



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สถิติ)

ปริญญา

สถิติ

สถิติ

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ตัวแบบสมการเกี่ยวเนื่องสำหรับราคาและปริมาณการส่งออกอุตสาหกรรมยางพาราของ
ประเทศไทยปี พ.ศ. 2545-2548

Simultaneous Equation Models for Export Prices and Quantities in the Rubber Industry
of Thailand in 2002-2005

นามผู้วิจัย นายเอกชัย เชื้อนุ่น

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลีลี อิงศรีสว่าง, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์เปรมใจ ตรีสรานุวัฒนา, M.Stat.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปนัดดา อินทร์พรหม, พบ.ม.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สายสุดา สมจิต, M.S.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจฉกหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ตัวแบบสมการเกี่ยวเนื่องสำหรับราคาและปริมาณการส่งออกอุตสาหกรรมยางพารา
ของประเทศไทยปี พ.ศ. 2545-2548

Simultaneous Equation Models for Export Prices and Quantities in the Rubber Industry
of Thailand in 2002-2005

โดย

นายเอกชัย เชื้อนุ่น

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อค วามสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)

พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-2935-4

เอกชัย เชื้อนุ่น 2549: ตัวแบบสมการเกี่ยวเนื่องสำหรับราคาและปริมาณการส่งออก
อุตสาหกรรมยางพาราของประเทศไทยปี พ.ศ. 2545-2548 ปรินญาวิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต (สถิติ) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ ปรธานกรรมการที่ปรึกษา:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลีลี อังศรีสว่าง, Ph.D. 115 หน้า
ISBN 974-16-2935-4

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบสมการเกี่ยวเนื่อง แบบดุลยภาพ (Equilibrium Model) และแบบไม่ดุลยภาพ (Disequilibrium Model) ข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นข้อมูลอนุกรมเวลายรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 ของปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของไทย ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ส่งออกที่กรุงเทพฯ โดเกียวก และสิงคโปร์ ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทย ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย อัตราการแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ และอัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย ซึ่งรวบรวมจากสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาตัวแบบราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี OLS และ 2SLS และพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบจากค่า R^2 , R^2_{Adjust} และ MSE

ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบ ไม่ดุลยภาพมีความเหมาะสมในการกำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย เพราะให้ค่า R^2 และ R^2_{Adjust} ที่มีค่าสูง ส่วน MSE มีค่าต่ำ สำหรับปัจจัยที่กำหนดราคาการส่งออกยางพาราของไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ได้แก่ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์ และราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ณ ช่วงเวลาก่อนหน้านี้ ($R^2 = 0.998$, $R^2_{Adjust} = 0.998$, $MSE = 2.648 \times 10^{-5}$) ขณะที่ปัจจัยที่กำหนดปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 มีเพียงหนึ่งปัจจัย คือ อัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย ($R^2 = 0.424$, $R^2_{Adjust} = 0.354$, $MSE = 2.090 \times 10^{-3}$) จึงควรพิจารณนำปัจจัยอื่นเข้ามาในตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย เพื่อให้ตัวแบบมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

Ekkachai Cheuanun 2006 : Simultaneous Equation Models for Export Prices and Quantities in the Rubber Industry of Thailand in 2002-2005. Master of Science (Statistics), Major Field: Statistics, Department of Statistics. Thesis Advisor: Assistant Professor Lily Ingsrisawang, Ph.D. 115 pages.
ISBN 974-16-2935-4

The objectives of this study were to find out what economic factors have affected the export prices and quantities in the rubber industry of Thailand by using a simultaneous equation model with equilibrium and disequilibrium aspects. Data were used in this study were obtained from the Rubber Research Institute of Thailand. It covered the monthly time series data of Thailand natural rubber exports, RSS3 prices at Bangkok, Tokyo and Singapore, Thailand natural rubber production, Thailand natural rubber domestic consumption, currency exchange of US\$ and industrial capacity utilization of rubber and rubber products during the period of January 2002 to December 2005. Both equilibrium and disequilibrium models were developed and parameters were estimated using OLS and 2SLS. The model fit was considered from the values of R^2 , R^2_{Adjust} and MSE.

It turned out that the disequilibrium model was appropriate for determining the export prices and quantities of the rubber industry of Thailand, due to the high values of R^2 and R^2_{Adjust} and the small value of MSE. The important economic factors in export prices model consisted of RSS3 prices at Singapore and the previous RSS3 prices at Bangkok at statistically significant level 0.05 ($R^2 = 0.998$, $R^2_{\text{Adjust}} = 0.998$ and $\text{MSE} = 2.648 \times 10^{-5}$). For export quantities model, the industrial capacity utilization of rubber and rubber products variable was the only significant factor at level 0.05 ($R^2 = 0.424$, $R^2_{\text{Adjust}} = 0.354$ and $\text{MSE} = 2.090 \times 10^{-3}$). Therefore, other economic factors should be considered and added in the quantities model for enhancing the model's model.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลีลี อิงศรีสว่าง ประธานกรรมการ
ที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยในการให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ตลอดจนการตรวจสอบ แก้ไข
ข้อบกพร่องต่าง ๆ นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์เปรมใจ ตรีสรานุ
วัฒนา กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ปนัดดา อินทร์พรหม กรรมการที่ปรึกษา
วิชารอง ที่กรุณาแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และขอบคุณสุพรรณิ นวลิตไพศาล และเพื่อนสนิททุก
คนที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้

เอกชัย เชื้อนุ่น

ตุลาคม 2549

สารบัญ

หน้า

สารบัญ.....	(1)
สารบัญตาราง.....	(2)
สารบัญภาพ.....	(4)
คำนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
การตรวจเอกสาร.....	5
แนวคิดทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์.....	5
วิธีการทางสถิติที่เกี่ยวข้อง.....	16
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	34
อุปกรณ์และวิธีการ.....	50
อุปกรณ์.....	50
วิธีการ.....	50
ผลและวิจารณ์.....	53
ผล.....	53
วิจารณ์.....	80
สรุปและข้อเสนอแนะ.....	83
สรุป.....	83
ข้อเสนอแนะ.....	86
เอกสารและสิ่งอ้างอิง.....	88
ภาคผนวก.....	92
ภาคผนวก ก.....	93
ภาคผนวก ข.....	98

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี OLS กรณีตัวแบบคลัสสภาพ.....	55
2	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี OLS กรณีตัวแบบคลัสสภาพ.....	56
3	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี 2SLS กรณีตัวแบบคลัสสภาพ.....	58
4	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี 2SLS กรณีตัวแบบคลัสสภาพ.....	59
5	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี OLS กรณีตัวแบบไม่คลัสสภาพ.....	66
6	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี OLS กรณีตัวแบบไม่คลัสสภาพ.....	68
7	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี 2SLS กรณีตัวแบบไม่คลัสสภาพ.....	70
8	แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี 2SLS กรณีตัวแบบไม่คลัสสภาพ.....	72
9	แสดงค่า R^2 , R^2_{Adjust} และค่า MSE ของตัวแบบราคาและปริมาณราคาการส่งออกยางพาราของไทย.....	78
ตารางผนวกที่		
ก1	ปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของไทย (เมตริกตัน).....	94
ก2	ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทย (เมตริกตัน).....	94
ก3	ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติในประเทศของไทย (เมตริกตัน).....	95
ก4	ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3) ณ ตลาดกรุงเทพฯ (บาท/กิโลกรัม)..	95
ก5	ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3) ณ ตลาดโตเกียว (บาท/กิโลกรัม)....	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก6	ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3) ณ ตลาดสิงคโปร์ (บาท/กิโลกรัม)...	96
ก7	อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ เมื่อเทียบกับเงินบาท (บาท/ดอลลาร์สหรัฐ).....	97
ก8	อัตราการใช้กำลังในการผลิตอุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ยาง (%).....	97

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงเส้นอุปสงค์.....	6
2	แสดงเส้นอุปทาน.....	9
3	แสดงแบบจำลองดุลยภาพ.....	11
4	แสดงอุปสงค์ส่วนเกิน (Exceed Demand).....	12
5	แสดงอุปทานส่วนเกิน (Exceed Supply).....	13
6	กรอบแนวคิดปัจจัยที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย สำหรับตัวแบบดุลยภาพ.....	45
7	กรอบแนวคิดปัจจัยที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย สำหรับตัวแบบไม่ดุลยภาพ.....	46
8	แสดงการเคลื่อนไหวของค่าความคลาดเคลื่อน ε_{1t}	61
9	แสดงการเคลื่อนไหวของค่าความคลาดเคลื่อน ε_{2t}	61
10	ฮิสโตแกรมของค่า standardized residual ของตัวแบบปริมาณส่งออกยางพาราของ ไทย กรณีตัวแบบดุลยภาพ.....	62
11	Normality plot ของค่า standardized residual ของตัวแบบปริมาณส่งออกยางพารา ของไทย กรณีตัวแบบดุลยภาพ.....	63
12	ฮิสโตแกรมของค่า standardized residual ของตัวแบบราคาส่งออกยางพาราของ ไทย กรณีตัวแบบดุลยภาพ.....	64
13	Normality plot ของค่า standardized residual ของตัวแบบราคาส่งออกยางพารา ของไทย กรณีตัวแบบดุลยภาพ.....	64
14	แสดงการเคลื่อนไหวของค่าความคลาดเคลื่อน ε_{3t}	74
15	แสดงการเคลื่อนไหวของค่าความคลาดเคลื่อน ε_{4t}	74
16	ฮิสโตแกรมของค่า standardized residual ของตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพารา ของไทย กรณีตัวแบบไม่ดุลยภาพ.....	75
17	Normality plot ของค่า standardized residual ของตัวแบบปริมาณการส่งออก ยางพาราของไทย กรณีตัวแบบไม่ดุลยภาพ.....	76

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	ฮิสโตแกรมของค่า standardized residual ของตัวแบบราคาการส่งออกยางพารา ของไทย กรณีตัวแบบไม่คุลยภาพ.....	77
19	Normality plot ของค่า standardized residual ของตัวแบบราคาการส่งออก ยางพาราของไทย กรณีแบบตัวไม่คุลยภาพ.....	77

ตัวแบบสมการเกี่ยวเนื่องสำหรับราคาและปริมาณการส่งออกอุตสาหกรรมยางพาราของ
ประเทศไทยปี พ.ศ. 2545-2548

Simultaneous Equation Models for Export Prices and Quantities in the Rubber
Industry of Thailand in 2002-2005

คำนำ

ในการพัฒนาตัวแบบราคาและปริมาณการส่งออกอุตสาหกรรมยางพาราของไไทยนั้น ได้อาศัยแนวคิดทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ สถิติ และคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ที่เรียกว่า “เศรษฐมิติ (Econometrics)” เพื่อศึกษาขนาดและทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ทางเศรษฐกิจในรูปของตัวแบบจำลอง (model) เช่น เมื่อสินค้าชนิดหนึ่งมีราคาเพิ่มขึ้นในขณะที่รายได้ของผู้บริโภคลดลง เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ เป็นค่าคงที่ ตามทฤษฎีเศรษฐศาสตร์จะส่งผลให้ปริมาณซื้อลดลง และยังสามารถระบุถึงปริมาณซื้อที่ลดลงได้ด้วย วิธีการดังกล่าวนี้อาศัยทฤษฎีเศรษฐศาสตร์เขียนสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรให้อยู่ในตัวแบบทางคณิตศาสตร์ แล้วใช้ทฤษฎีทางสถิติในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter) และทดสอบสมมติฐานเพื่อยืนยันข้อสรุปด้วยความเชื่อมั่นในเชิงสถิติก่อนที่จะนำตัวแบบนั้นไปใช้ประโยชน์ในการทำนายหรือพยากรณ์ต่อไป

วัตถุประสงค์ในการสร้างตัวแบบส่วนใหญ่มี 3 ประการ คือ 1) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในเชิงโครงสร้าง (Structural Analysis) ของตัวแปร เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปัจจัยการผลิตและผลผลิต 2) เพื่อคาดการณ์และพยากรณ์สถานการณ์ในอนาคต (Forecasting or Prediction) ทำให้สามารถทราบถึงผลกระทบหรือการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นได้ 3) เพื่อวิเคราะห์ด้านนโยบาย (Policy Analysis) สำหรับสนับสนุนการตัดสินใจของหน่วยงานหรือองค์กรนั้น ๆ

ขั้นตอนและกระบวนการในการหาตัวแบบทางเศรษฐมิตินั้นจำแนกได้ 5 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้ 1) การกำหนดสมมติฐานที่ต้องการตรวจสอบ 2) การกำหนดตัวแบบทางเศรษฐมิติ เป็นการจำลองประเด็นที่จะศึกษาให้อยู่ในรูปของตัวแบบทางเศรษฐมิติ 3) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบที่กำหนดไว้ 4) การตรวจสอบผลการวิเคราะห์เป็นการพิจารณาสมการที่ประมาณค่าได้นั้น

มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทำนายได้หรือไม่ และ 5) การทำนาย เป็นการใช้สมการที่ตรวจสอบแล้วว่ามีความเหมาะสมไปทำนายค่าตัวแปรผลลัพธ์

ปัจจุบัน ได้มีการสร้างตัวแบบจำลองทางเศรษฐกิจและถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในระดับมหภาคและระดับจุลภาค ตัวอย่างการประยุกต์ในเชิงเศรษฐศาสตร์จุลภาค คือ การนำความรู้ที่ได้จากการคำนวณสมการอุปสงค์ สมการอุปทาน สมการต้นทุน ไปวางแผนทางการตลาด การตั้งราคาสินค้า หรือการพยากรณ์ยอดขาย กำไร เป็นต้น สำหรับการประยุกต์ในเศรษฐศาสตร์มหภาค เช่น การตรวจสอบผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศต่อการส่งออก หรือ ผลกระทบของอัตราดอกเบี้ยที่มีต่อการลงทุน เป็นต้น (TDRI, 2540)

ตัวอย่างยางพาราถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและชีวิตความเป็นอยู่ของประชากรกว่า 6 ล้านคนของประเทศไทย (หรือร้อยละ 10 ของประชากรทั้งประเทศ) ในปี 2544 ผลผลิตยางพารา และผลผลิตจากไม้ยางพารา ทำรายได้จากการส่งออกให้กับประเทศคิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 135,280 ล้านบาท แยกเป็นมูลค่าการส่งออกยางในรูปวัตถุดิบ 58,703 ล้านบาท ผลผลิตยางพารา 48,496 ล้านบาท และผลผลิตไม้ยางพารา 28,081 ล้านบาท ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตยางปี 2543 พบว่า มูลค่าการส่งออกยางปี 2544 เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.4 และเมื่อพิจารณาปริมาณการผลิตยางของประเทศไทยในปี 2544 มีจำนวนทั้งสิ้น 2.319 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 32 ของการผลิตยางทั้งหมดของโลก และปริมาณการส่งออกยางมี 2.042 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 40 ของการส่งออกยางทั้งหมดของโลก (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

ประเภทของยางธรรมชาติที่ประเทศไทยส่งออกมากที่สุดคือ ยางแผ่นรมควัน โดยมีอัตราการขยายตัวของผลผลิตร้อยละ 9.49 ในช่วงปี 2547-2548 (สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2549) โดยประเทศอุตสาหกรรมที่มีการใช้ยางธรรมชาติมากที่สุดคือ สหรัฐอเมริกา รองลงมาได้แก่ จีนและญี่ปุ่น และเมื่อพิจารณาการใช้ยางธรรมชาติของโลกในภาพรวม พบว่า การใช้ยางธรรมชาติของสหรัฐอเมริกามีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อราคายางธรรมชาติในตลาดโลก โดยเฉพาะยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสิงคโปร์ซึ่งเป็นตลาดซื้อขายยางหลักของโลก แม้ว่าความต้องการใช้ยางธรรมชาติทั่วโลกจะเพิ่มขึ้นและสต็อกยางธรรมชาติจะลดลง แต่ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสิงคโปร์ยังมีความไม่แน่นอน อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อราคาส่งออกยางแผ่นรมควันชั้น 3 ของประเทศไทยด้วย คือ ตั้งแต่ปี 2541 – 2548 ราคาส่งออกยางแผ่นรมควันชั้น 3 ของประเทศไทยมีการขึ้นลงตลอดเวลา โดยมีราคาใกล้เคียงกับราคายางแผ่นรมควัน

ชั้น 3 ในตลาดสิงคโปร์มาโดยตลอด ซึ่งรัฐบาลไทยได้มีนโยบายในการช่วยเหลือเกษตรกรทั้งทางด้านการพยุงและประกันราคายาง การเข้ามาแทรกแซงราคายาง แต่ นโยบายดังกล่าวเป็นเพียงการแก้ปัญหาเพียงชั่วคราวเท่านั้น ในที่สุดรัฐบาลไทย นำโดย ฯพณฯนายกรัฐมนตรีทักษิณ ชินวัตร ได้มีการจัดตั้งบริษัทร่วมทุนยางพารา ระหว่างไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย และคณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบเมื่อวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2545 ให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์นำโดยกรมวิชาการ เกษตรประสานงานกับประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย จัดตั้งบริษัทร่วมทุนยางพาราระหว่างประเทศขึ้น เพื่อดำเนินกิจกรรมด้านการตลาดยางโดยผลักดันให้ราคายางสูงขึ้นและมีเสถียรภาพอย่างยั่งยืน ทั้งนี้เนื่องจากทั้งสามประเทศมีส่วนแบ่งยางในตลาดโลกในปัจจุบันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 หากมีความร่วมมือในการบริหารจัดการอุปทานยางในตลาดโลกให้เหมาะสม จะสามารถผลักดันราคายางให้สูงขึ้นและมีเสถียรภาพได้ (สุรางค์, 2548)

ศักยภาพการผลิตยางของไทย ณ ปัจจุบันยังคงอยู่ในระดับที่สูง เมื่อเทียบกับประเทศผู้ผลิตอื่นโดยที่ไทยมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่ามาเลเซียแต่ใกล้เคียงกับอินโดนีเซีย ผลผลิตยางของไทยส่วนใหญ่เป็นยางแผ่นรมควันชั้น 3 ซึ่งมีคุณภาพดี ส่วนอินโดนีเซียและมาเลเซียผลิตยางแท่งที่มีคุณภาพดี แต่ถึงแม้ว่าจะมีแนวโน้มความต้องการใช้ยางแท่งสูงขึ้นก็ตาม ไทยก็สามารถปรับปรุงเทคนิคการผลิตยางแท่งให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดได้ แหล่งปลูกยางที่สำคัญอยู่ทางภาคใต้ แต่มีอัตราการขยายตัวต่ำ สำหรับแหล่งปลูกยางใหม่อยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกได้อีกมาก รวมทั้งไทยสามารถปรับรูปแบบการผลิตเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการใช้ในประเทศและส่งออกได้ อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าไทยจะมีศักยภาพด้านการส่งออก การใช้ภายในประเทศและการผลิต แต่ไทยก็ยังคงมีข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น โครงสร้างการผลิตยางของประเทศส่วนใหญ่เป็นส่วนยางขนาดเล็ก ต้นทุนการผลิตยางแผ่นดิบอยู่ในระดับสูง ขาดแคลนแรงงานที่มีความชำนาญในการกรีดยาง ขาดอำนาจการต่อรองเนื่องจากต้องพึ่งพาพ่อค้าคนกลาง ขาดข้อมูลข่าวสารที่รวดเร็วและถูกต้องด้านการตลาดและราคา ตลาดส่งออกของไทยยังแคบ อีกทั้งไทยยังไม่เป็นผู้นำทางด้านราคา เนื่องจากตลาดกลางยางพาราของไทยยังไม่สามารถพัฒนาให้เป็นตลาดล่วงหน้าได้ ทำให้การซื้อขายยางทั้งในและต่างประเทศต้องอิงราคาในตลาดอื่น ๆ เช่น ตลาดสิงคโปร์และตลาดญี่ปุ่น เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

ดังนั้นปัจจัยที่กำหนดราคาและปริมาณของการส่งออกยางพาราของไทย อันจะมีผลกระทบโดยตรงต่อรายได้ของชาวสวนยางไทย จึงเป็นประเด็นที่ควรจะได้ศึกษาวิเคราะห์เพื่อประโยชน์ต่อการนำข้อมูลข่าวสารที่ได้จากการพัฒนาตัวแบบไปใช้ในเชิงนโยบายการผลิตและส่งออกยางพาราของไทยให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย
2. เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบดุลยภาพ (Equilibrium Model) และตัวแบบไม่ดุลยภาพ (Disequilibrium Model) ของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

ขอบเขตการวิจัย

ในการศึกษาตัวแบบจำลองของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยนี้ มีขอบเขตของการศึกษา ดังนี้

1. ตัวแบบจำลองทางเศรษฐมิติที่ใช้ศึกษา คือ ตัวแบบแบบสมการเกี่ยวเนื่องที่ใช้ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง (Structural Relation) และลดรูปเป็นสมการเดี่ยว (Single Equation Model) ชนิดสมการเดี่ยว ทั้งกรณีตัวแบบดุลยภาพ (Equilibrium Model) และตัวแบบไม่ดุลยภาพ (Disequilibrium Model)

2. ข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนของปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของไทย (เมตริกตัน) ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ส่งออกที่กรุงเทพฯ โดเกียวก และสิงคโปร์ (บาท/กิโลกรัม) ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทย (เมตริกตัน) ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย (เมตริกตัน) อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์ สหรัฐ (บาท/ดอลลาร์สหรัฐ) และอัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย (%) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 จากสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนแรกเป็นแนวคิดทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ ส่วนที่สองเป็นวิธีการทางสถิติที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่สามเป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และส่วนที่สี่เป็นรูปแบบจำลองที่จะใช้ในการศึกษา

แนวคิดทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์

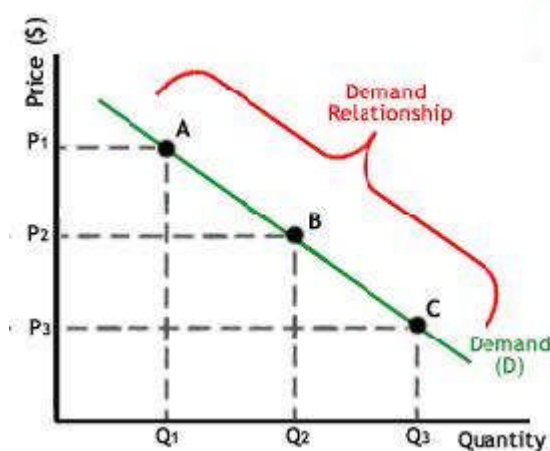
1. ทฤษฎีอุปสงค์ (Demand Theory)

อุปสงค์ (Demand) หมายถึง ปริมาณสินค้าที่ผู้บริโภคหรือผู้ซื้อยินดีซื้อที่ระดับราคาต่าง ๆ กัน โดยที่ไม่มีปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภค (Bade and Parkin, 2005)

กฎของอุปสงค์ (Law of Demand)

Bade and Parkin (2005) ได้ให้นิยามอุปสงค์ไว้ว่า “เมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่ หากราคาของสินค้าชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้น ปริมาณอุปสงค์ของสินค้าชนิดนั้นจะลดลง และหากราคาของสินค้าชนิดหนึ่งลดลง ปริมาณอุปสงค์ของสินค้าชนิดนั้นจะเพิ่มขึ้น”

จากกฎของอุปสงค์ข้างต้น หากราคาเครื่องคอมพิวเตอร์พกพา (P_{lam}) ลดลง โดยที่ปัจจัยอื่นคงที่ คนจะซื้อสินค้านี้ใช้มากขึ้น และหากราคาคู่สมการแข่งขันฟุตบอลเพิ่มขึ้น ขณะที่ปัจจัยอื่นคงที่ คนจะซื้อตัวลดลง การเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงในปริมาณอุปสงค์ (Quantity Demand) ซึ่งแสดงได้ด้วยกราฟ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงเส้นอุปสงค์

ที่มา: CoryJ (2006)

แต่ในความเป็นจริงยังมีปัจจัยอื่นที่มีส่วนกำหนดปริมาณสินค้าที่ผู้บริโภคยินดีซื้อ และถ้ามีการเปลี่ยนแปลงในปัจจัยเหล่านี้ ผู้บริโภคจะเปลี่ยนแปลงปริมาณการซื้อสินค้า ณ ระดับราคาเดียวกัน เรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า **การเปลี่ยนแปลงระดับอุปสงค์ (Change in Demand)**

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุปสงค์ มีดังนี้

1. ราคาของสินค้าที่เกี่ยวข้อง การเปลี่ยนแปลงในราคาของสินค้าชนิดหนึ่ง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับอุปสงค์ของสินค้าอื่นที่มีความเกี่ยวข้องกัน คือ อาจจะเป็นสินค้าที่ใช้ทดแทน หรือเป็นสินค้าที่ใช้ประกอบกับสินค้านั้น **การใช้ทดแทนกันได้ (substitute)** ของสินค้า หมายถึง ผู้บริโภคสามารถบริโภคสินค้าชนิดหนึ่งแทนสินค้าอีกชนิดหนึ่งได้ เช่น บริโภคเค้กช็อกโกแลตแทนเค้กเนย เดินทางโดยแท็กซี่แทนการเดินทางโดยรถไฟ ผู้บริโภคน้ำขวดแทนเครื่องดื่มบำรุงกำลัง **การใช้ประกอบกัน (complement)** ของสินค้า หมายถึง การบริโภคสินค้าชนิดหนึ่งร่วมกับสินค้าอีกชนิดหนึ่ง อาทิ กาแฟร่วมกับครีมและน้ำตาล ใช้บริการสระผมร่วมกับบริการเปลี่ยนสีผม และต้องการบริโภคน้ำขวดร่วมกับการใช้บริการจากศูนย์ฟิตเนส

1.1 การเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าทดแทนกัน (change in the price of a substitute)

อุปสงค์ของสินค้าหนึ่งจะเพิ่มขึ้น หากราคาของสินค้าที่ใช้ทดแทนกันได้เพิ่มขึ้น และอุปสงค์ของสินค้าชนิดหนึ่งลดลง เมื่อราคาของสินค้าที่ใช้ทดแทนกันได้ชนิดหนึ่งได้ลดลง นั่นคืออุปสงค์ของสินค้าชนิดหนึ่งและราคาของสินค้าที่ใช้ทดแทนกันได้จะมีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน (same direction) เช่น แอปเปิ้ลและกล้วยโกแลตเป็นสินค้าทดแทนกัน ทำให้อุปสงค์ของแอปเปิ้ลจะเพิ่มขึ้นเมื่อราคาของกล้วยโกแลตเพิ่มขึ้น

1.2 การเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าที่ใช้ประกอบกัน (change in the price of a complement)

อุปสงค์ของสินค้าชนิดหนึ่งจะลดลง เมื่อราคาของสินค้าอีกชนิดที่ใช้ประกอบกันเพิ่มขึ้น และอุปสงค์ของสินค้าชนิดหนึ่งจะเพิ่มขึ้น เมื่อราคาของสินค้าอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ประกอบกันลดลง นั่นคืออุปสงค์ของสินค้าชนิดหนึ่งและราคาของสินค้าอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ประกอบกันจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม (opposite direction) ตัวอย่างของสินค้าที่ใช้ประกอบกันเช่น กาแฟและครีมเทียม จะเห็นว่าอุปสงค์ของครีมเทียมจะลดลงเมื่อราคากาแฟเพิ่มขึ้น

2. รายได้ สินค้าชนิดหนึ่งจะเรียกได้ว่าเป็นสินค้าปกติ (normal goods) หากการเพิ่มขึ้นของ

รายได้ทำให้อุปสงค์ของสินค้าเพิ่มขึ้น และการลดลงของรายได้ทำให้อุปสงค์ของสินค้านั้นลดลง ตัวอย่างเช่น ผู้บริโภคจะซื้อข้าวมากขึ้นเมื่อรายได้เพิ่มขึ้น ข้าวจะเป็นสินค้าปกติ ซึ่งสินค้าส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นสินค้าปกติ ส่วนสินค้าอีกชนิดหนึ่งเรียกว่าสินค้าด้อย (inferior goods) สำหรับสินค้าด้อยนั้นการเพิ่มขึ้นของรายได้จะทำให้อุปสงค์ของสินค้าลดลง หรือการลดลงของรายได้จะทำให้อุปสงค์ของสินค้าเพิ่มขึ้น เช่นเมื่อรายได้ของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น จะซื้อกล่องพลาสติกบรรจุไข่ของลดลงและซื้อไข่สำหรับวางหนังสือมากขึ้น กล่องพลาสติกไข่ของจะเป็นสินค้าด้อย

3. การคาดการณ์ การคาดการณ์เกี่ยวกับรายได้และราคาสินค้าในอนาคตจะมีผลกระทบ

ต่ออุปสงค์ เช่น หากผู้บริโภคคาดว่าจะได้งานที่มีรายได้ดีในช่วงปิดเทอม ผู้บริโภคจึงไปเที่ยวต่างจังหวัด อุปสงค์ของการเดินทางช่วงวันหยุดจะเพิ่มขึ้น หรือหากผู้บริโภคคาดการณ์ว่าราคาของบะหมี่จะแพงขึ้นในสัปดาห์หน้า ผู้บริโภคย่อมจะซื้อบะหมี่จำนวนมากขึ้นเพื่อกักตุนไว้ ดังนั้นอุปสงค์ของบะหมี่ของผู้บริโภคในเวลานี้จะเพิ่มขึ้น

4. จำนวนผู้ซื้อ หากในตลาดยังมีผู้ซื้อมาก อุปสงค์ก็จะยิ่งมากขึ้น เช่น ในเขตเมืองใหญ่ ๆ ที่มีผู้คนจำนวนมาก อุปสงค์ของที่จอดรถ อุปสงค์ของภาพยนตร์ และอุปสงค์ของน้ำขวดย่อมมีมากกว่าในเมืองเล็ก ๆ

5. ความชอบ ความชอบเป็นสิ่งที่มิอิทธิพลต่ออุปสงค์ของสินค้า เมื่อความชอบในสินค้าชนิดหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป อุปสงค์ของสินค้านั้นจะเพิ่มขึ้นและอุปสงค์ของสินค้าอื่นที่ใช้แทนกันได้จะลดลง เช่นเมื่อคนได้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับอันตรายต่อสุขภาพจากยาสูบ ความชอบหรือรสนิยมจะเปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงในความชอบทำให้อุปสงค์ของบุหรี่ลดลงแต่จะทำให้อุปสงค์ของแผ่นนิโคติน (nicotine patches) ซึ่งใช้เพื่อลดการสูบบุหรี่เพิ่มขึ้น เป็นต้น ความชอบในสินค้าหนึ่งเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีสินค้าใหม่เกิดขึ้น เช่น มีเทคโนโลยีของ MP3 ทำให้อุปสงค์ของซีดีลดลง และอุปสงค์การให้บริการอินเทอร์เน็ตและคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเพิ่มขึ้น

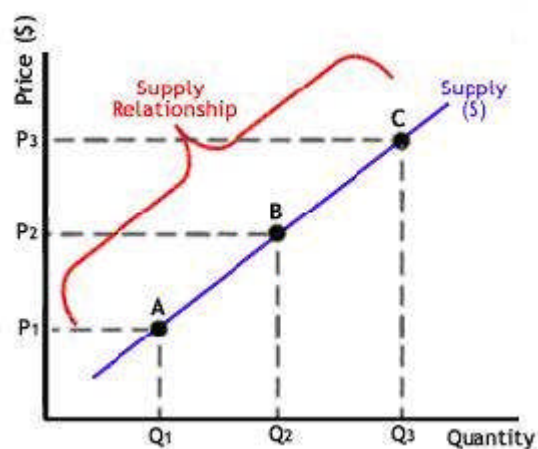
2. ทฤษฎีอุปทาน (Supply Theory)

อุปทาน (supply) หมายถึง ปริมาณสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งที่ผู้ผลิตหรือผู้ขายยินดีเสนอขาย ณ ระดับราคาที่เป็นอยู่ในขณะนั้น ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ณ สถานที่ใดสถานที่หนึ่ง (Bade and Parkin, 2005)

กฎของอุปทาน (law of supply)

Bade and Parkin (2005) ได้นิยามกฎของอุปทานไว้ว่า “เมื่อปัจจัยอื่นคงที่ หากราคาสินค้าชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้น ปริมาณอุปทานของสินค้านั้นจะเพิ่มขึ้น และหากราคาของสินค้าชนิดนั้นลดลง ปริมาณอุปทานของสินค้าชนิดนั้นจะลดลง”

ดังนั้นกฎของอุปทานแสดงให้เห็นว่าเมื่อปัจจัยอื่นไม่เปลี่ยนแปลง หากราคาของน้ำขวดสูงขึ้นผู้ผลิตจะเสนอขายน้ำขวดมากขึ้น หากราคาของแผ่นซีดีลดลง บริษัทผลิตซีดีย่อมเสนอขายซีดีจำนวนน้อยลง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงเส้นอุปทาน

ที่มา: CoryJ (2006)

การที่ผู้ผลิตหรือผู้ขายสินค้า จะนำสินค้าออกมาขายสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาได้มากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุปทาน มีดังนี้

1. ราคาของสินค้าที่เกี่ยวข้อง เมื่อราคาสินค้าชนิดหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้อุปทานของสินค้าที่มีความเกี่ยวข้องกันเปลี่ยนแปลง สินค้าที่เกี่ยวข้องกันอาจจะเป็นสินค้าที่ทดแทนกันได้ในการผลิตหรือใช้ประกอบกันในการผลิต การทดแทนกันได้ในการผลิต (substitute in production) ของสินค้า หมายถึงมีสินค้าอีกชนิดหนึ่งซึ่งสามารถผลิตแทนกันได้ เช่น โรงงานผลิตเสื้อฟ้าสามารถเลือกผลิตได้ทั้งกางเกงยีนส์และกางเกงผ้า หรือโรงงานทำไอศกรีมสามารถเลือกทำได้ทั้งไอศกรีมคุกกี้และไอศกรีมช็อกโกแลตชิพ การประกอบกันในการผลิต (complement in production) ของสินค้าหมายถึงสินค้าอีกชนิดหนึ่งที่สามารถผลิตได้พร้อม ๆ กัน อาทิ หนึ่งเป็นผลผลิตที่ได้มาพร้อมกับการผลิตเนื้อ และฟางข้าวเป็นผลผลิตที่ได้มาพร้อมกับการผลิตข้าว

1.1 การเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าที่ทดแทนกันได้ในการผลิต (change in the price of a substitute in production) อุปทานของสินค้าชนิดหนึ่งจะลดลง เมื่อราคาของสินค้าชนิดอื่นที่ใช้ทดแทนกันได้ในการผลิตเพิ่มขึ้น และอุปทานของสินค้าชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้น เมื่อราคาของสินค้าอีก

ชนิดที่ใช้ทดแทนกันได้ในการผลิตลดลง ดังนั้น อุปทานของสินค้าชนิดหนึ่งและราคาของสินค้าอีกชนิดที่ใช้ทดแทนกันได้ในการผลิตจะเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงกันข้าม (opposite direction) ตัวอย่างเช่น โรงงานผลิตเสื้อผ้าแห่งหนึ่งสามารถผลิตได้ทั้งกางเกงผ้าและกางเกงยีนส์ ดังนั้นสินค้าทั้งสองจึงเป็นสินค้าที่ทดแทนกันได้ในการผลิต อุปทานของกางเกงผ้าจะลดลงเมื่อราคาของการเกงยีนส์เพิ่มขึ้น

1.2 การเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าที่ประกอบกันในการผลิต (change in the price of a complement in production) อุปทานของสินค้าชนิดหนึ่งจะเพิ่มขึ้น หากราคาของสินค้าอื่นที่ประกอบกันในการผลิตเพิ่มขึ้น และอุปทานของสินค้าชนิดหนึ่งจะลดลง หากราคาของสินค้าอีกชนิดหนึ่งที่ประกอบกันในการผลิตลดลง ดังนั้นอุปทานของสินค้าชนิดหนึ่งและราคาของสินค้าอีกชนิดหนึ่งที่ประกอบกันในการผลิตจะเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน (same direction) อย่างเช่น เมื่อโรงฆ่าสัตว์ผลิตเนื้อวัว ย่อมผลิตหนังฟอกด้วย นั่นคือสินค้า 2 ชนิดนี้จึงเป็นสินค้าประกอบกันในการผลิต อุปทานของหนังฟอกจะเพิ่มขึ้นเมื่อราคาของเนื้อวัวเพิ่มขึ้น

2. ราคาของปัจจัยการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต อุปทานจะเปลี่ยนแปลงเมื่อราคาของปัจจัยการผลิตหรือวัตถุดิบที่ใช้ผลิตสินค้าชนิดนั้นเปลี่ยนแปลง เหตุผลเนื่องมาจากราคาระหว่างการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตล้วนแล้วแต่เป็นต้นทุนในการผลิต และหากต้นทุนในการผลิตสินค้ายิ่งสูงเท่าใด ปริมาณอุปทานของสินค้า ณ แต่ละระดับราคาจะยิ่งน้อยลง (เมื่อปัจจัยอื่นคงที่) เช่น หากอัตราค่าจ้างของแรงงานใน โรงงานผลิตขวดเพิ่มขึ้นย่อมทำให้ต้นทุนการผลิตขวดเพิ่มขึ้น ย่อมทำให้ต้นทุนการผลิตขวดเพิ่มขึ้น ดังนั้น อุปทานของน้ำขวดจะลดลง

3. การคาดการณ์เกี่ยวกับราคาสินค้าในอนาคตมีผลต่ออุปทานอย่างมาก ตัวอย่างผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ในเมือง Salt Lake คาดว่าราคาของคอนโดมิเนียมจะสูงขึ้นในช่วงฤดูหนาว ค.ศ. 2002 เมื่อมีการจัดแข่งขันกีฬาโอลิมปิก จึงวางแผนที่จะขายคอนโดมิเนียมหลังจากที่ได้ปรับตัวสูงขึ้นแล้ว แทนที่จะขายในเวลานั้น การกระทำเช่นนี้ทำให้อุปทานของคอนโดมิเนียมที่เมืองหลวงก่อนปี 2002 น้อยลง นอกจากนี้การคาดการณ์ราคาของปัจจัยการผลิตในอนาคตมีผลต่ออุปทานเช่นกัน ตัวอย่าง หากผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์คาดว่าค่าจ้างแรงงานจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงปีหน้า ก็อาจสร้างคอนโดมิเนียมจำนวนมากในช่วงปีนี้ก่อนที่ค่าจ้างจะเพิ่มขึ้น การกระทำลักษณะนี้ทำให้อุปทานของคอนโดมิเนียมในปัจจุบันเพิ่มขึ้น

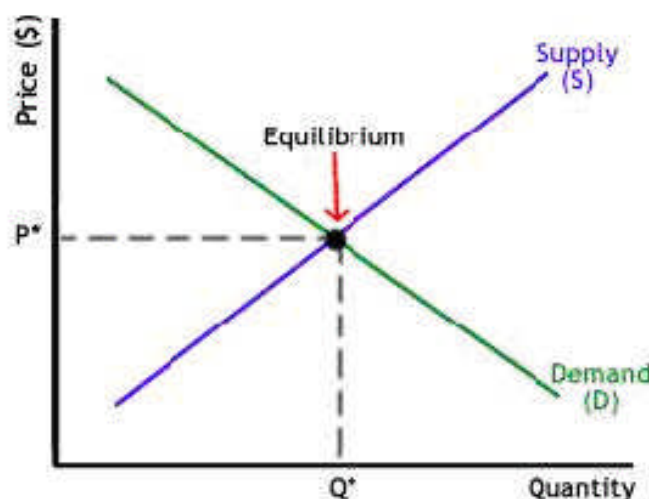
4. จำนวนผู้ขาย หากมีจำนวนผู้ขายในตลาดจำนวนมากมาย่อมทำให้มีอุปทานมากด้วย เช่นหากมีผู้ขายรายใหม่จำนวนมากสร้างโรงงานน้ำขวด อุปทานของน้ำขวดจะมากขึ้น

5. ผลผลิต (productivity) คือผลผลิตต่อหน่วยของปัจจัยการผลิต การเพิ่มขึ้นของผลผลิตในการผลิต ทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลงและทำให้อุปทานมากขึ้น ส่วนการลดลงของผลผลิตส่งผลในทางตรงกันข้าม คือทำให้อุปทานลดลง การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีมีผลโดยตรงต่อผลผลิต ตัวอย่างเช่น ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ส่งผลให้ต้นทุนของคอมพิวเตอร์ลดลงและอุปทานของคอมพิวเตอร์เพิ่มขึ้น สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติเช่นสภาพอากาศมีผลต่อผลผลิตของฟาร์มและทำให้อุปทานของผลผลิตทางการเกษตรเปลี่ยนแปลง

3. แบบจำลองดุลยภาพ (Equilibrium model)

แบบจำลองดุลยภาพ คือ ปริมาณการเสนอซื้อและเสนอขายเท่ากันพอดี และจุดดุลยภาพ (Equilibrium) แสดงระดับราคาสินค้า และปริมาณเสนอซื้อและเสนอขายที่เท่ากัน (McChern, 2006)

$$Q^S = Q^D$$



ภาพที่ 3 แสดงแบบจำลองดุลยภาพ

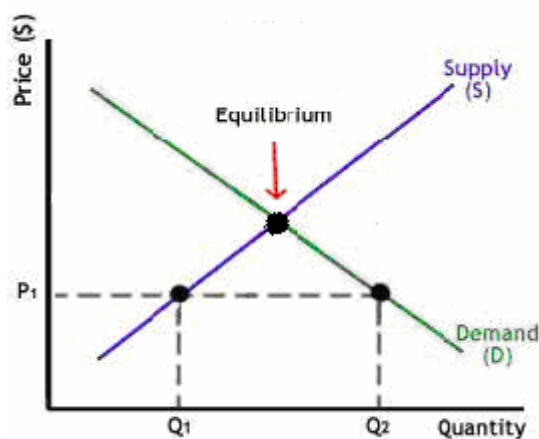
ที่มา: CoryJ (2006)

4. แบบจำลองไม่ดุลยภาพ (Disequilibrium model)

แบบจำลองไม่ดุลยภาพ คือ ราคาสินค้าและปริมาณเสนอซื้อและเสนอขายไม่เท่ากัน (Mcchern, 2006)

4.1 อุปสงค์ส่วนเกิน (Exceed Demand)

อุปสงค์ส่วนเกินเกิดขึ้นเมื่อราคาสินค้าอยู่ต่ำกว่าจุดดุลยภาพ เนื่องจากราคาสินค้าต่ำ ทำให้มีผู้บริโภคจำนวนมากต้องการสินค้าจากผู้ผลิต ทำให้เกิดการขาดแคลนสินค้า ดังภาพที่ 4

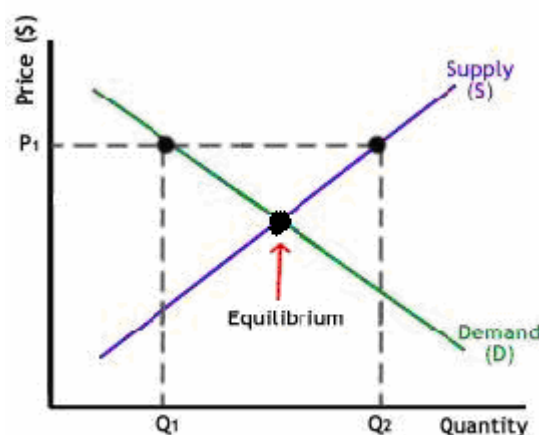


ภาพที่ 4 แสดงอุปสงค์ส่วนเกิน (Exceed Demand)

ที่มา: CoryJ (2006)

4.2 อุปทานส่วนเกิน (Exceed Supply)

เมื่อมีการกำหนดราคาสินค้าสูง จะทำให้เกิดอุปทานส่วนเกินภายในเศรษฐกิจ และสินค้าจะมีการจัดสรรที่ไม่มีประสิทธิภาพ กล่าวคือ เมื่อมีการกำหนดราคาไว้สูง ทำให้ผู้ผลิตผลิตสินค้าจำนวนมาก ซึ่งผู้ผลิตคิดว่าจะทำกำไรเพิ่มขึ้น แต่ผู้บริโภคกลับบริโภคสินค้านั้นน้อยลง เนื่องจากราคาสินค้าสูงมาก ทำให้สินค้าชนิดนั้นถูกสนใจน้อยลง ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงอุปทานส่วนเกิน (Exceed Supply)

ที่มา: CoryJ (2006)

5. เศรษฐมิติ (Econometrics)

เศรษฐมิติเป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณที่นำทฤษฎีเศรษฐศาสตร์มาใช้ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แล้วประยุกต์ทฤษฎีสถิติในการประมาณค่าพารามิเตอร์ และทดสอบสมมติฐานเพื่อเป็นการยืนยันด้วยเชื่อมั่นในเชิงสถิติ ก่อนที่จะตัดสินใจนำตัวแบบจำลองนั้นนำไปใช้ประโยชน์ในการทำนายหรือพยากรณ์ต่อไป ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนละเอียด 5 ขั้นตอน (Gujarati, 1995) คือ

5.1 สมมติฐานหรือแนวคิดทางด้านเศรษฐศาสตร์ (Statement of Theory or Hypothesis)

เช่น สมมติฐานของ Keynes ที่ว่า เมื่อคนมีรายได้เพิ่มขึ้น (income $\uparrow$) ก็จะบริโภคเพิ่มขึ้น (consumption $\uparrow$) แต่จะไม่บริโภคเกินกว่ารายได้ที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น

5.2 การแปลงสมมติฐานหรือทฤษฎีให้อยู่รูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

(Mathematical Model) จากข้อ 5.1 จะเห็นว่า การบริโภคนั้นถูกกำหนดโดยระดับของรายได้ นั่นคือ Y เป็นฟังก์ชันของ X หรือ $Y = f(X)$ โดยที่ $Y = \text{consumption}$ และ $X = \text{income}$ ถ้าการบริโภคและรายได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง สมการความสัมพันธ์จะเขียนแสดงได้ดังสมการ

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i \quad ; \quad 0 < \beta_1 < 1 \quad (1)$$

ทั้งนี้พารามิเตอร์ (Parameters) ของตัวแบบความสัมพันธ์ คือ β_0 (intercept) บ่งชี้ถึงการบริโภคเริ่มต้นเมื่อคนมีรายได้เท่ากับ 0 และ β_1 (slope) อธิบายการเปลี่ยนแปลงของการบริโภค เมื่อรายได้มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น/ลดลง 1 หน่วย

5.3 แปลงตัวแบบจำลองในข้อ 5.2 ให้อยู่รูปของแบบจำลองทางเศรษฐมิติ (Econometric Model) จากสมการที่ (1) เขียนสมการความสัมพันธ์ในรูปของเศรษฐมิติได้ดังสมการ (2)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad \text{โดยที่ } \varepsilon_i = \text{error term และ } \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (2)$$

ในการแสดงความสัมพันธ์เชิงเศรษฐมิติ การเขียนสมการจะมีค่าความคลาดเคลื่อน (error term) ปรากฏเสมอ เนื่องจากความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์นั้นถือเป็นความสัมพันธ์ที่แน่นอนตายตัวไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น (exact relationship) ขณะที่ในทางเศรษฐมิตินั้นความสัมพันธ์ระหว่างรายได้และการบริโภคของคนแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันเสมอ ซึ่งค่าความแตกต่างของแต่ละบุคคลนี้จะถูกแสดงโดยค่าของความคลาดเคลื่อน

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล (data collection) เพื่อนำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ข้อมูลและความถูกต้องของข้อมูลถือได้ว่าเป็นความสำคัญอย่างมากต่อการวิเคราะห์ในทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นการได้มาซึ่งข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล จึงจำเป็นที่จะต้องแน่ใจได้ว่าข้อมูลนั้นๆ มีความถูกต้องหรือเป็นข้อมูลซึ่งสามารถสะท้อนภาพแห่งความเป็นจริงที่เกิดขึ้นได้อย่างตรงไปตรงมาและไม่มีความเอนเอียงหรืออคติ

5.5 การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation) ของแบบจำลองเศรษฐมิติ หลังจากที่ได้กำหนดตัวแบบจำลองทางเศรษฐมิติแล้ว จะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ คือ β_0 และ β_1 โดยอาศัยข้อมูลและวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม เช่น สมการ (2) ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Ordinary Least Square: OLS) ได้ตัวแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างง่ายโดยประมาณตามสมการ (3)

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i \quad (3)$$

เช่น
$$\hat{Y}_i = 500 + 0.72X_i \quad (4)$$

โดยที่ X_i แทน รายได้ต่อเดือน (บาท)

Y_i แทน ค่าใช้จ่ายในการบริโภคต่อเดือน (บาท)

$\hat{Y}_i$ แทน ค่าประมาณค่าใช้จ่ายในการบริโภคต่อเดือน Y_i ณ ที่รายได้ X_i

b_0 แทน ค่าประมาณค่าใช้จ่ายในการบริโภคเริ่มต้นต่อเดือน เมื่อรายได้เท่ากับ 0 บาท

b_1 แทน ค่าประมาณของ β_1 ที่บอกขนาดการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายในการบริโภคต่อเดือน เมื่อรายได้เปลี่ยนแปลงไป 1 บาท

จากสมการ (4) b_0 มีค่าเท่ากับ 500 หมายความว่า โดยทั่วไป ถ้าผู้บริโภคมีรายได้เท่ากับ 0 บาทต่อเดือน ก็จะมีค่าใช้จ่ายในการบริโภคเกิดขึ้นอย่างต่ำเท่ากับ 500 บาทต่อเดือน ส่วน b_1 มีค่าเท่ากับ 0.72 แสดงให้เห็นว่า เมื่อผู้บริโภค มีรายได้เพิ่มขึ้น 1 บาทต่อเดือน ก็จะส่งผลให้มีการบริโภคเพิ่มขึ้น 0.72 บาทต่อเดือน

5.6 การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) จากตัวอย่างที่ได้นำเสนอจะเห็นได้ว่า ค่าประมาณของ β_1 มีค่าเท่ากับ 0.72 (b_1) ซึ่งในทางสถิติจำเป็นต้องมีการทดสอบสมมติฐาน เพื่อที่จะยืนยันว่าค่าดังกล่าวมีค่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่

5.7 การพยากรณ์หรือการคาดการณ์ค่าในอนาคต (Forecasting or Prediction) สำหรับแบบจำลองที่ผ่านขั้นตอน 5.1–5.6 และได้รับการทดสอบยืนยันว่าเป็นไปตามแนวคิดหรือทฤษฎีในทางเศรษฐศาสตร์แล้ว ก็สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์หรือคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคต เช่น หากว่าในปี 2546 ผู้บริโภคจะมีระดับของรายได้เพิ่มขึ้นเป็น 15,000 บาทต่อเดือน ก็จะคาดการณ์ได้ว่าระดับการบริโภคของผู้บริโภคควรจะประมาณได้เท่ากับ 11,300 บาทต่อเดือน

$$\hat{Y}_i = 500 + 0.72 \times 15,000$$

5.8 การใช้ประโยชน์จากแบบจำลองเพื่อการควบคุมและการกำหนดนโยบาย (control or policy purposes) สมมติว่าแบบจำลองการบริโภคที่ประมาณขึ้นมามีความถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพทางเศรษฐกิจที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้ ดังนั้นหากรัฐบาลไทยเชื่อว่า ณ ระดับการบริโภคของคนในกรุงเทพฯ อยู่ที่ 20,000 บาทต่อเดือน ($\hat{Y}_i$) จะมีผลทำให้อัตราการว่างงานของประเทศอยู่ในระดับต่ำสุด รัฐบาลก็ควรที่จะใช้นโยบายทางด้านการเงินและการคลังเพื่อกระตุ้นให้เกิดการสร้าง

งานและต้องทำให้คนไทยทั่วไปมีรายได้เฉลี่ย ($\bar{X}_i$) อยู่ที่ 27,083.33 บาทต่อเดือน
 $(20,000 = 500 + 0.72X_i)$ เป็นต้น

วิธีการทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

1. ระบบสมการเกี่ยวเนื่อง (Simultaneous Equations Systems)

ข้อมูลทางเศรษฐกิจส่วนใหญ่เป็นข้อมูลที่ไม่ได้มาจากการทดลอง ดังนั้น ปัจจัยสองปัจจัยใด ๆ ณ เวลาหนึ่ง อาจมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในลักษณะ 2 ทิศทาง โดยที่อาจเป็นความสัมพันธ์ทางตรงหรือความสัมพันธ์ทางอ้อมที่ผ่านตัวแปรกลาง ระบบสมการเช่นนี้เรียกว่า “ระบบสมการเกี่ยวเนื่อง” ตัวอย่าง ราคาสินค้าถูกกำหนดด้วยปริมาณอุปสงค์และอุปทานในตลาด ขณะเดียวกันปริมาณอุปสงค์และอุปทานก็ขึ้นอยู่กับราคาในขณะนั้น

แบบจำลองเชิงเส้น (linear model) ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง (structural relation) ของระบบสมการเกี่ยวเนื่อง สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ (Greene, 2000)

$$\beta_{11}y_{t1} + \beta_{21}y_{t2} + \dots + \beta_{G1}y_{tG} + \gamma_{11}x_{t1} + \dots + \gamma_{K1}x_{tK} = \mu_{t1}$$

$$\beta_{11}y_{t1} + \beta_{21}y_{t2} + \dots + \beta_{G1}y_{tG} + \gamma_{11}x_{t1} + \dots + \gamma_{K1}x_{tK} = \mu_{t1}$$

.

.

.

$$\beta_{1G}y_{t1} + \beta_{2G}y_{t2} + \dots + \beta_{GG}y_{tG} + \gamma_{1K}x_{t1} + \dots + \gamma_{KG}x_{tK} = \mu_{tG}$$

เมื่อ y_{ti} คือ ตัวแปรภายในระบบ (endogenous variables) ตัวที่ i ณ เวลาที่ t โดยที่

$$i = 1, 2, \dots, G$$

x_{ti} คือ ตัวแปรภายนอกในระบบ (exogenous variable) หรือตัวแปรก่อนหน้า (lag variable) ของตัวแปรในระบบ ตัวที่ i ณ เวลาที่ t โดยที่ $i = 1, 2, \dots, K$ ทั้งหมดเรียกว่าเป็นกลุ่มของตัวแปรที่ถูกกำหนดขึ้นมาก่อนหน้า (class of predetermined variables)

μ_{ti} คือ ตัวรบกวน (disturbances) ตัวที่ i ณ เวลาที่ t ของ y_{ti} โดยที่ $i = 1, 2, \dots, G$

β_i คือ สัมประสิทธิ์ของ y_{ti}

γ_i คือ สัมประสิทธิ์ของ x_{ti}

คำว่าตัวแปรในระบบนั้นหมายถึง ตัวแปรที่ถูกกำหนดโดยปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันพร้อมๆ กันในเวลาเดียวกัน ส่วนตัวแปรนอกระบบ (exogenous variables) โดยทั่วไปแล้วก็คือตัวแปรที่ถูกกำหนดมาจากข้างนอกแบบจำลองซึ่งแบบจำลองไม่สามารถมีอิทธิพลต่อตัวแปรนอกระบบนี้ได้ และ ไม่มีความสัมพันธ์กับเทอมของความคลาดเคลื่อน (Johnston, 1997)

แบบจำลองนี้ก็คือทฤษฎีที่อธิบายการกำหนดตัวแปรตามร่วมกัน (jointly dependent variables) y_{it} ($i = 1, 2, \dots, G$ และ $t = 1, \dots, n$) ในเทอมของตัวแปรที่ถูกกำหนดก่อนหน้านี้ (predetermined variables) X_{it} ($i = 1, 2, \dots, K$ และ $t = 1, \dots, n$) และตัวรบกวน (disturbances) μ_{it} ($i = 1, 2, \dots, G$ และ $t = 1, \dots, n$)

แบบจำลอง simultaneous-equation model สามารถเขียนในรูปของเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} y_1 & y_2 & \cdot & \cdot & \cdot & y_G \end{bmatrix}_t \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \beta_{1G} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \beta_{2G} \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ \beta_{G1} & \beta_{G2} & \cdot & \cdot & \cdot & \beta_{GG} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \gamma_{1G} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \gamma_{2G} \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ \gamma_{K1} & \gamma_{K2} & \cdot & \cdot & \cdot & \gamma_{KG} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \cdot & \cdot & \cdot & x_K \end{bmatrix}_t = \begin{bmatrix} \mu_1 & \mu_2 & \cdot & \cdot & \cdot & \mu_G \end{bmatrix}_t$$

หรือ

$$y_t' B + x_t' \Gamma = \mu_t'$$

โดยที่ $B = G \times G$ เมทริกซ์ของสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในระบบ (endogenous variables)

$\Gamma = K \times G$ เมทริกซ์ของสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ถูกกำหนดก่อนหน้านี้

predetermined variables)

กำหนดให้ B เป็นเมทริกซ์ที่มีลักษณะไม่เอกฐาน (nonsingular) ตัวแบบลดรูป (reduced form) ของแบบจำลอง ดังนี้

$$y'_t = -x'_t \Gamma B^{-1} + \mu'_t B^{-1}$$

$$= x'_t \Pi + v'_t$$

หรือ

$$\begin{bmatrix} y_1 & y_2 & \cdot & \cdot & \cdot & y_G \end{bmatrix}_t = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \cdot & \cdot & \cdot & x_K \end{bmatrix}_t \begin{bmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \pi_{1G} \\ \pi_{21} & \pi_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \pi_{2G} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \pi_{K1} & \pi_{K2} & \cdot & \cdot & \cdot & \pi_{KG} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_1 & v_2 & \cdot & \cdot & \cdot & v_G \end{bmatrix}_t$$

โดยที่ $\Pi = K \times G$ เมทริกซ์ของสัมประสิทธิ์ของรูปแบบลดรูป (reduced-form coefficients)

$v'_t = 1 \times G$ เมทริกซ์ของตัวรบกวนของแบบจำลองลดรูป (reduced form)

$$\Pi = -\Gamma B^{-1}$$

$$v'_t = \mu'_t B^{-1}$$

2. ปัญหาความเป็นเอกลักษณ์ (Identification Problem)

ปัญหาความเป็นเอกลักษณ์ เป็นปัญหาเกี่ยวกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแทน เพื่อให้ได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์ทุกค่าที่เป็นเอกลักษณ์ (identified) ตัวแบบใดก็ตามที่มีความเป็นเอกลักษณ์ก็ต่อเมื่อพารามิเตอร์ของตัวแทนทุกตัวสามารถประมาณค่าได้จากข้อมูล ถ้าไม่สามารถหาค่าประมาณดังกล่าวได้จะเรียกสมการนั้นว่า ไม่มีความเป็นเอกลักษณ์ (unidentified หรือ under identified) และสมการที่มีความเป็นเอกลักษณ์มีนั้นยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สมการที่ให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ทุกค่าได้เพียงหนึ่งชุดคำตอบ (just identified) และสมการที่ให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์มากกว่าหนึ่งชุดคำตอบ (over identified) ซึ่งก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้น ต้องทำการตรวจสอบความเป็นเอกลักษณ์ก่อน มิฉะนั้นจะไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์บางตัวได้อย่างมีเอกลักษณ์

วิธีการตรวจสอบความเป็นเอกลักษณ์

2.1 order condition (Johnston, 1997) เงื่อนไขที่จำเป็น (necessary condition) สำหรับสมการหนึ่ง ๆ ในระบบสมการเกี่ยวเนื่องที่จะเรียกว่าเอกลักษณ์ก็ต่อเมื่อ

$$K' \geq G - 1$$

โดยที่ K' = จำนวนตัวแปรภายนอกของระบบสมการเกี่ยวเนื่องนั้นที่ไม่ได้อยู่ในสมการที่กำลังพิจารณา

G = จำนวนตัวแปรในทั้งหมดของระบบสมการเกี่ยวเนื่อง

เนื่องจาก order condition นี้เป็นเพียงเงื่อนไขที่ระบุว่าสมการที่กำลังพิจารณามีความเป็นเอกลักษณ์หรือไม่เท่านั้น ดังนั้นในบางกรณีแม้ว่าสมการหนึ่ง ๆ อาจจะมีคุณสมบัติผ่านเงื่อนไขของ order condition แต่อาจจะไม่เพียงพอที่จะกล่าวได้ว่าสมการนั้นมีความเป็นเอกลักษณ์ก็เป็นได้ โดย Johnston (1997) ได้สรุปเกี่ยวกับเงื่อนไข order condition ไว้ดังนี้

1. ถ้า $K' = G - 1$ สมการนี้จะมีลักษณะ exactly (หรือ just) identified
2. ถ้า $K' > G - 1$ สมการนี้จะมีลักษณะ over identified
3. ถ้า $K' < G - 1$ สมการนี้จะมีลักษณะ unidentified หรือ under identified

ดังตัวอย่าง $y_1 = \beta_1 + \beta_2 y_2 + \beta_3 y_3 + \beta_4 x_1 + \varepsilon_1$ (1)

$$y_2 = \alpha_1 + \alpha_2 y_1 + \alpha_3 x_1 + \alpha_4 x_2 + \alpha_5 x_3 + \alpha_6 x_4 + \varepsilon_2$$
 (2)

$$y_3 = \pi_1 + \pi_2 y_1 + \pi_3 y_2 + \pi_4 x_2 + \pi_5 x_3 + \pi_6 x_5 + \varepsilon_3$$
 (3)

จากระบบสมการข้างต้น มีตัวแปรภายในเท่ากับ 3 ($G = 3$) คือ y_1 , y_2 และ y_3 ดังนั้น

$$G - 1 = 3 - 1 = 2$$

สมการที่	K'	$K' \geq G - 1$	identified
1	4	$4 > 2$	Over identified
2	2	$2 = 2$	Just identified
3	2	$2 = 2$	Just identified

2.2 rank condition เป็นเงื่อนไขที่พอเพียง (sufficient condition) สำหรับการที่จะสรุปได้ว่าสมการหนึ่ง ๆ identified หรือไม่ และเป็น identified equation ชนิดใด โดยพิจารณาจาก rank ของเมทริกซ์ของสัมประสิทธิ์ของระบบสมการเกี่ยวเนื่อง (Greene, 2000) ดังตัวอย่าง

$$y_1 = \beta_1 + \beta_2 y_2 + \beta_3 y_3 + \beta_4 x_1 + \varepsilon_1$$

$$y_2 = \alpha_1 + \alpha_2 y_1 + \alpha_3 x_1 + \alpha_4 x_2 + \alpha_5 x_3 + \alpha_6 x_4 + \varepsilon_2$$

$$y_3 = \pi_1 + \pi_2 y_1 + \pi_3 y_2 + \pi_4 x_2 + \pi_5 x_3 + \pi_6 x_5 + \varepsilon_3$$

เขียนเมทริกซ์ของสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทั้งหมด

สมการที่	ตัวแปรภายใน			ตัวแปรภายนอก				
	y_1	y_2	y_3	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	*	*	*	*	0	0	0	0
2	*	*	0	*	*	*	*	0
3	*	*	*	0	*	*	0	*

ระบบสมการดังกล่าวจะ identified ก็ต่อเมื่อ rank ของเมทริกซ์ต้องเท่ากับ $G - 1$ จากตัวอย่างสมการข้างต้นมีตัวแปรภายในเท่ากับ 3 ($G = 3$) จะได้ว่าสมการในระบบจะ identified ก็ต่อเมื่อ rank เท่ากับ 2 กล่าวคือสมการหนึ่ง ๆ ต้องมีตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ในสมการนั้น (missing variable) อย่างน้อย 2 ตัวแปร

ดังนั้นสรุปได้ว่า สมการที่ 1 เป็น over identified เนื่องจากมีตัวแปรที่ไม่อยู่ในสมการ 1 อยู่ 4 ตัวแปร ($4 > \text{rank}$) สมการที่ 2 และ 3 เป็น just identified เนื่องจากมีตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ในสมการที่ 2 และ 3 เท่ากับ 2 ($2 = \text{rank}$)

3. Hausman Specification Test

เป็นวิธีการทดสอบตัวแปรทางขวามือของสมการ ว่าเป็นตัวแปรภายในหรือตัวแปรภายนอกของสมการ (Biron, 2005) ดังตัวอย่าง

$$\text{ตัวอย่าง} \quad y_i = \beta x_i + \delta z_i + u_i \quad (4)$$

$$z_i = \eta w_i + \varepsilon_i \quad (5)$$

โดยที่	y_i	คือ ตัวแปรภายในระบบ
	x_i, z_i	คือ ตัวแปรภายนอกระบบ
	u_i	คือ เทอมของความคลาดเคลื่อนของ y_i
	β_i, δ_i	คือ สัมประสิทธิ์ของตัวแปรภายนอกในระบบ
	w_i	คือ instrument variable ของ z_i ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับ z_i และเป็นตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์กับ u_i
	η_i	คือ สัมประสิทธิ์ของตัวแปร w_i
	ε_i	คือ เทอมของความคลาดเคลื่อนของ z_i

กำหนด x_i เป็นตัวแปรภายนอกของสมการที่ไม่มีความสัมพันธ์กับเทอมของความคลาดเคลื่อน (u_i) และ z_i เป็นตัวแปรที่ต้องทดสอบว่าเป็นตัวแปรภายนอกและมีความมีความสัมพันธ์กับเทอมของความคลาดเคลื่อนหรือไม่ และ w_i มีความสัมพันธ์กับ z_i แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับเทอมของความคลาดเคลื่อน (u_i) [$\text{cov}(w_i, u_i) = 0$ หรือ $E(w_i u_i) = 0$] ซึ่งมีสมมติฐานในการทดสอบดังนี้

$$H_0: \text{cov}(z_i, u_i) = 0 \text{ หรือ } E(z_i u_i) = 0$$

$$H_1: \text{cov}(z_i, u_i) \neq 0 \text{ หรือ } E(z_i u_i) \neq 0$$

3.1 กรณีที่ z_i เป็นตัวแปรภายนอกและ H_0 จริง แล้ว การประมาณพารามิเตอร์ β และ δ จากสมการ (4) ด้วย OLS จะได้ $\hat{\beta}_{OLS}$ และ $\hat{\delta}_{OLS}$ เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงที่มีความแปรปรวนต่ำสุด (minimum variance linear unbiased estimator : MVLUE) และมีคุณสมบัติคงเส้นคงวา (consistency) ตามทฤษฎีของ Gauss-Markov

3.2 กรณีที่ z_i มีความสัมพันธ์กับ u_i และ H_0 ไม่จริง แล้วการประมาณค่าพารามิเตอร์ $\hat{\beta}_{OLS}$ และ $\hat{\delta}_{OLS}$ จากสมการ (4) ด้วย OLS จะได้ $\hat{\beta}_{OLS}$ และ $\hat{\delta}_{OLS}$ เป็นตัวประมาณที่ไม่คงเส้นคงวา ดังนั้นต้องทำการประมาณสมการ (4) ด้วย 2SLS (Gujarati, 1995) โดยที่ w_i เป็น instrument variable ของ z_i จะได้ $\hat{\beta}_{2SLS}$ และ $\hat{\delta}_{2SLS}$ ที่มีคุณสมบัติดังนี้

3.2.1 $\hat{\beta}_{2SLS}$ และ $\hat{\delta}_{2SLS}$ เป็นตัวประมาณที่คงเส้นคงวาภายใต้ H_0 และ H_1 แต่มีประสิทธิภาพน้อยกว่า $\hat{\beta}_{OLS}$ และ $\hat{\delta}_{OLS}$ ตามลำดับ

3.2.2 $\hat{\beta}_{OLS}$ และ $\hat{\delta}_{OLS}$ จะเป็นตัวประมาณที่คงเส้นคงวาและมีประสิทธิภาพภายใต้ H_0 แต่ไม่มีคุณสมบัติคงเส้นคงวาภายใต้ H_1

วิธีการทดสอบ The Hausman specification test ดังนี้

1. วิเคราะห์การถดถอยของสมการ (5) ด้วย OLS แล้วคำนวณค่า $\hat{\varepsilon}$ จาก $\hat{\varepsilon} = z_i - \hat{\eta}w_i$
2. วิเคราะห์การถดถอยของสมการ (4) โดยเพิ่ม $\hat{\varepsilon}$ จากข้อ 1 เข้าไปด้วย หลังจากนั้นทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ $\hat{\varepsilon}$ ด้วยตัวสถิติ t (t – test) ถ้าปฏิเสธ $H_0: \text{cov}(z_i, u_i) = 0$ แสดงว่า z_i มีความสัมพันธ์กับเทอมของความคลาดเคลื่อน (u_i) และเป็นตัวแปรภายใน ควรใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี 2SLS (Gujarati, 1995)

4. วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary least square: OLS)

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ใช้มากที่สุดในตัวแบบการถดถอย คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Johnston, 1997) โดยมีรูปแบบจำลองดังนี้

$$\underline{y} = X\underline{\beta} + \underline{\varepsilon} \quad (6)$$

$$\text{โดยที่ } y_t = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 1 & X_{21} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{k1} \\ 1 & X_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{k2} \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ 1 & X_{2n} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{kn} \end{bmatrix} \quad \underline{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_n \end{bmatrix} \quad \underline{\mu} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \mu_n \end{bmatrix}$$

ให้ $\hat{\underline{\beta}}$ เป็นค่าประมาณของ $\underline{\beta}$ ดังนั้น ค่าประมาณของความคลาดเคลื่อน ($\underline{e}$)

$$\underline{e} = \underline{y} - X\hat{\underline{\beta}} \quad (7)$$

หลักของวิธีกำลังสองน้อยที่สุด คือ เลือกค่าประมาณของ $\underline{\beta}$ คือ $\hat{\underline{\beta}}$ ที่ทำให้ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน ($\underline{e}'\underline{e}$) มีค่าน้อยที่สุด

$$\begin{aligned} \underline{e}'\underline{e} &= (\underline{y} - X\hat{\underline{\beta}})'(\underline{y} - X\hat{\underline{\beta}}) \\ &= \underline{y}'\underline{y} - 2\hat{\underline{\beta}}'X'\underline{y} + \hat{\underline{\beta}}'X'X\hat{\underline{\beta}} \end{aligned}$$

แก้สมการหาค่า $\hat{\underline{\beta}}$ โดยทำการหาอนุพันธ์สมการ $\underline{e}'\underline{e}$ เทียบกับพารามิเตอร์ $\underline{\beta}$

$$\frac{\partial(\underline{e}'\underline{e})}{\partial \hat{\underline{\beta}}} = -2X'\underline{y} + 2X'X\hat{\underline{\beta}} \quad (8)$$

และให้ผลลัพธ์ที่ได้นี้มีค่าเท่ากับศูนย์

$$(XX')\hat{\underline{\beta}} = X'\underline{y} \quad (9)$$

เรียกสมการนี้ว่าสมการปกติ (normal equations) และเนื่องจาก $X'X$ เป็น nonsingular matrix จะได้

$$\hat{\underline{\beta}} = (X'X)^{-1}X'\underline{y} \quad (10)$$

เป็นตัวประมาณที่มีคุณสมบัติ BLUE ตามทฤษฎีของ Gauss-Markov

$$\underline{e} = \underline{y} - X\hat{\underline{\beta}} \quad (11)$$

นำ $\underline{y} = X\hat{\underline{\beta}} + \underline{e}$ ไปแทนค่าใน $\hat{\underline{\beta}} = (X'X)^{-1}X'\underline{y}$ จะได้

$$\begin{aligned} (X'X)\hat{\underline{\beta}} &= (X'X)\hat{\underline{\beta}} + X'\underline{e} \\ (X'X)\hat{\underline{\beta}} - (X'X)\hat{\underline{\beta}} &= X'\underline{e} \\ X'\underline{e} &= 0 \end{aligned}$$

เนื่องจากคอลัมน์แรกของ X จะเป็นคอลัมน์ที่ประกอบไปด้วยเลขหนึ่งทั้งหมด เพราะตามสมการที่เขียนให้อยู่ในรูปเชิงเส้น (เมื่อพิจารณาจากพารามิเตอร์) นั้น อินเตอร์เซพท์ (intercept) จะเป็นเทอมที่คงที่ เพราะฉะนั้น

$$X'\underline{e} = \sum e_i = 0$$

หาอนุพันธ์ (differentiate) ของสมการ (9) อีกครั้งเมื่อเทียบกับ $\hat{\underline{\beta}}$ จะได้

$$\frac{\partial^2 (\underline{e}'\underline{e})}{\partial \hat{\underline{\beta}}^2} = 2(X'X) \quad (12)$$

การที่ผลบวกกำลังสองดังกล่าวจะมีค่าต่ำสุดได้ก็ต่อเมื่อ $X'X$ มีค่าเป็นบวกแน่นอน (positive definite) ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้ดังนี้

ให้ $\underline{d}$ คือ เวกเตอร์ที่ไม่เป็นศูนย์ (nonnull) มีสมาชิก k ตัว

$$\text{และ } \underline{h} = X \underline{d} \quad (13)$$

โดย $\underline{h}$ มีสมาชิกเท่ากับ n ตัว และ X ซึ่งเป็น full rank matrix ขนาด $n \times k$ ที่มี $\text{rank} = k$ ดังนั้น $\underline{h}$ จะไม่เป็นศูนย์ (nonnull) จะได้

$$\underline{h}'\underline{h} = \underline{d}'X'X\underline{d} > 0$$

คุณสมบัติของ $\underline{\beta}$

$$E(\underline{\hat{\beta}}) = \underline{\beta}$$

$$E(\underline{\hat{\beta}}) = E[(X'X)^{-1}X'y] \quad (14)$$

$$= (X'X)^{-1}X'E(y)$$

$$= (X'X)^{-1}X'X\underline{\beta}$$

$$E(\underline{\hat{\beta}}) = \underline{\beta} \quad (15)$$

จากข้อสมมติเบื้องต้น ตัวประมาณค่าตามวิธี OLS เป็นตัวประมาณค่าที่เป็นเชิงเส้นและเป็น unbiased estimator คุณสมบัติที่เป็นเชิงเส้นของตัวประมาณค่า OLS นั้น หมายถึงเป็นเชิงเส้นใน y หรือ ε ดังที่เห็นได้จากสมการ (10) และสมการ (14) เพราะว่าสมาชิกแต่ละตัวของ $\underline{\hat{\beta}}$ เป็น ส่วนประกอบเชิงเส้น (linear combination) ของสมาชิก y หรือ ε น้ำหนักนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูล X ซึ่งมีค่าตายตัว (fixed หรือ nonstochastic) ส่วนคุณสมบัติ unbiased ของตัวประมาณ OLS แสดงด้วย สมการที่ (15)

ผลลัพธ์ที่สำคัญที่สุดในทฤษฎีกำลังสองน้อยที่สุด ก็คือว่าจะไม่มีตัวประมาณค่าอื่นที่เป็นเชิงเส้นและ unbiased estimator ที่จะมีค่าความแปรปรวนน้อยกว่าค่าความแปรปรวนของตัวประมาณค่า OLS ด้วยเหตุนี้จึงเรียกตัวประมาณค่า OLS ว่าเป็นตัวประมาณค่าเชิงเส้นที่เป็นแอนเอียงที่ดีที่สุด หรือที่เรียกว่า BLUE (best linear unbiased estimators) นั่นคือในกลุ่มของตัวประมาณค่าเชิงเส้นที่เป็น unbiased (class of linear unbiased estimators) ตัวประมาณค่า OLS จะมีค่าความแปรปรวนต่ำสุดซึ่งรู้จักกันในทฤษฎีที่เรียกว่า “Gauss Markov theorem”

5. วิธีกำลังสองน้อยที่สุด 2 ขั้นตอน (Two-stage least square: 2SLS)

จากแบบจำลอง simultaneous equation model (Johnston, 1997)

$$\underline{y} = Y_1\beta + X_1\underline{\gamma} + \underline{\mu} \quad (16)$$

$$Y_1 = X_1\underline{\delta} + v \quad (16.1)$$

โดยที่

$\underline{y}$ = n x 1 เวกเตอร์ของค่าสังเกตของตัวแปรตาม(dependent variable)

Y_1 = n x G เมทริกซ์ของค่าสังเกตของตัวแปรภายในระบบ ณ ปัจจุบัน (current endogenous variables) ตัวอื่นๆ ที่อยู่ในสมการนั้น

β = G x 1 เวกเตอร์ของพารามิเตอร์โครงสร้างของตัวแปรใน Y_1

X_1 = n x K เมทริกซ์ของค่าสังเกตของตัวแปรที่กำหนดมาก่อนหน้า (predetermined variables) ที่ปรากฏในสมการนั้น (รวมถึงคอลัมน์ 1 ถ้าสมการนั้นมีค่าตัดแกน (intercept))

$\underline{\gamma}$ = K x 1 เวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับ X_1

$\underline{\delta}$ = K x 1 เวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับ X

$\underline{\mu}$ = n x 1 เวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนของ $\underline{y}$

v = n x 1 เวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนของ Y_1

สำหรับตัวแปรภายในระบบในสมการนั้นๆ สามารถจะแยกออกมาเป็นตัวแปรตามของสมการใหม่ตามความเป็นจริงเชิงปฏิบัติของทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากตัวแปร Y_1 จะมีความสัมพันธ์กับ $\underline{\mu}$ วิธีการ 2SLS ทำได้โดย

1. วิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น Y_1 กับ X ที่เป็นตัวแปรที่กำหนดมาก่อนหน้าทุกตัวในระบบสมการที่เกี่ยวข้องกับสมการที่พิจารณาอยู่เป็นการใช้ OLS ขั้นตอนแรก (first stage) จะได้ $\hat{Y}_1$

2. ทำการวิเคราะห์การถดถอยแบบ OLS อีกครั้งระหว่าง $\underline{y}$ กับ $\hat{Y}_1$ และ X_1 ซึ่งเป็นการใช้ OLS ขั้นตอนที่สอง (second stage) จะได้ค่าประมาณแบบ 2SLS สรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการ ใช้ OLS ขั้นตอนแรกจะได้

$$\hat{Y}_1 = X(X'X)^{-1}X'Y_1 \quad (17)$$

โดยที่ $X = [X_1 \ X_2]_{n \times k}$

X_2 = เมทริกซ์ของค่าสังเกตของตัวแปรที่กำหนดมาให้ล่วงหน้าที่เกี่ยวข้องกับสมการที่กำลังพิจารณาอยู่

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการ ใช้ OLS ขั้นที่สองเป็นการ ใช้เพื่อทำการถดถอย y กับ $\hat{Y}_1$ และ X_1

$$\text{จาก } \underline{y} = \begin{bmatrix} Y_1 & X_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ \gamma \end{bmatrix} + \underline{u}$$

$$\text{แทนค่า } Y_1 = \hat{Y}_1 + V_1$$

โดยที่ $V_1 = n \times G$ เมทริกซ์ของความคลาดเคลื่อนจากการถดถอยของ Y_1 และ X_1 จะได้

$$\begin{aligned} \underline{y} &= \begin{bmatrix} (\hat{Y}_1 + V_1) & X_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ \gamma \end{bmatrix} + \underline{u} \\ &= \hat{Y}_1\beta + X_1\gamma + V_1\beta + \underline{u} \\ &= \begin{bmatrix} \hat{Y}_1 & X_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ \gamma \end{bmatrix} + V_1\beta + \underline{u} \\ &= Z\underline{\delta} + V_1\beta + \underline{u} \end{aligned}$$

$$\text{โดยที่ } \underline{\delta} = \begin{bmatrix} \beta \\ \gamma \end{bmatrix}$$

$$Z = \begin{bmatrix} \hat{Y}_1 & X_1 \end{bmatrix}$$

$$\text{ให้ } \hat{\delta} = \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\gamma} \end{bmatrix}$$

เพราะฉะนั้น

$$(Z'Z) \hat{\underline{\beta}} = Z'y$$

ซึ่งคือ

$$\begin{bmatrix} \hat{Y}_1' \hat{Y}_1 & \hat{Y}_1' X_1 \\ X_1' \hat{Y}_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\gamma} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{Y}_1' y \\ X_1' y \end{bmatrix} \quad (18)$$

จาก

$$Y_1 = \hat{Y}_1 + V_1 \quad (19)$$

และจากคุณสมบัติทั่วไปของค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (least-squares residuals) จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \hat{Y}_1' V_1 &= 0 = X_1' V_1 \\ \hat{Y}_1' \hat{Y}_1 &= \hat{Y}_1' (Y_1 - V_1) \\ &= \hat{Y}_1' Y_1 \\ &= Y_1' X (X'X)^{-1} X' Y_1 \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned} \hat{Y}_1' X_1 &= (Y_1 - V_1)' X_1 \\ &= Y_1' X_1 \end{aligned}$$

เนื่องจาก $X'V_1 = 0$ แสดงว่า $X_1'V_1 = 0$ ดังนั้นค่าประมาณ 2SLS (2SLS estimates) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} Y_1' X (X'X)^{-1} X' Y_1 & Y_1' X \\ X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\gamma} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1' (X'X)^{-1} X' y \\ X_1' y \end{bmatrix} \quad (20)$$

$$\begin{bmatrix} Y_1'X(X'X)^{-1}X'Y_1 & Y_1'X \\ X_1'Y_1 & X_1'X_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\gamma} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1'(X'X)^{-1}X'y \\ X'y \end{bmatrix} \quad (20)$$

อีกรูปแบบหนึ่งของสมการ (20) คือ

$$\begin{bmatrix} Y_1'Y_1 - V_1'V_1 & Y_1'X_1 \\ X_1'Y_1 & X_1'X_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\gamma} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (Y_1 - V_1)'y \\ X_1'y \end{bmatrix}$$

ซึ่งการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี 2SLS จะทำได้ทั้งกรณีที่ระบบสมการเป็นแบบ just identified และ over identified (Gujarati, 1995) และเมื่อระบบสมการมีความเกี่ยวเนื่องกันการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี 2SLS จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธี OLS (Hausman, 1978, Gujarati, 1995 and Biorn, 2005)

6. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบจำลอง

เมื่อกำหนดตัวแบบจำลองและประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบทุกครั้งว่า ตัวแบบจำลองที่กำหนดให้เหมาะสมจริงหรือไม่ ซึ่งถ้าตรวจสอบแล้วพบว่า ตัวแบบจำลองที่กำหนดนั้นมีความเหมาะสม ก็จะใช้ตัวแบบจำลองนั้นในการพยากรณ์เป็นขั้นตอนต่อไป แต่หากตรวจสอบแล้วพบว่าตัวแบบจำลองที่กำหนดให้ นั้นไม่เหมาะสม จะต้องทำการแก้ไขตัวแบบจำลองนั้น ก่อนนำไปใช้ สำหรับวิธีการตรวจสอบทำได้ดังนี้

6.1 การทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อน (ε)

6.1.1 กรณีที่ตัวแปรตามไม่มีช่วงเวลาก่อนหน้า (lag) มาเกี่ยวข้อง คือ ไม่มี dependent lag variable ใช้การทดสอบของ Durbin – Watson สำหรับทดสอบความสัมพันธ์ของ ε_t และ ε_{t-1} โดยที่ t เป็นช่วงเวลา

สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อน ε_t และ ε_{t-1} เป็นอิสระกัน หรือ $E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-1}) = 0$

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อน ε_t และ ε_{t-1} มีความสัมพันธ์กัน หรือ $E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-1}) \neq 0$

$$\text{สถิติทดสอบ Durbin – Waston คือ } d = \frac{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{2 \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2}$$

ถ้า $d < d_{L,\alpha}$ หรือ $(4-d) < d_{L,\alpha}$ จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กัน (Pindyck and Rubinfeld, 1998)

โดยที่ $0 \leq d \leq 4$ และมีคุณสมบัติดังนี้

1. ถ้าค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) เป็นอิสระกัน ค่า d จะมีค่าใกล้ 2
2. ถ้า $d < 2$ จะแสดงถึงความสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนในทางบวก และถ้า $d \approx 0$ ความสัมพันธ์จะมาก
3. ถ้า $d > 2$ จะแสดงถึงความสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนในทางลบ และถ้า $d \approx 4$ ความสัมพันธ์จะมาก

6.1.2 กรณีที่ตัวแปรตามมีช่วงเวลาก่อนหน้ามาเกี่ยวข้องใช้การทดสอบของ Durbin h สำหรับทดสอบความสัมพันธ์ของ ε_t และ ε_{t-1} โดยที่ t เป็นช่วงเวลา (Pindyck and Rubinfeld, 1998)

สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อน ε_t และ ε_{t-1} เป็นอิสระกัน หรือ $E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-1}) = 0$

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อน ε_t และ ε_{t-1} มีความสัมพันธ์กัน หรือ $E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-1}) \neq 0$

$$\text{สถิติทดสอบ } h \text{ คือ } \left(1 - \frac{DW}{2}\right) \sqrt{\frac{T}{1-T[\text{Var}(\hat{\beta})]}}$$

ถ้า $h > Z_{1-\alpha}$ จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.10$ แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กัน

6.1.3 The Hildreth-Lu Procedure เป็นวิธีการแก้ไขกรณีที่ค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กัน โดยจะทำการแปลงตัวแบบจำลองด้วยค่า $\hat{\rho}$ แล้วจึงทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ดังสมการ ซึ่งการประมาณค่า ρ ใช้วิธี grid search ค่า $\hat{\rho}$ ตั้งแต่ -1 ถึง 1 เพื่อดูว่าค่า $\hat{\rho}$ ให้ค่า SSE ต่ำที่สุด หรือใช้สูตรของ Durbin ($\hat{\rho} = 1 - \frac{DW}{2}$) (Pindyck and Rubinfeld, 1998)

$$Y_t^* = \beta_1(1-\hat{\rho}) + \beta_2 X_{2t}^* + \dots + \beta_k X_{kt}^* + v_t$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } Y_t^* &= Y_t - \hat{\rho}Y_{t-1} & X_{2t}^* &= X_{2t} - \hat{\rho}X_{2t-1} \\ X_{kt}^* &= X_{kt} - \hat{\rho}X_{kt-1} & v_t &= \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1} \end{aligned}$$

6.2 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าประมาณของพารามิเตอร์

6.2.1 ถ้ามีตัวแปรอิสระ k ตัว ($X_1, X_2, \dots, X_k$) ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y และเมื่อได้ทดสอบ F-test จากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k$$

$$H_1 : \text{มี } \beta_i \text{ อย่างน้อย 1 ค่าที่ } \neq 0; i = 1, 2, \dots, k$$

$$\text{สถิติทดสอบ F-test} = \frac{MSR}{MSE}$$

จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ เมื่อ $F\text{-test} > F_{k,n-k-1}$ แสดงว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีความสัมพันธ์กับ Y (Greene, 2000)

6.2.2 การพิจารณาพารามิเตอร์แต่ละค่าในตัวแบบมีค่าเป็น 0 หรือไม่

สมมติฐานการทดสอบ

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_0: \beta_i \neq 0$$

$$\text{สถิติทดสอบ } t\text{-test} = \frac{\hat{\beta}_i}{S_{\hat{\beta}_i}}$$

เมื่อ $\hat{\beta}_i$ = ค่าประมาณของพารามิเตอร์ β_i
 $S_{\hat{\beta}_i}$ = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ $\hat{\beta}_i$

จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha=0.05$ เมื่อ $|t - \text{test}| \geq t_{\alpha/2, n-1}$ แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ (β_i) ในตัวแบบจำลองมีค่าไม่เท่ากับ 0 (Greene, 2000)

6.3 สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน (Multiple Coefficient of Determination : R^2) (Greene, 2000) เป็นสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ที่ตัวแปรอิสระ ($X_1, X_2, \dots, X_k$) สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y ได้ หรือกล่าวได้ว่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนเป็นสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ของความผันแปร Y ที่มีสาเหตุเนื่องจากความผันแปรของ ตัว $X_1, X_2, \dots$ และ X_k คำนวณค่า R^2 จากสูตร

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

เมื่อ SST = Sum Square of Total
 SSR = Sum Square of Regression
 SSE = Sum Square of Error

โดยที่ $0 \leq R^2 \leq 1$

ถ้าค่า R^2 ที่ใกล้ 1 จะหมายถึง $X_1, X_2, \dots$ และ X_k อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y ได้มาก แต่ถ้า R^2 มีค่าใกล้ 0 หมายถึง $X_1, X_2, \dots$ และ X_k อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y ได้น้อย และเนื่องจาก SSR จะเพิ่มขึ้นถ้าเพิ่มตัวแปรอิสระ ดังนั้นจะทำให้ค่า R^2 มากขึ้น ทั้งที่ตัวอิสระ X ที่เพิ่มอาจจะไม่มีความสัมพันธ์กับ Y เลยก็ได้ จึงมีการปรับค่า R^2 ด้วยจำนวนตัวแปร เรียกว่า R^2_{Adjust} คำนวณจากสูตร

$$R^2_{\text{Adjust}} = 1 - \frac{\text{SSE} / (n - k - 1)}{\text{SST} / (n - 1)}$$

โดยที่ n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

k = จำนวนของตัวแปรอิสระ X

6.4 การวัดค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ (Mean Square Error: MSE) (Greene, 2000)

$$\text{MSE} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}$$

เมื่อ e_i แทนค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่เวลา i ; $i = 1, 2, \dots, n$

n แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

ในการเปรียบเทียบตัวแบบจะพิจารณาจากค่า R^2 , R^2_{Adjust} และ ค่า MSE ตัวแบบที่ให้ค่า R^2 , R^2_{Adjust} ที่สูงกว่า และค่า MSE ที่ต่ำกว่า จะเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมมากกว่า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า Goldstein and Khan (1978) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอุปสงค์และอุปทานสำหรับการส่งออก เป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 แบบจำลองเป็นแบบดุลยภาพ

ฟังก์ชันอุปสงค์

$$\log X_t^D = \alpha_0 + \alpha_1 \log (PX/PXW)_t + \alpha_2 \log (YW)_t \quad ; \alpha_1 < 0, \alpha_2 > 0 \quad (22)$$

เมื่อ X_t^D คือ อุปสงค์ของสินค้าส่งออก ณ เวลา t
 $(PX)_t$ คือ ราคาของสินค้าส่งออก ณ เวลา t
 $(PXW)_t$ คือ ราคาของสินค้าในประเทศคู่ค้า ณ เวลา t
 $(YW)_t$ คือ ระดับรายได้ของประเทศคู่ค้า ณ เวลา t
 α_1 และ α_2 เป็นค่าความยืดหยุ่น

เนื่องจากสมการ (22) อยู่ในรูปของลอการิทึม ดังนั้น α_1 และ α_2 เป็นค่าความยืดหยุ่นของราคาและระดับรายได้ของประเทศคู่ค้า ตามลำดับ และค่า α_1 มีค่าน้อยกว่า 0 และ α_2 มีค่ามากกว่า 0

ในทางเศรษฐศาสตร์มักจะอธิบายค่าสัมประสิทธิ์ด้วยค่าความยืดหยุ่น (Elasticity; E) จากตัวแบบที่พิจารณาในรูปแบบ logarithm โดยที่ค่าความยืดหยุ่นจะอธิบายเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ ตัวแปรตาม y เมื่อตัวแปรอิสระ x เปลี่ยนแปลงไป 1 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ตัวแปรอิสระอื่น ๆ คงที่ เช่น

$$\alpha_2 = \frac{\partial \log X_t^D}{\partial \log (YW)_t} = \frac{\frac{1}{X_t^D} dX_t^D}{\frac{1}{(YW)_t} d(YW)_t} = \hat{\beta}_{(YW)_t} \frac{(YW)_t}{X_t^D}$$

โดยที่ $\hat{\beta}_{(YW)_t}$ คือ ค่า slope ของ $(YW)_t$ ในตัวแบบที่ไม่ได้ใส่ค่า $\log$ ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่

ค่า E มีค่าไม่จำกัด เป็นได้ทั้งค่าบวกและลบไม่จำกัดหน่วยวัด อีกทั้งยังเป็นค่าที่ไม่คงที่บนเส้นถดถอย ส่วนใหญ่จะวัดค่า E ตรงตำแหน่งค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ

ฟังก์ชันอุปทาน

$$\log X_t^S = \beta_0 + \beta_1 \log(PX/P)_t + \beta_2 \log K_t \quad ; \beta_1 > 0, \beta_2 > 0 \quad (23)$$

เมื่อ X_t^S คือ ปริมาณของสินค้าส่งออก ณ เวลา t

$(PX)_t$ คือ ราคาของสินค้าส่งออก ณ เวลา t

P_t คือ ดัชนีราคาผลผลิตภายในประเทศ ณ เวลา t

K_t คือ ดัชนีผลผลิตภายในประเทศ ณ เวลา t

β_1 และ β_2 คือ ค่าความยืดหยุ่น

เนื่องจากสมการ (23) อยู่ในรูปของลอการิทึม ดังนั้น β_1 และ β_2 เป็นค่าความยืดหยุ่นของราคา และดัชนีผลผลิตภายในประเทศ ตามลำดับ และค่า β_1 และ β_2 มีค่ามากกว่า 0

หรือเขียนสมการ (23) ใหม่ในแบบสมการราคาสินค้าส่งออก คือ

$$\log X_t^S = \beta_0 + \beta_1 \log(PX)_t - \beta_1 \log P_t + \beta_2 \log K_t$$

$$\beta_1 \log(PX)_t = -\beta_0 + \log X_t^S + \beta_1 \log P_t - \beta_2 \log K_t$$

$$\log(PX)_t = -\frac{\beta_0}{\beta_1} + \frac{1}{\beta_1} \log X_t^S - \frac{\beta_2}{\beta_1} \log K_t + \frac{\beta_1}{\beta_1} \log P_t$$

$$\log(PX)_t = b_0 + b_1 \log X_t^S + b_2 \log K_t + b_3 \log P_t \quad (24)$$

$$\text{โดยให้ } b_0 = -\frac{\beta_0}{\beta_1}; \quad b_1 = \frac{1}{\beta_1}; \quad b_2 = -\frac{\beta_2}{\beta_1}; \quad b_3 = \frac{\beta_1}{\beta_1}$$

และเนื่องจากแบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองแบบดุลยภาพ คือปริมาณของอุปสงค์เท่ากับอุปทาน $X_t^D = X_t^S = X_t$ ดังนั้นนำสมการ (24) ไปแทนค่าในสมการ (22) จะได้ฟังก์ชันความสัมพันธ์ในแบบลดรูป ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \log X_t^D &= \alpha_0 + \alpha_1 b_0 + \alpha_1 b_1 \log X_t^S + \alpha_1 b_2 \log K_t + \\
 &\quad \alpha_1 b_3 \log P_t - \alpha_1 \log(PXW)_t + \alpha_2 \log(YW)_t \\
 \log X_t^D - \alpha_1 b_1 \log X_t^S &= \alpha_0 + \alpha_1 b_0 + \alpha_1 b_2 \log K_t + \alpha_1 b_3 \log P_t - \\
 &\quad \alpha_1 \log(PXW)_t + \alpha_2 \log(YW)_t \\
 (1 - \alpha_1 b_1) \log X_t &= \alpha_0 + \alpha_1 b_0 + \alpha_1 b_2 \log K_t + \alpha_1 b_3 \log P_t - \\
 &\quad \alpha_1 \log(PXW)_t + \alpha_2 \log(YW)_t \\
 \log X_t &= \frac{\alpha_0 + \alpha_1 b_0}{D} - \frac{\alpha_1}{D} \log(PXW)_t + \frac{\alpha_2}{D} \log(YW)_t + \\
 &\quad \frac{\alpha_1 b_2}{D} \log K_t + \frac{\alpha_1 b_3}{D} \log P_t
 \end{aligned} \tag{25}$$

เมื่อ $D = 1 - \alpha_1 b_1$

และนำสมการ (22) แทนลงในสมการ (24)

$$\begin{aligned}
 \log(PX)_t &= b_0 + b_1 \alpha_0 + b_1 \alpha_1 \log(PX)_t - b_1 \alpha_1 (PXW)_t + \\
 &\quad b_1 \alpha_2 \log(YW)_t + b_2 \log K_t + b_3 \log P_t \\
 \log(PX)_t - b_1 \alpha_1 \log(PX)_t &= b_0 + b_1 \alpha_0 + b_2 \log K_t + b_3 \log P_t - \\
 &\quad b_1 \alpha_1 \log(PXW)_t + b_1 \alpha_2 \log(YW)_t \\
 (1 - \alpha_1 b_1) \log(PX)_t &= b_0 + b_1 \alpha_0 + b_2 \log K_t + b_3 \log P_t - \\
 &\quad b_1 \alpha_1 \log(PXW)_t + b_1 \alpha_2 \log(YW)_t
 \end{aligned}$$

$$\log(PX)_t = \frac{b_0 + b_1 \alpha_0}{D} - \frac{b_1 \alpha_1}{D} \log(PXW)_t + \frac{b_1 a_2}{D} \log(YW)_t + \frac{b_2}{D} \log K_t + \frac{b_3}{D} \log P_t \quad (26)$$

เมื่อ $D = 1 - \alpha_1 b_1$

กรณีที่ 2 แบบจำลองเป็นแบบไม่ดุลยภาพ

Goldstein and Khan (1978) ได้ทำการปรับปรุงสัจของการส่งออกตามแนวคิดของ Houthakker and Taylor (1970) และเงื่อนไขของอุปสงค์ส่วนเกินและอุปทานส่วนเกิน จะได้

$$\Delta \log X_t = \gamma [\log X_t^d - \log X_{t-1}] \quad (27)$$

$$\Delta \log(PX)_t = \lambda [\log X_t - \log X_t^s] \quad (28)$$

แทนค่าสมการ (22) ในสมการ (27) และสมการ (24) ในสมการ (28) จะได้

ฟังก์ชันอุปสงค์

$$\log X_t = c_0 + c_1 \log(PX/PXW)_t + c_2 \log(YW)_t + c_3 \log X_{t-1} \quad (29)$$

เมื่อ $c_1 < 0$, $c_2 > 0$ และ $c_3 > 0$ และเป็นค่าความยืดหยุ่น

ฟังก์ชันอุปทาน

$$\log(PX)_t = d_0 + d_1 \log X_t + d_2 \log P_t + d_3 \log K_t + d_4 \log(PX)_{t-1} \quad (30)$$

เมื่อ $d_1 > 0$, $d_2 > 0$, $d_3 < 0$ และ $d_4 > 0$ และเป็นค่าความยืดหยุ่น

นำสมการ (30) แทนค่าในสมการ (29) แล้วสามารถเขียนฟังก์ชันความสัมพันธ์ในแบบลดรูป ได้ดังนี้

$$\log X_t = \frac{c_0 + c_1 d_0}{D'} - \frac{c_1}{D'} \log(PXW)_t + \frac{c_2}{D'} \log(YW)_t + \frac{c_1 d_3}{D'} \log K_t + \frac{c_1 d_2}{D'} \log P_t + \frac{c_1 d_4}{D'} \log(PX)_{t-1} + \frac{c_3}{D'} \log X_{t-1} \quad (31)$$

และนำสมการ (29) แทนค่าในสมการ (30) แล้วสามารถเขียนฟังก์ชันความสัมพันธ์ในแบบลดรูป (reduce form) ได้ดังนี้

$$\log(PX)_t = \frac{d_0 + d_1 c_0}{D'} - \frac{c_1 d_1}{D'} \log(PXW)_t + \frac{c_2 d_1}{D'} \log(YW)_t + \frac{d_3}{D'} \log K_t + \frac{d_2}{D'} \log P_t + \frac{d_4}{D'} \log(PX)_{t-1} + \frac{c_3 d_1}{D'} \log X_{t-1} \quad (32)$$

เมื่อ $D' = 1 - c_1 d_1$

Goldstein and Khan (1978) ได้ประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี Full Information Maximum-likelihood (FIML) โดยวิธีนี้ไม่ค่อยนิยมนัก เนื่องจากมีความยุ่งยากในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูง และวิธีนี้จะนำไปสู่คำตอบของพารามิเตอร์ในสมการที่เป็น non-linear จึงทำให้ลำบากในการวิเคราะห์และแปลผลระบบสมการ และที่สำคัญเมื่อเกิดปัญหาความคลาดเคลื่อนของตัวแบบขึ้น ก็จะส่งผลไปยังสมการอื่น ๆ ในระบบอีกด้วย นั่นคือ การประมาณด้วยวิธี FIML มีความไวต่อความคลาดเคลื่อนของโครงสร้างตัวแบบสมการเป็นอย่างมาก

ต่อมาในปี 1979 Browne ได้ทำการศึกษาแบบจำลองสำหรับธุรกิจเปิดขนาดเล็ก สำหรับกรณีที่แบบจำลองไม่เป็นแบบดุลยภาพ โดยได้ทำการดัดแปลงแบบจำลองฟังก์ชันอุปสงค์และอุปทานสำหรับการส่งออก ของ Goldstein and Khan (1978) ดังนี้

ฟังก์ชันอุปสงค์

$$\log X_t^D = a_0 + a_1 \log(PX/PW)_t + a_2 \log(YW)_t \quad ; a_1 < 0, a_2 > 0 \quad (33)$$

เมื่อ X_t^D คือ อุปสงค์ของสินค้าส่งออก
 $(PX)_t$ คือ ราคาของสินค้าส่งออก
 $(PW)_t$ คือ ราคาของสินค้าในประเทศคู่ค้า
 $(YW)_t$ คือ รายได้ประชาชาติ
 a_1 และ a_2 คือ ค่าความยืดหยุ่น

ฟังก์ชันอุปทาน

$$\log X_t^S = b_0 + b_1 \log(PX/PD)_t + b_2 \log K_t \quad ; b_1 > 0, b_2 > 0 \quad (34)$$

เมื่อ X_t^S คือ ปริมาณของสินค้าส่งออก
 $(PD)_t$ คือ ต้นทุนในการผลิตสินค้าส่งออก
 K_t คือ กำลังในการผลิต
 b_1 และ b_2 คือ ค่าความยืดหยุ่น

และได้อาศัยวิธีการดัดแปลงราคาและปริมาณการส่งออก ตามแนวคิดของ Houthakker and Taylor (1970) โดยปริมาณการส่งออกคำนวณมาจากความแตกต่างระหว่างปริมาณการส่งออกในปัจจุบันกับปีก่อนหน้า และราคาส่งออกถูกคำนวณตามเงื่อนไขของอุปสงค์ส่วนเกิน ได้ดังนี้

$$\Delta \log X_t = \gamma (\log X_t^D - \log X_{t-1}) \quad , \gamma > 0 \quad (35)$$

$$\Delta \log(PX)_t = \lambda (\log X_t - \log X_t^S) \quad , \lambda > 0 \quad (36)$$

แทนค่าสมการ (33) ลงใน (35) และ (34) ลงใน (36) จะได้

$$\log X_t = c_0 + c_1 \log(PX/PW)_t + c_2 \log(YW)_t + c_3 \log X_{t-1} \quad (37)$$

$$\log(PX)_t = d_0 + d_1 \log X_t + d_2 \log K_t + d_3 \log(PD)_t + d_4 \log(PX)_{t-1} \quad (38)$$

ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบของ Browne เป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสม ตรงตามสมมติฐานทางทฤษฎีที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ยังมีผลงานวิจัยอื่น ๆ (Dunlevy, 1980, Sahinbeyoglu and Ulansan, 1999, Warr and Wollmer, 1996) ที่ประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Goldstein and Khan (1978)

ส่วนในประเทศไทยนั้น ได้มีการประยุกต์ใช้ตัวแบบของ Goldstein and Khan (1978) โดยสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) ได้ทำศึกษาตัวแบบสำหรับพยากรณ์การส่งออกสินค้าที่สำคัญของไทยในตลาดโลก ในปี พ.ศ. 2540 ซึ่งพัฒนามาจากตัวแบบของ Browne (1979) และแบบจำลองอุปสงค์และอุปทานสำหรับการส่งออกของ Goldstein & Khan (1978) ซึ่งได้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุปสงค์การส่งออก

1.1 ปัจจัยที่มีผลกระทบในทางบวก

1.1.1 ระดับรายได้ของประเทศคู่ค้า

1.1.2 ราคาขายสินค้าส่งออกในตลาดต่างประเทศ

1.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบในทางตรงกันข้าม

1.2.1 ราคาส่งออกสินค้า

1.2.2 อัตราแลกเปลี่ยน

และสามารถเขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในรูปของฟังก์ชัน ได้ดังนี้

$$X^D = f(P^X, Y_f, P_f) \quad (39)$$

หรือ

$$p^X = f(X^D, Y_f, P_f) \quad (40)$$

เมื่อ X^D คือ อุปสงค์ของการส่งออก
 Y_f คือ ระดับรายได้ของประเทศคู่ค้า
 P_f คือ ราคาสินค้าส่งออกที่มีขายอยู่ในตลาดต่างประเทศ

2. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุปทานการส่งออก

2.1 ปัจจัยที่มีผลกระทบในทางบวก

2.1.1 ราคาส่งออกสินค้า ซึ่งคำนวณได้จากเงินตราต่างประเทศคูณกับอัตราแลกเปลี่ยน

2.1.2 กำลังการผลิต หรือการสะสมทุนในอุตสาหกรรมส่งออกนั้น ๆ

2.1.3 อัตราแลกเปลี่ยน

2.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบในทางตรงกันข้าม

2.2.1 ราคาขายในประเทศของสินค้าส่งออกนั้น ๆ

2.2.2 ค่าจ้างแรงงาน

โดยสามารถเขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในรูปของฟังก์ชัน ได้ดังนี้

$$X^S = f(E, P^X, K, W, P^D) \quad (41)$$

เมื่อ	X^S	คือ ปริมาณการส่งออก
	P^X	คือ ราคาส่งออกสินค้า
	E	คือ อัตราแลกเปลี่ยน
	K	คือ กำลังการผลิต
	W	คือ ค่าจ้าง
	P^D	คือ ราคาขายในประเทศของสินค้าส่งออก

ในกรณีแบบจำลองเป็นแบบดุลยภาพนั้น ปริมาณของอุปสงค์เท่ากับปริมาณอุปทาน $X^D = X^S = X$ (Goldstein and Khan, 1978)) ดังนั้น สามารถเขียนตัวแทนความสัมพันธ์แบบลดรูป ได้ดังนี้

$$X = f(K, W, P^D, P_f, Y_f, E) \quad (42)$$

$$P^X = f(K, W, P^D, P_f, Y_f, E) \quad (43)$$

จากสมการ (42) และ (43) คำนวณมูลค่าของการส่งออกในรูปเงินบาท ($V = E \cdot P^X \cdot X$) คือ ผลคูณของอัตราแลกเปลี่ยนกับสมการ (19) และ (20)

$$V = f(K, W, P^D, P_f, Y_f, e) \quad (44)$$

ซึ่งจากการศึกษาของ TDRI พบว่า ในการประมาณสมการ (21) อาจประสบปัญหาทางสถิติเกี่ยวกับ perfect collinearity เพราะระดับราคาภายในประเทศกับระดับราคาในต่างประเทศมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง ทำให้ตัวแทนจำลองที่วิเคราะห์ได้ผิดปกติไป ดังนั้น TDRI จึงได้ตัดตัวแปรบางตัวออกจากสมการ เพื่อหลีกเลี่ยงความสัมพันธ์ทางสถิติดังกล่าว ถึงแม้ว่าการตัดตัวแปรบางตัวออก อาจทำให้ความรัดกุมทางทฤษฎีลดน้อยลง แต่ก็จะสามารถพยากรณ์มูลค่าการส่งออกได้อย่างแม่นยำขึ้น และสามารถเขียนตัวแทนความสัมพันธ์แบบลดรูป (reduced form) ได้ดังนี้

$$V = f(K, W, Y_f, E) \quad (45)$$

ต่อมา เสาวนีย์ (2543) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์การส่งออกผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของไทย โดยใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติ และประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ใช้ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2527-2541 ซึ่งฟังก์ชันความสัมพันธ์ที่ใช้ประกอบด้วย

อุปสงค์การส่งออกผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของไทยไปยังประเทศคู่ค้าที่สำคัญ

$$QT_k = f(PT_k, INPC_k, E_1, E_2, E_3) \quad (46)$$

- เมื่อ QT_k คือ ปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ของ ไทยไปยังประเทศ k
 PT_k คือ ราคาส่งออกผลิตภัณฑ์ของ ไทยไปยังประเทศ k ที่ปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศ k
 $INPC_k$ คือ รายได้ประชาชาติต่อคนของประเทศ k ที่ปรับด้วยดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศ
 E_1 คือ อัตราแลกเปลี่ยนของประเทศมาเลเซีย
 E_2 คือ อัตราแลกเปลี่ยนของประเทศอินโดนีเซีย
 E_3 คือ อัตราแลกเปลี่ยนของประเทศจีน

จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุปสงค์การส่งออกผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของไทย คือ ราคาส่งออก รายได้ประชาชาติต่อบุคคลที่ปรับแล้ว อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t

นอกจากนี้ สุรางค์ (2548) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์และอุปทานของการส่งออกยางพาราของไทย โดยอาศัยแบบจำลองของอุปสงค์และอุปทานการส่งออกของไทย และประมาณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยมีฟังก์ชันความสัมพันธ์ดังนี้

อุปสงค์การส่งออกยางพาราของไทย

$$Q_{xd} = f(P_{x1}, P_{x2}, Q_{tp}, Q_{nrp}) \quad (47)$$

โดยที่	Q_{xd}	คือ อุปสงค์การส่งออกยางพาราของไทย
	P_{x1}	คือ ราคาส่งออกยางแผ่นรมควันชั้น 3 ของไทย
	P_{x2}	คือ ราคายางสังเคราะห์ที่ตลาดนิวยอร์ก
	Q_{tp}	คือ ปริมาณการผลิตยางรถยนต์และยางรถบรรทุกของประเทศญี่ปุ่น
	Q_{nrp}	คือ ปริมาณผลผลิตยางพาราธรรมชาติทั่วโลกโดยไม่รวมของไทย

อุปทานการส่งออกยางพาราของไทย

$$Q_{xs} = f(P_{x1}, Q_{nrt}, Q_{st}) \quad (48)$$

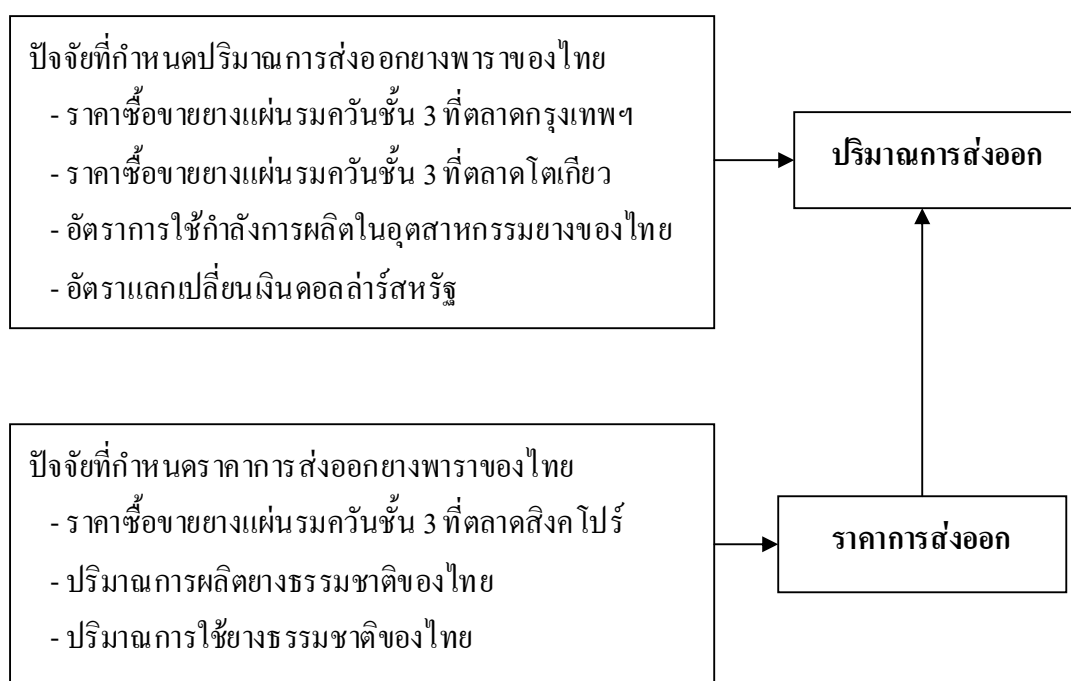
โดยที่	Q_{xs}	คือ อุปทานการส่งออกยางพาราของไทย
	P_{x1}	คือ ราคาส่งออกยางแผ่นรมควันชั้น 3 ของไทย
	Q_{nrt}	คือ ปริมาณการผลิตยางพาราของไทย
	Q_{st}	คือ ปริมาณการใช้ยางพาราของไทย

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุปสงค์การส่งออกยางพาราของไทยมากที่สุด คือ ปริมาณผลผลิตยางพาราธรรมชาติทั่วโลกโดยไม่รวมของไทย และปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุปทานการส่งออกยางพาราของไทยมากที่สุด คือ ปริมาณการผลิตยางพาราของไทย

กรอบแนวคิดการวิจัย

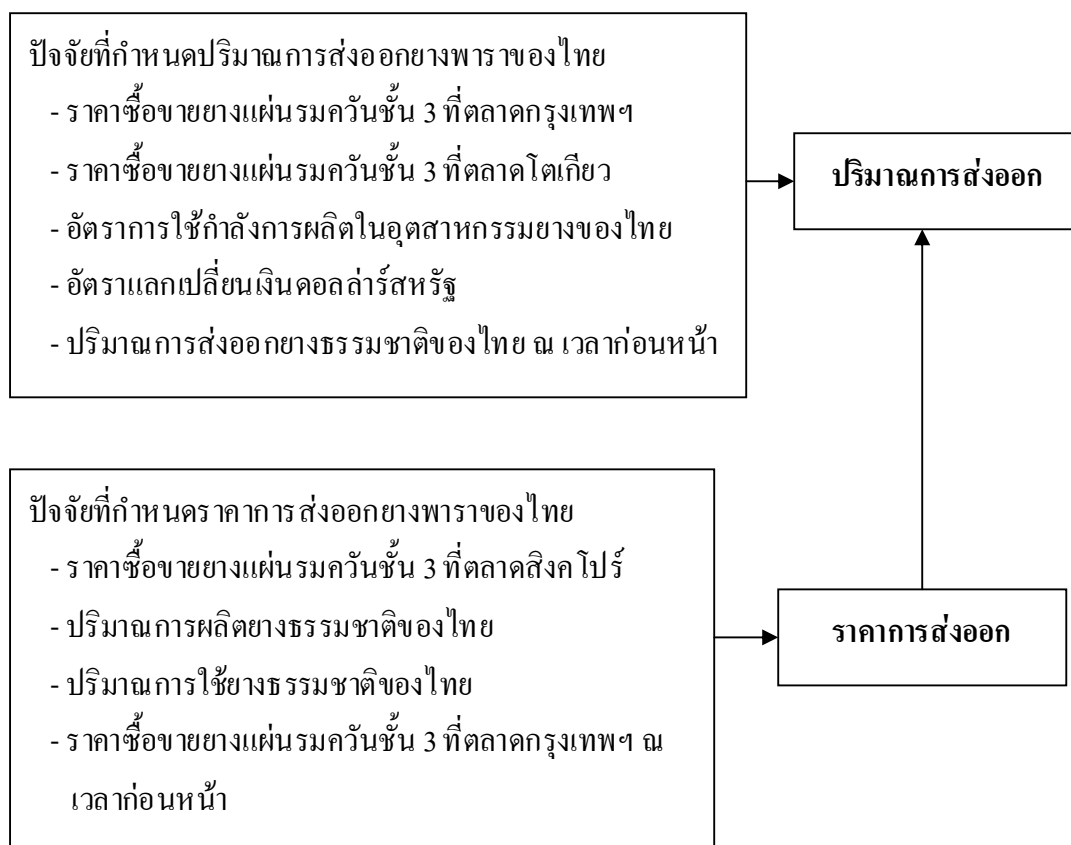
จากการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกยางพาราของไทยสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีกำหนดราคาและปริมาณการส่งยางพาราของไทย แสดงได้ด้วยกรอบแนวคิดการวิจัยดังภาพที่ 6 และ ภาพที่ 7

1. กรณีสัมพันธ์แบบดุลยภาพ



ภาพที่ 6 กรอบแนวคิดปัจจัยที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย
สำหรับตัวแบบดุลยภาพ

2. กรณีตัวแบบไม่ดุลยภาพ



ภาพที่ 7 กรอบแนวคิดปัจจัยที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกของพาราของไท
สำหรับตัวแบบไม่ดุลยภาพ

สมมติฐานในการศึกษา

1. ปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ อัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย และปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของไทย ณ เวลาก่อนหน้า มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย
2. ปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียวและอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย
3. ปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3 ที่ตลาดสิงคโปร์ ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย และราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ณ เวลาก่อนหน้า มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับราคาการส่งออกยางพาราของไทย
4. ปัจจัยปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติของไทย มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับราคาการส่งออกยางพาราของไทย

การพัฒนาตัวแบบที่ใช้ในการศึกษา

การพัฒนาตัวแบบความสัมพันธ์ของราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย จะได้พิจารณาถึงความเหมาะสมของตัวแบบที่เป็นแบบดุลยภาพ และตัวแบบไม่ดุลยภาพตามวิธีของ Goldstein and Khan (1978) และ Browne (1982) ดังนี้

1. กรณิ์ตัวแบบดุลยภาพ

ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

$$\log(Q_1)_t = a_0 + a_1 \log(P_1)_t + a_2 \log(P_2)_t + a_3 \log(K)_t + a_4 \log(C)_t + \varepsilon_{1t} \quad (49)$$

โดยที่	$(Q_1)_t$	คือ ปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางทุกชนิดของไทย ณ เวลา t
	$(P_1)_t$	คือ ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ส่งออกกรุงเทพฯ ณ เวลา t
	$(P_2)_t$	คือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียว ณ เวลา t
	$(K)_t$	คือ อัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย ณ เวลา t
	$(C)_t$	คือ อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ ณ เวลา t
	ε_{1t}	คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของ $(Q_1)_t$
	a_1, a_2, a_3, a_4	คือ ค่าความยืดหยุ่น

ตัวแบบราคาส่งออกยางพาราของไทย

$$\log(P_1)_t = b_0 + b_1 \log(P_3)_t + b_2 \log(Q_{2t})_t + b_3 \log(U)_t + \varepsilon_{2t} \quad (50)$$

โดยที่	$(P_1)_t$	คือ ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ส่งออกกรุงเทพฯ ณ เวลา t
	$(P_3)_t$	คือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์ ณ เวลา t
	$(Q_2)_t$	คือ ปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติของไทย ณ เวลา t
	$(U)_t$	คือ ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย ณ เวลา t
	ε_{2t}	คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของ $(P_1)_t$
	b_1, b_2, b_3	คือ ค่าความยืดหยุ่น

2. กรณีตัวแบบไม่ดุลยภาพ

ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

$$\log(Q_1)_t = c_0 + c_1 \log(P_1)_t + c_2 \log(P_2)_t + c_3 \log(K)_t + c_4 \log(C)_t + c_5 \log(Q_1)_{t-1} + \varepsilon_{3t} \quad (51)$$

โดยที่	$(Q_1)_t$	คือ ปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางทุกชนิดของไทย ณ เวลา t
	$(Q_1)_{t-1}$	คือ ปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางทุกชนิดของไทย ณ เวลา $t-1$
	$(P_1)_t$	คือ ราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 ส่งออกกรุงเทพฯ ณ เวลา t
	$(P_2)_t$	คือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียว ณ เวลา t
	$(K)_t$	คือ อัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย ณ เวลา t
	$(C)_t$	คือ อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ ณ เวลา t
	ε_{3t}	คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของ $(Q_1)_t$
	c_1, c_2, c_3, c_4, c_5	คือ ค่าความยืดหยุ่น

ตัวแบบราคาส่งออกยางพาราของไทย

$$\log(P_1)_t = d_0 + d_1 \log(P_3)_t + d_2 \log(Q_2)_t + d_3 \log(U)_t + d_4 \log(P_1)_{t-1} + \varepsilon_{4t} \quad (52)$$

โดยที่	$(P_1)_t$	คือ ราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 ส่งออกกรุงเทพฯ ณ เวลา t
	$(P_1)_{t-1}$	คือ ราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 ส่งออกกรุงเทพฯ ณ เวลา $t-1$
	$(P_3)_t$	คือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์ ณ เวลา t
	$(Q_2)_t$	คือ ปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางทุกชนิดของไทย ณ เวลา t
	$(U)_t$	คือ ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย ณ เวลา t
	ε_{4t}	คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของ $(P_1)_t$
	d_1, d_2, d_3, d_4	คือ ค่าความยืดหยุ่น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

วิธีการ

ในการศึกษาครั้งนี้มีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. รวบรวมข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนของปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของไทย (เมตริกตัน) ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ โตเกียว และสิงคโปร์ (บาท/กิโลกรัม) ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทย (เมตริกตัน) ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย (เมตริกตัน) อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ (บาท/ดอลลาร์สหรัฐ) และอัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย (%) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 จากสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2. พัฒนาตัวแบบของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ทั้งแบบดุลยภาพและแบบไม่ดุลยภาพ ตามกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้

2.1 ตัวแบบแบบดุลยภาพ

2.1.1 ตัวแบบปริมาณส่งออกยางพาราของไทย

$$\log(Q_1)_t = a_0 + a_1 \log(P_1)_t + a_2 \log(P_2)_t + a_3 \log(K)_t + a_4 \log(C)_t + \varepsilon_{1t}$$

2.1.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย

$$\log(P_1)_t = b_0 + b_1 \log(P_3)_t + b_2 \log(Q_{21})_t + b_3 \log(U)_t + \varepsilon_{2t}$$

2.2 ตัวแบบไม่ดุลยภาพ

2.2.1 ตัวแบบปริมาณส่งออกยางพาราของไทย

$$\begin{aligned} \log(Q_1)_t = & c_0 + c_1 \log(P_1)_t + c_2 \log(P_2)_t + \\ & c_3 \log(K)_t + c_4 \log(C)_t + c_5 \log(Q_1)_{t-1} + \varepsilon_{3t} \end{aligned}$$

2.2.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย

$$\begin{aligned} \log(P_1)_t = & d_0 + d_1 \log(P_3)_t + d_2 \log(Q_2)_t + \\ & d_3 \log(U)_t + d_4 \log(P_1)_{t-1} + \varepsilon_{4t} \end{aligned}$$

3. ตรวจสอบ identification problem ของระบบสมการเกี่ยวเนื่องด้วยหลักการของเมทริกซ์

4. ทำการทดสอบความเกี่ยวเนื่องของสมการ (simultaneity) หรือ endogeneity ด้วย

Hausman Specification Test

5. พัฒนาตัวแบบตามข้อ 2 โดยใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบ Enter (กัลยา, 2546) และประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) และวิธีกำลังสองน้อยที่สุด 2 ขั้นตอน (2SLS) และทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ด้วยตัวสถิติ t

6. ตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อสมมติของตัวแบบจำลองด้วยวิธี Durbin-Watson

6.1 การตรวจสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อน e_t และ e_{t-1} โดยที่ t เป็นช่วงเวลา ด้วยวิธี Durbin-Watson

6.2 การทดสอบว่า e_t มีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ด้วยแผนภาพฮิสโตแกรม Normality plot และการทดสอบ Kolmogorov-Smirnov (K-S)

7. วัดความเหมาะสมของตัวแบบจำลอง ด้วยค่า R^2 , R^2_{Adjust} และ MSE

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

ดำเนินการวิจัยที่ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2549

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวแบบความสัมพันธ์ของราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ทั้งกรณีตัวแบบเป็นแบบดุลยภาพและแบบไม่ดุลยภาพ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการส่งออกยางพาราของไทย

2. ได้แนวทางในการใช้วิธีทางสถิติในการศึกษาถึงปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์และอุปทานของการส่งออกยางพาราของไทย และตัวแบบความสัมพันธ์ของราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย แก่นักศึกษา นักวิจัย ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากข้อมูลการส่งออกยางพาราของไทย และผู้สนใจทั่วไป

3. ได้ตัวแบบในการหาแบบความสัมพันธ์ของราคาและปริมาณการส่งออกของไทย เมื่อต้องการตัวแบบสำหรับการส่งออกสินค้าที่สำคัญชนิดอื่นของไทย เช่น ข้าว มันสำปะหลัง เป็นต้น สำหรับเผยแพร่แก่ผู้สนใจ

ผลและวิจารณ์

ผล

จากการวิเคราะห์ปัจจัยทางเศรษฐกิจที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของประเทศ สรุปได้ 2 ส่วน ดังนี้ 1) การพัฒนาตัวแบบจำลอง 2) การวัดความเหมาะสมของตัวแบบจำลอง ได้ผลดังนี้

ส่วนที่ 1 การพัฒนาตัวแบบจำลอง

1. กรณีตัวแบบดุลยภาพ

1.1 การตรวจสอบ identification problem ของระบบสมการเกี่ยวเนื่องด้วยหลักการของเมทริกซ์ ดังนี้

$$\log(Q_1)_t = a_0 + a_1 \log(P_1)_t + a_2 \log(P_2)_t + a_3 \log(K)_t + a_4 \log(C)_t + \varepsilon_{1t}$$

$$\log(P_1)_t = b_0 + b_1 \log(P_3)_t + b_2 \log(Q_{21})_t + b_3 \log(U)_t + \varepsilon_{2t}$$

สมการที่	ตัวแปรภายใน		ตัวแปรภายนอก						Missing variables	identification
	Q_1	P_1	P_2	P_3	Q_2	K	C	U		
1	*	*	*	o	o	*	*	o	$3 > 1$	over identified
2	o	*	o	*	*	o	o	*	$4 > 1$	over identified

หมายเหตุ * ตัวแปรที่ปรากฏในสมการที่กำลังพิจารณา

o ตัวแปรที่ไม่ปรากฏในสมการที่กำลังพิจารณา

จากระบบสมการข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีตัวแปรภายใน 2 ตัว คือ Q_t และ P_t และ matrix of rank เท่ากับ 1 กล่าวคือ สมการจะ identified ในแต่ละสมการต้องมีตัวแปรที่ไม่ปรากฏในสมการที่กำลังพิจารณาอย่างน้อย 1 ตัวแปร ซึ่งจะเห็นทั้งสองสมการมี missing variable มากกว่า 1 ดังนั้น ระบบสมการดังกล่าวเป็น over identified

1.2 การตรวจสอบความเกี่ยวเนื่อง (simultaneity) โดยใช้ Hausman Specification Test ด้วยตัวสถิติ t

สมมติฐานในการทดสอบ

$$H_o : \text{cov}[(P_t)_t, \varepsilon_{1t}] = 0$$

$$H_o : \text{cov}[(P_t)_t, \varepsilon_{1t}] \neq 0$$

ผลการทดสอบพบว่า $t = -1.695$, $P\text{-value} = 0.097$ นั่นคือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ (P_{1t}) ไม่มีความสัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อน (ε_{1t}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

1.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์

1.3.1 วิธี OLS

1.3.1.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

ตารางที่ 1 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี OLS กรณีตัวแบบดุลยภาพ

ปัจจัย	$\hat{\beta}_i$ (S.E.)	t - stats	P - value
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ	0.681 (0.557)	1.222	0.228
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียว	- 0.637 (0.578)	- 1.103	0.276
อัตราการใช้จ่ายในการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย	0.557 (0.140)	3.973	0.000*
อัตราการแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ	- 0.482 (0.584)	- 0.826	0.413

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 1 สามารถเขียนตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย และทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบ t ได้ผลดังนี้

$$\log(Q_1)_t = 5.034 + 0.681\log(P_1)_t - 0.637\log(P_2)_t + 0.557\log(K^*)_t - 0.482\log(C)_t$$

$$R^2 = 0.394, \quad R^2_{\text{Adjust}} = 0.337, \quad \text{MSE} = 2.53 \times 10^{-3}$$

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ได้ค่าเท่ากับ 0.68 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 68.1 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t (t = 1.222, P-value = 0.228)

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียวได้ค่าเท่ากับ 0.637 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียวลดลงร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 63.7 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t (t = -1.103, P-value = 0.276)

ค่าความยืดหยุ่นของอัตราการใช้กำลังการผลิตอุตสาหกรรมยางได้ค่าเท่ากับ 0.557 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าอัตราการใช้กำลังการผลิตอุตสาหกรรมยางเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 55.7 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ และมีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 3.973$, $P\text{-value} = 0.000$) แสดงว่าปัจจัยอัตราการใช้กำลังการผลิตอุตสาหกรรมยางมีผลต่อปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

ค่าความยืดหยุ่นของอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐได้ค่าเท่ากับ 0.482 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่า ถ้าอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐลดลงร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 48.2 เมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = -0.826$, $P\text{-value} = 0.482$)

1.3.1.2 ตัวแบบราคาส่งออกยางพาราของไทย

ตารางที่ 2 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี OLS กรณีตัวแบบดุลยภาพ

ปัจจัย	β_i (S.E.)	t - stats	P - value
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์	1.006 (0.013)	77.238	0.000*
ปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติของไทย	- 0.010 (0.010)	- 1.050	0.300
ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย	- 0.002 (0.046)	- 0.039	0.969

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 สามารถเขียนตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย และทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบ t ได้ผลดังนี้

$$\log(P_1)_t = 0.054 + 1.006\log(P_3^*)_t - 0.010\log(Q_{21})_t - 0.002\log(U)_t$$

$$R^2 = 0.997, \quad R_{\text{Adjust}}^2 = 0.997, \quad \text{MSE} = 3.46 \times 10^{-5}$$

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์ได้ค่าเท่ากับ 1.006 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 100.6 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ และมีหลักฐานสนับสนุนว่ามีความสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 77.238$, $P\text{-value} = 0.000$) แสดงว่าปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์มีผลต่อราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ

ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทยได้ค่าเท่ากับ 0.010 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าถ้าปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทยลดลงร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.0 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีความสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = -1.050$, $P\text{-value} = 0.300$)

ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทยได้ค่าเท่ากับ 0.002 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าถ้าปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทยเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.2 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีความสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = -0.039$, $P\text{-value} = 0.969$)

1.3.2 วิธี 2SLS

1.3.2.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

ตารางที่ 3 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี 2SLS กรณีตัวแบบดุลยภาพ

ปัจจัย	$\hat{\beta}_i$ (S.E.)	t - stats	P - value
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ	0.681 (0.557)	1.222	0.228
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียว	- 0.637 (0.578)	- 1.103	0.276
อัตราการใช้จ่ายในการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย	0.557 (0.140)	3.973	0.000*
อัตราการแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ	- 0.482 (0.584)	- 0.826	0.413

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 สามารถเขียนตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย และทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบ t ได้ผลดังนี้

$$\log(Q_1)_t = 5.034 + 0.681\log(P_1)_t - 0.637\log(P_2)_t + 0.557\log(K^*)_t - 0.482\log(C)_t$$

$$R^2 = 0.394, \quad R^2_{\text{Adjust}} = 0.337, \quad \text{MSE} = 2.53 \times 10^{-3}$$

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ได้ค่าเท่ากับ 0.68 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 68.1 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t (t = 1.222, P-value = 0.228)

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียวได้ค่าเท่ากับ 0.637 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียวลดลงร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 63.7 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t (t = -1.103, P-value = 0.276)

ค่าความยืดหยุ่นของอัตราการใช้กำลังการผลิตอุตสาหกรรมยางได้ค่าเท่ากับ 0.557 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าอัตราการใช้กำลังการผลิตอุตสาหกรรมยางเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 55.7 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ และมีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 3.973$, $P\text{-value} = 0.000$) แสดงว่าปัจจัยอัตราการใช้กำลังการผลิตอุตสาหกรรมยางมีผลต่อปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

ค่าความยืดหยุ่นของอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐได้ค่าเท่ากับ 0.482 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่า ถ้าอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐลดลงร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 48.2 เมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = -0.826$, $P\text{-value} = 0.482$)

1.3.2.2 ตัวแบบราคาส่งออกยางพาราของไทย

ตารางที่ 4 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี 2SLS กรณีตัวแบบดุลยภาพ

ปัจจัย	$\hat{\beta}_i$ (S.E.)	t - stats	P - value
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์	1.006 (0.013)	77.238	0.000*
ปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติของไทย	- 0.010 (0.010)	- 1.050	0.300
ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย	- 0.002 (0.046)	- 0.039	0.969

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 สามารถเขียนตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย และทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบ t ได้ผลดังนี้

$$\log(P_1)_t = 0.054 + 1.006\log(P_3^*)_t - 0.010\log(Q_{21})_t - 0.002\log(U)_t$$

$$R^2 = 0.997, \quad R_{\text{Adjust}}^2 = 0.997, \quad \text{MSE} = 3.46 \times 10^{-5}$$

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์ ได้ค่าเท่ากับ 1.006 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 100.6 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ และมีหลักฐานสนับสนุนว่ามีความสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 77.238$, $P\text{-value} = 0.000$) แสดงว่าปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์มีผลต่อราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ

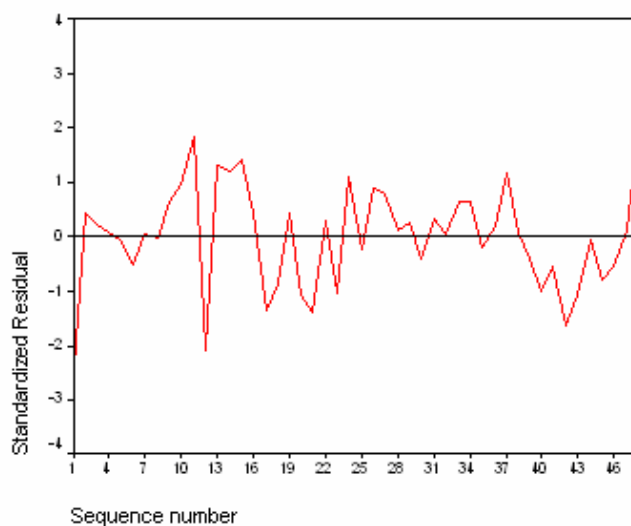
ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทยได้ค่าเท่ากับ 0.010 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าถ้าปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทยลดลงร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.0 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีความสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = -1.050$, $P\text{-value} = 0.300$)

ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทยได้ค่าเท่ากับ 0.002 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าถ้าปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทยเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.2 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีความสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = -0.039$, $P\text{-value} = 0.969$)

ผลจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย กรณีตัวแบบดุลภาพด้วยวิธี OLS และวิธี 2SLS พบว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ของตัวแปรราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยให้ผลเหมือนกัน

1.4 ตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อสมมติของตัวแบบด้วยวิธี Durbin-Watson

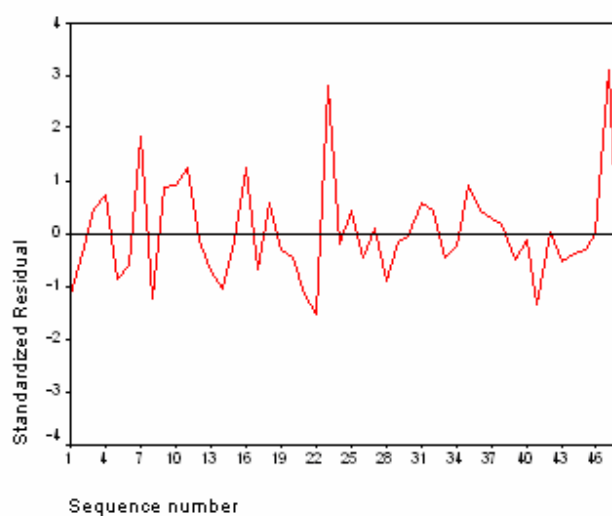
1.4.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย



ภาพที่ 8 แสดงการเคลื่อนไหวของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_{1t})

ผลการทดสอบ พบว่า ค่าสถิติทดสอบ $d = 1.624$ มีค่ามากกว่า $d_{L,0.05}$ (1.38) จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อน (ε_{1t}) มีความเป็นอิสระต่อกัน

1.4.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย



ภาพที่ 9 แสดงการเคลื่อนไหวของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_{2t})

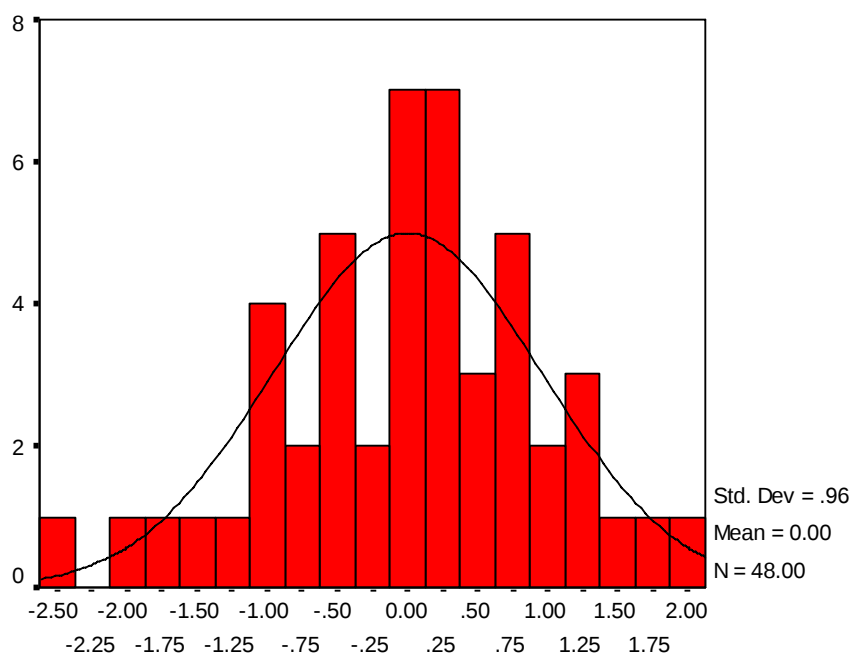
ผลการทดสอบ พบว่า ค่าสถิติทดสอบ $d = 2.317$ มีค่ามากกว่า $d_{L,0.05} (1.38)$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อน (ε_{2t}) มีความเป็นอิสระต่อกัน

1.5 การทดสอบว่า ε_t มีการแจกแจงแบบปกติ ด้วยแผนภาพฮิสโตแกรม แผนภาพ

Normality plot และการทดสอบ K-S

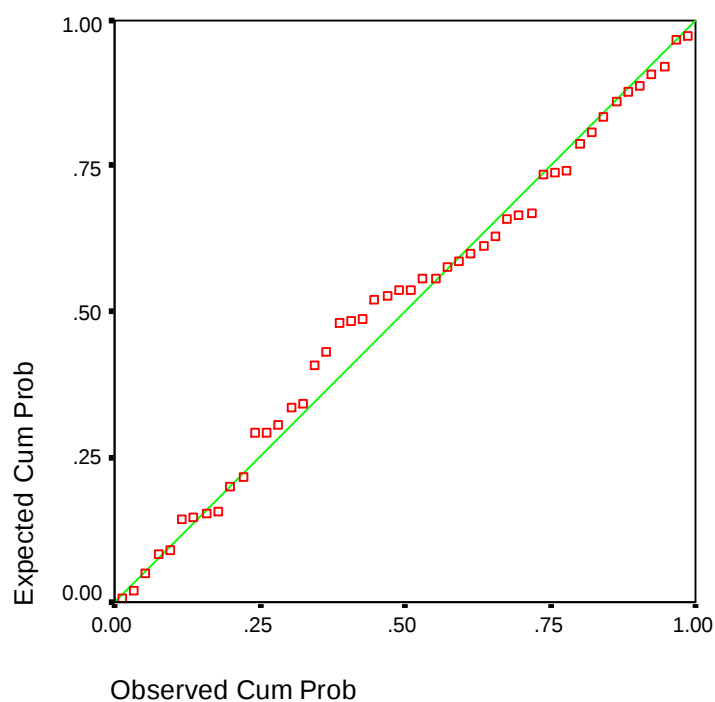
1.5.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย จากการเขียนแผนภาพ

ฮิสโตแกรม แผนภาพ Normality plot และการทดสอบ K-S ($K-S = 0.715$, $P\text{-value} = 0.686$) พบว่า ε_{1t} มีการแจกแจงแบบปกติ ดังภาพที่ 10 และภาพที่ 11



Standardized Residual

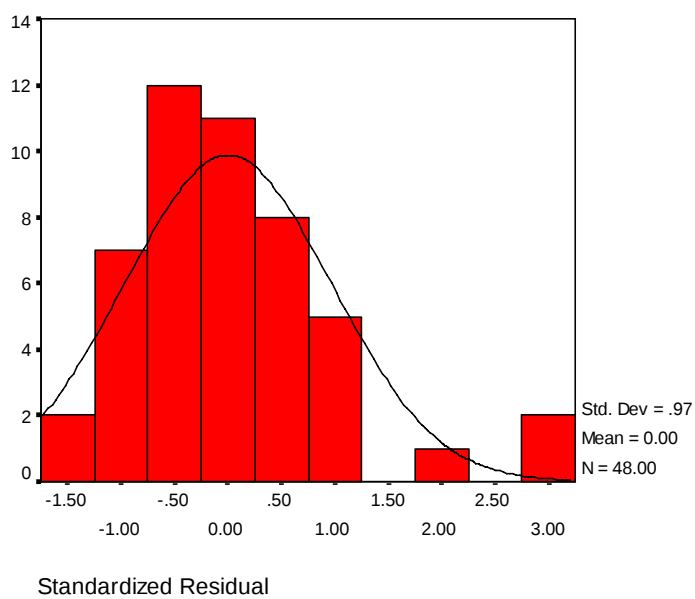
ภาพที่ 10 ฮิสโตแกรมของค่า standardized residual ของตัวแบบปริมาณส่งออกยางพาราของไทย
กรณีตัวแบบดุลยภาพ



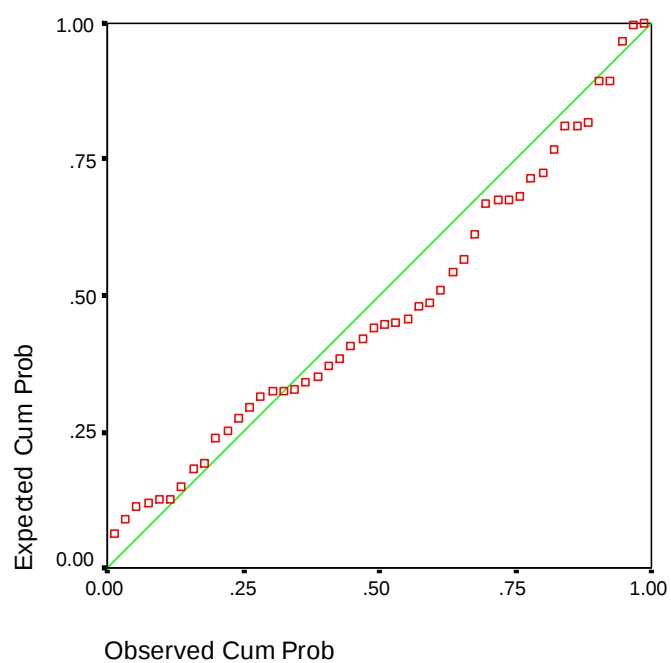
ภาพที่ 11 Normality plot ของค่า standardized residual ของตัวแบบปริมาณส่งออกยางพารา
ของไทย กรณีตัวแบบดุลยภาพ

1.5.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย จากการเขียนแผนภาพ

ฮิสโตแกรม แผนภาพ Normality plot และการทดสอบ K-S ($K-S = 0.818$, $P\text{-value} = 0.516$) พบว่า ε_{2t} มีการแจกแจงแบบปกติ ดังภาพที่ 12 และภาพที่ 13



ภาพที่ 12 ฮิสโตแกรมของค่า standardized residual ของตัวแบบราคาส่งออกยางพาราของไทย
กรณีตัวแบบดุลยภาพ



ภาพที่ 13 Normality plot ของค่า standardized residual ของตัวแบบราคาส่งออกยางพาราของไทย
กรณีตัวแบบดุลยภาพ

2. กรณีตัวแบบไม่ดุลยภาพ

2.1 การตรวจสอบ identification ของระบบสมการเกี่ยวกับหลักการของเมทริกซ์ ดังนี้

$$\log(Q_1)_t = c_0 + c_1 \log(P_1)_t + c_2 \log(P_2)_t + c_3 \log(K)_t + c_4 \log(C)_t + c_5 \log(Q_1)_{t-1} + \varepsilon_{3t}$$

$$\log(P_1)_t = d_0 + d_1 \log(P_3)_t + d_2 \log(Q_2)_t + d_3 \log(U)_t + d_4 \log(P_1)_{t-1} + \varepsilon_{4t}$$

สมการที่	ตัวแปรภายใน					ตัวแปรภายนอก					Missing variables	identification
	Q_1	P_1	P_2	P_3	K	C	Q_2	U	Q_{t-1}	P_{t-1}		
1	*	*	*	0	*	*	0	0	*	0	$4 > 1$	over identified
2	0	*	0	*	0	0	*	*	0	*	$5 > 1$	over identified

หมายเหตุ * ตัวแปรที่ปรากฏในสมการที่กำลังพิจารณา

o ตัวแปรที่ไม่ปรากฏในสมการที่กำลังพิจารณา

จากระบบสมการข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีตัวแปรภายใน 2 ตัว คือ Q_1 และ P_1 และ matrix of rank เท่ากับ 1 กล่าวคือ สมการจะ identified ในแต่ละสมการต้องมีตัวแปรที่ไม่ปรากฏในสมการที่กำลังพิจารณาอย่างน้อย 1 ตัวแปร ซึ่งจะเห็นทั้งสองสมการมี missing variable มากกว่า 1 ดังนั้น ระบบสมการดังกล่าวจึงเป็น over identified

2.2 การตรวจสอบความเกี่ยวเนื่อง (Simultaneity) โดยใช้ Hausman Specification Test ด้วยตัวสถิติ t

สมมติฐานในการทดสอบ

$$H_0 : \text{cov}((P_1)_t, \varepsilon_{3t}) = 0$$

$$H_1 : \text{cov}((P_1)_t, \varepsilon_{3t}) \neq 0$$

ผลการทดสอบพบว่า $t = -1.500$, $P\text{-value} = 0.142$ นั่นคือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ (P_{1t}) ไม่มีความสัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อน (ε_{3t}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์

2.3.1 วิธี OLS

2.3.1.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

ตารางที่ 5 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี OLS กรณีตัวแบบไม่คลุยกภาพ

ปัจจัย	$\hat{\beta}_i$ (S.E.)	t - stats	P - value
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่กรุงเทพฯ	0.168 (0.529)	0.317	0.753
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียว	-0.193 (0.542)	-0.357	0.723
อัตราการใช้จ่ายในการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย	0.553 (0.133)	4.164	0.000*
อัตราการแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ	-0.388 (0.534)	-0.726	0.472
ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ณ เวลาก่อนหน้า	0.175 (0.120)	1.459	0.152

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 5 สามารถเขียนตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย และทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบ t ได้ผลดังนี้

$$\log(Q_1)_t = 4.074 + 0.168\log(P_1)_t - 0.193\log(P_2)_t + 0.553\log(K)_t^* - 0.388\log(C)_t + 0.175\log(Q_1)_{t-1}$$

$$R^2 = 0.424, \quad R_{\text{Adjust}}^2 = 0.354, \quad \text{MSE} = 2.09 \times 10^{-3}$$

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ได้ค่าเท่ากับ 0.1681 และเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.8 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 0.317$, $P\text{-value} = 0.753$)

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียว ได้ค่าเท่ากับ 0.193 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียวลดลงร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.3 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = -0.357$, $P\text{-value} = 0.723$)

ค่าความยืดหยุ่นของอัตราการใช้กำลังการผลิตอุตสาหกรรมยางได้ค่าเท่ากับ 0.133 มีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าอัตราการใช้กำลังการผลิตอุตสาหกรรมยางเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 55.3 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ และมีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 4.164$, $P\text{-value} = 0.000$) แสดงว่าปัจจัยอัตราการใช้กำลังการผลิตอุตสาหกรรมยางมีผลต่อ ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

ค่าความยืดหยุ่นของอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐได้ค่าเท่ากับ 0.388 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าถ้าอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐลดลงร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 38.8 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = -0.726$, $P\text{-value} = 0.472$)

ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ณ เวลา ก่อนหน้า ได้ค่าเท่ากับ 0.175 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ณ เวลา ก่อนหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.5 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 1.459$, $P\text{-value} = 0.152$)

2.3.1.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย

ตารางที่ 6 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี OLS กรณีตัวแบบไม่ดุลยภาพ

ปัจจัย	$\hat{\beta}_i$ (S.E.)	t - stats	P - value
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์	0.887 (0.033)	26.622	0.000*
ปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติของไทย	-0.011 (0.009)	-1.281	0.207
ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย	0.016 (0.041)	0.387	0.700
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่กรุงเทพฯ ณ เวลาก่อนหน้า	0.110 (0.030)	3.647	0.001*

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 6 สามารถเขียนตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย และทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบ t ได้ผลดังนี้

$$\log(P_1)_t = -0.003 + 0.887\log(P_3)_t^* - 0.011\log(Q_{21})_t + 0.016\log(U)_t + 0.110\log(P_1)_{t-1}^*$$

$$R^2 = 0.998, \quad R_{\text{Adjust}}^2 = 0.998, \quad \text{MSE} = 2.648 \times 10^{-5}$$

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์ได้ค่าเท่ากับ 0.887 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.87 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ และมีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 26.622$, $P\text{-value} = 0.000$) แสดงว่าปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์มีผลต่อราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ

ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทยได้ค่าเท่ากับ 0.011 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าถ้าปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทยลดลงร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.1 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = -1.281$, $P\text{-value} = 0.207$)

ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทยได้ค่าเท่ากับ 0.016 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทยเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.6 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 0.387$, $P\text{-value} = 0.700$)

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ณ ช่วงเวลาก่อนหน้าได้ค่าเท่ากับ 0.110 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ณ ช่วงเวลาก่อนหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.0 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ และมีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 3.647$, $P\text{-value} = 0.001$) แสดงว่าปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ณ ช่วงเวลาก่อนหน้ามีผลต่อราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ

2.3.2 วิธี 2SLS

2.3.2.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

ตารางที่ 7 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี 2SLS กรณีตัวแบบ ไม่คู่ลยภาพ

ปัจจัย	$\hat{\beta}_i$ (S.E.)	t - stats	P - value
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่กรุงเทพฯ	0.168 (0.529)	0.317	0.753
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียว	-0.193 (0.542)	-0.357	0.723
อัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย	0.553 (0.133)	4.164	0.000
อัตราการแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ	-0.388 (0.534)	-0.726	0.472
ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ณ เวลาก่อนหน้า	0.175 (0.120)	1.459	0.152

หมายเหตุ : * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 7 สามารถเขียนตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของ ไทย และทดสอบ สมมติฐานเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบ t ได้ผลดังนี้

$$\log(Q_1)_t = 4.074 + 0.168\log(P_1)_t - 0.193\log(P_2)_t + 0.553\log(K)_t^* - 0.388\log(C)_t + 0.175\log(Q_1)_{t-1}$$

$$R^2 = 0.424, \quad R_{\text{Adjust}}^2 = 0.354, \quad \text{MSE} = 2.09 \times 10^{-3}$$

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาด กรุงเทพฯ ได้ค่าเท่ากับ 0.1681 และเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.8 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 0.317$, $P\text{-value} = 0.753$)

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียว ได้ค่าเท่ากับ 0.193 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียวลดลงร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.3 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = -0.357$, $P\text{-value} = 0.723$)

ค่าความยืดหยุ่นของอัตราการใช้กำลังการผลิตอุตสาหกรรมยางได้ค่าเท่ากับ 0.133 มีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าอัตราการใช้กำลังการผลิตอุตสาหกรรมยางเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 55.3 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ และมีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 4.164$, $P\text{-value} = 0.000$) แสดงว่าปัจจัยอัตราการใช้กำลังการผลิตอุตสาหกรรมยางมีผลต่อ ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

ค่าความยืดหยุ่นของอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐได้ค่าเท่ากับ 0.388 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าถ้าอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐลดลงร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 38.8 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = -0.726$, $P\text{-value} = 0.472$)

ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ณ เวลา ก่อนหน้าได้ค่าเท่ากับ 0.175 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่า ถ้าปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ณ เวลา ก่อนหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.5 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 1.459$, $P\text{-value} = 0.152$)

2.3.1.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย

ตารางที่ 8 แสดงค่าประมาณพารามิเตอร์ และค่าสถิติต่าง ๆ ของตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย ด้วยวิธี 2SLS กรณีตัวแบบ ไม่คู่สมภาพ

ปัจจัย	$\hat{\beta}_i$ (S.E.)	t - stats	P - value
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์	0.887 (0.033)	26.622	0.000*
ปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติของไทย	-0.011 (0.009)	-1.281	0.207
ปริมาณการ ใช้อย่างธรรมชาติของไทย	0.016 (0.041)	0.387	0.700
ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่กรุงเทพฯ ณ เวลาก่อนหน้า	0.110 (0.030)	3.647	0.001*

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 8 สามารถเขียนตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย และทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบ t ได้ผลดังนี้

$$\log(P_1)_t = -0.003 + 0.887\log(P_3)_t^* - 0.011\log(Q_{21})_t + 0.016\log(U)_t + 0.110\log(P_1)_{t-1}^*$$

$$R^2 = 0.998, \quad R_{\text{Adjust}}^2 = 0.998, \quad \text{MSE} = 2.648 \times 10^{-5}$$

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์ได้ค่าเท่ากับ 0.887 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 88.7 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ และมีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 26.622$, $P\text{-value} = 0.000$) แสดงว่าปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดสิงคโปร์มีผลต่อราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ

ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทยได้ค่าเท่ากับ 0.011 และมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่าถ้าปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทยลดลงร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.1 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = -1.281$, $P\text{-value} = 0.207$)

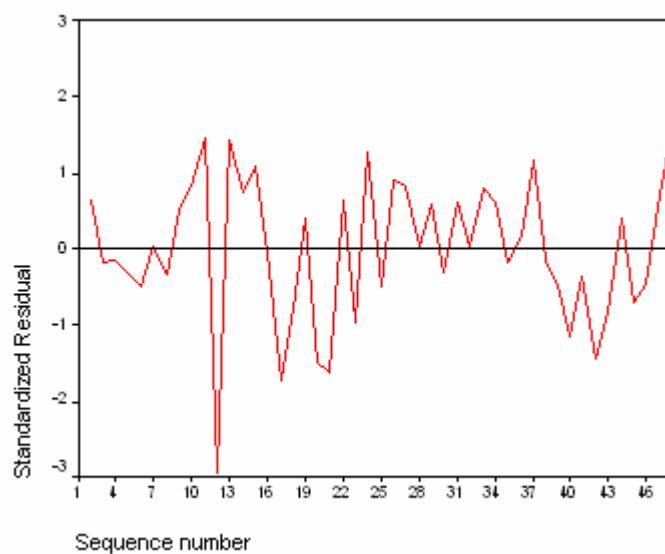
ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทยได้ค่าเท่ากับ 0.016 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทยเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.6 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ แต่ไม่มีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 0.387$, $P\text{-value} = 0.700$)

ค่าความยืดหยุ่นของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ณ ช่วงเวลาก่อนหน้าได้ค่าเท่ากับ 0.110 และมีเครื่องหมายเป็นบวก หมายความว่าถ้าราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ณ ช่วงเวลาก่อนหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.0 ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ และมีหลักฐานสนับสนุนว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ของตัวทดสอบสถิติ t ($t = 3.647$, $P\text{-value} = 0.001$) แสดงว่าปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ณ ช่วงเวลาก่อนหน้ามีผลต่อราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ

ผลจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย กรณีตัวแบบไม่คลุลยภาพด้วยวิธี OLS และวิธี 2SLS พบว่า ค่าประมาณของพารามิเตอร์ของตัวแบบราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยให้ผลเหมือนกัน

2.4 ตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับข้อสมมติของตัวแบบด้วย Durbin h

2.4.1 ตัวแบบปริมาณส่งออกยางพาราของไทย



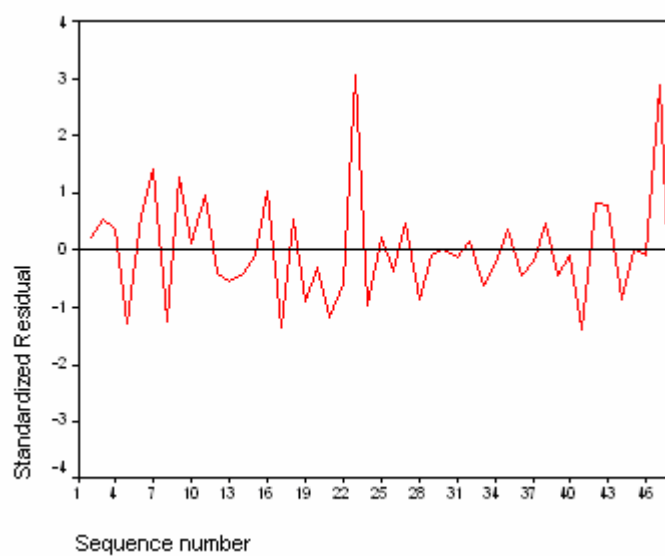
ภาพที่ 14 แสดงการเคลื่อนไหวของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_{3t})

ผลการทดสอบ พบว่า ค่าสถิติทดสอบ

$$h = \left(1 - \frac{2.042}{2}\right) \sqrt{\frac{47}{1-47[0.120^2]}} = -0.253 \text{ มีค่าน้อยกว่า } Z_{1-\frac{\alpha}{2}} (1.960) \text{ ดังนั้นจึงยอมรับ } H_0 \text{ ที่ระดับ}$$

นัยสำคัญ 0.05 แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อน (ε_{3t}) มีความเป็นอิสระต่อกัน

2.4.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย



ภาพที่ 15 แสดงการเคลื่อนไหวของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_{4t})

ผลการทดสอบ พบว่า ค่าสถิติทดสอบ

$$h = \left(1 - \frac{2.042}{2}\right) \sqrt{\frac{47}{1 - 47[0.120^2]}} = -1.751 \text{ มีค่าน้อยกว่า } Z_{1-\frac{\alpha}{2}} (1.960) \text{ ดังนั้นจึงยอมรับ } H_0 \text{ ที่ระดับ}$$

นัยสำคัญ 0.05 แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อน (ε_{4t}) มีความเป็นอิสระต่อกัน

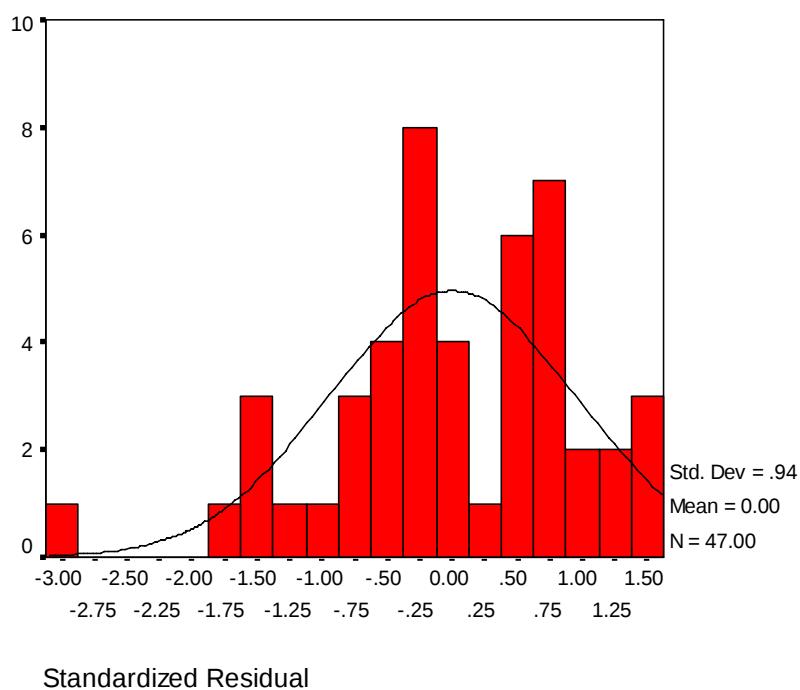
2.5 การทดสอบว่า ε_t มีการแจกแจงแบบปกติ ด้วยแผนภาพฮิสโตแกรม แผนภาพ

Normality plot และการทดสอบ K-S

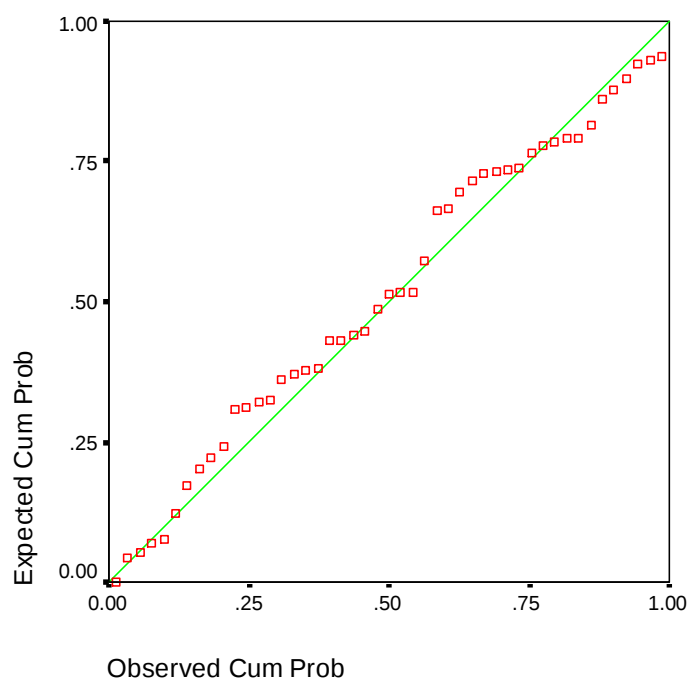
2.5.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย จากการเขียนแผนภาพ

ฮิสโตแกรม แผนภาพ Normality plot และการทดสอบ K-S (K-S = 0.673, P-value = 0.775) พบว่า

ε_{3t} มีการแจกแจงแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ดังภาพที่ 16 และภาพที่ 17



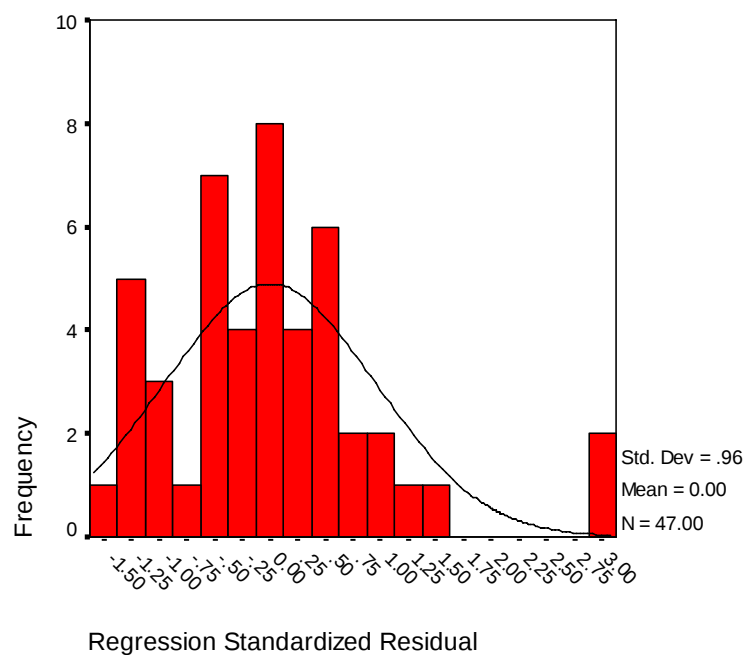
ภาพที่ 16 ฮิสโตแกรมของค่า standardized residual ของตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพารา
ของไทย กรณีตัวแบบไม่ดุลยภาพ



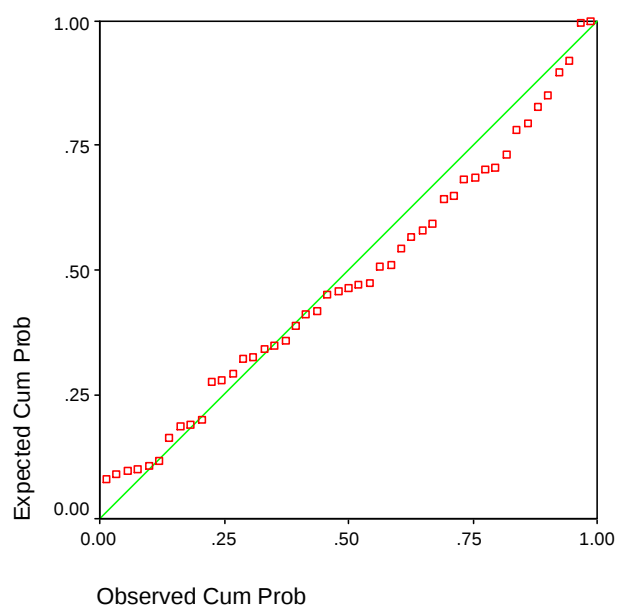
ภาพที่ 17 Normality plot ของค่า standardized residual ของตัวแบบปริมาณการส่งออก
ยางพารา ของไทย กรณีตัวแบบไม่ดุลยภาพ

2.5.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย จากการเขียนแผนภาพ

ฮิสโตแกรม แผนภาพ Normality plot และการทดสอบ K-S ($K-S = 0.658$, $P\text{-value} = 0.779$) พบว่า ε_{4t} มีการแจกแจงแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ดังภาพที่ 18 และภาพที่ 19



ภาพที่ 18 ฮิสโตแกรมของค่า standardized residual ของตัวแบบราคาการส่งออกยางพารา
ของไทย กรณีตัวแบบ ไม่ดุลยภาพ



ภาพที่ 19 Normality plot ของค่า standardized residual ของตัวแบบราคาการส่งออกยางพารา
ของไทย กรณีแบบตัวไม่ดุลยภาพ

ส่วนที่ 2 ความเหมาะสมของตัวแบบ

การวัดความเหมาะสมของตัวแบบคุณภาพและตัวแบบไม่คุณภาพของราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย จะพิจารณาจากค่า R^2 , R^2_{Adjust} และค่า MSE เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ซึ่งแสดงค่าไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงค่า R^2 , R^2_{Adjust} และค่า MSE ของตัวแบบราคาและปริมาณราคาการส่งออกยางพาราของไทย

ค่าสถิติ	ตัวแบบคุณภาพ		ตัวแบบไม่คุณภาพ	
	ปริมาณ	ราคา	ปริมาณ	ราคา
R^2	0.394	0.997	0.424	0.998
R^2_{Adjust}	0.337	0.997	0.354	0.998
MSE	2.53×10^{-3}	3.456×10^{-5}	2.09×10^{-3}	2.648×10^{-5}

จากตารางที่ 9 พบว่า

1. ตัวแบบคุณภาพ

1.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

ผลจากการคำนวณได้ค่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.394 แสดงว่า ความผันแปรทั้งหมดของปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยมีสาเหตุมาจากความผันแปรของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ตลาด โตเกียว อัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย และอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ 39.4 % ส่วนความผันแปรของปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยอีก 60.6 % เกิดจากสาเหตุอื่น

1.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย

ผลจากการคำนวณได้ค่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.997 แสดงว่า ความผันแปรทั้งหมดของ ราคาส่งออกยางพาราของไทยมีสาเหตุมาจากความผันแปรของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ ตลาดสิงคโปร์ ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทย และปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย 99.7 % ส่วนความผันแปรของราคาส่งออกยางพาราของไทยอีก 0.3 % เกิดจากสาเหตุอื่น

2. กรณีตัวแบบไม่ดุลยภาพ

2.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

ผลจากการคำนวณได้ค่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.424 แสดงว่า ความผันแปรทั้งหมดของ ปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยมีสาเหตุมาจากความผันแปรของปริมาณการส่งออกยางพารา ของไทย ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ตลาดโตเกียว อัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย และอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ 42.4 % ส่วนความผันแปรของปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยอีก 57.6 % เกิดจากสาเหตุอื่น

2.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย

ผลจากการคำนวณได้ค่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.998 แสดงว่า ความผันแปรทั้งหมดของ ราคาส่งออกยางพาราของไทยมีสาเหตุมาจากความผันแปรของราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ ตลาดกรุงเทพฯ ณ เวลาก่อนหน้า และตลาดสิงคโปร์ ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทย และ ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย 99.8 % ส่วนความผันแปรของราคาส่งออกยางพาราของไทย อีก 0.2 % เกิดจากสาเหตุอื่น

3. สรุปตัวแบบที่เหมาะสม

3.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย คือ ตัวแบบไม่ดุลยภาพ ที่ประกอบด้วยปัจจัยต่อไปนี้ คือ อัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย

3.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย คือ ตัวแบบไม่ดุลยภาพที่ประกอบด้วยปัจจัยต่อไปนี้ คือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียว และราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ ณ เวลาก่อนหน้า

วิจารณ์

การวิเคราะห์ตัวแบบราคาและปริมาณส่งออกยางพาราของไทย พบว่า

1. ในการพัฒนาตัวแบบสมการเกี่ยวเนื่องสำหรับราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย หลังจากทำการทดสอบความเกี่ยวเนื่องของระบบสมการด้วย Hausman Specification Test พบว่า ตัวแบบที่ใช้ในการศึกษาไม่มีความเกี่ยวเนื่อง ทำให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบด้วยวิธี OLS และ 2SLS ให้ผลเหมือนกันซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Hausman (1978) แต่หากเกิดกรณีระบบสมการมีความเกี่ยวเนื่องกัน Gujarati (1995) ได้แนะนำให้ใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี 2SLS เพราะมีประสิทธิภาพจะสูงกว่าวิธี OLS

2. จากการตรวจสอบปัญหาเอกลักษณ์ของระบบสมการเกี่ยวเนื่อง พบว่า ตัวแบบสมการเกี่ยวเนื่องที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นระบบสมการแบบ over identified ดังนั้นการประมาณค่าพารามิเตอร์ในระบบสมการเกี่ยวเนื่องนั้น จึงใช้วิธี 2SLS เนื่องจากสามารถนำไปใช้ได้กับกรณีที่ระบบสมการที่เป็นทั้ง just identified และ over identified (Gujarati, 1995)

3. การวิเคราะห์ตัวแบบราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย พบว่า ตัวแบบไม่ดุลยภาพมีประสิทธิภาพมากกว่าตัวแบบดุลยภาพ เนื่องจากให้ค่า R^2 และ R^2_{Adjust} สูงกว่า และค่า MSE ที่ต่ำกว่า นั่นคือในการพัฒนาตัวแบบที่เกี่ยวกับเรื่องนี้จึงควรนำข้อมูล ณ ช่วงเวลาก่อนหน้า มาเป็นปัจจัยหนึ่งในตัวแบบด้วย

4. จากการตรวจสอบปัญหาเกี่ยวกับ serial correlation ของตัวแบบราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยที่ได้ด้วยตัวทดสอบสถิติ Durbin-Watson และ Durbin h พบว่า ตัวแบบราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยไม่มีปัญหาเกี่ยวกับ serial correlation แต่หากเกิดกรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับ serial correlation ขึ้น ต้องมีการปรับแก้ตัวแบบโดยใช้กระบวนการ Grid search ของ Hildreth-Lu (Pindyck and Rubinfeld, 1998) มิฉะนั้น serial correlation จะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของตัวประมาณค่า คือทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าน้อยกว่าความเป็นจริง ซึ่งจะทำให้มีโอกาสปฏิเสธสมมติฐานหลักมากขึ้น ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วจะต้องยอมรับสมมติฐานหลัก

5. เนื่องจากในปี 2545 รัฐบาลได้มีการจัดตั้งบริษัทร่วมทุนยางพาราระหว่างประเทศขึ้น และมีผลทำให้ราคายางพารามีการปรับตัวสูงขึ้นมากอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับผู้วิจัยได้ทำทดสอบข้อมูลในช่วงก่อนการจัดตั้งบริษัทร่วมทุนยางพาราระหว่างประเทศ และหลังจัดตั้งบริษัทร่วมทุนยางพาราระหว่างประเทศ และพบว่าตัวแบบจำลองที่ได้มีจากข้อมูลที่ 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกัน ดังนั้น ในการพัฒนาตัวแบบควรมีการตรวจสอบข้อมูลทั้งสองช่วงเวลาที่แตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ stability test ของ Chow (Pindyck and Rubinfeld, 1998) ถ้าข้อมูลทั้งสองช่วงมีความแตกต่างกัน จะนำข้อมูลสองช่วงเวลามารวมกัน ไม่ได้ ต้องวิเคราะห์ข้อมูลแยกกันคนละช่วงเวลา ในการศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองช่วงแล้ว (ช่วงที่ 1 ปี พ.ศ. 2541 – 2544, ช่วงที่ 2 ปี พ.ศ. 2545 – 2548) พบว่าข้อมูลทั้งสองช่วงเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 และจะเห็นได้ว่าช่วง พ.ศ. 2545 – 2548 ราคาของยางพาราของไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นมาก ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ใช้ข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวในการวิเคราะห์และพัฒนาตัวแบบ

6. จากการวิเคราะห์ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยทั้งในกรณีตัวแบบดุลยภาพและตัวแบบไม่ดุลยภาพ พบว่า ค่า R^2 มีค่าต่ำ และผู้วิจัยได้ทำการตัดตัวแปรที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ออกจากตัวแบบ และทำการวิเคราะห์ใหม่ ปรากฏว่าค่า R^2 ก็ยังคงมีค่าต่ำ แสดงให้เห็นว่าน่าจะมีปัจจัยอื่นที่กำหนดปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยอีกที่ควรนำมาพิจารณาด้วยในโอกาสต่อไป

7. ในการวิเคราะห์ตัวแบบ พบว่าปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3 ที่ตลาดสิงคโปร์ มีผลต่อราคาการส่งออกยางพาราของไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ TDRI (2540) และสุรางค์ (2548) ส่วนปัจจัยอัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทยมีผลต่อปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ TDRI (2540)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาตัวแบบสมการเกี่ยวเนื่องของราคาและปริมาณการส่งออกอุตสาหกรรมยางพาราของไทยปี 2545 – 2548 มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือ

1. ศึกษาถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของประเทศ ไทย โดยตั้งสมมติฐานการทดสอบไว้ 4 ข้อ คือ

1. ปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ อัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย และปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของไทย ณ เวลาก่อนหน้า มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

2. ปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียวและอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

3. ปัจจัยราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3 ที่ตลาดสิงคโปร์ ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย และราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ณ เวลาก่อนหน้า มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับราคาการส่งออกยางพาราของไทย

4. ปัจจัยปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติของไทย มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับราคาการส่งออกยางพาราของไทย

ได้ผลสรุปดังนี้

1.1 ตัวแบบดุลยภาพ

1.1.1 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยในเชิงบวก คือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ และอัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1

1.1.2 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยในเชิงลบ คือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดโตเกียว และอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2

1.1.3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับราคาการส่งออกยางพาราของไทยในเชิงบวก คือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3 ที่ตลาดสิงคโปร์ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3

1.1.4 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับราคาการส่งออกยางพาราของไทยในเชิงลบ คือ ปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติของไทย ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 4 และปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย ซึ่งขัดแย้งกับสมมติฐานข้อ 3

1.2 ตัวแบบไม่ดุลยภาพ

1.2.1 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยในเชิงบวก คือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาดกรุงเทพฯ และอัตราการใช้กำลังการผลิตในอุตสาหกรรมยางของไทย และปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของไทย ณ เวลาก่อนหน้า ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1

1.2.2 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยในเชิงลบ คือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ตลาด โตเกียว และอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2

1.2.3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับราคาการส่งออกยางพาราของไทยในเชิงบวก คือ ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้นที่ 3 ที่ตลาดสิงคโปร์ ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของไทย และราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ณ เวลาก่อนหน้า ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3

1.2.4 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับราคาการส่งออกยางพาราของไทยในเชิงลบ คือ ปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติของไทย ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 4

2. เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบดุลยภาพ และตัวแบบไม่ดุลยภาพของปัจจัยทางเศรษฐกิจที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย ผลจากการศึกษา พบว่า ตัวแบบ ไม่ดุลยภาพสามารถอธิบายการเปลี่ยนของราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทยได้ดีกว่าตัวแบบดุลยภาพ โดยให้ค่า R^2 และ R^2_{Adjust} ที่ค่าสูงกว่า และค่า MSE มีค่าต่ำกว่า

3. ตัวแบบราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย คือ

3.1 ตัวแบบดุลยภาพ

3.1.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

$$\log(Q_1)_t = 5.034 + 0.681\log(P_1)_t - 0.637\log(P_2)_t + 0.557\log(K)_t^* - 0.482\log(C)_t$$

$$R^2 = 0.394 \quad R^2_{\text{Adjust}} = 0.337 \quad \text{MSE} = 2.53 \times 10^{-3}$$

3.1.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย

$$\log(P_1)_t = 0.054 + 1.006\log(P_3)_t - 0.010\log(Q_{21})_t - 0.002\log(U)_t$$

$$R^2 = 0.997 \quad R^2_{\text{Adjust}} = 0.997 \quad \text{MSE} = 3.456 \times 10^{-5}$$

3.2 ตัวแบบ ไม่ดุลยภาพ

3.2.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

$$\log(Q_1)_t = 4.074 + 0.168\log(P_1)_t - 0.193\log(P_2)_t + \\ 0.553\log(K)_t - 0.388\log(C)_t + 0.175\log(Q_1)_{t-1}$$

$$R^2 = 0.424 \quad R_{\text{Adjust}}^2 = 0.354 \quad \text{MSE} = 2.09 \times 10^{-3}$$

3.2.2 ตัวแบบราคาการส่งออกยางพาราของไทย

$$\log(P_1)_t = -0.003 + 0.887\log(P_3)_t - 0.011\log(Q_{21})_t + \\ 0.016\log(U)_t + 0.110\log(P_1)_{t-1}$$

$$R^2 = 0.998 \quad R_{\text{Adjust}}^2 = 0.998 \quad \text{MSE} = 2.648 \times 10^{-5}$$

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้ตัวแบบจำลองของ Goldstein and Khan, (1978) และ Browne (1982) เพื่อศึกษาปัจจัยที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย และเพื่อเปรียบเทียบตัวแบบดุลยภาพและตัวแบบไม่ดุลยภาพ หากผู้สนใจศึกษาต่อไปในเรื่องนี้ ผู้วิจัยเสนอให้ศึกษาเปรียบเทียบกับตัวแบบนี้กับวิธีการพยากรณ์แบบอื่น เช่น การวิเคราะห์อนุกรมเวลา หรือทำการเปรียบเทียบกับตัวแบบอื่น ๆ เช่น ตัวแบบ ARCH ตัวแบบ GRACH ซึ่งเป็นตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่เป็นอนุกรมเวลา ซึ่งผู้สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากหนังสือ Applied Econometric Time Series ของ Enders (1995) หรือหนังสือเศรษฐมิติทั่วไป ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนและกำหนดนโยบายต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

2. ควรมีการพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่กำหนดราคาและปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย เช่น ราคาน้ำมัน อัตราค่าจ้างแรงงาน สภาวะเศรษฐกิจโลก อัตราการเจริญเติบโตของธุรกิจยานยนต์ นโยบายต่าง ๆ ของรัฐบาล เป็นต้น

3. ถ้านำตัวแบบที่ได้ไปใช้ ควรมีการพิจารณาค่าของข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ว่าขอบเขตของข้อมูลมีค่าอยู่ในช่วงของข้อมูลที่ใช้ในการสร้างตัวแบบนี้หรือไม่

4. ควรมีการประยุกต์ใช้ตัวแบบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สำหรับสินค้าส่งออกที่สำคัญชนิดอื่นๆ เช่น ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง เลือฝ้า เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กัลยา วานิชย์ปัญญา. 2546. การวิเคราะห์สถิติ: สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย. ครั้งที่ 7. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ธีรพงศ์ วิกิตเศรษฐ. 2531. เศรษฐมิติ: ทฤษฎีและการประยุกต์. ครั้งที่ 1. บริษัท ปิ่นเกล้าการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพมหานคร.
- ขงยุทธ แฉล้มวงษ์. 2547. หลักเศรษฐมิติ: การวิเคราะห์เชิงปริมาณขั้นสูงทางเศรษฐศาสตร์เกษตร. ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ทวีวัฒน์ พูนในเมือง. 2542. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการส่งออกของประเทศไทย: พ.ศ. 2500 - 2537. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ไพฑูรย์ ไกรพรศักดิ์. 2546. เศรษฐมิติเบื้องต้น. ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- วรลี ประดับมุข. 2542. การวิเคราะห์ความสามารถในการส่งออกยางพาราของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริณี ประดับมุข. 2541. ผลกระทบของการลดค่าเงินบาทที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI). 2540. โครงการศึกษาการพยากรณ์การส่งออกสินค้าสำคัญ 20 รายการ ของไทยในตลาดโลก. ฝ่ายแผนงานเศรษฐกิจรายสาขา สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2549. ข้อมูลวิชาการ 2549. ม.ป.ท.

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2541. สถิติยางประเทศไทย. ปีที่ 27 ฉบับที่ 4. ม.ป.ท.

_____. 2542. สถิติยางประเทศไทย. ปีที่ 28 ฉบับที่ 4 . ม.ป.ท.

_____. 2543. สถิติยางประเทศไทย. ปีที่ 29 ฉบับที่ 4 . ม.ป.ท.

_____. 2544. สถิติยางประเทศไทย. ปีที่ 30 ฉบับที่ 4 . ม.ป.ท.

_____. 2545. สถิติยางประเทศไทย. ปีที่ 31 ฉบับที่ 4 . ม.ป.ท.

_____. 2546. สถิติยางประเทศไทย. ปีที่ 32 ฉบับที่ 4 . ม.ป.ท.

_____. 2547. สถิติยางประเทศไทย. ปีที่ 33 ฉบับที่ 4 . ม.ป.ท.

_____. 2548. สถิติยางประเทศไทย. ปีที่ 34 ฉบับที่ 4 . ม.ป.ท.

_____. 2549. สถิติยางประเทศไทย. ปีที่ 35 ฉบับที่ 1 . ม.ป.ท.

เสาวนีย์ ภัทรโรวานัน. 2548. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์การส่งออกผลิตภัณฑ์ยางที่สำคัญ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรางค์ ผลาวัลย์. 2548. การศึกษาปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์และอุปทานของการส่งออกยางพาราของไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bade, R. and M. Parkin. 2005. **Foundation of Microeconomics**. Pearson Education.

Bjorn, E. 2005. **Econometric – Modelling and Systems Estimation**. Department of Economics, University of Oslo, Norway.

- Browne, F.X. 1982. Modeling Export prices and Quantities in a Small Open Economy. **The Review of Economics and Statistics** 1982 (64): 346-347.
- Dunlevy, A.J. 1980. A Test of the Capacity Pressure Hypothesis within a Simultaneous Equations Model of Export Performance. **The Review of Economics and Statistics** 1980(62): 131–135.
- Enders, W. 1995. **Applied Econometric Time Series**. John Wiley & Sons. Inc, New York.
- Goldstein, M. and M.S. Khan. 1978. The Supply and Demand for Exports: A Simultaneous Approach. **The Review of Economics and Statistics** 1978 (60): 275-286.
- Greene, H.W. 2000. **Econometric Analysis**. 4 ed. Prentice Hall, New Jersey.
- Gujarati, D.N. 1995. **Basic Econometrics**. 3 ed. McGraw-Hill, New York.
- Hausman, J.A. 1978. Specification Test in Econometrics. **Econometrica** 1978 (46): 1251-1271.
- Holly, A. 1982. A Remark on Hausman's Specification Test. **Econometrica** 1982 (50): 749-760.
- Houthakker, H.S. and L.D. Taylor. 1970. **Consumer Demand in the United States**. 2 ed. Cambridge , Harvard University Press, United States.
- Johnston, J. 1984. **Econometric Methods**. 3 ed. McGraw-Hill, New York.
- Johnston, J. and J. Dinardo. 1997. **Econometric Methods**. 4 ed. McGraw-Hill, New York.
- Maddala, G.S. 1992. **Introduction to Econometrics**. 2 ed. Macmillan, New York.

- McEachern, W.A. 2006. **Economics: A contemporary Introduction.** 7 ed. South-Western part of the Thomson Corporation
- Parkin, M. 2005. **Economics.** 7 ed. Pearson Education, New York.
- Pindyck, R.S and D.L. Rubinfeld. 1998. **Econometrics Model and Economic Forecasts.** 4 ed. McGraw-Hill, New York.
- Sahinbeyoglu, G and B. Ulansan. 1999. **An Empirical examination of the structural stability of export function: The case of Turkey.** The Central Bank of the Republic of Turkey Research Department, Turkey.
- Warr, G.P., and F.J. Wollmer. 1996. **The international demand for Thailand's rice exports.** Technical Report Working papers in Trade and Development, Australian National University.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตารางผนวก ก1 ปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของไทย (เมตริกตัน)

เดือน	ปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของไทย							
	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
มกราคม	188,170	140,663	175,585	148,093	141,056	255,930	223,507	259,660
กุมภาพันธ์	199,106	137,049	189,551	178,156	186,137	244,580	235,705	233,426
มีนาคม	177,856	145,165	217,319	167,192	186,072	272,935	246,892	233,852
เมษายน	115,878	127,194	150,539	131,796	169,707	205,930	191,332	183,516
พฤษภาคม	109,163	111,739	162,828	159,402	174,732	166,694	190,198	183,519
มิถุนายน	159,227	152,508	154,297	183,091	185,961	188,454	196,428	188,852
กรกฎาคม	160,166	163,203	183,085	184,368	217,012	212,362	223,053	194,954
สิงหาคม	164,250	174,174	209,914	197,810	211,319	191,175	211,293	238,147
กันยายน	150,961	160,157	186,954	171,384	218,273	171,429	229,524	233,781
ตุลาคม	149,480	177,743	205,187	162,645	245,152	215,434	226,072	208,324
พฤศจิกายน	126,207	191,192	180,252	170,938	253,646	201,434	222,288	235,207
ธันวาคม	138,932	189,088	150,642	151,533	164,937	247,093	231,150	239,160

ตารางผนวก ก2 ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทย (เมตริกตัน)

เดือน	ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของไทย							
	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
มกราคม	209,746	162,828	319,664	245,865	242,611	430,090	322,427	343,329
กุมภาพันธ์	209,656	159,622	183,336	145,865	211,312	277,120	264,230	264,497
มีนาคม	186,906	168,855	192,198	187,469	133,535	228,279	266,140	231,589
เมษายน	125,528	149,490	62,474	149,378	186,046	219,476	205,693	201,623
พฤษภาคม	129,263	134,590	205,834	128,592	160,310	232,084	183,522	212,536
มิถุนายน	177,727	175,754	183,244	169,645	229,278	213,778	243,477	180,551
กรกฎาคม	180,716	185,170	231,400	247,521	282,523	237,820	265,150	298,352
สิงหาคม	197,100	195,963	209,675	238,007	237,449	222,908	221,157	242,714
กันยายน	176,561	182,505	219,185	222,342	259,489	141,047	258,196	252,876
ตุลาคม	167,230	201,166	276,181	162,982	225,782	197,370	259,344	258,090
พฤศจิกายน	145,957	212,218	197,927	197,805	266,050	206,847	235,059	199,827
ธันวาคม	158,612	209,895	65,396	136,290	180,719	269,186	235,036	251,174

ตารางผนวก ก3 ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติในประเทศของไทย (เมตริกตัน)

เดือน	ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติในประเทศไทย							
	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
มกราคม	15,950	18,723	19,422	20,380	23,265	24,840	25,000	27,784
กุมภาพันธ์	15,550	19,171	18,708	18,786	22,110	23,540	24,000	26,301
มีนาคม	14,750	20,248	20,097	20,091	23,823	25,744	26,000	28,772
เมษายน	14,650	18,854	20,279	20,221	22,287	23,481	24,500	26,362
พฤษภาคม	15,100	19,409	21,195	21,751	24,034	25,635	26,000	28,460
มิถุนายน	15,500	19,804	19,246	21,451	23,231	25,444	25,500	28,321
กรกฎาคม	15,550	18,525	20,181	23,461	24,405	25,519	26,000	28,381
สิงหาคม	15,850	18,347	21,220	22,423	22,743	23,966	24,000	27,312
กันยายน	15,600	18,906	19,508	21,131	23,656	24,497	24,500	27,410
ตุลาคม	15,750	19,981	20,823	21,417	22,958	25,103	25,500	28,328
พฤศจิกายน	15,750	17,584	21,226	21,540	23,237	25,493	25,500	28,526
ธันวาคม	15,700	17,365	20,644	20,453	22,606	25,437	25,500	28,690

ตารางผนวก ก4 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3) ณ ตลาดกรุงเทพฯ (บาท/กิโลกรัม)

เดือน	ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3) ณ ตลาดกรุงเทพฯ							
	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
มกราคม	33.40	24.31	25.89	26.15	24.19	37.89	48.79	45.91
กุมภาพันธ์	36.13	24.30	27.67	25.91	27.08	41.50	49.70	48.66
มีนาคม	30.57	23.30	26.05	25.39	29.06	43.15	52.63	50.70
เมษายน	29.48	22.38	26.32	26.07	29.27	43.06	53.43	52.07
พฤษภาคม	30.14	22.13	26.58	26.90	29.75	41.56	54.96	53.55
มิถุนายน	30.30	22.51	25.70	27.69	35.13	42.69	55.92	59.92
กรกฎาคม	30.27	22.07	26.00	27.39	34.90	41.49	52.74	69.47
สิงหาคม	27.53	20.88	27.15	26.15	35.82	43.24	51.69	66.72
กันยายน	28.67	21.73	27.23	24.42	38.39	44.47	51.41	69.59
ตุลาคม	27.95	25.12	28.61	23.78	36.35	50.36	52.25	69.88
พฤศจิกายน	25.91	28.05	27.99	23.17	36.22	52.70	50.32	69.17
ธันวาคม	23.02	25.34	26.91	21.07	36.20	49.34	46.81	60.16

ตารางผนวก 5 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3) ณ ตลาดโตเกียว (บาท/กิโลกรัม)

เดือน	ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3) ณ ตลาดโตเกียว							
	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
มกราคม	34.65	23.35	23.93	22.22	26.96	40.61	49.89	46.34
กุมภาพันธ์	35.83	23.38	27.42	22.08	27.93	43.27	50.80	48.94
มีนาคม	29.50	23.78	24.97	21.72	31.23	45.08	53.24	50.64
เมษายน	27.63	22.53	25.46	24.61	30.16	43.43	53.49	52.38
พฤษภาคม	28.60	22.60	24.80	26.88	32.14	43.87	55.20	55.22
มิถุนายน	29.43	22.46	25.41	28.50	35.83	44.71	58.32	60.69
กรกฎาคม	30.10	19.55	26.83	28.88	35.55	43.17	52.72	71.89
สิงหาคม	26.93	20.48	29.66	27.86	36.67	46.18	52.22	65.60
กันยายน	27.49	22.63	29.41	22.66	38.87	47.23	51.70	68.64
ตุลาคม	27.81	26.63	34.86	22.61	36.57	52.05	52.94	69.91
พฤศจิกายน	25.36	27.16	33.02	23.21	37.55	51.89	50.08	65.36
ธันวาคม	23.70	24.10	29.47	21.42	37.76	50.83	47.16	69.55

ตารางผนวก 6 ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3) ณ ตลาดสิงคโปร์ (บาท/กิโลกรัม)

เดือน	ราคาซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS3) ณ ตลาดสิงคโปร์							
	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
มกราคม	33.41	24.76	24.08	26.12	24.60	38.43	48.49	45.79
กุมภาพันธ์	35.13	24.27	28.31	25.67	27.20	42.06	49.89	48.46
มีนาคม	29.47	22.78	25.53	25.07	28.71	43.11	52.43	50.86
เมษายน	28.98	22.63	26.18	26.55	28.91	42.21	53.81	51.89
พฤษภาคม	30.33	22.10	26.09	27.27	29.98	41.84	54.72	54.27
มิถุนายน	29.72	22.63	25.43	28.12	35.36	42.21	55.75	59.48
กรกฎาคม	30.29	20.42	25.87	27.42	34.08	41.57	52.21	69.78
สิงหาคม	29.00	20.78	26.77	25.81	36.36	43.37	51.17	66.77
กันยายน	28.62	24.69	27.04	24.30	37.91	44.81	51.59	69.58
ตุลาคม	29.88	25.35	28.43	23.52	35.85	51.15	52.28	69.61
พฤศจิกายน	25.31	27.66	27.58	22.42	35.61	50.49	49.54	65.89
ธันวาคม	22.98	24.60	26.38	21.01	36.10	49.38	46.39	69.98

ตารางผนวก ๗ อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ เมื่อเทียบกับเงินบาท (บาท/ดอลลาร์สหรัฐ)

เดือน	อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ เมื่อเทียบกับเงินบาท							
	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
มกราคม	53.14	36.58	37.35	43.12	44.02	42.77	39.06	38.75
กุมภาพันธ์	46.36	37.06	37.71	42.64	43.82	42.88	39.10	38.49
มีนาคม	41.44	37.51	37.90	43.90	43.39	42.75	39.44	38.56
เมษายน	39.54	37.62	37.97	45.46	43.42	42.88	39.43	39.54
พฤษภาคม	39.14	37.02	38.95	45.48	42.79	42.15	40.56	39.82
มิถุนายน	42.36	37.01	39.06	45.24	42.15	41.65	40.80	40.92
กรกฎาคม	41.26	37.04	40.22	45.62	41.20	41.78	40.94	41.72
สิงหาคม	41.58	37.96	40.87	44.90	42.18	41.67	41.50	41.20
กันยายน	40.43	39.87	41.88	44.33	42.82	40.50	41.48	41.05
ตุลาคม	38.16	39.49	43.21	44.72	43.66	39.73	41.31	40.91
พฤศจิกายน	36.48	38.72	43.73	44.41	43.32	39.90	40.36	41.12
ธันวาคม	36.26	38.07	43.09	43.91	43.28	39.71	39.22	41.07

ตารางผนวก ๘ อัตราการใช้กำลังในการผลิตอุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ยาง (%)

เดือน	อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ เมื่อเทียบกับเงินบาท							
	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
มกราคม	44.32	29.44	66.80	62.40	62.08	75.02	69.77	67.20
กุมภาพันธ์	112.12	50.20	80.30	64.64	51.06	68.16	60.88	68.28
มีนาคม	87.80	92.10	74.41	66.59	55.12	79.29	66.60	75.28
เมษายน	52.19	62.87	57.51	50.70	45.77	56.44	47.72	56.73
พฤษภาคม	48.56	53.54	67.89	67.44	51.62	58.13	47.30	53.31
มิถุนายน	87.01	95.01	71.53	70.13	58.03	64.05	60.48	70.08
กรกฎาคม	69.95	65.65	66.55	73.06	66.71	60.90	62.36	67.66
สิงหาคม	67.33	85.75	73.37	62.26	66.25	70.34	61.29	73.54
กันยายน	49.92	72.33	73.82	61.69	60.90	59.87	62.60	82.75
ตุลาคม	91.22	115.24	77.65	61.52	70.93	60.10	61.38	64.76
พฤศจิกายน	59.65	102.85	69.29	61.10	64.42	66.14	67.85	65.69
ธันวาคม	65.89	100.22	75.68	62.96	67.93	64.79	67.06	59.44

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for Windows

1. การทดสอบ Hausman Specification Test ของตัวแบบดุลยภาพ

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LOG_U, LOG_Q2, LOG_K, LOG_C, LOG_P3 ^a LOG_P2	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOG_P1

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.995 ^a	.991	.989	.01132

a. Predictors: (Constant), LOG_U, LOG_Q2, LOG_K, LOG_C, LOG_P3, LOG_P2

b. Dependent Variable: LOG_P1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.567	6	.094	736.960	.000 ^a
	Residual	.005	41	.000		
	Total	.572	47			

a. Predictors: (Constant), LOG_U, LOG_Q2, LOG_K, LOG_C, LOG_P3, LOG_P2

b. Dependent Variable: LOG_P1

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.741	.495		1.497	.142
	LOG_P2	.023	.233	.022	.100	.921
	LOG_K	.057	.036	.029	1.591	.119
	LOG_C	-.163	.136	-.024	-1.198	.238
	LOG_Q2	-.027	.021	-.022	-1.268	.212
	LOG_P3	.967	.217	.976	4.456	.000
	LOG_U	-.095	.093	-.027	-1.025	.312

a. Dependent Variable: LOG_P1

Casewise Diagnostics^a

Case Number	Std. Residual	LOG_P1
48	-4.958	1.78

a. Dependent Variable: LOG_P1

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	1.3921	1.8430	1.6597	.10983	48
Residual	-.0561	.0251	.0000	.01058	48
Std. Predicted Value	-2.436	1.669	.000	1.000	48
Std. Residual	-4.958	2.213	.000	.934	48

a. Dependent Variable: LOG_P1

Regression**Variables Entered/Removed^b**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Unstandardized Residual, LOG_C, LOG_K, LOG_P2 ^a , LOG_P1	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOG_Q1

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.658 ^a	.432	.365	.04925

a. Predictors: (Constant), Unstandardized Residual, LOG_C, LOG_K, LOG_P2, LOG_P1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.078	5	.016	6.399	.000 ^a
	Residual	.102	42	.002		
	Total	.179	47			

a. Predictors: (Constant), Unstandardized Residual, LOG_C, LOG_K, LOG_P2, LOG_P1

b. Dependent Variable: LOG_Q1

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4.661	1.037		4.494	.000
	LOG_P1	1.923	.914	3.434	2.105	.041
	LOG_P2	-1.910	.940	-3.222	-2.032	.049
	LOG_K	.530	.138	.472	3.830	.000
	LOG_C	-.180	.598	-.047	-.301	.765
	Unstandardized Residual	-1.930	1.138	-.330	-1.695	.097

a. Dependent Variable: LOG_Q1

2. การทดสอบ Hausman Specification Test ของตัวแบบไม่ดุลยภาพ

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LAGS(LOG_P1,1), LOG_Q2, LAGS(LOG_Q1,1), LOG_K, LOG_C, LOG_U, LOG_P2, LOG_P3 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOG_P1

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.995 ^a	.990	.988	.01124

a. Predictors: (Constant), LAGS(LOG_P1,1), LOG_Q2, LAGS(LOG_Q1,1), LOG_K, LOG_C, LOG_U, LOG_P2, LOG_P3

b. Dependent Variable: LOG_P1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.490	8	.061	484.668	.000 ^a
	Residual	.005	38	.000		
	Total	.494	46			

a. Predictors: (Constant), LAGS(LOG_P1,1), LOG_Q2, LAGS(LOG_Q1,1), LOG_K, LOG_C, LOG_U, LOG_P2, LOG_P3

b. Dependent Variable: LOG_P1

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.858	.599		1.432	.160
	LOG_P2	.047	.238	.045	.199	.843
	LOG_K	.063	.037	.034	1.674	.102
	LOG_C	-.154	.138	-.024	-1.117	.271
	LOG_Q2	-.026	.021	-.023	-1.217	.231
	LOG_P3	.826	.234	.839	3.528	.001
	LOG_U	-.097	.100	-.030	-.975	.336
	LAGS(LOG_Q1,1)	-.026	.033	-.015	-.781	.440
	LAGS(LOG_P1,1)	.116	.069	.123	1.672	.103

a. Dependent Variable: LOG_P1

Casewise Diagnostics^a

Case Number	Std. Residual	LOG_P1
48	-4.876	1.78

a. Dependent Variable: LOG_P1

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	1.4335	1.8407	1.6656	.10316	47
Residual	-.0548	.0214	.0000	.01021	47
Std. Predicted Value	-2.250	1.698	.000	1.000	47
Std. Residual	-4.876	1.902	.000	.909	47

a. Dependent Variable: LOG_P1

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Unstandardized Residual, LAGS(LOG_Q1,1), LOG_C, LOG_K, LOG_P2 ^a , LOG_P1 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOG_Q1

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.674 ^a	.455	.373	.04504

a. Predictors: (Constant), Unstandardized Residual, LAGS(LOG_Q1,1), LOG_C, LOG_K, LOG_P2, LOG_P1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.068	6	.011	5.561	.000 ^a
	Residual	.081	40	.002		
	Total	.149	46			

a. Predictors: (Constant), Unstandardized Residual, LAGS(LOG_Q1,1), LOG_C, LOG_K, LOG_P2, LOG_P1

b. Dependent Variable: LOG_Q1

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3.921	1.140		3.439	.001
	LOG_P1	1.216	.872	2.217	1.394	.171
	LOG_P2	-1.253	.886	-2.184	-1.415	.165
	LOG_K	.530	.132	.519	4.028	.000
	LOG_C	-.168	.546	-.047	-.308	.759
	LAGS(LOG_Q1,1)	.150	.119	.163	1.260	.215
	Unstandardized Residual	-1.631	1.088	-.293	-1.500	.142

a. Dependent Variable: LOG_Q1

3. การวิเคราะห์ตัวแบบดุลยภาพ

3.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LOG_C, LOG_K, LOG_P2 ^a LOG_P1	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOG_Q1

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.627 ^a	.394	.337	.05031	1.624

a. Predictors: (Constant), LOG_C, LOG_K, LOG_P2, LOG_P1

b. Dependent Variable: LOG_Q1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.071	4	.018	6.977	.000 ^a
	Residual	.109	43	.003		
	Total	.179	47			

a. Predictors: (Constant), LOG_C, LOG_K, LOG_P2, LOG_P1

b. Dependent Variable: LOG_Q1

Coefficients^a

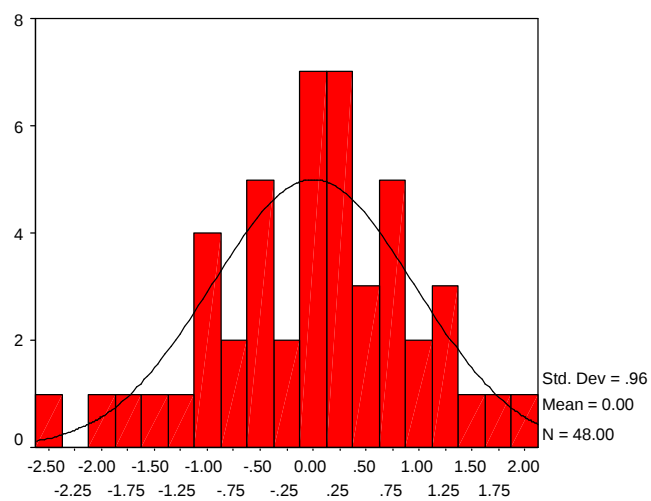
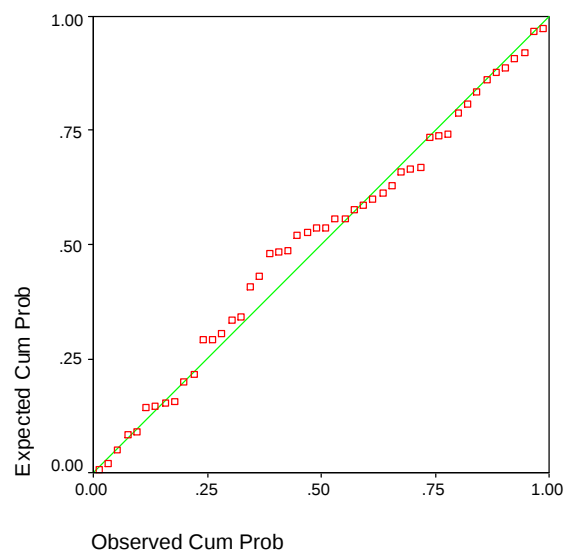
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5.034	1.035		4.862	.000
	LOG_P1	.681	.557	1.215	1.222	.228
	LOG_P2	-.637	.578	-1.075	-1.103	.276
	LOG_K	.557	.140	.497	3.973	.000
	LOG_C	-.482	.584	-.126	-.826	.413

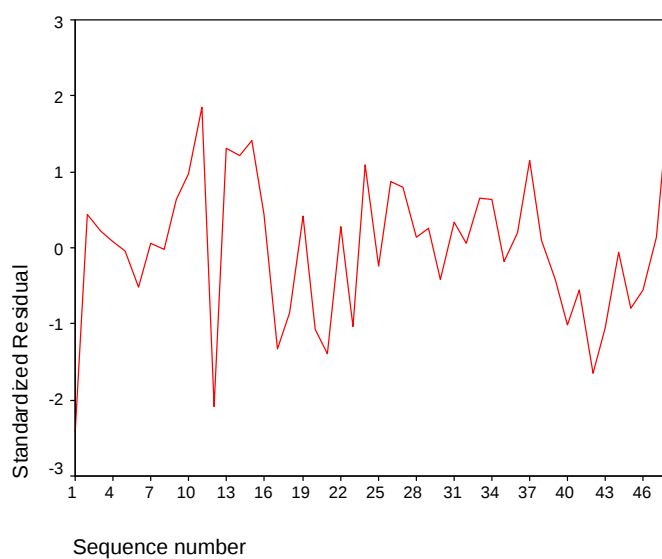
a. Dependent Variable: LOG_Q1

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	5.2253	5.4087	5.3226	.03876	48
Residual	-.1215	.0968	.0000	.04812	48
Std. Predicted Value	-2.511	2.221	.000	1.000	48
Std. Residual	-2.415	1.925	.000	.957	48

a. Dependent Variable: LOG_Q1

Charts**Standardized Residual**



NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Standardized Residual
N		48
Normal Parameters a,b	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.95650071
Most Extreme Differences	Absolute	.103
	Positive	.053
	Negative	-.103
Kolmogorov-Smirnov Z		.715
Asymp. Sig. (2-tailed)		.686

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

3.2 ตัวแบบราคาส่งออกยางพาราของไทย

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LOG_U, LOG_Q2 _ส LOG_P3	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOG_P1

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.999 ^a	.997	.997	.00588	2.317

a. Predictors: (Constant), LOG_U, LOG_Q2, LOG_P3

b. Dependent Variable: LOG_P1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.589	3	.196	5678.415	.000 ^a
	Residual	.002	44	.000		
	Total	.590	47			

a. Predictors: (Constant), LOG_U, LOG_Q2, LOG_P3

b. Dependent Variable: LOG_P1

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.054	.189		.283	.778
	LOG_Q2	-.010	.010	-.008	-1.050	.300
	LOG_P3	1.006	.013	1.001	77.238	.000
	LOG_U	-.002	.046	-.001	-.039	.969

a. Dependent Variable: LOG_P1

Casewise Diagnostics^a

Case Number	Std. Residual	LOG_P1
47	3.102	1.84

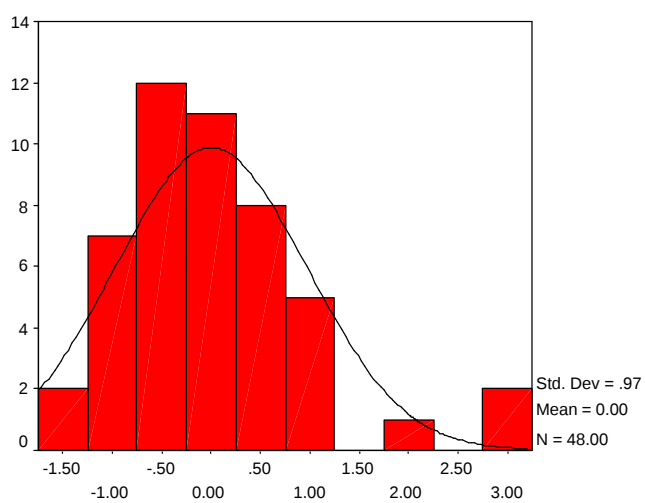
a. Dependent Variable: LOG_P1

Residuals Statistics^a

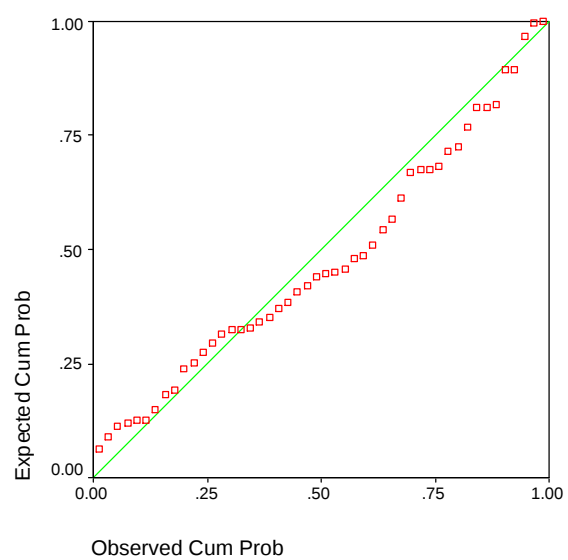
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	1.3904	1.8470	1.6610	.11192	48
Residual	-.0091	.0182	.0000	.00569	48
Std. Predicted Value	-2.418	1.662	.000	1.000	48
Std. Residual	-1.543	3.102	.000	.968	48

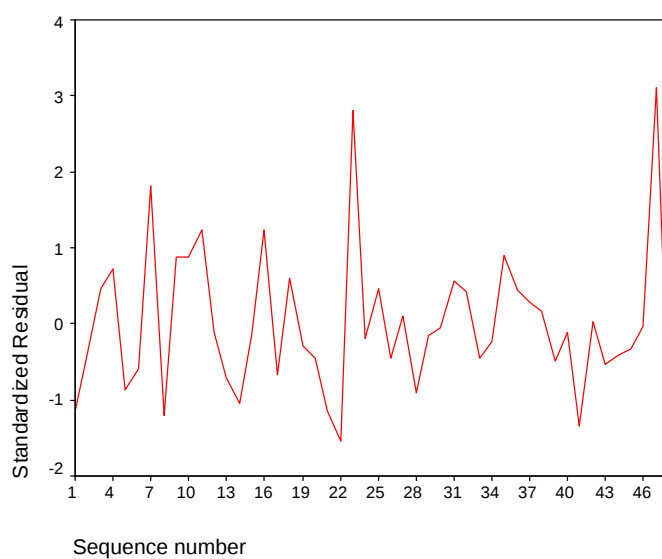
a. Dependent Variable: LOG_P1

Charts



Standardized Residual





NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Standardized Residual
N		48
Normal Parameters a,b	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.96755889
Most Extreme Differences	Absolute	.118
	Positive	.118
	Negative	-.064
Kolmogorov-Smirnov Z		.818
Asymp. Sig. (2-tailed)		.516

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

4. การวิเคราะห์ตัวแบบไม่ดุลยภาพ

4.1 ตัวแบบปริมาณการส่งออกยางพาราของไทย

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LAGS(LOG_Q1,1), LOG_C, LOG_K, LOG_P2 ^a , LOG_P1	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOG_Q1

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.651 ^a	.424	.354	.04572	2.042

a. Predictors: (Constant), LAGS(LOG_Q1,1), LOG_C, LOG_K, LOG_P2, LOG_P1

b. Dependent Variable: LOG_Q1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.063	5	.013	6.039	.000 ^a
	Residual	.086	41	.002		
	Total	.149	46			

a. Predictors: (Constant), LAGS(LOG_Q1,1), LOG_C, LOG_K, LOG_P2, LOG_P1

b. Dependent Variable: LOG_Q1

Coefficients^a

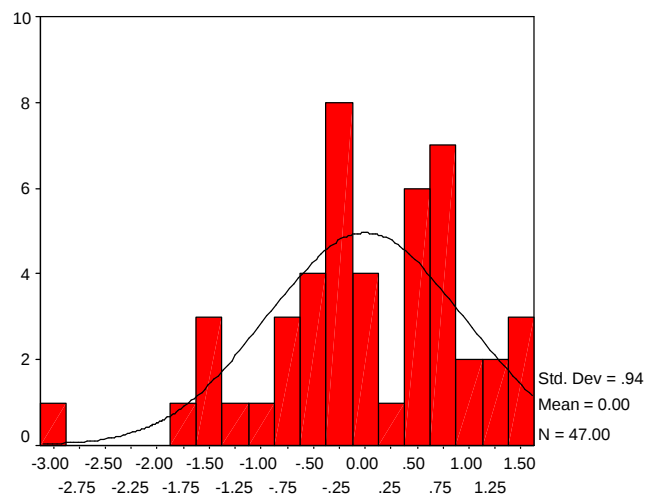
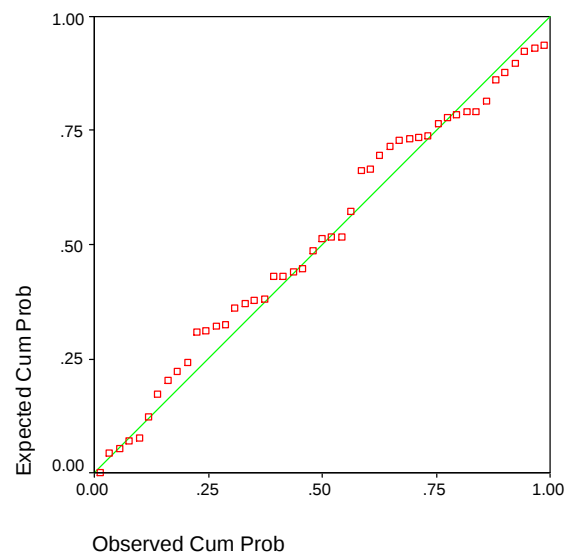
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4.074	1.153		3.534	.001
	LOG_P1	.168	.529	.306	.317	.753
	LOG_P2	-.193	.542	-.337	-.357	.723
	LOG_K	.553	.133	.541	4.164	.000
	LOG_C	-.388	.534	-.108	-.726	.472
	LAGS(LOG_Q1,1)	.175	.120	.190	1.459	.152

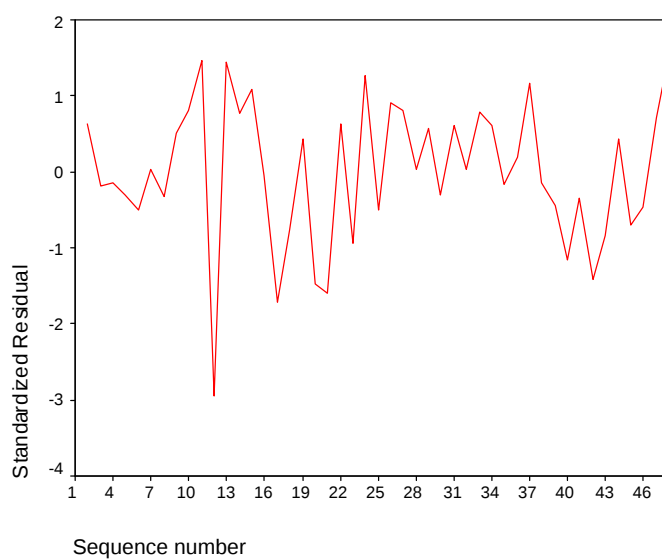
a. Dependent Variable: LOG_Q1

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	5.2365	5.4008	5.3263	.03704	47
Residual	-.1346	.0701	.0000	.04316	47
Std. Predicted Value	-2.425	2.011	.000	1.000	47
Std. Residual	-2.944	1.533	.000	.944	47

a. Dependent Variable: LOG_Q1

Charts**Standardized Residual**



NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Standardized Residual
N		47
Normal Parameters a,b	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.94408916
Most Extreme Differences	Absolute	.098
	Positive	.052
	Negative	-.098
Kolmogorov-Smirnov Z		.673
Asymp. Sig. (2-tailed)		.755

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

4.2 ตัวแบบราคาส่งออกยางพาราของไทย

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	LAGS(LOG_P1,1), LOG_Q2, LOG_U, ^a LOG_P3	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LOG_P1

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.999 ^a	.998	.998	.00515	2.701

a. Predictors: (Constant), LAGS(LOG_P1,1), LOG_Q2, LOG_U, LOG_P3

b. Dependent Variable: LOG_P1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.511	4	.128	4820.293	.000 ^a
	Residual	.001	42	.000		
	Total	.512	46			

a. Predictors: (Constant), LAGS(LOG_P1,1), LOG_Q2, LOG_U, LOG_P3

b. Dependent Variable: LOG_P1

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-.003	.169		-.016	.987
	LOG_Q2	-.011	.009	-.009	-1.281	.207
	LOG_P3	.887	.033	.885	26.622	.000
	LOG_U	.016	.041	.005	.387	.700
	LAGS(LOG_P1,1)	.110	.030	.115	3.647	.001

a. Dependent Variable: LOG_P1

Casewise Diagnostics^a

Case Number	Std. Residual	LOG_P1
23	3.086	1.72

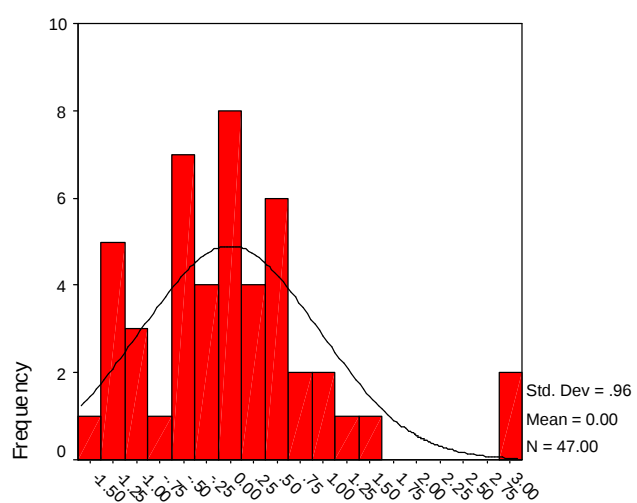
a. Dependent Variable: LOG_P1

Residuals Statistics^a

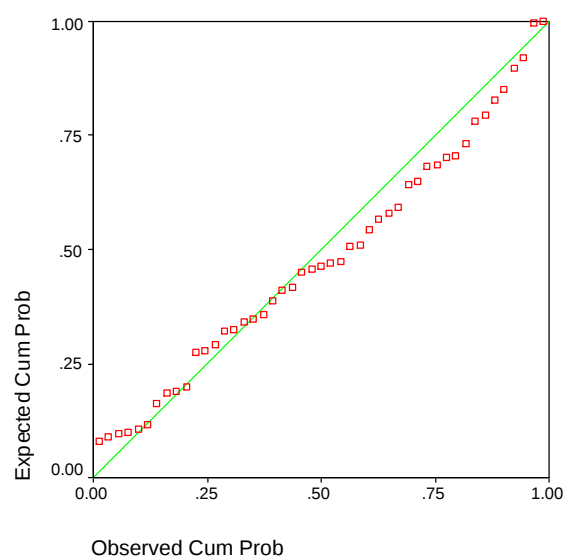
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	1.4316	1.8467	1.6669	.10536	47
Residual	-.0072	.0159	.0000	.00492	47
Std. Predicted Value	-2.233	1.707	.000	1.000	47
Std. Residual	-1.398	3.086	.000	.956	47

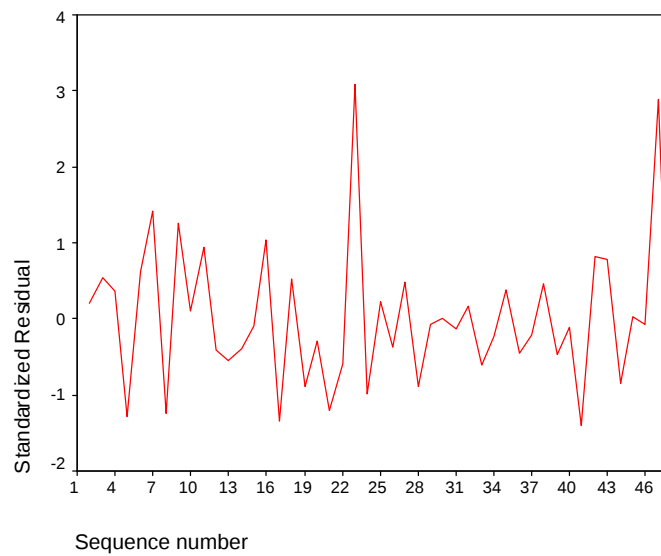
a. Dependent Variable: LOG_P1

Charts



Regression Standardized Residual





NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Standardized Residual
N		47
Normal Parameters a,b	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.95553309
Most Extreme Differences	Absolute	.096
	Positive	.096
	Negative	-.072
Kolmogorov-Smirnov Z		.658
Asymp. Sig. (2-tailed)		.779

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.