Motor vehicles, trailers and semi-trailers	ยานยนต์ รถพ่วง และรถกึ่งรถพ่วง
19	Other transport equipment	เครื่องอุปกรณ์การขนส่งอื่นๆ
20	Manufacturing n.e.c; recycling	การรีไซเคิล และการผลิตซึ่งมิได้จัดไว้ในประเภทอื่น
21	Electricity, gas and water supply	การประปา ไฟฟ้า และก๊าซ
22	Construction	การก่อสร้าง
23	Wholesale and retail trade; repairs	การค้าปลีกและค้าส่ง
24	Hotels and restaurants	ร้านอาหารและโรงแรม
25	Transport and storage	การขนส่งและการจัดเก็บสินค้า
26	Post and telecommunications	บริการไปรษณีย์โทรเลข
27	Finance and insurance	บริการการเงินและการประกันชีวิต
28	Real estate activities	บริการด้านอสังหาริมทรัพย์
29	Renting of machinery and equipment	บริการการเช่าอุปกรณ์และเครื่องจักร
30	Computer and related activities	การบริการงานคอมพิวเตอร์
31	Research and development	การวิจัยและการพัฒนา
32	Other Business Activities	การบริการทางด้านธุรกิจอื่นๆ
33	Public admin. and defence; compulsory social security	ระบบดูแลสาธารณะ และการป้องกันประเทศ และประกันสังคมภาคบังคับ
34	Education	การศึกษา
35	Health and social work	งานสังคมและสุขภาพ
36	Other community, social and personal services	การบริการชุมชนสังคมและการบริการส่วนบุคคล

I/O CODE	DESCRIPTION (ENG)	DESCRIPTION (THAI)
37	Private households with employed persons	บุคคลผู้มีงานทำในหน่วยครัวเรือน

ที่มา: OECD.StatsExtracts (2011)

รายละเอียดพลังงานแต่ละชนิดที่ใช้ในการวิเคราะห์

ENERGY TYPE	DESCRIPTION (ENG)
01	Anthracite
02	Other Bituminous Coal
03	Sub-bituminous Coal
04	Lignite/Brown coal
05	Patent Fuel
06	Coke Oven Coke
07	Coal Tar
08	BKB Peat Briquettes
09	Gas Works Gas
10	Coke Oven Gas
11	Blast Furnace Gas
12	Oxygen Steel Furnace Gas
13	Naphtha
14	Liquified Petrolium Gases
15	Motor Gasoline
16	Aviation Gasoline
17	Jet Ketosene
18	Other Kerosene
19	Gas/Diesel
20	Fuel Oil
21	Natural Gas

ENERGY TYPE	DESCRIPTION (ENG)
22	Municipal Waste
23	Primary Solid Biomass
24	Biogas
25	Liquid Biofuels
26	Geothermal
27	Solar Thermal
28	Electricity
29	Heat

ที่มา: International Energy Agency (2011)

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลการศึกษา

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการผลิต และภาระรับผิดชอบตามการบริโภค รวมถึงภาระสิ่งแวดล้อม ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ในประเทศไทย ปี พ.ศ.2548 (ตัน)

Sector	e old	e old (%)	ec old	ec old (%)	(e-ec) old
001	11,674,172	6.54	9,553,616	6.16	2,120,556
002	3,028,600	1.70	4,402,907	2.84	-1,374,308
003	8,172,555	4.58	5,831,603	3.76	2,340,951
004	5,462,474	3.06	3,802,909	2.45	1,659,565
005	620,019	0.35	459,862	0.30	160,158
006	1,362,855	0.76	1,379,984	0.89	-17,129
007	6,155,462	3.45	5,366,307	3.46	789,155
008	6,692,359	3.75	7,555,875	4.87	-863,516
009	3,219,883	1.80	2,352,229	1.52	867,654
010	1,666,073	0.93	1,326,982	0.86	339,091
011	10,561,956	5.91	14,635,540	9.43	-4,073,583
012	2,161,441	1.21	2,475,710	1.60	-314,270
013	4,770,412	2.67	6,756,078	4.35	-1,985,665
014	6,714,198	3.76	4,284,498	2.76	2,429,700
015	4,714,805	2.64	5,403,382	3.48	-688,578
016	18,488,566	10.35	21,609,286	13.93	-3,120,720
017	670,123	0.38	858,405	0.55	-188,282
018	5,400,674	3.02	4,462,750	2.88	937,924
019	901,069	0.50	1,071,986	0.69	-170,918
020	2,414,820	1.35	1,655,093	1.07	759,727
021	3,998,908	2.24	3,686,645	2.38	312,263
022	3,500,248	1.96	3,491,007	2.25	9,241
023	2,734,484	1.53	1,911,850	1.23	822,633
024	1,838,178	1.03	1,396,415	0.90	441,763
025	57,269,780	32.07	35,517,208	22.89	21,752,572
026	515,297	0.29	394,887	0.25	120,410

Sector	e old	e old (%)	ec old	ec old (%)	(e-ec) old
027	721,519	0.40	658,029	0.42	63,490
028	166,113	0.09	139,008	0.09	27,104
029	-	0.00	-	0.00	-
030	-	0.00	-	0.00	-
031	17,116	0.01	16,832	0.01	284
032	917,375	0.51	939,974	0.61	-22,598
033	-	0.00	-	0.00	-
034	336,477	0.19	336,398	0.22	78
035	419,053	0.23	363,506	0.23	55,547
036	801,734	0.45	641,081	0.41	160,653
037	497,055	0.28	398,976	0.26	98,080
Total	178,585,852	100.00	155,136,818	100.00	23,449,034

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการผลิต และภาระรับผิดชอบตามการบริโภค รวมถึงภาระสิ่งแวดล้อม ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ในประเทศบราซิล ปีพ.ศ.2548 (ตัน)

Sector	e old	e old (%)	ec old	ec old (%)	(e-ec) old
001	22,926,040	6.41	18,572,049	5.59	4,353,991
002	8,097,265	2.26	7,638,525	2.30	458,740
003	19,226,372	5.38	15,576,798	4.68	3,649,573
004	4,879,636	1.36	4,285,817	1.29	593,819
005	1,114,501	0.31	696,138	0.21	418,364
006	4,069,001	1.14	3,620,725	1.09	448,276
007	12,145,819	3.40	11,506,116	3.46	639,703
008	15,197,833	4.25	16,394,083	4.93	-1,196,250
009	3,823,350	1.07	3,717,442	1.12	105,909
010	1,961,067	0.55	1,765,209	0.53	195,858
011	7,816,790	2.19	5,840,592	1.76	1,976,198
012	3,338,495	0.93	3,236,474	0.97	102,021
013	5,928,473	1.66	5,960,999	1.79	-32,526
014	1,286,630	0.36	1,622,661	0.49	-336,030
015	2,648,329	0.74	2,817,526	0.85	-169,196
016	5,001,743	1.40	6,251,567	1.88	-1,249,824
017	574,838	0.16	786,279	0.24	-211,441
018	10,945,491	3.06	8,497,385	2.56	2,448,106
019	2,238,929	0.63	1,788,159	0.54	450,770
020	1,096,888	0.31	1,010,204	0.30	86,684
021	6,154,269	1.72	6,012,747	1.81	141,522
022	5,967,778	1.67	5,933,624	1.78	34,154
023	5,351,846	1.50	5,037,852	1.52	313,994
024	2,314,223	0.65	2,258,875	0.68	55,348
025	178,047,348	49.80	166,435,238	50.05	11,612,110
026	4,318,065	1.21	4,391,341	1.32	-73,276

Sector	e old	e old (%)	ec old	ec old (%)	(e-ec) old
027	4,047,487	1.13	4,012,905	1.21	34,581
028	621,524	0.17	652,546	0.20	-31,022
029	-	0.00	-	0.00	-
030	-	0.00	-	0.00	-
031	-	0.00	-	0.00	-
032	3,400,493	0.95	3,277,067	0.99	123,426
033	5,882,254	1.65	5,859,485	1.76	22,770
034	1,700,707	0.48	1,700,980	0.51	-273
035	3,185,451	0.89	3,178,366	0.96	7,085
036	2,240,863	0.63	2,187,502	0.66	53,361
037	-	0.00	-	0.00	-
Total	357,549,799	100.00	332,523,275	100.00	25,026,524

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการบริโภค ภาระสิ่งแวดล้อมภายหลังมีการลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบประเทศเดนมาร์ก ในกรณีของประเทศไทย ปีพ.ศ.2548 (ตัน)

Sector	ec new	ec new (%)	Δ_{ec}	(e-ec) new	$\Delta_{(e-ec)}$
001	6,788,440	13.35	-2,765,176	1,500,216	-620,339
002	2,520,087	4.96	-1,882,820	-866,660	507,648
003	1,685,020	3.31	-4,146,584	677,019	-1,663,932
004	1,116,804	2.20	-2,686,106	488,577	-1,170,988
005	142,726	0.28	-317,136	49,603	-110,555
006	414,852	0.82	-965,132	-5,969	11,160
007	1,328,055	2.61	-4,038,252	197,263	-591,892
008	2,307,957	4.54	-5,247,918	-268,833	594,683
009	595,975	1.17	-1,756,254	221,955	-645,699
010	418,733	0.82	-908,249	107,183	-231,908
011	3,830,770	7.53	-10,804,770	-1,076,356	2,997,227
012	728,589	1.43	-1,747,121	-92,893	221,377
013	1,865,582	3.67	-4,890,496	-551,172	1,434,494
014	1,106,782	2.18	-3,177,716	628,617	-1,801,083
015	1,427,477	2.81	-3,975,905	-188,063	500,514
016	4,882,880	9.60	-16,726,406	-708,484	2,412,236
017	449,105	0.88	-409,300	-98,809	89,473
018	1,227,671	2.41	-3,235,079	257,952	-679,972
019	332,685	0.65	-739,302	- 52,980	117,937
020	780,298	1.53	-874,795	359,116	-400,611
021	1,146,076	2.25	-2,540,569	97,632	-214,631
022	969,044	1.91	-2,521,962	5,740	-3,501
023	2,818,373	5.54	906,523	1,225,633	402,999
024	792,303	1.56	- 604,113	251,306	-190,457
025	7,570,254	14.89	-27,946,954	4,683,273	-17,069,299
026	338,527	0.67	-56,360	103,881	-16,530

Sector	ec new	ec new (%)	Δ_{ec}	(e-ec) new	$\Delta_{(e-ec)}$
027	729,810	1.44	71,781	70,480	6,990
028	330,321	0.65	191,313	64,424	37,320
029	1,187	0.00	1,187	101	101
030	3,919	0.01	3,919	334	334
031	18,044	0.04	1,212	341	57
032	477,475	0.94	-462,498	-14,807	7,791
033	514,181	1.01	514,181	245	245
034	527,037	1.04	190,638	134	56
035	244,610	0.48	-118,895	37,379	-18,168
036	421,225	0.83	-219,856	105,369	-55,284
037	-	0.00	-398,976	-	-98,080
Total	50,852,872	100.00	-104,283,946	7,208,745	-16,240,289

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการบริโภค ภาระสิ่งแวดล้อมภายหลังมีการลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบประเทศเยอรมัน ในกรณีของประเทศไทย ปีพ.ศ.2548 (ตัน)

Sector	ec new	ec new (%)	Δ_{ec}	(e-ec) new	$\Delta_{(e-ec)}$
001	3,894,721	4.56	-5,658,895	861,602	-1,258,954
002	2,990,467	3.50	-1,412,440	-987,372	386,936
003	1,942,605	2.27	-3,888,998	779,307	-1,561,645
004	1,290,057	1.51	-2,512,852	562,672	-1,096,893
005	166,379	0.19	-293,483	57,329	-102,829
006	509,752	0.60	-870,232	-3,784	13,345
007	1,588,189	1.86	-3,778,118	234,208	-554,947
008	2,694,828	3.15	-4,861,047	-305,382	558,133
009	699,619	0.82	-1,652,610	256,658	-610,995
010	492,972	0.58	-834,010	124,374	-214,716
011	4,500,960	5.27	-10,134,580	-1,231,923	2,841,661
012	859,522	1.01	-1,616,188	-104,914	209,356
013	2,188,273	2.56	-4,567,805	-630,367	1,355,298
014	1,282,713	1.50	-3,001,786	724,727	-1,704,973
015	1,786,522	2.09	-3,616,861	-203,184	485,393
016	5,656,151	6.62	-15,953,135	-814,510	2,306,209
017	1,562,908	1.83	704,503	-321,311	-133,029
018	1,423,105	1.67	-3,039,645	297,913	-640,011
019	383,675	0.45	-688,312	-60,848	110,070
020	2,602,134	3.05	947,041	1,192,689	432,962
021	1,671,772	1.96	-2,014,873	142,713	-169,551
022	1,106,148	1.29	-2,384,859	5,872	-3,370
023	9,608,508	11.25	7,696,658	4,090,962	3,268,329
024	2,648,155	3.10	1,251,739	835,314	393,551
025	18,552,095	21.72	-16,965,113	10,759,800	-10,992,772
026	1,193,562	1.40	798,675	349,835	229,425

Sector	ec new	ec new (%)	Δ_{ec}	(e-ec) new	$\Delta_{(e-ec)}$
027	2,563,527	3.00	1,905,498	246,018	182,528
028	1,154,105	1.35	1,015,096	218,095	190,991
029	157,958	0.18	157,958	13,484	13,484
030	24,339	0.03	24,339	2,078	2,078
031	56,461	0.07	39,629	872	588
032	1,961,187	2.30	1,021,213	-6,110	16,488
033	2,088,524	2.44	2,088,524	34,393	34,393
034	1,748,794	2.05	1,412,395	1,408	1,330
035	806,572	0.94	443,066	123,243	67,696
036	1,567,542	1.83	926,461	365,500	204,847
037	-	0.00	-398,976	-	-98,080
Total	85,424,800	100.00	-69,712,018	17,611,360	-5,837,674

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการบริโภค ภาระสิ่งแวดล้อมภายหลังมีการลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบประเทศเดนมาร์ก ในกรณีของประเทศบราซิล ปีพ.ศ. 2548 (ตัน)

Sector	ec new	ec new (%)	Δ_{ec}	(e-ec) new	$\Delta_{(e-ec)}$
001	18,333,256	12.97	-238,792	4,527,062	173,071
002	3,209,573	2.27	-4,428,952	191,652	-267,089
003	5,435,214	3.84	-10,141,584	1,340,882	-2,308,692
004	1,863,669	1.32	-2,422,149	268,120	-325,699
005	258,626	0.18	-437,512	194,751	-223,613
006	1,302,508	0.92	-2,318,217	198,702	-249,573
007	3,247,592	2.30	-8,258,524	185,572	-454,131
008	5,335,370	3.77	-11,058,713	-570,872	625,378
009	1,199,757	0.85	-2,517,685	18,649	-87,260
010	667,451	0.47	-1,097,758	88,372	-107,486
011	1,883,882	1.33	-3,956,710	805,947	-1,170,251
012	1,375,010	0.97	-1,861,464	35,831	- 66,190
013	2,326,208	1.65	-3,634,791	-28,662	3,864
014	586,131	0.41	-1,036,529	-125,839	210,191
015	1,053,734	0.75	-1,763,791	- 77,293	91,904
016	2,035,821	1.44	-4,215,746	-421,527	828,297
017	758,410	0.54	-27,869	-214,104	-2,663
018	2,712,082	1.92	-5,785,302	833,732	-1,614,374
019	646,749	0.46	-1,141,410	167,247	-283,523
020	849,948	0.60	-160,256	75,573	-11,111
021	3,000,384	2.12	-3,012,363	45,195	-96,327
022	4,216,641	2.98	-1,716,983	22,138	-12,016
023	8,098,399	5.73	3,060,547	507,820	193,826
024	2,066,439	1.46	-192,435	50,280	-5,068
025	34,795,388	24.61	-131,639,850	2,497,764	-9,114,346
026	3,466,679	2.45	-924,663	-105,008	-31,731

Sector	ec new	ec new (%)	Δ_{ec}	(e-ec) new	$\Delta_{(e-ec)}$
027	5,065,886	3.58	1,052,980	18,813	-15,769
028	5,485,527	3.88	4,832,981	-290,420	-259,399
029	-	0.00	-	-	-
030	-	0.00	-	-	-
031	-	0.00	-	-	-
032	3,338,499	2.36	61,433	134,077	10,651
033	8,367,815	5.92	2,508,330	29,072	6,302
034	3,286,217	2.32	1,585,238	-1,187	-915
035	3,503,379	2.48	325,013	7,103	18
036	1,597,310	1.13	-590,192	36,847	-16,515
037	-	0.00	-	-	-
Total	141,369,556	100.00	-191,153,718	10,446,286	-14,580,238

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามภาระรับผิดชอบตามการบริโภค ภาระสิ่งแวดล้อมภายหลังมีการลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบประเทศเยอรมัน ในกรณีของประเทศบราซิล ปีพ.ศ. 2548 (ตัน)

Sector	ec new	ec new (%)	Δ_{ec}	(e-ec) new	$\Delta_{(e-ec)}$
001	10,535,447	3.64	-8,036,602	2,601,642	-1,752,350
002	3,683,224	1.27	-3,955,301	220,501	-238,239
003	6,254,501	2.16	-9,322,298	1,542,833	-2,106,740
004	2,145,339	0.74	-2,140,478	308,545	-285,274
005	298,767	0.10	-397,370	224,603	-193,761
006	1,505,592	0.52	-2,115,133	229,083	-219,193
007	3,725,038	1.29	-7,781,079	213,039	-426,663
008	6,149,071	2.12	-10,245,012	-656,002	540,247
009	1,383,553	0.48	-2,333,889	22,026	-83,882
010	769,410	0.27	-995,800	101,791	-94,067
011	2,170,588	0.75	-3,670,004	928,899	-1,047,298
012	1,581,765	0.55	-1,654,710	41,584	-60,437
013	2,676,438	0.92	-3,284,561	-32,742	-216
014	674,838	0.23	-947,823	-144,830	191,200
015	1,211,983	0.42	-1,605,543	-88,830	80,366
016	2,345,528	0.81	-3,906,039	-485,509	764,315
017	2,516,977	0.87	1,730,697	-710,198	-498,757
018	3,125,323	1.08	-5,372,061	961,698	-1,486,408
019	742,206	0.26	-1,045,953	192,051	-258,719
020	2,820,135	0.97	1,809,930	250,730	164,046
021	3,446,241	1.19	-2,566,507	52,332	-89,190
022	4,852,727	1.67	-1,080,896	25,479	-8,676
023	26,869,794	9.27	21,831,942	1,685,771	1,371,777
024	6,856,919	2.37	4,598,045	166,731	111,383
025	78,936,733	27.24	-87,498,505	5,672,321	-5,939,788
026	11,460,344	3.95	7,069,002	-346,117	-272,841

Sector	ec new	ec new (%)	Δ_{ec}	(e-ec) new	$\Delta_{(e-ec)}$
027	16,712,623	5.77	12,699,718	62,655	28,073
028	18,080,150	6.24	17,427,604	-957,902	-926,881
029	-	0.00	-	-	-
030	-	0.00	-	-	-
031	-	0.00	-	-	-
032	11,025,019	3.80	7,747,953	441,835	318,409
033	27,586,524	9.52	21,727,039	95,858	73,089
034	10,834,488	3.74	9,133,508	-3,916	-3,644
035	11,549,728	3.99	8,371,362	23,419	16,334
036	5,268,478	1.82	3,080,976	121,528	68,167
037	-	0.00	-	-	-
Total	289,795,489	100.00	-42,727,785	12,760,906	-12,265,618

มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต (ดอลลาร์สหรัฐฯ) ต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี (ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ) (T) กรณีประเทศไทย ลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบเทคโนโลยีในประเทศเดนมาร์ก

Sector	Δec	มูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี(m$)	มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต($)	T ($/m$)
001	-2,765,176	-407	70,952,750	-174,177
002	-1,882,820	-362	48,312,041	-133,570
003	-4,146,584	55	106,398,849	1,920,549
004	-2,686,106	235	68,923,860	292,853
005	-317,136	33	8,137,510	244,975
006	-965,132	64	24,764,706	384,335
007	-4,038,252	-294	103,619,132	-352,869
008	-5,247,918	114	134,658,434	1,176,928
009	-1,756,254	115	45,064,414	392,975
010	-908,249	88	23,305,132	266,024
011	-10,804,770	57	277,243,921	4,844,699
012	-1,747,121	74	44,830,086	601,810
013	-4,890,496	107	125,487,198	1,173,657
014	-3,177,716	121	81,538,283	672,571
015	-3,975,905	57	102,019,345	1,801,850
016	-16,726,406	102	429,189,541	4,199,891
017	-409,300	31	10,502,396	336,333
018	-3,235,079	255	83,010,183	325,939
019	-739,302	11	18,970,037	1,656,499
020	- 874,795	154	22,446,723	145,662
021	-2,540,569	-218	65,189,464	-299,236
022	-2,521,962	208	64,712,043	310,932
023	906,523	1,249	-23,260,837	-18,623
024	-604,113	293	15,501,167	52,914
025	-27,946,954	13	717,102,063	54,370,402
026	-56,360	51	1,446,169	28,575

Sector	Δec	มูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี(m$)	มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต($)	T ($/m$)
027	71,781	104	-1,841,861	-17,676
028	191,313	-111	-4,908,974	44,334
029	1,187	-	-30,453	-
030	3,919	-	-100,564	-
031	1,212	-2	-31,097	18,628
032	-462,498	122	11,867,428	97,286
033	514,181	-924	-13,193,572	14,277
034	190,638	59	-4,891,661	-82,796
035	-118,895	211	3,050,784	14,474
036	-219,856	65	5,641,381	87,403
037	-398,976	75	10,237,474	137,163
Total	-104,283,946	1,807	2,675,863,492	1,480,599

มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต (ดอลลาร์สหรัฐฯ) ต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี (ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ) (T) กรณีประเทศไทย ลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบเทคโนโลยีในประเทศเยอรมัน

Sector	Δec	มูลค่าการลงทุนเทคโนโลยี(m$)	มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต($)	T ($/m$)
001	-5,658,895	-397	145,203,847	-365,687
002	-1,412,440	-71	36,242,374	-508,018
003	-3,888,998	105	99,789,356	947,458
004	-2,512,852	240	64,478,287	268,465
005	-293,483	17	7,530,600	449,721
006	-870,232	43	22,329,623	521,815
007	-3,778,118	-248	96,944,241	-391,426
008	-4,861,047	126	124,731,546	992,440
009	-1,652,610	97	42,404,982	435,607
010	-834,010	90	21,400,207	236,751
011	-10,134,580	44	260,047,246	5,962,638
012	-1,616,188	71	41,470,416	583,129
013	-4,567,805	101	117,207,124	1,162,320
014	-3,001,786	102	77,024,016	755,757
015	-3,616,861	99	92,806,471	939,598
016	-15,953,135	90	409,347,876	4,555,807
017	704,503	31	-18,077,116	-585,754
018	-3,039,645	145	77,995,461	536,674
019	-688,312	24	17,661,660	724,676
020	947,041	139	-24,300,493	-175,268
021	-2,014,873	21	51,700,425	2,468,380
022	-2,384,859	188	61,194,041	325,736
023	7,696,658	1,552	-197,491,628	-127,264
024	1,251,739	288	-32,118,879	-111,435
025	-16,965,113	270	435,314,617	1,611,498
026	798,675	-11	-20,493,530	1,907,099

Sector	Δec	มูลค่าการลงทุนเทคโนโลยี(m$)	มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต($)	T ($/m$)
027	1,905,498	-74	-48,893,948	656,814
028	1,015,096	-130	- 26,046,763	200,438
029	157,958	-	- 4,053,116	-
030	24,339	-	-624,525	-
031	39,629	-10	-1,016,857	101,154
032	1,021,213	84	-26,203,721	-310,106
033	2,088,524	-861	-53,590,285	62,250
034	1,412,395	112	-36,241,217	-323,905
035	443,066	92	-11,368,816	-123,252
036	926,461	-12	-23,772,432	1,910,152
037	-398,976	75	10,237,474	137,163
Total	-69,712,018	2,431	1,891,719,271	778,027

มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต (ดอลลาร์สหรัฐฯ) ต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี (ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ) (T) กรณีประเทศบราซิล ลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบเทคโนโลยีในประเทศเดนมาร์ก

Sector	Δec	**มูลค่าการลงทุนเทคโนโลยี(m$)**	**มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต($)**	T ($/m$)
001	-238,792	-2,914	6,127,271	-2,103
002	-4,428,952	-356	113,644,240	319,440
003	-10,141,584	543	260,226,963	479,128
004	-2,422,149	153	62,150,881	407,394
005	-437,512	105	11,226,290	107,411
006	-2,318,217	396	59,484,061	150,084
007	-8,258,524	-43	211,908,771	-4,903,792
008	-11,058,713	540	283,759,937	525,922
009	-2,517,685	291	64,602,286	221,787
010	-1,097,758	120	28,167,820	235,713
011	-3,956,710	314	101,526,798	323,693
012	-1,861,464	362	47,764,055	131,876
013	-3,634,791	411	93,266,560	227,091
014	-1,036,529	45	26,596,724	592,485
015	-1,763,791	4	45,257,828	10,979,339
016	-4,215,746	193	108,173,514	559,948
017	-27,869	83	715,107	8,612
018	-5,785,302	841	148,447,387	176,579
019	-1,141,410	32	29,287,899	916,275
020	-160,256	128	4,112,079	32,250
021	-3,012,363	-118	77,295,422	-655,505
022	-1,716,983	987	44,056,746	44,655
023	3,060,547	1,805	-78,531,798	-43,504
024	-192,435	547	4,937,777	9,028
025	-131,639,850	-853	3,377,799,557	-3,959,400
026	-924,663	516	23,726,290	45,958

Sector	Δec	มูลค่าการลงทุนเทคโนโลยี(m$)	มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต($)	T ($/m$)
027	1,052,980	1,062	-27,018,845	-25,431
028	4,832,981	109	-124,011,399	-1,138,676
029	-	-	-	-
030	-	-	-	-
031	-	-	-	-
032	61,433	905	-1,576,329	-1,742
033	2,508,330	398	-64,362,245	-161,604
034	1,585,238	103	-40,676,253	-395,592
035	325,013	2,362	-8,339,647	-3,531
036	-590,192	233	15,143,972	64,899
037	-	-	-	-
Total	-191,153,718	9,303	4,904,889,721	527,242

มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต (ดอลลาร์สหรัฐฯ) ต่อมูลค่าการลงทุนในเทคโนโลยี (ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ) (T) กรณีประเทศบราซิล ลงทุนในเทคโนโลยีตามแบบเทคโนโลยีในประเทศเยอรมัน

Sector	Δ_{ec}	**มูลค่าการลงทุนเทคโนโลยี**(m$)	**มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต($)**	T ($/m$)
001	-8,036,602	-2,866	206,214,381	-71,952
002	-3,955,301	376	101,490,648	269,785
003	-9,322,298	657	239,204,561	363,889
004	-2,140,478	165	54,923,393	332,377
005	-397,370	13	10,196,287	809,554
006	-2,115,133	147	54,273,034	369,883
007	-7,781,079	-8	199,657,808	-23,526,169
008	-10,245,012	600	262,880,855	438,271
009	-2,333,889	200	59,886,195	299,877
010	-995,800	131	25,551,618	195,091
011	-3,670,004	223	94,170,100	422,381
012	-1,654,710	332	42,458,858	127,730
013	-3,284,561	357	84,279,874	236,043
014	- 947,823	35	24,320,570	699,478
015	-1,605,543	195	41,197,261	211,722
016	-3,906,039	157	100,226,615	639,611
017	1,730,697	81	-44,408,657	-545,542
018	-5,372,061	335	137,843,865	411,348
019	-1,045,953	102	26,838,530	262,199
020	1,809,930	102	-46,441,722	-454,206
021	-2,566,507	369	65,855,022	178,488
022	-1,080,896	812	27,735,150	34,154
023	21,831,942	2,825	-560,194,536	-198,320
024	4,598,045	536	-117,983,068	-220,049
025	-87,498,505	499	2,245,159,133	4,501,390
026	7,069,002	-37	-181,386,353	4,961,350

Sector	Δec	มูลค่าการลงทุนเทคโนโลยี(m$)	มูลค่าการขายคาร์บอนเครดิต($)	T ($/m$)
027	12,699,718	-193	-325,867,132	1,685,188
028	17,427,604	76	-447,181,869	-5,863,165
029	-	-	-	-
030	-	-	-	-
031	-	-	-	-
032	7,747,953	-49	-198,807,817	4,053,928
033	21,727,039	1,007	-557,502,795	-553,694
034	9,133,508	445	-234,360,347	-526,107
035	8,371,362	460	-214,804,136	-467,263
036	3,080,976	-175	-79,055,988	452,858
037	-	-	-	-
Total	-42,727,785	7,909	1,096,369,337	138,621

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวณิรดา ภูมิสิริภักดี เกิดเมื่อวันอาทิตย์ที่ 5 ตุลาคม พ.ศ.2529 ที่กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	สถานศึกษา	วุฒิการศึกษา	ปีที่จบ
ประถมศึกษา	โรงเรียนมารีย์อุปถัมภ์	-	ปี พ.ศ.2541
มัธยมศึกษา	โรงเรียนนาคประสิทธิ์	-	ปี พ.ศ.2547
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	วท.บ.	ปี พ.ศ.2551

จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย