



วิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหา
มลภาวะทางอากาศของประเทศไทย

AN ANALYSIS OF INTERNATIONAL TRADE AND AIR
POLLUTION PROBLEM RELATIONSHIP IN THAILAND

นายไพบุลย์ ชีววิญญู

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหามลภาวะทางอากาศ
ของประเทศไทย

An Analysis of International Trade and Air Pollution Problem Relationship in Thailand

โดย

นายไพฑูลย์ จีวีวิญญู

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต

พ.ศ. 2551

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รศ.จิรพรรณ ชีรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ท่านได้กรุณาให้แนวทาง คำแนะนำ ตลอดจนคำปรึกษาอันมีคุณค่ายิ่ง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ ดร.วัลลภศรี พลทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณบิดา มารดา พี่ชายและเพื่อนๆ ผู้ซึ่งให้การสนับสนุนและให้กำลังใจ ในช่วงของ การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา รวมถึงผู้เขียนตำรา เอกสาร บทความต่างๆ ที่ผู้เขียนได้ศึกษาค้นคว้าและนำมาอ้างอิงในการศึกษาครั้งนี้

คุณค่าอันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากเกิดความผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

ไพบุลย์ ชีววิญญู

มิถุนายน 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
นิยามศัพท์	4
วิธีการวิจัย	6
การเก็บรวบรวมข้อมูล	6
การวิเคราะห์ข้อมูล	6
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	8
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
แบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย	22
สมมติฐานแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย	26
บทที่ 3 สถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย สภาพทั่วไปของการค้าระหว่างประเทศและ ปัจจัยอื่นที่ส่งผลกระทบต่อการสร้างมลภาวะ	29
สถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย	29
สภาพทั่วไปของการค้าระหว่างประเทศของไทย	51
ปัจจัยอื่นที่ส่งผลกระทบต่อการสร้างมลภาวะ	72
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์	94
ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหา มลพิษทางอากาศของประเทศไทย	94

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการ ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทย	94
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการ ปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของประเทศไทย	98
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการ ปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของประเทศไทย	101
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการ ปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทย	105
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการ ปล่อยก๊าซมีเทนของประเทศไทย	109
ส่วนที่ 2 การคาดการณ์แนวโน้มปริมาณการปล่อยก๊าซปี 2550-2560	117
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	118
สรุป	118
ข้อเสนอแนะ	122
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	123
ภาคผนวก	129
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	139

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปรียบเทียบปริมาณของ HC , CO , NO _x และอนุภาคต่างๆ ที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซล	30
2	ปริมาณของ HC , CO และ NO _x ที่ปล่อยออกมาจากท่อไอเสียขณะที่เครื่องยนต์อยู่ในระหว่างการใช้งานแบบต่างๆ	30
3	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ พ.ศ. 2540 – 2549	37
4	ปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ พ.ศ. 2540 – 2549	38
5	ปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ พ.ศ. 2540 – 2549	39
6	คุณสมบัติของก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ	41
7	การปล่อยก๊าซมีเทนจากการทำนา	45
8	การปล่อยก๊าซมีเทนจากการเลี้ยงปศุสัตว์	46
9	การปล่อยมีเทนจากของเสีย	47
10	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ พ.ศ. 2540 – 2549	49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน ^{1/} จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ พ.ศ. 2540 – 2549	50
12	สัดส่วนปริมาณการค้าระหว่างประเทศต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ปี พ.ศ. 2530-2549	53
13	มูลค่าการส่งออก มูลค่าการนำเข้าและดุลการค้า ปี พ.ศ. 2530-2549	54
14	โครงสร้างสินค้าส่งออกของไทย ปี พ.ศ. 2545-2549	57
15	โครงสร้างสินค้านำเข้า ปี พ.ศ. 2545-2549	58
16	ตลาดส่งออกสินค้าสำคัญของไทย ปี พ.ศ. 2546-2549	61
17	แหล่งนำเข้าสินค้าสำคัญของไทย ปี พ.ศ. 2546-2549	62
18	สินค้าส่งออก 20 อันดับแรกของไทย ปี พ.ศ. 2547-2550	65
19	สินค้านำเข้า 20 อันดับแรกของไทย ปี พ.ศ. 2547-2550	69
20	สัดส่วนผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศภาคเกษตรเทียบกับนอกภาคเกษตร	73
21	ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศจำแนกตามสาขาการผลิต การลงทุนและ การบริโภคของประเทศไทย	75
22	มูลค่าและอัตราการขยายตัวของสต็อกทุนสุทธิจำแนกตามกิจกรรมการผลิต	78

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทุนต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิต (Incremental Capital Output Ratio : ICOR)	79
24	ค่า ICOR จำแนกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ	80
25	การสะสมทุนประเภทเครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ	81
26	จำนวนแรงงานจำแนกตามภาคการผลิต	82
27	ผลิตภาพการผลิตรวม (Total Factor Productivity : TFP)	83
28	อัตราการขยายตัวของ GDP ปัจจัยการผลิตและ TFP ปี 2525-2549	84
29	สถิติโรงงานอุตสาหกรรมที่ประกอบกิจการในรอบปี 2546 – 2550	87
30	จำนวนโรงงานจำแนกตามขนาดและภาค พ.ศ. 2547	88
31	การบริโภคพลังงานจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ	89
32	การบริโภคพลังงานจำแนกตามประเภทพลังงานในสาขาขนส่งปี 2549	91
33	การบริโภคพลังงานจำแนกตามประเภทพลังงานในสาขาอุตสาหกรรม ปี 2549	92
34	สถิติการปลูกข้าว พ.ศ. 2534 – 2549	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
35	ผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทย	96
36	ผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของประเทศไทย	100
37	ผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของประเทศไทย	103
38	ผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทย	107
39	ผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของประเทศไทย	111
40	สรุปผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจอันเนื่องมาจากการค้าระหว่างประเทศที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย	113
41	การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซต่างๆของประเทศไทย ปี 2550-2560	117

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1 วัฏจักรคาร์บอน

42

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันหลายประเทศในโลกต่างมุ่งไปสู่การพัฒนาการค้าและการลงทุนระหว่างประเทศ ต่างฝ่ายต่างก็ต้องการเป็นผู้นำในด้านเศรษฐกิจในเวทีการค้าโลก ทำให้แต่ละประเทศมีการแข่งขันกันในด้านอุตสาหกรรม ซึ่งในการผลิตสินค้าเพื่อส่งออกนั้นทรัพยากรธรรมชาติได้ถูกนำไปใช้เพิ่มมากขึ้น ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติเหล่านั้นลดลงอย่างรวดเร็ว รวมทั้งได้รับผลกระทบและเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมตามมา สำหรับประเทศไทยในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาภายหลังที่ได้มีการนำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติมาใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ จะเห็นได้ว่าเศรษฐกิจและสังคมของไทยได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างมากทั้งในด้านโครงสร้างการผลิต รายได้ ลักษณะการบริโภค และค่านิยม ตลอดจนมาตรฐานชีวิตและความเป็นอยู่ของประชาชนก็มีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ในทางด้านการผลิตนั้นได้เปลี่ยนจากการผลิตเพื่อยังชีพมาเป็นการผลิตเพื่อการค้ามากขึ้น ทำให้มีการบุกเบิกที่ดินทำกินและขยายพื้นที่ทำการเพาะปลูกมากขึ้นในทุกภาคของประเทศซึ่งการขยายตัวอย่างรวดเร็วดังกล่าวมีส่วนสร้างความเสื่อมโทรมให้กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

หลังจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ.2525-2529) เป็นต้นมา ประเทศไทยได้มีการเปิดประเทศมากขึ้นตามลำดับจะเห็นได้จากมูลค่าการค้าระหว่างประเทศได้เพิ่มจาก 634,062.10 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2530 เป็น 9,880,294.80 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2549 (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2550) จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเพิ่มขึ้นถึง 9,246,232.70 ล้านบาทภายในระยะเวลา 19 ปี แสดงว่าประเทศไทยได้มีการเปิดประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงอาจกล่าวได้ว่า ประเทศไทยนั้นมีการพึ่งพิงภาคการค้าระหว่างประเทศค่อนข้างมาก ซึ่งการเปิดประเทศเพิ่มขึ้นดังกล่าวนี้เป็นผลมาจากความต้องการที่จะให้ประเทศมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในระดับสูง จึงมีการส่งเสริมการลงทุนในรูปแบบต่างๆ ทำให้เกิดการย้ายฐานการผลิตเข้ามาในประเทศไทย ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนย้ายเงินทุนโดยตรงจากต่างประเทศเข้ามาในประเทศเป็นอย่างมาก การลงทุนที่เพิ่มขึ้นนั้น ส่งผลให้มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการนำเข้าสินค้าทุน เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต จากต่างประเทศ

และจากปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ทำให้โครงสร้างการส่งออกของประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงจากการส่งออกสินค้าเกษตรกรรมมาเป็นการส่งออกสินค้าอุตสาหกรรม โดยการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศย่อมยากที่จะหลีกเลี่ยงการทำลายสภาวะแวดล้อมต่างๆ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ได้เคยเกิดขึ้นมาแล้วในประเทศอุตสาหกรรมทั้งหลาย

มลภาวะเป็นพิษเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมสำคัญอีกประการหนึ่งของประเทศไทยซึ่งเกิดจากการพัฒนาประเทศมีการนำเข้าสินค้าทุนเป็นส่วนใหญ่ และส่งเสริมการผลิตเพื่อส่งออก ปริมาณการปล่อยก๊าซพิษต่างๆ และก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 125,782 พันตัน ในปี พ.ศ. 2533 ได้เพิ่มเป็นเป็น 188,663 พันตัน ในปี พ.ศ. 2549 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2549) ปัญหาสิ่งแวดล้อมดังกล่าวมีสาเหตุสำคัญมาจากการเร่งการพัฒนาประเทศ โดยจะเห็นได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยมีการตั้งเป้าหมายการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเบื้องต้นไว้ในแต่ละแผน ดังนี้ แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 1 (2504 – 2509) มีเป้าหมายเฉลี่ยร้อยละ 5.3 แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 2 (2510 – 2514) มีเป้าหมายเฉลี่ยร้อยละ 8.5 แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 3 (2515 – 2519) มีเป้าหมายเฉลี่ยร้อยละ 7.0 แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 4 (2520-2524) มีเป้าหมายเฉลี่ยร้อยละ 7.0 แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5 (2525-2529) มีเป้าหมายเฉลี่ยร้อยละ 6.6 แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (2530-2534) มีเป้าหมายเฉลี่ยร้อยละ 5 แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 7 (2535-2539) มีเป้าหมายเฉลี่ยร้อยละ 8.4 แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8 (2540 – 2544) มีเป้าหมายเฉลี่ยร้อยละ 8 แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 9 (2545 – 2549) มีเป้าหมายเฉลี่ยร้อยละ 4-5 ต่อปี และแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 10 (2550 – 2554) มีเป้าหมายเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 3

แม้ว่าการเข้ามาลงทุนหรือการผลิตเพื่อส่งออกเหล่านั้นจะนำมาซึ่งเงินตราอย่างมากในระบบเศรษฐกิจแต่การผลิตสินค้าในอุตสาหกรรมบางประเภทก็ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมในหลายด้าน ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงผลเสียจากมลพิษที่เกิดขึ้นในระยะยาวแล้ว ภาครัฐต้องสูญเสียเงินอย่างมากในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมดังกล่าว อีกทั้งการเปิดประเทศได้ก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านองค์ประกอบการผลิต (Composition Effect) คือเปลี่ยนโครงสร้างการผลิตจากสินค้าเกษตรกรรมเป็นการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมและการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นนั้นก่อให้เกิดผลกระทบที่เกิดจากขนาดทางการผลิต (Scale Effect) คือเมื่อมีการผลิตสินค้าและบริการมากมลพิษก็ย่อมมากตามไปด้วย ดังนั้นก่อนที่จะมุ่งประเด็นไปที่การพัฒนาเศรษฐกิจ การค้า การลงทุน ควรกลับมามองปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ประสบอยู่หรือที่อาจเกิดขึ้น ถ้าปล่อยให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมอย่าง

ไม่จำกัดและไม่มีการจัดการควบคุมดูแลหรือวางมาตรการเรื่องสิ่งแวดล้อมที่ดีเพียงพอ
ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อันเป็นข้อได้เปรียบ ก็จะค่อยๆเสื่อมโทรมลงและสูญสิ้นไปในที่สุด

ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับ
ปัญหาหมอกควันทางอากาศของประเทศไทย โดยสถานการณ์หมอกควันทางอากาศของประเทศไทย
แบ่งออกเป็น ก๊าซเรือนกระจกและก๊าซพิษ ซึ่งเป็นปัญหาหมอกควันทางอากาศที่สำคัญของประเท
ศไทย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์สภาพทั่วไปของการค้าระหว่างประเทศ และ สถานการณ์หมอกควันทาง
อากาศของประเทศไทย
2. ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางเศรษฐกิจอันเนื่องมาจากการค้าระหว่างประเทศ กับ
ปัญหาหมอกควันทางอากาศของประเทศไทย

ขอบเขตการวิจัย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหาหมอกควันทางอากาศ
ของประเทศไทยนั้น ใช้ข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) และข้อมูลทั้งหมดอยู่ในรูป
อนุกรมเวลารายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 – 2549 โดยข้อมูลของหมอกควันทางอากาศแบ่งออกเป็น ก๊าซ
เรือนกระจกและก๊าซพิษ แล้วนำมาวิเคราะห์ร่วมกับ ขนาดการเปิดประเทศ องค์กรประกอบการผลิต
สัดส่วนทุนต่อแรงงาน การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรม (พินตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) การ
บริโภคพลังงานภาคขนส่ง (พินตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) พื้นที่ปลูกข้าว (ไร่ต่อปี) ปศุสัตว์ (ตัวต่อปี)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อติดตามลักษณะของการเคลื่อนไหวแนวโน้ม หรือลักษณะการเปลี่ยนแปลงของมลภาวะและความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากการค้าระหว่างประเทศของประเทศไทย
2. เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจที่ก่อให้เกิดมลภาวะ รวมทั้งระดับปริมาณการแพร่กระจายของมลพิษในอากาศ ก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยและเป็นแนวทางในการพัฒนาส่งเสริมระบบการผลิตที่สะอาดเพื่อรองรับเงื่อนไขและมาตรการทางการค้าระหว่างประเทศ และสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนและพัฒนาทั้งทางด้านการออกนโยบาย มาตรการที่เหมาะสม ในการรักษาสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและประชากรของประเทศอย่างยั่งยืน

นิยามศัพท์

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอ และเป็นระยะเวลาานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ อนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ สารดังกล่าวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ หรืออาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษอากาศหลักที่สำคัญคือ ฝุ่นละออง ตะกั่ว ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และก๊าซโอโซน

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide) หมายถึง ก๊าซที่ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน และมีน้ำหนัก เป็นออกไซด์ของกำมะถันหรือซัลเฟอร์อย่างหนึ่ง และมีสูตรทางเคมี SO_2 เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ่านหิน น้ำมัน อาจเกิดจากแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้า รถยนต์ หรือโรงงาน อุตสาหกรรม ซึ่งมีกำมะถันหรือซัลเฟอร์เจือปนอยู่ โรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศในปริมาณสูงได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องใช้น้ำมันปิโตรเลียม โรงงานอุตสาหกรรมโลหะ เป็นต้น

ไนโตรเจนออกไซด์ (Nitrogen Oxide) หมายถึง ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่างๆ เช่น ถ่านหิน ฟืน จะถูกปล่อยจากยานพาหนะ และโรงงานอุตสาหกรรม และมีสูตรทางเคมี NO_x เช่น โรงงานผลิตเครื่องใช้ อิเล็กทรอนิกส์ และโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นต้น ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จะมีสีน้ำตาลและทำให้สำลัก ซึ่งก๊าซนี้จะทำปฏิกิริยากับ โอโซนในอากาศได้ง่าย และกลายเป็นกรดไนตริกที่มีฤทธิ์กัดกร่อนเช่นเดียวกับไนเตรดที่เป็นสารพิษ นอกจากนี้ไนโตรเจนออกไซด์ยังมีบทบาทสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาในชั้นบรรยากาศ ซึ่งผล ปฏิกิริยานี้จะเกิดโอโซน (หรือหมอกควัน) ไนโตรเจนออกไซด์มีหลายชนิดและที่สำคัญมี 2 ชนิด คือ ไนตริกออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์

คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide) หมายถึง ก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง และมีสูตรทางเคมี CO เช่น น้ำมันปิโตรเลียม ถ่านหิน หรือถ่านไม้ซึ่งมีส่วนผสมของคาร์บอน เป็นต้น คาร์บอนมอนอกไซด์ จะเกิดเมื่อคาร์บอนในเชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่แพร่กระจายถูกปล่อยสู่บรรยากาศร้อยละ 60 มาจากยานพาหนะ สำหรับในเขตเมืองคาร์บอนมอนอกไซด์ถูกปล่อยจากยานพาหนะเป็นหลัก ซึ่งเป็นผลให้ในพื้นที่ที่มีการจราจรติดขัดมีปริมาณของคาร์บอนมอนอกไซด์สูง นอกจากนี้กระบวนการอุตสาหกรรมและการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากแหล่งกำเนิดประเภทเตาเผาหรือหม้อต้มน้ำก็เป็นแหล่งที่ปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์

ก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas) หมายถึงก๊าซบางชนิดในบรรยากาศจะทำหน้าที่เป็นเสมือนกำแพงสกัดกั้นไม่ให้รังสีความร้อนของโลกแผ่ออกไปยังอวกาศเพื่อสร้างความอบอุ่นให้กับโลก ทำให้โลกมีอุณหภูมิพอเหมาะต่อการดำรงชีวิต ในสภาวะอบอุ่น ไม่หนาวเกินไป ประกอบด้วยก๊าซต่างๆ ลอยอยู่เหนือผิวโลกได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC_x) โดยปกติแล้วก๊าซชนิดนี้มีปริมาณน้อย แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศโลก ถ้าหากก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณมากเกินไป ก็จะเก็บและสะท้อนความร้อนกลับลงมาโลกในอีกภูมิภาคหนึ่ง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านภูมิอากาศ

คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) เป็นก๊าซในบรรยากาศ ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอม และ ออกซิเจน 2 อะตอม ต่อหนึ่ง โมเลกุล คาร์บอนไดออกไซด์เป็นหนึ่งในสารประกอบเคมีที่เป็นที่รู้จักมากที่สุด และมี สูตรทางเคมี CO_2 เมื่ออยู่ในสถานะ ของแข็ง มักจะเรียกว่า

น้ำแข็งแห้ง (Dry Ice) ในชั้นบรรยากาศเกิดจากธรรมชาติ และเกิดจากฝีมือมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ และการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยหรือการเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดไม้ทำลายป่านี้ นับว่าเป็นตัวการสำคัญ ในการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ทั้งนี้เนื่องจากต้นไม้และป่าไม้มีคุณสมบัติที่ดีคือ มันสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ก่อนที่จะลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้นเมื่อพื้นที่ป่าลดน้อยลง ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงขึ้นไปสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศได้มากขึ้น

ก๊าซมีเทน (Methane) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีคาร์บอน 1 อะตอม มีไฮโดรเจน 4 อะตอม และมีสูตรทางเคมี CH_4 มีอยู่มากมายทั้งในธรรมชาติ และที่เกิดจากฝีมือมนุษย์ เช่น จากแหล่งนาข้าว จากการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ โดยเฉพาะการเผาไหม้ที่เกิดจากธรรมชาติ และเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ต่าง ๆ สามารถทำให้เกิดก๊าซมีเทนในบรรยากาศสูงถึงร้อยละ 20 ของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศทั้งหมด

วิธีการวิจัย

1. วิธีการรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิในรูปของอนุกรมเวลารายปี ซึ่งได้จากเอกสารงานวิจัย และข้อมูลที่ได้รวบรวมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน สำนักงานสถิติแห่งชาติและธนาคารแห่งประเทศไทย

2. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 โดยอธิบายให้ทราบถึงสภาพทั่วไปของการค้าระหว่างประเทศของประเทศไทย ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ แนวโน้มด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

2.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ ข้อที่ 2 ในการอธิบายความสัมพันธ์ สามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหาสิ่งแวดล้อม ในที่นี้จะทำการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์โดยใช้การวิเคราะห์เชิงถดถอย โดยวิธีการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares: OLS) เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหาหมอกควันทางอากาศของประเทศไทยโดยผู้วิจัยได้วางกรอบแนวคิดการวิจัยไว้ ดังนี้

1) ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน

2) ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่

- (1) ขนาดการเปิดประเทศ (Openness)
- (2) องค์ประกอบการผลิต (Composition)
- (3) สัดส่วนทุนต่อแรงงาน (Capital Labor Ratio)
- (4) การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรม (Energy Consumption in Industry)
- (5) การบริโภคพลังงานภาคขนส่ง (Energy Consumption in Transportation)
- (6) พื้นที่ปลูกข้าว (Rice Planted Area)
- (7) ปศุสัตว์ (Livestock)

สำหรับรายละเอียดของแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 2 ในหัวข้อแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1 ทฤษฎีการค้าระหว่างประเทศของ Heckscher – Ohlin

Factor Endowment เป็นความอุดมสมบูรณ์ในปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ ตามทฤษฎีของ Heckscher – Ohlin นั้นมีสมมติฐานดังนี้

1. มี 2 ประเทศ ผลิตสินค้า 2 ชนิด และใช้ปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิต 2 ชนิด คือ ทุน (Capital: K) และแรงงาน (Labor: L) ปัจจัยการผลิตทดแทนกันไม่สมบูรณ์ (Concave to Origin) ใช้เทคโนโลยีในการผลิตเหมือนกันทุกประการ
2. สินค้า X เป็น L-Intensive และสินค้า Y เป็น K-Intensive สินค้า X และ Y ไม่ว่าจะผลิตในประเทศใดก็จะใช้ Intensity อย่างเดียวกัน และสินค้า X และ Y ผลิตภายใต้ Constant Return to Scale
3. รสนิยมของทั้ง 2 ประเทศเหมือนกัน ดังนั้นใช้ Indifference Curve ร่วมกันได้และเสถียรราคาสินค้าโดยเปรียบเทียบเท่ากัน ดังนั้นจะเลือกสินค้า X และ Y ในสัดส่วนเท่าๆกัน
4. ปัจจัยการผลิตไม่สามารถเคลื่อนย้ายข้ามประเทศได้แต่สามารถเคลื่อนย้ายภายในประเทศได้ ไม่มีค่าขนส่งและภาษี
5. ใช้ปัจจัยการผลิตเต็มที่อยู่บนเส้นความเป็นไปได้ในการผลิต (Production Possibility Curve: PPC)

การที่กล่าวว่ามีควมอุดมสมบูรณ์ในปัจจัยการผลิตที่แตกต่างกันนั้น หมายความว่า ประเทศหนึ่งอาจมีทุน (Capital) มาก อีกประเทศอาจมีแรงงาน (Labor) มาก ซึ่งการตัดสินว่ามีความอุดมสมบูรณ์ในปัจจัยอะไรนั้น มีหลักพิจารณาได้ 2 ประการคือ

- พิจารณาจากราคาของปัจจัยการผลิตโดยเปรียบเทียบ

$$\left(\frac{w}{r}\right)_1 < \left(\frac{w}{r}\right)_2 \text{ คือ สัดส่วนของค่าจ้างต่อผลตอบแทนจากการใช้ปัจจัยทุน}$$

$$w = \text{ค่าจ้าง}$$

$$r = \text{ผลตอบแทนจากการใช้ปัจจัยทุน}$$

สัดส่วนของค่าจ้างต่อผลตอบแทนจากการใช้ปัจจัยทุนของประเทศ 1 น้อยกว่าประเทศ 2 แสดงว่าประเทศ 1 มีสัดส่วนแรงงานมากกว่าทุน ดังนั้นประเทศ 1 เป็น Labor-Intensive ในทางกลับกันประเทศ 2 เป็น Capital-Intensive

- พิจารณาจากปริมาณของปัจจัยเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ทั้งหมด

$$\left(\frac{K}{L}\right)_1 < \left(\frac{K}{L}\right)_2 \text{ คือ สัดส่วนทุนต่อแรงงาน (Capital Labor Ratio)}$$

$$K = \text{ปริมาณปัจจัยทุน}$$

$$L = \text{ปริมาณปัจจัยแรงงาน}$$

สัดส่วนทุน ต่อแรงงานของประเทศ 1 น้อยกว่า ประเทศ 2 แสดงว่าประเทศ 1 เป็น Labor-Intensive ในทางกลับกันประเทศ 2 เป็น Capital-Intensive

หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาทฤษฎีการค้าระหว่างประเทศของ Heckscher – Ohlin โดย Vanek กล่าวว่า ประเทศที่ความอุดมสมบูรณ์ของปัจจัยทุน (Capital-Intensive) จะผลิตสินค้าที่เน้นใช้ปัจจัยทุน (Capital-Intensive Goods) และโดยทั่วไปแล้วจะเป็นภาคที่ก่อให้เกิดมลพิษ (Pollution Intensive) ด้วย ในทางตรงกันข้ามประเทศที่ความอุดมสมบูรณ์ของปัจจัยแรงงานและที่ดิน (Labor

Land-Intensive) จะผลิตสินค้าที่เน้นใช้ปัจจัยแรงงานและที่ดิน (Labor Land-Intensive Goods) โดยทั่วไปแล้วจะเป็นอุตสาหกรรมสะอาดเพราะว่าจะมีแนวโน้มความชำนาญในอุตสาหกรรมเกษตรหรือภาคเกษตร การประกอบชิ้นส่วน และภาคบริการที่มีมลพิษหรือความสกปรกน้อย ดังนั้นใช้แรงงานจะก่อมลพิษน้อยกว่า และความอุดมสมบูรณ์ของที่ดินที่ดีทำให้ความสามารถในการดูดซับของเสียจากธรรมชาติมีมากขึ้น ดังนั้นระดับของมลภาวะโดยรวมจึงต่ำกว่า เรียกแนวคิดนี้ว่า Heckscher - Olin Vanek (HOV)

1.2 ทฤษฎีการลงทุนระหว่างประเทศ

นักเศรษฐศาสตร์หลายท่านได้ให้คำจำกัดความของการลงทุนโดยตรงระหว่างประเทศ ดังนี้

นางนุช พันธกิจไพบูลย์ (2545) การลงทุนโดยตรง (Direct Investment) หมายถึงธุรกรรมการลงทุนซึ่งมีเสถียรภาพที่ผู้ลงทุนที่มีถิ่นฐานในประเทศหนึ่งมีต่อธุรกิจที่มีถิ่นฐานในประเทศหนึ่ง โดยผู้ลงทุนมีส่วนในการบริหารธุรกิจนั้น ๆ ทั้งที่จัดตั้งเป็นนิติบุคคล และส่วนบุคคล ประกอบด้วยเงินลงทุน 3 ลักษณะคือ

- เงินลงทุนในทุนเรือนหุ้น (Equity Capital) หมายถึงการลงทุนด้วยการถือหุ้นในกิจการ โดยมีสัดส่วนการถือหุ้นตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป หรือมีสิทธิในการร่วมบริหารกิจการ

- เงินกู้จากบริษัทแม่หรือบริษัทในเครือ (Loans from Affiliates) ยกเว้นกรณีบริษัทเงินทุน, บริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ โดยจะถือเป็นเงินกู้ยืม อื่น ๆ แทน

- กำไรที่นำกลับมาลงทุน (Reinvested Earnings) หมายถึง รายได้ในรูปเงินปันผลของผู้มาลงทุนโดยตรงที่สมควรได้รับตามสัดส่วนการถือหุ้นในวิสาหกิจนั้น ๆ หรือรายได้ของสาขาที่ไม่ส่งกลับผู้ลงทุน อย่างไรก็ตาม สำหรับข้อมูลที่ธนาคารแห่งประเทศไทย จัดทำขณะนี้ยังไม่รวมข้อมูลในส่วนของ กำไรที่นำกลับมาลงทุน

การลงทุนโดยทางอ้อม (Indirect Investment) หรือการลงทุนรายย่อย (Portfolio Investment) หมายถึง การลงทุนที่ผู้ลงทุนไม่มีส่วนร่วมในการบริหาร เช่น การซื้อหุ้น หรือ พันธบัตร

รัฐบาลในต่างประเทศทั้งในระยะสั้นและระยะยาว หรือการฝากเงินกับธนาคารในต่างประเทศ ผลตอบแทนของการลงทุนแบบนี้จะอยู่ในรูปของเงินปันผล หรือ ดอกเบี้ย

รัตนา สายคณิต (2530) การลงทุนโดยตรงระหว่างประเทศ (Foreign Direct Investment หรือ FDI) หมายถึง การเคลื่อนย้ายทุนระหว่างประเทศที่มีเป้าหมายหลักเพื่อการเข้าควบคุมในการจัดการและกำไรขององค์การธุรกิจต่างประเทศ การที่จะเข้าไปทำการควบคุมในการจัดการและกำไรขององค์การธุรกิจต่างประเทศได้นั้นสามารถทำได้หลายวิธีการ คือ

- โดยวิธีการเข้าไปซื้อกิจการของธุรกิจที่ตั้งอยู่เดิมแล้วในประเทศผู้รับทุน เพื่อจะได้สามารถเข้าไปบริหารได้อย่างเต็มที่ หรือโดยการซื้อหุ้น เช่น หุ้นสามัญ เป็นจำนวนมากพอที่จะทำให้สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการบริหารและควบคุมการดำเนินงานขององค์การธุรกิจเดิมของประเทศผู้รับทุนได้

- โดยวิธีการตั้งกิจการสาขาขึ้นในต่างประเทศ ซึ่งทำให้กิจการแม่ยังสามารถบริหารงานได้อย่างเต็มที่ หรือการเข้าร่วมลงทุน (Joint Venture) ซึ่งจะมีส่วนเกินในการบริหารตามกฎหมายและสัดส่วนของการร่วมลงทุน

- โดยวิธีการเข้าไปตั้งองค์การธุรกิจขึ้นใหม่ในประเทศผู้รับทุน เช่น ตั้งโรงงานหรือสำนักงานขึ้นใหม่ เป็นต้น

2. ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับสิ่งแวดล้อม

Low and Yeast (1992 อ้างใน นิรมล สุธรรมกิจ, 2548ก) กล่าวว่า การค้าระหว่างประเทศส่งผลให้สินค้าสกปรก (Dirty Goods or Polluting Goods) มีสัดส่วนในการส่งออกเพิ่มขึ้นในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา และมีสัดส่วนลดลงในกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมซึ่งทำให้การวัดระดับมลพิษสุทธิในระดับโลกมีความไม่แน่นอนในทางปฏิบัติ

Antweiler *et al.* (1998 อ้างใน นิรมล สุธรรมกิจ, 2548ก) กล่าวว่า แม้การค้าระหว่างประเทศทำให้มีการผลิตสินค้าที่ก่อให้เกิดมลพิษ (เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงขึ้น) และทำให้

ประชาชนมีรายได้มากขึ้นแต่ปริมาณมลพิษสุทธิจะลดลง เนื่องจากประชาชนยินดีจ่ายภาษีเพิ่มขึ้น เพื่อให้รัฐบาลนำเงินไปกำจัดมลพิษที่เกิดจากการผลิตสินค้าเพื่อการส่งออก

Copeland and Taylor (2003) กล่าวว่า การค้าระหว่างประเทศกับปัญหาสิ่งแวดล้อมจะแบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ

1. Pollution Haven Hypothesis (PHH) คือ ประเทศกำลังพัฒนาจะเป็นแหล่งในการผลิตสินค้าสกปรกที่มีมลพิษสูงเพื่อส่งออกไปยังประเทศพัฒนาแล้วเนื่องจากประเทศพัฒนาแล้วหลีกเลี่ยงการผลิตสินค้าสกปรกเพราะมีต้นทุนการผลิตสูงจากการถูกเก็บภาษีสิ่งแวดล้อมดังนั้นจึงย้ายฐานการผลิตสินค้าสกปรกไปประเทศกำลังพัฒนาและนำเข้าสินค้าสกปรกที่ผลิตจากประเทศกำลังพัฒนาแทนที่จะผลิตเอง ประเทศกำลังพัฒนาจึงกลายเป็นอุทยานมลพิษ ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างในต้นทุนการผลิต ความแตกต่างของกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อม ความแตกต่างของรายได้

2 Factor Endowment Hypothesis (FEH) คือ สมมติฐานจากความแตกต่างของความอุดมสมบูรณ์ของปัจจัยการผลิต ประเทศที่ร่ำรวยโดยทั่วไปแล้วจะมีทุนมาก (Capital-Intensive) ทำให้ปัจจัยทุนมีราคาถูก ดังนั้นจะผลิตสินค้าที่เน้นใช้ปัจจัยทุน (Capital-Intensive Goods) และมักจะเป็น (Pollution Intensive) ในทางกลับกันประเทศที่มีแรงงานมาก (Labor-Intensive) ปัจจัยแรงงานมีราคาถูก ดังนั้นจะผลิตสินค้าที่เน้นใช้ปัจจัยแรงงาน (Labor-Intensive Goods) และมักจะเป็นอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนและภาคบริการที่ก่อมลพิษน้อยกว่า

มักจะมีข้อโต้แย้งกันว่าการย้ายฐานการผลิตสินค้าไปยังประเทศกำลังพัฒนาจะเป็น Pollution Haven Hypothesis (PHH) หรือ Factor Endowment Hypothesis (FEH)

นิรมล สุธรรมกิจ (2548ก) กล่าวว่า ประเทศกำลังพัฒนาที่มีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบในสินค้าที่ใช้ที่ดินและแรงงานเป็นหลัก (Land and Labor-Intensive Product) ทำให้บริษัทต่างชาติย้ายโรงงานอุตสาหกรรมเข้ามาในประเทศกำลังพัฒนามากขึ้น ส่งผลให้ความต้องการทรัพยากรธรรมชาติไปใช้ในการผลิตมีมากขึ้น (ทั้งการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศและการผลิตเพื่อส่งออก) ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกนำไปใช้หาผลประโยชน์ให้กับประเทศชาติอย่างมหาศาล ส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมตามมา และนอกจากการค้าระหว่างประเทศและการลงทุนที่เพิ่มขึ้นจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแล้วกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมก็จะส่งผลกระทบต่อ

บางส่วนต่อการค้าระหว่างประเทศ โดยการกำหนดว่า สินค้าสะอาด (Cleaner Goods) ต้องเป็นสินค้าที่ได้มาตรฐานการผลิตและมาตรฐานผลิตภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการที่ประเทศผู้นำเข้ามีมาตรฐานสิ่งแวดล้อม (Environmental Standard) สูง อาจมีผลทำให้ประเทศนั้นนำเข้าสินค้าสะอาด (Cleaner Goods) มากขึ้น และการมีมาตรฐานสิ่งแวดล้อมที่สูงขึ้นในประเทศผู้นำเข้าอาจกลายเป็นนโยบายกีดกันทางการค้าจากประเทศผู้ส่งออกที่มีมาตรฐานสิ่งแวดล้อมต่ำ เนื่องจาก

ก. ประเทศที่มีมาตรฐานสิ่งแวดล้อมต่ำ ย่อมทำให้กระบวนการผลิตสินค้าในประเทศนั้นก่อให้เกิดมลพิษมากกว่าประเทศที่มีมาตรฐานสิ่งแวดล้อมสูง

ข. การผลิตในประเทศที่มีมาตรฐานสิ่งแวดล้อมต่ำ ย่อมมีต้นทุนการผลิตรวมต่ำกว่า การผลิตในประเทศที่มีมาตรฐานสิ่งแวดล้อมสูง ส่งผลให้สินค้าที่มีต้นทุนการผลิตต่ำจะไหลเข้าไปในประเทศที่มีต้นทุนการผลิตสูง

ดังนั้นยังไม่มีความชัดเจนว่าการเพิ่มปริมาณการค้าระหว่างประเทศจะทำให้สิ่งแวดล้อมเลวลงหรือดีขึ้น เพราะความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการค้ากับดัชนีคุณภาพสิ่งแวดล้อมอาจปรากฏได้ 3 กรณี

1. ความสัมพันธ์ในทางลบต่อสิ่งแวดล้อม คือการค้าระหว่างประเทศก่อให้เกิดมลพิษมากขึ้นทั้งในประเทศผู้นำเข้าและประเทศผู้ส่งออก เนื่องจาก

ก. บางประเทศมีความชำนาญในการผลิตสินค้าที่ก่อให้เกิดมลภาวะ (Pollution-Intensive Goods) ดังนั้นการค้าระหว่างประเทศทำให้มีการผลิตและการบริโภคเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีของเสีย (Waste) เพิ่มขึ้นตามมา

ข. การค้าระหว่างประเทศมักจะทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายปัจจัยการผลิตระหว่างประเทศโดยย้ายจากประเทศพัฒนาแล้วมายังประเทศกำลังพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิต

ค. การค้าระหว่างประเทศทำให้มีการใช้เชื้อเพลิงมากขึ้นในการขนส่งระหว่างประเทศซึ่งจะส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในระดับประเทศและระดับโลก เนื่องจากการใช้พลังงานเชื้อเพลิงก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล

2. ความสัมพันธ์ในทางบวกต่อสิ่งแวดล้อม คือการเพิ่มปริมาณการค้าระหว่างประเทศ ทำให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้น เนื่องจาก

ก. การค้าระหว่างประเทศทำให้ผู้ผลิตเข้าถึงเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology)

ข. การค้าระหว่างประเทศทำให้เกิดผลประโยชน์จากการค้า (Gain from Trade)

3. ความสัมพันธ์ที่ไม่แน่นอนต่อสิ่งแวดล้อม คือ การค้าระหว่างประเทศอาจจะทำให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้นหรือเลวลงก็ได้เนื่องจากปัจจัยอื่นๆ ได้แก่

ก. การค้าระหว่างประเทศทำให้อรรถประโยชน์ของผู้บริโภคลดลงเมื่อระดับมลพิษเพิ่มขึ้น

ข. ต้นทุนการกำจัดมลพิษ (Abatement Cost) มีความแตกต่างกันไปตามประเภทของมลพิษและกระบวนการผลิตสินค้าและมีสัดส่วนค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับต้นทุนการผลิตทั้งหมด

ค. มาตรการกีดกันทางการค้ามีความหลากหลาย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยมีดังนี้

Grossman and Krueger (1991) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement เรื่องนี้เป็นการนำผลการประชุมของ NAFTA นำไปสู่การศึกษาผลกระทบของการค้าเสรีที่มีต่อคุณภาพของสิ่งแวดล้อมซึ่งวิเคราะห์ด้วย GK MODEL ใช้ข้อมูลภาคตัดขวางของ 42 ประเทศโดยนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นการแพร่กระจายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารแขวนลอยอยู่ในอากาศและฝุ่นละออง (ตัวแปรตาม) กับ รายได้ประชาชาติ

ต่อหัว ความหนาแน่นของประชากร ความเข้มข้นของการค้าระหว่างประเทศ และตัวแปรหุ่นใต้แก่ประเทศตามชายฝั่งทะเล การเป็นศูนย์กลางของเมือง ที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม ที่พักอาศัย การปกครองแบบคอมมิวนิสต์ ฟองก๊าซ (ตัวแปรอิสระ) ผลการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์คุณภาพของสิ่งแวดล้อมและความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมีลักษณะความสัมพันธ์เป็น inverse U-Shape โดยถ้ารายได้ต่อหัวอยู่ในระดับต่ำคุณภาพสิ่งแวดล้อมจะลดลงถึงแม้ว่าจะมีรายได้ต่อหัวเพิ่มขึ้นอย่างไรก็ตามถ้ารายได้เพิ่มขึ้นจนถึงระดับ 4-5 พันเหรียญสหรัฐ จะนำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพของสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น และยังพบอีกว่าประเทศที่มีสัดส่วนทางการค้าต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Trade Intensity) มาก จะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อม ถ้าเศรษฐกิจเปิดมากจะทำให้เกิดมลภาวะลดลง และได้มีการแบ่งผลกระทบของการค้าเสรีต่อมลภาวะออกเป็น 3 ส่วน คือ

ผลกระทบจากขนาดการผลิต (Scale Effect) คือ ถ้าวิธีการผลิตไม่เปลี่ยนแปลง มลพิษจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณการค้าที่เพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากการขยายกิจกรรมทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบขององค์ประกอบการผลิต (Composition Effect) คือการค้าเสรีทำให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ประชาชาติเปลี่ยนไป ถ้าการค้าระหว่างประเทศทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตของประเทศจากสินค้าเกษตรกรรมเป็นสินค้าอุตสาหกรรมจะทำให้มีมลพิษเพิ่มขึ้น แต่ถ้าการค้าระหว่างประเทศทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตของประเทศจากสินค้าอุตสาหกรรมเป็นภาคบริการจะทำให้มลภาวะลดลง

ผลกระทบทางเทคนิค (Technique Effect) คือผลประโยชน์จากการค้าเสรีจะทำให้มาตรฐานสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น ทำให้มีการใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

Lopez (1994) วิเคราะห์ในเชิงทฤษฎีว่า ถ้าการวิเคราะห์ผลกระทบของการค้าเสรีที่มีต่อระดับมลพิษแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ผลกระทบทางการด้านผลิต (Production Effect) และผลกระทบทางการด้านบริโภค (Consumption Effect) นั้น การพยากรณ์ระดับมลพิษอาจมีความไม่ชัดเจนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า ผลกระทบทางการด้านผลิตจะมากกว่าหรือน้อยกว่าผลกระทบทางการบริโภค เช่น การลดกำแพงภาษีผู้เย้น จะส่งผลให้ระดับราคาผู้เย้นภายในประเทศถูกลง (ผลกระทบทางการด้านผลิต) แต่ขณะเดียวกันความต้องการใช้ผู้เย้นอาจมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อราคาผู้เย้นถูกลง

(ผลกระทบต่อด้านการบริโภค) ถ้าความยืดหยุ่นต่อราคาและรายได้ของอุปสงค์ของสินค้าผู้เขียนในประเทศกำลังพัฒนามีก่อนข้างสูง ระดับราคาผู้เขียนที่ลดลงอันเนื่องมาจากการค้าเสรีนี้ จะส่งผลให้เกิดความต้องการใช้ผู้เขียนมากขึ้น และในที่สุดจะเกิดปัญหามลพิษมากขึ้นจากการใช้สาร CFC ในผู้เขียนซึ่งสารนี้จะทำให้โอโซนในชั้นบรรยากาศลดลง

Coxhead and Jayasuriya (1995) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Trade and Tax Policy Reform and the Environment: The Economics of Soil Erosion in Developing Countries โดยใช้แบบจำลองดุลยภาพรวม (General Equilibrium Model) เพื่ออธิบายว่าการเปิดการค้าเสรีมิได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเสมอไป ถ้าได้มีการศึกษาเจาะลึกลงไปรายละเอียดแต่ละประเทศอย่างเพียงพอ ดังนั้น เมื่อศึกษาเฉพาะกรณีของประเทศฟิลิปปินส์ แล้วพบว่า การควบคุมการพังทลายของหน้าดิน (Soil Erosion) โดยอาศัยนโยบายทางอ้อม (เช่นการลดกำแพงภาษีนำเข้าสินค้าहतอุตสาหกรรม) อาจจะช่วยลดปัญหาการชะล้างหน้าดินได้ดีกว่าการใช้นโยบายควบคุมโดยตรง (เช่นการให้เงินอุดหนุนสินค้าเกษตรส่งออกประเภทไม้ผล และการเก็บภาษีการปลูกพืชทำลายหน้าดิน)

Elbasha and Roe (1996) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้า การเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ กับสิ่งแวดล้อม ด้วยแบบจำลองการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่มีตัวแปรไม่อิสระ (Endogenous Growth Model) พบว่าประเทศที่ตระหนักถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม จะมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจช้ากว่าประเทศที่ไม่ตระหนักถึงปัญหานี้ และ ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าเสรีกับคุณภาพสิ่งแวดล้อมไม่มีความชัดเจน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า การค้าเสรีจะส่งผลให้เศรษฐกิจโดยรวมเติบโตหรือชะลอตัว และขึ้นอยู่กับว่า สินค้าส่งออกนั้นก่อให้เกิดมลพิษมากน้อยเพียงใด (วัตถุดิบที่ใช้อาจก่อให้เกิดมลพิษได้) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งความยืดหยุ่นต่อราคาสินค้าส่งออกของวัตถุดิบที่ก่อให้เกิดมลพิษมีค่าเป็นบวกหรือเป็นลบ ถ้าการค้าเสรีทำให้เศรษฐกิจขยายตัว ราคาสินค้าส่งออกเพิ่มขึ้นและความยืดหยุ่นต่อราคาสินค้าส่งออกของวัตถุดิบดังกล่าวมีค่าเป็นบวกแล้วนั้น การค้าเสรีย่อมส่งผลให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมเลวลง

Copeland and Taylor (1997) ได้ทำการศึกษาเรื่อง The Trade Induced Degradation Hypothesis ได้มีการเชื่อมโยงรายได้ประชาชาติกับระดับมลภาวะ (เช่น ระดับคาร์บอนไดออกไซด์) กับการค้าระหว่างประเทศเข้าด้วยกัน และพบว่า ประเทศที่มีรายได้ประชาชาติสูง จะมีการปกป้องคุ้มครองสิ่งแวดล้อมมากตามไปด้วย และจะมีความชำนาญพิเศษเกี่ยวกับ “สินค้าสะอาด” (Cleaner Goods) อีกทั้งพบว่า การเปลี่ยนแปลงมลพิษระดับโลกเป็นผลสุทธิของผลกระทบทั้งสามดังกล่าว

คือ ผลกระทบจากขนาดการผลิต ผลกระทบขององค์ประกอบการผลิตและผลกระทบทางเทคนิค การผลิต ของประเทศพัฒนาแล้ว และประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งสนับสนุนแนวคิดของ Grossman and Krueger (1991) แต่ผลการศึกษาของ Copeland and Taylor (1994,1995,1997) โดยทั่วไปแล้วพบว่า ผลกระทบทางเทคนิคการผลิต มีขนาดเล็กกว่าผลรวมของผลกระทบจากขนาดการผลิตและ ผลกระทบขององค์ประกอบการผลิต

Uimonen and Whalley (1997:42) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการค้ากับสิ่งแวดล้อมไม่มีความชัดเจน แม้ว่าคุณภาพสิ่งแวดล้อมจะเลวลง ถ้าเปิดการค้าเสรีหรือเศรษฐกิจเติบโต แต่การ ดำเนินนโยบายกีดกันการค้า (Trade Protection) มักทำให้เศรษฐกิจเติบโตอย่างแข็งแกร่ง และส่งผล ให้รายได้ประชาชาติอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ จนไม่สามารถนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่เป็น ประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญหามลพิษ (Clean Technology) ได้เนื่องจาก สิ่งแวดล้อมที่ดี เป็นสินค้า ปกติ (Normal Goods) นอกจากนี้ดัชนีคุณภาพสิ่งแวดล้อมก็มีมากมาย เพราะองค์ประกอบของ สิ่งแวดล้อมมีหลายอย่าง เช่น ดัชนีคุณภาพน้ำ ดัชนีคุณภาพอากาศ เป็นต้น ซึ่งดัชนีคุณภาพบาง ประเภทเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับตัวแปรทางด้านการค้า

Brooks (1998) รวบรวมงานวิจัยต่างๆ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการ ค้าเสรีกับ สิ่งแวดล้อม โดยให้ความสำคัญกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในประเทศเอเชีย (เช่น บังกลาเทศ ปากีสถาน อินโดนีเซีย) พบว่า การดำเนินนโยบายการค้า ดังเช่นการขยายการส่งออกสินค้าบางชนิด ส่งผลให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมเลวลง ในขณะที่การดำเนินนโยบายการปกป้องคุ้มครองอุตสาหกรรม ภายในประเทศ (Protectionism) ก็ส่งผลให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมเลวลงได้เช่นกัน ถ้าสินค้าเหล่านั้น เป็นสินค้าที่ใช้วัตถุดิบที่ทำลายสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิต

ในทางตรงกันข้าม การกำหนดนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมก็อาจส่งผลให้การค้าเลวลง หรือ ดี ขึ้นก็ได้ การดำเนินนโยบาย Green Protectionism ของประเทศพัฒนาแล้วย่อมนำไปสู่การกีดกันทาง การค้าระหว่างประเทศพัฒนาแล้วด้วยกัน ส่วนการดำเนินนโยบายลดมาตรฐานสิ่งแวดล้อม Race-to-the-Bottom หรือ การดำเนินนโยบายการทุ่มตลาดสินค้าที่ก่อให้เกิดมลพิษ (Eco-Dumping) ของ ประเทศกำลังพัฒนาย่อมนำไปสู่การแข่งขันทางการค้าระหว่างสินค้าที่นำเข้าจากประเทศกำลัง พัฒนากับสินค้าที่ผลิตขึ้นในประเทศพัฒนาแล้ว

อย่างไรก็ตาม การดำเนินนโยบายต่อต้านการทุ่มตลาดสินค้าที่ก่อให้เกิดมลพิษ (Anti- Eco Dumping) ย่อมขัดแย้งกับหลักการของ WTO ด้วยเหตุนี้จึงมีความพยายามที่จะใช้เวทีระดับนานาชาติเพื่อกำหนดมาตรฐานสิ่งแวดล้อมกลาง (Harmonization of Standard) และความพยายามผลักดันให้มีการยอมรับระบบ ISO 1400 ในระดับสากลมากขึ้น ซึ่งทั้งสองกรณีเป็นการกำหนดมาตรฐานสิ่งแวดล้อมแบบสมัครใจ นอกจากเวทีของ WTO แล้ว ประเทศเอเชียยังมีเวทีระดับภูมิภาค เช่น ภูมิภาคแม่น้ำโขง (Greater Mekong Sub region) และ APEC ในการเจรจาเรื่องการค้ากับสิ่งแวดล้อม อาทิ สินค้าเกษตร การปรับภาษีชายแดน (Border Tax Adjustment) การขายสิทธิ การก่อกมลพิษ (Pollution Permits) และการช่วยเหลือด้านเงินทุนและเทคโนโลยี

Lewis and Mendez (1998) ได้ใช้แบบจำลองของ Grossman and Krueger หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของการค้าระหว่างประเทศกับสิ่งแวดล้อม โดยใช้ตัวแปรเหมือนกับของ Grossman and Krueger แต่ผลปรากฏว่า Trade-Intensity ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงได้ใช้ตัวแปร Trade Policy แทน Trade-Intensity และเพิ่มตัวแปรด้านความอุดมสมบูรณ์ของปัจจัยการผลิต (Labor, Capital) เนื่องจากประเทศที่มีปัจจัยทุนอุดมสมบูรณ์อาจจะมีระดับมลพิษสูงเพราะสนับสนุน Capital-Intensive และมีอุตสาหกรรมสกปรก ในทางตรงกันข้ามประเทศที่มีแรงงานอุดมสมบูรณ์จะมีแนวโน้มความชำนาญในอุตสาหกรรมการประกอบชิ้นส่วน ภาคเกษตรและภาคบริการที่มีมลพิษหรือความสกปรกน้อยกว่า พบว่า ความสัมพันธ์คุณภาพของสิ่งแวดล้อมและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมีลักษณะความสัมพันธ์ไม่เป็น Inverse U-Shape ตัวแปรด้านความอุดมสมบูรณ์ของปัจจัยการผลิตทั้งหมดมีนัยสำคัญและมีส่วนทำให้อธิบายตัวแปรมลพิษว่าประเทศที่มีปัจจัยทุนอุดมสมบูรณ์มีมลพิษสูงกว่า ในทางตรงกันข้ามประเทศที่มีปัจจัยแรงงานอุดมสมบูรณ์จะมีความเข้มข้นของมลพิษต่ำกว่า ซึ่งผลลัพธ์เหล่านี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Heckscher-Olin Vanek นอกจากนี้ยังพบว่าตัวแปร Trade Policy ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Cole *et al.* (1998) ประเมินการผลกระทบของการเจรจา GATT รอบอุรุกวัยที่มีต่อระดับมลพิษ 5 ชนิด ได้แก่ ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และฝุ่นละออง (SPM) โดยมีการแบ่งผลกระทบเหมือนแนวคิดของ Copeland and Taylor (1994,1995,1997) และ Grossman and Krueger (1991) ผลการศึกษาพบว่า เมื่อรวมผลกระทบทุกด้านเข้าด้วยกันแล้ว ถ้ามีการค้าเสรีเพิ่มมากขึ้น ระดับมลพิษ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และฝุ่นละออง (SPM) จะลดลงในประเทศพัฒนาแล้ว และจะ

เพิ่มขึ้นในประเทศกำลังพัฒนา ส่วนระดับมลพิษไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) เพิ่มขึ้นในทุกประเทศยกเว้นสหรัฐอเมริกา

Bandara and Coxhead (1999) ยังพบว่า การลดกำแพงภาษีนำเข้ารัฐที่ผลิตลงร้อยละ 25 ในประเทศศรีลังกา จะทำให้แรงจูงใจในการปลูกพืชดังกล่าวลดลง (ซึ่งเป็นรัฐพืชที่ทำให้เกิดการชะล้างหน้าดิน) และทำให้เกิดการหันไปปลูกพืชชนิดอื่นมากขึ้น เช่น รัฐพืชบางชนิดเพื่อส่งออกซึ่งทำลายหน้าดินน้อยกว่า

Neumayer (2000) พบว่า การค้าระหว่างประเทศทำร้ายสิ่งแวดล้อม 3 ทางดังนี้

1. การส่งเสริมการค้าเสรีสินค้าบางประเภท อาจซ้ำเติมปัญหาทรัพยากรธรรมชาติเสื่อมโทรมและปัญหามลพิษที่มีอยู่แล้วให้แย่ลงไปอีก
2. การค้าเสรีตามชายแดนอาจทำให้เกิด “อุทยานมลพิษ” (Pollution Haven) ถ้ามาตรฐานสิ่งแวดล้อมของประเทศเจ้าถิ่น (Host Country) ต่ำกว่าของประเทศเจ้าของทุน (Home Countries)
3. หากเกิดข้อพิพาทระหว่างประเทศสมาชิกของ WTO แล้ว โดยทั่วไปองค์กร WTO สนใจส่งเสริมการค้าเสรีมากกว่าประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม

Matthew (2002) ได้ทำการศึกษาเรื่อง The Geography of US Pollution Intensive Trade: Evidence from 1958 to 1994 เรื่องนี้ได้กล่าวถึงการค้าสินค้าสกปรกและสินค้าสะอาดของสหรัฐอเมริกา จากปี ค.ศ. 1958 ถึง 1994 ใช้ข้อมูลการค้าจาก National Bureau of Economic Research ชุดของข้อมูลรวมถึง ข้อมูลของการผลิตภายในประเทศ การนำเข้าและส่งออกทั้งหมด แล้วแปลงหน่วยให้อยู่ในรูปของ Real Term เพื่อศึกษาถึงแนวโน้มของการค้าสกปรกและสะอาด โดยการคำนวณ Average Pollution Content ของภาคอุตสาหกรรม เพื่อมาหาดัชนีการปล่อยมลพิษของอุตสาหกรรม (TRI Index) สัดส่วนการใช้พลังงานของอุตสาหกรรม (Energy Index) แล้วนำมาทำการวิเคราะห์เชิงถดถอย พบว่าการบริโภคพลังงานมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปัญหาทางสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำ การผลิตก๊าซเรือนกระจก และดัชนีพลังงานมีความสัมพันธ์สูงกับการวัดการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศ ต่อหน่วยของผลผลิตภาคอุตสาหกรรม และยังพบอีกว่าในระยะเวลา 30 ปี ที่ผ่านมา สหรัฐอเมริกามีการลดแรงงานใน

การผลิตภาคอุตสาหกรรม มีการเพิ่มการค้าระหว่างประเทศในสินค้าอุตสาหกรรม แต่มีการเพิ่มขึ้นของคุณภาพสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการมีกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ส่งผลให้มีการย้ายฐานการผลิตในอุตสาหกรรมสกปรก ไปยังประเทศยากจนที่มีต้นทุนแรงงานต่ำและกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมไม่เข้มงวดแล้วส่งออกมายังสหรัฐอเมริกา ดังนั้นสหรัฐอเมริกาจึงมีการนำเข้าสินค้าที่มีกระบวนการผลิตสกปรกจากประเทศที่เป็นอุทยานมลพิษ (Pollution Havens)

Unteroberdoerster (2003) ใช้ข้อมูลของกลุ่มประเทศ APEC ประเมินระดับมลพิษ ในกรณีที่มีการดำเนินนโยบายการค้าเสรีด้วยแบบจำลอง CGE (Computerized General Equilibrium) และพบว่า

1. การเปลี่ยนแปลงนโยบายแบบคุ้มครองอุตสาหกรรมภายในประเทศมาเป็นแบบส่งเสริมการค้าเสรี ทำให้เกิดผลกระทบต่อระดับมลพิษในกลุ่ม APEC น้อยมาก
2. นโยบายการค้าเสรียังส่งผลให้ปริมาณมลพิษลดลงในประเทศที่มีมาตรการสิ่งแวดล้อมหย่อนยาน
3. แม้ว่าจะเกิดอุทยานมลพิษ แต่มลพิษรวม (จากการบริโภค) มิได้เปลี่ยนแปลงเท่าใดนัก เนื่องจากการบริโภคมีความหลากหลาย (Diversified Consumption) ในขณะที่การผลิตเน้นผลิตเฉพาะอย่าง (Specialization)
4. มาตรการด้านการค้าเป็นเครื่องมือที่หย่อนประสิทธิภาพในการควบคุมปริมาณมลพิษ เมื่อเทียบกับการใช้มาตรการด้านสิ่งแวดล้อมโดยตรง เช่น การกำหนดกฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อม (Environment Regulation)

ในส่วนของประเทศไทยจากการทบทวนงานศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหาสิ่งแวดล้อมยังไม่ได้มีการศึกษา แต่มีการศึกษาที่ใกล้เคียงกันคือ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ มีดังนี้

เกริกชัย สันติพงษ์ไพบูลย์ (2546) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจกับสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยด้วยวิธี Environmental Kuznets Curve พบว่าถ้าเลือกการสร้าง ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่มากเกินไปก็จะเป็นผลทำให้ปริมาณ และคุณภาพสิ่งแวดล้อมเลวลง หรือถ้าเลือกรักษาปริมาณและคุณภาพสิ่งแวดล้อมมากเกินไปก็จะเป็นผลทำให้ ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจไปได้ช้า ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความ เจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ กับสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย แบ่งออกเป็น 3 วาระดังนี้

วาระสีน้ำตาล: มลพิษ พบว่าในช่วงแรกของการพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อสร้างความเจริญเติบโต ทางเศรษฐกิจ เมื่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณ ซัลเฟอร์ได ออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ มีปริมาณสูงขึ้น และพบว่าเมื่อ ผลิตภัณฑ์มวล รวมภายในประเทศต่อหัวเพิ่มสูงขึ้นเป็น 90,427.27 บาทต่อปี อาจเกิดในช่วงปี พ.ศ. 2546-2547 ซึ่ง เป็นช่วงที่เกิดจุดเปลี่ยนโค้งของความสัมพันธ์ มีผลทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลง เมื่อ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวเพิ่มขึ้น สำหรับปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ไม่พบจุด เปลี่ยนโค้งของความสัมพันธ์ในส่วนของปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ พบว่าเมื่อ ผลิตภัณฑ์มวล รวมภายในประเทศต่อหัวเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับ 65,117 บาทต่อปี ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2537-2538 เป็นช่วงที่เกิดจุดเปลี่ยนโค้งของความสัมพันธ์ และเมื่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัว เพิ่มขึ้นมากกว่านี้ ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์จะลดลง

วาระสีเขียว: ทรัพยากรดินและป่าไม้ พบว่าในช่วงต้นของการพัฒนาเศรษฐกิจเมื่อ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศต่อหัวเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ปริมาณพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ลดลง และเมื่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพิ่มขึ้นเท่ากับ 71,728.57 บาทต่อปี ซึ่งเกิดในช่วงปี พ.ศ. 2538-2539 เป็นช่วงที่เกิดจุดเปลี่ยนโค้งของความสัมพันธ์ และเมื่อผลิตภัณฑ์มวลรวม ภายในประเทศต่อหัวเพิ่มขึ้นมากกว่านี้ ปริมาณพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มขึ้น

วาระสีน้ำเงิน: ทรัพยากรน้ำและทรัพยากรชายฝั่ง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย ในช่วงต้นของการพัฒนาเศรษฐกิจจะมีปริมาณลดลงเมื่อผลิตภัณฑ์มวลรวม ภายในประเทศต่อหัวเพิ่มขึ้น และจากผลการศึกษาเพื่อประเมินจุดเปลี่ยนโค้งของความสัมพันธ์ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย กับผลิตภัณฑ์มวลรวม ภายในประเทศต่อหัวไม่พบจุดเปลี่ยนโค้งของความสัมพันธ์

นิรมล สุธรรมกิจ (2548ข) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจกับมลพิษทางอากาศ พบว่าเมื่อนำตัวแปรมลพิษทางอากาศกับตัวแปรด้านรายได้ (GPP ต่อหัว) ของแต่ละจังหวัด (19 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพฯ สมุทรปราการ สมุทรสาคร นครปฐม ปทุมธานี นนทบุรี เชียงใหม่ ลำปาง นครสวรรค์ อุทัยธานี สระบุรี ราชบุรี ชลบุรี ระยอง ขอนแก่น นครราชสีมา สุราษฎร์ธานี ภูเก็ตและสงขลา) มาทดสอบความสัมพันธ์ การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของจังหวัดเหล่านี้ มีแนวโน้มที่จะกระตุ้นให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศมากขึ้น และผลการศึกษาี้ยังสามารถบ่งชี้ได้ว่า จังหวัดใดที่มีระดับรายได้ต่อหัวสูงอาจมีระดับสารมลพิษทางอากาศสูงกว่าจังหวัดที่มีระดับรายได้ต่อหัวต่ำ

จากการสำรวจวิธีการศึกษาของงานวิจัยในอดีต สามารถแบ่งประเด็นพิจารณาออกเป็น 2 เรื่อง คือ 1. ข้อมูล 2. วิธีการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ในเรื่องข้อมูลนั้นพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่เผชิญกับปัญหาจำนวนข้อมูลที่จำกัด ดังนั้น จึงได้ใช้ ข้อมูลแบบ Cross-Country Data ซึ่งประกอบด้วยประเทศราย ประเทศรายได้ปานกลาง และ ประเทศยากจน งานวิจัยบางชิ้นก็ศึกษาเฉพาะกลุ่มประเทศที่มีลักษณะหรือระดับรายได้ประชาชาติใกล้เคียงกัน เช่น การศึกษาในกลุ่ม OECD ของ Magnani (2000) หรือ การศึกษาในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาของ Koop and Tole (1999) มีงานวิจัยน้อยรายที่สามารถใช้ข้อมูลแบบ Time-Series Data ได้ซึ่ง สามารถครอบคลุมเหตุการณ์ในอดีตที่อาจมีอิทธิพลต่อการปล่อยมลพิษก็ได้ เช่น การศึกษาในประเทศออสเตรเลียของ Friedl and Getzner (2003) เป็นต้น สำหรับการศึกษาคั้งนี้ ข้อมูลด้านการค้าระหว่างประเทศ จะใช้ ขนาดการเปิดประเทศ $(X+M)/GDP$ นำมาหาความสัมพันธ์กับข้อมูลความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม ซึ่งค่อนข้างที่จะแตกต่างจากงานวิจัยในอดีตที่ใช้แต่รายได้ประชาชาตินำมาหาความสัมพันธ์ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้จะทำให้ทราบว่าเมื่อประเทศไทยมีการเปิดประเทศเพิ่มมากขึ้น การค้าระหว่างประเทศจะนำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพของสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น หรือจะนำไปสู่การทำลายสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น

แบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศ ไทยจะใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) โดยใช้สมการถดถอย (Regression Equation) วิธีการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares: OLS) เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหามลพิษทางอากาศของประเทศไทย ทั้งนี้

อาศัยแบบจำลองการศึกษาของ Grossman and Krueger (1991) ที่กล่าวไว้ว่าประเทศที่มีสัดส่วนทางการค้าต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Trade Intensity) มาก จะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อม ถ้าเศรษฐกิจเปิดมากจะทำให้เกิดมลภาวะลดลง และแบบจำลองการศึกษาของ Lewis and Mendez (1998) ที่กล่าวว่าระดับมลภาวะจะขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของปัจจัยการผลิตกล่าวคือ ประเทศที่เน้นใช้ปัจจัยทุนจะมีมลภาวะเพิ่มขึ้นเนื่องจากโดยทั่วไปแล้วมักเป็นอุตสาหกรรมสกปรก และมลภาวะจะลดลงกับประเทศที่เน้นใช้ปัจจัยแรงงาน โดยนำแบบจำลองทั้งสองมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้

ในการศึกษากำหนดตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน ส่วนตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ ขนาดการเปิดประเทศ (Openness) องค์ประกอบการผลิต (Composition) สัดส่วนทุนต่อแรงงาน (Capital Labor Ratio) การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรม (Energy Consumption in Industry) การบริโภคพลังงานภาคขนส่ง (Energy Consumption in Transportation) พื้นที่ปลูกข้าว (Rice Planted Area) ปศุสัตว์ (Livestock) มาคำนวณในรูป Logarithm ซึ่งคาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยดังนั้นแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่

$$\ln(\text{CO}_2)_t = f(\ln \text{Openness}_t, \ln \text{Composition}_t, \ln (K/L)_t, \ln \text{EFac}_t, \ln \text{Etran}_t) \quad (1)$$

$$\ln(\text{CO})_t = f(\ln \text{Openness}_t, \ln \text{Composition}_t, \ln (K/L)_t, \ln \text{EFac}_t, \ln \text{Etran}_t) \quad (2)$$

$$\ln(\text{SO}_2)_t = f(\ln \text{Openness}_t, \ln \text{Composition}_t, \ln (K/L)_t, \ln \text{EFac}_t, \ln \text{Etran}_t) \quad (3)$$

$$\ln(\text{NO}_x)_t = f(\ln \text{Openness}_t, \ln \text{Composition}_t, \ln (K/L)_t, \ln \text{EFac}_t, \ln \text{Etran}_t) \quad (4)$$

$$\ln(\text{CH}_4)_t = f(\ln \text{Openness}_t, \ln \text{Composition}_t, \ln (K/L)_t, \ln \text{Rice}_t, \ln \text{Livestock}_t) \quad (5)$$

$(\text{CO}_2)_t$ หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ณ เวลา t จากปี 2533-2549

$(CO)_t$	หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ณ เวลา t จากปี 2533-2549
$(SO_2)_t$	หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ณ เวลา t จากปี 2533-2549
$(NO_x)_t$	หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ณ เวลา t จากปี 2533-2549
$(CH_4)_t$	หมายถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของประเทศไทย ณ เวลา t จากปี 2533-2549
$Openness_t$	หมายถึง ขนาดการเปิดประเทศ $(X+M)/GDP$ จากปี 2533-2549
$Composition_t$	หมายถึง องค์ประกอบการผลิต (Composition) สัดส่วนการผลิตนอกภาคเกษตร เทียบกับภาคเกษตร จากปี 2533-2549
$(K/L)_t$	หมายถึง สัดส่วนทุนต่อแรงงาน (Capital Labor Ratio) จากปี 2533-2549
$Efac_t$	หมายถึง การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรม (พินตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) จากปี 2533-2549
$Etran_t$	หมายถึง การบริโภคพลังงานภาคขนส่ง (พินตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) จากปี 2533-2549
$Rice_t$	หมายถึง พื้นที่ปลูกข้าว (ไร่ต่อปี) จากปี 2533-2549
$Livestock_t$	หมายถึง ปศุสัตว์ของประเทศไทย (ตัว) จากปี 2533-2549

ในการศึกษาจะใช้สมการในรูปแบบ Log-Linear จึงได้สมการแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ดังนี้

$$\ln(CO_2)_t = \beta_0 + \beta_1 \ln Openness_t + \beta_2 \ln Composition_t + \beta_3 \ln (K/L)_t + \beta_4 \ln Efac_t + \beta_5 \ln Etran_t + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$\ln(\text{CO})_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Openness}_t + \beta_2 \ln \text{Composition}_t + \beta_3 \ln (\text{K/L})_t + \beta_4 \ln \text{Efac}_t + \beta_5 \ln \text{Etran}_t + \varepsilon_t \quad (7)$$

$$\ln(\text{SO}_2)_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Openness}_t + \beta_2 \ln \text{Composition}_t + \beta_3 \ln (\text{K/L})_t + \beta_4 \ln \text{Efac}_t + \beta_5 \ln \text{Etran}_t + \varepsilon_t \quad (8)$$

$$\ln(\text{NO}_x)_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Openness}_t + \beta_2 \ln \text{Composition}_t + \beta_3 \ln (\text{K/L})_t + \beta_4 \ln \text{Efac}_t + \beta_5 \ln \text{Etran}_t + \varepsilon_t \quad (9)$$

$$\ln(\text{CH}_4)_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Openness}_t + \beta_2 \ln \text{Composition}_t + \beta_3 \ln (\text{K/L})_t + \beta_6 \ln \text{Rice}_t + \beta_7 \ln \text{Livestock}_t + \varepsilon_t \quad (10)$$

โดยที่	β_0	หมายถึง	ค่าคงที่
	β_1	หมายถึง	ค่าความยืดหยุ่นที่แสดงถึง การเปลี่ยนแปลงของมลภาวะ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของขนาดการเปิดประเทศ (Openness)
	β_2	หมายถึง	ค่าความยืดหยุ่นที่แสดงถึง การเปลี่ยนแปลงของมลภาวะ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบการผลิต (Composition)
	β_3	หมายถึง	ค่าความยืดหยุ่นที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของมลภาวะ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนทุนต่อแรงงาน (Capital Labor Ratio)
	β_4	หมายถึง	ค่าความยืดหยุ่นที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของมลภาวะ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรม (Energy Consumption in Industry)

β_5	หมายถึง	ค่าความยืดหยุ่นที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของมลภาวะ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของการบริโภคพลังงานภาคขนส่ง (Energy Consumption in Transportation)
β_6	หมายถึง	ค่าความยืดหยุ่นที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของมลภาวะ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปลูกข้าว
β_7	หมายถึง	ค่าความยืดหยุ่นที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของมลภาวะ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของปศุสัตว์ของไทย
ε_t	หมายถึง	ค่าความคลาดเคลื่อน (Error Term) ซึ่งเป็นตัวแปรเชิงสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย = 0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = σ

สมมติฐานแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย

ปัจจัยที่เป็นตัวแปรอิสระในแบบจำลองจะมีผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยมลภาวะที่แตกต่างกันออกไปโดยกำหนดให้ E = คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) มีเทน (CH₄) โดยสามารถสรุปจากสมมติฐานของแบบจำลอง ได้ดังนี้

1. ขนาดการเปิดประเทศ (Openness) คาดว่าจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณการปล่อยมลภาวะยิ่งมีขนาดการเปิดประเทศมากทำให้สิ่งแวดล้อมเลวลง

$\frac{\partial E}{\partial Openness} > 0$ หมายความว่า เมื่อขนาดการเปิดประเทศเปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้ปริมาณการปล่อยมลภาวะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันเมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่

2. องค์ประกอบการผลิต (Composition) คาดว่าจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณการปล่อยมลภาวะยิ่งมีองค์ประกอบการผลิตมากทำให้สิ่งแวดล้อมเลวลง

$\frac{\partial E}{\partial \text{Composition}} > 0$ หมายความว่า เมื่อองค์ประกอบการผลิต เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้ปริมาณการปล่อยมลภาวะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันเมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่

3. สัดส่วนทุนต่อแรงงาน (Capital Labor Ratio) คาดว่าจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณการปล่อยมลภาวะยังมีสัดส่วนทุนต่อแรงงานมากทำให้สิ่งแวดล้อมเลวลง

$\frac{\partial E}{\partial (K/L)} > 0$ หมายความว่า เมื่อสัดส่วนทุนต่อแรงงานเปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้ปริมาณการปล่อยมลภาวะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันเมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่

4. การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรม (Energy Consumption in Industry) คาดว่าจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณการปล่อยมลภาวะยังมีการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมมากทำให้สิ่งแวดล้อมเลวลง

$\frac{\partial E}{\partial EFac} > 0$ หมายความว่า เมื่อการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมเปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้ปริมาณการปล่อยมลภาวะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันเมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่

5. การบริโภคพลังงานภาคขนส่ง (Energy Consumption in Transportation) คาดว่าจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณการปล่อยมลภาวะยังมีการบริโภคพลังงานภาคขนส่งมากทำให้สิ่งแวดล้อมเลวลง

$\frac{\partial E}{\partial ETran} > 0$ หมายความว่า เมื่อการบริโภคพลังงานภาคขนส่งเปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้ปริมาณการปล่อยมลภาวะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันเมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่

6. พื้นที่ปลูกข้าวคาดว่าจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณการปล่อยมลภาวะยังมีพื้นที่ปลูกข้าวมากทำให้สิ่งแวดล้อมเลวลง

$\frac{\partial E}{\partial Rice} > 0$ หมายความว่า เมื่อพื้นที่ปลูกข้าวเปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้ปริมาณการปล่อยมลภาวะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันเมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่

7. ปศุสัตว์ (Livestock) คาดว่าน่าจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณการปล่อยมลภาวะยิ่งมีปศุสัตว์มากทำให้สิ่งแวดล้อมเลวลง

$\frac{\partial E}{\partial \text{Livestock}} > 0$ หมายความว่า เมื่อปศุสัตว์เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้ปริมาณการปล่อยมลภาวะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันเมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่

บทที่ 3

สถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย สภาพทั่วไปของการค้าระหว่างประเทศ และปัจจัยอื่นที่ส่งผลกระทบต่อการสร้างมลภาวะ

การศึกษาในบทนี้จะกล่าวถึงสภาพทั่วไปของการค้าระหว่างประเทศและสถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ซึ่งสามารถแบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนที่ 1. ศึกษาสถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ส่วนที่ 2. ศึกษาสภาพทั่วไปของการค้าระหว่างประเทศ ส่วนที่ 3. ศึกษาปัจจัยอื่นที่ส่งผลกระทบต่อการสร้างมลภาวะ

สถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

การศึกษาในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1. สภาพทั่วไปของมลพิษทางอากาศของประเทศไทย 2. สภาพทั่วไปของก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

1. สภาพทั่วไปของมลพิษทางอากาศของประเทศไทย

โลกมีชั้นบรรยากาศห่อหุ้มอยู่โดยรอบหนาประมาณ 15 กิโลเมตร ชั้นของบรรยากาศเหล่านี้ประกอบด้วย ไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ฟลูออรีน ไอออนและเชอจุลินทรีย์ต่างๆ ในจำนวนก๊าซเหล่านี้ก๊าซที่สำคัญที่สุดต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตในโลกคือ ก๊าซออกซิเจน และชั้นของบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนเพียงพอต่อการดำรงชีวิตมีความหนาเพียง 5-6 กิโลเมตรเท่านั้น ซึ่งปกติจะมีส่วนประกอบของก๊าซต่างๆค่อนข้างคงที่คือ ไนโตรเจนจำนวนร้อยละ 78.09 ออกซิเจนร้อยละ 20.94 ก๊าซเฉื่อยซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ ก๊าซอาร์กอนร้อยละ 0.93 คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 0.03 และส่วนผสมของก๊าซฮีเลียม ไฮโดรเจน นีออน คริปตอน ซีนอน โอโซน มีเทน ไอออน้ำ และสิ่งอื่นรวมกัน ร้อยละ 0.01 ในปริมาณคงที่ของก๊าซดังกล่าวเหล่านี้ถือว่าเป็นอากาศบริสุทธิ์ แต่เมื่อใดก็ตามเมื่อส่วนประกอบของอากาศเปลี่ยนแปลงไปมีปริมาณของฟลูออรีน ก๊าซ กลิ่น หมอกควัน ไอ ไอออน้ำ เหม่าและกัมมันตภาพรังสีอยู่ในบรรยากาศมากเกินไปเรียกสภาวะดังกล่าวว่าอากาศเสียหรือมลพิษทางอากาศ สารเคมีที่อยู่ผิดที่ผิดเวลาในระดับความเข้มข้นที่ก่อให้เกิดความเสียหาย

นั้นเรียกว่ามลสาร (Pollutant) หรือสารปนเปื้อน (ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช, 2549ก อ้างใน Wellbern, 1994: 1-3) มลสารจะก่อให้เกิดผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบปริมาณของ HC , CO , NO_x และอนุภาคต่างๆ ที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซล

ชนิดของมลพิษทางอากาศ	เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ	เครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ	เครื่องยนต์ดีเซล
HC (ppm)	900	12,000	150-500
CO (% โดยปริมาตร)	3.5	3.5	0.2
NO _x (ppm)	1,500	150	2,000-3,000
อนุภาคต่างๆ (ปอนด์/1000 แกลลอน ของเชื้อเพลิง)	12	12	110

ที่มา: ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช (2549ข)

ตารางที่ 2 ปริมาณของ HC , CO และ NO_x ที่ปล่อยออกมาจากท่อไอเสียขณะที่เครื่องยนต์อยู่ในระหว่างการใช้งานแบบต่างๆ

ปริมาณของมลพิษที่ปล่อยออกมา	CO	HC	NO _x
มากกว่า	ลดความเร็ว และจอด ติดเครื่อง	ลดความเร็ว และจอด ติดเครื่อง	เร่งเครื่องและวิ่งด้วย ความเร็วคงที่
น้อยกว่า	เร่งเครื่องและวิ่งด้วย ความเร็วคงที่	เร่งเครื่องและวิ่งด้วย ความเร็วคงที่	ลดความเร็ว และจอด ติดเครื่อง

ที่มา: ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช (2549ข)

ชนิดของเครื่องยนต์ก็มีความสัมพันธ์กับปริมาณมลพิษที่ปล่อยออกมาจากรถยนต์ด้วย ตารางที่ 1 แสดงถึงความแตกต่างกันของมลพิษทางอากาศชนิดต่างๆ ที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซล จะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์ดีเซลปล่อยคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)

ออกมาน้อยกว่าเครื่องยนต์เบนซิน แต่ในขณะเดียวกันกับปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และอนุภาคต่างๆ ออกมาสูงกว่า นอกจากนั้นการทำงานของเครื่องยนต์ ในระหว่างการใช้งานแบบต่างๆ เช่น ขณะจอดติดเครื่อง วิ่งด้วยความเร็วคงที่ เร่งความเร็ว และลดความเร็ว ก็มีผลต่อปริมาณมลพิษทางอากาศอีกด้วย ดังตารางที่ 2 อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นเครื่องยนต์แบบไหนเมื่อเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์จะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก

การศึกษาในส่วนนี้จะกล่าวถึงก๊าซพิษ ได้แก่ 1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 2. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 3. ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ รวมทั้งแหล่งที่มาของก๊าซพิษและผลกระทบที่มีต่อมนุษย์ ซึ่งก๊าซที่ปล่อยออกมาแล้วสามารถทำให้เกิดอันตรายถึงขั้นเสียชีวิตได้ถ้าหากได้รับในปริมาณมากๆ

1.1 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา การสันดาปไม่สมบูรณ์ (Incomplete Combustion) ของสารประกอบคาร์บอนซึ่งเป็นสารประกอบหลักของเชื้อเพลิงกับก๊าซออกซิเจน คาร์บอนมอนอกไซด์เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสเสถียร (Stable Gas) เบากว่าอากาศ (น้ำหนักโมเลกุลของอากาศ = 28.96 น้ำหนักโมเลกุลของ CO = 28.01) อยู่ในบรรยากาศได้นาน 2-4 เดือน (Life Time) แหล่งกำเนิดของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีดังนี้

1.1.1 การปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์จากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมัน อุตสาหกรรมผลิตก๊าซ การทำเหมืองถ่านหิน ซึ่งจะปล่อยก๊าซดังกล่าวออกมาแต่อย่างไรก็ตามมีปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเทียบกับท่อไอเสียรถยนต์

1.1.2 การปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์จากการคมนาคม โดยส่วนมากจะเกิดกับรถยนต์ที่มีน้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง เช่นรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) รถมอเตอร์ไซด์ โดยเฉพาะรถยนต์เก่าที่มีสภาพเครื่องยนต์ไม่สมบูรณ์และรถมอเตอร์ไซด์ 2 จังหวะ จะเกิดก๊าซชนิดนี้มากที่สุดนี้เนื่องจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์แต่อย่างไรก็ตามเครื่องยนต์ดีเซลก็ยังมีปล่อยก๊าซชนิดนี้แต่มีปริมาณน้อยกว่าเครื่องยนต์เบนซิน

ผลกระทบของคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มีต่อมนุษย์ โดยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เข้าสู่ร่างกายด้วยการสูดดม โดยไปจับรวมกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงดีกว่าก๊าซออกซิเจน 200-250

เท่า เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhaemoglobin COHb) ทำให้เลือดนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ น้อยลง ทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถถ่ายออกซิเจนได้ อาการอาจเป็นน้อยๆ จนถึงเสียชีวิต ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซที่มีอยู่ในบรรยากาศ และระยะเวลาที่สูดดมอาการเริ่มแรกที่สำคัญ ได้แก่ อาการปวดศีรษะน้อยไปจนถึงมาก อาการจะเพิ่มขึ้นมากตามปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้รับ เมื่อได้รับในปริมาณที่มากขึ้นจะปวดศีรษะมาก หรือแน่นหน้าอกเวลาออกแรง ขึ้นต่อไปจะเหนื่อยหอบแน่นหน้าอกมากขึ้น ตาพร่ามัว คลื่นไส้ อาเจียน เชื่องซึม ขึ้นต่อไปหมดสติ ชัก การหายใจผิดปกติและเสียชีวิต ผู้ป่วยบางรายอาจมีไตวายเฉียบพลันร่วมอยู่ด้วย และถ้าได้รับการรักษาไม่ทันท่วงทีจะมีความพิการของสมองและประสาทหลงเหลืออยู่ เช่น ความจำถดถอย หรือ ซาเทา บุคลิกภาพ และอารมณ์ผิดปกติ

1.2 ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ประมาณร้อยละ 80 จะถูกปล่อยออกมาในรูปของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ใน Flue Gas ส่วนที่เหลือจะอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ในขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ โดยทั่วไปความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ใน Flue Gas อยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 0.05-0.25 และบางที่อาจสูงถึงร้อยละ 0.4 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่ติดไฟมีกลิ่นแสบจมูก ละลายได้ดีในน้ำเปลี่ยนเป็นกรด สามารถพบได้ในบรรยากาศทั่วไปในปริมาณ 0.02-0.1 ppm. ถ้าหากพบในบรรยากาศในปริมาณสูงส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการเผาเชื้อเพลิงหรือวัสดุที่มีกำมะถัน เช่น ถ่านหินและน้ำมัน เกิดขึ้นเนื่องจากซัลเฟอร์ (S) ที่มีปะปนในเชื้อเพลิงทำปฏิกิริยากับอากาศ (O_2) $S+O_2 = SO_2$ และจะเกิดเป็นกรดกำมะถันในบรรยากาศที่มีความชื้นหรือในกรณีที่มีฝนตก ซึ่งเรียกว่า ฝนกรด (Acid Rain) แหล่งกำเนิดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีดังนี้

1.2.1 การปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากธรรมชาติ ปฏิกิริยาการเกิดธรรมชาติที่เป็นสาเหตุให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปล่อยออกสู่บรรยากาศนั้นคือ การระเบิดของภูเขาไฟ

1.2.2 การปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากโรงไฟฟ้า ในการผลิตกระแสไฟฟ้านั้นปัจจัยการผลิตที่สำคัญคือถ่านหิน ซึ่งมีกำมะถันเจือปนอยู่มากเมื่อเผาไหม้จึงเกิดก๊าซชนิดนี้มาก

1.2.3 การปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากโรงงานอุตสาหกรรม มาจากกระบวนการถลุงโลหะ แร่ต่างๆ เช่น สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว หม้อไอน้ำที่ใช้ถ่านหิน เตาให้ความร้อน เตาเผาหินแร่

เหล็ก เตาถ่าน ไม้ นอกจากนั้นการเผาขยะกลางแจ้งหรือแม้แต่การเผาในเตาเผาที่เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปล่อยออกสู่บรรยากาศเช่นกัน

1.2.4 การปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการคมนาคม โดยส่วนมากจะเป็นรถบรรทุก เครื่องยนต์ดีเซลเนื่องจากการเจือปนกำมะถันในดีเซล

ผลกระทบของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีต่อมนุษย์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อต่างๆ เมื่อเคลื่อนที่เข้าสู่ทางเดินหายใจตอนบนจะถูกดูดซับไว้ จากนั้นจะเคลื่อนที่เข้าสู่ทางเดินหายใจตอนล่าง เข้าสู่กระแสเลือด แพร่กระจายไปทั่วร่างกาย ผ่านการเมตาโบไลซ์แล้วถูกขับออกทางปัสสาวะ หากร่างกายได้รับก๊าซนี้ที่ระดับความเข้มข้นสูงมากจนเกินกำลังความสามารถในการดูดซึมของทางเดินหายใจตอนบนแล้วอาจถึงแก่ชีวิตหรือเกิดโรคได้ (วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ และคณะ, 2543: 29-30) นอกจากการได้รับก๊าซนี้โดยลำพังแล้วหากร่างกายได้รับก๊าซชนิดอื่นที่มีการเสริมฤทธิ์ (Synergistic Effect) กับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะทำให้ร่างกายได้รับผลกระทบมากขึ้น ซึ่งก๊าซที่มีผลในการเสริมฤทธิ์ของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้แก่ 1. Hydrogenperoxide และโอโซน 2. กรดกำมะถัน 3. ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) 4. ฝุ่นแขวนลอยในอากาศ (Total Suspended Particle; TSP) สำหรับ TSP นั้นเมื่อออกฤทธิ์เสริมกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะมีระดับความรุนแรงแตกต่างกันตามความเข้มข้นของมลสารทั้ง 2 ชนิด

1.3 ไนโตรเจนออกไซด์

ไนโตรเจนออกไซด์ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศมี 7 ชนิดแต่มีเพียงไนตริกออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์เท่านั้นที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ และจัดว่าเป็นมลพิษทางอากาศ ไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็นก๊าซเฉื่อยมีคุณสมบัติเป็นยาสลบ เป็นก๊าซไม่มีสีในบรรยากาศทั่วไป แต่จะมองเห็นเป็นก๊าซสีน้ำตาลได้ถ้ามีจำนวนมาก ซึ่งกว่าร้อยละ 90 ของไนโตรเจนออกไซด์ที่เกิดขึ้นเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เข้าสู่บรรยากาศได้โดยการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่างๆ จากโรงงานอุตสาหกรรม และยานพาหนะในการเผาไหม้เชื้อเพลิง ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) เกิดจากเชื้อเพลิงที่มีสารไนโตรเจนผสมอยู่ ได้แก่ สาร Pyridine, Piperdine ซึ่งสารเหล่านี้พบได้โดยทั่วไป ในน้ำมันและถ่านหิน (Coal) ส่วนในก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) จะไม่พบสารประกอบของไนโตรเจน อีกกรณีหนึ่งคือออกไซด์ไนโตรเจนจะเกิดขึ้นได้เองเมื่ออากาศซึ่งประกอบด้วยไนโตรเจนและออกซิเจนได้รับความร้อนที่อุณหภูมิมากกว่า 1,659 องศาเซลเซียส (อัตราส่วน $\text{N}:\text{O} =$

3.75:1) แต่ถ้าไนโตรเจนไดออกไซด์รวมกับน้ำในอากาศจะกลายเป็นกรดดินประสิว ซึ่งอยู่ในรูปหมอกน้ำค้าง ไนเตรต (Nitrate Mist) หรือทำปฏิกิริยากับเกลือของโลหะไปเป็นอนุภาคของไนเตรต อนุภาคเหล่านี้มีพิษภัย โดยแหล่งที่มาของไนโตรเจนออกไซด์มีดังนี้

1.3.1 การปล่อยไนโตรเจนออกไซด์จากธรรมชาติ ไนโตรเจนมีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยากับสารต่างๆในธรรมชาติ

1.3.2 การปล่อยไนโตรเจนออกไซด์จากโรงไฟฟ้า ในการผลิตกระแสไฟฟ้านั้นปัจจัยการผลิตที่สำคัญคือถ่านหิน ซึ่งมีสารไนโตรเจนผสมอยู่เมื่อเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงจึงเกิดก๊าซชนิดนี้มาก

1.3.3 การปล่อยไนโตรเจนออกไซด์จากโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งของไนโตรเจนออกไซด์จะครอบคลุมอุปกรณ์และเครื่องใช้จำนวนมากในภาคอุตสาหกรรม ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเผาไหม้ โดยมีทั้งหม้อไอน้ำที่ใช้ถ่านหิน น้ำมัน อุปกรณ์และเตาเผาต่างๆ นอกจากนี้ยังมีแหล่งพิเศษ เช่น กระบวนการผลิตกรดดินประสิว

1.3.4 การปล่อยไนโตรเจนออกไซด์จากการคมนาคม โดยเครื่องยนต์ของรถบรรทุก และเรือขนส่งสินค้าใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งจะเกิดจากกระบวนการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูงซึ่งจะเกิดก๊าซชนิดนี้มาก

ผลกระทบของไนโตรเจนออกไซด์ที่มีต่อมนุษย์ สารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจนทั้ง 7 ชนิดนั้นมีปะปนอยู่ในบรรยากาศ แต่มีเพียง 2 ชนิดเท่านั้นที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ นั่นคือไนตริกออกไซด์ (NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ซึ่งปริมาณของไนตริกออกไซด์ที่มีอยู่ในบรรยากาศทั่วไปจะมีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถเข้าสู่กระแสเลือด ดังนั้นจึงไม่เกิดอันตรายต่อสุขภาพ ส่วนไนโตรเจนไดออกไซด์เป็นก๊าซสีน้ำตาลแดง ทำให้เกิดการระคายเคืองตาและเกิดอาการคล้ายกับโรคหลอดลมตีบตัน เมื่อมนุษย์หายใจเอาก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ที่ระดับ 140 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะเกิดการปรับสายตาให้เข้ากับความมืดได้ไม่ดีเท่าเดิม (วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ และคณะ, 2543: 37-38) ผู้ป่วยโรคหอบหืดอาจมีอาการหอบหืดเร็วขึ้น หากได้รับก๊าซนี้ที่ระดับ 190 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรร่วมกับสารกระตุ้นให้หลอดลมตีบ (Bronchioconstrictor) ความผิดปกติของระบบหายใจในคนทั่วไปเริ่มต้นเมื่อร่างกายได้รับก๊าซที่

1,300-3,800 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลเฉียบพลันระหว่างก๊าซไนตริกออกไซด์ (NO) กับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ที่มีต่อการทำงานของปอดนั้นพบว่าไนตริกออกไซด์ (NO) มีอันตรายน้อยกว่าอย่างชัดเจน ในการเชื่อมโลหะ การผลิตทางอุตสาหกรรม ตลอดจนยุ่งฉางเก็บเมล็ดพืชต่างๆอาจมีก๊าซไนตริกออกไซด์ (NO) เกิดขึ้นได้หากมิได้มีการควบคุมและป้องกันเพียงพอ เมื่อได้รับก๊าซนี้ในระดับต่ำขณะปฏิบัติงานดังกล่าวก็อาจมีผลต่อร่างกาย กล่าวคือ เริ่มตั้งแต่มีอาการบวมของเนื้อเยื่อในหลอดลมตอนบนเมื่อก๊าซมีระดับต่ำ และจะลุกลามถึงหลอดลมส่วนล่าง จนถึงมีอาการปอดบวมหากได้รับก๊าซนี้ที่ระดับความเข้มข้นสูง ปฏิกริยาของร่างกายในกรณีหลังนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นต้น : จะมีอาการไอ หายใจไม่ออก และแน่นอึดอัดทันที แล้วกลับมีทำที่พื้นตัวในระยะสงบประมาณ 2-3 อาทิตย์ (เกิดจากโรคหลอดลมหรือปอดบวม) ขั้นที่สอง : ระบบหายใจจะล้มเหลวจนถึงอาจถึงแก่ชีวิต หรือมิฉะนั้นอาจฟื้นตัวได้เหมือนดั้งเดิม (เกิดจากการบวมพองของหลอดลมจนอุดตัน (Bronchiolitis Fibrosa Obliterans))

1.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซพิษของประเทศไทย

ปริมาณการปล่อยก๊าซพิษของประเทศไทยนั้นได้แก่ 1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 2. ไนโตรเจนออกไซด์ 3. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซพิษเหล่านี้จะส่งผลเสียต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

1.4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ การปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ตารางที่ 3) จะเห็นได้ว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2540 มีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 2,650 พันตัน เพิ่มขึ้นเป็น 3,078 พันตันในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งแหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษมากที่สุดในปี พ.ศ. 2549 คือในย่านพาณิชย์กรรมและที่อยู่อาศัยมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 2,284 พันตัน รองลงมาคือการคมนาคมขนส่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 452 พันตัน อุตสาหกรรมการผลิตมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 182 พันตันและแหล่งกำเนิดไฟฟ้ามีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 53 พันตันตามลำดับ โดยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เกิดจากรถที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นสำคัญ โดยเฉพาะรถยนต์เก่าทรุดโทรม เนื่องจากอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงไม่เหมาะสม ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์คาร์บอนรวมตัวกับออกซิเจนเพียงอะตอมเดียว จึงกลายเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล จะระบายคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมาน้อยมาก

1.4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ การปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (ตารางที่ 4) จะเห็นได้ว่าปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2540 มีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 694 พันตัน เพิ่มขึ้นเป็น 890 พันตันในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งแหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษมากที่สุดในปีพ.ศ. 2549 คือการคมนาคมขนส่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 246 พันตัน รองลงมาคือแหล่งกำเนิดไฟฟ้ามีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 227 พันตัน อุตสาหกรรมการผลิตมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 222 พันตันและยานพาหนะกรรมและที่อยู่อาศัยมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 31 พันตันตามลำดับโดยไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_x) เป็นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ และการเผาไหม้ดีเท่าไรไนโตรเจนในบรรยากาศก็จะรวมกับออกซิเจน เป็นไนโตรเจนออกไซด์ได้ดีเท่านั้น เมื่อเราพยายามลดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลง ก็จะกลับเป็นการเพิ่มปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนขึ้น ไนโตรเจนออกไซด์จึงเป็นเช่นเดียวกับคาร์บอนไดออกไซด์ คือไม่สามารถขจัดไปได้

1.4.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ การปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ตารางที่ 5) จะเห็นได้ว่าปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีแนวโน้มลดลงโดยในปี พ.ศ. 2540 มีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 1,218 พันตัน ลดลงเป็น 381 พันตันในปี พ.ศ. 2548 แต่อย่างไรก็ตามในปี 2549 นั้นได้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเพิ่มขึ้นเป็น 462 พันตัน เนื่องจากราคาน้ำมันแพงเกิดการปรับตัวโดยมีแนวโน้มไปใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงมากขึ้น เพราะราคาถูกกว่า ซึ่งแหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษมากที่สุดในปีพ.ศ. 2549 คือแหล่งกำเนิดไฟฟ้ามีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 231 พันตัน รองลงมาคืออุตสาหกรรมการผลิตมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 212 พันตันและการคมนาคมขนส่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 14 พันตันส่วนในยานพาหนะกรรมและที่อยู่อาศัยแทบจะไม่มีปล่อยก๊าซชนิดนี้เลยโดยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เกิดจากการเผาไหม้ของถ่านหินเป็นสำคัญ เนื่องจากมีกำมะถันปะปนอยู่ในจำนวนมากและอีกส่วนหนึ่งเป็นมลพิษที่ระบายนอกจากเครื่องยนต์ดีเซล เนื่องจากมีกำมะถันปะปนอยู่ในน้ำมันดีเซล ในประเทศไทยมีกำมะถันในน้ำมันดีเซลประมาณร้อยละ 0.5 กำมะถันหรือซัลเฟอร์ในน้ำมันจะทำให้ปฏิกิริยากับออกซิเจนในขณะเกิดสันดาปกลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ประมาณว่าในรถบรรทุกขนาดใหญ่จะคายซัลเฟอร์ออกมาประมาณ 2.28 กรัม/กม./คัน รถบรรทุกขนาดเล็กประมาณ 1.58 กรัม/กม./คัน (ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช, 2549ข)

ตารางที่ 3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์^{1/} จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ พ.ศ. 2540 - 2549

(หน่วย : พันตัน)

แหล่งกำเนิดมลพิษ	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549
รวม	2,650	2,664	2,732	2,759	2,791	2,887	2,973	3,028	3,112	3,078
การคมนาคมขนส่ง	507	472	465	453	461	489	512	522	482	452
แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ^{2/}	24	25	27	31	32	37	44	47	52	53
อุตสาหกรรมการผลิต	147	125	134	136	122	138	151	162	174	182
ยานพาหนะกรรมและที่อยู่อาศัย	1,898	1,961	2,021	2,051	2,077	2,120	2,158	2,195	2,292	2,284
อื่น ๆ ^{3/}	74	81	85	88	99	103	109	102	112	107

หมายเหตุ: ^{1/} ปริมาณปริมาณการปล่อยมลพิษตาม "Revised 1996 IPCC Guidelines for GHG Inventories" โดยยกเว้นการปล่อยมลพิษจากพลังงาน

หมุนเวียน น้ำมันที่ใช้ระหว่างประเทศ น้ำมันดีเซล น้ำมันเครื่องบิน และยกเว้นปริมาณการปล่อยมลพิษอื่น ๆ
จากน้ำมันที่ใช้ระหว่างประเทศ น้ำมันดีเซล และน้ำมันเครื่องบิน

^{2/} การผลิต ไฟฟ้า ยกเว้นการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ

^{3/} อื่น ๆ ประกอบด้วย เกษตรกรรม ก่อสร้างและเหมืองแร่

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2549)

ตารางที่ 4 ปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์^{1/} จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ พ.ศ. 2540 - 2549

(หน่วย : พันตัน)

แหล่งกำเนิดมลพิษ	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549
รวม	694	626	658	656	703	752	801	853	901	890
การคมนาคมขนส่ง	233	203	202	197	203	214	231	251	260	246
แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ^{2/}	156	150	153	161	181	189	198	213	224	227
อุตสาหกรรมการผลิต	148	115	136	132	150	170	178	200	215	222
ยานพาหนะกรรมและที่อยู่อาศัย	26	26	27	28	28	29	29	30	31	31
อื่น ๆ ^{3/}	131	132	140	138	141	150	164	159	171	164

หมายเหตุ: ^{1/} ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษตาม "Revised 1996 IPCC Guidelines for GHG Inventories" โดยยกเว้นการปล่อยมลพิษจากพลังงาน

หมุนเวียน น้ำมันที่ใช้ระหว่างประเทศ น้ำมันดีเซล น้ำมันเครื่องบิน และยกเว้นปริมาณการปล่อยมลพิษอื่น ๆ
จากน้ำมันที่ใช้ระหว่างประเทศ น้ำมันดีเซล และน้ำมันเครื่องบิน

^{2/} การผลิตไฟฟ้า ยกเว้นการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ

^{3/} อื่น ๆ ประกอบด้วย เกษตรกรรม ก่อสร้างและเหมืองแร่

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2549)

ตารางที่ 5 ปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์^{1/} จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ พ.ศ. 2540 - 2549

(หน่วย : พันตัน)

แหล่งกำเนิดมลพิษ	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549
รวม	1,218	774	751	487	350	359	335	377	381	462
การคมนาคมขนส่ง	68	59	21	20	21	21	15	15	15	14
แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ^{2/}	944	520	541	293	158	153	158	199	213	231
อุตสาหกรรมการผลิต	185	177	179	170	167	180	158	158	149	212
ยานพาหนะกรรมและที่อยู่อาศัย	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
อื่น ๆ ^{3/}	20	17	9	4	4	5	4	5	5	5

หมายเหตุ: ^{1/} ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษตาม "Revised 1996 IPCC Guidelines for GHG Inventories" โดยยกเว้นการปล่อยมลพิษจากพลังงาน

หมุนเวียน น้ำมันที่ใช้ระหว่างประเทศ น้ำมันดีเซล น้ำมันเครื่องบิน และยกเว้นปริมาณการปล่อยมลพิษอื่น ๆ
จากน้ำมันที่ใช้ระหว่างประเทศ น้ำมันดีเซล และน้ำมันเครื่องบิน

^{2/} การผลิตไฟฟ้า ยกเว้นการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ

^{3/} อื่น ๆ ประกอบด้วย เกษตรกรรม ก่อสร้างและเหมืองแร่

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2549)

2. สภาพทั่วไปของก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

โดยธรรมชาติแล้วก๊าซบางชนิดในบรรยากาศจะทำหน้าที่เป็นเสมือนกำแพงกักกั้นไม่ให้รังสีความร้อนของโลกแผ่ออกไปยังอวกาศเพื่อสร้างความอบอุ่นให้กับโลก ทำให้โลกมีอุณหภูมิพอเหมาะต่อการดำรงชีวิต ในสภาวะอบอุ่น ไม่หนาวเกินไป ประกอบด้วยก๊าซต่างๆ ลอยอยู่เหนือผิวโลกได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC) โดยปกติแล้วก๊าซชนิดนี้มีปริมาณน้อย แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศโลก ถ้าหากก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณมากเกินไป ก็จะเก็บและสะท้อนความร้อนกลับลงมาโลกในอีกภูมิภาคหนึ่ง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านภูมิอากาศอย่างมาก เช่น เกิดภาวะอากาศร้อนแห้งแล้งหรือ เอลนีโญ และภาวะน้ำท่วม อุทกภัยรุนแรงหรือ ลานีญา ซึ่งเอลนีโญและลานีญา โดยปกติแล้วจะมีคาบการเกิด 5-7 ปี แต่เพราะการเพิ่มปริมาณของก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นการเพิ่มในเชิงอุตสาหกรรม ทำให้คาบการเกิดปรากฏการณ์นี้ร่นระยะเข้ามาเป็นทุก 2-3 ปี เอลนีโญ คือการที่กระแสน้ำได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์น้อยลง มีอุณหภูมิต่ำลง หรือกระแสน้ำอุ่นเกิดการเปลี่ยนทิศทางเดิน ส่งผลให้มีการระเหยไอน้ำสู่บรรยากาศในภูมิภาคนั้นน้อยลง ลงผลให้ไม่มีเมฆฝน และปริมาณมรสุมน้อยลง เกิดความแห้งแล้งอย่างรุนแรง ในทางตรงข้ามปรากฏการณ์ลานีญาก็เกิดขึ้นในทางกลับกัน กล่าวคือกระแสน้ำเย็นได้รับพลังความร้อนมากขึ้น ทำให้ระเหยกลายเป็นวัตถุกำเนิดฝน ในที่สุดก็เกิดฝนตกหนัก น้ำท่วมในภูมิภาคประเทศที่ไม่เคยมีปรากฏการณ์เช่นนี้มาก่อน ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์

การศึกษาในส่วนนี้จะกล่าวถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญของไทยได้แก่ 1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซที่มีปริมาณการปล่อยออกมาและมีอิทธิพลต่อการเกิดภาวะเรือนกระจกมากที่สุด 2. ก๊าซมีเทน เป็นก๊าซที่มีอิทธิพลรองลงมา ซึ่งเกิดจากการปลูกข้าวและการทำปศุสัตว์ ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณการปล่อยน้อยกว่าคาร์บอนไดออกไซด์แต่ก๊าซมีเทนสามารถกักเก็บความร้อนได้มากกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ 25 เท่า (ตารางที่ 6) ถึงแม้ว่าก๊าซทั้งสองชนิดดังกล่าวนี้จะไม่ใช่ก๊าซพิษ ไม่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในทางตรงแต่จะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในทางอ้อม เมื่อมีปริมาณสะสมมากขึ้นเรื่อยๆแล้วจะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิของโลกร้อนขึ้น ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ

ตารางที่ 6 คุณสมบัติของก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ

ชนิดของก๊าซ	ผลต่อการเกิด ภาวะเรือน กระจก	การเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ปีค.ศ. 1750	ความสามารถในการ กักเก็บความร้อน เทียบกับ CO ₂	ระยะเวลาที่ คงอยู่ใน บรรยากาศ (ปี)
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	53%	31%	1	50-200
มีเทน (CH ₄)	17%	151%	25	10
ไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O)	5%	17%	200	150
โอโซน (O ₃)	13%	36%	2,000	1 สัปดาห์
คลอโรฟลูออโร คาร์บอน (CFC)	12%	-	มากกว่า 10,000	60-100

ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2550)

2.1 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

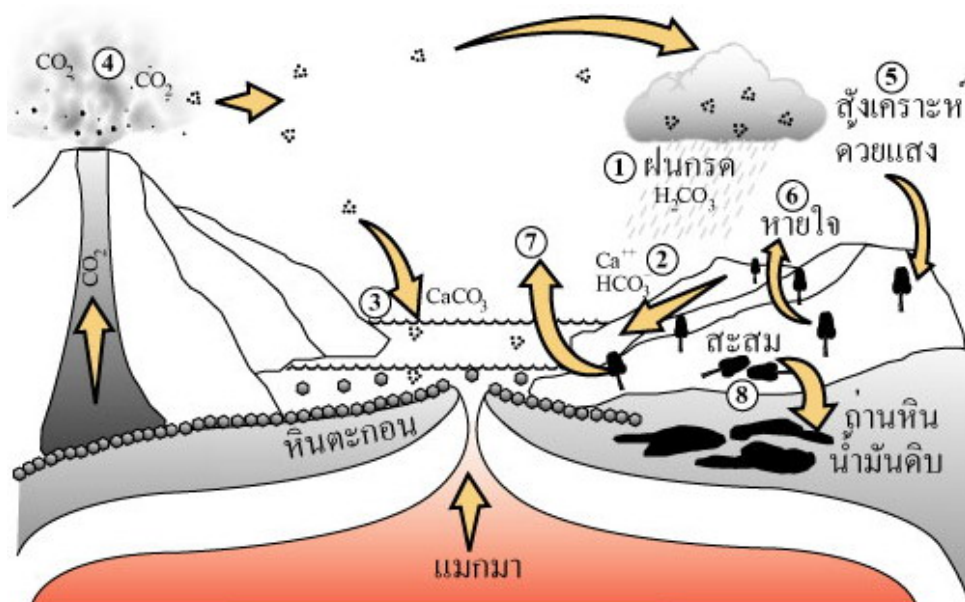
คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide) เป็นก๊าซชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุ 2 ชนิดคือ คาร์บอน (Carbon, C) 1 อะตอม และออกซิเจน (Oxygen, O) 2 อะตอม ธาตุทั้ง 2 ชนิดจับกันด้วย พันธะเคมีที่เรียกว่าพันธะโคเวเลนต์ (Covalent Bond) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เป็นก๊าซ เรือนกระจกที่สำคัญมากที่สุดที่เกิดจากมนุษย์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความหนาแน่นต่ำมาก คือ แค่เพียงร้อยละ 0.03 แต่ก๊าซนี้กลับมีบทบาทสำคัญในระบบชีวภาพ (Biosphere) โดยแหล่งที่มาของ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยทั่วไปแล้วสามารถเกิดขึ้นได้ดังนี้

2.1.1 เกิดขึ้นเองตามวัฏจักรคาร์บอน แบ่งเป็น 2 ช่วงคือวัฏจักรช่วงยาวและวัฏจักร ช่วงสั้น

ก. วัฏจักรช่วงยาว (ภาพที่ 1) ในยุคแรกปกคลุมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่ง โผล่ขึ้นมาจากภูเขาไฟ เพื่อสร้างภาวะเรือนกระจกให้เกิดความอบอุ่นให้กับพื้นผิว เนื่องจากดวง อาทิตย์ในยุคนั้นยังมีขนาดเล็ก กาลต่อมาดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ขึ้น โลกลดภาวะเรือนกระจกโดย

ช่วงที่ 1 น้ำฝนละลายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ช่วงที่ 2 ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมซิลิเกตบนพื้นผิวทำให้เกิดซิลิกา (ทราย) ประจุแคลเซียม ประจุคาร์บอนेटไหลรวมกันลงสู่แม่น้ำและทะเล ช่วงที่ 3 สิ่งมีชีวิตบนแผ่นดิน สิ่งมีชีวิตใต้ทะเลใช้แคลเซียมไบคาร์บอนेटมาสร้างเปลือก เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงสะสมเป็นตะกอนหินปูนที่พื้นทะเล ช่วงที่ 4 หินตะกอนได้เปลือกมหาสมุทร ถูกหลอมละลายโดยแมกมา และถูกดันขึ้นมาทางปล่องภูเขาไฟในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ข. วัฏจักรช่วงสั้น ช่วงที่ 5 พืชและแพลงตอนสีเขียว ตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ เพื่อสร้างอาหารโดยการสังเคราะห์ด้วยแสง และปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมา ช่วงที่ 6 สัตว์หายใจเข้านำก๊าซออกซิเจนไปเผาผลาญอาหาร และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ สิ่งมีชีวิตสร้างร่างกายจากคาร์บอนในอาหาร เมื่อตายลงก็จะคืนคาร์บอนไว้กับแผ่นดินหรืออาจฝังตัวเป็นน้ำมันและถ่านหิน ช่วงที่ 7 ในสถานะที่ขาดออกซิเจนแบคทีเรียจะย่อยสลายอาหาร ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดและก๊าซมีเทน ช่วงที่ 8 เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงคาร์บอนในร่างกายจะสะสมในดิน การทับถมตัวในสถานะที่ไร้ออกซิเจนหลายร้อยล้านปีจะทำให้เกิด ถ่านหิน น้ำมันดิบ หรือก๊าซเชื้อเพลิง มนุษย์ขุดวัตถุติดเหล่านี้มาเป็นเชื้อเพลิง ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ



ภาพที่ 1 วัฏจักรคาร์บอน

ที่มา: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2550)

พืชจะดูดคาร์บอนไดออกไซด์ และใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์แตกโมเลกุลของก๊าซออกเพื่อใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อของพืช กระบวนการนี้คือ การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) แม้แต่อัลจีในทะเลก็สามารถสังเคราะห์แสงได้เช่นเดียวกัน ผลพลอยได้จากการสังเคราะห์แสง คือ ก๊าซออกซิเจนที่พืชและอัลจีคายออกมา ในเวลากลางคืน เมื่อไม่มีแสงอาทิตย์ พืชและอัลจีจะหายใจเอาออกซิเจน และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การหายใจของพืชนี้ก็เช่นเดียวกับการหายใจของมนุษย์และสัตว์ ซึ่งจะทำให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นเมื่อพืชหรือสัตว์ตายและเน่าเปื่อย คาร์บอนที่สะสมในพืชและสัตว์จะถูกปล่อยออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ ในทำนองเดียวกันการเผาไหม้หรือการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิลต่างๆจะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศเพิ่มขึ้น ดินตามธรรมชาติมีคาร์บอนมากถึงร้อยละ 50 ของน้ำหนักแห้งในรูปต่างๆ รวมทั้งสารอินทรีย์ที่กำลังเน่าเปื่อยผุพังและสลายตัว ดังนั้นเมื่อมีการไถพลิกหน้าดินคาร์บอนจำนวนหนึ่งถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2.1.2 เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง โดยมนุษย์เองมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ กิจกรรมเหล่านี้เพิ่มปริมาณคาร์บอนในบรรยากาศประมาณ 5 พันล้านตัน การทำลายป่าและการทำการเกษตรพาณิชย์มีผลทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น แม้ยังไม่มีการวิเคราะห์ถึงปริมาณที่ชัดเจน แต่คาดว่าประมาณ 1-2 พันล้านตันคาร์บอนต่อปี อาจกล่าวได้ว่ากิจกรรมของมนุษย์เพิ่มปริมาณคาร์บอนในบรรยากาศราว 6-7 พันล้านตันต่อปี (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม: 2545)

2.1.3 เกิดจากกระบวนการทางอุตสาหกรรมการผลิต ในภาคอุตสาหกรรมก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกหลายชนิดกระบวนการเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับการแปรรูปวัตถุดิบด้วยกระบวนการทางกายภาพหรือทางเคมีเป็นผลผลิตสุดท้ายเช่น ปูนซีเมนต์ กระดาษ เหล็ก ผลิตภัณฑ์ทางด้านปิโตรเคมีและอาหาร ดังนั้นปริมาณและชนิดของก๊าซที่ปล่อยออกมาขึ้นอยู่กับปริมาณ ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้และประสิทธิภาพในการผลิต

2.1.4 การตัดไม้ทำลายป่าไม้ ป่าไม้เป็นระบบนิเวศน์ที่สามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์กลับเข้าสู่วัฏจักรของสารได้ โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง ที่ช่วยรักษาสมดุลของก๊าซนี้ แต่เมื่อป่าไม้ถูกทำลายลงความสมดุลของวัฏจักรคาร์บอนก็เริ่มเสียไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำลายป่าไม้เขตร้อน ที่เรียกกันว่าเป็นปอดของโลก

2.2 ก๊าซมีเทน

ก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในธรรมชาติอีกก๊าซหนึ่งโดยเกิดขึ้นในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียบางชนิดในที่ปราศจากอากาศ เช่น ในหนองน้ำ ดังนั้นจึงเรียกอีกชื่อว่า Marsh Gas ก๊าซมีเทนมีคุณสมบัติพิเศษคือเผาไหม้ได้ง่าย และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเมื่อเผาไหม้ นอกจากนี้วัวและสัตว์กินพืชอื่นๆ ปล่อยก๊าซมีเทนในกระเพาะของสัตว์เหล่านี้ ก๊าซมีเทนถูกปล่อยออกมาเมื่อสัตว์เหล่านี้เรอ ก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบสำคัญของก๊าซธรรมชาติพบก๊าซมีเทนปริมาณมากในแหล่งเดียวกันกับน้ำมันและก๊าซธรรมชาติใต้ดิน รวมทั้งในเหมืองถ่านหินต่างๆ หรือแม้แต่การเผาไหม้เพื่อทำถ่านไม้ ก็มีการปล่อยก๊าซมีเทน

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่ามีเพียง 1 ใน 4 ของพื้นที่การทำนาปีในประเทศไทยที่อยู่ในเขตชลประทาน ซึ่งพื้นที่จำนวนนี้จะปล่อยก๊าซมีเทนออกมาประมาณ 700 Gg คิดเป็นร้อยละ 33 ของก๊าซมีเทนที่ปล่อยออกมาจากการทำนา มีเพียงนาในเขตฝนเท่านั้นที่ไม่มีการปล่อยก๊าซมีเทนออกมาเนื่องจากไม่มีน้ำท่วมขังในพื้นที่ในระหว่างการทำนาในทางกลับกันแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังอย่างต่อเนื่องจะปล่อยก๊าซมีเทนในปริมาณที่สูงขึ้น

ตารางที่ 7 การปล่อยก๊าซมีเทนจากการทำนา

ประเภท การทำ นา	ลักษณะของแหล่งน้ำที่ใช้ทำนา	Seasonal flux(g CH ₄ /m ²)	พื้นที่ เพาะปลูก (ไร่)	การปล่อย มีเทน(Gg)		
ข้าวนาปี						
พื้นที่สูง	น้ำฝน	0.00	212,800	0.00		
พื้นที่ต่ำ	ชลประทาน	น้ำขังอย่างต่อเนื่องและมีการ ใช้อินทรีย์วัตถุ	44.04	7,009,325	493.90	
		มีน้ำขังอย่างต่อเนื่อง	18.72	7,009,325	209.94	
พื้นที่ต่ำ	น้ำฝน	Flood Prone+มีการใช้ อินทรีย์วัตถุ	14.72	6,880,788	164.87	
		Flood Prone	35.23	6,880,788	387.88	
		Drought Prone+มีการใช้ อินทรีย์วัตถุ	17.62	13,652,081	384.79	
		Drought Prone	7.49	13,652,081	163.56	
		มีน้ำมาก	ระดับน้ำสูงมากกว่า 100 ซม.	15.31	246,738	6.04
		รวมการปล่อยจากการทำข้าวนาปี			55,543,925	1810.98
ข้าวนาปรัง						
พื้นที่ลุ่ม	ชลประทาน	น้ำขังอย่างต่อเนื่อง	44.04	4,250,769	299.53	
การปล่อยรวม			59,794,694	2110.51		

ที่มา: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2545)

ตารางที่ 8 การปล่อยก๊าซมีเทนจากการเลี้ยงปศุสัตว์

ประเภทปศุสัตว์	จำนวน(ตัว)	มีเทนจากการย่อย อาหารสัตว์ (Gg)	มีเทนจากมูลสัตว์ (Gg)
สัตว์พวกเคี้ยวเอื้อง			
วัวนม	265,776	17.897	2.658
วัวเนื้อ/วัวงาน	7,371,477	349.163	13.555
กระบือ	4,224,791	249.748	9.716
อื่นๆ		12.719	113.440
รวม	11,862,044	616.808	25.929
สุกร	8,479,400	12.719	109.477
สัตว์ปีก (เป็ด ไก่)	152,269,312	0.000	3.492
รวม	160,748,712	12.719	112.969
รวมทั้งหมด		629.527	139.369

ที่มา: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2545)

การปล่อยก๊าซมีเทนจากปศุสัตว์นั้นเกิดจากกระบวนการหมักหรือย่อยสลายที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งการปล่อยก๊าซจากสัตว์มาจาก 2 ส่วนใหญ่ คือ ส่วนแรกเกิดจากก๊าซภายในลำตัวของสัตว์เช่นก๊าซที่ปล่อยออกมาจากระบบย่อยอาหาร โดยการเรอขณะเคี้ยวเอื้อง ส่วนที่สองคือการจัดการมูลสัตว์ภายในฟาร์ม ก๊าซมีเทนจะถูกปล่อยออกมาทั้งจากตัวสัตว์เลี้ยงและมูลสัตว์ จากตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าการปล่อยจากตัวสัตว์เลี้ยงประมาณ 630 Gg โดยสัตว์พวกเคี้ยวเอื้องมีปริมาณการปล่อยสูงถึง 616 Gg ส่วนในกลุ่มของปศุสัตว์ที่ไม่เป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น สุกรและสัตว์ปีกจะมีการปล่อยก๊าซจากตัวสัตว์น้อยมากเพียง 13 Gg แต่สัตว์ที่ไม่เคี้ยวเอื้องจะเป็นแหล่งกำเนิดก๊าซมีเทนจากมูลสัตว์สูงโดยเฉพาะสุกรจะปล่อยก๊าซมีเทนถึง 109.477 Gg คิดเป็นร้อยละ 78 ของก๊าซมีเทนที่ออกมาจากมูลสัตว์

ตารางที่ 9 การปล่อยมีเทนจากของเสีย

แหล่งที่มาของมีเทน	ปริมาณการปล่อยมีเทน(Gg)	ร้อยละ
การกำจัดขยะ	19.567	55.6
เทศบาล	6.726	19.1
ฝังกลบแบบร่อง (Trench dump)	1.851	5.3
เทกองกลางแจ้ง (Open dump)	0.371	1.0
ฝังกลบ (Landfill)	4.505	12.8
กรุงเทพมหานคร	12.841	36.5
ฝังกลบแบบร่อง (Trench dump)	4.458	12.7
เทกองกลางแจ้ง (Open dump)	4.425	12.6
ฝังกลบ (Landfill)	3.958	11.2
การบำบัดน้ำเสีย	15.650	44.4
น้ำเสียจากที่อยู่อาศัย	1.770	5.0
น้ำเสีย	0.850	2.4
กากปฏิกูล	0.920	2.6
น้ำเสียจากโรงงาน	13.880	39.4
รวม	35.220	100.0

ที่มา: คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2545)

จากตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่าการทิ้งของเสียรวมทั้งกระบวนการในการจัดเก็บและทำลายเป็นแหล่งก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซมีเทนที่เกิดจากการย่อยสลายหรือการหมักสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไร้อากาศ ปริมาณของก๊าซมีเทนที่จะถูกปล่อยออกมาจึงขึ้นอยู่กับปริมาณและลักษณะทางกายภาพของของเสีย รวมทั้งกระบวนการในการทำลายแหล่งของก๊าซมีเทนที่สำคัญจะมาจากขยะ (Solid Waste) และการบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนและ

โรงงานอุตสาหกรรม การกำจัดขยะในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นการเผาประมาณร้อยละ 40 อีกร้อยละ 30 จะเป็นการเทกองทิ้งในที่โล่ง ทั่วประเทศมีแหล่งกำจัดขยะเพียง 22 แห่งจากจำนวนทั้งหมด 137 แห่ง (ไม่รวมกรุงเทพมหานคร) ที่ใช้วิธีการกำจัดขยะแบบกลบฝัง (Landfill) ประเมินการว่าในปี พ.ศ. 2537 มีก๊าซมีเทนที่ปล่อยออกมาจากของเสียประเภทต่างๆ รวมทั้งสิ้น 35 Gg. ในจำนวนนี้ 20 Gg. จะมาจากขยะและส่วนที่เหลือ 16 Gg. จะมาจากการบำบัดน้ำเสีย ก๊าซมีเทนจากการกำจัดขยะ จากตารางจะพบว่าร้อยละ 43 ของก๊าซมีเทนที่ปล่อยออกมาจะเกิดจากการกำจัดขยะแบบกลบฝัง คิดเป็นปริมาณก๊าซมีเทน 8 Gg. หรือร้อยละ 24 ของก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยออกมาจากของเสียทั้งหมด ซึ่งปริมาณนี้ถือว่าสูงเมื่อพิจารณาพร้อมกับจำนวนของแหล่งกำจัดขยะที่ใช้วิธีการนี้ที่มีเพียงแค่ 22 แห่ง สำหรับก๊าซมีเทนจากน้ำเสียนั้น เกือบร้อยละ 90 จะเกิดจากระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม (แบบไร้อากาศ)

2.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

2.3.1. ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตารางที่ 10) จะเห็นได้ว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2540 มีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 158,201 พันตัน เพิ่มขึ้นเป็น 188,663 พันตันในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งแหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษมากที่สุดในปี พ.ศ. 2549 คือแหล่งกำเนิดไฟฟ้ามีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 75,839 พันตัน รองลงมาคือการคมนาคมขนส่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 51,212 พันตัน อุตสาหกรรมการผลิตมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 45,555 พันตัน และยานพาหนะกรรมและที่อยู่อาศัยมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 5,345 พันตัน ตามลำดับ

2.3.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ การปล่อยก๊าซมีเทน (ตารางที่ 11) จะเห็นได้ว่าปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยในปีพ.ศ. 2540 มีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 51 พันตัน เพิ่มขึ้นเป็น 64 พันตันในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งแหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษมากที่สุดในปี พ.ศ. 2549 คือยานพาหนะกรรมและที่อยู่อาศัยมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 48 พันตัน รองลงมาคือการคมนาคมขนส่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 6 พันตัน แหล่งกำเนิดไฟฟ้ามีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 5 พันตัน และอุตสาหกรรมการผลิตมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้ 4 พันตันตามลำดับ

ตารางที่ 10 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์^{1/} จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ พ.ศ. 2540 - 2549

หน่วย : พันตัน

แหล่งกำเนิดมลพิษ	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549
รวม	158,201	143,354	147,450	146,560	154,535	163,039	171,370	186,064	190,621	188,663
การคมนาคมขนส่ง	54,837	47,982	47,649	46,401	45,623	48,026	51,626	55,029	54,986	51,212
แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ^{2/}	61,796	57,461	57,347	57,788	61,264	63,458	66,299	72,637	75,956	75,839
อุตสาหกรรมการผลิต	31,669	27,543	30,954	30,922	33,900	37,135	38,043	42,973	43,450	45,555
ยานพาหนะกรรมและที่อยู่อาศัย	4,027	3,678	3,899	4,306	4,535	4,569	4,675	4,713	4,988	5,345
อื่น ๆ ^{3/}	5,872	6,690	7,601	7,143	9,213	9,851	10,727	10,712	11,241	10,712

หมายเหตุ: ^{1/} ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษตาม "Revised 1996 IPCC Guidelines for GHG Inventories" โดยยกเว้นการปล่อยมลพิษจากพลังงาน

หมุนเวียน น้ำมันที่ใช้ระหว่างประเทศ น้ำมันดีเซล น้ำมันเครื่องบิน และยกเว้นปริมาณการปล่อยมลพิษอื่น ๆ
จากน้ำมันที่ใช้ระหว่างประเทศ น้ำมันดีเซล และน้ำมันเครื่องบิน

^{2/} การผลิตไฟฟ้า ยกเว้นการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ

^{3/} อื่น ๆ ประกอบด้วย เกษตรกรรม ก่อสร้างและเหมืองแร่

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2549)

ตารางที่ 11 ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน^{1/} จำแนกตามแหล่งกำเนิดมลพิษ พ.ศ. 2540 - 2549

หน่วย : พันตัน

แหล่งกำเนิดมลพิษ	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549
รวม	51	52	54	55	55	57	59	61	64	64
การคมนาคมขนส่ง	4	4	4	4	4	4	4	5	5	6
แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ^{2/}	3	3	3	4	3	4	4	5	5	5
อุตสาหกรรมการผลิต	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
ย่านพาณิชย์กรรมและที่อยู่อาศัย	40	41	43	43	44	45	46	46	49	48
อื่น ๆ ^{3/}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ: ^{1/} ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษตาม "Revised 1996 IPCC Guidelines for GHG Inventories" โดยยกเว้นการปล่อยมลพิษจากพลังงาน

หมุนเวียน น้ำมันที่ใช้ระหว่างประเทศ น้ำมันดีเซล น้ำมันเครื่องบิน และยกเว้นปริมาณการปล่อยมลพิษอื่น ๆ
จากน้ำมันที่ใช้ระหว่างประเทศ น้ำมันดีเซล และน้ำมันเครื่องบิน

^{2/} การผลิตไฟฟ้า ยกเว้นการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ

^{3/} อื่น ๆ ประกอบด้วย เกษตรกรรม ก่อสร้างและเหมืองแร่

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2549)

สภาพทั่วไปของการค้าระหว่างประเทศของไทย

การศึกษาในส่วนนี้จะพิจารณาถึงสภาพทั่วไปของการค้าระหว่างประเทศของไทย แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1. ภาพรวมการค้าระหว่างประเทศของไทย ส่วนที่ 2. โครงสร้างสินค้าส่งออกและนำเข้าของไทย ส่วนที่ 3. ตลาดส่งออกและแหล่งนำเข้าที่สำคัญของไทยและส่วนที่ 4. สินค้าส่งออกและนำเข้า 20 อันดับแรกของไทย

1. ภาพรวมการค้าระหว่างประเทศของไทย

ระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นระบบเศรษฐกิจแบบเปิด (Open Economy) กล่าวคือ เศรษฐกิจของประเทศไทยนั้นมีการพึ่งพาการค้าระหว่างประเทศค่อนข้างสูง ดังจะเห็นได้จากสัดส่วนของมูลค่าการค้าระหว่างประเทศต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Trade Intensity) ในตารางที่ 12 ซึ่งประกอบด้วยมูลค่าส่งออกรวมกับมูลค่าการนำเข้าหารด้วยผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ เพิ่มขึ้นจากระดับร้อยละ 48.78 ในปี พ.ศ. 2530 มาอยู่ในระดับร้อยละ 126.81 ในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าประเทศไทยต้องพึ่งพาเศรษฐกิจโลกค่อนข้างมาก และทำให้การค้าระหว่างประเทศมีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจไทย กล่าวคือ การค้าระหว่างประเทศเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เศรษฐกิจไทยเติบโตอย่างรวดเร็วและในอัตราที่สูง จากบทบาทและความสำคัญของภาคการค้าระหว่างประเทศของไทยดังกล่าวจึงศึกษาและทำความเข้าใจสาระสำคัญของการค้าระหว่างประเทศโดยเริ่มต้นจากภาพรวมของการค้าระหว่างประเทศของไทย ลักษณะสำคัญของโครงสร้างสินค้าส่งออก สินค้านำเข้า ครอบคลุมถึงมูลค่า อัตราการขยายตัวและประเทศคู่ที่สำคัญ

1.1 การส่งออกของไทย

มูลค่าการส่งออกของไทยในตารางที่ 13 จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีจากมูลค่าส่งออก 299,853 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2530 เพิ่มขึ้นประมาณ 1,412,110 บาทในปี พ.ศ. 2539 และเมื่อเกิดวิกฤตเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2540 มูลค่าการส่งออกในรูปเงินบาทก็ยังคงเพิ่มขึ้น โดยมีมูลค่าการส่งออกประมาณ 1,806,699 ล้านบาท สำหรับอัตราการขยายตัวของการส่งออก นับว่าอยู่ในระดับที่สูงตลอดช่วงปี พ.ศ. 2530 - 2538 กล่าวคืออัตราการขยายตัวโดยเฉลี่ยร้อยละ 21.5 ต่อปี ยกเว้นในปี 2539 ที่การส่งออกขยายตัวลดลงอย่างมาก คือขยายตัวเพียงร้อยละ 0.41 ในปี พ.ศ. 2540 การส่งออก

มีการขยายตัวเพิ่มร้อยละ 27.94 อันเป็นผลมาจากการอ่อนค่าของเงินบาท หลังจากที่รัฐบาล ประกาศใช้ระบบอัตราแลกเปลี่ยนลอยตัวเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2540 แต่อย่างไรก็ตามมูลค่าการส่งออก ในปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่า 4,937,372 ล้านบาทขยายตัวร้อยละ 11.2 ซึ่งอัตราการขยายตัวเฉลี่ยของการส่งออกในปี พ.ศ. 2540 ถึงปี 2549 อยู่ในระดับร้อยละ 14 ต่อปี ซึ่งเป็นอัตราที่ค่อนข้างสูง

1.2 การนำเข้าของไทย

แม้ว่าการส่งออกจะมีมูลค่าสูงขึ้นมากและขยายตัวในอัตราที่สูงก็ตาม แต่มูลค่าการนำเข้าก็สูงมากไม่แพ้กันจากรายที่ 13 จะเห็นได้ว่าปี พ.ศ. 2530-2540 มูลค่าการนำเข้าของไทยมากกว่าการส่งออกและอัตราการขยายตัวในอัตราที่สูงกว่าการส่งออก โดยมูลค่าการนำเข้าในปี พ.ศ. 2530 334,209 ล้านบาท เป็น 1,924,283 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2540 ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวประเทศไทยได้มีการขาดดุลการค้ามาอย่างต่อเนื่องและอัตราการขยายตัวของการนำเข้าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 20 ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามหลังจากประเทศไทยได้ประกาศปล่อยลอยตัวค่าเงินบาท ทำให้ค่าเงินบาทอ่อนค่าได้มีการส่งผลกระทบต่อการนำเข้าโดยในปี พ.ศ. 2541 นั้นมูลค่าการนำเข้า 1,774,066 ล้านบาทลดลงจากปี พ.ศ. 2540 ถึงร้อยละ 7.81 และเป็นปีแรกที่ประเทศไทยมีการนำเข้าน้อยกว่าการส่งออก หลังจากนั้นมูลค่าการนำเข้าก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในปี พ.ศ. 2542 มีมูลค่าการนำเข้า 1,907,390 ล้านบาทเป็น 4,942,922 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2549 โดยมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยประมาณร้อยละ 15.22 ต่อปี

ตารางที่ 12 สัดส่วนปริมาณการค้าระหว่างประเทศต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ
(Trade Intensity) ปี พ.ศ. 2530-2549

ปี	Export+Import ^{1/} (ล้านบาท)	GDP ^{1/} (ล้านบาท)	Trade Intensity ^{2/} (ร้อยละ)
2530	634,062.10	1,299,913.00	48.78
2531	916,684.10	1,559,804.00	58.77
2532	1,178,993.80	1,856,992.00	63.49
2533	1,442,794.10	2,183,545.00	66.08
2534	1,684,856.60	2,506,635.00	67.22
2535	1,857,888.00	2,830,914.00	65.63
2536	2,111,709.00	3,165,222.00	66.72
2537	2,506,862.00	3,629,341.00	69.07
2538	3,169,901.37	4,186,212.00	75.72
2539	3,244,935.83	4,611,041.00	70.37
2540	3,730,982.69	4,732,610.00	78.84
2541	4,022,387.37	4,626,447.00	86.94
2542	4,122,570.56	4,637,079.00	88.90
2543	5,267,968.13	4,922,731.00	107.01
2544	5,637,049.94	5,133,502.00	109.81
2545	5,698,781.57	5,450,643.00	104.55
2546	6,464,406.15	5,917,368.00	109.24
2547	7,675,994.77	6,489,847.00	118.28
2548	9,193,947.97	7,087,660.00	129.72
2549	9,880,294.80	7,830,329.00	126.18

ที่มา: ^{1/} ธนาคารแห่งประเทศไทย (2550)

^{2/} จากการคำนวณ

ตารางที่ 13 มูลค่าการส่งออก มูลค่าการนำเข้าและดุลการค้า ปี พ.ศ. 2530-2549

(หน่วย: ล้านบาท)

ปี	Export	ขยายตัว(%)	Import	ขยายตัว(%)	ดุลการค้า
2530	299,853.10	na.	334,209.00	na.	-34,355.90
2531	403,569.80	34.59	513,114.30	53.53	-109,544.50
2532	516,315.00	27.94	662,678.80	29.15	-146,363.80
2533	589,812.60	14.24	852,981.50	28.72	-263,168.90
2534	725,448.60	23.00	959,408.00	12.48	-233,959.40
2535	824,643.30	13.67	1,033,244.70	7.7	-208,601.40
2536	940,862.60	14.09	1,170,846.40	13.32	-229,983.80
2537	1,137,601.60	20.91	1,369,260.40	16.95	-231,658.80
2538	1,406,310.09	23.62	1,763,591.27	28.8	-357,281.18
2539	1,412,110.65	0.41	1,832,825.18	3.93	-420,714.53
2540	1,806,699.66	27.94	1,924,283.03	4.99	-117,583.37
2541	2,248,321.19	24.44	1,774,066.18	-7.81	474,255.02
2542	2,215,179.94	-1.47	1,907,390.62	7.52	307,789.31
2543	2,773,827.02	25.22	2,494,141.11	30.76	279,685.92
2544	2,884,703.89	4.00	2,752,346.05	10.35	132,357.84
2545	2,923,941.39	1.36	2,774,840.19	0.82	149,101.20
2546	3,325,630.12	13.47	3,138,776.03	13.12	186,854.09
2547	3,874,823.79	16.51	3,801,170.99	21.1	73,652.80
2548	4,439,310.65	14.57	4,754,637.32	25.08	-315,326.68
2549	4,937,372.20	11.22	4,942,922.50	3.96	-5,550.30

ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย (2550)

1.3 มูลค่าการค้าของไทย

ประเทศไทยได้มีการขาดดุลการค้าอย่างต่อเนื่องและเป็นระยะเวลานานและการขาดดุลการค้ามีขนาดที่เพิ่มขึ้นจากตารางที่ 13 จะเห็นได้ว่า ในปี พ.ศ. 2530 ประเทศไทยขาดดุลการค้ามูลค่า 34,355.90 ล้านบาทและการขาดดุลการค้าเพิ่มขึ้นสูงถึง 420,714.53 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2539 หลังจากการลดค่าเงินบาทในปี พ.ศ. 2540 นั้นก็ยังขาดดุลการค้าอยู่แต่มีขนาดที่ลดลง กล่าวคือขาดดุลการค้า 117,583.37 ล้านบาทหลังจากนั้นเป็นต้นมาประเทศไทยมีการเกินดุลการค้าอย่างต่อเนื่องในปี พ.ศ. 2541 ประเทศไทยเกินดุลการค้าสูงถึง 474,255.02 ล้านบาท แต่มีแนวโน้มที่จะเกินดุลการค้าลดลง ในปี พ.ศ. 2547 เกินดุลการค้าเหลือเพียง 73,652.80 ล้านบาท จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยกลับมาขาดดุลการค้าอีกครั้งโดยขาดดุลการค้าสูงถึง 315,326.68 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยขาดดุลการค้าลดลงเหลือเพียง 5,550.30 ล้านบาท

2 โครงสร้างสินค้าส่งออกและนำเข้าของไทย

ในส่วนนี้จะศึกษาถึงโครงสร้างสินค้าส่งออกและนำเข้าของไทย แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มจากในอดีตจนถึงปัจจุบันมีดังนี้

2.1 โครงสร้างสินค้าส่งออก

โครงสร้างสินค้าส่งออกของประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากในอดีตที่สินค้าส่งออกของไทยส่วนใหญ่เป็นสินค้าในภาคเกษตรกรรม จะเห็นได้จากตารางที่ 14 ว่าในปัจจุบันสินค้าส่งออกที่ทำรายได้หลักให้กับประเทศไทยเป็นสินค้าด้านอุตสาหกรรม ประมาณร้อยละ 78 ขณะที่สัดส่วนสินค้าเกษตรกรรมมีเพียงประมาณร้อยละ 10 รองลงมา ก็จะเป็นสินค้าอุตสาหกรรม การเกษตร สินแร่และเชื้อเพลิงและอื่นๆ ที่มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 7 ร้อยละ 3 และร้อยละ 2 ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2549 มูลค่าการส่งออกในภาคอุตสาหกรรม 3,811,591 ล้านบาทคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 77.18 สินค้าเกษตรกรรม 499,010 ล้านบาทคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 10.10 สินค้าอุตสาหกรรมเกษตร 303,545.9 ล้านบาทคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 6.15 สินแร่และเชื้อเพลิง 261,409 ล้านบาทคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 5.29 และอื่นๆ 62,951 ล้านบาทคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1.27 ซึ่งจาก

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการส่งออกเป็นการส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมนั้น ทำให้เกิดการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมมากขึ้นส่งผลให้มลพิษย่อมมากตามไปด้วย

2.2 โครงสร้างสินค้านำเข้า

โครงสร้างสินค้านำเข้าของไทยนั้นจากตารางที่ 15 จะเห็นได้ว่าสินค้านำเข้าส่วนใหญ่เป็นสินค้าที่เป็นสินค้าขั้นกลาง สินค้าทุน สินค้าวัตถุดิบและกึ่งวัตถุดิบ นำเข้ามาแล้วแปรรูปในกระบวนการผลิตและก่อให้เกิดผลผลิตในระบบเศรษฐกิจ โดยสินค้านำเข้าเป็นอันดับหนึ่งได้แก่สินค้าวัตถุดิบและกึ่งสำเร็จรูป มีสัดส่วนการนำเข้าประมาณร้อยละ 43.87 ต่อปี อันดับสองได้แก่สินค้าทุน มีสัดส่วนการนำเข้าประมาณร้อยละ 28.84 ต่อปี อันดับสามได้แก่สินค้าเชื้อเพลิง มีสัดส่วนการนำเข้าประมาณร้อยละ 15.00 ต่อปี อันดับสี่ได้แก่สินค้าอุปโภคบริโภค มีสัดส่วนการนำเข้าประมาณร้อยละ 7.55 ต่อปี อันดับห้าได้แก่ยานพาหนะและอุปกรณ์การขนส่ง มีสัดส่วนการนำเข้าประมาณร้อยละ 3.65 ต่อปี อันดับหกได้แก่อาวุธ ยุทโธปกรณ์ และสินค้าอื่นๆ มีสัดส่วนการนำเข้าประมาณร้อยละ 1.05 ต่อปี โดยในปี พ.ศ. 2549 นั้นมูลค่าการนำเข้าสินค้าวัตถุดิบและกึ่งสำเร็จรูปมีมูลค่า 1,996,234.1 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 40.97 ต่อปี มูลค่าการนำเข้าสินค้าทุนมีมูลค่า 1,345,010.8 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 27.61 ต่อปี มูลค่าการนำเข้าสินค้าเชื้อเพลิง มีมูลค่า 970,375.2 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 19.92 ต่อปี มูลค่าการนำเข้าสินค้าอุปโภคบริโภค มีมูลค่า 358,089.4 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 7.35 ต่อปี มูลค่าการนำเข้ายานพาหนะและอุปกรณ์การขนส่ง มีมูลค่า 149,574.2 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 3.07 ต่อปี มูลค่าการนำเข้าอาวุธ ยุทโธปกรณ์ และสินค้าอื่นๆ มีมูลค่า 51,669.9 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1.06 ต่อปี ซึ่งการนำเข้าสินค้าวัตถุดิบและกึ่งวัตถุดิบ สินค้าทุนเครื่องมือเครื่องจักรและสินค้าเชื้อเพลิง ก่อให้เกิดมลพิษแตกต่างกันออกไป โดย การนำเข้าสินค้าวัตถุดิบและกึ่งวัตถุดิบจะเกิดมลพิษจากกระบวนการผลิต ส่วนสินค้าทุนเครื่องมือเครื่องจักรและสินค้าเชื้อเพลิงจะเกิดมลพิษจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

ตารางที่ 14 โครงสร้างสินค้าส่งออกของไทย ปี พ.ศ. 2545-2549

ชื่อสินค้า	มูลค่า(ล้านบาท)					สัดส่วน (%)				
	2545	2546	2547	2548	2549	2545	2546	2547	2548	2549
1. สินค้าเกษตรกรรม (กลีกรวม,ปศุสัตว์,ประมง)	305,417.50	365,037.50	414,646.80	418,086.40	499,010.10	10.45	10.98	10.7	9.42	10.1
2. สินค้าอุตสาหกรรม การเกษตร	218,941.60	247,582.40	255,844.30	280,210.60	303,545.90	7.49	7.44	6.6	6.31	6.15
3. สินค้าอุตสาหกรรม	2,226,390.10	2,542,797.90	2,994,925.40	3,470,713.80	3,811,591.10	76.14	76.46	77.29	78.18	77.18
4. สินค้าแร่และเชื้อเพลิง	86,242.80	95,639.70	148,087.20	206,894.30	261,409.30	2.95	2.88	3.82	4.66	5.29
5. อื่น ๆ (ธุรกรรมพิเศษ)	86,949.40	74,572.60	61,320.10	63,405.60	62,951.80	2.97	2.24	1.58	1.43	1.27
รวมทั้งสิ้น	2,923,941.40	3,325,630.10	3,874,823.80	4,439,310.60	4,938,508.20	100	100	100	100	100

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร (2550)

ตารางที่ 15 โครงสร้างสินค้านำเข้า ปี พ.ศ. 2545-2549

ชื่อสินค้า	มูลค่า(ล้านบาท)					สัดส่วน (%)				
	2545	2546	2547	2548	2549	2545	2546	2547	2548	2549
1. สินค้าเชื้อเพลิง	321,048.40	373,778.80	531,708.70	842,737.40	970,375.20	11.57	11.91	13.99	17.72	19.92
2. สินค้าทุน	833,159.30	940,337.80	1,069,077.80	1,354,736.30	1,345,010.80	30.02	29.96	28.12	28.49	27.61
3. สินค้าวัตถุดิบ และกึ่งสำเร็จรูป	1,275,391.70	1,410,247.50	1,724,575.30	2,003,562.70	1,996,234.10	45.96	44.93	45.37	42.14	40.98
4. สินค้าอุปโภค บริโภค	222,144.50	247,584.30	287,625.60	331,321.50	358,089.40	8.01	7.89	7.57	6.97	7.35
5. ยานพาหนะ อุปกรณ์ขนส่ง	99,924.00	131,294.80	150,402.20	163,764.30	149,574.20	3.6	4.18	3.96	3.44	3.07
6. อารุข ยุทธ ปัจจัย และอื่นๆ	23,217.00	35,533.00	37,781.00	58,516.90	51,669.90	0.84	1.13	0.99	1.23	1.06
รวมทั้งสิ้น	2,774,892.10	3,138,776.00	3,801,171.00	4,754,639.20	4,870,953.60	100	100	100	100	100

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร (2550)

3 ตลาดส่งออกและแหล่งนำเข้าที่สำคัญของไทย

ตลาดส่งออกและแหล่งนำเข้าที่สำคัญของไทยนั้นจะเห็นได้ว่าหลักๆแล้วส่วนใหญ่จะเป็นตลาดเดิมๆไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็น ประเทศในกลุ่มภูมิภาคอาเซียน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกาและประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป

3.1 ตลาดส่งออกที่สำคัญของไทย

ภาพรวมตลาดส่งออกที่สำคัญของไทยในตารางที่ 16 จากปี พ.ศ. 2546-2549 จะเห็นได้ว่าอันดับตลาดส่งออกที่สำคัญไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก ยกเว้นในปี พ.ศ. 2548 ที่ตลาดในประเทศ ญี่ปุ่นเลื่อนมาอยู่อันดับที่สามแทนสหภาพยุโรป จากสัดส่วนในตลาดของประเทศญี่ปุ่นมีแนวโน้มลดลงจากปี พ.ศ. 2546 มีสัดส่วนการส่งออกร้อยละ 14.19 มาเป็นร้อยละ 12.67 ในปี พ.ศ. 2549 ซึ่งตลาดในประเทศสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรปมีแนวโน้มลดลงเช่นกัน โดยประเทศสหรัฐอเมริกาปี พ.ศ. 2546 มีสัดส่วนการส่งออกร้อยละ 16.99 มาเป็นร้อยละ 15 ในปี พ.ศ. 2549 สหภาพยุโรปปี พ.ศ. 2546 มีสัดส่วนการส่งออกร้อยละ 14.69 มาเป็นร้อยละ 13 ในปี พ.ศ. 2549 ยกเว้นการส่งออกไปยังภูมิภาคอาเซียนที่สัดส่วนค่อนข้างจะคงที่ โดยมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 20 ตลาดส่งออกที่สำคัญของไทยในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยส่งออกไปภูมิภาคอาเซียนมากที่สุดเป็นอันดับที่หนึ่ง โดยมีมูลค่าการส่งออก 1,029,871.8 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 20.85 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมดและมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2548 อยู่ที่ร้อยละ 5.5 อันดับสองรองลงมาที่จะเป็นสหรัฐอเมริกาโดยมีมูลค่าการส่งออก 740,902.3 ล้านบาทคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 15 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมดและมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2548 อยู่ที่ร้อยละ 8.9 อันดับสามคือสหภาพยุโรปโดยมีมูลค่าการส่งออก 570,856.7.1 ล้านบาทคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 13 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมดและมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2548 อยู่ที่ร้อยละ 12.49 อันดับสี่ญี่ปุ่นโดยมีมูลค่าการส่งออก 625,632.8 ล้านบาทคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 12.67 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมดและมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2548 อยู่ที่ร้อยละ 3.72 ซึ่งตลาดส่งออกที่สำคัญของไทยคือ สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นซึ่งเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วและมีมาตรฐานสิ่งแวดล้อมสูง อาจย้ายฐานการผลิตมาในประเทศไทยเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงกฎหมายสิ่งแวดล้อมในประเทศนั้นๆ (Pollution Haven)

3.2 แหล่งนำเข้าที่สำคัญของไทย

ภาพรวมแหล่งนำเข้าสินค้าสำคัญของไทยในตารางที่ 17 จากปี พ.ศ. 2546-2549 จะเห็นได้ว่าอันดับแหล่งนำเข้าสินค้าของไทยไม่เปลี่ยนแปลงและมีแนวโน้มการนำเข้าเพิ่มขึ้นในทุกปี โดยแหล่งนำเข้ามากเป็นอันดับหนึ่งได้แก่การนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่นมูลค่าการนำเข้าเฉลี่ย 920,680.70 ล้านบาท มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 11.79 ต่อปีและมีสัดส่วนเฉลี่ยร้อยละ 22.48 ต่อปี อันดับสองได้แก่การนำเข้าจากกลุ่มประเทศอาเซียนมูลค่าการนำเข้าเฉลี่ย 732,499.83 ล้านบาท มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 18.36 ต่อปีและมีสัดส่วนเฉลี่ยร้อยละ 17.55 ต่อปี อันดับสามได้แก่การนำเข้าจากสหภาพยุโรปมูลค่าการนำเข้าเฉลี่ย 377,670.30 ล้านบาท มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 7.99 ต่อปีและมีสัดส่วนเฉลี่ยร้อยละ 9.23 ต่อปี อันดับสี่ได้แก่การนำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกามูลค่าการนำเข้าเฉลี่ย 315,937.95 ล้านบาท มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 5.82 ต่อปี และมีสัดส่วนเฉลี่ยร้อยละ 7.79 ต่อปี ในปี พ.ศ. 2549 แหล่งนำเข้าสินค้าสำคัญของไทยลำดับหนึ่งนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่นมีมูลค่านำเข้า 978,702.0 ล้านบาท อัตราขยายตัวลดลงร้อยละ 6.25 ต่อปีและสัดส่วนการนำเข้าร้อยละ 20.09 ต่อปี ลำดับสองนำเข้าจากประเทศในกลุ่มอาเซียนมีมูลค่านำเข้า 897,550.6 ล้านบาท อัตราขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.17 ต่อปีและสัดส่วนการนำเข้าร้อยละ 18.43 ต่อปี ลำดับสามนำเข้าจากกลุ่มในสหภาพยุโรปมีมูลค่านำเข้า 408,586.0 ล้านบาท อัตราขยายตัวลดลงร้อยละ 3.0 ต่อปีและสัดส่วนการนำเข้าร้อยละ 8.39 ต่อปี ลำดับสี่นำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกามีมูลค่านำเข้า 326,787.3 ล้านบาท อัตราขยายตัวลดลงร้อยละ 6.48 ต่อปีและสัดส่วนการนำเข้าร้อยละ 6.71 ต่อปี

ตารางที่ 16 ตลาดส่งออกสินค้าสำคัญของไทย ปี พ.ศ. 2546-2549

ประเทศ	มูลค่าการส่งออก(ล้านบาท)				อัตรายายตัว (%)				สัดส่วน (%)			
	2546	2547	2548	2549	2546	2547	2548	2549	2546	2547	2548	2549
ทุกประเทศ	3,325,630.10	3,874,823.80	4,439,310.60	4,938,508.20	13.74	16.51	14.57	11.24	100	100	100	100
อาเซียน	684,943.20	852,592.40	976,153.40	1,029,871.80	17.66	24.48	14.49	5.5	20.60	22.00	21.99	20.85
ญี่ปุ่น	471,956.30	541,762.70	603,177.10	625,632.80	10.52	14.79	11.34	3.72	14.19	13.98	13.59	12.67
สหรัฐอเมริกา	565,094.90	622,724.80	680,330.20	740,902.30	-2.41	10.2	9.25	8.9	16.99	16.07	15.33	15
สหภาพยุโรป	488,392.10	554,172.30	570,856.70	642,159.10	11.41	13.47	3.01	12.49	14.69	14.3	12.86	13

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร (2550)

ตารางที่ 17 แหล่งนำเข้าสินค้าสำคัญของไทย ปี พ.ศ. 2546-2549

ประเทศ	มูลค่าการนำเข้า (ล้านบาท)				อัตรายายตัว (%)				สัดส่วน (%)			
	2546	2547	2548	2549	2546	2547	2548	2549	2546	2547	2548	2549
ทุกประเทศ	3,138,776.00	3,801,171.00	4,754,639.20	4,870,953.60	13.11	21.1	25.08	2.45	100	100	100	100
อาเซียน	522,071.30	640,371.60	870,005.80	897,550.60	11.75	22.66	35.86	3.17	16.63	16.85	18.3	18.43
ญี่ปุ่น	755,895.50	901,121.80	1,047,003.50	978,702.00	18.27	19.21	16.19	-6.52	24.08	23.71	22.02	20.09
สหรัฐอเมริกา	296,331.30	291,196.70	349,436.50	326,787.30	11.48	-1.73	20	-6.48	9.44	7.66	7.35	6.71
สหภาพยุโรป	314,138.30	366,729.70	421,227.20	408,586.00	3.37	16.74	14.86	-3	10.01	9.65	8.86	8.39

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร (2550)

4 สินค้าส่งออกและนำเข้า 20 อันดับแรกของไทย

สินค้าส่งออกและนำเข้า 20 อันดับแรกของไทยมีความหลากหลายและมีอัตราการขยายตัว และมูลค่าที่แตกต่างกันดังนี้

4.1 สินค้าส่งออก 20 อันดับแรกของไทย

สินค้าส่งออก 20 อันดับแรกของไทยนั้นจากตารางที่ 18 จะเห็นได้ว่าอันดับในปี พ.ศ. 2547 ถึงปี พ.ศ. 2550 ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โดยสินค้าที่ส่งออกมาเป็นอันดับหนึ่งได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และส่วนประกอบในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 596,160.53 ล้านบาท อัตราการขยายตัวร้อยละ 5.36 อันดับสองรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบในปีพ.ศ.2549 มีมูลค่าการส่งออก 415,218.48 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ 14.60 อันดับสามแผงวงจรไฟฟ้า ในปี พ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 277,966.18 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ 3.87 อันดับสี่ยางพารา ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 194,357.37 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ -5.41 อันดับห้า อัญมณีและเครื่องประดับในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 185,163.71 ล้านบาทอัตราการขยายตัว ร้อยละ 32.39 อันดับหกเม็ดพลาสติก ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 179,572.30 ล้านบาทอัตรา การขยายตัวร้อยละ 4.77 อันดับเจ็ดเหล็ก เหล็กกล้าและผลิตภัณฑ์ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 158,576.16 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ 18.31 อันดับแปดเครื่องจักรกลและส่วนประกอบ ของเครื่องจักรกล ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 149,839.36 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ 48.55 อันดับเก้าน้ำมันสำเร็จรูป ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 140,716.02 ล้านบาทอัตราการ ขยายตัวร้อยละ 1.39 อันดับสิบเคมีภัณฑ์ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 135,158.83 ล้านบาท อัตราการขยายตัวร้อยละ 3.59 อันดับสิบเอ็ดเครื่องใช้ไฟฟ้าและส่วนประกอบอื่นๆ ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 126,391.81 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ 32.32 อันดับสิบสองผลิตภัณฑ์ ยางในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 126,211.49 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ 7.63 อันดับ ที่สิบสามข้าวในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 119,304.12 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ 21.52 อันดับสิบสี่เครื่องปรับอากาศและส่วนประกอบในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 110,345.71 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ 26.17 อันดับสิบห้าอาหารทะเลกระป๋องและแปรรูปในปีพ.ศ. 2550 มีมูลค่าการส่งออก 109,109.0 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ -3.49 อันดับสิบหก เครื่องรับวิทยุโทรทัศน์และส่วนประกอบในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 106,742.31 ล้านบาท อัตราการขยายตัวร้อยละ -18.86 อันดับสิบเจ็ดเสื้อผ้าสำเร็จรูปในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก

103,179.32 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ -15.35 อันดับที่ยี่สิบแปดผลิตภัณฑ์พลาสติกในปีพ.ศ. 2550 มีมูลค่าการส่งออก 78,325.36 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ 9.20 อันดับที่ยี่สิบเก้า เครื่องยนต์สันดาปภายในแบบลูกสูบและส่วนในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 59,683.87 ล้านบาท อัตราการขยายตัวร้อยละ -0.09 อันดับที่ยี่สิบส่วนประกอบอากาศยานและอุปกรณ์การบินในปี พ.ศ.2550 มีมูลค่าการส่งออก 57,054.22 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ 28.01 โดยมียอดรวม 20 รายการทั้งสิ้น 3,429,146.17 ล้านบาท อัตราการขยายตัวจากปีพ.ศ. 2549 ร้อยละ 8.60 ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าในสินค้าส่งออก 20 อันดับแรกของไทยนั้น สินค้าเกษตรกรรมที่ติดอันดับนั้นมีเพียง 2 ชนิด ได้แก่สินค้ายางพาราและข้าว ส่วนอุตสาหกรรมเกษตรติดอันดับเพียง 1 ชนิดคืออาหารทะเล กระจับปี่และแปรรูป อีก 17 ชนิดที่เหลือเป็นสินค้าอุตสาหกรรมทั้งสิ้น ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าภาคอุตสาหกรรมเป็นเป็นภาคการผลิตที่สำคัญของประเทศไทยและก่อให้เกิดก๊าซพิษและก๊าซเรือนกระจกจำนวนมาก ส่วนการปลูกข้าวนั้นก่อให้เกิดก๊าซมีเทนจากกระบวนการตามธรรมชาติ

ตารางที่ 18 สินค้าส่งออก20อันดับแรกของไทย ปี พ.ศ. 2547-2550

อันดับ	ชื่อสินค้า	มูลค่าการส่งออก(ล้านบาท)				อัตรายายตัว (%)			
		2547	2548	2549	2550	2547	2548	2549	2550
1	เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบ	368,866.98	474,445.19	565,806.93	596,160.53	8.51	28.62	19.26	5.36
2	รถยนต์ อุปกรณ์และ ส่วนประกอบ	220,788.13	310,306.53	362,374.31	415,288.48	34.05	40.54	16.78	14.60
3	แผงวงจรไฟฟ้า	196,444.27	238,454.60	267,598.31	277,966.18	2.56	21.39	12.22	3.87
4	ยางพารา	137,454.19	148,679.86	205,483.11	194,357.37	18.70	8.17	38.21	-5.41
5	อัญมณีและเครื่องประดับ	106,278.32	129,339.28	139,864.58	185,163.71	1.68	21.70	8.14	32.39
6	เม็ดพลาสติก	124,783.11	167,914.20	171,394.06	179,572.30	39.88	34.56	2.07	4.77
7	เหล็ก เหล็กกล้าและผลิตภัณฑ์	99,577.92	115,513.31	134,035.23	158,576.16	41.80	16.00	16.03	18.31
8	เครื่องจักรกลและ ส่วนประกอบของเครื่องจักร	67,083.79	84,509.13	100,867.03	149,839.36	29.71	25.98	19.36	48.55
9	น้ำมันสำเร็จรูป	71,073.94	94,995.55	138,785.62	140,716.02	67.61	33.66	46.10	1.39

ตารางที่ 18 (ต่อ)

อันดับ	ชื่อสินค้า	มูลค่าการส่งออก(ล้านบาท)				อัตรายายตัว (%)			
		2547	2548	2549	2550	2547	2548	2549	2550
10	เคมีภัณฑ์	82,841.51	105,732.82	130,475.48	135,158.83	25.71	27.63	23.40	3.59
11	เครื่องใช้ไฟฟ้าและ ส่วนประกอบอื่น ๆ	73,903.49	88,314.39	95,521.16	126,391.81	84.40	19.50	8.16	32.32
12	ผลิตภัณฑ์ยาง	78,014.15	94,094.26	117,269.50	126,211.49	20.64	20.61	24.63	7.63
13	ข้าว	108,328.33	92,993.72	98,179.00	119,304.12	42.96	-14.16	5.58	21.52
14	เครื่องปรับอากาศและ ส่วนประกอบ	79,947.20	87,334.08	87,460.72	110,345.71	33.74	9.24	0.15	26.17
15	อาหารทะเลกระป๋องและแปรรูป	90,688.37	100,284.20	113,050.15	109,109.00	2.14	10.58	12.73	-3.49
16	เครื่องรับวิทยุโทรทัศน์และ ส่วนประกอบ	129,515.28	125,534.40	131,548.76	106,742.31	24.82	-3.07	4.79	-18.86
17	เสื้อผ้าสำเร็จรูป	124,132.55	126,178.25	121,882.65	103,179.32	8.18	1.65	-3.40	-15.35
18	ผลิตภัณฑ์พลาสติก	56,630.88	70,997.39	71,728.41	78,325.36	10.08	25.37	1.03	9.20

ตารางที่ 18 (ต่อ)

อันดับ	ชื่อสินค้า	มูลค่าการส่งออก(ล้านบาท)				อัตรายายตัว (%)			
		2547	2548	2549	2550	2547	2548	2549	2550
19	เครื่องยนต์สันดาปภายใน แบบลูกสูบและส่วน	49,858.54	55,058.14	59,739.09	59,683.87	119.45	10.43	8.50	-0.09
20	ส่วนประกอบอากาศยานและ อุปกรณ์การบิน	42,146.38	41,059.27	44,568.99	57,054.22	14.78	-2.58	8.55	28.01
	รวม 20 รายการ	2,308,357.33	2,751,738.57	3,157,633.08	3,429,146.17	21.85	19.21	14.75	8.60
	อื่นๆ	1,565,332.22	1,686,952.46	1,779,739.16	1,825,853.12	9.37	7.77	5.50	2.59
	รวมทั้งสิ้น	3,873,689.56	4,438,691.03	4,937,372.24	5,254,999.28	16.48	14.59	11.23	6.43

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร (2550)

4.2 สินค้านำเข้า 20 อันดับแรกของไทย

สินค้านำเข้า 20 อันดับแรกของไทยนั้นจากตารางที่ 19 จะเห็นได้ว่าอันดับในปี พ.ศ. 2547 ถึงปี พ.ศ. 2550 ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โดยสินค้าที่นำเข้ามากเป็นอันดับหนึ่งได้แก่ น้ำมันดิบ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการผลิตและการคมนาคมขนส่งในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 709,789.84 ล้านบาทอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ -8.06 ต่อปี อันดับสองได้แก่ เครื่องจักรกลและส่วนประกอบในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 423,647.78 ล้านบาทอัตราการขยายตัวลดลงร้อยละ 2.55 ต่อปี อันดับสามได้แก่ เคมีภัณฑ์ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 348,890.65 ล้านบาทอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.93 ต่อปี อันดับสี่ได้แก่ แผงวงจรไฟฟ้าในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 342,032.93 ล้านบาทอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.07 ต่อปี อันดับห้าได้แก่ เครื่องจักรไฟฟ้าและส่วนประกอบในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 331,358.91 ล้านบาทอัตราการขยายตัวลดลงร้อยละ 8.21 ต่อปี อันดับหกได้แก่ เหล็ก เหล็กกล้าและผลิตภัณฑ์ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 298,856.30 ล้านบาทอัตราการขยายตัวร้อยละ 5.16 ต่อปี อันดับเจ็ดได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และส่วนประกอบในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 261,788.02 ล้านบาทอัตราการขยายตัวลดลงร้อยละ 10.29 ต่อปี อันดับแปดได้แก่ สินแร่โลหะอื่น ๆ เศษโลหะและผลิตภัณฑ์ในปีพ.ศ. 2550 มีมูลค่าการนำเข้า 248,144.79 ล้านบาทอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.45 ต่อปี อันดับเก้าได้แก่ เครื่องเพชรพลอย อัญมณี เงินแท่งและทองคำ ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 143,425.23 ล้านบาทอัตราการขยายตัวลดลงร้อยละ 3.87 ต่อปี อันดับสิบได้แก่ ส่วนประกอบและอุปกรณ์ยานยนต์ ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 116,104.46 ล้านบาทอัตราการขยายตัวลดลงร้อยละ 1.54 ต่อปี อันดับสิบเอ็ดได้แก่ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 100,557.43 ล้านบาทอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 27.14 ต่อปี อันดับสิบสองได้แก่ พืชและผลิตภัณฑ์จากพืช ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 99,080.74 ล้านบาทอัตราการขยายตัวลดลงร้อยละ 12.68 ต่อปี อันดับสิบสามได้แก่ เครื่องมือ เครื่องใช้ทางวิทยาศาสตร์ การแพทย์ ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 93,122.63 ล้านบาทอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.83 ต่อปี อันดับสิบสี่ได้แก่ ผลิตภัณฑ์จากพลาสติก ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 82,728.94 ล้านบาทอัตราการขยายตัวลดลงร้อยละ 3.80 ต่อปี อันดับสิบห้าได้แก่ ผลิตภัณฑ์โลหะ ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 80,032.35 ล้านบาทอัตราการขยายตัวลดลงร้อยละ 17.30 ต่อปี อันดับสิบหกได้แก่ เครื่องใช้เบ็ดเตล็ด ในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 77,004.06 ล้านบาทอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.69 ต่อปี อันดับสิบเจ็ดได้แก่ ก๊าซธรรมชาติในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 72,043.79 ล้านบาทอัตราการขยายตัวลดลงร้อยละ 5.81 ต่อปี อันดับสิบแปดได้แก่ น้ำมันสำเร็จรูปในปีพ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 64,098.96 ล้านบาท

ตารางที่ 19 สิ้นค่านำเข้า 20 อันดับแรกของไทย ปี พ.ศ. 2547-2550

อันดับ	ชื่อสินค้า	มูลค่าการนำเข้า(ล้านบาท)				อัตรายายตัว (%)			
		2547	2548	2549	2550	2547	2548	2549	2550
1	น้ำมันดิบ	426,569.80	684,952.20	772,054.50	709,789.84	42.8	60.57	12.72	-8.06
2	เครื่องจักรกลและ ส่วนประกอบ	379,423.00	440,714.70	429,718.30	423,647.78	15.46	16.15	-2.5	-2.55
3	เคมีภัณฑ์	286,657.20	328,548.70	336,636.00	348,890.65	26.58	14.61	2.46	2.93
4	แผงวงจรไฟฟ้า	293,389.50	321,246.50	331,126.90	342,032.93	19.55	9.49	3.08	3.07
5	เครื่องจักรไฟฟ้าและ ส่วนประกอบ	302,085.90	370,952.60	356,188.20	331,358.91	13.42	22.8	-3.98	-8.21
6	เหล็ก เหล็กกล้าและ ผลิตภัณฑ์	265,066.00	348,659.50	282,125.40	298,856.30	49.26	31.54	-19.08	5.16
7	เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และ ส่วนประกอบ	195,632.90	273,903.30	291,489.80	261,788.02	9.75	40.01	6.42	-10.29

ตารางที่ 19 (ต่อ)

อันดับ	ชื่อสินค้า	มูลค่าการนำเข้า(ล้านบาท)				อัตรายายตัว (%)			
		2547	2548	2549	2550	2547	2548	2549	2550
8	สินแร่โลหะอื่น ๆ เศษโลหะและผลิตภัณฑ์	145,935.10	174,727.10	231,744.30	248,144.79	48.6	19.73	32.63	6.45
9	เครื่องเพชรพลอย อัญมณี เงินแท่งและทองคำ	115,473.00	157,480.40	148,752.80	143,425.23	33.03	36.38	-5.54	-3.87
10	ส่วนประกอบและอุปกรณ์ยานยนต์	120,667.80	129,319.00	117,353.00	116,104.46	15.96	7.17	-9.25	-1.54
11	เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	55,490.80	66,974.80	78,511.60	100,557.43	24.16	20.7	17.23	27.14
12	พืชและผลิตภัณฑ์จากพืช	81,974.70	90,368.30	87,406.00	99,080.74	5.27	10.24	-3.28	12.68
13	เครื่องมือ เครื่องใช้ทางวิทยาศาสตร์ การแพทย์	68,045.10	88,572.30	89,710.60	93,122.63	19.67	30.17	1.29	1.83
14	ผลิตภัณฑ์ทำจากพลาสติก	75,361.50	82,310.50	85,412.10	82,728.94	10.13	9.22	3.77	-3.8

ตารางที่ 19 (ต่อ)

อันดับ	ชื่อสินค้า	มูลค่าการนำเข้า(ล้านบาท)				อัตรายายตัว (%)			
		2547	2548	2549	2550	2547	2548	2549	2550
15	ผลิตภัณฑ์โลหะ	52,286.20	72,646.40	93,400.00	80,032.35	31.18	38.94	28.57	-17.3
16	เครื่องใช้เบ็ดเตล็ด	56,704.60	67,299.50	68,702.90	77,004.06	14.41	18.68	2.09	9.69
17	ก๊าซธรรมชาติ	43,491.90	60,104.50	76,488.70	72,043.79	47.87	38.2	27.26	-5.81
18	น้ำมันสำเร็จรูป	41,745.40	69,448.90	77,477.70	64,098.96	35.02	66.36	11.56	-17.48
19	ปุ๋ย และยากำจัดศัตรูพืช และสัตว์	43,576.20	46,478.70	48,384.00	60,526.85	19.78	6.66	4.1	24.97
20	ผลิตภัณฑ์เวชกรรมและ เภสัชกรรม	40,158.10	47,719.10	54,252.00	60,345.70	12.43	18.83	13.69	10.55
รวม 20 รายการ		3,089,734.80	3,922,426.90	4,056,934.80	4,013,580.37	24.58	26.95	3.43	-1.71
อื่นๆ		711,436.30	832,212.30	814,018.80	858,415.32	8.02	16.98	-2.19	-0.12
รวมทั้งสิ้น		3,801,171.00	4,754,639.20	4,870,953.60	4,871,995.69	21.1	25.08	2.45	-1.43

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร (2550)

อัตราการขยายตัวลดลงร้อยละ 17.48 ต่อปี อันดับสิบเก้า ได้แก่ ปุ๋ย และยากำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในปี พ.ศ. 2550 มีมูลค่าการนำเข้า 60,526.85 ล้านบาท อัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 24.97 ต่อปี อันดับยี่สิบ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เวชกรรมและเภสัชกรรมในปี พ.ศ.2550 มีมูลค่าการนำเข้า 60,345.70 ล้านบาท อัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.55 ต่อปี โดยมียอดรวม 20 รายการทั้งสิ้น 4,013,580.37 ล้านบาท อัตราการขยายตัวลดลงจากปี พ.ศ. 2549 ร้อยละ 1.71 ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าในสินค้านำเข้า 20 อันดับแรกของไทยนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำมันดิบมีการนำเข้ามากที่สุดและผลิตภัณฑ์ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันสำเร็จรูปก็ติดอยู่ในยี่สิบอันดับแรกซึ่งการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงดังกล่าวจะก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษได้

ปัจจัยอื่นที่ส่งผลกระทบต่อการสร้างมลภาวะ

การศึกษาในส่วนนี้จะพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อการสร้างมลภาวะจะแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1. องค์ประกอบการผลิต ส่วนที่ 2. ปัจจัยทุนและแรงงาน ส่วนที่ 3. จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนที่ 4. การบริโภคพลังงาน ส่วนที่ 5. พื้นที่การปลูกข้าว ซึ่งปัจจัยดังกล่าวนี้ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป

1. องค์ประกอบการผลิต

การศึกษาในส่วนนี้จะศึกษาถึงองค์ประกอบการผลิต (Composition) โดยพิจารณาสัดส่วนการผลิตนอกภาคเกษตรเทียบกับภาคเกษตร การผลิตนอกภาคเกษตรจำแนกในสาขาต่างๆ และการบริโภค ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างมลภาวะ

องค์ประกอบการผลิตนั้นคือ โครงสร้างการผลิตของประเทศ กล่าวคือถ้ามีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตของประเทศจากสินค้าเกษตรกรรมเป็นสินค้าอุตสาหกรรมจะทำให้มีมลพิษเพิ่มขึ้น จากตารางที่ 20 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศนอกภาคเกษตรเทียบกับภาคเกษตร สัดส่วนมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2530 มีสัดส่วนร้อยละ 503.0 ได้เพิ่มเป็นร้อยละ 1,021.8 ในปี พ.ศ. 2549 แสดงให้เห็นว่าการผลิตนอกภาคการเกษตรนั้นมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในขณะที่เดียวกันการผลิตในภาคเกษตรกรรมนั้นนั้นมีบทบาทลดลงและเมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศจำแนกตามสาขาการผลิตในตารางที่ 21 จะเห็นได้ว่าการผลิตนอกภาคการเกษตรนั้นมีการผลิตในภาคอุตสาหกรรมมากเป็นอันดับที่ 1 โดยในปี พ.ศ. 2546 มีมูลค่า

1318.28 พันล้านบาท มีอัตราการขยายตัวร้อยละ 10.70 หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 38.01 ของการผลิตทั้งหมดได้เพิ่มมูลค่าเป็น 1589.2 พันล้านบาทในปีพ.ศ. 2549 หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 39.22

ตารางที่ 20 สัดส่วนผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศภาคเกษตรเทียบกับนอกภาคเกษตร

ปี	ภาคเกษตร (พันล้านบาท)	นอกภาคเกษตร (พันล้านบาท)	สัดส่วน GDP นอกภาคเกษตรเทียบกับ ภาคเกษตร (ร้อยละ)
2530	228.3	1,148.5	503.0
2531	252.3	1,307.5	518.2
2532	276.6	1,473.4	532.6
2533	263.6	1,681.8	638.0
2534	282.7	1,829.1	647.0
2535	296.3	1,986.3	670.3
2536	289.1	2,181.8	754.6
2537	303.4	2,389.6	787.6
2538	276.6	2,665.1	963.5
2539	288.8	2,826.5	978.7
2540	286.8	2,785.8	971.3
2541	282.6	2,467.1	873.0
2542	289.2	2,582.8	893.0
2543	309.9	2,698.5	870.7
2544	320.0	2,753.6	860.5
2545	322.2	2,914.9	904.6
2546	363.0	3,105.1	855.4
2547	354.2	3,331.8	940.6
2548	342.9	3,508.4	1,023.1
2549	361.2	3,690.8	1,021.8

ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย (2550)

ของการผลิตทั้งหมด โดยมีมูลค่าเพิ่มขึ้นถึง 270.92 พันล้านบาท อัตราการขยายตัวร้อยละ 20.55 ภายในระยะเวลาเพียง 4 ปี อันดับที่ 2 การค้าส่งและค้าปลีก ซ่อมยานยนต์ในปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่า 561.20 พันล้านบาท มีอัตราการขยายตัวร้อยละ 3.92 หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 13.85 ของการผลิตทั้งหมด อันดับที่ 3 การขนส่งและการคมนาคมในปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่า 407.79 พันล้านบาท มีอัตราการขยายตัวร้อยละ 6.28 หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 10.06 ของการผลิตทั้งหมด ส่วนในภาคการผลิตอื่น ๆ นั้นจะเห็นได้ว่ามีสัดส่วนใกล้เคียงกันมีเพียงร้อยละ 2-3 เท่านั้น และเมื่อพิจารณาภาคการผลิตที่ก่อให้เกิดมลพิษนั้นจะเห็นได้ว่ามีภาคอุตสาหกรรม, การขนส่งและการคมนาคม, ไฟฟ้า ก๊าซ และประปา, การก่อสร้าง, เหมืองแร่และยอหินมีสัดส่วนร้อยละ 39.22, 10.06, 3.34, 2.42, 2.26 ตามลำดับ ซึ่งมีสัดส่วนรวมกันสูงถึงร้อยละ 57.3 และภาคการผลิตดังกล่าวมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในด้านการลงทุนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 1,477.5 พันล้านบาทในปีพ.ศ. 2546 เป็น 2,235 พันล้านบาทในปีพ.ศ. 2549 เพิ่มขึ้นถึง 757.5 พันล้านบาทหรือคิดเป็นร้อยละ 51.27 ภายในระยะเวลาเพียง 4 ปี โดยสัดส่วนการลงทุนภาคเอกชนเฉลี่ยร้อยละ 71.48 ส่วนการลงทุนภาครัฐบาลเฉลี่ยร้อยละ 24.47 ส่วนทางด้านบริการก็มีความโน้มสูงขึ้นเช่นกัน โดยในปีพ.ศ. 2546 มีการบริโภครวม 2,191.56 พันล้านบาท ได้เพิ่มเป็น 2,524.35 พันล้านบาท เพิ่มขึ้นถึง 332.8 พันล้านบาทหรือคิดเป็นร้อยละ 15.19 ภายในระยะเวลาเพียง 4 ปี โดยสัดส่วนการบริโภคภาคเอกชนสูงถึงร้อยละ 86 ส่วนการบริโภคภาครัฐบาลมีเพียงประมาณร้อยละ 14

ผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจของประเทศไทยจากเกษตรกรรมไปเป็นอุตสาหกรรม ซึ่งภาคการผลิต การลงทุนและการบริโภคส่วนใหญ่จะเป็นสินค้าอุตสาหกรรม โดยทั่วไปแล้วนั้นส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม เช่นการผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างล้วนแล้วมีแต่ปล่อยก๊าซพิษชนิดต่างๆออกมารวมทั้งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาวะเรือนกระจก และการบริโภคนั้นนอกจากจะเกิดปัญหาขยะทิ้งจากการบริโภคแล้วยังเกิดการหมักของขยะทำให้เกิดก๊าซมีเทนและการบริโภคพลังงานต่างๆก็ปล่อยก๊าซพิษออกมามากเช่นกัน ดังนั้นผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจของประเทศไทยก็จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

ตารางที่ 21 ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศจำแนกตามสาขาการผลิต การลงทุนและการบริโภคของประเทศไทย

	มูลค่า(พันล้านบาท)				อัตราการขยายตัว(ร้อยละ)				สัดส่วน(%)			
	2546	2547	2548	2549	2546	2547	2548	2549	2546	2547	2548	2549
ภาคการเกษตร	363.03	354.43	347.83	361.18	12.68	-2.37	-1.86	3.84	10.47	9.61	9.02	8.91
เกษตรกรรม ล่าสัตว์ ป่าไม้	307.62	297.00	288.83	300.09	12.93	-3.45	-2.75	3.90	8.87	8.05	7.49	7.41
การประมง	55.41	57.44	59.00	61.09	11.34	3.65	2.73	3.54	1.60	1.56	1.53	1.51
นอกภาคการเกษตร	3,105.13	3,333.76	3,507.28	3,690.82	6.53	7.36	5.21	5.23	89.53	90.39	90.98	91.09
เหมืองแร่ และขอยหิน	76.62	80.84	88.08	91.74	6.80	5.51	8.96	4.15	2.21	2.19	2.28	2.26
อุตสาหกรรม	1318.28	1426.34	1500.66	1589.20	10.70	8.20	5.21	5.90	38.01	38.67	38.93	39.22
ไฟฟ้า ก๊าซ และประปา	115.20	122.53	129.02	135.26	4.59	6.36	5.30	4.84	3.32	3.32	3.35	3.34
การก่อสร้าง	82.84	88.79	93.85	97.90	2.76	7.19	5.70	4.31	2.39	2.41	2.43	2.42
การค้าส่งและค้าปลีก ซ่อมยานยนต์	493.72	517.31	540.01	561.20	2.92	4.78	4.39	3.92	14.24	14.03	14.01	13.85
โรงแรม และภัตตาคาร	118.85	133.32	136.19	151.40	-4.19	12.18	2.15	11.17	3.43	3.61	3.53	3.74
การขนส่งและการคมนาคม	340.64	366.29	383.71	407.79	2.86	7.53	4.75	6.28	9.82	9.93	9.95	10.06
สถาบันการเงิน	111.81	125.72	134.90	139.32	16.84	12.45	7.30	3.27	3.22	3.41	3.50	3.44
อสังหาริมทรัพย์ การเช่า	134.64	143.58	151.22	159.48	4.86	6.64	5.32	5.46	3.88	3.89	3.92	3.94

ตารางที่ 21 (ต่อ)

	มูลค่า(พันล้านบาท)				อัตราการขยายตัว(ร้อยละ)				สัดส่วน(%)			
	2546	2547	2548	2549	2546	2547	2548	2549	2546	2547	2548	2549
การบริหารราชการ การป้องกันประเทศ	108.38	111.80	116.19	116.21	2.96	3.16	3.93	0.01	3.12	3.03	3.01	2.87
การศึกษา	86.76	89.82	96.11	98.98	1.11	3.53	7.00	2.99	2.50	2.44	2.49	2.44
งานด้านสุขภาพ สังคมสงเคราะห์	42.69	43.68	48.50	51.20	-3.76	2.32	11.05	5.56	1.23	1.18	1.26	1.26
กิจกรรมด้านการบริการชุมชน	71.17	80.07	85.17	87.56	11.79	12.50	6.37	2.81	2.05	2.17	2.21	2.16
ลูกจ้างในครัวเรือนส่วนบุคคล	3.55	3.68	3.69	3.60	2.93	3.63	0.16	-2.28	0.10	0.10	0.10	0.09
ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ	3,468.17	3,688.19	3,855.11	4,052.01	7.14	6.34	4.53	5.11	100	100	100	100
การบริโภค	2,191.56	2,326.74	2,450.23	2,524.35	5.94	6.17	5.31	3.03	100	100	100	100
ภาคเอกชน	1,898.46	2,016.86	2,106.87	2,173.24	6.50	6.24	4.46	3.15	86.63	86.68	85.99	86.09
ภาครัฐบาล	293.09	309.88	343.36	351.12	2.46	5.73	10.80	2.26	13.37	13.32	14.01	13.91
การลงทุน	1,477.5	1,738.6	2,228.4	2,235.0	13.89	17.67	28.17	0.30	100	100	100	100
ภาคเอกชน	1,036.6	1,255.6	1,542.9	1,661.1	19.74	21.13	22.88	7.66	70.16	72.22	69.24	74.32
ภาครัฐบาล	387.6	426.2	505.1	547.0	2.67	9.96	18.51	8.30	26.23	24.51	22.67	24.47

ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย(2550)

2. ปัจจัยทุนและแรงงาน

การศึกษาในส่วนนี้จะพิจารณาถึงปัจจัยการผลิตที่สำคัญคือ ปัจจัยทุนและปัจจัยแรงงานได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน 1. วิเคราะห์ปัจจัยทุน 2. วิเคราะห์ปัจจัยแรงงาน 3. ผลกระทบการผลิตรวม

2.1 วิเคราะห์ปัจจัยทุน

สต็อกทุนสุทธิ คือ สต็อกทุนที่เหลือหลังจากหักค่าเสื่อมราคาสะสมแล้วโดยจากตารางที่ 22 จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยตลอดในปี 2545 มีมูลค่า 9,435,260 ล้านบาทได้เพิ่มเป็น 10,536,796 ล้านบาทเพิ่มขึ้นถึง 1,101,536 ล้านบาทภายในระยะเวลาเพียง 5 ปี หรือคิดเป็นร้อยละ 11.67 โดยในปี 2549 สาขาที่มีมูลค่าสต็อกทุนสุทธิสูงที่สุด คือ สาขาที่อยู่อาศัย มีมูลค่า 2,301,948 ล้านบาท รองลงมาคือ สาขาคมนาคมขนส่งและสื่อสาร 2,037,262 ล้านบาท สาขาอุตสาหกรรม 1,779,691 ล้านบาท สาขาบริการ 1,075,906 ล้านบาท สาขาไฟฟ้าประปา 880,862 ล้านบาท สาขาเกษตรกรรม 809,433 ล้านบาท สาขาค้าส่งค้าปลีก 808,107 ล้านบาท สาขาก่อสร้าง 376,630 ล้านบาท สาขาบริหารราชการแผ่นดิน 188,223 ล้านบาท สาขาธนาคารประกันภัยและอสังหาริมทรัพย์ 145,831 ล้านบาทและสาขาเหมืองแร่และขอยหิน 136,903 ล้านบาท

อัตราการขยายตัวของสต็อกทุนสุทธิ พบว่า ในปี 2549 สต็อกทุนรวมสุทธิมีอัตราการขยายตัวร้อยละ 3.47 ปรับตัวต่อเนื่องจากปี 2548 ที่ขยายตัวร้อยละ 3.0 หากพิจารณาในแต่ละสาขาการผลิต พบว่า สาขาการผลิตที่มีอัตราการขยายตัวสูงที่สุดคือ สาขาเหมืองแร่และ สาขาก่อสร้างมีอัตราการขยายตัวสูงที่สุดคือประมาณร้อยละ 5.40 รองลงมาคือ สาขาอุตสาหกรรม สาขาเกษตรกรรมและสาขาธนาคารประกันภัยและอสังหาริมทรัพย์ ที่มีอัตราการขยายตัวร้อยละ 5.16 ร้อยละ 4.66 และร้อยละ 4.05 ตามลำดับ

ตารางที่ 22 มูลค่าและอัตราการขยายตัวของสต็อกทุนสุทธิจำแนกตามกิจกรรมการผลิต

	มูลค่าสุทธิ(ล้านบาท)					อัตราการขยายตัวของสต็อกทุนสุทธิ (%)				
	2545	2546	2547	2548	2549	2545	2546	2547	2548	2549
เกษตรกรรม	693,618	716,201	742,654	773,396	809,433	3.22	3.26	3.69	4.14	4.66
เหมืองแร่	115,141	118,394	123,898	129,901	136,903	1.47	2.83	4.65	4.85	5.39
อุตสาหกรรม	1,520,165	1,562,542	1,625,527	1,691,442	1,778,691	2.03	2.79	4.03	4.05	5.16
ก่อสร้าง	317,959	324,109	340,210	357,287	376,630	0.02	1.93	4.97	5.02	5.41
ไฟฟ้าประปา	770,305	791,470	818,199	846,572	879,862	3.51	2.75	3.38	3.47	3.93
คมนาคมขนส่งและสื่อสาร	1,804,659	1,853,714	1,903,098	1,965,932	2,037,262	2.03	2.72	2.66	3.30	3.63
ค้าส่งและค้าปลีก	750,920	754,826	769,409	786,641	808,107	-0.62	0.52	1.93	2.24	2.73
ธนาคาร ประกันภัย	130,141	131,605	135,894	140,159	145,831	1.40	1.12	3.26	3.14	4.05
ที่อยู่อาศัย	2,145,875	2,169,262	2,207,309	2,253,128	2,300,948	0.63	1.09	1.75	2.08	2.12
การบริหารราชการ	170,647	172,877	176,792	182,220	188,223	0.37	1.31	2.26	3.07	3.29
บริการ	1,015,830	1,025,468	1,040,440	1,056,327	1,074,906	0.30	0.95	1.46	1.53	1.76
รวม	9,435,260	9,620,468	9,883,430	10,183,005	10,536,796	1.40	1.96	2.73	3.03	3.47

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2549)

2.1.1 อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทุนต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิต

(Incremental Capital Output Ratio: ICOR)

จากตารางที่ 23 ICOR ในปี 2549 มีค่า 1.83 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากในปี 2547 และ 2548 ที่ค่า ICOR มีค่า 1.21 และ 1.81 ตามลำดับ กล่าวคือการเพิ่มขึ้นของ GDP 1 หน่วยในปี 2549 มาจากการเพิ่มขึ้นของปัจจัยทุน 1.83 หน่วย แสดงให้เห็นว่า แนวโน้มการเพิ่มมูลค่าเพิ่มในระบบเศรษฐกิจมีการใช้ปัจจัยทุนที่เพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณารายการกิจกรรมการผลิต ในปี 2549 พบว่า สาขาเกษตรกรรมมีค่า ICOR เท่ากับ 1.94 เมื่อเทียบกับปี 2548 ที่มีค่า ICOR เท่ากับ -2.41 แสดงให้เห็นว่า ค่า ICOR ของสาขาเกษตรกรรมปรับตัวดีขึ้น เนื่องจากในปี 2548 กระบวนการผลิตประสบปัญหาภูมิอากาศ แต่ผลผลิตที่เกิดขึ้นในสาขาเกษตรกรรมนี้ก็ไม่ได้เพิ่มขึ้นตามมากนัก แต่ถ้าพิจารณาค่าเฉลี่ยในช่วงแผนฯ ฉบับที่ 9 พบว่า ค่า ICOR สาขาเกษตรกรรมมีค่า 1.25 หน่วย ซึ่งมีทิศทางการปรับตัวดีขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงแผนฯ ฉบับที่ 8 ที่มีค่า ICOR เท่ากับ -3.63 สาขาอุตสาหกรรม ในปี 2549 ค่า ICOR มีค่าเท่ากับ 0.99 เมื่อเทียบกับ 0.92 ในปี 2548 แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มขึ้นของ GDP 1 หน่วยในปี 2549 ต้องใช้ปัจจัยทุนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสาขาอุตสาหกรรม เป็นสาขาเดียวที่มีค่า ICOR น้อยกว่า 1 แสดงว่า ประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยทุนในสาขานี้มีประสิทธิภาพมากกว่าสาขาอื่นๆ

ตารางที่ 23 อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทุนต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิต

(Incremental Capital Output Ratio: ICOR)

สาขา	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549
ภาคเกษตรกรรม	0.93	1.47	8.87	0.49	-2.65	-2.41	1.94
ภาคนอกเกษตรกรรม	0.80	1.39	0.67	0.88	1.04	1.51	1.82
อุตสาหกรรม	-0.01	1.24	0.40	0.34	0.60	0.92	0.99
บริการและอื่นๆ	1.73	1.44	0.92	1.94	1.41	1.90	2.67
ภาพรวม	1.40	1.40	0.79	0.80	1.21	1.81	1.83

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2549)

อย่างไรก็ตามหากพิจารณาตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยในช่วงแผนฯ ฉบับที่ 9 พบว่ามีค่า ICOR เท่ากับ 0.65 หน่วย ซึ่งการเพิ่มขึ้นของการใช้ปัจจัยทุนน้อยกว่าในช่วงแผนฯ ฉบับที่ 8 ที่มีค่า ICOR เท่ากับ 1.60 หน่วย สาขาบริการและอื่น ๆ ในปี 2549 มีค่า ICOR เท่ากับ 2.67 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของการใช้ปัจจัยทุนในปี 2549 มีการใช้ปัจจัยทุนเพิ่มมากกว่าปี 2547 และ 2548 ที่มีค่า ICOR เท่ากับ 1.41 และ 1.90 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การที่จะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในสาขานี้ มีแนวโน้มการใช้ปัจจัยทุนเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 24 ค่า ICOR จำแนกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

สาขา	แผนฯ 5	แผนฯ 6	แผนฯ 7	แผนฯ 8	แผนฯ 9
ภาคเกษตรกรรม	3.69	4.96	1.14	-3.63	1.25
ภาคนอกเกษตรกรรม	3.15	2.35	3.57	-1.93	1.18
อุตสาหกรรม	0.32	1.25	1.73	1.60	0.65
บริการและอื่นๆ	3.99	3.07	4.80	1.51	1.77
ภาพรวม	2.85	2.26	3.57	-2.01	1.29

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2549)

2.1.2 การสะสมทุนประเภทเครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ (Machinery and Other Equipment)

การสะสมทุนประเภทเครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ คือการสะสมทุนเฉพาะเครื่องจักรเครื่องมือไม่รวมสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งเป็นการนับการเพิ่มขึ้นในแต่ละปีจากตารางที่ 25 จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยในปี 2544 มีการสะสมทุนประเภทเครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ 363,497 ล้านบาทได้เพิ่มเป็น 618,013 ล้านบาทเพิ่มขึ้นถึง 254,516 ล้านบาทภายในระยะเวลาเพียง 6 ปี และเมื่อแยกประเภทแล้วจะเห็นได้ว่าในปี 2544 บริภัณฑ์ขนส่ง 104,248 ล้านบาทได้เพิ่มเป็น 244,969 ล้านบาทเพิ่มขึ้นถึง 140,721 ล้านบาทภายในระยะเวลาเพียง 6 ปี และเมื่อพิจารณาเครื่องจักรและบริภัณฑ์ในปี 2544 มีมูลค่า 259,249 ล้านบาทได้เพิ่มเป็น 373,044 ล้านบาทเพิ่มขึ้นถึง 113,795 ล้านบาทภายในระยะเวลาเพียง 6 ปี ซึ่งการสะสมทุนประเภทเครื่องมือ

เครื่องจักรและบริษัทขนส่งนั้นส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซพิษและก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ตารางที่ 25 การสะสมทุนประเภทเครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ

	หน่วย: ล้านบาท					
	2544	2545	2546	2547	2548	2549
บริษัทขนส่ง	104,248	130,617	169,511	214,742	244,011	244,969
ยานยนต์	81,668	111,378	146,744	181,732	200,729	212,172
อื่นๆ	22,580	19,239	22,767	33,010	43,282	32,797
เครื่องจักรและบริษัท	259,249	263,056	286,806	311,979	352,453	373,044
เครื่องจักรเพื่อการ						
อุตสาหกรรม	126,784	131,241	145,948	151,866	176,375	188,766
บริษัทสำนักงาน	132,465	131,815	140,858	160,113	176,078	184,278
รวม	363,497	393,673	456,317	526,721	596,464	618,013

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2549)

2.2 วิเคราะห์ปัจจัยแรงงาน

จากตารางที่ 26 จะเห็นได้ว่าจำนวนผู้มีงานทำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยในปี 2546 ผู้มีงานทำ 33,841 พันคนได้เพิ่มเป็น 35,686 พันคนในปี 2549 และเมื่อจำแนกโครงสร้างแรงงานจำแนกรายสาขาการผลิต สาขาเกษตรกรรมที่มีสัดส่วนในผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศประมาณร้อยละ 8.91-10.47 ในช่วงปี 2546-2549 (ตารางที่ 24) แต่มีสัดส่วนแรงงานในภาคนี้ถึงร้อยละ 38.62-41.02 ของผู้มีงานทำในช่วงเดียวกัน (ตารางที่ 30) แสดงให้เห็นว่าผลิตภาพหรือประสิทธิภาพแรงงานในสาขาเกษตรกรรมยังอยู่ในระดับต่ำขณะที่สาขานอกภาคเกษตรที่แรงงานประมาณร้อยละ 58.98-61.38 ในช่วงปี 2546-2549 แต่มีสัดส่วนในผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศถึงร้อยละ 89.53-91.09 แสดงให้เห็นว่าสาขาการผลิตนอกภาคเกษตรบางสาขาเป็นสาขาการผลิตที่ใช้ปัจจัยทุนเข้มข้น (Capital intensive) โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกที่จำเป็นต้องใช้วัตถุดิบและปัจจัยการผลิตจากต่างประเทศสูง แรงงานนอกภาคการเกษตรได้แก่ ภาคอุตสาหกรรม ภาคค้าส่งและค้าปลีกเป็นภาคที่มีสัดส่วนของแรงงานสูงที่สุด โดยมีสัดส่วนถึงกว่าร้อยละ 15 รองลงมาได้แก่โรงแรม

ตารางที่ 26 จำนวนแรงงานจำแนกตามภาคการผลิต

สาขา	จำนวน(พันคน)				สัดส่วน(ร้อยละ)			
	2546	2547	2548	2549	2546	2547	2548	2549
ภาคการเกษตร	13,880	13,634	13,617	14,171	41.02	39.26	38.62	39.71
นอกภาคการเกษตร	19,961	21,095	21,640	21,515	58.98	60.74	61.38	60.29
การอุตสาหกรรม	5,299	5,476	5,588	5,504	15.66	15.77	15.85	15.42
การไฟฟ้า ก๊าซ และประปา	95	100	107	107	0.28	0.29	0.30	0.30
การก่อสร้าง	1,881	2,080	2,129	2,151	5.56	5.99	6.04	6.03
การค้าส่ง ค้าปลีก	5,199	5,540	5,553	5,514	15.36	15.95	15.75	15.45
โรงแรม ภัตตาคาร	2,147	2,256	2,349	2,275	6.35	6.50	6.66	6.37
การขนส่ง สถานที่ เก็บสินค้า คมนาคม	1,050	1,100	1,108	1,072	3.10	3.17	3.14	3.00
การเงินการธนาคาร	289	297	317	340	0.85	0.85	0.90	0.95
การค้าอสังหาริมทรัพย์ ธุรกิจให้เช่า	557	624	647	672	1.65	1.80	1.84	1.88
การบริหารราชการ	954	994	1,110	1,156	2.82	2.86	3.15	3.24
การศึกษา	973	1,031	1,044	1,044	2.88	2.97	2.96	2.92
การบริการสุขภาพ	514	547	602	589	1.52	1.57	1.71	1.65
การบริการชุมชน และสังคม	682	725	737	744	2.02	2.09	2.09	2.09
บริการคนรับใช้	256	243	243	223	0.76	0.70	0.69	0.63
อื่นๆ	65	81	106	125	0.19	0.23	0.30	0.35
รวม	33,841	34,729	35,257	35,686	100	100	100	100

ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย(2550)

ภัตตาคารมีสัดส่วนร้อยละ 6.37 การก่อสร้างมีสัดส่วนร้อยละ 6.03 การบริหารราชการมีสัดส่วนร้อยละ 3.24 เก็บสินค้า คมนาคมมีสัดส่วนร้อยละ 3.00 ส่วนภาคอื่นๆมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 1-2 เท่านั้น

โดยปัจจัยแรงงานนั้นย่อมที่จะก่อมลพิษน้อยเพราะแรงงานส่วนใหญ่อยู่ในภาคเกษตรและภาคบริการ

2.3 ผลิตภาพการผลิตรวม (Total Factor Productivity:TFP)

ผลิตภาพการผลิตรวม (Total Factor Productivity: TFP) หมายถึงการวัดอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (GDP Growth) ที่เกิดขึ้นจากส่วนที่มีได้มีที่มาจาก การเพิ่มของปัจจัยการผลิต (ทุน แรงงานและที่ดิน) ดังนั้นจึงเรียกส่วนดังกล่าวว่าเป็นส่วนที่เหลือ (Residual) หรือเรียกว่า ผลของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (Technical Progress) ซึ่งผลกระทบทางเทคนิค (Technic Effect) ทำให้มาตรฐานสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น ทำให้มีการใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยภาพการผลิตรวม ในปี 2549 (ตารางที่ 27) ขยายตัวร้อยละ 2.30 ปรับตัวดีขึ้นจากที่ขยายตัวร้อยละ 1.97 ในปี 2548 การที่ผลิตภาพการผลิตรวมในปี 2549 มีการปรับตัวดีขึ้นเป็นผลมาจากสาขาเกษตรกรรมที่มีผลิตภาพการผลิตรวมปรับตัวดีขึ้นหลังจากที่ลดลงร้อยละ 6.77 ในปี 2548 เป็นขยายตัวร้อยละ 0.58 ในปี 2549 และเมื่อพิจารณาในช่วงแผนฯ ฉบับที่ 9 (ตารางที่ 28) พบว่าผลิตภาพการผลิตรวมปรับตัวดีขึ้นโดยขยายตัวร้อยละ 3.26 ต่อปี เทียบกับที่ลดลงร้อยละ 1.74 ต่อปีในช่วงแผนฯ ฉบับที่ 8 หากพิจารณาแหล่งที่มาของการขยายตัวทางเศรษฐกิจ โดยพิจารณาจากปัจจัยการผลิตที่สำคัญ คือ ปัจจัยทุน ปัจจัยแรงงาน และค่าผลิตภาพการผลิตรวมพบว่า

ตารางที่ 27 ผลิตภาพการผลิตรวม (Total Factor Productivity : TFP)

สาขา	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549
ภาคเกษตรกรรม	4.27	1.32	-2.38	10.05	-5.50	-6.77	0.58
ภาคนอกเกษตรกรรม	2.61	-0.74	4.08	3.42	3.65	2.61	2.61
อุตสาหกรรม	5.60	-1.83	4.89	7.00	4.46	1.97	1.42
บริการและอื่นๆ	0.77	-0.14	3.39	0.74	3.01	2.85	2.50
ภาพรวม	3.40	0.62	3.38	5.06	3.59	1.97	2.30

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2549)

ตารางที่ 28 อัตราการขยายตัวของ GDP ปัจจัยการผลิตและ TFP ปี 2525-2549

หน่วย : ร้อยละ

ช่วงเวลา	อัตราการขยายตัว ทาง เศรษฐกิจ	ปัจจัย แรงงาน	ปัจจัย ที่ดิน	ปัจจัย ทุน	ผลิตภาพ การผลิต รวม
แผน ๑ 5 (2525-2529)	5.37	0.74	0.02	4.72	-0.10
แผน ๑ 6 (2530-2534)	10.94	0.86	0.01	7.69	2.38
แผน ๑ 7 (2535-2539)	8.09	0.37	0.01	7.74	-0.03
แผน ๑ 8 (2540-2544)	-0.10	0.26	0.01	1.37	-1.74
2 ปีช่วงวิกฤตเศรษฐกิจ (2540-2541)	-5.94	-0.48	0.00	2.42	-7.88
3 ปีหลังวิกฤตเศรษฐกิจ (2542-2544)	3.79	0.75	0.01	0.67	2.36
แผน ๑ 9 (2545-2549)	5.65	0.73	0.01	1.65	3.26
เฉลี่ยปี 2525-2549	5.99	0.60	0.01	4.63	0.76
พ.ศ. 2547	6.27	0.88	0.01	1.79	3.59
พ.ศ. 2548	4.49	0.51	0.01	2.00	1.97
พ.ศ. 2549	5.02	0.42	0.01	2.29	2.30

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2549)

อัตราการขยายตัวอันเนื่องมาจากปัจจัยทุน (Capital Contribution) ในปี 2549 ขยายตัวร้อยละ 2.29 เทียบกับที่ขยายตัวร้อยละ 1.79 และร้อยละ 2.00 ในปี 2547 และ 2548 ตามลำดับ หากพิจารณาสัดส่วนการขยายตัวของปัจจัยทุนต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ พบว่า อัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจในปี 2549 มีแรงผลักดันจากอัตราการขยายตัวของปัจจัยทุนในสัดส่วนร้อยละ 45.63 เทียบกับในปี 2547 และ 2548 ที่ปัจจัยทุนมีส่วนผลักดันอัตราการขยายตัวในสัดส่วนร้อยละ 28.57 และร้อยละ 44.52 ตามลำดับ

อัตราการขยายตัวอันเนื่องมาจากปัจจัยแรงงาน (Labor Contribution) ปี 2549 ปัจจัยแรงงานมีส่วนผลักดันให้เกิดมูลค่าเพิ่มในระบบเศรษฐกิจโดยรวม ร้อยละ 0.42 เทียบกับร้อยละ

0.88 และร้อยละ 0.51 ในปี 2547 และ 2548 ตามลำดับ หากพิจารณาสัดส่วนการขยายตัวของปัจจัยแรงงานต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ พบว่าในปี 2549 อัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจมีแรงผลักดันจากการเพิ่มขึ้นของปัจจัยแรงงานในสัดส่วนร้อยละ 8.37 ชะลอลงจากปีที่แล้วที่มีสัดส่วนร้อยละ 11.35 แสดงให้เห็นว่า บทบาทของแรงงานในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจมีแนวโน้มลดลง เป็นผลมาจากกระบวนการผลิตส่วนใหญ่เป็นกระบวนการผลิตที่ใช้ปัจจัยทุนเป็นหลัก ประกอบกับการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงมากขึ้น

อัตราขยายตัวอันเนื่องมาจากผลิิตภาพการผลิตรวม (TFP) ปี 2549 อัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจขยายตัวร้อยละ 5.02 เป็นผลมาจากการขยายตัวของปัจจัยแรงงานร้อยละ 0.42 ปัจจัยทุนร้อยละ 2.29 ส่วนที่เป็นผลมาจากการขยายตัวของผลิิตภาพการผลิตรวมร้อยละ 2.30 หากพิจารณาสัดส่วนการขยายตัวของปัจจัยการผลิตต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ พบว่า ในปี 2549 อัตราขยายตัวทางเศรษฐกิจมีแรงผลักดันจากปัจจัยแรงงานในสัดส่วนร้อยละ 8.37 ที่คิดร้อยละ 0.11 ปัจจัยทุนร้อยละ 45.63 และ TFPร้อยละ 45.90

3. จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม

การขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมภายในประเทศ ปัญหาของเสียอันตรายได้ทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ตามการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม และการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ เป็นที่ยอมรับกันว่าแหล่งของเสียอันตรายที่สำคัญที่สุดคือภาคอุตสาหกรรม กล่าวคือ ของเสียอันตรายส่วนใหญ่มาจากการประกอบกิจการด้านอุตสาหกรรม และส่วนน้อยเป็นของเสียอันตรายที่เกิดจากพาณิชยกรรม บริการ เติร์เรื่อ ขยะติดเชื้อและของเสียอันตรายจากชุมชน ของเสียอันตรายทั้งหมดที่เกิดขึ้นมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ได้รับการกำจัดอย่างถูกวิธี ส่วนที่เหลือจะถูกทิ้งปะปนไปกับขยะทั่วไปสู่สิ่งแวดล้อม หรือลักลอบนำไปทิ้งอย่างผิดกฎหมาย อีกทั้งยังเป็นแหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศที่สำคัญยิ่งอีกแหล่งหนึ่ง โรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรกลในประเทศไทยชนิดแรกได้แก่ โรงสีข้าวและใช้เป็นระยะเวลาหลายสิบปี ต่อมาโรงงานอุตสาหกรรมได้เพิ่มประเภทและจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว การผลิตแบบอุตสาหกรรมนอกจากจะเป็นการแปรรูปวัตถุดิบต่างๆ ให้เป็นสินค้าอุปโภคบริโภคสำหรับมนุษย์แล้ว ยังเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดมลพิษต่างๆ ขึ้นแก่สิ่งแวดล้อมอย่างมากมายด้วย ซึ่งมลพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมเกิดได้ 2 ขั้นตอน คือ จากการเผาไหม้เพื่อใช้พลังงานในการผลิตสินค้าถ้าหากมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และไม่มีการกำจัดควันอย่างถูกต้องจะก่อให้เกิดก๊าซและฝุ่นละอองต่างๆ เข้าไปปะปนใน

อากาศเช่นเดียวกับการระบายของท่อไอเสียรถยนต์แต่โรงงานที่ใช้เชื้อเพลิงถ่านหินจะก่อให้เกิดมลพิษได้มากกว่า อีกส่วนหนึ่งจะเกิดจากขั้นตอนการผลิต โรงงานที่ผลิตโลหะต่างๆ เช่น โรงงานผลิตตะกั่ว สังกะสี ทองแดง อลูมิเนียมจะมีทั้งก๊าซ ผุ่นและไอควัน ซึ่งก๊าซส่วนใหญ่ที่ปล่อยมานั้นเป็นก๊าซพิษ การผลิตปูนซีเมนต์ทำให้เกิดฝุ่นและซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากเตาเผาฟุ้งกระจายออกไป สารมลพิษจากอุตสาหกรรมที่สำคัญได้แก่

1. **ออกไซด์ของซัลเฟอร์** เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม ถ่านไม้ ซึ่งมีกำมะถันปะปนอยู่ ทำให้เกิดควันของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกสู่อากาศ
2. **คาร์บอนมอนอกไซด์** เกิดจากโรงงานต่างๆ ที่มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม ถ่านไม้และอื่นๆ โดยเฉพาะเครื่องจักรที่เสื่อมประสิทธิภาพ
3. **ไฮโดรคาร์บอน** เกิดจากโรงงานต่างๆ ที่มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เช่นเดียวกัน โดยเฉพาะในกระบวนการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมจะทำให้เกิดสารประเภทนี้สูงมาก
4. **ออกไซด์ของไนโตรเจน** เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูงกว่า 550 องศาเซลเซียสและเกิดได้มากที่สุดเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 1,100 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะถ่านหินจะเกิดไนโตรเจนออกไซด์ได้มากที่สุด โรงงานประเภทนี้ได้แก่ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี ถลุงแร่ หลอมโลหะ ผลิตแก้ว ปูนซีเมนต์ โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน
5. **ฝุ่นละออง** ได้แก่อนุภาคแขวนลอยที่เกิดขึ้นจากควัน เขม่า ใยแก้ว โดยเฉพาะที่เกิดจากรถยนต์และโลหะหนัก เช่น ใยหิน ซิลิกา ตะกั่ว ดีบุก ไมกา พรอท แคดเมียม นิเกิล โครเมียม

จากตารางที่ 29 จะเห็นได้ว่าจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในปี 2546 มีจำนวนโรงงาน 118,176 แห่งต่อปี ได้เพิ่มเป็น 126,804 แห่งต่อปีในปี 2550 ภายในระยะเวลาเพียง 5 ปีมีจำนวนเพิ่มขึ้น 8,628 แห่งต่อปีหรือคิดเป็นร้อยละ 7 จำนวนเงินที่ลงทุนก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในปี 2546 มีเงินลงทุนทั้งสิ้น 2,708,021.47 ล้านบาทได้เพิ่มเป็น 4,419,905.94 ล้านบาทในปี 2550 ภายในระยะเวลาเพียง 5 ปีมีจำนวนเพิ่มขึ้น 1,711,884.47 ล้านบาทหรือคิดเป็นร้อยละ 63.22 จำนวนคนงานก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกันในปี 2546 มีคนงาน 3,186,488 คนได้เพิ่มเป็น 3,729,877 คนในปี 2550 ภายในระยะเวลาเพียง 5 ปีมีจำนวนเพิ่มขึ้น 543,389 คนหรือคิดเป็นร้อยละ 17.05

ตารางที่ 29 สถิติโรงงานอุตสาหกรรมที่ประกอบกิจการในรอบปี 2546 – 2550

ปี	โรงงานอุตสาหกรรม		จำนวนเงินที่ลงทุน		จำนวนคนงาน	
	แห่ง	เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	เงินทุน (ล้านบาท)	เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	คนงาน (คน)	เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
2546	118,176	-	2,708,021.47	-	3,186,488	-
2547	120,145	1.67	3,583,633.10	32.33	3,359,345	5.42
2548	122,312	1.80	4,103,754.01	14.51	3,542,146	5.44
2549	125,347	2.48	4,196,960.45	2.27	3,686,705	4.08
2550	126,804	1.16	4,419,905.94	5.31	3,729,877	1.17

ที่มา: กระทรวงอุตสาหกรรม (2550)

ประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมรวมนับถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 เป็นจำนวน 128,575 โรงงาน ดังแสดงในตารางที่ 30 โดยพบว่าจำนวน 48,477 โรงงาน หรือร้อยละ 38 ของจำนวนโรงงานทั้งหมดอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล และหากจำแนกตามขนาดโรงงาน พบว่า เป็นโรงงานขนาดใหญ่ (จำพวก 3) ร้อยละ 60 ของทั้งหมด ที่เหลือเป็นโรงงานขนาดกลาง (จำพวก 2) และโรงงานขนาดย่อม (จำพวก 1) ซึ่งเฉพาะในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 มีโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบการจำนวน 461 โรงงาน เงินลงทุนรวม 31,561.61 ล้านบาท ในจำนวนนั้นเป็นโรงงานขนาดใหญ่ถึง 386 โรงงาน นอกจากนี้ ยังมีจำนวนโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ขยายการประกอบกิจการ จำนวน 79 โรงงาน จากสถิติดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศ

ตารางที่ 30 จำนวนโรงงานจำแนกตามขนาดและภาค พ.ศ. 2547

หน่วย: แห่ง

ภาค	จำนวนโรงงาน			รวม
	จำพวก 1 ¹	จำพวก 2 ²	จำพวก 3 ³	
กรุงเทพและปริมณฑล	3,620	11,620	33,237	48,477
ภาคกลาง	336	851	3,855	5,042
ภาคตะวันตก	800	1,359	4,649	6,808
ภาคตะวันออก	875	1,277	7,738	9,890
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	12,948	5,848	11,003	29,799
ภาคใต้	2,129	1,915	6,560	10,604
ภาคเหนือ	3,492	3,968	10,495	17,955
รวม	24,200	26,838	77,537	128,575

หมายเหตุ : ¹ เครื่องจักรไม่เกิน 20 แรงม้า คนงานไม่เกิน 20 คน

² เครื่องจักร 20-50 แรงม้า คนงานไม่เกิน 50 คน

³ เครื่องจักรเกิน 50 แรงม้า คนงานเกิน 50 คน

ที่มา: กระทรวงอุตสาหกรรม (2547)

4. การบริโภคพลังงาน

การศึกษาในส่วนนี้จะศึกษาการบริโภคพลังงานจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจซึ่งจะแบ่งออกเป็น 7 สาขาได้แก่ 1. ขนส่ง 2. อุตสาหกรรม 3. บ้านอยู่อาศัย 4. เกษตรกรรม 5. ธุรกิจการค้า 6. เหมืองแร่ 7. ก่อสร้าง ซึ่งจะแสดงรายละเอียดเฉพาะภาคขนส่งและอุตสาหกรรมเพราะว่า สองภาครวมกันมีการบริโภคพลังงานกว่าร้อยละ 70 ของการบริโภคพลังงานรวม

ค่าเทียบเท่าน้ำมันดิบ (Oil Equivalents) คือค่าความร้อนที่เทียบเท่ากับความร้อนจากน้ำมันดิบที่น้ำหนักต่างๆ โดยทั่วไปประเทศไทยนิยมใช้ใน 2 หน่วยหลักคือ บาร์เรลเทียบเท่าน้ำมันดิบ (Barrel of Oil Equivalent) และ ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (Tonne of Oil Equivalent: toe) ซึ่ง 1 toe จะให้ค่าความร้อน NCV ที่ 10 กิโลแคลอรี (10 Gcal) หรือ 41.9 GJ ในกรณีของ IEA

ตารางที่ 31 การบริโภคพลังงานจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ

	พีดัน(เทียบเท่าน้ำมันดิบ)						สัดส่วน(ร้อยละ)					
	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2544	2545	2546	2547	2548	2549
ขนส่ง	18,632	19,636	20,927	22,812	23,491	22,985	37.61	37.06	37.18	37.24	37.65	36.34
อุตสาหกรรม	16,922	18,679	19,988	21,961	22,643	23,442	34.16	35.26	35.51	35.85	36.29	37.06
บ้านอยู่อาศัย	7,484	7,909	8,173	8,801	8,933	9,304	15.11	14.93	14.52	14.37	14.32	14.71
เกษตรกรรม	2,847	3,032	3,308	3,520	3,207	3,312	5.75	5.72	5.88	5.75	5.14	5.24
ธุรกิจการค้า	3,436	3,468	3,626	3,866	3,846	4,215	6.94	6.55	6.44	6.31	6.16	6.66
เหมืองแร่	93	106	115	131	125	130	0.19	0.20	0.20	0.21	0.20	0.21
ก่อสร้าง	128	149	152	171	152	139	0.26	0.28	0.27	0.28	0.24	0.22
รวม	49,542	52,979	56,289	61,262	62,397	63,257	100	100	100	100	100	100

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2549)

จากตารางที่ 31 จะเห็นได้ว่าการบริโภคพลังงานในสาขาต่างๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยภาคที่มีสัดส่วนการบริโภคพลังงานสูงสุดได้แก่ ภาคการขนส่งโดยในปี 2544 มีปริมาณการบริโภค 18,632 พันตันได้เพิ่มขึ้นเป็น 22,985 พันตันในปี 2549 มีปริมาณเพิ่มขึ้นถึง 4,353 พันตันภายในระยะเวลาเพียง 6 ปีคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 37.5 ของการบริโภคพลังงานทั้งหมด อันดับ 2 ภาคอุตสาหกรรมโดยในปี 2544 มีปริมาณการบริโภค 16,922 พันตันได้เพิ่มขึ้นเป็น 23,442 พันตันในปี 2549 มีปริมาณเพิ่มขึ้นถึง 6,520 พันตันภายในระยะเวลาเพียง 6 ปี คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 35.5 ของการบริโภคพลังงานทั้งหมด อันดับ 3 บ้านอยู่อาศัยโดยในปี 2544 มีปริมาณการบริโภค 7,484 พันตันได้เพิ่มขึ้นเป็น 9,304 พันตันในปี 2549 มีปริมาณเพิ่มขึ้นถึง 1,820 พันตันภายในระยะเวลาเพียง 6 ปี คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 14.5 ของการบริโภคพลังงานทั้งหมด อันดับ 4 ธุรกิจการค้าโดยในปี 2544 มีปริมาณการบริโภค 3,436 พันตันได้เพิ่มขึ้นเป็น 4,215 พันตันในปี 2549 มีปริมาณเพิ่มขึ้นถึง 779 พันตันภายในระยะเวลาเพียง 6 ปี คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 6.5 ของการบริโภคพลังงานทั้งหมด อันดับ 6 ก่อสร้างโดยในปี 2544 มีปริมาณการบริโภค 128 พันตันได้เพิ่มขึ้นเป็น 139 พันตันในปี 2549 มีปริมาณเพิ่มขึ้น 11 พันตันในระยะเวลาเพียง 6 ปี คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 6.5 ของการบริโภคพลังงานทั้งหมด อันดับ 5 เกษตรกรรมโดยในปี 2544 มีปริมาณการบริโภค 2,847 พันตันได้เพิ่มขึ้นเป็น 3,312 พันตันในปี 2549 มีปริมาณเพิ่มขึ้นถึง 465 พันตันภายในระยะเวลาเพียง 6 ปี คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 5.5 ของการบริโภคพลังงานทั้งหมด อันดับ 7 เหมืองแร่โดยในปี 2544 มีปริมาณการบริโภค 93 พันตันได้เพิ่มขึ้นเป็น 130 พันตันในปี 2549 มีปริมาณเพิ่มขึ้น 36 พันตันภายในระยะเวลาเพียง 6 ปี คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 6.5 ของการบริโภคพลังงานทั้งหมด

การบริโภคพลังงานทั้งหมดของประเทศไทยนั้นจะเห็นได้ว่าภาคการขนส่งและภาคอุตสาหกรรมมีสัดส่วนการบริโภคพลังงานสูงถึงกว่าร้อยละ 70 ของการบริโภคพลังงานทั้งหมด โดยภาคขนส่งถือเป็นภาคเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานสูงที่สุดมาอย่างต่อเนื่องคือร้อยละ 38 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศ อีกทั้งเป็นภาคเศรษฐกิจที่ใช้น้ำมันสูงที่สุดคือร้อยละ 70 ของการใช้น้ำมันทั้งประเทศในปี พ.ศ.2549 โดยที่การใช้พลังงานในภาคขนส่งจะหมายถึงรวมถึงพลังงานที่ใช้ในการขนส่งสินค้า (เช่น จากโรงงานไปสู่อู่กวดังหรือร้านค้า) ของภาคอุตสาหกรรมไว้ด้วย

ตารางที่ 32 การบริโภคพลังงานจำแนกตามประเภทพลังงานในสาขาขนส่งปี 2549

ชนิดพลังงาน	พันตัน(เทียบเท่าน้ำมันดิบ)				สัดส่วน(ร้อยละ)			
	2546	2547	2548	2549	2546	2547	2548	2549
เบนซิน	5,615	5,617	5,310	5,294	26.83	24.62	22.60	23.03
ดีเซล	10,881	12,108	12,722	11,796	52.00	53.08	54.16	51.32
น้ำมันเครื่องบิน	3,074	3,467	3,509	3,694	14.69	15.20	14.94	16.07
น้ำมันเตา	1,096	1,326	1,543	1,579	5.24	5.81	6.57	6.87
ก๊าซ	258	290	402	617	1.23	1.27	1.71	2.68
ไฟฟ้า	3	4	5	5	0.01	0.02	0.02	0.02
รวม	20,927	22,812	23,491	22,985	100	100	100	100

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2549)

จากตารางที่ 32 จะเห็นได้ว่าการบริโภคพลังงานในสาขาขนส่งนั้นสัดส่วนการบริโภคน้ำมันดีเซลสูงเป็นอันดับ 1 มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 52.64 โดยรถบรรทุกส่วนใหญ่เป็นเครื่องยนต์ดีเซลและการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลจะปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์และเขม่าออกมามาก อันดับ 2 น้ำมันเบนซินมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 24.27 โดยรถยนต์นั่ง (เก๋ง) ส่วนใหญ่เป็นเครื่องยนต์เบนซินและการเผาไหม้ของน้ำมันเบนซินจะปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ออกมามาก ส่วนน้ำมันเครื่องบิน น้ำมันเตา ก๊าซธรรมชาติ ไฟฟ้ามีสัดส่วนรวมกันประมาณร้อยละ 23.09

ภาคอุตสาหกรรมถือเป็นภาคเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานสูงมากเป็นอันดับสอง กौर้อยละ 36.5 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศ อีกทั้งเป็นภาคเศรษฐกิจที่ใช้ไฟฟ้าสูงที่สุดคือร้อยละ 45 ของการใช้ไฟฟ้าทั่วประเทศ จากตารางที่ 33 จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมโลหะมีปริมาณการใช้พลังงานสูงที่สุดคือ 7,459 พันตัน และเมื่อพิจารณาประเภทพลังงานจะเห็นได้ว่าการบริโภคถ่านหินสูงถึง 5,062 พันตันซึ่งถ่านหินมีกัมมะถันมากเมื่อเผาไหม้จะเกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาก อันดับ 2 ได้แก่อาหารและเครื่องดื่มมีการใช้พลังงาน 6,752 พันตันและเมื่อพิจารณาประเภทพลังงานจะเห็นได้ว่าการบริโภคพลังงานหมุนเวียนสูงถึง 5,164 พันตัน ซึ่งพลังงานหมุนเวียนได้แก่ แสงแดด ลมและน้ำ (พลังงานสะอาด) แกลบและขยะ (ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแกลบและขยะ) มี

การปล่อยก๊าซพิษต่ำกว่าพลังงานประเภทอื่นๆ อันดับ 3 ได้แก่อุตสาหกรรมเคมีมีปริมาณการใช้พลังงาน 2,510 พันตัน อันดับ 4 ได้แก่ผลิตภัณฑ์โลหะมีปริมาณการใช้พลังงาน 1,557 พันตัน อันดับ 5 ได้แก่โลหะขั้นมูลฐาน 1,287 พันตัน อันดับ 6 ได้แก่อุตสาหกรรมสิ่งทอ 943 พันตัน อันดับ 7 ได้แก่อุตสาหกรรมกระดาษ 802 พันตัน อันดับ 8 ได้แก่ไม้และเครื่องเรือน 192 พันตัน

ตารางที่ 33 การบริโภคพลังงานจำแนกตามประเภทพลังงานในสาขาอุตสาหกรรม ปี 2549

หน่วย: พันตัน(เทียบเท่าน้ำมันดิบ)

	ถ่านหิน	น้ำมัน	ก๊าซ	ไฟฟ้า	พลังงานหมุนเวียน	รวม
อาหารและเครื่องดื่ม	17	638	76	857	5,164	6,752
สิ่งทอ	8	266	4	665	-	943
ไม้และเครื่องเรือน	-	33	-	135	24	192
กระดาษ	424	191	-	187	-	802
เคมี	592	465	504	806	143	2,510
อโลหะ	5,062	310	1,243	605	239	7,459
โลหะขั้นมูลฐาน	408	324	-	555	-	1,287
ผลิตภัณฑ์โลหะ	-	137	325	1,095	-	1,557
อื่นๆ	978	869	-	48	-	1,895

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2549)

การบริโภคพลังงานแต่ละชนิดนั้นจะเกิดก๊าซพิษมากน้อยแตกต่างกันแต่อย่างไรก็ตามเมื่อเกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอย่างสมบูรณ์จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งสิ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้พลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องดังนั้นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน

5. พื้นที่การทำนา

ประเทศไทยส่งออกข้าวรายใหญ่ที่สุดของโลก การปลูกข้าวนี้ก่อให้เกิดก๊าซมีเทน ก๊าซมีเทนนั้นเป็นก๊าซที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก ซึ่งมีอิทธิพลอันดับ 2 รองจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น จากตารางที่ 34 ในปี พ.ศ. 2534 มีเนื้อที่เพาะปลูก 59,671 พัน

ไร่ ได้เพิ่มเป็น 67,109 พันไร่ ในปี พ.ศ. 2549 เพิ่มขึ้น 7,438 พันไร่หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.47 แต่จะเห็นว่าเนื้อที่เก็บเกี่ยวจะน้อยกว่าพื้นที่เพาะปลูกทั้งนี้เนื่องจากได้รับความเสียหายจากอุทกภัยโรคพืชและแมลงต่างๆแต่อย่างไรก็ตามผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดย ในปี พ.ศ. 2534 มีผลผลิตเฉลี่ย 361.33 กก.ต่อไร่ ได้เพิ่มเป็น 465.00 กก.ต่อไร่หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 28.69 ผลผลิตเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นนั้นเกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี มีพันธุ์ข้าวที่ดีทนต่อโรค ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวได้กล่าวไปแล้วในตารางที่ 7 หัวข้อ 2.2 ก๊าซมีเทน

ตารางที่ 34 สถิติการปลูกข้าว พ.ศ. 2534 – 2549

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (พันไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (พันไร่)	ผลผลิต (พันตัน)	ผลผลิตเฉลี่ย ต่อไร่ (กก.)
2534	59,671	56,581	20,400	361.33
2535	60,453	57,248	19,917	347.91
2536	59,251	53,015	18,447	347.96
2537	60,677	56,095	21,111	376.34
2538	63,353	56,870	22,016	386.54
2539	63,728	57,920	22,332	385.56
2540	64,189	61,955	23,580	380.60
2541	62,698	59,447	22,999	386.88
2542	64,444	62,312	24,172	387.92
2543	66,492	61,819	25,844	418.00
2544	66,272	63,284	28,034	443.00
2545	66,440	60,335	27,992	464.00
2546	66,404	63,524	29,474	463.98
2547	66,565	62,455	28,538	456.93
2548	67,677	63,906	30,290	473.96
2549	67,109	62,953	29,269	465.00

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2549)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยจะใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) โดยใช้สมการถดถอย (Regression Equation) วิธีการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares: OLS) เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย โดยแบบจำลองของการศึกษาในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ส่วนที่ 2. การคาดการณ์แนวโน้มปริมาณการปล่อยก๊าซตั้งแต่ปี 2550-2560

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

1. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยนั้น สามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบจำลองดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ในหัวข้อแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

$$\ln(\text{CO}_2)_t = f(\ln \text{Openness}_t, \ln \text{Composition}_t, \ln \text{K/L}_t, \ln \text{Efac}_t, \ln \text{Etran}_t) \quad (1)$$

ในการวิเคราะห์จะใช้สมการในรูปแบบ Log-Linear ซึ่งแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในสมการที่ 6 คือ

$$\ln(\text{CO}_2)_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Openness}_t + \beta_2 \ln \text{Composition}_t + \beta_3 \ln (\text{K/L})_t + \beta_4 \ln \text{Efac}_t + \beta_5 \ln \text{Etran}_t + \varepsilon_t \quad (6)$$

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลทศนิยม ซึ่งทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยอาศัยสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทย ซึ่งผลจากการคาดประมาณสมการที่ (6) ได้ผลดังนี้

$$\begin{aligned} \ln(\text{CO}_2)_t = & 19.867 + 0.7861 \ln \text{Openness}_t + 1.5998 \ln \text{Composition}_t + 1.4365 \ln \text{K/L}_t \\ & (4.6467)^{***} \quad (3.3643)^{***} \quad (2.7072)^{**} \quad (3.3067)^{***} \\ & + 1.3407 \ln \text{Efac}_t + 1.9930 \ln \text{Etran}_t \quad (11) \\ & (1.9915)^* \quad (2.8179)^{**} \end{aligned}$$

R^2	=	0.9015	DW.	=	1.9388
Adjusted R^2	=	0.8567	F-statistic	=	20.13561
SE.	=	0.0679	Prob(F-statistic)	=	0.000034

- * = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
- ** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- *** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จากสมการถดถอยนี้พบว่าค่า Durbin-Watson (D.W.) มีค่าเท่ากับ 1.9388 ตกอยู่ในช่วงที่ไม่เกิดปัญหาสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Nonautocorrelation) หรือปัญหาที่เกิดจากการที่ค่าคลาดเคลื่อนในปีหนึ่งมีสหสัมพันธ์กับค่าคลาดเคลื่อนในปีก่อนและจากการทดสอบ White Heteroskedasticity พบว่า Probability F มีค่าเท่ากับ 0.6558 ซึ่งมีค่ามากกว่านัยสำคัญ 0.05 แสดงให้เห็นว่า ผลการประมาณค่าที่ได้ไม่มีปัญหา Heteroskedasticity หรือค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงเวลาคงที่

จากสมการที่ 11 แสดงให้เห็นว่าสมการถดถอยของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทย นั้นมีค่า Adjusted $R^2 = 0.8567$ นั่นคือ ขนาดการเปิดประเทศ องค์ประกอบการผลิต สัดส่วนทุนต่อแรงงาน การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมและการบริโภคพลังงานภาค

ขนส่งสามารถอธิบายถึงปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยได้ทั้งหมดร้อยละ 85.67 และเมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของแบบจำลองด้วย F-statistic ปรากฏว่าสมการของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (ค่า F-statistic มีค่าเท่ากับ 20.13561)

นอกจากนี้ยังสามารถอธิบายอิทธิพลของปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยว่าเป็นไปตามสมมติฐานของแต่ละปัจจัยที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ด้วยค่าสถิติ t แสดงดังตารางที่ 35 และสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 35 ผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทย

ตัวแปรอิสระ	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสถิติ t	ระดับนัยสำคัญ
Openness _t	0.7861	0.2336	3.3643	0.0063***
Composition _t	1.5998	0.5909	2.7072	0.0204**
K/L _t	1.4365	0.4344	3.3067	0.0070***
Efac _t	1.3407	0.6732	1.9915	0.0718*
Etran _t	1.9930	0.7072	2.8179	0.0167**

ที่มา: จากการคำนวณ

1. ค่าสัมประสิทธิ์ของขนาดการเปิดประเทศ (Openness) เท่ากับ 0.7861 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 3.3643 นั่นคือขนาดการเปิดประเทศมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีขนาดการเปิดประเทศ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.7861 และในทางตรงข้ามถ้ามีขนาดการเปิดประเทศลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 0.7861 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

2. ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบการผลิตหรือสัดส่วนของการผลิตนอกภาคการเกษตร เปรียบเทียบกับการผลิตในภาคการเกษตร (Composition) เท่ากับ 1.5998 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 2.7072 นั่นคือ องค์ประกอบการผลิตมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์เป็นบวกซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีองค์ประกอบการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.5998 และในทางตรงข้ามถ้ามีองค์ประกอบการผลิตลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 1.5998 โดยกำหนดให้ปีจ้อยอื่นคงที่

3. ค่าสัมประสิทธิ์ของสัดส่วนทุนต่อแรงงาน (Capital Labor Ratio) เท่ากับ 1.4365 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 3.3067 นั่นคือ สัดส่วนทุนต่อแรงงานมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีสัดส่วนทุนต่อแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.4365 และในทางตรงข้ามถ้ามีสัดส่วนทุนต่อแรงงานลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 1.4365 โดยกำหนดให้ปีจ้อยอื่นคงที่

4. ค่าสัมประสิทธิ์ของการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรม (Energy Consumption in Industry) เท่ากับ 1.3407 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 1.9915 นั่นคือ การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.3407 และในทางตรงข้ามถ้ามีการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 1.3407 โดยกำหนดให้ปีจ้อยอื่นคงที่

5. ค่าสัมประสิทธิ์ของการบริโภคพลังงานภาคขนส่ง (Energy Consumption in Transportation) เท่ากับ 1.9930 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 2.8179 นั่นคือ การบริโภคพลังงานภาคขนส่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้าการบริโภค

พลังงานภาคขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ร้อยละ 1.9930 และในทางตรงข้ามถ้ามีการบริโภคพลังงานภาคขนส่งลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มี ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 1.9930 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของประเทศไทย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของประเทศไทยนั้น สามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบจำลองดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ในหัวข้อแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

$$\ln(\text{CO})_t = f(\ln \text{Openness}_t, \ln \text{Composition}_t, \ln K/L_t, \ln \text{Efac}_t, \ln \text{Etran}_t) \quad (2)$$

ในการวิเคราะห์จะใช้สมการในรูปแบบ Log-Linear ซึ่งแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในสมการที่ 7 คือ

$$\ln(\text{CO})_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Openness}_t + \beta_2 \ln \text{Composition}_t + \beta_3 \ln (K/L)_t + \beta_4 \ln \text{Efac}_t + \beta_5 \ln \text{Etran}_t + \varepsilon_t \quad (7)$$

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลทศนิยม ซึ่งทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยอาศัยสมการ ถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของประเทศไทย ซึ่งผลจากการคาดประมาณสมการที่ (7) ได้ผลดังนี้

$$\begin{aligned} \ln(\text{CO})_t = & 18.5411 + 1.4099 \ln \text{Openness}_t + 1.5746 \ln \text{Composition}_t + 1.0791 \ln K/L_t \\ & (2.6370)^{***} \quad (3.7304)^{***} \quad (1.6356)^{\text{ns.}} \quad (2.4786)^{**} \\ & + 2.1777 \ln \text{Efac}_t + 2.2017 \ln \text{Etran}_t \\ & (3.4204)^{***} \quad (1.8787)^* \end{aligned} \quad (12)$$

R^2	=	0.8329	DW.	=	2.0691
Adjusted R^2	=	0.7732	F-statistic	=	13.96088
SE.	=	0.1556	Prob(F-statistic)	=	0.000051

* = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

*** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จากสมการถดถอยนี้พบว่าค่า Durbin-Watson (D.W.) มีค่าเท่ากับ 2.0691 ตกอยู่ในช่วงที่ไม่เกิดปัญหาสหสัมพันธ์ในตัว (Nonautocorrelation) หรือปัญหาที่เกิดจากการที่ค่าคลาดเคลื่อนในปีหนึ่งมีสหสัมพันธ์กับค่าคลาดเคลื่อนในปีก่อน และจากการทดสอบ White Heteroskedasticity พบว่า Probability F มีค่าเท่ากับ 0.4486 ซึ่งมีค่ามากกว่านัยสำคัญ 0.05 แสดงให้เห็นว่า ผลการประมาณค่าที่ได้ไม่มีปัญหา Heteroskedasticity หรือค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงเวลาคงที่

จากสมการที่ 12 แสดงให้เห็นว่าสมการถดถอยของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของประเทศไทย นั้นมีค่า Adjusted $R^2 = 0.7732$ นั่นคือ ขนาดการเปิดประเทศ องค์ประกอบการผลิต สัดส่วนทุนต่อแรงงาน การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมและการบริโภคพลังงานภาคขนส่งสามารถอธิบายถึงปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของประเทศไทยได้ทั้งหมดร้อยละ 77.32 และเมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของแบบจำลองด้วย F-statistic ปรากฏว่าสมการของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของประเทศไทยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (ค่า F-statistic มีค่าเท่ากับ 13.96088)

นอกจากนี้ยังสามารถอธิบายอิทธิพลของปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของประเทศไทยว่าเป็นไปตามสมมติฐานของแต่ละปัจจัยที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ด้วยค่าสถิติ t แสดงดังตารางที่ 36 และสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 36 ผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของประเทศไทย

ตัวแปรอิสระ	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสถิติ t	ระดับนัยสำคัญ
Openness _t	1.4099	0.3779	3.7304	0.0022***
Composition _t	1.5746	0.9627	1.6356	0.1242 ^{ns}
K/L _t	1.0791	0.4353	2.4786	0.0265**
Efac _t	2.1777	0.6366	3.4204	0.0041***
Etran _t	2.2017	1.1719	1.8787	0.0813*

ที่มา: จากการคำนวณ

1. ค่าสัมประสิทธิ์ของขนาดการเปิดประเทศ (Openness) เท่ากับ 1.4099 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 3.7304 นั่นคือขนาดการเปิดประเทศมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีขนาดการเปิดประเทศ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.4099 และในทางตรงข้ามถ้ามีขนาดการเปิดประเทศลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงร้อยละ 1.4099 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

2. ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบการผลิตหรือสัดส่วนของการผลิตนอกภาคการเกษตร เปรียบเทียบกับการผลิตในภาคการเกษตร (Composition) เท่ากับ 1.5746 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 1.6356 นั่นคือ องค์ประกอบการผลิตมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในทิศทางเดียวกันแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์เป็นบวกซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีองค์ประกอบการผลิต เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.5746 และในทางตรงข้ามถ้ามีองค์ประกอบการผลิตลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงร้อยละ 1.5746 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

3. ค่าสัมประสิทธิ์ของสัดส่วนทุนต่อแรงงาน (Capital Labor Ratio) เท่ากับ 1.0791 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 2.4786 นั่นคือ สัดส่วนทุนต่อแรงงานมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีสัดส่วนทุนต่อแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.0791 และในทางตรงข้ามถ้ามีสัดส่วนทุนต่อแรงงานลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงร้อยละ 1.0791 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

4. ค่าสัมประสิทธิ์ของการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรม (Energy Consumption in Industry) เท่ากับ 2.1777 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 3.4204 นั่นคือ การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.1777 และในทางตรงข้ามถ้ามีการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงร้อยละ 2.1777 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

5. ค่าสัมประสิทธิ์ของการบริโภคพลังงานภาคขนส่ง (Energy Consumption in Transportation) เท่ากับ 2.2017 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 1.8787 นั่นคือ การบริโภคพลังงานภาคขนส่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้าการบริโภคพลังงานภาคขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.2017 และในทางตรงข้ามถ้ามีการบริโภคพลังงานภาคขนส่งลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงร้อยละ 2.2017 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของประเทศไทย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของประเทศไทยนั้น สามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบจำลองดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ในหัวข้อแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

$$\ln(\text{SO}_2)_t = f(\ln \text{Openness}_t, \ln \text{Composition}_t, \ln \text{K/L}_t, \ln \text{Efac}_t, \ln \text{Etran}_t) \quad (3)$$

ในการวิเคราะห์จะใช้สมการในรูปแบบ Log-Linear ซึ่งแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในสมการที่ 8 คือ

$$\begin{aligned} \ln(\text{SO}_2)_t = & \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Openness}_t + \beta_2 \ln \text{Composition}_t + \beta_3 \ln (\text{K/L})_t + \beta_4 \ln \text{Efac}_t \\ & + \beta_5 \ln \text{Etran}_t + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (8)$$

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลทศนิยม ซึ่งทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยอาศัยสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของประเทศไทย ซึ่งผลจากการคาดประมาณสมการที่ (8) ได้ผลดังนี้

$$\begin{aligned} \ln(\text{SO}_2)_t = & 14.2884 + 2.1634 \ln \text{Openness}_t + 3.6342 \ln \text{Composition}_t + 2.7943 \ln \text{K/L}_t \\ & (2.2901)^{***} \quad (4.7181)^{***} \quad (3.9787)^{***} \quad (5.7243)^{***} \\ & + 1.8791 \ln \text{Efac}_t + 3.7645 \ln \text{Etran}_t \\ & (2.8432)^{**} \quad (3.1985)^{***} \end{aligned} \quad (13)$$

R^2	=	0.8929	DW.	=	1.5585
Adjusted R^2	=	0.8546	F-statistic	=	23.34391
SE.	=	0.2125	Prob(F-statistic)	=	0.000002

* = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

*** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จากสมการถดถอยนี้พบว่าค่า Durbin-Watson (D.W.) มีค่าเท่ากับ 1.5585 ตกอยู่ในช่วงที่ไม่เกิดปัญหาสหสัมพันธ์ในตัว (Nonautocorrelation) หรือปัญหาที่เกิดจากการที่ค่าคลาดเคลื่อนในปีหนึ่งมีสหสัมพันธ์กับค่าคลาดเคลื่อนในปีก่อน และจากการทดสอบ White Heteroskedasticity พบว่า Probability F มีค่าเท่ากับ 0.5570 ซึ่งมีค่ามากกว่านัยสำคัญ 0.05 แสดงให้เห็นว่า ผลการประมาณค่าที่ได้ไม่มีปัญหา Heteroskedasticity หรือค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงเวลาคงที่

จากสมการที่ 13 แสดงให้เห็นว่าสมการถดถอยของปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของประเทศไทย นั้นมีค่า Adjusted $R^2 = 0.8546$ นั่นคือ ขนาดการเปิดประเทศ องค์ประกอบการผลิต สัดส่วนทุนต่อแรงงาน การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมและการบริโภคพลังงานภาคขนส่งสามารถอธิบายถึงปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของประเทศไทยได้ทั้งหมดร้อยละ 85.46 และเมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของแบบจำลองด้วย F-statistic ปรากฏว่า สมการของปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของประเทศไทยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (ค่า F-statistic มีค่าเท่ากับ 23.34391)

นอกจากนี้ยังสามารถอธิบายอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของประเทศไทยว่าเป็นไปตามสมมติฐานของแต่ละปัจจัยที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ด้วยค่าสถิติ t แสดงดังตารางที่ 37 และสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 37 ผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของประเทศไทย

ตัวแปรอิสระ	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสถิติ t	ระดับนัยสำคัญ
Openness _t	2.1634	0.4585	4.7181	0.0003***
Composition _t	3.6342	0.9134	3.9787	0.0014***
K/L _t	2.7943	0.4881	5.7243	0.0001***
Efac _t	1.8791	0.6609	2.8432	0.0130**
Etran _t	3.7645	1.1769	3.1985	0.0064***

ที่มา: จากการคำนวณ

1. ค่าสัมประสิทธิ์ของขนาดการเปิดประเทศ (Openness) เท่ากับ 2.1634 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 4.7181 นั่นคือขนาดการเปิดประเทศมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีขนาดการเปิดประเทศ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.1634 และในทางตรงข้ามถ้ามีขนาดการเปิดประเทศลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 2.1634 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

2. ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบการผลิตหรือสัดส่วนของการผลิตนอกภาคการเกษตร เปรียบเทียบกับการผลิตในภาคการเกษตร (Composition) เท่ากับ 3.6342 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 3.9787 นั่นคือ องค์ประกอบการผลิตมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยมีเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์เป็นบวกซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีองค์ประกอบการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.6342 และในทางตรงข้ามถ้ามีองค์ประกอบการผลิตลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 3.6342 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

3. ค่าสัมประสิทธิ์ของสัดส่วนทุนต่อแรงงาน (Capital Labor Ratio) เท่ากับ 2.7943 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 5.7243 นั่นคือ สัดส่วนทุนต่อแรงงานมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีสัดส่วนทุนต่อแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.7943 และในทางตรงข้ามถ้ามีสัดส่วนทุนต่อแรงงานลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 2.7943 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

4. ค่าสัมประสิทธิ์ของการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรม (Energy Consumption in Industry) เท่ากับ 1.8791 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 2.8432 นั่นคือ การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีการ

บริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.8791 และในทางตรงข้ามถ้ามีการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 1.8791 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

5. ค่าสัมประสิทธิ์ของการบริโภคพลังงานภาคขนส่ง (Energy Consumption in Transportation) เท่ากับ 3.7645 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 3.1985 นั่นคือ การบริโภคพลังงานภาคขนส่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้าการบริโภคพลังงานภาคขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.7645 และในทางตรงข้ามถ้ามีการบริโภคพลังงานภาคขนส่งลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 3.7645 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

4. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทยนั้น สามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบจำลองดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ในหัวข้อแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

$$\ln(\text{NO}_x)_t = f(\ln \text{Openness}_t, \ln \text{Composition}_t, \ln K/L_t, \ln \text{Efac}_t, \ln \text{Etran}_t) \quad (4)$$

ในการวิเคราะห์จะใช้สมการในรูปแบบ Log-Linear ซึ่งแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในสมการที่ 9 คือ

$$\ln(\text{NO}_x)_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Openness}_t + \beta_2 \ln \text{Composition}_t + \beta_3 \ln (K/L)_t + \beta_4 \ln \text{Efac}_t + \beta_5 \ln \text{Etran}_t + \varepsilon_t \quad (9)$$

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลทศนิยม ซึ่งทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยอาศัยสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับ

ปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทย ซึ่งผลจากการคาดประมาณสมการที่ (9) ได้ผลดังนี้

$$\begin{aligned} \ln(\text{NO}_x)_t = & 2.4979 + 0.8174 \ln \text{Openness}_t + 0.2821 \ln \text{Composition}_t + 0.8505 \ln \text{K/L}_t \\ & (1.3382)^{\text{ns.}} \quad (4.6951)^{\text{***}} \quad (1.3055)^{\text{ns.}} \quad (3.4465)^{\text{***}} \\ & + 0.9952 \ln \text{Efac}_t + 1.0733 \ln \text{Etran}_t \quad (14) \\ & (4.6210)^{\text{***}} \quad (2.4754)^{\text{**}} \end{aligned}$$

R^2	=	0.9103	DW.	=	1.4958
Adjusted R^2	=	0.8783	F-statistic	=	28.44030
SE.	=	0.0917	Prob(F-statistic)	=	0.000001

* = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

*** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จากสมการถดถอยนี้พบว่าค่า Durbin-Watson (D.W.) มีค่าเท่ากับ 1.4958 ตกอยู่ในช่วงที่ไม่เกิดปัญหาสหสัมพันธ์ในตัว (Nonautocorrelation) หรือปัญหาที่เกิดจากการที่ค่าคลาดเคลื่อนในปีหนึ่งมีสหสัมพันธ์กับค่าคลาดเคลื่อนในปีก่อน และจากการทดสอบ White Heteroskedasticity พบว่า Probability F มีค่าเท่ากับ 0.6793 ซึ่งมีค่ามากกว่านัยสำคัญ 0.05 แสดงให้เห็นว่า ผลการประมาณค่าที่ได้ไม่มีปัญหา Heteroskedasticity หรือค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงเวลาคงที่

จากสมการที่ 14 แสดงให้เห็นว่าสมการถดถอยของปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทย นั้นมีค่า Adjusted $R^2 = 0.8783$ นั่นคือ ขนาดการเปิดประเทศ องค์ประกอบการผลิต สัดส่วนทุนต่อแรงงาน การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมและการบริโภคพลังงานภาคขนส่งสามารถอธิบายถึงปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทยได้ทั้งหมดร้อยละ 87.83 และเมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของแบบจำลองด้วย F-statistic ปรากฏว่า สมการของปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (ค่า F-statistic มีค่าเท่ากับ 28.44030)

นอกจากนี้ยังสามารถอธิบายอิทธิพลของปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทยว่าเป็นไปตามสมมติฐานของแต่ละปัจจัยที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ด้วยค่าสถิติ t แสดงดังตารางที่ 38 และสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 38 ผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทย

ตัวแปรอิสระ	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสถิติ t	ระดับนัยสำคัญ
Openness _t	0.8174	0.1741	4.6951	0.0003***
Composition _t	0.2821	0.2161	1.3055	0.2127 ^{ns}
K/L _t	0.8505	0.2467	3.4465	0.0039***
Efac _t	0.9952	0.2153	4.6210	0.0004***
Etran _t	1.0733	0.4335	2.4754	0.0267**

ที่มา: จากการคำนวณ

1. ค่าสัมประสิทธิ์ของขนาดการเปิดประเทศ (Openness) เท่ากับ 0.8174 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 4.6951 นั่นคือขนาดการเปิดประเทศมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีขนาดการเปิดประเทศ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.8174 และในทางตรงข้ามถ้ามีขนาดการเปิดประเทศลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ลดลงร้อยละ 0.8174 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

2. ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบการผลิตหรือสัดส่วนของการผลิตนอกภาคการเกษตร เปรียบเทียบกับการผลิตในภาคการเกษตร (Composition) เท่ากับ 0.2821 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 1.3055 นั่นคือ องค์ประกอบการผลิตมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ในทิศทางเดียวกันแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์เป็นบวกซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีองค์ประกอบการผลิต เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มี

ปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.2821 และในทางตรงข้ามถ้ามีองค์ประกอบการผลิตลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ลดลงร้อยละ 0.2821 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

3. ค่าสัมประสิทธิ์ของสัดส่วนทุนต่อแรงงาน (Capital Labor Ratio) เท่ากับ 0.8505 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 3.4465 นั่นคือ สัดส่วนทุนต่อแรงงานมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีสัดส่วนทุนต่อแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.8505 และในทางตรงข้ามถ้ามีสัดส่วนทุนต่อแรงงานลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ลดลงร้อยละ 0.8505 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

4. ค่าสัมประสิทธิ์ของการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรม (Energy Consumption in Industry) เท่ากับ 0.9952 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 4.6210 นั่นคือ การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.9952 และในทางตรงข้ามถ้ามีการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ลดลงร้อยละ 0.9952 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

5. ค่าสัมประสิทธิ์ของการบริโภคพลังงานภาคขนส่ง (Energy Consumption in Transportation) เท่ากับ 1.0733 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 2.4754 นั่นคือ การบริโภคพลังงานภาคขนส่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้าการบริโภคพลังงานภาคขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.0733 และในทางตรงข้ามถ้ามีการบริโภคพลังงานภาคขนส่งลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ลดลงร้อยละ 1.0733 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

5. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของประเทศไทย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของประเทศไทยนั้น สามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบจำลองดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ในหัวข้อแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

$$\ln(\text{CH}_4)_t = f(\ln \text{Openness}_t, \ln \text{Composition}_t, \ln (\text{K/L})_t, \ln \text{Rice}_t, \ln \text{Livestock}_t) \quad (5)$$

ในการวิเคราะห์จะใช้สมการในรูปแบบ Log-Linear ซึ่งแสดงรูปแบบความสัมพันธ์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในสมการที่ 10 คือ

$$\ln(\text{CH}_4)_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Openness}_t + \beta_2 \ln \text{Composition}_t + \beta_3 \ln (\text{K/L})_t + \beta_6 \ln \text{Efac}_t + \beta_7 \ln \text{Etran}_t + \varepsilon_t \quad (10)$$

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยอาศัยสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของประเทศไทย ซึ่งผลจากการคาดประมาณสมการที่ (10) ได้ผลดังนี้

$$\begin{aligned} \ln(\text{CH}_4)_t = & -77.460 + 0.2186 \ln \text{Openness}_t - 0.8834 \ln \text{Composition}_t + 1.7841 \ln \text{K/L}_t \\ & (-5.8424)^{***} \quad (1.8478)^* \quad (-3.1127)^{***} \quad (9.3977)^{***} \\ & + 4.7109 \ln \text{Rice}_t + 0.5351 \ln \text{Livestock}_t \\ & (5.1190)^{***} \quad (2.7084)^{**} \end{aligned} \quad (15)$$

R^2	=	0.9881	DW.	=	1.9344
Adjusted R^2	=	0.9727	F-statistic	=	182.9077
SE.	=	0.0519	Prob(F-statistic)	=	0.000000

* = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

- ** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
 *** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จากสมการถดถอยนี้พบว่าค่า Durbin-Watson (D.W.) มีค่าเท่ากับ 1.9344 ตกอยู่ในช่วงที่ไม่เกิดปัญหาสหสัมพันธ์ในตัว (Nonautocorrelation) หรือปัญหาที่เกิดจากการที่ค่าคลาดเคลื่อนในปีหนึ่งมีสหสัมพันธ์กับค่าคลาดเคลื่อนในปีก่อน และจากการทดสอบ White Heteroskedasticity พบว่า Probability F มีค่าเท่ากับ 0.4122 ซึ่งมีค่ามากกว่านัยสำคัญ 0.05 แสดงให้เห็นว่า ผลการประมาณค่าที่ได้ไม่มีปัญหา Heteroskedasticity หรือค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงเวลาคงที่

จากสมการที่ 15 แสดงให้เห็นว่าสมการถดถอยของปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของประเทศไทย นั้นมีค่า Adjusted $R^2 = 0.9727$ นั่นคือ ขนาดการเปิดประเทศ องค์ประกอบการผลิต สักส่วนทุนต่อแรงงาน พื้นที่ปลูกข้าวและปศุสัตว์ สามารถอธิบายถึงปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทยได้ทั้งหมดร้อยละ 97.27 และเมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของแบบจำลองด้วย F-statistic ปรากฏว่า สมการของปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (ค่า F-statistic มีค่าเท่ากับ 182.9077)

นอกจากนี้ยังสามารถอธิบายอิทธิพลของปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยก๊าซในโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทยว่าเป็นไปตามสมมติฐานของแต่ละปัจจัยที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ด้วยค่าสถิติ t แสดงดังตารางที่ 38 และสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 39 ผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของประเทศไทย

ตัวแปรอิสระ	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสถิติ t	ระดับนัยสำคัญ
Openness _t	0.2186	0.1183	1.8478	0.0917*
Composition _t	-0.8834	0.2838	-3.1127	0.0099***
K/L _t	1.7841	0.1898	9.3977	0.0000***
Rice _t	4.7109	0.9202	5.1190	0.0003***
Livestock _t	0.5351	0.1975	2.7084	0.0203**

ที่มา: จากการคำนวณ

1. ค่าสัมประสิทธิ์ของขนาดการเปิดประเทศ (Openness) เท่ากับ 0.2186 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 1.8478 นั่นคือขนาดการเปิดประเทศมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีขนาดการเปิดประเทศเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.2186 และในทางตรงข้ามถ้ามีขนาดการเปิดประเทศลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนลดลงร้อยละ 0.2186 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

2. ค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบการผลิตหรือสัดส่วนของการผลิตนอกภาคการเกษตร เปรียบเทียบกับการผลิตในภาคการเกษตร (Composition) เท่ากับ -0.8834 มีค่าสถิติ t เท่ากับ -3.1127 นั่นคือ องค์ประกอบการผลิตมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนในทิศทางตรงข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยมีเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์เป็นลบซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีองค์ประกอบการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนลดลงร้อยละ 0.8834 และในทางตรงข้ามถ้ามีองค์ประกอบการผลิตลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.8834 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

3. ค่าสัมประสิทธิ์ของสัดส่วนทุนต่อแรงงาน (Capital Labor Ratio) เท่ากับ 1.7841 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 9.3977 นั่นคือ สัดส่วนทุนต่อแรงงานมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีสัดส่วนทุนต่อแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณ

การปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.7841 และในทางตรงข้ามถ้ามีสัดส่วนต่อแรงงานลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนลดลงร้อยละ 1.7841 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

4. ค่าสัมประสิทธิ์ของพื้นที่ปลูกข้าว (Rice) เท่ากับ 4.7109 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 5.1190 นั่นคือ พื้นที่ปลูกข้าวมีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีพื้นที่ปลูกข้าวเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.7109 และในทางตรงข้ามถ้ามีพื้นที่ปลูกข้าวลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนลดลงร้อยละ 4.7109 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

5. ค่าสัมประสิทธิ์ของปศุสัตว์ (Livestock) เท่ากับ 0.5351 มีค่าสถิติ t เท่ากับ 2.7084 นั่นคือ ปศุสัตว์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ ถ้ามีปศุสัตว์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.5351 และในทางตรงข้ามถ้ามีปศุสัตว์ลดลงร้อยละ 1 จะส่งผลให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนลดลงร้อยละ 0.5351 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นคงที่

ตารางที่ 40 สรุปผลของปัจจัยทางเศรษฐกิจอันเนื่องมาจากการค้าระหว่างประเทศที่มีต่อมลภาวะทางอากาศของประเทศไทย

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ						
	Openess _t	Composition _t	K/L _t	EFac _t	ETran _t	Rice _t	Livestock _t
CO ₂	0.7861***	1.5998**	1.4365***	1.3407*	1.9930**		
CO	1.4099***	1.5746 ^{ns}	1.0791**	2.1777***	2.2017*		
SO ₂	2.1634***	3.6342***	2.7943***	1.8791**	3.7645***		
NO _x	0.8174***	0.2821 ^{ns}	0.8505***	0.9952***	1.0733**		
CH ₄	0.2186*	-0.8834***	1.7841***			4.7109***	0.5351**

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: * = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
 ** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
 *** = มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

สรุปผลการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางเศรษฐกิจอันเนื่องมาจากการค้าระหว่างประเทศกับมลภาวะทางอากาศของประเทศไทย ดังนี้

1. ขนาดการเปิดประเทศ

การขยายตัวของการค้าระหว่างประเทศทั้งในด้านการส่งออกและนำเข้าส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์เพิ่มขึ้นจากการนำเข้าสินค้าทุนเครื่องมือเครื่องจักรเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตสินค้าอุตสาหกรรม และการส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะเดียวกันการค้าระหว่างประเทศทำให้เกิดการขยายตัวของการขนส่งสินค้า ซึ่งในการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมดังกล่าวก่อให้เกิดก๊าซพิษและก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตสินค้า แต่การขยายตัวของการขนส่งสินค้าก่อให้เกิดก๊าซพิษและก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ขณะเดียวกันการขยายตัวของการค้าระหว่างประเทศยังส่งผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยมีการส่งออกข้าวเป็นอันดับ 1 ของโลกและการปลูกข้าวนั้นก่อให้เกิดก๊าซมีเทน

2. องค์ประกอบการผลิต

การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบการผลิตคือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจจากภาคการเกษตรมาเป็นภาคอุตสาหกรรม ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าการผลิตนอกภาคเกษตรมีบทบาทเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมในขณะเดียวกันภาคการเกษตรกลับมีบทบาทลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างดังกล่าวส่งผลให้มีก๊าซพิษและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นจากการผลิตในภาคอุตสาหกรรม ส่วนก๊าซมีเทนลดลงเนื่องจากมีเทนส่วนใหญ่เกิดจากภาคการเกษตร

3. สัดส่วนทุนต่อแรงงาน

สัดส่วนทุนต่อแรงงานส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์และมีเทนเพิ่มขึ้น เนื่องจากลักษณะการผลิตทั้งในภาคการเกษตรและนอกภาคการเกษตรมีแนวโน้มการใช้ปัจจัยทุนเพิ่มมากขึ้น โดยจะเห็นได้จากอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทุนต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิต ซึ่งภาคการผลิต

ที่เน้นใช้ปัจจัยทุนและจะเป็นภาคที่ก่อให้เกิดมลพิษ โดยทุนประเภทเครื่องมือเครื่องจักรจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) เครื่องมือเครื่องจักรในอุตสาหกรรม (2) ยานยนต์และส่วนประกอบ ซึ่งเครื่องมือเครื่องจักรเหล่านี้เมื่อมีการใช้ในการผลิตสินค้าจะเกิดการปล่อยก๊าซก๊าซพิษและก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิตและการใช้ยานยนต์จะเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและการใช้จักรกลทางการเกษตรมากขึ้นก็ส่งผลให้มลภาวะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

4. การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรม

การขยายตัวของการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์เพิ่มขึ้นเนื่องจากมลพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมเกิดได้ 2 ขั้นตอน คือ จากการเผาไหม้เพื่อใช้พลังงานในการผลิตสินค้าถ้าหากมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และไม่มีการกำจัดวันอย่างถูกต้องจะก่อให้เกิดก๊าซและฝุ่นละอองต่างๆ เข้าไปปะปนในอากาศเช่นเดียวกับการระบายของท่อไอเสียรถยนต์แต่โรงงานที่ใช้เชื้อเพลิงถ่านหินจะก่อให้เกิดมลพิษได้มากกว่า อีกส่วนหนึ่งจะเกิดจากขั้นตอนการผลิตโรงงานที่ผลิตโลหะต่างๆ เช่น โรงงานผลิตตะกั่ว สังกะสี ทองแดง อลูมิเนียมจะมีทั้งก๊าซ ฝุ่นและไอควัน ซึ่งก๊าซส่วนใหญ่ที่ปล่อยมานั้นเป็นก๊าซพิษ การผลิตปูนซีเมนต์ทำให้เกิดฝุ่นและซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากเตาเผา โดยเฉพาะอุตสาหกรรมปิโตรเคมี การกลั่นน้ำมันมีก๊าซพิษออกมามาก ถึงแม้ว่าโรงงานอุตสาหกรรมจะมีการใช้ไฟฟ้าในสัดส่วนที่สูงหลายคนอาจจะคิดว่าเป็นพลังงานสะอาดแต่กระบวนการในการผลิตกระแสไฟฟ้านั้นมีการใช้พลังงานประเภทอื่นๆ เช่นถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติเป็นปัจจัยการผลิต ซึ่งการเผาไหม้ของปัจจัยต่างๆเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยก๊าซโดยตรง

5. การบริโภคพลังงานภาคขนส่ง

โดยการขยายตัวของการบริโภคพลังงานส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์เพิ่มขึ้น เนื่องจากการบริโภคพลังงานของรถยนต์ในรูปแบบต่างๆ ทั้งน้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล ก๊าซธรรมชาติ จะเกิดการปล่อยก๊าซพิษออกมา โดยการบริโภคน้ำมันเบนซินจะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมามาก โดยแหล่งที่ก่อให้เกิดก๊าซชนิดนี้มากที่สุดคือยานพาหนะกรรมและที่อยู่อาศัยเพราะส่วนมากรถยนต์นั่งส่วนบุคคล(รถเก๋ง)เป็นเครื่องยนต์เบนซิน การบริโภคน้ำมันดีเซลจะก่อให้เกิด

ไนโตรเจนออกไซด์มากโดยแหล่งที่ก่อให้เกิดก๊าซนี้มากที่สุดคือการคมนาคมขนส่ง(รถบรรทุก) การผลิตไฟฟ้า และอุตสาหกรรม ซึ่งจะเกิดเมื่อการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูงกว่า 550 องศาเซลเซียสและเกิดได้มากที่สุดเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 1,100 องศาเซลเซียส ส่วนการบริโภคก๊าซธรรมชาติจะเกิดมลพิษน้อยกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ

6. พื้นที่ปลูกข้าว

โดยการขยายตัวของ การปลูกข้าวส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น เนื่องจากการปลูกข้าว นั้นเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์จากจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินนาพบว่าช่วงเวลาที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนมากที่สุด คือคาบเวลาที่ต้นข้าวเริ่มออกดอกออกรวง จุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ต้นข้าวและรากข้าวแปลงนาที่มีการปล่อยน้ำท่วมดินนาจะทำให้เกิดสภาพไร้อากาศในดินนา ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจะถูกปลดปล่อยสู่ บรรยากาศมากที่สุดโดยผ่านทางช่องว่างในลำต้นของข้าว

7. ปศุสัตว์

โดยการขยายตัวของ การเลี้ยงปศุสัตว์ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น เนื่องจากก๊าซมีเทนจะเกิดจากกระบวนการหมักหรือย่อยสลายที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งการปล่อยก๊าซจากสัตว์มาจาก 2 ส่วนใหญ่ คือ ส่วนแรกเกิดจากก๊าซภายในลำตัวของสัตว์เช่นก๊าซที่ปล่อยออกมาจากระบบย่อยอาหาร โดยการเรอขณะเคี้ยวเอื้อง ส่วนที่สองคือการจัดการมูลสัตว์ภายในฟาร์ม ก๊าซมีเทนจะถูกปล่อยออกมาทั้งจากตัวสัตว์เลี้ยงและมูลสัตว์

ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆดังกล่าวข้างต้น มีความสอดคล้องกับปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดต่างๆดังตารางที่ 3 ตารางที่ 4 ตารางที่ 5 ตารางที่ 10 และตารางที่ 11

ส่วนที่ 2 การคาดการณ์แนวโน้มปริมาณการปล่อยก๊าซปี 2550-2560

ส่วนนี้จะเป็นการคาดประมาณแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและก๊าซพิษจากปี 2550-2560 ด้วยวิธีการวิเคราะห์แนวโน้ม (Time Trend) แล้วนำมาสร้างค่าการคาดการณ์ถ้าไม่มีมาตรการใดๆมารองรับ ตาราง 41 จะเห็นได้ว่าปริมาณก๊าซพิษและก๊าซเรือนกระจกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอด

ตารางที่ 41 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซต่างๆของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550-2560

	ก๊าซเรือนกระจก(พันตัน)		ก๊าซพิษ(พันตัน)		
	CO ₂	CH ₄	CO	SO ₂	NO _x
2550	191,033.96	72.54	3,204.02	488.18	892.14
2551	195,641.38	75.58	3,250.95	516.15	911.70
2552	200,248.81	78.61	3,297.89	544.12	931.25
2553	204,856.24	81.65	3,344.83	572.09	950.81
2554	209,463.66	84.68	3,391.76	600.06	970.37
2555	214,071.09	87.72	3,438.70	628.03	989.92
2556	218,678.51	90.75	3,485.64	655.99	1,009.48
2557	223,285.94	93.78	3,532.58	683.96	1,029.04
2558	227,893.37	96.82	3,579.51	711.93	1,048.59
2559	232,500.79	99.85	3,626.45	739.90	1,068.15
2560	237,108.22	102.89	3,673.39	767.87	1,087.71

ที่มา: จากการคำนวณ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปี 2549 มีปริมาณการปล่อย 188,663 พันตันได้เพิ่มเป็น 237,108 พันตันในปี2560 มีปริมาณการเพิ่มสูงถึง 48,445 พันตันในระยะเวลา 10 ปี ก๊าซมีเทนมีปริมาณการปล่อย 64 พันตันในปี 2549 ได้เพิ่มเป็น 102.89 พันตันในปี2560 มีปริมาณการเพิ่มสูงถึง 39 พันตันในระยะเวลา 10 ปี ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีปริมาณการปล่อย 3,078 พันตันในปี 2549 ได้เพิ่มเป็น 3,673 พันตันในปี2560 มีปริมาณการเพิ่มสูงถึง 595 พันตันในระยะเวลา 10 ปี ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีปริมาณการปล่อย 890 พันตันในปี 2549 ได้เพิ่มเป็น 1,087 พันตันในปี2560 มีปริมาณการเพิ่มสูงถึง 198 พันตันในระยะเวลา 10 ปี ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีปริมาณการปล่อย 462 พันตันในปี 2549 ได้เพิ่มเป็น 767 พันตันในปี2560 มีปริมาณการเพิ่มสูงถึง 306 พันตันในระยะเวลา 10 ปี

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นระบบเศรษฐกิจแบบเปิด (Open Economy) กล่าวคือ เศรษฐกิจของประเทศไทยนั้นมีการพึ่งพาการค้าระหว่างประเทศค่อนข้างสูง ดังจะเห็นได้จาก สัดส่วนของมูลค่าการค้าระหว่างประเทศต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (Openness Index) เพิ่มขึ้นจากระดับร้อยละ 48.78 ในปี 2530 มาอยู่ในระดับร้อยละ 126.18 ในปี 2549 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าประเทศไทยต้องพึ่งพาเศรษฐกิจโลกค่อนข้างมาก และทำให้ภาคการค้าระหว่างประเทศเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาของประเทศไทยโดยรวมเนื่องจากจะเกี่ยวข้องกับภาคธุรกิจต่างๆ ทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตรที่สำคัญมากมาย อีกทั้งยังสามารถนำรายได้จากการส่งออกเข้าประเทศเป็นจำนวนมาก เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เศรษฐกิจไทยเติบโตอย่างรวดเร็วการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยนั้น จะต้องเริ่มที่การทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อม (Environment) กับระบบเศรษฐกิจ (Economy) ก่อนกล่าวคือ สิ่งแวดล้อมได้เข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆของระบบเศรษฐกิจอย่างหลีกเลี่ยงมิได้ประการแรก สิ่งแวดล้อมเป็นแหล่งผลิตทรัพยากรที่สำคัญที่ใช้เป็นปัจจัยการผลิต เช่น แหล่งน้ำมันที่ใช้เป็นพลังงาน ป่าไม้ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมกระดาษ แร่ธาตุในดินใช้ในการเพาะปลูก เป็นต้น ประการที่สอง สิ่งแวดล้อมเป็นที่รองรับของเสียหรือของเหลือทิ้งที่เกิดจากกระบวนการผลิตและการบริโภค เช่น น้ำทิ้งจากโรงงาน ก๊าซพิษต่างๆจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ภูมิลักษณ์และขยะจากการบริโภค เป็นต้น ดังนั้นเมื่อมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจจะก่อให้เกิดการผลิตสินค้าและบริการมากขึ้น ทรัพยากรธรรมชาติจะถูกดึงมาใช้ในการผลิตมากขึ้น ในขณะเดียวกัน ของเสียจากการผลิตและการบริโภคก็จะสูงมากขึ้นเช่นกัน และเนื่องจากความสามารถของธรรมชาติในการรองรับของเสียหรือของเหลือทิ้งให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตนั้นมีจำกัด ถ้าเศรษฐกิจเติบโตจนทำให้มีการปล่อยของเสียเกินความสามารถในการรองรับของธรรมชาติ ของเสียส่วนเกินเหล่านั้นก็จะนำไปสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย จากผลการศึกษาพบว่าปัจจัยทางเศรษฐกิจที่ก่อให้เกิดก๊าซพิษและก๊าซเรือนกระจกมีดังนี้

1. ปัจจัยที่ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นได้แก่ การขยายตัวของขนาดการเปิดประเทศ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบการผลิต สัดส่วนทุนต่อแรงงาน การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมและการบริโภคพลังงานภาคขนส่งโดยแหล่งที่ก่อให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดคือ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า การคมนาคมขนส่งและอุตสาหกรรมการผลิต

2. ปัจจัยที่ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มขึ้นได้แก่ การขยายตัวของขนาดการเปิดประเทศ สัดส่วนทุนต่อแรงงาน การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมและการบริโภคพลังงานภาคขนส่ง โดยแหล่งที่ก่อให้เกิดคาร์บอนมอนอกไซด์มากที่สุดคือ ย่านพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยและการคมนาคมขนส่ง

3. ปัจจัยที่ก่อให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้นได้แก่ การขยายตัวของขนาดการเปิดประเทศ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบการผลิต สัดส่วนทุนต่อแรงงาน การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมและการบริโภคพลังงานภาคขนส่งโดยแหล่งที่ก่อให้เกิดซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากที่สุดคือ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า และอุตสาหกรรมการผลิต

4. ปัจจัยที่ก่อให้เกิดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์เพิ่มขึ้นได้แก่ การขยายตัวของขนาดการเปิดประเทศ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบการผลิต สัดส่วนทุนต่อแรงงาน การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมและการบริโภคพลังงานภาคขนส่งโดยแหล่งที่ก่อให้เกิดไนโตรเจนออกไซด์มากที่สุดคือ การคมนาคมขนส่ง แหล่งกำเนิดไฟฟ้าและอุตสาหกรรมการผลิต

5. ปัจจัยที่ก่อให้เกิดก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นได้แก่การขยายตัวของขนาดการเปิดประเทศ สัดส่วนทุนต่อแรงงาน พื้นที่การปลูกข้าวและปศุสัตว์ โดยแหล่งที่ก่อให้เกิดมีเทนมากที่สุดคือย่านพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัย ส่วนการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบการผลิตก่อให้เกิดก๊าซมีเทนลดลงเนื่องจากภาคการเกษตรมีบทบาทลดลง

จากการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซพิษและก๊าซเรือนกระจกนั้นจะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยถ้าหากไม่มีมาตรการใดๆมารองรับ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

จากผลสรุปของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศ กับปัญหามลภาวะทางอากาศของประเทศไทย ที่กล่าวข้างต้นมีข้อเสนอแนะจากการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขแบ่งออกเป็น 3 ข้อดังนี้

1. ก๊าซพิษ

ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ล้วนแล้วแต่เป็นก๊าซพิษ จากผลการศึกษาพบว่า การขยายตัวของขนาดการเปิดประเทศ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบการผลิต สัดส่วนทุนต่อแรงงาน การบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรมและการบริโภคพลังงานภาคขนส่งเป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซพิษเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเพื่อเป็นการลดปริมาณก๊าซพิษที่เพิ่มขึ้น จำเป็นต้องหามาตรการหรือวิธีการต่าง ๆ โดยลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่มาจากซากฟอสซิลทั้งน้ำมันเบนซิน ดีเซลและก๊าซธรรมชาติ เพราะปัจจัยเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณก๊าซพิษเพิ่มขึ้น โดยหันมาใช้พลังงานทดแทน พลังงานชีวมวลพลังงานน้ำ ลม และแสงแดด นอกจากนี้การเผาไหม้เชื้อเพลิงอย่างไม่สมบูรณ์ในเครื่องยนต์ต่าง ๆ ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งของการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซพิษ โดยเฉพาะการคมนาคมขนส่งซึ่งในปัจจุบันการคมนาคมขนส่งเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจ ดังนั้นภาครัฐและภาคเอกชนจึงควรดูแลเอาใจใส่เครื่องยนต์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่ดี ปล่อยไอเสียให้น้อยที่สุด และมีการจัดการระบบการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ โดยลดการวิ่งรถเปล่า พัฒนาระบบรถไฟรางคู่เพื่อส่งเสริมการขนส่งโดยใช้ระบบรางมากขึ้นทั้งนี้เพื่อเป็นการลดต้นทุนและลดการบริโภคพลังงานในภาคขนส่งที่ปัจจุบันมีสัดส่วนในการบริโภคพลังงานสูงสุดเป็นอันดับ 1 และรองลงมาคือการบริโภคพลังงานภาคอุตสาหกรรม ซึ่งภาคอุตสาหกรรมนั้นเป็นหน่วยธุรกิจหน่วยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซพิษถึงแม้ว่าจะมีพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 แต่ปริมาณการปล่อยก๊าซพิษก็ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นมาตรการที่ออกโดยภาครัฐก็เป็นส่วนหนึ่งที่เป็นเครื่องมือควบคุม

การทำงานของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ถึงอย่างไรก็ตามการใช้เทคโนโลยีที่มีคุณภาพดี หรือการปฏิบัติตามมาตรการของภาครัฐบาลของโรงงานอุตสาหกรรมก็ยังคงมีในบางส่วนน้อย ดังนั้นจึงต้องมีการบังคับใช้กฎหมายและการตรวจสอบให้เข้มงวดยิ่งขึ้นและหามาตรการทางภาษีจูงใจเพื่อให้โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องหันมาใช้เทคโนโลยีที่มีคุณภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดของเสียหลังจากการผลิตให้มากขึ้นและหามาตรการในการกำจัดของเสียก่อนปล่อยออกสู่ธรรมชาติ

2. ก๊าซเรือนกระจก

2.1 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

แม้ว่าคาร์บอนไดออกไซด์จะไม่ใช่ก๊าซพิษแต่สามารถส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชากรได้ในทางอ้อมกล่าวคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญที่สุดส่งผลให้อุณหภูมิของโลกร้อนขึ้น ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ทั้งเอลนีโญและลานีญา ปัจจุบันพบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องหามาตรการต่างๆ เพื่อที่จะบรรเทาการใช้พลังงานทั้งน้ำมัน ถ่านหิน และไฟฟ้า ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากการเผาไหม้โดยสมบูรณ์ ไม่ว่าจะการใช้พลังงานในรูปแบบไหนก็จะเกิดก๊าซนี้ทั้งสิ้น และที่สำคัญจะต้องบำรุงรักษาป่าไม้ให้อุดมสมบูรณ์ ส่งเสริมการปลูกป่าในที่เสื่อมโทรมเพราะป่าไม้เหล่านั้นสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง

2.2 ก๊าซมีเทน

ถึงแม้ว่ามีเทนจะเป็นก๊าซเรือนกระจกแต่ในประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซชนิดนี้น้อยมากเมื่อเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และจากผลการศึกษาที่มีเทนเกิดจากการปลูกข้าวมากที่สุดเนื่องจากนาข้าวเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์จากจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินนา พบว่าช่วงเวลาที่มีการปล่อยก๊าซมากที่สุด คือ คาบเวลาที่ต้นข้าวเริ่มออกดอกออกรวง จุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ต้นข้าวและรากข้าว แปลงนาที่มีการปล่อยน้ำท่วมดินนาจะทำให้เกิดสภาพไร้อากาศในดินนา ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจะถูกปลดปล่อยสู่ บรรยากาศมากที่สุดโดยผ่านทางช่องว่างในลำต้นของข้าว เพื่อช่วยลดการปล่อยก๊าซมีเทน สามารถทำได้โดยการเลื่อนการปล่อยน้ำออกจากนาไปในช่วงที่ต้นข้าวกำลังออกดอก ออกรวง เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนมากที่สุด การดึงน้ำออกจากนาจะทำให้ ดินนากลับคืนสู่สภาพมีออกซิเจน ทำให้จุลินทรีย์ ไม่สามารถย่อยสลาย

สารอินทรีย์ได้ จากนั้นจึงสูบน้ำกลับเข้านาภายใน 3 วัน วิธีการเช่นนี้จะช่วยลดการปล่อยก๊าซมีเทนได้ประมาณ 30-40% จากปริมาณการปล่อยเดิม และส่งเสริมระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากซากพืชซากสัตว์

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

การศึกษาถึงผลกระทบต่อมลภาวะทางอากาศในครั้งนี้ไม่ได้รวมมลพิษทางน้ำและปริมาณขยะและขยะมีพิษในการศึกษาเนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูล โดยการวัดค่าความสกปรกของน้ำ (BOD) การวัดออกซิเจนในน้ำ (DO) มีข้อมูลการวัดเป็นบางพื้นที่เป็นจุดไม่ครอบคลุมถึงภาพรวมทั้งประเทศ ซึ่งไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่เป็นตัวแปรอิสระจะเป็นข้อมูลภาพรวมทั้งประเทศ ดังนั้นจึงไม่ได้ทำการศึกษามลพิษทางน้ำ ส่วนปัญหาขยะและขยะมีพิษนั้นมีข้อมูลน้อยจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา Time Series Analysis ซึ่งควรที่จะวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง Cross Section Analysis มากกว่า ซึ่งการศึกษาในครั้งต่อไปควรที่จะศึกษาปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อมลพิษทางน้ำ ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรชายฝั่ง ความหลากหลายทางชีวภาพ ป่าไม้ ปริมาณขยะและขยะมีพิษโดยใช้การวิเคราะห์แบบ Cross Section ซึ่งจะเหมาะกับข้อมูลที่มีจำนวนน้อย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2549. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย (ฉบับร่าง). กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2549. รายงานพลังงานของประเทศไทย. (Online). <http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=883>, 15 ตุลาคม 2550.
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2549. ประเทศไทย : ความร่วมมือในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547. สถิติสะสมจำนวนโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการตาม พ.ร.บ.โรงงาน พ.ศ.2535 จำแนกตามภาค ราชจังหวัด รายจำพวก 2547. (Online). <http://www.diw.go.th/diw/spss47.asp>, 15 ตุลาคม 2550.
- _____. 2550. สถิติโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการ ขยายกิจการ เลิกกิจการ และสถิติสะสมปี 2540 – 2550. (Online). <http://www.diw.go.th/diw/spss50.asp>, 3 ธันวาคม 2550.
- เกริกชัย สันติพงษ์ไพบุลย์. 2546. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจกับสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยด้วยวิธี Environmental Kuznets Curve. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2545. แผนปฏิบัติการแห่งชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. กรุงเทพมหานคร
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2550. โครงการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ. (Online). [http://www.anbsatun.ac.th/sci@earth/www.lesa.in.th/bio/atm_evolution/atm_evolution .htm](http://www.anbsatun.ac.th/sci@earth/www.lesa.in.th/bio/atm_evolution/atm_evolution.htm), 3 ธันวาคม 2550.

ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช. 2549ก. “มลพิษทางอากาศ.” เอกสารประกอบการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์
สิ่งแวดล้อม: 1. อ้างถึง Wellbern AR. 1994. **Air pollution and climate change : The
biological Impact**. 2nd ed: 1-3. Singapore: Longman Singapore.

_____. 2549ข. ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช. 2549ก. มลพิษทางอากาศ. เอกสารประกอบการสอน
รายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2550. เครื่องชี้ภาวะเศรษฐกิจที่สำคัญ. (Online).

<http://www.bot.or.th/Thai/Statistics/Indicators/Pages/index.aspx>, 10 ตุลาคม 2550.

นนุช พันธกิจไพบูลย์. 2545. เศรษฐศาสตร์การลงทุนระหว่างประเทศ. เอกสารประกอบการสอน
รายวิชาเศรษฐศาสตร์การลงทุนระหว่างประเทศ.

นิรมล สุธรรมกิจ. 2548ก. มาตรฐานสิ่งแวดล้อมกับระเบียบการค้าระหว่างประเทศ.

กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

_____. 2548ข. การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจกับมลพิษทางอากาศ. การประชุมวิชาการ
ระดับชาติของนักเศรษฐศาสตร์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

รัตนา สายคณิต. 2530. เศรษฐศาสตร์การลงทุนทางตรงระหว่างประเทศ. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ และคณะ. 2543. มลภาวะทางอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจาก
กรมศุลกากร. (Online). <http://www2.ops3.moc.go.th>, 16 ธันวาคม 2550.

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. 2543. การศึกษาพัฒนาการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม. (Online). http://www.nidambe11.net/ekonomiz/document/manual_en_economic.pdf, 16 ธันวาคม 2550.

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2550. สมดุลพลังงานกับการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก. (Online). http://www.thai-sbc.org/pdf%5C02_chapter2_F.pdf, 16 ธันวาคม 2550.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2549. สต็อกทุนของประเทศไทย. (Online). <http://www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=98>, 16 ธันวาคม 2550.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. สถิติการเกษตรของไทย. (Online). http://www.oae.go.th/pdffile/yearbook_1.pdf, 16 ธันวาคม 2550.

ศรีวงศ์ สุมิตร และ สาลินี วรรณชุกร. 2546. เศรษฐศาสตร์ระหว่างประเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Antweiler, W. *et al.* 1998. Is Free Trade Good for the Environmental?. National Bureau of Economic Research. NBER Working Paper No. W6707. อ้างถึง นิรมล สุธรรมกิจ. 2548 ก. มาตรฐานสิ่งแวดล้อมกับระเบียบการค้าระหว่างประเทศ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

Bandara, J. S. and I. Coxhead. 1999. Can Trade Liberalization Have Environment Benefits in Developing Country Agriculture? *Journal of Policy Modeling* 21 (3): 349-374

Brooks, D.H. 1998. **Challenges for Asia's Trade and Environment.** (Online). http://www.adb.org/Documents/EDRC/Staff_Papers/ESP057.pdf, November 10, 2007.

Bruyn, de S.M. *et al.* 1998. Economic Growth and Emissions : Reconsidering the Empirical Basis of Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics* 25: 161-175.

- Cole, M.A. *et al.* 1998. Trade Liberalization and The Environmental: The case of Uruguay Round. **World Economy** 21 (3): 337-347.
- Copeland, B.R. and M.S. Taylor. 1994. North-South Trade and the Environment. **Quarterly Journal of Economics** 109 (3): 755-787
- _____. 1995. Trade and the environment: A Partial Synthesis. **American Journal of Agricultural Economics** 77 (3): 765-771.
- _____. 1997. The Trade-Induced Degradation Hypothesis. **Resource and Energy Economics** 19 (14): 321-344
- _____. 2003. **Trade and the Environment: Theory and Evidence**. (Online). <http://press.princeton.edu/chapters/s7605.html>, November 10, 2007.
- Coxhead, I. and S. Jayasuriya. 1995. Trade and Tax Policy Reform and the environment: The Economics of Soil Erosion in Developing Countries. **American Journal of Agricultural Economics** 77 (3): 631-644.
- David, I. S. 2003. **International Society for Ecological Economics Internet Encyclopaedia of Ecological Economics The Environmental Kuznets Curve**. (Online). <http://www.ecoeco.org/pdf/stern.pdf>, November 10, 2007.
- Elbasha, E.H. and T.L. Roe 1996. On Endogenous Growth: the Implications of Environmental. **Journal of Environmental Economics and Management** 31(2): 240-268.
- Friedl, B. and M. Getzner. 2003. Determinants of CO₂ emissions in a small open economy. **Ecological Economics** 45: 133-148.

- Grossman, G.M., Krueger, A.B. 1991. **Environmental impacts of a North American free trade agreement**. National Bureau of Economic Research. Working Paper No. W3914.
- Koop, G. and L. Tole. 1999. Is there an environmental Kuznets curve for deforestation?. **Journal of Development Economics**. 58 (1): 231-244.
- Lewis, R. G. and J. A. Mendez. 1998. The Empirical Relationship Between Trade, Growth and The Environment. **International Review of Economics and Finance** 7 (1): 53-61.
- Lopez, R. 1994. The Environmental as a Production: The effects of Economic Growth and Trade Liberalization. **Journal of Environmental Economics and Management** 27 (2): 163-184.
- Low, P. and A. Yeast. 1992. Do 'Dirty' Industries Migrate?. World Bank Discussion Paper No.159: International Trade and Environmental. อ้างถึง นิรมล สุธรรมกิจ. 2548. มาตรฐานสิ่งแวดล้อมกับระเบียบการค้าระหว่างประเทศ.
- Magnani, E. 2000. The environmental Kuznets curve, environmental protection policy and income distribution. **Ecological Economics** 32 (3): 431-443.
- Matthew E. K. 2002. The geography of US pollution intensive trade: evidence from 1958 to 1994. **Regional Science and Urban Economics** 33 (4): 383-400
- Neumayer, E. 2000. Trade and the Environment: A Critical assessment and some Suggestion for Reconciliation. **Journal of Environmental Economics and Development** 9 (2): 138-159.
- Uimonen, P. and J. Whalley. 1997. **Environmental Issue in the New World Trading System**. London: Macmillan Press.

Unteroberdoerster, O. 2003. Trade Policy and Environmental Regulation in the Asia-Pacific; A Simulation. **The World Economy** 26 (1): 73-95.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การประมาณค่าแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับ
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

Dependent Variable: LOG(CO2)				
Method: Least Squares				
Date: 07/19/08 Time: 21:23				
Sample (adjusted): 2533 2549				
Included observations: 17 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	19.86791	4.275665	4.646741	0.0007
LOG(TRADE)	0.786126	0.233662	3.364375	0.0063
LOG(COMPOSITION)	1.599810	0.590940	2.707230	0.0204
LOG(K)	1.436599	0.434441	3.306776	0.0070
LOG(EFAC)	1.340767	0.673223	1.991563	0.0718
LOG(ETRAN)	1.993094	0.707274	2.817994	0.0167
R-squared	0.901503	Mean dependent var	11.90071	
Adjusted R-squared	0.856731	S.D. dependent var	0.179485	
S.E. of regression	0.067937	Akaike info criterion	-2.269914	
Sum squared resid	0.050769	Schwarz criterion	-1.975839	
Log likelihood	25.29427	F-statistic	20.13561	
Durbin-Watson stat	1.938810	Prob(F-statistic)	0.000034	

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ 2 การประมาณค่าแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับ
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

Dependent Variable: LOG(CO)				
Method: Least Squares				
Date: 07/19/08 Time: 21:52				
Sample: 2530 2549				
Included observations: 20				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	18.54113	7.031021	2.637046	0.0195
LOG(TRADE)	1.409966	0.377965	3.730416	0.0022
LOG(COMPOSITION)	1.574679	0.962705	1.635681	0.1242
LOG(K)	1.079119	0.435371	2.478618	0.0265
LOG(EFAC)	2.177724	0.636673	3.420473	0.0041
LOG(ETRAN)	2.201786	1.171930	1.878769	0.0813
R-squared	0.832944	Mean dependent var		8.228675
Adjusted R-squared	0.773282	S.D. dependent var		0.326968
S.E. of regression	0.155686	Akaike info criterion		-0.638630
Sum squared resid	0.339333	Schwarz criterion		-0.339910
Log likelihood	12.38630	F-statistic		13.96088
Durbin-Watson stat	2.069135	Prob(F-statistic)		0.000051

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ 3 การประมาณค่าแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับ
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

Dependent Variable: LOG(SO2)				
Method: Least Squares				
Date: 07/20/08 Time: 12:04				
Sample: 2530 2549				
Included observations: 20				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	14.28843	6.239145	2.290127	0.0381
LOG(TRADE)	2.163423	0.458529	4.718187	0.0003
LOG(COMPOSITION)	3.634277	0.913419	3.978762	0.0014
LOG(K)	2.794313	0.488144	5.724359	0.0001
LOG(EFAC)	1.879151	0.660925	2.843213	0.0130
LOG(ETRAN)	3.764582	1.176955	3.198578	0.0064
R-squared	0.892901	Mean dependent var	6.562971	
Adjusted R-squared	0.854651	S.D. dependent var	0.557440	
S.E. of regression	0.212522	Akaike info criterion	-0.016214	
Sum squared resid	0.632320	Schwarz criterion	0.282505	
Log likelihood	6.162142	F-statistic	23.34391	
Durbin-Watson stat	1.558569	Prob(F-statistic)	0.000002	

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ 4 การประมาณค่าแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับ
ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์

Dependent Variable: LOG(NOX)				
Method: Least Squares				
Date: 07/20/08 Time: 14:31				
Sample: 2530 2549				
Included observations: 20				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.497956	1.866588	1.338247	0.2021
LOG(TRADE)	0.817455	0.174107	4.695117	0.0003
LOG(COMPOSITION)	0.282139	0.216105	1.305566	0.2127
LOG(K)	0.850535	0.246780	3.446537	0.0039
LOG(EFAC)	0.995206	0.215363	4.621064	0.0004
LOG(ETRAN)	1.073362	0.433594	2.475499	0.0267
R-squared	0.910372	Mean dependent var	6.506517	
Adjusted R-squared	0.878362	S.D. dependent var	0.263064	
S.E. of regression	0.091748	Akaike info criterion	-1.696223	
Sum squared resid	0.117847	Schwarz criterion	-1.397503	
Log likelihood	22.96223	F-statistic	28.44030	
Durbin-Watson stat	1.495858	Prob(F-statistic)	0.000001	

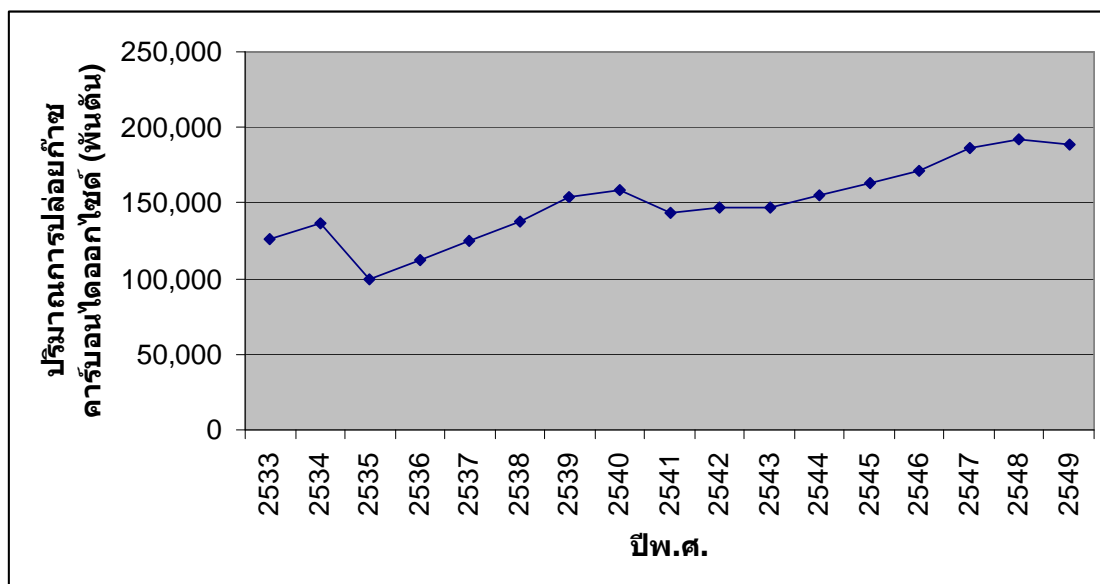
ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ 5 การประมาณค่าแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับ
ก๊าซมีเทน

Dependent Variable: LOG(CH4)				
Method: Least Squares				
Date: 07/21/08 Time: 23:08				
Sample (adjusted): 2533 2549				
Included observations: 17 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-77.46037	13.25815	-5.842472	0.0001
LOG(TRADE)	0.218688	0.118348	1.847842	0.0917
LOG(COMPOSITION)	-0.883403	0.283806	-3.112705	0.0099
LOG(K)	1.784174	0.189851	9.397745	0.0000
LOG(RICE)	4.710977	0.920276	5.119089	0.0003
LOG(LIVESTOCK)	0.535159	0.197585	2.708496	0.0203
R-squared	0.988115	Mean dependent var	3.801507	
Adjusted R-squared	0.972713	S.D. dependent var	0.395197	
S.E. of regression	0.051961	Akaike info criterion	-2.806089	
Sum squared resid	0.029699	Schwarz criterion	-2.512013	
Log likelihood	29.85175	F-statistic	182.9077	
Durbin-Watson stat	1.934453	Prob(F-statistic)	0.000000	

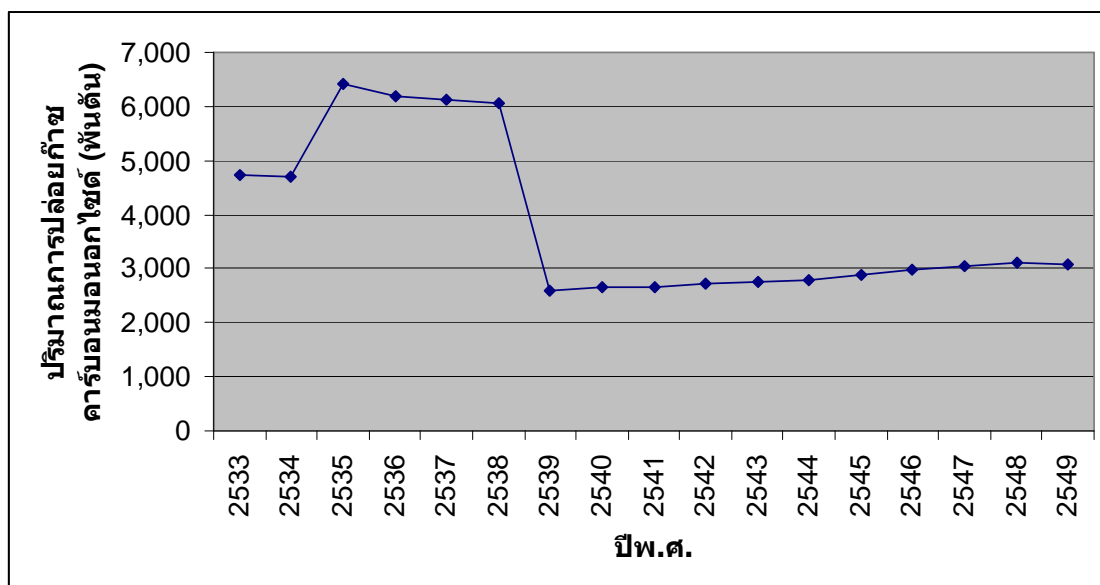
ที่มา: จากการคำนวณ

ภาคผนวกที่ 6 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยระหว่าง
ปี พ.ศ. 2533-2549



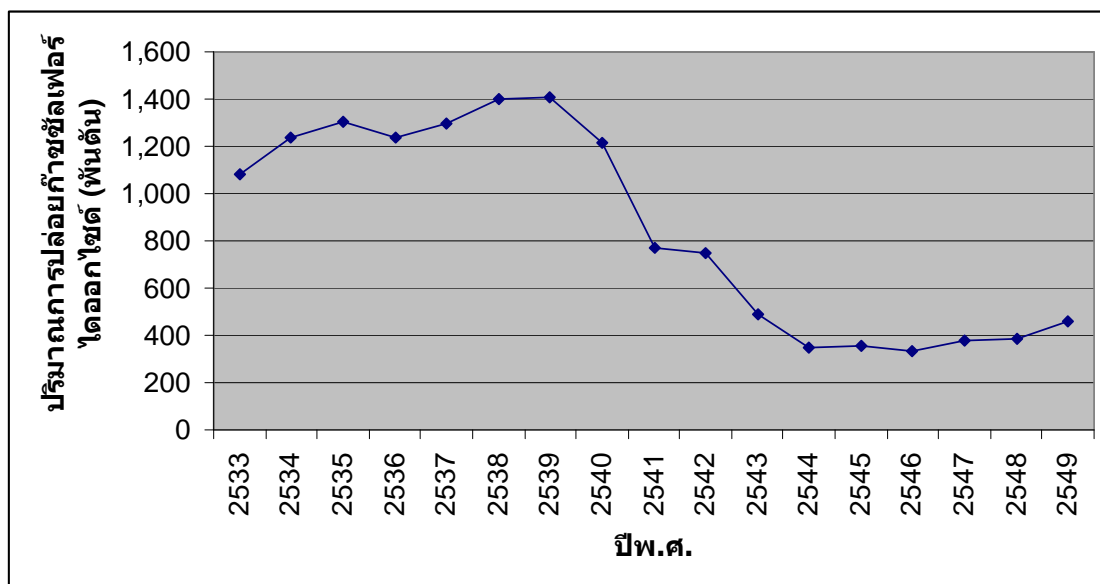
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2549)

ภาคผนวกที่ 7 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของประเทศไทยระหว่าง
ปี พ.ศ. 2533-2549



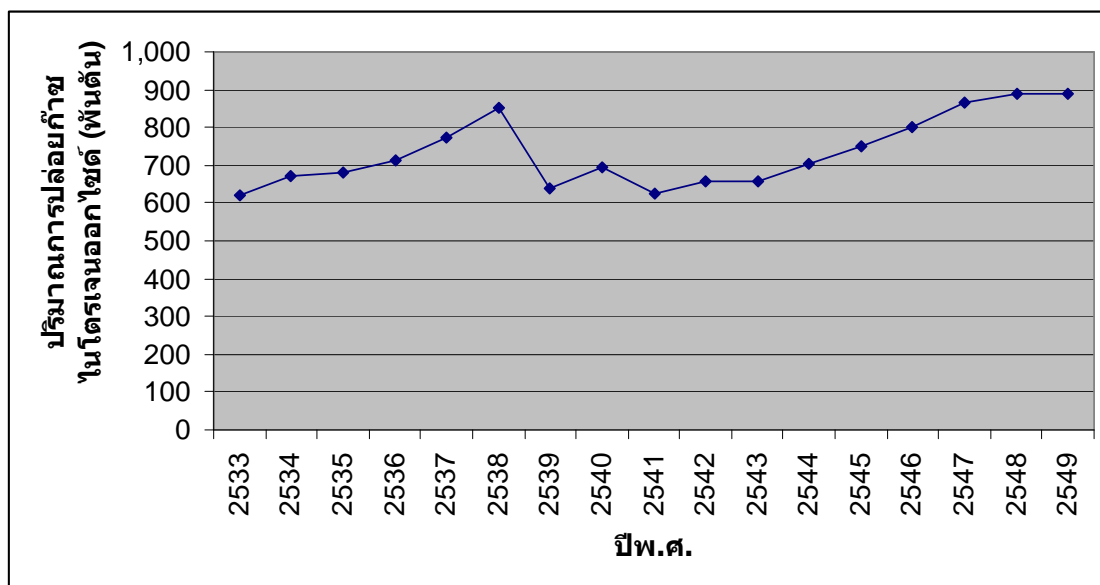
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2549)

ภาคผนวกที่ 8 ปริมาณการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของประเทศไทยระหว่าง
ปี พ.ศ. 2533-2549



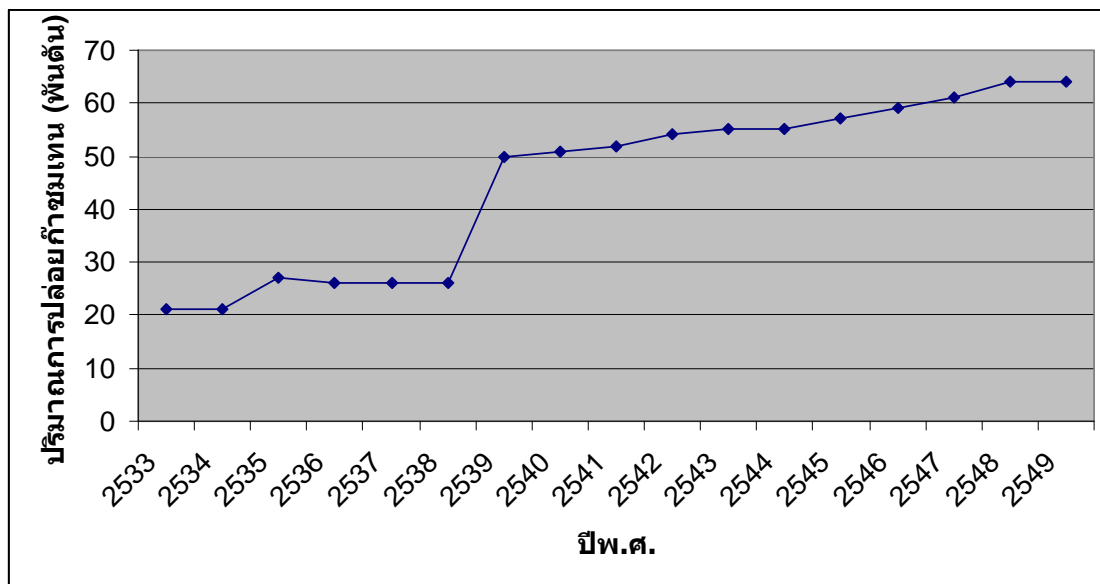
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2549)

ภาคผนวกที่ 9 ปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ของประเทศไทยระหว่าง
ปี พ.ศ. 2533-2549



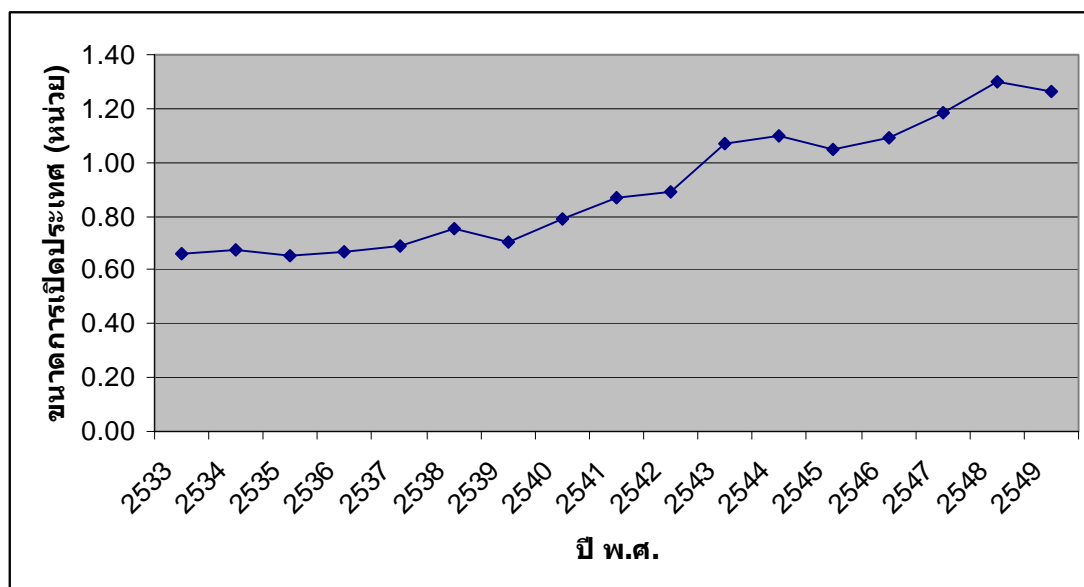
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2549)

ภาคผนวกที่ 10 ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของประเทศไทยระหว่างปีพ.ศ. 2533-2549



ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2549)

ภาคผนวกที่ 11 ขนาดการเปิดประเทศ ปี พ.ศ. 2533-2549



ที่มา: จากการคำนวณ

ภาคผนวกที่ 11 ค่ามาตรฐานสารมลพิษในอากาศ

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความ เข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก./ลบ.ม.)
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	8 ชม.	ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม.)
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.)
ก๊าซโอโซน (O ₃)	1 ชม.	0.10 ppm. (0.20 มก./ลบ.ม.)
	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 มก./ลบ.ม.)
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 ppm. (0.30 มก./ลบ.ม.)
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.3 ppm. (780 มก./ลบ.ม.)
ตะกั่ว (Pb)	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 มก./ลบ.ม.
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.

ที่มา: นิรมล สุธรรมกิจ (2548ข.)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายไพบุลย์ ชีววิญญู
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 10 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ประวัติการศึกษา	เศรษฐศาสตรบัณฑิต (การค้าระหว่างประเทศ) มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
ตำแหน่งปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่วิเคราะห์สินเชื่อ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ธนาคารไทยพาณิชย์