



วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50  
หลักทรัพย์ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย

An Analysis of the Relationship between Futures Prices and Spot Prices of SET 50 Index Futures  
in Thailand Futures Exchange

โดย

นายสรศักดิ์ จงสมบัติไพบูลย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรศักดิ์ จงสมบัติไพบูลย์ 2556: การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้า  
และราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ อาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วินัย โพธิ์สุวรรณ, Ph.D. 144 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคา  
ซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย โดยทดสอบ  
ความสัมพันธ์ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวโดยใช้ Cointegration Error correction mechanism  
และ Granger causality test ทดสอบประสิทธิภาพในการกำหนดราคาโดยทดสอบตัวแบบ Cost  
of carry ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำหนดราคา  
สัญญาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ด้วยตัวแบบ Cost of carry และวิธีชัพพอร์ตเวกเตอร์  
รีเกสชัน โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาราคาปิดรายวันของราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันที  
ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ อัตราดอกเบี้ยของตัวเงินคลัง อัตราผลตอบแทนของเงินปันผล  
ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2555 ผลการวิจัยพบว่า ราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนี  
กลุ่ม 50 หลักทรัพย์มีความสัมพันธ์กันเชิงคุณภาพในระยะยาวและระยะสั้นในทิศทางเดียวโดยที่  
ราคาซื้อขายทันทีเป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าเป็นตัวแปรตาม ส่วนประสิทธิภาพ  
ในการกำหนดราคาสัญญาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย  
พบว่ามีประสิทธิภาพ 20.3% และตัวแบบ Cost of carry ใช้กำหนดราคาซื้อขายล่วงหน้าได้  
ดีกว่าวิธีชัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกสชัน

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Sorasak Jongsombatpibul 2013: An Analysis of the Relationship between Futures Prices and Spot Prices of SET 50 Index Futures in Thailand Futures Exchange.  
Master of Science (Statistics), Major Field: Statistics, Department of Statistics. Thesis  
Advisor: Assistant Professor Winai Bodhisuwan, Ph.D. 144 pages.

The objective of this research is to analyze the relationship between futures prices and spot prices of SET 50 index futures in Thailand Futures Exchange in both short time and long time periods. Econometrics models, i.e., cointegration, error correction mechanism and Granger causality test are used in this study. In addition, the pricing efficiency is analyzed using simple regression model, and the efficiency of pricing from the cost of carry model with support vector regression is compared. Time series data of SET 50 futures and spot closing prices, T-bill and dividend yields from 2006 to 2012 are used. The results indicate that futures prices of SET 50 in Thailand Futures Exchange and spot prices of SET 50 in Stock Exchange of Thailand have shown high correlated and are cointegrated in the long-term and the short-term equilibrium, and they have the unidirectional causality relationship that spot price is an independent variable and futures price is a dependent variable. Furthermore, the results show that futures market of SET 50 index in Thailand Futures Exchange is 20.3% efficient in pricing and the pricing by the cost of carry model is more effective than support vector regression.

---

Student's signature

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.วินัย โพธิ์สุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำดูแล ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และให้ข้อคิดเห็นต่างๆของงานวิจัย เป็นอย่างดีมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์ประสิทธิ์ พัทฒพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้ให้ข้อคิดเห็น แนะนำ ตรวจสอบข้อบกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนคณาจารย์ภาควิชาสถิติทุกท่านที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความรู้สึกซาบซึ้งและสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ดร.เรวัต ธรรมาภิรมย์ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งขอขอบคุณคุณคุณชนภัทร ฆังคะจิตร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการอธิบายและแนะนำการใช้ซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีน ซึ่งใช้ในงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว ที่ส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยและเพื่อนๆ น้องๆ ออย กิ๊พ หยง จี๊บ พี่หนึ่ง ที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สรศักดิ์ จงสมบัติไพบูลย์

สิงหาคม 2556

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	8
การตรวจเอกสาร	10
อุปกรณ์และวิธีการ	44
อุปกรณ์	44
วิธีการ	44
ผลและวิจารณ์	52
ผล	52
วิจารณ์	66
สรุปและข้อเสนอแนะ	69
สรุป	69
ข้อเสนอแนะ	70
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	72
ภาคผนวก	75
ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาและตาราง ADF critical values	76
ภาคผนวก ข แผนภาพการกระจายข้อมูลและเส้นถดถอยกับ Time series Plot ของข้อมูล	136
ภาคผนวก ค การประมวลผลข้อมูลโดยโปรแกรม SVM Torch	142
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	144

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงข้อมูลที่ใช้เป็นตัวอย่างในการคำนวณการทดสอบความนิ่งของยอดขายของอุตสาหกรรมและยอดขายของบริษัทรายไตรมาส	15
2	แสดงข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ (...) ของตัวอย่างที่ 1	16
3	แสดงข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ ( $\mu, \sigma_1$ ) ของตัวอย่างที่ 2	21
4	ผลการทดสอบยูนิทรูท โดยวิธี ADF	53
5	ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคูลยภาพในระยะยาว กรณีที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม	55
6	ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคูลยภาพในระยะยาว กรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม	56
7	ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคูลยภาพในระยะสั้น กรณีที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม	57
8	ผลการทดสอบ White's heteroskedasticitytest กรณีที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม	57
9	ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคูลยภาพในระยะสั้น กรณีที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม (กรณีปรับปรุงแบบจำลองแล้ว)	58
10	ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคูลยภาพในระยะสั้น กรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม	59

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ผลการทดสอบ White's heteroskedasticity test กรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม	60
12	ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคู่คุณภาพในระยะสั้น กรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม (กรณีปรับปรุงแบบจำลองแล้ว)	61
13	ผลการทดสอบหาช่วงห่างของเวลาที่เหมาะสม	62
14	ผลการทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผลของแกรงเจอร์	63
15	ผลการทดสอบตัวแบบจำลอง Cost of carry ในรูปแบบเศรษฐมิติ	64
16	ผลการทดสอบ Breusch-Godfrey serial correlation LM test	64
17	ผลการทดสอบตัวแบบจำลอง Cost of carry ในรูปแบบเศรษฐมิติ (กรณีปรับปรุงแบบจำลองแล้ว)	65
18	ผลการทดสอบเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ โดยตัวแบบจำลอง Cost of carry และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกสชัน	66
<b>ตารางผนวกที่</b>		
ก1	ข้อมูลราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ อัตราดอกเบี้ยของตัวเงินคลังและอัตราผลตอบแทนของเงินปันผล	77
ก2	ตาราง ADF critical values	135

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	Structural risk minimization	31
2	ระนาบเส้นตรงที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง	33
3	แนวคิดของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	34
4	Soft margin loss	37
<b>ภาพผนวกที่</b>		
ข1	แผนภาพการกระจายของข้อมูลและเส้นถดถอย $\ln S_t$ กับ $\ln F_t$	137
ข2	แผนภาพการกระจายของข้อมูลและเส้นถดถอย $\ln F_t$ กับ $\ln S_t$	137
ข3	กราฟข้อมูลราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์	138
ข4	กราฟข้อมูลราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์	139
ข5	กราฟข้อมูลอัตราดอกเบี้ยของตัวเงินคลัง	140
ข6	กราฟข้อมูลอัตราผลตอบแทนของเงินปันผล	141

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนี  
กลุ่ม 50 หลักทรัพย์ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย

**An Analysis of the Relationship between Futures Prices and Spot Prices of SET  
50 Index Futures in Thailand Futures Exchange**

คำนำ

ในอดีตตลาดซื้อขายล่วงหน้า เริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่ 2000 ปี ก่อนคริสตกาล โดยพ่อค้าเร่ในบริเวณพื้นที่ประเทศบาบิโลนในปัจจุบัน มักจะทำสัญญากับผู้ซื้อไว้ล่วงหน้า เพื่อป้องกันความเสี่ยงด้านราคา เมื่อสินค้าถูกขนส่งไปถึงที่หมาย คือ ประเทศอินเดียในปัจจุบัน ซึ่งต้องใช้เวลาหลายเดือนในการขนส่ง จนกระทั่ง ในปี ค.ศ. 1730 ได้มีการจัดตั้งตลาดซื้อขายล่วงหน้าในเมืองโอซาก้าประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นตลาดซื้อขายล่วงหน้าที่ถูกจัดตั้งอย่างเป็นทางการแห่งแรกของโลก (อาณัติ, 2551: 6)

ในปี ค.ศ. 1848 ตลาดซื้อขายล่วงหน้า “Chicago Board of Trade” (CBOT) ซึ่งเป็นตลาดซื้อขายล่วงหน้าของสหรัฐอเมริกาถูกจัดตั้งขึ้น และปัจจุบันเป็นตลาดซื้อขายล่วงหน้าที่ใหญ่ที่สุดของโลก โดยสินค้าที่ซื้อขายกันในยุคแรกนั้นส่วนใหญ่เป็นสินค้าเกษตร เช่น ฝ้าย ถั่วเหลือง ลักษณะสัญญาที่ซื้อขายกันมีลักษณะเป็นฟอร์เวิร์ดมากกว่าฟิวเจอร์ส กล่าวคือ ตลาดเป็นที่พบปะระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากันโดยตรงเท่านั้น ก่อนจะมีการพัฒนากลไกการซื้อขายต่อมา ซึ่งเป็นต้นแบบให้แก่ตลาดซื้อขายล่วงหน้าอื่นๆ ที่เกิดตามมา เช่น The New York Cotton Exchange ในปี ค.ศ. 1870 ในปัจจุบันตลาด CBOT มีการซื้อขายสัญญาฟิวเจอร์สซึ่งมีสินทรัพย์อ้างอิง (Underlying assets) ต่างๆ มากมาย เช่น เมล็ดข้าวโพด เมล็ดข้าวโอ๊ต เมล็ดข้าวสาลี เมล็ดถั่วเหลือง น้ำมันถั่วเหลือง พันธบัตรรัฐบาล ฯลฯ (ธนาวัฒน์, 2549: 9-10)

ในปี ค.ศ. 1919 มีการก่อตั้ง “Chicagomercantile exchange” (CME) เพื่อรองรับการซื้อขายฟิวเจอร์สที่มีสินทรัพย์อ้างอิงต่างๆ เช่น สุกร ปศุสัตว์ต่างๆ และต่อมาในปี ค.ศ. 1972 จึงได้เริ่มทำการซื้อขายสัญญาฟิวเจอร์สที่มีสินทรัพย์อ้างอิงเป็นเงินตราสกุลต่างประเทศ (Foreign Currencies) ซึ่งปัจจุบันครอบคลุมเงินสกุลปอนด์อังกฤษ ดอลลาร์แคนาดา เยนญี่ปุ่น สวิสฟรังก์ ดอลลาร์ออสเตรเลีย เม็กซิกันเปโซ เรียบราซิลแรนด์แอฟริกาใต้ ดอลลาร์นิวซีแลนด์ รูเบิลรัสเซียและยูโร

จนกระทั่ง ในปี ค.ศ. 1982 จึงได้เริ่มทำการซื้อขายสัญญาฟิวเจอร์สที่มีสินทรัพย์อ้างอิงเป็นดัชนี หลักทรัพย์ Standard & poor's (S&P) 500 (ธนาวัฒน์, 2549: 10)

ในปัจจุบันมีการซื้อขายฟิวเจอร์ส ในตลาดซื้อขายล่วงหน้า ที่มีการจัดตั้งอย่างเป็นทางการที่ เรียกว่า “ตลาดอนุพันธ์” ซึ่ง หมายถึงตลาดที่ใช้เป็นศูนย์กลางในการซื้อขายสัญญาซื้อขายล่วงหน้า (Future exchange) โดยภาษาทางการจะเรียกว่า อนุพันธ์ ซึ่งจะเป็นตลาดที่เปิดโอกาสให้ ผู้ประกอบการนำอนุพันธ์ต่างๆ เช่น หุ่นสามัญ อัตราดอกเบี้ย ทองคำ น้ำมัน เป็นต้น มาซื้อขายกัน โดยส่งคำสั่งการซื้อขายผ่านนายหน้า (Broker) ที่เป็นสมาชิกของตลาดอนุพันธ์ โดยผู้ลงทุนจะต้อง วางหลักประกันในการซื้อขายตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด โดยตราสารอนุพันธ์ที่มีการซื้อขายกันใน ตลาดอนุพันธ์จะประกอบด้วยตราสารอนุพันธ์ 2 ลักษณะ คือ สัญญาฟิวเจอร์ส (Futures : สัญญาที่ กำหนดให้คู่สัญญาต้องซื้อขายสินค้าให้กับอีกฝ่ายหนึ่งในเวลาใด ตามจำนวนและราคาที่กำหนดไว้) และสัญญาสิทธิ (Options : สัญญาที่จะให้สิทธิแก่คู่สัญญาที่จะให้อีกฝ่ายหนึ่งซื้อหรือขาย ณ เวลาใด เวลาหนึ่ง ตามจำนวนและราคาที่กำหนดไว้) โดยตลาดอนุพันธ์ที่มีการจัดตั้งอย่างเป็นทางการที่ สำคัญๆ หลายแห่ง นอกจากในสหรัฐอเมริกาแล้ว ได้แก่ London international financial futures and options exchange และ Eurex ในยุโรป, Bolsa de mercadorias & futures, Tokyo international financial futures exchange, Singapore international monetary exchange, และ Sydney futures exchange เป็นต้น (ธนาวัฒน์, 2549: 10)

สำหรับในประเทศไทย มีตลาดซื้อขายล่วงหน้าอย่างเป็นทางการ 2 แห่งด้วยกัน คือ 1) บริษัท ตลาดอนุพันธ์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) (Thailand Futures Exchange หรือ TFEX) เป็น ศูนย์กลางในการซื้อขายตราสารอนุพันธ์ทางการเงินในประเทศไทย ซึ่งมีสินทรัพย์อ้างอิงให้ลงทุน ในปัจจุบัน คือ หุ่น อัตราดอกเบี้ย อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ น้ำมัน ดัชนีราคาหุ้น ทองคำ และโลหะเงิน ซึ่ง ดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้า (SET 50 index futures) เป็นสินค้าตัวแรก ซึ่ง ดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ (SET 50) นี้เป็นสินค้าที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้า (สัญญาฟิวเจอร์ส) โดยมี สินทรัพย์อ้างอิง เป็นดัชนี SET 50 ซึ่งคำนวณจากหุ้นในตลาด 50 บริษัท ในช่วงเวลาหนึ่ง โดยมี จำนวนสัญญาอยู่ 4 งวดอายุ คือ มีนาคม มิถุนายน กันยายน และ ธันวาคม และ 2) ตลาดสินค้า เกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย (The Agricultural Futures Exchange of Thailand หรือ AFET) ซึ่ง มีสินทรัพย์อ้างอิง ในปัจจุบัน ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าวขาว ยางแผ่นรมควันชั้น 3 ยางแท่งเอสทีอาร์ 20 และมันสำปะหลังเส้น (บมจ. ตลาดอนุพันธ์ (ประเทศไทย) และ ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่ง ประเทศไทย, 2555)

ในปัจจุบันตราสารอนุพันธ์ มีความสำคัญเพิ่มขึ้นมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางการเงินและการลงทุน ไม่ว่าจะเป็นสัญญาฟิวเจอร์สหรือสัญญาสิทธิ ที่ทำการซื้อขายกันในตลาดซื้อขายที่เป็นทางการ (Exchange-traded markets) กันทั่วโลก นอกจากนั้นแล้วในตลาดซื้อขายอย่างไม่เป็นทางการ (Over-the-counter markets) ก็ยังมีสถาบันการเงินหลายแห่ง ผู้จัดการกองทุนและผู้บริหารทางการเงินของบริษัทต่างๆทำการซื้อขายตราสารอนุพันธ์ในหลายๆ ประเภท เช่น ฟอว์เวิร์ด สวอป (Swap) และสัญญาสิทธิ ซึ่งพอสรุปถึงประโยชน์ของตลาดอนุพันธ์และตราสารอนุพันธ์ ได้ดังนี้ คือ

1. ช่วยให้ผู้ประกอบการและผู้ลงทุนมีแหล่งในการซื้อขายอนุพันธ์ ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารความเสี่ยงที่มีมาตรฐานในการระดมทุนต่างๆ ขณะเดียวกันก็มีต้นทุนต่ำ
2. เป็นทางเลือกใหม่ในการลงทุน ให้แก่ผู้ลงทุนภายใต้ระบบซื้อขายที่มีความยุติธรรม โปร่งใส และมีสภาพคล่อง (Liquidity) ในการซื้อขายเปลี่ยนมือ ตลอดจนมีการรับประกันความเสี่ยงของกลุ่มสัญญา
3. ช่วยให้ผู้ลงทุนสามารถวางแผนและกำหนดกลยุทธ์ในการลงทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากราคาที่ซื้อขายในตลาดอนุพันธ์เป็นข้อมูลที่สะท้อนถึงการคาดการณ์ ของผู้เกี่ยวข้องกับราคาสินค้าที่อ้างอิงถึงในอนาคต
4. มีบทบาทสำคัญในการสร้างเสถียรภาพในตลาดการเงินและระบบเศรษฐกิจ (ศูนย์ส่งเสริมการพัฒนาความรู้ตลาดทุน สถาบันกองทุนเพื่อพัฒนาตลาดทุน ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย, 2555)

นอกจากประโยชน์ข้างต้นดังกล่าวแล้ว ตราสารอนุพันธ์ ยังมีบทบาทที่สำคัญต่อตลาดการเงินอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก ตราสารอนุพันธ์ช่วยให้ตลาดส่งผ่านข้อมูลข่าวสารให้สะท้อนในระดับราคา (Price discovery) ได้เร็วขึ้น เป็นการช่วยสนับสนุนการทำงานของตลาดให้มีประสิทธิภาพ (Efficient market) มากขึ้น เนื่องจากตลาดซื้อขายล่วงหน้าจะมีการตอบสนองต่อข้อมูลข่าวสารได้เร็วกว่าสินทรัพย์อ้างอิง และมีต้นทุนในการทำธุรกรรมต่ำกว่า ทั้งนี้ ในงานวิจัยเชิงประจักษ์ (Empirical test) สำหรับตลาดหลักทรัพย์ในประเทศสหรัฐอเมริกา อาทิ Kawaller (1987) และ Stoll and Whaley (1988) พบว่าราคาฟิวเจอร์สของดัชนี S&P 500 เคลื่อนไหวหน้าหน้าราคาเงินสดของดัชนี S&P 500 นอกจากนี้ Chan (1991) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลซื้อขายระหว่างวันและพบว่าราคาฟิวเจอร์สและราคาเงินสดของดัชนี S&P 500 มีการเคลื่อนไหวที่สัมพันธ์กัน แต่ราคาฟิวเจอร์สมีการเคลื่อนไหวหน้าหน้าราคาเงินสดที่เด่นชัดกว่า และประการที่สอง ตราสารอนุพันธ์ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการบริหารและกระจายความเสี่ยง (Hedging) ซึ่งจะนำไปสู่การจัดสรร

ทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างราคาฟิวเจอร์สและราคาสินทรัพย์อ้างอิงนั้นสูงมาก การถือครองสัญญาฟิวเจอร์สในสถานะตรงข้ามกับการมีสถานะในสินทรัพย์อ้างอิงจึงลดความผันผวนของอัตราผลตอบแทนสุทธิได้ดี (พันทิสรา, 2553: 303)

สำหรับตลาดอนุพันธ์ทางการเงินในประเทศไทย เมื่อเริ่มเปิดดำเนินการนั้น มี SET 50 index futures เป็นสัญญาซื้อขายล่วงหน้าประเภทแรกที่ทำการซื้อขายเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารความเสี่ยงและช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการลงทุน เพื่อให้นักลงทุนสามารถบริหารจัดการการลงทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีสินทรัพย์อ้างอิงเป็นดัชนีราคาของกลุ่มหุ้นสามัญที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ที่ใช้แสดงระดับราคาของกลุ่มหุ้นสามัญจำนวน 50 ตัว ที่รวมกันแบบถ่วงเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามมูลค่าตลาดของหุ้น โดยคัดเลือกจากหุ้นสามัญที่มีมูลค่าตลาดและสภาพคล่องของการซื้อขายสูงจำนวน 50 หลักทรัพย์ และมีสัดส่วนผู้ถือหุ้นรายย่อยที่ผ่านเกณฑ์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยกำหนด ซึ่งดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์มีสัดส่วนถึงกว่าร้อยละ 70 ของมูลค่าตลาดรวม (พันทิสรา, 2553: 311) จึงใช้เป็นตัวชี้วัดและสะท้อนภาพรวมของตลาดหุ้นได้ ประกอบกับ ดัชนีหุ้นเริ่มมีการซื้อขายในตลาดซื้อขายล่วงหน้าสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ ค.ศ. 1985 และได้รับความนิยมสูง เพราะนักลงทุนประเภทสถาบัน เช่นกองทุนต่างๆ สามารถใช้เป็นเครื่องมือป้องกันความเสี่ยง ประกอบกับการเกิดขึ้นของกลยุทธ์ประกันความเสี่ยงที่เรียกว่า Portfolio insurance ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในช่วงเวลานั้น ยิ่งทำให้การใช้งานฟิวเจอร์สดัชนีหุ้นเพิ่มมากขึ้น (อาฉัตติ, 2551: 59)

จากความสำคัญของตราสารอนุพันธ์ประเภทฟิวเจอร์สที่ซื้อขายกันอย่างเป็นทางการและเป็นที่ยอมรับอย่างยิ่งสำหรับสินทรัพย์อ้างอิงที่เป็นดัชนีหุ้นดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลจริง เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ของราคาดัชนีกลุ่มหุ้นของ SET 50 ซึ่งเป็นราคาหุ้นที่เกิดขึ้นจริงกับราคาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่มหุ้น SET 50 ว่ามีความสัมพันธ์สอดคล้องหรือเคลื่อนไหวไปด้วยกันในระยะยาวหรือไม่อย่างไร ด้วยเหตุที่ว่าในการใช้สัญญาฟิวเจอร์สเพื่อบริหารความเสี่ยงหรือเพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็งกำไรนั้นจำเป็นต้องคาดการณ์หรือพยากรณ์ระดับราคาของสินทรัพย์อ้างอิงว่าจะขึ้นไปในทิศทางใดเพื่อที่นักลงทุนจักได้เข้าไปมีสถานะในสัญญาฟิวเจอร์สแล้วเกิดผลกำไรนักลงทุนจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญอย่างยิ่งกับระดับราคาของสินทรัพย์อ้างอิงที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ณ วันสิ้นสุดของการลงทุน ซึ่งในงานวิจัยนี้ระดับราคาของสินทรัพย์อ้างอิงคือระดับราคาของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ แต่เนื่องจากราคาหุ้นเปลี่ยนแปลงในเชิงสุ่มและนักลงทุน

ไม่ทราบชัดเจนถึงระดับราคาที่จะเกิดขึ้นจริงในอนาคต ( $S_T$ ) ณ เวลาสิ้นสุดการลงทุนที่  $T$  นักลงทุนจึงต้องใช้ราคาที่เป็นพยากรณ์ ณ วันที่  $t$  เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ (พันทิศา, 2553: 328)

การพยากรณ์ระดับราคาหุ้นหรือกลุ่มหุ้นสามัญที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ณ เวลา  $T$  อาจระบุโดยใช้ราคาฟิวเจอร์ส  $F_{t,T}$  ดังสมการ

$$F_{t,T} = E(S_T) \quad (1)$$

โดยที่  $E(S_T)$  แทนค่าคาดหวังของราคาหุ้น  $S_T$  ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

จากสมการจะเห็นว่าราคาฟิวเจอร์สเป็นราคาที่คาดหวังของหุ้นสามัญที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคตเพราะเป็นราคาที่นักลงทุนสามารถซื้อขายหุ้นสามัญได้จริง ณ เวลา  $T$  โดยเป็นไปตามเงื่อนไขที่นักลงทุนได้ทำสัญญาฟิวเจอร์สไว้ก่อนเป็นการล่วงหน้าทีราคา  $F_{t,T}$  อย่างไรก็ตามราคาฟิวเจอร์สอาจมีระดับราคาเท่ากับหรือต่างจากค่าที่คาดหวังของราคาในอนาคตได้ การกำหนดให้ราคาฟิวเจอร์สเป็นค่าที่คาดหวังของราคาในอนาคตจึงไม่ใช่ความจริงแต่เป็นเพียงการกำหนดภายใต้สมมติฐานที่ราคาฟิวเจอร์สเป็นตัวแทนที่สามารถบ่งชี้ค่าที่คาดหวังได้โดยปราศจากความเอนเอียง ซึ่งคือ สมมติฐาน Unbiased expectations hypothesis ซึ่งสมมติฐานนี้จำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบและทดสอบสำหรับตลาดการเงินไทย ดังนั้นจากสมการข้างต้น ที่เมื่อราคาฟิวเจอร์สและราคาที่คาดหวังในอนาคตต้องเท่ากันแล้ว ราคาฟิวเจอร์ส ณ วันปัจจุบันและราคาหุ้นที่เกิดขึ้นจริงในอนาคตย่อมต้องเคลื่อนไหวควบคู่กันไปอย่างเป็นระบบ ซึ่งแม้ว่าราคาทั้งคู่จะเบี่ยงเบนออกจากกันไปบ้าง แต่ขนาดความเบี่ยงเบนจะต้องไม่สูงมากนัก ซึ่งหากราคาฟิวเจอร์สและราคาหุ้นเริ่มเบี่ยงเบนจากกันไประดับหนึ่ง ราคาทั้งสองจะต้องเกิดการปรับพฤติกรรมเคลื่อนไหวและเคลื่อนเข้าหากันใหม่ควบคู่กันต่อไปดังเดิมตามเงื่อนไข Cointegration ซึ่งถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าว นั้นย่อมหมายความว่าตลาดซื้อขายล่วงหน้าหรือตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทยมีประสิทธิภาพในการกำหนดราคา (พันทิศา, 2553: 328)

ในการกำหนดราคาฟิวเจอร์สนั้นในทางทฤษฎีทางการเงินจะประเมินราคาด้วยแบบจำลองที่เรียกว่า Cost of carry ซึ่งแบบจำลองนี้ยึดหลักการที่ว่าราคาฟิวเจอร์สจะต้องมีความสัมพันธ์กับราคาของสินทรัพย์ในตลาดซื้อขายทันทีและอยู่บนหลักการที่นักลงทุนไม่สามารถทำกำไรแบบ Arbitrage ได้ ภายใต้สมมติฐานของแบบจำลอง ดังนี้ (อาณัติ, 2551: 27)

ก. ตลาดซื้อขายเป็นตลาดสมบูรณ์แบบในอุดมคติ (Perfect market) สมมติฐานข้อนี้เพื่ออำนวยความสะดวกในการไม่ต้องพิจารณาต้นทุนการซื้อขาย ภาษี หรือความเสี่ยงจากการขาดสภาพคล่องในแบบจำลอง

ข. อัตราดอกเบี้ยคงที่และอัตราดอกเบี้ยเงินฝากเท่ากับเงินกู้ เพื่อให้แบบจำลองไม่ซับซ้อน

ค. ต้นทุนการถือครองสินทรัพย์คิดเฉพาะต้นทุนทางการเงินเท่านั้น ไม่มีค่าเก็บรักษา

ง. นักลงทุนมีความต้องการไม่สิ้นสุด (Prefer more to less) หลักการข้อนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างแบบจำลองทางการเงิน โดยมองว่านักลงทุนทุกคนเป็นผู้แสวงหาโอกาสและพร้อมจะทำกำไรทันทีเมื่อมีโอกาส โดยเฉพาะกำไรแบบ Arbitrage ซึ่งไม่มีความเสี่ยง ดังนั้นราคาตราสารทางการเงินจะต้องอยู่ในภาวะที่ไม่สามารถทำให้เกิดโอกาสในการ Arbitrage ได้เท่านั้น

จ. ไม่มีการปรับราคาซื้อขายล่วงหน้าให้เป็นราคาตลาดล่าสุดทุกสิ้นวัน เพื่อทำการชำระกำไรขาดทุนของผู้ซื้อขายทุกสิ้นวัน (Mark to the market) สมมติฐานข้อนี้จำเป็นเพื่อให้แบบจำลองไม่ซับซ้อน

โดยตัวแบบจำลองเป็น ดังนี้

$$F_t = S_t e^{(r_t - q_t)(T-t)} \quad (2)$$

เมื่อ  $F_t$  คือ ราคาฟิวเจอร์สของดัชนีหุ้น

$S_t$  คือ ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีหุ้น

$r_t$  คือ อัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง

$q_t$  คือ อัตราผลตอบแทนจากเงินปันผล

$T - t$  คือ ระยะห่างระหว่างวันส่งมอบและวันนี้ (หน่วยเป็นปี)

และสามารถแปลงสมการ (2) ได้เป็น

$$\ln(F_t) = \ln(S_t) + (r_t - q_t)(T-t) \quad (3)$$

เมื่อปรับสมการ (3) ให้อยู่ในรูปแบบเศรษฐมิติ จะได้

$$\ln(F_t) - \ln(S_t) = r + s(r_t - q_t)(T-t) + v_t \quad (4)$$

ซึ่งจากสมการ (4) ทำให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ของส่วนต่างระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ (Basis;  $\ln F_t - \ln S_t$ ) กับต้นทุนการถือครองสินทรัพย์  $(r_t - q_t)(T-t)$  ตั้งแต่เวลา  $t$  ไปจนถึงเวลา  $T$  ซึ่งสามารถตรวจสอบความสัมพันธ์นี้ได้ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น

จากสมมติฐาน Unbiased expectations hypothesis จนถึงแบบจำลอง Cost of carry ภายใต้อสมมติฐานต่างๆมากมายที่รอการพิสูจน์สำหรับตลาดการเงินในประเทศไทย ในการวิจัยครั้งนี้สนใจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาฟิวเจอร์สของดัชนีหลักทรัพย์และราคาที่เกิดขึ้นจริงในอนาคตของดัชนีหลักทรัพย์ว่ามีความสัมพันธ์กันเชิงคุณภาพในระยะยาว หรือไม่ โดยใช้ข้อมูลรายวันของราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ณ ปัจจุบัน แทนราคาฟิวเจอร์ส และราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์แทนราคาที่เกิดขึ้นจริงในอนาคต การทดสอบการปรับตัวระยะสั้น การทดสอบความสัมพันธ์เชิงเหตุเป็นผลของตัวแปร การทดสอบตัวแบบจำลอง Cost of carry ที่ใช้สำหรับพยากรณ์ราคาฟิวเจอร์สโดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น และกรณีที่พบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองจะทำการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ราคาฟิวเจอร์สของตัวแบบจำลอง Cost of carry โดยศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน (Support vector regression method)

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้า ณ ปัจจุบัน และราคาซื้อขายทันที ในอนาคตของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้า ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย โดยวิธีทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Cointegration) โดยวิธีของ Engle and Granger การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะสั้น (Error correction mechanism) และการทดสอบสมมติฐานเชิงเหตุเป็นผล (Granger causality test)
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการกำหนดราคาของตัวแบบจำลอง Cost of carry สำหรับสัญญาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น
3. เพื่อทดสอบเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ โดยตัวแบบจำลอง Cost of carry และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกสชัน

## ขอบเขตของการวิจัย

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิของราคาปิดรายวันของราคาซื้อขายล่วงหน้า (ราคาฟิวเจอร์ส) และราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ จากตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย ตั้งแต่วันที่ 28 เมษายน พ.ศ. 2549-28 มิถุนายน พ.ศ. 2555 รวมทั้งสิ้น 1499 วัน (25 สัญญา)
2. อัตราดอกเบี้ยที่ปราศจากความเสี่ยง กำหนดให้ใช้อัตราดอกเบี้ยของตัวเงินคลังเฉลี่ย ในแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 -2555
3. การทดสอบสมมติฐานกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## สถานที่และระยะเวลาในการทำวิจัย

### 1. สถานที่

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และห้องปฏิบัติการ  
คอมพิวเตอร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### 2. ระยะเวลาในการทำวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2556

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงทิศทางการสัมพันธ์ระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้า ณ ปัจจุบัน และราคาซื้อขายทันทีในอนาคต ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้า ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย

2. ทราบถึงประสิทธิภาพของการกำหนดราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ และสามารถพยากรณ์ราคาซื้อขายล่วงหน้าในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย

3. สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อวางแผนสำหรับการลงทุนและบริหารความเสี่ยง

## การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกกล่าวถึงทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย และ ส่วนที่ 2 กล่าวถึงผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

#### 1. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายเป็นวิธีการทางสถิติวิธีหนึ่งที่ยิมนนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อสร้างสมการถดถอยสำหรับใช้ประมาณค่าเฉลี่ย (Mean) หรือค่าพยากรณ์ของตัวแปรตาม (Y) จากตัวแปรอิสระหรือตัวพยากรณ์ (X) ซึ่งตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression model) เป็นดังนี้

$$Y_i = S_0 + S_1 X_i + v_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (5)$$

โดยที่  $Y_i$  คือ ตัวแปรตาม

$X_i$  คือ ตัวแปรอิสระ

$S_0, S_1$  คือ ค่าพารามิเตอร์

$v_i$  คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่มของค่าสังเกตที่  $i$  เป็นค่าความแตกต่างระหว่างค่าจริงของ  $Y_i$  และค่า  $Y_i$  บนเส้นถดถอย

โดยมีข้อสมมติของความคลาดเคลื่อนสุ่ม ( $v_i$ ) ดังนี้

1)  $v_i$  เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ

2)  $E(v_i) = 0$

3) ความแปรปรวน (Variance) ของความคลาดเคลื่อนสุ่มมีความเป็นเอกภาพ (Homoscedasticity) ซึ่งมี  $V(v_i) = \sigma^2$

4)  $\text{cov}(v_i, v_j) = 0$  เมื่อ  $i \neq j$

## 2. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เป็นการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระหลายตัวรวมกันที่มีผลกระทบต่อตัวแปรตาม โดยสมการถดถอยพหุคูณจะชี้ให้เห็นความสัมพันธ์เฉลี่ยระหว่างตัวแปรอิสระเหล่านี้ที่มีต่อตัวแปรตาม ซึ่งตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple linear regression model) เป็นดังนี้ (วิรัชช, 2545: 111-112)

$$Y_i = S_0 + S_1 X_{i1} + S_2 X_{i2} + \dots + S_k X_{ik} + v_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

โดยที่  $Y_i$  เป็นตัวแปรตาม

$X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}$  เป็นตัวแปรอิสระ

$S_0, S_1, \dots, S_k$  เป็นพารามิเตอร์ของตัวแบบ

$v_i$  เป็นความคลาดเคลื่อนสุ่มของค่าสังเกตที่  $i$

โดยมีข้อสมมติของตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนี้

1. ตัวแปรอิสระแต่ละตัว เป็นค่าที่ทราบมิใช่ตัวแปรสุ่ม
2. ความคลาดเคลื่อน  $v_i$  เป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระกัน มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ  $\sigma^2$
3. ที่แต่ละเซตของค่า  $X_1, X_2, \dots, X_k$   $Y$  เป็นอิสระกัน มีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ย  $\sim_Y(X_1, X_2, \dots, X_k)$  เท่ากับ  $S_0 + S_1 X_1 + S_2 X_2 + \dots + S_k X_k$  และความแปรปรวนเท่ากับ  $\sigma_{Y/X_1, X_2, \dots, X_k}^2$  เมื่อ  $S_0, S_1, \dots, S_k$  และ  $\sigma_{Y/X_1, X_2, \dots, X_k}^2$  เป็นพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า
4. แต่ละเซตของตัวแปรสุ่ม  $X_1, X_2, \dots, X_k$  ความแปรปรวนของ  $Y$  ซึ่ง  $X_1, X_2, \dots, X_k$  มีค่าเท่ากันนั้นคือ  $\sigma_{Y/X_1, X_2, \dots, X_k}^2 = \sigma^2$  สำหรับทุกเซตของค่า  $X_1, X_2, \dots, X_k$
5. ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปร  $X_1, X_2, \dots, X_k$  หรือไม่มีความสัมพันธ์กันเองเชิงเส้น (Multicollinearity)

## 3. การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

อนุกรมเวลา หมายถึง กลุ่มของค่าสังเกตที่เก็บรวบรวมตามเวลาอย่างต่อเนื่อง โดยค่าสังเกตแต่ละค่ามักจะเก็บรวบรวมในช่วงเวลาที่เท่ากัน เช่น เก็บเป็นปี ครึ่งปี ไตรมาส เดือน สัปดาห์ วัน

ชั่วโมง (ทรงศิริ, 2549: 29)

ในปี ค.ศ.1970 George E.P. Box และ Gwilym M. Jenkins ได้นำเสนอรูปแบบการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ ARIMA model และปรับปรุงในปี ค.ศ. 1994 ซึ่งเป็นที่นิยมนำมาใช้กันอย่างมากในปัจจุบัน ซึ่งการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ Box-Jenkins นี้อาศัยกระบวนการเฟ้นสุ่ม (Stochastic process) ที่มีลักษณะอนุกรมเวลาเป็น Stationary time series และ Non-stationary time series กล่าวคือเป็นรูปแบบที่ใช้อธิบายการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่มีสหสัมพันธ์และลักษณะนิ่ง (Stationary) หรือจะต้องปรับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์หรือพยากรณ์ให้มีลักษณะนิ่งก่อน (พฤทธิสรณ์, 2553: 267) โดยความหมายของคำว่านิ่ง จะประกอบด้วยคุณสมบัติ ดังนี้

- 1) ค่าเฉลี่ยคงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนไป:  $E(x_t) = E(x_{t-k}) = \mu$
- 2) ความแปรปรวนคงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนไป:  $Var(x_t) = \sigma^2$
- 3) ความแปรปรวนร่วม (Covariance) ของข้อมูลที่เวลาต่างกันคงที่ไม่ขึ้นอยู่กัช่วงเวลาที่เลือก :  $Cov(x_t, x_{t-k}) = E(x_t - \mu)(x_{t-k} - \mu) = \gamma_k$

การใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา จะต้องมึลักษณะนิ่งเนื่องจากถ้านำข้อมูลที่มีลักษณะไม่นิ่งมาใช้ ในการประมาณค่าสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัว ที่โดยข้อเท็จจริงไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่สมการถดถอยนั้นให้ผลว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผิดจากข้อเท็จจริง เป็นผลให้สรุปผิดพลาดได้ ค่าสถิติต่างๆที่คำนวณได้ไม่ว่าจะเป็นค่า  $R^2$  และค่า t-statistic จะเป็นค่าที่ไม่น่าเชื่อถือเนื่องจากการที่อนุกรมเวลานั้นมีแนวโน้มสัมพันธ์กันแต่ไม่ใช่จากความสัมพันธ์ที่แท้จริงระหว่างตัวแปรหรือเรียกว่าเป็นความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง (Spurious regression) ซึ่งสมการถดถอยที่ได้นี้อาจจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาต่างๆร่วมกันมากกว่าที่จะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่แท้จริง (ไพฑูริย์, 2554: 108)

ถ้าอนุกรมเวลาไม่เป็นตามคำนิยามดังกล่าวข้างต้นแสดงว่าข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่ง (Non-stationary) วิธีการที่จะทำให้ทราบว่าข้อมูลดังกล่าวมีลักษณะนิ่งหรือไม่นี้จะใช้วิธีการทดสอบยูนิทรูท (Unit root test)

#### 4. การทดสอบความนิ่งของข้อมูล

เป็นการทดสอบว่าตัวแปรแต่ละตัวมีลักษณะนิ่งหรือไม่นิ่งโดยถ้านุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่ง กล่าวได้ว่าอนุกรมเวลามีส่วนประกอบที่เรียกว่ายูนิทรูท(พฤษภาคม 2553: 29) ถ้าข้อมูลอนุกรมเวลาไม่นิ่ง อาจจะสามารถแก้ไขลักษณะไม่นิ่ง ด้วยการหาผลต่างของข้อมูลของตัวแปร ซึ่งการทดสอบยูนิทรูทนั้น สามารถทดสอบได้ 2 วิธี ดังนี้

##### 4.1 การทดสอบโดยวิธี DF (Dickey – Fuller test)

วิธีการนี้ค่าสังเกต ณ เวลาปัจจุบัน อธิบายได้ในเทอมของค่าสังเกตในอดีตหนึ่งหน่วยเวลาซ้อนหลังกับค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลาปัจจุบัน เรียกว่า กระบวนการ First-order Autoregressive; AR(1) ดังสมการที่ (8) (ภาวินี, 2547: 70)

สมมติฐานหลักของการทดสอบ DF คือ  $H_0: \dots = 1$  จากสมการ (7) และ (8) สมมติความสัมพันธ์ของข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นดังนี้

$$Y_t = r + sY_{t-1} + v_t \quad (7)$$

$$X_t = \dots X_{t-1} + e_t \quad (8)$$

โดยที่  $Y_t, X_t$  คือ ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

$Y_{t-1}, X_{t-1}$  คือ ตัวแปรที่ต้องการศึกษา ณ เวลา  $t-1$

$v_t, e_t$  คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม (Random error)

$r$  คือ ค่าคงที่ (Drift term)

$\dots, s$  คือ สัมประสิทธิ์ของความล่าช้า (Coefficient of lagged)

สมมติฐานของการทดสอบคือ

$$H_0: \dots = 1$$

$$H_1: |\dots| < 1; -1 < \dots < 1$$

การทดสอบสมมติฐานเป็นการทดสอบว่าตัวแปรที่ศึกษา ( $X_t$ ) นั้นมียูนิทรูทหรือไม่ สามารถพิจารณาได้จากค่า ... ถ้ายอมรับ  $H_0: \dots = 1$  หมายความว่า  $X_t$  มียูนิทรูท หรือ  $X_t$  มีลักษณะไม่นิ่ง แต่ถ้ายอมรับ  $H_1: |\dots| < 1$  หมายความว่า  $X_t$  ไม่มียูนิทรูท หรือ  $X_t$  มีลักษณะนิ่ง จากการเปรียบเทียบค่า t-statistic ที่คำนวณได้กับค่าในตาราง Dickey – Fuller ซึ่งค่า t-statistic ที่น้อยกว่าค่าในตาราง Dickey – Fuller จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบมีลักษณะนิ่งหรือเป็น Integrated of order 0 เขียนแทนด้วย  $X_t \sim I(0)$

ถ้าการทดสอบครั้งแรก พบว่าตัวแปร  $X_t$  มีลักษณะไม่นิ่งการทดสอบยูนิทรูท ดังกล่าวข้างต้น สามารถทำได้อีกวิธีหนึ่งคือ ทดสอบในรูปแบบผลต่าง  $\Delta X_t$  โดยให้

$$\dots = (1 + \rho); -1 < \rho < 1 \quad (9)$$

โดยที่  $\rho$  คือ พารามิเตอร์

จะได้

$$X_t = (1 + \rho) X_{t-1} + v_t \quad (10)$$

$$X_t = X_{t-1} + \rho X_{t-1} + v_t \quad (11)$$

$$X_t - X_{t-1} = \rho X_{t-1} + v_t \quad (12)$$

สมมติฐานการทดสอบของ Dickey– Fuller คือ

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho < 0$$

ถ้ายอมรับสมมติฐาน  $H_0: \rho = 0$  จะได้ว่า  $\dots = 1$  หมายความว่า  $X_t$  มียูนิทรูท หรือ  $X_t$  มีลักษณะไม่นิ่ง เนื่องจากอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$  มีความสัมพันธ์กับข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t-1$  แต่ถ้ายอมรับ  $H_1: \rho < 0$  จะได้ว่า  $\dots < 1$  หมายความว่า  $X_t$  ไม่มียูนิทรูท หรือ  $X_t$  มีลักษณะนิ่ง เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$  มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t-1$  ค่าคงที่และแนวโน้ม ดังนั้นแล้ว Dickey – Fuller จะพิจารณาสมการถดถอย 3 รูปแบบที่แตกต่างกันในการทดสอบว่ามียูนิทรูทหรือไม่ ซึ่ง 3 สมการดังกล่าวได้แก่

$$\Delta X_t = \alpha X_{t-1} + v_t \quad (13)$$

$$\Delta X_t = \alpha + \beta X_{t-1} + v_t \quad (14)$$

$$\Delta X_t = \alpha + \beta T + \gamma X_{t-1} + v_t \quad (15)$$

ตัวอย่างที่ 1 แสดงการคำนวณการทดสอบความนิ่งโดยวิธี Dickey – Fuller จากข้อมูลอนุกรมเวลาของยอดขายของอุตสาหกรรมและยอดขายของบริษัทรายไตรมาสขนาด 20

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลที่ใช้เป็นตัวอย่างในการคำนวณการทดสอบความนิ่งของยอดขายของอุตสาหกรรมและยอดขายของบริษัทรายไตรมาส (หน่วย: ล้านบาท)

t	ยอดขายของอุตสาหกรรม(X)	ยอดขายของบริษัท(Y)
1	171.7	28.78
2	168.7	28.24
3	165.6	27.78
4	164.2	27.52
5	160.7	26.98
6	157.3	26.36
7	153.1	25.64
8	150.2	25.00
9	146.4	24.30
10	145.5	24.54
11	145.3	24.01
12	145.5	24.10
13	142.8	23.66
14	141.2	23.48
15	137.1	22.76
16	135.0	22.39
17	129.4	21.52

ตารางที่ 1 (ต่อ)

t	ยอดขายของอุตสาหกรรม (X)	ยอดขายของบริษัท (Y)
18	132.7	21.96
19	130.0	21.40
20	127.3	20.96

การทดสอบความนิ่งของข้อมูลอนุกรมเวลาของยอดขายของอุตสาหกรรม โดยวิธี Dickey – Fuller มีขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

1. กำหนดลักษณะตัวแบบ ซึ่งในที่นี้ กำหนดเป็น  $X_t = \dots X_{t-1} + e_t$

2. กำหนดสมมติฐาน การทดสอบ คือ

$$H_0: \dots = 1$$

$$H_1: |\dots| < 1; -1 < \dots < 1$$

3. กำหนดระดับนัยสำคัญ .05

4. ประมวลค่าพารามิเตอร์ของ ... โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยคำนวณค่าต่างๆ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ ( ... ) ของตัวอย่างที่ 1

t	$X_t$	$X_{t-1}$	$X_{t-1}^2$	$X_t X_{t-1}$
1	127.3			
2	130.0	127.3	16205.29	16549.00
3	132.7	130.0	16900.00	17251.00
4	129.4	132.7	17609.29	17171.38
5	135.0	129.4	16744.36	17469.00
6	137.1	135.0	18225.00	18508.50

ตารางที่ 2 (ต่อ)

t	$X_t$	$X_{t-1}$	$X_{t-1}^2$	$X_t X_{t-1}$
7	141.2	137.1	18796.41	19358.52
8	142.8	141.2	19937.44	20163.36
9	145.5	142.8	20391.84	20777.4
10	145.3	145.5	21170.25	21141.15
11	148.3	145.3	21112.09	21547.99
12	146.4	148.3	21992.89	21711.12
13	150.2	146.4	21432.96	21989.28
14	153.1	150.2	22560.04	22995.62
15	157.3	153.1	23439.61	24082.63
16	160.7	157.3	24743.29	25278.11
17	164.2	160.7	25824.49	26386.94
18	165.6	164.2	26961.64	27191.52
19	168.7	165.6	27423.36	27936.72
20	171.7	168.7	28459.69	28965.79
	$\sum_{t=1}^{19} X_t = 2825.2$	$\sum_{t=1}^{19} X_{t-1} = 2780.8$	$\sum_{t=1}^{19} X_{t-1}^2 = 409929.94$	$\sum_{t=1}^{19} X_t X_{t-1} = 416475.00$

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{t=1}^{19} X_{t-1} X_t - \frac{\sum_{t=1}^{19} X_{t-1} \sum_{t=1}^{19} X_t}{19}}{\sum_{t=1}^{19} X_{t-1}^2 - \frac{(\sum_{t=1}^{19} X_{t-1})^2}{19}} = \frac{416475 - \frac{(2780.8 \times 2825.2)}{19}}{409929.94 - \frac{2780.8^2}{19}}$$

$$= 1.0$$

5. คำนวณตัวทดสอบสถิติ  $t = \frac{\hat{\cdot} - 1}{SE(\hat{\cdot})}$

โดย  $SE(\hat{\cdot}) = \frac{\sqrt{MSE}}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}}$

เมื่อ  $MSE = \frac{SSE}{n-1}$

$$SSE = \left[ \sum_{t=1}^n X_t^2 - \frac{\left( \sum_{t=1}^n X_t \right)^2}{n} \right] - \frac{\left[ \sum_{t=1}^n X_t X_{t-1} - \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1} \sum_{t=1}^n X_t}{n} \right]^2}{\sum_{t=1}^n X_{t-1}^2 - \frac{\left( \sum_{t=1}^n X_{t-1} \right)^2}{n}}$$

$$= \left[ 423205.5 - \frac{(2825.2)^2}{19} \right] - \frac{\left[ 416475 - \left( \frac{2825.2 \times 2780.8}{19} \right) \right]^2}{409929.94 - \frac{(2780.8)^2}{19}}$$

$$= 80.94$$

$$\sqrt{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2} = \sqrt{3113.17} = 55.8$$

$$SE(\hat{\cdot}) = \frac{\sqrt{\frac{80.94}{18}}}{55.8} = 0.04$$

ดังนั้น  $t = \frac{1.0 - 1.0}{0.04} = 0$

6. สรุปผลค่า  $t$  ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งมากกว่า ค่าวิกฤต (-1.95) จึงไม่ปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือข้อมูลอนุกรมเวลาของยอดขายอุตสาหกรรมมียูนิทรูท ที่ระดับนัยสำคัญ .05

#### 4.2 การทดสอบโดยวิธี ADF (Augmented Dickey – Fuller test)

การทดสอบวิธี ADF โดยเพิ่มกระบวนการถดถอยในตัวเอง (Autocorrelation processes) เข้าไปในสมการซึ่งเป็นการแก้ปัญหาในกรณีที่ใช้การทดสอบของ Dickey – Fuller แล้วค่า Durbin – Watson ต่ำ การเพิ่มกระบวนการถดถอยในตัวเองเข้าไปในนั้นเพื่อจัดปัญหา Autocorrelation (ทำให้ค่า Durbin – Watson เข้าใกล้ 2) ซึ่งได้สมการใหม่จากการเพิ่ม Lagged change เข้าไปในสมการทดสอบยูนิทรูท ทางด้านขวามือ ซึ่งพจน์ที่ใส่เข้าไปในนั้นจำนวน Lagged term ( $p$ ) จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของข้อมูลหรือสามารถใส่จำนวน Lag ไปจนกระทั่งไม่เกิดปัญหา Autocorrelation ดังนี้

$$\Delta X_t = r + \rho X_{t-1} + \sum_{i=1}^p w_i \Delta X_{t-i} + v_t \quad (16)$$

$$\Delta X_t = r + \rho X_{t-1} + \sum_{i=1}^p w_i \Delta X_{t-i} + v_t \quad (17)$$

$$\Delta X_t = r + st + \rho X_{t-1} + \sum_{i=1}^p w_i \Delta X_{t-i} + v_t \quad (18)$$

โดยที่  $X_t$  คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$

$X_{t-1}$  คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t-1$

$t$  คือ ค่าแนวโน้ม (Trend)

$S$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความโน้มเอียง

$p$  คือ ตัวแปรล่าช้าของผลต่างของตัวแปร (Lagged term)

$v_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม

จำนวนของ Lagged term (p) ที่เพิ่มเข้าไปในสมการขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละงานวิจัยหรือเพิ่มค่า Lag ในสมการจนกว่าส่วนของค่าความคลาดเคลื่อนจะไม่เกิดปัญหา Autocorrelation (วชิราพร, 2553: 14)

ตัวอย่างที่ 2 การคำนวณการทดสอบความนิ่งของอนุกรมเวลาของยอดขายของอุตสาหกรรม โดยวิธี ADF มีขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

1. กำหนดลักษณะตัวแบบ ซึ่งในที่นี้กำหนดเป็น  $\Delta X_t = \alpha X_{t-1} + w_1 \Delta X_{t-1} + v_t$

2. กำหนดสมมติฐาน การทดสอบ คือ

$$H_0: \alpha = 0$$

$$H_1: \alpha < 0$$

3. กำหนดระดับนัยสำคัญ .05

4. ประมาณค่าพารามิเตอร์ของ  $\alpha, w_1$  โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดในกรณีสมการถดถอยมีตัวแปรอิสระ 2 ตัว สมการปกติจะมี 3 สมการ ดังนี้

$$nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n X_{t-1} + b_2 \sum_{i=1}^n \Delta X_{t-1} = \sum_{i=1}^n \Delta X_t \quad (19)$$

$$b_0 \sum_{i=1}^n X_{t-1} + b_1 \sum_{i=1}^n X_{t-1}^2 + b_2 \sum_{i=1}^n X_{t-1} \Delta X_{t-1} = \sum_{i=1}^n X_{t-1} \Delta X_t \quad (20)$$

$$b_0 \sum_{i=1}^n \Delta X_{t-1} + b_1 \sum_{i=1}^n X_{t-1} \Delta X_{t-1} + b_2 \sum_{i=1}^n (\Delta X_{t-1})^2 = \sum_{i=1}^n \Delta X_{t-1} \Delta X_t \quad (21)$$

โดยใช้ข้อมูล ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ ( $\alpha, \beta_1$ ) ของตัวอย่างที 2

t	$X_t$	$X_{t-1}$	$X_{t-2}$	$\Delta X_t$	$\Delta X_{t-1}$	$X_{t-1}^2$	$(\Delta X_{t-1})^2$	$X_{t-1} \Delta X_{t-1}$	$X_{t-1} \Delta X_t$	$\Delta X_{t-1} \Delta X_t$
1	132.7	130.0	127.3	2.7	2.7	16900.00	7.29	351.00	351.00	7.29
2	129.4	132.7	130.0	-3.3	2.7	17609.29	7.29	358.29	-437.91	-8.91
3	135.0	129.4	132.7	5.6	-3.3	16744.36	10.89	-427.02	724.64	-18.48
4	137.1	135.0	129.4	2.1	5.6	18225.00	31.36	756.00	283.50	11.76
5	141.2	137.1	135.0	4.1	2.1	18796.41	4.41	287.91	562.11	8.61
6	142.8	141.2	137.1	1.6	4.1	19937.44	16.81	578.92	225.92	6.56
7	145.5	142.8	141.2	2.7	1.6	20391.84	2.56	228.48	385.56	4.32
8	145.3	145.5	142.8	-0.2	2.7	21170.25	7.29	392.85	-29.10	-0.54
9	148.3	145.3	145.5	3.0	-0.2	21112.09	0.04	-29.06	435.90	-0.60
10	146.4	148.3	145.3	-1.9	3.0	21992.89	9.00	444.90	-281.77	-5.70
11	150.2	146.4	148.3	3.8	-1.9	21432.96	3.61	-278.16	556.32	-7.22
12	153.1	150.2	146.4	2.9	3.8	22560.04	14.44	570.76	435.58	11.02
13	157.3	153.1	150.2	4.2	2.9	23439.61	8.41	443.99	643.02	12.18

ตารางที่ 3 (ต่อ)

t	$X_t$	$X_{t-1}$	$X_{t-2}$	$\Delta X_t$	$\Delta X_{t-1}$	$X_{t-1}^2$	$(\Delta X_{t-1})^2$	$X_{t-1} \Delta X_{t-1}$	$X_{t-1} \Delta X_t$	$\Delta X_{t-1} \Delta X_t$
14	160.7	157.3	153.1	3.4	4.2	24743.29	17.64	660.66	534.82	14.28
15	164.2	160.7	157.3	3.5	3.4	25824.49	11.56	546.38	562.45	11.90
16	165.6	164.2	160.7	1.4	3.5	26961.64	12.25	574.70	229.88	4.90
17	168.7	165.6	164.2	3.1	1.4	27423.36	1.96	231.84	513.36	4.34
18	171.7	168.7	165.6	3.0	3.1	28459.69	9.61	522.97	506.10	9.30

จากตารางที่ 3 จะได้

$$\sum_{t=1}^{18} X_{t-1} = 2653.5, \quad \sum_{t=1}^{18} \Delta X_t = 41.7, \quad \sum_{t=1}^{18} \Delta X_{t-1} = 41.4, \quad \sum_{t=1}^{18} X_{t-1}^2 = 393724.7$$

$$\sum_{t=1}^{18} (\Delta X_{t-1})^2 = 176.42, \quad \sum_{t=1}^{18} X_{t-1} \Delta X_{t-1} = 6215.41, \quad \sum_{t=1}^{18} X_{t-1} \Delta X_t = 6201.38, \quad \sum_{t=1}^{18} \Delta X_{t-1} \Delta X_t = 65.01$$

นำค่าจากตารางที่ 3 แทนในสมการปกติ (19), (20) และ (21) เพื่อหาค่า  $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1$  ดังนี้

$$18b_0 + 2653.5b_1 + 41.4b_2 = 41.7 \quad (22)$$

$$2653.5b_0 + 393724.7b_1 + 6215.41b_2 = 6201.38 \quad (23)$$

$$41.4b_0 + 6215.41b_1 + 176.42b_2 = 65.01 \quad (24)$$

แก้สมการโดยวิธีพีชคณิต ได้  $b_0 = -2.63, b_1 = 0.04, b_2 = -0.44$

ดังนั้น  $\hat{\beta}_0 = -2.63, \hat{\beta}_1 = 0.04, \hat{\beta}_2 = -0.44$

5. คำนวณตัวทดสอบสถิติ  $t = \frac{\hat{\beta}_j - 0}{SE(\hat{\beta}_j)}$

โดย  $SE(\hat{\beta}_j) = \sqrt{MSE \cdot C_{jj}}$

$$\text{เมื่อ } \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left[ b_0 \sum_{i=1}^n Y_i + b_1 \sum_{i=1}^n X_{1i} Y_i + b_2 \sum_{i=1}^n X_{2i} Y_i \right]}{n - k - 1}}$$

เมื่อ  $k$  คือ จำนวนตัวแปรอิสระ

$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta X_t)_i^2 - \left( b_0 \sum_{i=1}^n X_{(t-1)i} + b_1 \sum_{i=1}^n (X_{(t-1)})_i (\Delta X_t)_i + b_2 \sum_{i=1}^n (\Delta X_{t-1})_i (\Delta X_t)_i \right)}{18 - 2 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{178.13 - [(-2.63)(41.4) + 0.04(6201.38) + (-0.44)(65.01)]}{18 - 2 - 1}}$$

$$= 1.99$$

$C_{jj}$  คือ สมาชิกที่  $j$  บนเส้นทแยงมุมหลักของเมตริกซ์  $(XX)^{-1}$  เมื่อ

$$(XX)^{-1} = \begin{bmatrix} C_{00} & C_{01} & C_{02} & \cdots & C_{0k} \\ C_{10} & C_{11} & C_{12} & \cdots & C_{1k} \\ C_{20} & C_{21} & C_{22} & \cdots & C_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ C_{k0} & C_{k1} & C_{k2} & \cdots & C_{kk} \end{bmatrix}$$

ดังนั้น

$$X' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 130 & 132.7 & 129.4 & 135 & 137.1 & 141.2 & 142.8 & 145.5 & 145.3 & 148.3 & 146.4 & 150.2 & 153.1 & 157.3 & 160.7 & 164.2 & 165.6 & 168.7 \\ 2.7 & 2.7 & -3.3 & 5.6 & 2.1 & 4.1 & 1.6 & 2.7 & -0.2 & 3 & -1.9 & 3.8 & 2.9 & 4.2 & 3.4 & 3.5 & 1.4 & 3.1 \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 130 & 2.7 \\ 1 & 132.7 & 2.7 \\ 1 & 129.4 & -3.3 \\ 1 & 135 & 5.6 \\ 1 & 137.1 & 2.1 \\ 1 & 141.2 & 4.1 \\ 1 & 142.8 & 1.6 \\ 1 & 145.5 & 2.7 \\ 1 & 145.3 & -0.2 \\ 1 & 148.3 & 3 \\ 1 & 146.4 & -1.9 \\ 1 & 150.2 & 3.8 \\ 1 & 153.1 & 2.9 \\ 1 & 157.3 & 4.2 \\ 1 & 160.7 & 3.4 \\ 1 & 164.2 & 3.5 \\ 1 & 165.6 & 1.4 \\ 1 & 168.7 & 3.1 \end{bmatrix}$$

$$\text{จะได้ } (X'X)^{-1} = \begin{bmatrix} 8.792 & -0.06 & 0.055 \\ -0.06 & 4.168 \times 10^{-4} & -5.768 \times 10^{-4} \\ 0.055 & -5.768 \times 10^{-4} & 0.013 \end{bmatrix}$$

$$SE(\hat{\beta}_1) = \sqrt{MSE \cdot C_{11}}$$

$$= 1.99 \cdot \sqrt{4.168 \times 10^{-4}}$$

$$= 0.04$$

$$\text{ดังนั้น } t = \frac{0.04 - 0}{0.04} = 1.00$$

6. สรุปผลค่า  $t$  ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งมากกว่า ค่าวิกฤต (-3.33) จึงไม่ปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือข้อมูลอนุกรมเวลาของยอดขายอุตสาหกรรมเมื่อทำการ First Difference มียูนิทรุตที่ระดับนัยสำคัญ .05

การทดสอบสมมติฐานทั้งวิธี DF และวิธี ADF เป็นการทดสอบว่าตัวแปรที่ทดสอบ ( $X_t$ ) มียูนิทรุตหรือไม่ โดยทดสอบได้จากค่า  $t$  ถ้าค่า  $t$  มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าตัวแปร  $X_t$  นั้นมียูนิทรุตซึ่งทดสอบสมมติฐานได้โดยการเปรียบเทียบค่า  $t$  - statistic ที่คำนวณได้กับค่าในตาราง Dickey - Fuller ณ ระดับต่างๆ ถ้าปฏิเสธสมมติฐานแสดงว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบเป็น Integrated of order 0 แทนด้วย  $X_t \sim I(0)$

กรณีที่การทดสอบสมมติฐานพบว่า  $X_t$  มียูนิทรุตสามารถทำ Differencing โดยใช้ค่า  $\Delta X_t$  จนสามารถปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า  $X_t$  มีความไม่นิ่งของข้อมูลได้ เพื่อทราบว่า Order of integration (d) อยู่ในระดับใด [ $X_t \sim I(d); d > 0$ ]

##### 5. การทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Cointegration test)

เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรคู่ใดๆ ว่ามีการเคลื่อนไหวที่สอดคล้องกันในรูปแบบที่แน่นอนหรือไม่ เนื่องจากภายใต้ความเชื่อที่ว่าในระยะยาวแล้วตัว

แปรทางเศรษฐกิจควรจะมีการเคลื่อนไหวในทิศทางใดทิศทางหนึ่งที่สอดคล้องกัน แม้ว่าในระยะสั้นความเคลื่อนไหวของตัวแปรดังกล่าวอาจมีการเคลื่อนไหวที่ไม่สามารถกำหนดทิศทางที่แน่นอนได้ก็ตามและยังเป็นการทดสอบความเคลื่อนไหวของค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม (Error term) ของสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต้องการทดสอบ มีเงื่อนไขดังนี้

5.1 ตัวแปรอนุกรมเวลาที่ต้องการทดสอบต้องมีคุณสมบัติของความนิ่ง หรือถ้าตัวแปรที่ต้องการทดสอบไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว แต่ถ้าการเปลี่ยนแปลง (Differenced) ของตัวแปร ณ ลำดับที่ใดๆ (d) มีคุณสมบัติของความนิ่ง โดยมีลำดับ Integrated of order เท่ากันแล้วกล่าวได้ว่าตัวแปรอนุกรมเวลาดังกล่าวมีโอกาที่จะมีการเคลื่อนไหวที่สอดคล้องกัน (Cointegration) โดยต้องทำการทดสอบต่อไปโดยการทดสอบความนิ่งของค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม

5.2 แม้ว่าตัวแปรที่ต้องการทดสอบจะไม่มีคุณสมบัติความนิ่งอยู่ก็ตาม แต่ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม ( $e_t$ ) ของความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปรคู่ใดๆ มีคุณสมบัติของความนิ่งสามารถกล่าวได้ว่าตัวแปรอนุกรมเวลาดังกล่าวมีการเคลื่อนไหวที่สอดคล้องกัน

ขั้นตอนในการทดสอบ Cointegration มีดังต่อไปนี้

ทดสอบตัวแปรในแบบจำลองว่ามีลักษณะ นิ่งหรือไม่ ด้วยวิธี ADF เพื่อตรวจสอบ Integrated of order ว่าเท่ากันหรือไม่ ถ้าพบว่าไม่เท่ากัน แสดงว่าไม่เกิด Cointegration แต่ถ้า Integrated of order เท่ากันแล้วจะทำการทดสอบต่อไปโดยนำมาประมาณสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary least squares: OLS) นำค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มจากสมการถดถอยที่ประมาณได้มาทดสอบว่ามีลักษณะ นิ่งหรือไม่ ซึ่งการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม มีสมการดังต่อไปนี้

$$\Delta e_t = x e_{t-1} + \hat{\epsilon}_t \quad (25)$$

โดยที่  $e_t, e_{t-1}$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา  $t$  และ  $t-1$  ที่นำมาหาสมการถดถอยใหม่

$x$  คือ ค่าพารามิเตอร์

$\hat{\epsilon}_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ Cointegration คือ

$$H_0: x = 0$$

$$H_1: x < 0$$

โดยใช้สถิติทดสอบ 
$$t = \frac{\hat{x}}{SE(\hat{x})}$$

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตในตาราง ADF test ถ้าค่า t – statistic น้อยกว่าค่าวิกฤตของ MacKinnon ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก สามารถสรุปได้ว่าตัวแปร มีลักษณะนิ่ง และมีลักษณะร่วมกันไปด้วยกัน (Cointegration) (วชิราพร, 2553: 16)

ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม  $e_t$  ใน (25) ไม่เป็น White noise จะใช้สมการ (26) ในการทดสอบ ADF สมมติว่า  $\epsilon_t$  ของสมการ (25) มีสหสัมพันธ์เชิงอันดับ (Serial correlation) จะใช้สมการดังนี้

$$\Delta e_t = x e_{t-1} + \sum_{i=1}^p a_i \Delta e_{t-i} + \epsilon_t \quad (26)$$

ถ้า  $-2 < x < 0$  สามารถสรุปได้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มมีลักษณะนิ่งและ  $X_t$  และ  $Y_t$  จะเป็น CI (1, 1)

## 6. การทดสอบ Error correction mechanism (ECM)

แบบจำลองเออร์เรอร์คอเรกชัน เป็นกลไกการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะสั้น สมมติให้  $X_t$  และ  $Y_t$  เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะไม่นิ่งและไม่เกิดปัญหาสมการถดถอยไม่แท้จริง สมการถดถอยที่ได้มีการร่วมกันไปด้วยกัน โดยมีกลไกการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว นั่นคือ ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว แต่ในระยะสั้นอาจมีการออกนอกดุลยภาพได้เพราะฉะนั้นจะให้พจน์ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มในสมการที่ร่วมกันไปด้วยกันเป็นค่าความคลาดเคลื่อนดุลยภาพ (Equilibrium) และนำพจน์ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มนี้เป็นตัวเชื่อมพฤติกรรมในระยะสั้นและระยะยาวเข้าด้วยกัน ลักษณะสำคัญของตัวแปรอนุกรมเวลาที่มีการร่วมกันไปด้วยกันคือวิถีเวลา (Time path) ของอนุกรมเวลาเหล่านี้ได้รับอิทธิพลจากการเบี่ยงเบนออกนอกดุลยภาพระยะยาวและถ้าระบบจะกลับเข้าสู่ดุลยภาพระยะยาว การเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาอย่าง

น้อยบางตัวแปรจะต้องตอบสนองต่อขนาดของการออกนอกดุลยภาพ (Disequilibrium) ในแบบจำลอง Error correction mechanism พลวัตพจน์ระยะสั้น (Short – term dynamics) ของตัวแปรในระบบจะได้รับอิทธิพลจากการเบี่ยงเบนออกจากดุลยภาพ

ตัวแบบจำลอง ECM เป็นดังนี้

$$\Delta X_t = s_1 e_{t-1} + \sum_{i=1}^k w_i \Delta X_{t-i} + \sum_{j=1}^p u_j \Delta Y_{t-j} + v_{1t} \quad (27)$$

$$\Delta Y_t = s_2 u_{t-1} + \sum_{i=1}^k f_i \Delta X_{t-i} + \sum_{j=1}^p y_j \Delta Y_{t-j} + v_{2t} \quad (28)$$

โดยที่  $X_t, Y_t$  คือค่าลอการิทึมของข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$

$s_1, s_2$  คือสัมประสิทธิ์ความเร็วในการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว

$u_j, f_i$  คือสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นในระยะสั้น

$e_{t-1}, u_{t-1}$  คือพจน์ของความคลาดเคลื่อนสุ่ม

$w_i, y_j$  คือสัมประสิทธิ์ของความล่าช้า (Coefficient of lagged)

$v_{1t}, v_{2t}$  คือค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม

$$e_{t-1} = Y_{t-1} - r_0 - r_1 X_{t-1}$$

$$u_{t-1} = X_{t-1} - \tilde{r}_0 - \tilde{r}_1 Y_{t-1}$$

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ ECM มีดังนี้

$$1) H_0 : s_1 = 0$$

$$H_1 : s_1 \neq 0$$

$$2) H_0 : s_2 = 0$$

$$H_1 : s_2 \neq 0$$

ถ้าผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลัก สรุปได้ว่า  $X_t$  และ  $Y_t$  ไม่มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น แต่ถ้าผลการทดสอบปฏิเสธสมมติฐานหลัก สรุปได้ว่า  $X_t$  และ  $Y_t$  มีความสัมพันธ์กันในระยะสั้น

## 7. การทดสอบสมมติฐานความเป็นเหตุเป็นผลของแกรนเจอร์ (Granger causality test)

Granger causality test เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยแบบจำลองนี้กลุ่มข้อมูลในอดีตของตัวแปรหนึ่งจะมีความสามารถในการอธิบายพฤติกรรมของตัวแปรภายใน (Endogenous variable) ที่ต้องการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแนวคิดและวิธีทดสอบสามารถสรุปได้ดังนี้ สมมติว่ามีตัวแปรอยู่ 2 ตัว คือ X และ Y โดยเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ถ้าการเปลี่ยนแปลงของ X เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ Y แล้ว X ก็ควรจะเกิดขึ้นก่อน Y ดังนั้น ถ้า X เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ Y เงื่อนไขสองประการต้องเกิดขึ้น

ประการแรกคือ X ควรช่วยในการทำนาย Y นั่นคือในการถดถอยของ Y กับค่าที่ผ่านมาของ Y นั้น ค่าที่ผ่านมาของ X ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแปรอิสระควรมีส่วนช่วยในการเพิ่มอำนาจในการอธิบาย (Explanatory power) ของสมการถดถอยอย่างมีนัยสำคัญ และประการที่สองคือ Y ไม่ควรช่วยในการทำนาย X เหตุผลคือว่า ถ้า X ช่วยทำนาย Y และ Y ช่วยทำนาย X อาจจะมีตัวแปรอื่นอีกหนึ่งตัวหรือมากกว่าที่เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งใน X และ Y เพราะฉะนั้นสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) ก็คือ X ไม่ได้เป็นสาเหตุของ Y ซึ่งจะทดสอบสมการถดถอยสองสมการดังนี้

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \chi_i X_{t-i} + \epsilon_t \quad (29)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \delta_i Y_{t-i} + \epsilon_t \quad (30)$$

สมการ(29) เรียกว่า การถดถอยที่ไม่ระบุข้อจำกัด (Unrestricted regression) ส่วนสมการ (30) เรียกว่า การถดถอยที่ระบุข้อจำกัด (Restricted regression) (ไพฑูรย์, 2554: 61)

ให้  $RSS_r$  คือ ผลบวกส่วนตกค้างหรือส่วนที่เหลือยกกำลังสอง (Residual sum of squares) จากสมการถดถอยที่ระบุข้อจำกัด

$RSS_{ur}$  คือ ผลบวกส่วนตกค้างหรือส่วนที่เหลือยกกำลังสอง (Residual sum of squares) จากสมการถดถอยที่ไม่ระบุข้อจำกัด

โดยใช้สถิติ F ทดสอบ ดังนี้

$$F_{q(n-k)} = \frac{RSS_r - RSS_{ur}}{RSS_{ur} / (n - k)} \quad (31)$$

ถ้าปฏิเสธ  $H_0$  หมายความว่า  $X$  เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของ  $Y$  และถ้าต้องการทดสอบสมมติฐานหลักว่า  $Y$  ไม่ได้เป็นสาเหตุของ  $X$  ก็ทำการทดสอบอย่างเดียวกับข้างต้น โดยสลับเปลี่ยนตัวแบบจาก  $X$  เป็น  $Y$  และจาก  $Y$  เป็น  $X$  ดังนี้

$$X_t = \sum_{i=1}^p \pi_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i} + \epsilon_t \quad (32)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^p \beta_i X_{t-i} + \epsilon_t \quad (33)$$

สมการ (32) เรียกว่า ตัวแบบการถดถอยที่ไม่ระบุข้อจำกัด ส่วนสมการ (33) เรียกว่า ตัวแบบการถดถอยที่ระบุข้อจำกัด

ในการกำหนดจำนวน Lag ( $p$ ) ของสมการ ควรจะทดสอบ ณ ค่าของ  $p$  ที่แตกต่างกัน 2 – 3 ค่า เพื่อความมั่นใจว่าผลลัพธ์ที่ได้มานั้นไม่อ่อนไหวไปกับค่าของ  $p$  ที่เลือกมา โดยจุดอ่อนของการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลนี้ คือตัวแปรสาม ( $Z$ ) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของ  $Y$  แต่อาจมีความสัมพันธ์กับ  $X$  ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้โดยทำการถดถอยด้วยการใส่ค่า Lag ของ  $Z$  ทางด้านตัวแปรอิสระด้วย (วชิราพร, 2553: 18-19)

## 8. ซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน (Support vector regression: SVR)

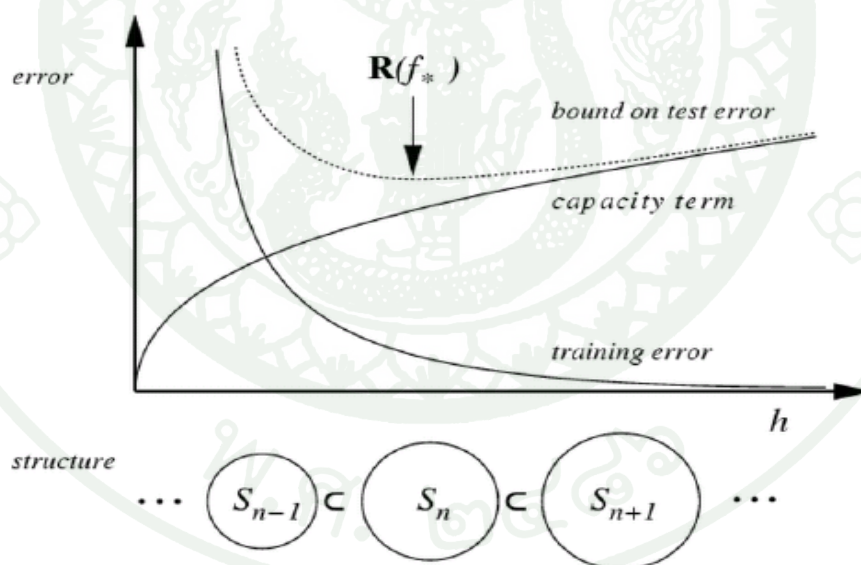
ซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันเป็นส่วนหนึ่งของการนำซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมาใช้ในการแก้ปัญหาแบบสมการถดถอย (Regression problem) และปัญหาเกี่ยวกับอนุกรมเวลา ดังนั้นในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน

### 1. ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (เพชรดุติ, 2546: 8-17)

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนใช้แนวความคิดของ Structural risk minimization คือความพยายามที่จะหาสมมติฐาน (hypothesis:  $h$ ) ที่จะรับประกันได้ว่าสามารถทำนายข้อมูลทดสอบที่ไม่เคยพบเห็นไว้ให้เกิดความผิดพลาดต่ำที่สุด โดยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจะพยายามลดความผิดพลาดทั่วไปให้ต่ำที่สุดแทนที่จะลดความผิดพลาดของการเรียนรู้ให้ต่ำสุดเพียงเท่านั้นตามหลักการของ

Structural risk minimization ฟังก์ชันซึ่งแยกประเภทของข้อมูลทดสอบได้อย่างถูกต้องจะเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มของฟังก์ชันที่มีขนาดของมิติสำหรับการแบ่งข้อมูล (VC dimension) ที่ต่ำที่สุด โดยทั่วไปขนาดของ Input space ที่ต่ำที่สุด (จำนวน Feature ที่น้อย) จะแสดงผลลัพธ์ที่ดีที่สุด หลักการนี้ทำให้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเชิงเส้น (linear SVMs) ใช้ Systematic approach เพื่อหาฟังก์ชันแบบ linear ที่มีขนาด VC dimension ต่ำที่สุดจากกลุ่มของตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้

ภาพที่ 1 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความผิดพลาด (error) และจำนวน VC dimension ( $h$ ) จำนวน  $h$  ที่มากขึ้นแสดงให้เห็นจำนวนความซับซ้อนของปัญหาที่สูงขึ้นตามแนวความคิดของ Structural risk minimization กล่าวไว้ว่าการลดค่าความผิดพลาดกลุ่มข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการเรียนรู้ (Empirical risk) ที่ต่ำที่สุดไม่ได้รับประกันว่าจะส่งผลให้ค่าความผิดพลาดของข้อมูลในความเป็นจริง (ข้อมูลทดสอบ) (Structural risk) จะต่ำที่สุดด้วย ดังนั้นจึงจะพยายามหา Capacity term ที่พยายามจะทำให้ค่าความผิดพลาดของข้อมูลทดสอบให้ต่ำที่สุด



ภาพที่ 1 Structural risk minimization

ที่มา: เพชรฤดี (2546)

กำหนดให้ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ที่มีขนาด  $M$  เป็น  $(\vec{x}_i, y_i)$  ซึ่ง  $\vec{x}_i \in R^N$  โดยที่  $i=1, \dots, l$  และ  $y_i \in \{-1, +1\}$  จะทำการหาระนาบที่แบ่งตัวอย่างบวกและลบ

ออกจากกัน โดยแสดงให้เห็นจากภาพที่ 2 จุด  $x$  เป็นจุดที่อยู่บนระนาบ  $w \cdot x + b = 0$  เมื่อ  $w$  คือ ความชันของระนาบและ  $|b|/\|w\|$  เป็นความยาวของเส้นที่ตั้งฉากกับระนาบถึงจุดกำเนิดและ  $\|w\|$  คือยูคลิเดียนนอร์ม (Euclidean norm) ของ  $w$  ในกรณีการหาระนาบเชิงเส้น (Linear hyperplane) ตัว จำแนกหมวดหมู่ของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจะทำการหาระนาบที่ดีที่สุดจะสามารถแบ่งส่วนของ ข้อมูลเหล่านั้นให้มีระยะห่างจากระนาบให้มากที่สุด แสดงถึงระยะห่าง (Margin) ที่มากที่สุดที่มีความ สมดุลกับขนาดของ VC ที่ต่ำที่สุดในการสร้างระนาบที่เหมาะสมซึ่งสามารถเขียนอยู่ใน รูปแบบสมการ

$$x_i \cdot w + b \geq +1 \quad \text{for } y_i = +1 \quad (34)$$

$$x_i \cdot w + b \geq -1 \quad \text{for } y_i = -1 \quad (35)$$

โดยสามารถรวม 2 สมการข้างต้นให้อยู่ในรูปแบบ

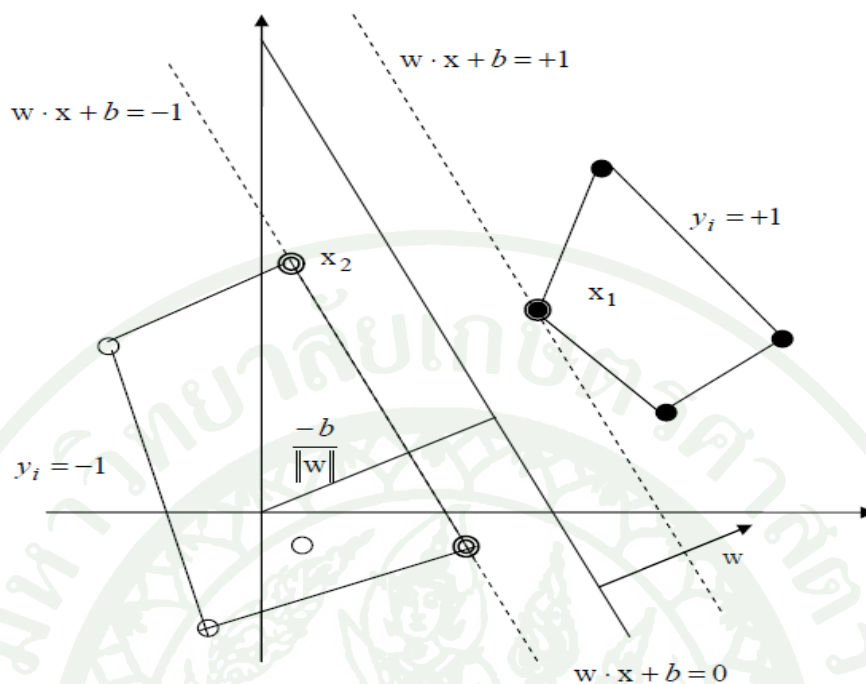
$$y_i (x_i \cdot w + b) - 1 \geq 0 \quad \forall i \quad (36)$$

ซึ่งจะต้องพยายามหาค่าของ  $w$  และ  $b$  จากการพิจารณาสมการ (34) และ (35) สามารถทราบได้ว่าค่า  $w$  ของระนาบที่ 1 (H1) มีค่าเท่ากับ  $|1-b|/\|w\|$  และ  $w$  ของระนาบที่ 2 (H2) มีค่าเท่ากับ  $|-1-b|/\|w\|$  ดังนั้นระยะห่างระหว่าง  $d_+ = d_- = 1/\|w\|$  เมื่อกำหนดให้  $d_+$  และ  $d_-$  คือ ระยะห่างที่สั้นที่สุดระหว่างระนาบที่ใช้ในการแบ่งตัวอย่างกับตัวอย่างที่เป็นบวกและเป็นลบที่ใกล้ ที่สุดตามลำดับ ซึ่งจะทำให้ขนาดของระยะห่างเท่ากับ  $2/\|w\|$  ด้วยเหตุนี้ ซึ่งสามารถหาคู่ของ ระนาบซึ่งให้ระยะห่างมากที่สุดโดยการลดค่า  $\frac{1}{2}\|w\|^2$  ให้ต่ำที่สุดและอยู่ภายในเงื่อนไขของสมการ (36) ดังแสดงในรูปแบบสมการ

$$\begin{aligned} &\text{minimize} && \frac{1}{2}\|w\|^2 \\ &\text{subject to} && y_i (x_i \cdot w + b) - 1 \geq 0 \quad \forall i \end{aligned} \quad (37)$$

โดยที่  $w$  เป็นค่าความชันของระนาบหรือเวกเตอร์น้ำหนัก

$b$  เป็นค่าเอนเอียง



ภาพที่ 2 ระบายเส้นตรงที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง

ที่มา: เพชรฤดี (2546)

จากภาพที่ 2 ยังแสดงให้เห็นถึงระนาบเส้นตรงที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยข้อมูลทั้งหมดอยู่ภายใต้เงื่อนไขของสมการ (36) และจุดข้อมูลที่ทำให้ได้สมการระนาบหลายมิติแบ่งแยกดีที่สุดใน (Optimal hyperplane) ซึ่งแสดงให้เห็นจากรูปคือจุดที่ถูวงกลมล้อมรอบเรียกว่า Support vectors จากสมการ (37) ทำการจัดรูปแบบสมการใหม่โดยใช้การแก้ปัญหาแบบลากรองเกียน (Lagrangian formulation) เพื่อที่จะทำให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้นและข้อมูลจะไปปรากฏในสมการวัตถุประสงค์เท่านั้น ซึ่งทำให้รูปแบบสมการเป็น

$$\begin{aligned} & \text{minimize} \quad \frac{1}{2} \|w\|^2 - \sum_{i=1}^l \alpha_i y_i (x_i \cdot w + b) + \sum_{i=1}^l \alpha_i \\ & \text{subject to} \quad \alpha_i \geq 0 \end{aligned} \quad (38)$$

กำจัดตัวแปร  $w$  และ  $b$  โดยการปรับสมการ (38) ภายใต้อันตรกิริยา

$$w = \sum_i \alpha_i y_i x_i \quad (39)$$

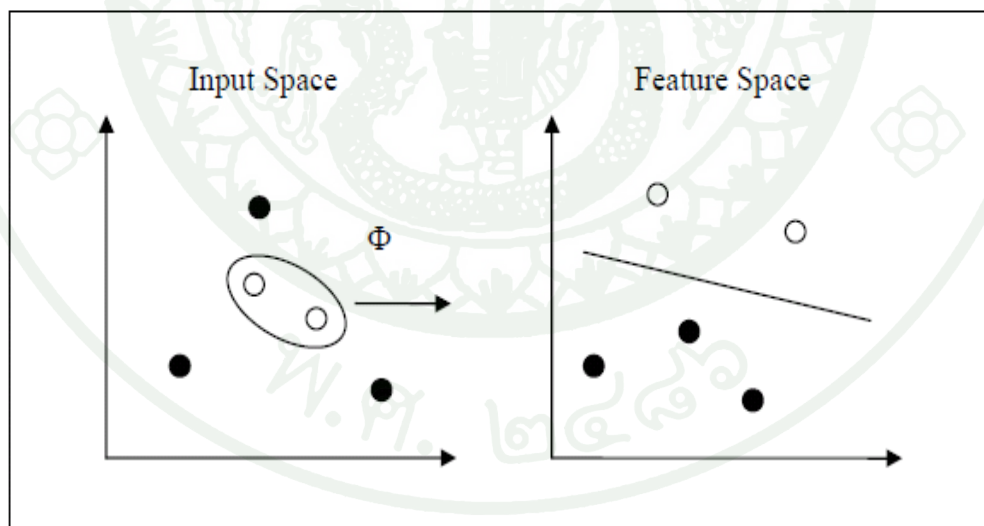
และ

$$\sum_i \alpha_i y_i = 0 \quad (40)$$

ซึ่งจะทำให้ได้สมการควบคู่ (Dual formulation) โดยการแทนค่า  $w$  ในสมการ (38)

$$\begin{aligned} & \text{minimize} && \sum_i \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i,j} \alpha_i \alpha_j y_i y_j (x_i \cdot x_j) \\ & \text{subject to} && \alpha_i, \alpha_j \geq 0 \end{aligned} \quad (41)$$

โดยที่  $\alpha_i, \alpha_j$  คือ ตัวคูณลากรางจ์ซึ่งในกรณีการแบ่งกลุ่มโดยใช้ระนาบแบบไม่เป็นเส้นตรง ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจะอาศัยหลักการของการแปลงข้อมูลจาก Input space ให้เป็น Feature space (F) ที่มีมิติสูงขึ้น



ภาพที่ 3 แนวคิดของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ที่มา: เพชรฤดี (2546)

ภาพที่ 3 แสดงถึงแนวคิดของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนซึ่งทำการแปลงข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้แบบไม่เป็นเชิงเส้นไปเป็นขนาด Feature space ที่ใหญ่ขึ้นผ่านฟังก์ชันเคอร์เนล (Kernel function:  $K$ ) และสร้างระนาบซึ่งแบ่งข้อมูลสองกลุ่มได้ดีที่สุด ทำให้เกิดเป็นขอบเขตการตัดสินใจ (Decision surface) แบบไม่เป็นเชิงเส้นใน Input space

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเชิงเส้นจะสร้างระนาบใน Feature space ที่ใหญ่ขึ้น ในการใช้ทฤษฎีของ Mercer ซึ่งต้องการการคำนวณที่สิ้นเปลืองในส่วนของตัวอย่างเพื่อให้ได้ขนาด Feature space ใหญ่ขึ้น ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการใช้ฟังก์ชันเคอร์เนลเพื่อให้ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจเช่นเดียวกัน ซึ่งการใช้ฟังก์ชันเคอร์เนลจะทำให้สามารถคำนวณระนาบได้โดยไม่ต้องอาศัยการแปลงไปเป็น Feature space

$$k(x, x_i) = w(x) \cdot w(x_i) \quad (42)$$

โดยที่  $w$  คือฟังก์ชันการแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear projection function) ฟังก์ชันเคอร์เนลหลายตัว ดังเช่น Polynomials และ Radial basis function ได้ถูกนำมาใช้กับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบไม่เป็นเชิงเส้นอย่างประสบความสำเร็จการใช้ฟังก์ชันเคอร์เนลที่แตกต่างกันของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสามารถนำมาซึ่งวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย อย่างไรก็ตามการเลือกฟังก์ชันเคอร์เนลและปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่มีความเหมาะสมยังคงเป็นปัญหาที่จะต้องอาศัยการทดสอบและแก้ไขสำหรับการเลือกแบบจำลองซึ่งจากสมการ (35) เมื่อนำข้อมูลผ่านฟังก์ชันเคอร์เนลจะทำให้รูปแบบสมการเป็น

$$\begin{aligned} & \text{minimize} \quad \sum_i r_i - \frac{1}{2} \sum_{i,j} r_i r_j y_i y_j K(x_i \cdot x_j) \\ & \text{subject to} \quad r_i, r_j \geq 0 \end{aligned} \quad (43)$$

เมื่อ  $r_i, r_j$  คือ ตัวคูณลากรางจ์ (Lagrange multiplier) และ  $K$  คือ ฟังก์ชันเคอร์เนล เช่น รูปแบบฟังก์ชันเคอร์เนลของ Radial basis function มีรูปแบบเป็น  $K(x_i, x_j) = \exp\left(-\frac{|x_i - x_j|^2}{2t^2}\right)$  เมื่อค่าของชุดข้อมูล  $x_i = 2$  และ  $x_j = 1$  และกำหนดค่า  $t = 10$  ทำให้ค่า

$K(x_i, x_j) = \exp\left(\frac{|2-1|}{2(10)^2}\right) = 0.995$  ถูกแทนเข้าไปในสมการ (43) และนำไปแก้ปัญหาลักษณะ

Constrained optimization ต่อไป

## 2. ซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน

ซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันเป็นการประยุกต์ใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนในการแก้ปัญหาประเภทการวิเคราะห์การถดถอยและการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาซึ่งมีแนวคิดพื้นฐานคือต้องการหาสมการที่ทำให้เกิดความผิดพลาดต่ำที่สุดสำหรับข้อมูลที่ใช้ในการสร้างสมการ ซึ่งข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบ

$$\{(\bar{x}_1, y_1), \dots, (\bar{x}_l, y_l)\} \subset X \times R \quad (44)$$

ในกรณีสมการที่เป็นเส้นตรง  $f$  มีรูปแบบ

$$f(x) = \langle w \cdot x \rangle + b \quad (45)$$

ซึ่ง  $\langle w \cdot x \rangle$  แสดงถึง Dot product ของ  $X$  ซึ่งจะต้องพยายามทำให้ค่า  $w$  มีค่าน้อย วิธีการที่จะทำให้ค่า  $\frac{1}{2} \|w\|^2$  มีค่าต่ำที่สุดคือการสร้างสมการเส้นตรงที่เหมาะสมที่สุดเพื่อแก้ปัญหา

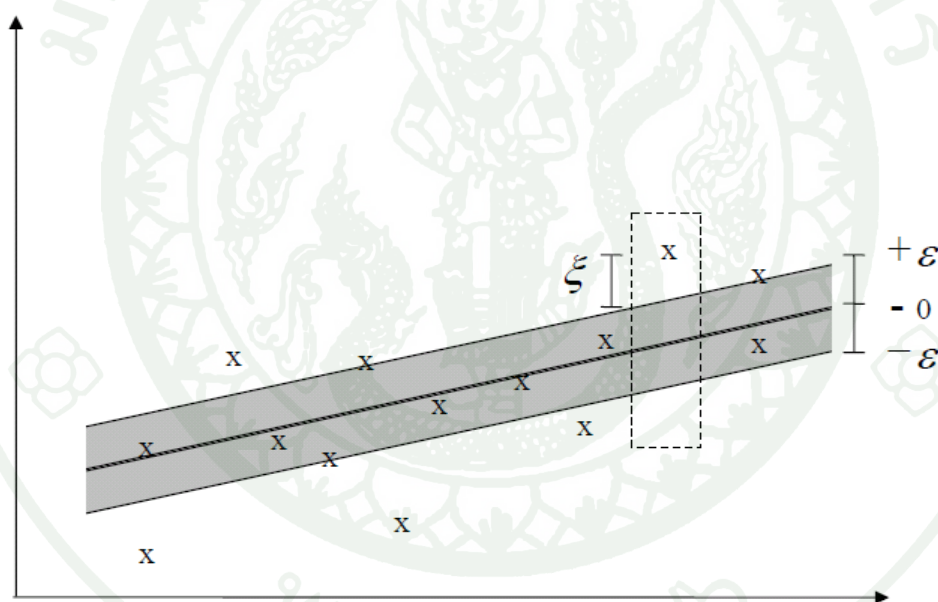
$$\begin{aligned} & \text{minimize} && \frac{1}{2} \|w\|^2 \\ & \text{subject to} && \begin{cases} y_i - \langle w \cdot x_i \rangle - b \leq \nu \\ \langle w \cdot x_i \rangle + b - y_i \leq \nu \end{cases} \end{aligned} \quad (46)$$

จากสมการ (46) แสดงให้เห็นว่าสมการ  $f$  จะทำการประมาณค่าของคู่ลำดับ  $(x_i, y_i)$  ให้มีความถูกต้อง  $\nu$  หรือปัญหาของการหาเส้นโค้งที่เหมาะสมที่สุดก็คือขอบเขตความเป็นไปได้ (Feasible boundary) แต่ในบางกรณีอาจยอมให้เกิดความผิดพลาดในการสร้างเส้นแบ่งดังนั้นจึงมีการใช้ Soft margin loss function ซึ่งประกอบด้วยตัวแปร Slack 2 ตัวคือ  $\langle, \rangle_*$  เพื่อที่จะจัดการกับข้อมูลที่ไม้อยู่ในขอบเขตความเป็นไปได้เข้าไปในสมการ (46) ซึ่งทำให้ได้สมการใหม่คือ

$$\begin{aligned} & \text{minimize} && \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^l (\xi_i + \xi_i^*) \\ & \text{subject to} && \begin{cases} y_i - \langle w \cdot x_i \rangle - b \leq \varepsilon + \xi_i \\ \langle w \cdot x_i \rangle + b - y_i \leq \varepsilon + \xi_i^* \\ \xi_i, \xi_i^* \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (47)$$

โดยที่  $C > 0$  จากสมการ (47) ข้างต้นสามารถอธิบายค่า  $\varepsilon$  - Intensive loss function  $|\xi|_\varepsilon$  โดย

$$|\xi|_\varepsilon := \begin{cases} 0 & \text{if } |\xi| \leq \varepsilon \\ |\xi| - \varepsilon & \text{otherwise} \end{cases} \quad (48)$$



ภาพที่ 4 Soft margin loss

ที่มา: เพชรฤดี (2546)

ภาพที่ 4 แสดง Soft margin loss ของซัพพอร์ตเวกเตอร์เครื่องสั่นซึ่งระยะห่างของข้อมูลกับส่วนของ Soft margin (Slack;  $\xi$ ) จะถูกจัดการให้มีค่าน้อย เพื่อที่จะทำให้เกิดค่าความผิดพลาดต่ำที่สุด

จากสมการ (47) สามารถจัดรูปแบบสมการใหม่โดยใช้การแก้ปัญหาลากกรองเกียน เพื่อกำจัดตัวแปร  $w$  และ  $b$  ทำให้ได้รูปแบบสมการ

$$\begin{aligned} \text{minimize} \quad & -v \sum_i (r_i^* + r_i) + \sum_i y_i (r_i^* - r_i) - \frac{1}{2} \sum_{i,j} (r_i^* - r_i)(r_j^* - r_j)(x_i \cdot x_j) \\ \text{subject to} \quad & \begin{cases} \sum r_i^* = \sum r_i \\ 0 \leq r_i^* \leq C \\ 0 \leq r_i \leq C \end{cases} \quad (49) \\ & \text{เมื่อ } i=1,2,\dots,l \end{aligned}$$

เพื่อคำนวณหาค่าตัวแปร  $r_i$  และ  $r_i^*$  เพื่อแทนค่า  $w$  ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $\sum_{\text{supportvectors}} (r_i^* - r_i) \cdot x_i$  ซึ่งทำให้  $f(x) = \sum_{\text{supportvectors}} (r_i^* - r_i) x_i + b$  เมื่อ  $b = -\frac{1}{2} w(x_r + x_s)$  โดยที่ค่า  $x_r$  และ  $x_s$  คือ Support vector ใดๆ จากเส้นทั้งสอง

ในกรณีที่ซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันแบบสมการเส้นตรงมีความไม่เหมาะสมจึงต้องมีการแปลงสมการเส้นตรงไปเป็นแบบสมการเส้นโค้ง โดยการผ่านฟังก์ชันเคอร์เนลเพื่อแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบมิติที่สูงขึ้น ซึ่งทำได้หลังจากคำนวณหาค่าตัวแปร  $r_i$  และ  $r_i^*$  จากสมการ (49) จากนั้นจึงคำนวณค่า  $f(x) = wx + b$  โดยมีการกำหนดให้

$$wx = \sum_{\text{supportvectors}} (r_i^* - r_i) K(x_i, x) \quad (50)$$

และ

$$b = -\frac{1}{2} \sum_{\text{supportvectors}} (r_i^* - r_i) [K(x_r, x_i) + K(x_s, x_i)] \quad (51)$$

## 9. เกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบความสามารถของวิธีการพยากรณ์

1. ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute deviation: MAD) เป็นการวัดจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยไม่คำนึงถึงทิศทางของความคลาดเคลื่อน คำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} MAD &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| \\ &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - F_t| \end{aligned}$$

2. ร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE) ซึ่งเป็นการวัดความแม่นยำของค่าวัดความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ ค่า MAPE นี้ไม่มีหน่วย และมีค่าเป็นบวกเสมอ คำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| \times 100 \\ &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \times 100 \end{aligned}$$

โดยที่  $e_t$  เป็นผลต่างของค่าจริงกับค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$   
 $Y_t$  เป็นค่าจริง ณ เวลา  $t$   
 $F_t$  เป็นค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$   
 $n$  เป็นจำนวนช่วงเวลาทั้งหมด

วิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่า MAD และ MAPE ต่ำที่สุด แสดงว่าวิธีการพยากรณ์นั้นมีความแม่นยำที่สุด สำหรับวิธีที่นำมาเปรียบเทียบ

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพ็ญศรี (2548) ศึกษาความสัมพันธ์เชิงเป็นเหตุเป็นผลระหว่างราคาและปริมาณการซื้อขายของหลักทรัพย์กลุ่มเคมีภัณฑ์โดยนำข้อมูลมาหาทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ข้อมูลทศนิยมแบบรายสัปดาห์ในช่วงระยะเวลา 5 ปีเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2542 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2547 ในรูปของลอการิทึมจำนวน 7 หลักทรัพย์ได้แก่ บริษัทไทยพลาสติกและเคมีภัณฑ์ จำกัด (มหาชน): TPC บริษัทอะโรเมติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน): ATC บริษัทไทยคาร์บอนแบล็ค จำกัด (มหาชน): TCB บริษัทไทยเซ็นทรัลเคมีจำกัด (มหาชน): TCCC บริษัทปิโตรเคมีแห่งชาติ จำกัด (มหาชน): NPC บริษัทไทยเอเลเฟนส์ จำกัด (มหาชน): TOC และบริษัท วินิไทย จำกัด (มหาชน): VNT การทดสอบครั้งนี้ได้ทำการทดสอบยูนิทรูท เพื่อทดสอบความนิ่งของข้อมูล หลังจากนั้นทำการทดสอบการร่วมไปด้วยกัน และทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะสั้นตามแบบจำลองเออร์เรอร์คอเรคชัน เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเป็นเหตุเป็นผล

ผลการทดสอบยูนิทรูทของตัวแปรราคาและปริมาณการซื้อขายในแบบจำลองแนวเดินเชิงสุ่มพบว่าข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่งหรือมีความสัมพันธ์ที่ระดับ  $I(1)$  และพบว่าส่วนที่เหลือจากสมการถดถอยในการทดสอบการร่วมไปด้วยกันของราคาและปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์มีลักษณะข้อมูลนิ่งที่ Order of integration เป็น  $I(0)$  แสดงว่าราคาและปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์มีลักษณะร่วมไปด้วยกันและมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวยกเว้นปริมาณการซื้อขายของหลักทรัพย์ ATC และ NPC ที่มี Order of integration เป็น  $I(1)$  แสดงว่าส่วนที่เหลือมีลักษณะไม่นิ่ง นั่นคือปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ ATC และ NPC ไม่มีลักษณะการร่วมไปด้วยกันหรือไม่มี ความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาวผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ โดยแบบจำลองเออร์เรอร์คอเรคชัน โดยให้ราคาเป็นตัวแปรอิสระ และปริมาณการซื้อขายเป็นตัวแปรตามและทดสอบในทางกลับกัน พบว่าราคามีผลต่อปริมาณการซื้อขายมีผลซึ่งกันและกันในทุกหลักทรัพย์ ในการปรับตัวระยะสั้น และค่าสัมประสิทธิ์ความคลาดเคลื่อนของราคามีผลต่อปริมาณการซื้อขายในช่วงเวลา  $t-1$  ของทุกหลักทรัพย์มีค่าน้อยกว่า 1 และมีค่าเป็นลบ ซึ่งหมายความว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมีการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพระยะยาว ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความคลาดเคลื่อนของปริมาณการซื้อขายมีผลต่อราคาหลักทรัพย์ในช่วงเวลา  $t-1$  ของหลักทรัพย์ NPC, TCB, TCCC, TOC และ VNT นั้นมีค่าน้อยกว่า 1 และมีค่าเป็นลบ ซึ่งหมายความว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมีการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพระยะยาว ยกเว้นหลักทรัพย์ ATC และ NPC ที่ไม่มีการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพระยะยาว

จากการศึกษาโดยใช้การทดสอบการร่วมไปด้วยกันและทดสอบความสัมพันธ์เชิงคุณภาพ ระยะสั้นตามแบบจำลองเออร์เรอร์คอเรคชันเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเป็นเหตุเป็นผลระหว่างราคา และปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ในกลุ่มเคมีภัณฑ์ พบว่า หลักทรัพย์ NPC, TCB, TCCC, TOC และ VNT นั้นราคาการซื้อขายหลักทรัพย์และปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์มีความสัมพันธ์ซึ่งกัน และกัน (Bidirectional causality) คือ มีความสัมพันธ์กันทั้งคุณภาพระยะสั้นและระยะยาว ส่วน หลักทรัพย์ ATC และ NPC นั้นราคาหลักทรัพย์และปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์มีความสัมพันธ์ ในทิศทางเดียว (Unidirectional causality) คือ มีความสัมพันธ์กันเฉพาะในคุณภาพระยะสั้น โดยค่า ความยืดหยุ่นของราคาการซื้อขายหลักทรัพย์มีค่ามากกว่าปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ นั้นแสดง ให้เห็นว่าราคาการซื้อขายหลักทรัพย์มีส่วนช่วยผลักดันให้เกิดปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ มากกว่าการที่ปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์มีส่วนช่วยผลักดันให้เกิดราคาการซื้อขายหลักทรัพย์

เพียงฤทัย (2549) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าการนำเข้ากับภาษีอากรขาเข้าของ สินค้าอิเล็กทรอนิกส์โดยวิธีโคอินทิเกรชัน โดยใช้ตัวแปรข้อมูลของมูลค่าการนำเข้าสินค้า อิเล็กทรอนิกส์และตัวแปรข้อมูลของมูลค่าภาษีอากรขาเข้าของสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ที่เก็บรวบรวม โดยด่านศุลกากรนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ (ลำพูน) ในช่วงระยะเวลา 10 ปีงบประมาณ เริ่มตั้งแต่ เดือนตุลาคม 2538 ถึงเดือนกันยายน 2548 รวมทั้งสิ้น 120 เดือน

การทดสอบยูนิทรูทของตัวแปร โดยใช้วิธี Augmented Dickey-Fuller test พบว่าทั้งสองตัว แปรมีลักษณะไม่นิ่งและมี Order of Integration เป็น  $I(1)$  การทดสอบโคอินทิเกรชันระหว่างสอง ตัวแปรพบว่าส่วนที่เหลือจากสมการถดถอยมีลักษณะนิ่งและมี Order of integration เป็น  $I(0)$  แสดงว่า ทั้งสองตัวแปร มีลักษณะของความสัมพันธ์เชิงคุณภาพในระยะยาว และการทดสอบ ความสัมพันธ์เชิงคุณภาพระยะสั้น พบว่า ทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์สองทิศทางระหว่างกันทั้ง ในระยะสั้นและระยะยาว

ยุวดี (2548) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาและปริมาณของหลักทรัพย์กลุ่มธนาคาร พาณิชย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยโดยวิธีโคอินทิเกรชันเพื่อศึกษาว่าราคาและปริมาณ ของหลักทรัพย์ในกลุ่มธนาคารพาณิชย์มีความสัมพันธ์กันแบบทิศทางเดียวหรือแบบสองทาง หลักทรัพย์ที่ใช้ในการศึกษา คือ ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) ธนาคารกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ธนาคารกสิกรไทย จำกัด (มหาชน) และธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน) โดยนำข้อมูล ในอดีตมาหาทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยใช้ข้อมูลทศนิยมแบบรายสัปดาห์ เริ่มตั้งแต่

เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 รวมเวลาทั้งหมด 361 สัปดาห์ในรูปของ  
 ลอการิทึม การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดสอบยูนิทรูท เพื่อทดสอบความนิ่งของข้อมูลด้วยวิธี  
 Augmented Dickey-Fuller test หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบโคอินทิเกรชันและทดสอบ  
 ความสัมพันธ์เชิงคุณภาพในระยะสั้นตามแบบจำลองเออร์เรอร์คอเรคชัน เพื่อหาความสัมพันธ์เชิง  
 เป็นเหตุเป็นผลระหว่างตัวแปรราคาและปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ในกลุ่มธนาคารพาณิชย์

ผลจากการทดสอบความนิ่ง ของข้อมูลตัวแปรราคาและปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ของ  
 ธนาคารพาณิชย์ ในแบบจำลองที่ปราศจากจุดตัดและแนวโน้มของเวลามีลักษณะไม่นิ่ง และมี  
 Order of integration เท่ากับ 1 หรือ  $I(1)$  และ พบว่า ส่วนที่เหลือจากสมการถดถอยในการทดสอบ  
 โคอินทิเกรชันของราคาและปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ มีลักษณะข้อมูลนิ่งที่ Order of  
 integration เป็น  $I(0)$  แสดงว่าราคาและปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์ของธนาคารพาณิชย์มีโค  
 อินทิเกรชันหรือ มีความสัมพันธ์เชิงคุณภาพในระยะยาว ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์โดย  
 แบบจำลองเออร์เรอร์คอเรคชันโดยให้ราคาเป็นตัวแปรอิสระและปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์เป็น  
 ตัวแปรตาม และกรณีปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาหลักทรัพย์เป็นตัว  
 แปรตาม พบว่า ทุกหลักทรัพย์ของธนาคารพาณิชย์ ราคาและปริมาณการซื้อขายมีผลซึ่งกันและกัน  
 ทุกหลักทรัพย์ในการปรับตัวระยะสั้น และค่าสัมประสิทธิ์ความคลาดเคลื่อนของราคาและปริมาณ  
 การซื้อขายหลักทรัพย์มีค่าน้อยกว่า 1 และมีค่าเป็นลบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นค่าความ  
 คลาดเคลื่อนมีการปรับตัวเข้าสู่คุณภาพในระยะยาว

ผลการทดสอบ Granger causality ระหว่างตัวแปรราคาและปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์  
 ของกลุ่มธนาคารพาณิชย์ พบว่า มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน หรือมีความสัมพันธ์กันทั้งในคุณ  
 ภาพระยะสั้นและคุณภาพระยะยาวหรือมีความสัมพันธ์กันแบบสองทิศทาง นั่นคือทั้งราคา  
 หลักทรัพย์และปริมาณการซื้อขายหลักทรัพย์เป็นสาเหตุซึ่งกันและกัน

ศิริประภา (2549) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาน้ำมันกับราคาทองคำ ผลการศึกษา  
 พบว่า เมื่อทำการทดสอบความนิ่งของข้อมูลพบว่าข้อมูลมีความนิ่งเดียวกันที่  $I(1)$  และมีความยาว  
 ของความล่าที่เหมาะสมเท่ากับ 0 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระยะยาวพบว่าราคาทองคำ  
 ล่วงหน้าจะมีความสัมพันธ์ระยะยาวกับราคาน้ำมันล่วงหน้าที่ราคาล่วงหน้า 7 เดือน การทดสอบ  
 เออร์เรอร์คอเรคชันพบว่ามีความเร็วในการปรับตัวเข้าสู่คุณภาพระยะยาวอยู่ในช่วง 0 ถึง -1  
 แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์ที่แท้จริง

เมื่อทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปของลอการิทึมฐานธรรมชาติจากนั้นทำการทดสอบความนิ่งพบว่าข้อมูลมีความนิ่งเดียวกันที่  $I(1)$  จึงทดสอบความสัมพันธ์ระยะยาวโดยวิธีของ Engle และ Granger พบว่าราคาน้ำมันและราคาทองคำล่วงหน้ามีความสัมพันธ์กันในระยะยาวตั้งแต่ 1 เดือนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์และมีการปรับตัวในระยะสั้นเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เบต้าของข้อมูลทั้ง 12 เดือนพบว่ามีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาส่งมอบเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันล่วงหน้าแล้วพบว่าค่าความยืดหยุ่นของราคาทองคำล่วงหน้ามีค่าน้อยกว่า 1 นั่นคือราคาทองคำล่วงหน้ามีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของราคาช้ากว่าราคาน้ำมันล่วงหน้าดังนั้นหากนักลงทุนต้องการลงทุนในสัญญาล่วงหน้าภาวะตลาดขาขึ้นควรลงทุนในสัญญาล่วงหน้าราคาน้ำมันเพราะจะทำให้ได้ผลกำไรที่เร็วกว่าในทางตรงกันข้ามภาวะตลาดขาลงนักลงทุนควรลงทุนในสัญญาล่วงหน้าราคาทองคำเพราะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงลดลงของราคาน้อยกว่าสัญญาล่วงหน้าราคาน้ำมัน

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ PC Intel (R) Core (TM)2 Duo CPU E7500 และมีระบบปฏิบัติการ Microsoft Window XP ที่ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel และ SVM Torch

### วิธีการ

1. การเตรียมข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลราคาปิดรายวันของราคาซื้อขายล่วงหน้า (สัญญาฟิวเจอร์ส) และราคาซื้อขายทันที ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ตั้งแต่วันที่ 28 เมษายน พ.ศ. 2549 ถึง 28 มิถุนายน พ.ศ. 2555 รวมทั้งสิ้น 1499 วัน (25 สัญญา) ข้อมูลอัตราผลตอบแทนของเงินปันผลของหุ้นกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยและอัตราดอกเบี้ยของตัวเงินคลังต่อปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง ปี พ.ศ. 2555 จากธนาคารแห่งประเทศไทย
2. การทดสอบความนิ่งของข้อมูล เนื่องจากข้อมูลสัญญาซื้อขายล่วงหน้าเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งต้องพิจารณาก่อนว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะนิ่งหรือไม่ เพราะถ้าข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่งจะทำให้การพยากรณ์ ไม่ถูกต้อง เนื่องจากสมการถดถอยที่ได้ไม่แท้จริง จึงต้องทำการทดสอบความนิ่งของข้อมูลโดยยูนิทรูท ด้วยวิธี ADF ก่อน

$$\text{ให้ } X_t = r_0 + r_1 Y_t + e_t \quad (52)$$

$$Y_t = r_2 + r_3 X_t + g_t \quad (53)$$

$X_t$  คือค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้า ณ เวลา  $t$

$Y_t$  คือค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ณ เวลา  $t$

$e_t, g_t$  คือค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม

$\Gamma_0, \Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$  คือค่าพารามิเตอร์

ทดสอบความนิ่ง ของข้อมูล ได้ดังสมการที่ (54) และ (55)

$$\Delta X_t = \Gamma_1 + S_1 t + \alpha_1 X_{t-1} + \sum_{i=1}^p c_i \Delta X_{t-1} + v_{1t} \quad (54)$$

$$\Delta Y_t = \Gamma_2 + S_2 t + \alpha_2 Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p d_i \Delta Y_{t-1} + v_{2t} \quad (55)$$

โดยที่  $X_t, X_{t-1}$  คือราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้า ณ เวลา  $t$  และ  $t-1$

$Y_t, Y_{t-1}$  คือราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ณ เวลา  $t$  และ  $t-1$

$\Gamma_1, \Gamma_2, S_1, S_2, \alpha_1, \alpha_2, c, d$  คือค่าพารามิเตอร์

$v_{1t}, v_{2t}$  คือค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม

$t$  คือค่าแนวโน้ม

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ

$$H_0 : \alpha_1 = 0$$

$$H_1 : \alpha_1 < 0$$

$$H_0 : \alpha_2 = 0$$

$$H_1 : \alpha_2 < 0$$

ถ้ายอมรับ  $H_0$  หมายความว่า ราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์หรือราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้า มีลักษณะไม่นิ่ง แต่ถ้าปฏิเสธ  $H_0$  หมายความว่า ราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์หรือราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้า มีลักษณะนิ่ง

3. การทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ในระยะยาวของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีว่ามีเสถียรภาพในระยะยาวหรือไม่ จะใช้วิธีการทดสอบของ Engle and Granger ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ให้ } X_t = r_0 + r_1 Y_t + e_t \quad (56)$$

$$Y_t = r_2 + r_3 X_t + g_t \quad (57)$$

$X_t$  คือค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้า ณ เวลา  $t$

$Y_t$  คือค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ณ เวลา  $t$

$e_t, g_t$  คือค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม

$r_0, r_1, r_2, r_3$  คือ ค่าพารามิเตอร์

ขั้นตอนในการทดสอบ Cointegration มีดังต่อไปนี้

1) ทดสอบตัวแปรในแบบจำลองว่ามีลักษณะนิ่งหรือไม่ โดยใช้วิธี ADF เพื่อตรวจสอบ Integrated of order ของตัวแปรว่าเท่ากันหรือไม่

2) การประมาณสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

3) นำค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม ที่ประมาณได้จากข้อ 2) มาทดสอบว่ามีลักษณะนิ่งหรือไม่ นิ่ง ซึ่งเป็นการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม ดังสมการที่ (58)

$$\Delta e_t = x e_{t-1} + \epsilon_t \quad (58)$$

โดยที่  $e_t, e_{t-1}$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา  $t$  และ  $t-1$  ที่นำมาหาสมการถดถอยใหม่

$x$  คือ ค่าพารามิเตอร์

$\epsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ Cointegration ดังนี้

$$H_0 : x = 0$$

$$H_1 : x < 0$$

เมื่อทดสอบยูนิทรุตแล้ว พบว่า ผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะไม่นิ่ง แต่ถ้าผลการทดสอบปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะนิ่ง

โดยถ้าค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม มีลักษณะนิ่ง จะสรุปว่าราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ล่วงหน้าและราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว แต่ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มมีลักษณะไม่นิ่ง จะสรุปว่าราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ล่วงหน้าและราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ไม่มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว

4. การทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะสั้นเมื่อทดสอบได้ว่าข้อมูลที่ศึกษามีดุลยภาพในระยะยาว ต่อไปจะวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลอง ECM เพื่อศึกษากลไกการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ล่วงหน้า

$$\Delta X_t = s_1 e_{t-1} + \sum_{i=1}^k w_i \Delta X_{t-i} + \sum_{j=1}^p u_j \Delta Y_{t-j} + v_{1t} \quad (59)$$

$$\Delta Y_t = s_2 u_{t-1} + \sum_{i=1}^k f_i \Delta X_{t-i} + \sum_{j=1}^p y_j \Delta Y_{t-j} + v_{2t} \quad (60)$$

โดยที่  $X_t, Y_t$  คือ ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ณ เวลา  $t$  และค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ล่วงหน้า ณ เวลา  $t$

$s_1, s_2$  คือ สัมประสิทธิ์ความเร็วในการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว

$u_j, f_i$  คือ สัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นในระยะสั้น

$e_{t-1}, u_{t-1}$  คือ พจน์ของความคลาดเคลื่อนสุ่ม

$w_i, y_j$  คือ สัมประสิทธิ์ของความล่าช้า (Coefficient of lagged)

$v_{1t}, v_{2t}$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม

$$e_{t-1} = Y_{t-1} - r_0 - r_1 X_{t-1}$$

$$u_{t-1} = X_{t-1} - \tilde{r}_0 - \tilde{r}_1 Y_{t-1}$$

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ มีดังนี้

$$1) H_0: s_1 = 0$$

$$H_1: s_1 \neq 0$$

$$2) H_0: S_2 = 0$$

$$H_1: S_2 \neq 0$$

5. การทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผลของแกรนเจอร์ วิธีทดสอบคือมีตัวแปรอยู่ 2 ตัว คือ ราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ (X) และราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้า (Y) โดยเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ถ้าการเปลี่ยนแปลงของ X เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง Y แล้ว X ก็ควรจะเกิดขึ้นก่อน Y นั่นคือ ถ้า X เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใน Y เงื่อนไขสองประการจะต้องเกิดขึ้น โดย ประการแรกคือ X ควรช่วยเพิ่มอำนาจในการอธิบาย (Explanatory power) สมการถดถอยอย่างมีนัยสำคัญ และประการที่สองคือ Y ไม่ควรช่วยในการทำนาย X เหตุผลคือ ถ้า X ช่วยทำนาย Y และ Y ช่วยทำนาย X ก็น่าจะมีตัวแปรอื่นอีกหนึ่งตัวหรือมากกว่าที่เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งใน X และ Y ดังนั้นสมมติฐานหลัก คือ X ไม่ได้เป็นสาเหตุของ Y โดยทำการทดสอบสมการถดถอยสองสมการดังนี้

$$Y_t = \sum_{i=1}^p f_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^p y_i Y_{t-i} + u_t \quad (61)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^p y_i Y_{t-i} + u_t \quad (62)$$

สมการที่ (61) เรียกว่า การถดถอยที่ไม่ระบุข้อจำกัด ส่วนสมการที่ (62) เรียกว่า การถดถอยที่ระบุข้อจำกัด

สมมติฐานในเชิงสถิติสามารถเขียนได้ ดังนี้

$H_0$ : ราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ไม่เป็นสาเหตุต่อการเปลี่ยนแปลงราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้า

$H_1$ : ราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นสาเหตุต่อการเปลี่ยนแปลงราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้า

โดยใช้ตัวทดสอบสถิติ F ทดสอบ ดังนี้

ถ้าปฏิเสธ  $H_0$  หมายความว่า X เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง Y ในทำนองเดียวกัน ถ้าต้องการทดสอบสมมติฐานหลักว่า Y ไม่ได้เป็นสาเหตุของ X ก็ทำการทดสอบอย่างเดียวกันข้างต้น เพียงแต่สลับเปลี่ยนตัวแบบจาก X เป็น Y และจาก Y เป็น X ดังนี้

$$X_t = \sum_{i=1}^p f_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p y_i X_{t-i} + u_t \quad (63)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^p y_i X_{t-i} + u_t \quad (64)$$

สมการที่ (63) เรียกว่า การถดถอยที่ไม่ระบุข้อจำกัด ส่วนสมการที่ (64) เรียกว่า การถดถอยที่ระบุข้อจำกัด สมมติฐานในเชิงสถิติ สามารถเขียนได้ดังนี้

$H_0$ : ราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้าไม่เป็นสาเหตุการเปลี่ยนแปลงราคา  
ดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์

$H_1$ : ราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้าเป็นสาเหตุการเปลี่ยนแปลงราคา  
ดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์

6. การทดสอบตัวแบบจำลอง Cost of carry เป็นการทดสอบตัวแบบจำลองที่ใช้ในการประเมินราคาฟิวเจอร์สของดัชนีหุ้น โดยเป็นการทดสอบตัวแบบที่แปลงให้อยู่ในรูปแบบเศรษฐมิติ (รูปแบบการถดถอย) ดังสมการ (65)

$$\ln(F_t) - \ln(S_t) = r + s(r_t - q_t)(T - t) + v_t \quad (65)$$

การทดสอบจะเป็นการทดสอบโดยการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย โดยให้ ตัวแปรอิสระคือต้นทุนการถือครอง  $((r_t - q_t)(T - t))$  และตัวแปรตาม คือ ส่วนต่างของค่าลอการิทึมของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้ากับราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์  $(\ln(F_t) - \ln(S_t))$  ภายใต้สมมติฐานในเชิงสถิติ ดังนี้

$$H_0: s = 0$$

$$H_1: s \neq 0$$

โดยมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

- 1) การทดสอบความนิ่งของข้อมูลตัวแปรต้นทุนการถือครองและส่วนต่างของค่าลอการิทึมของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้ากับราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์

- 2) การทดสอบความชันของเส้นถดถอยของประชากรว่า  $H_0: \beta = 0$  หรือไม่
- 3) สรุปผลจาก ตัวทดสอบสถิติ  $t$  และ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ )

ถ้าผลการทดสอบไม่ปฏิเสธ  $H_0$  หมายความว่า ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างต้นทุนการถือครองกับผลต่างของค่าลอการิทึมของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้ากับราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ นั่นคือ ราคาฟิวเจอร์สของดัชนีหุ้น SET 50 ไม่มีความสัมพันธ์กับราคาซื้อขายทันทีของดัชนีหุ้น SET 50 และต้นทุนการถือครองในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย

7. การทดสอบเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ โดยตัวแบบจำลอง Cost of carry และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกสชันแต่ละวิธีมีขั้นตอน ดังนี้

7.1 การพยากรณ์โดยตัวแบบจำลอง Cost of carry มีขั้นตอน ดังนี้

- 1) จัดเตรียมข้อมูลทุติยภูมิของราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ อัตราดอกเบี้ยของตัวเงินคลัง อัตราผลตอบแทนของเงินปันผลต่อปี
- 2) ทำการพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบจำลอง Cost of carry โดยทำการพยากรณ์ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2555 ถึง 28 มิถุนายน พ.ศ. 2555 เป็นระยะเวลา 199 วัน ตั้งแต่สัญญา S50H12 ถึง S50M12
- 3) นำค่าพยากรณ์ที่ได้มาวัดความถูกต้องของการพยากรณ์กับค่าจริง ซึ่งค่าวัดความถูกต้องพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อน 2 ค่า คือ MAD และ MAPE
- 4) นำไปเปรียบเทียบกับวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกสชัน

7.2 การพยากรณ์โดยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกสชัน มีขั้นตอน ดังนี้

- 1) จัดเตรียมข้อมูลทุติยภูมิ โดยมีตัวแปรอิสระคือ ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ และต้นทุนการถือครองสินทรัพย์ และตัวแปรตามคือราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์
- 2) ทำการฝึกการเรียนรู้เพื่อกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ให้กับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน โดยใช้ข้อมูลชุดฝึกการเรียนรู้ระหว่างวันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึง 29 ธันวาคม พ.ศ. 2554 โดยมีตัวแปรนำเข้า คือ ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ต้นทุนการถือครองสินทรัพย์ และราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์

- 3) ทำการทดสอบโดยใช้ข้อมูลชุดทดสอบผลระหว่างวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2555 ถึง 28 มิถุนายน พ.ศ. 2555 โดยมีตัวแปรนำเข้า คือ ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ต้นทุนการถือครองสินทรัพย์ และราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์
- 4) นำค่าพยากรณ์ที่ได้จากข้อ 3) มาวัดความถูกต้องของการพยากรณ์กับค่าจริง ซึ่งค่าวัดความถูกต้องพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อน 2 ค่า คือ MAD และ MAPE
- 5) นำไปเปรียบเทียบกับวิธีพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบจำลอง Cost of carry

### 7.3 สรุปผลการพยากรณ์

## ผลและวิจารณ์

### ผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้า ณ ปัจจุบันและราคาซื้อขายทันทีในอนาคต ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย โดยการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคูลยภาพในระยะยาวโดยวิธีของ Engle and Granger การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงคูลยภาพในระยะสั้น การทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผล การทดสอบตัวแบบจำลอง Cost of carry และทดสอบประสิทธิภาพการกำหนดราคาสัญญาฟิวเจอร์สในตลาดอนุพันธ์ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย และทดสอบเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคาสัญญาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์โดยตัวแบบจำลอง Cost of carry และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน ผลการศึกษาแสดงได้ ดังนี้

### ผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูล

ในการศึกษาวิจัยนี้มีตัวแปรสุ่มที่ใช้ในการศึกษาคือราคาซื้อขายล่วงหน้า ( $F_t$ ) ราคาซื้อขายทันที ( $S_t$ ) ส่วนต่างระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันที ( $\ln F_t - \ln S_t$ ) และต้นทุนการถือครองสินทรัพย์  $(r_t - q_t)(T - t)$  ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ซึ่งสามารถดูแนวโน้มทางสถิติของตัวแปรสุ่มโดยนำมาทดสอบความนิ่งโดยการทดสอบยูนิทรูท ด้วยวิธี ADF เพื่อดูว่าข้อมูลของตัวแปรสุ่มมีความนิ่งหรือไม่ ถ้าข้อมูลของตัวแปรสุ่มมีลักษณะไม่นิ่งในระดับ Level จะทำการทดสอบข้อมูลของตัวแปรสุ่มในระดับผลต่าง (Difference) ปรากฏผล ดังตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 พบว่าที่ Integrated of Order เท่ากับ 0 หรือ I(0) ที่ ระดับ Level with trend and intercept Level with intercept และ Level without trend and intercept ณ ช่วงห่างของเวลา (Lag) เท่ากับ 0 ราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ มีค่า p-value เท่ากับ 0.7341 0.7471 0.8267 และ 0.7939 0.8040 0.8434 ตามลำดับ ดังนั้น ไม่ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรสุ่มดังกล่าวมีลักษณะไม่นิ่งที่ระดับนัยสำคัญ .05 และเมื่อทำการทดสอบโดยการ Differencing พบว่าที่ Integrated of order เท่ากับ 1 หรือ I(1) ที่ ระดับ First difference with trend and intercept First difference with intercept และ First difference without trend and intercept ณ ช่วงห่างของเวลาเท่ากับ 0 ราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขาย

พื้นที่ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์มีค่าเท่ากับ 0 ทุกการทดสอบ ดังนั้น จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลาดังกล่าวมีลักษณะนิ่งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบยูนิทรูทโดยวิธี ADF

Variable	Lag	ADF statistic at level (p-value)			ADF statistic at 1 <sup>st</sup> difference (p-value)		
		With trend and intercept	With intercept	Without trend and intercept	With trend and intercept	With intercept	Without trend and intercept
$\ln F_t$	0	-1.7375 (0.7341)	-1.0228 (0.7471)	0.5141 (0.8267)	-41.3672 (0.0000)	-41.3576 (0.0000)	-41.3622 (0.0000)
$\ln S_t$	0	-1.5976 (0.7939)	-0.8499 (0.8040)	0.5884 (0.8434)	-38.9737 (0.0000)	-38.9629 (0.0000)	-38.9657 (0.0000)
$\ln F_t - \ln S_t$	0	-14.8330 (0.0000)	-14.7115 (0.0000)	-13.0836 (0.0000)	-	-	-
$(r_t - q_t)(T-t)$	0	-5.5537 (0.0000)	-5.5480 (0.0000)	-5.5775 (0.0000)	-	-	-

ในส่วนของตัวแปรส่วนต่างระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีและต้นทุนการถือครองสินทรัพย์ พบว่าที่ Integrated of order เท่ากับ 0 หรือ I(0) ที่ ระดับ Level with trend and intercept Level with intercept และ Level without trend and intercept ณ ช่วงห่างของเวลาเท่ากับ 0 ส่วนต่างระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีและต้นทุนการถือครองสินทรัพย์มีค่าที่ เท่ากับ 0 ทุกการทดสอบตามลำดับ ดังนั้น จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรส่วนต่างดังกล่าวมีลักษณะนิ่งอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05

ดังนั้น จึงสามารถนำข้อมูลราคาซื้อขายล่วงหน้าและ ราคาซื้อขายทันที ซึ่งมีความนิ่งที่ระดับเดียวกัน คือ ที่ระดับ Integrated of order เท่ากับ 1 ณ ช่วงห่างของเวลาเท่ากับ 0 มาทำการ

วิเคราะห์การถดถอยและหาความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาวและทดสอบการปรับตัวในระยะสั้นต่อไป และสามารถนำส่วนต่างระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีและต้นทุนการถือครองสินทรัพย์ ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ซึ่งมีความนิ่งที่ระดับเดียวกันคือ ที่ระดับ Integrated of order เท่ากับ 0 ในช่วงห่างของเวลาเท่ากับ 0 มาทำการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ต่อไปได้โดยไม่ทำให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง (Spurious regression)

### ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว (Cointegration Test)

การทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว ตามวิธีการของ Engle and Granger โดยการประมาณค่าสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และทำการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มจากสมการที่ประมาณได้ ว่ามีลักษณะนิ่งหรือไม่ โดยการทดสอบยูนิทรูท โดยวิธี ADF ที่ Integrated of order เท่ากับ 0 หรือ I(0) ที่ระดับ Level without trend and intercept ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มมีลักษณะนิ่ง สรุปได้ว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว

ในการทดสอบความสัมพันธ์แยกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม และกรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม

1. กรณีที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม ได้ผล ดังตารางที่ 5

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่า p-value ของตัวทดสอบสถิติ ADF ของค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มของสมการถดถอยระหว่างราคาซื้อขายทันทีและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ หลังจากประมาณสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้น จึงปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรสุ่มดังกล่าวมีลักษณะนิ่งอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 นั่นคือ ราคาซื้อขายทันทีและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ มีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะยาว โดยมีรูปแบบแสดงความสัมพันธ์ ดังนี้ คือ

$$\text{Future price} = -0.0810 + 1.0121 \text{Spot price} \quad (66)$$

ซึ่งแสดงความสัมพันธ์เชิงคุณภาพระยะยาวระหว่าง ราคาซื้อขายทันทีและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย โดยตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสม กล่าวคือ ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย สามารถอธิบายความผันแปรของราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย ได้ถึงร้อยละ 99.89 และเมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่มีค่าเท่ากับ 1.0121 แสดงว่า ถ้าราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เปลี่ยนแปลงไป 1 เปอร์เซ็นต์ ราคาซื้อขายล่วงหน้าจะเปลี่ยนแปลงไป 1.0121 เปอร์เซ็นต์ ในทิศทางเดียวกัน

**ตารางที่ 5** ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคุณภาพในระยะยาว กรณีที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม

Dependent variables	Independent variables	Coefficient (Std. error)	t-statistic (p-value)	R <sup>2</sup>	F-statistic (p-value)	ADF statistic of error term (p-value)
lnF <sub>t</sub>	lnS <sub>t</sub>	1.0121 (0.0009)	1153.1730 (0.0000)	0.9989	1329809 (0.0000)	-15.7141 (0.0000)
	Constant	-0.0810 (0.0055)	-14.6293 (0.0000)			

2. กรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม ได้ผล ดังตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 พบว่า ค่า p-value ของตัวทดสอบสถิติ ADF ของค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มของสมการถดถอยระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ หลังจากประมาณสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้น จึงปฏิเสธ H<sub>0</sub> แสดงว่า ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรสุ่มดังกล่าว มีลักษณะนิ่งอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 นั่นคือ ราคาซื้อขายทันทีและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ มีความสัมพันธ์เชิงคุณภาพในระยะยาวโดยมีตัวแบบแสดงความสัมพันธ์ ดังนี้ คือ

$$\text{Spot price} = 0.0871 + 0.9869 \text{ Future price} \quad (67)$$

ซึ่งแสดงความสัมพันธ์เชิงคุณภาพในระยะยาวระหว่าง ราคาซื้อขายทันทีและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย โดยตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสม กล่าวคือ ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทยสามารถ อธิบายความผันแปรของราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ได้ถึงร้อยละ 99.89 และเมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่มีค่าเท่ากับ 0.9869 แสดงว่า ถ้าราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เปลี่ยนแปลงไป 1 เปอร์เซ็นต์ ราคาซื้อขายทันทีจะเปลี่ยนแปลงไป 0.9869 เปอร์เซ็นต์ ในทิศทางเดียวกัน

**ตารางที่ 6** ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคุณภาพในระยะยาว กรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม

Dependent variables	Independent variables	Coefficient (Std. error)	t-statistic (p-value)	R <sup>2</sup>	F-statistic (p-value)	ADF statistic of error term (p-value)
lnS <sub>t</sub>	lnF <sub>t</sub>	0.9869 (0.0009)	1153.1730 (0.0000)	0.9989	1329809 (0.0000)	-15.6986 (0.0000)
	Constant	0.0871 (0.0054)	16.1308 (0.0000)			

**ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคุณภาพในระยะสั้น**

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงคุณภาพในระยะยาว พบว่าตัวแปรที่นำมาทดสอบมีความสัมพันธ์กันเชิงคุณภาพในระยะยาว กล่าวคือ มีการร่วมกันไปด้วยกันของทั้ง 2 ตัวแปรแล้ว จากนั้นจึงทำการทดสอบถึงกระบวนการปรับตัวในระยะสั้นของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม เพื่อให้เข้าสู่คุณภาพในระยะยาว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณีตามการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคุณภาพในระยะยาว

1. กรณีที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม ได้ผล ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะสั้น กรณีที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม

Dependent variables	Independent variables	Coefficient (Std. error)	t-statistic (p-value)	R <sup>2</sup>	F-statistic (p-value)
D(lnF <sub>t</sub> )	Constant	-0.0000174 (0.000158)	-0.1099 (0.9125)	0.9025	6920.21 (0.0000)
	D(lnS <sub>t</sub> )	1.0609 (0.0091)	116.9864 (0.0000)		
	Error(-1)	-0.2859 (0.0179)	-16.0118 (0.0000)		

หมายเหตุ D(lnF<sub>t</sub>) คือ ผลต่างของค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์

D(lnS<sub>t</sub>) คือ ผลต่างของค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์

Error(-1) คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีช่วงห่างของเวลา(Lag) เท่ากับ 1

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบ White's heteroskedasticity test กรณีที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม

White's heteroskedasticity test	
nR <sup>2</sup>	(p-value)
795.0459	0.0000

ในแบบจำลองข้างต้นอาจเกิดปัญหา Heteroskedasticity หรือไม่ก็ได้ เพื่อความถูกต้องของการประมาณค่าของแบบจำลองจึงทำการตรวจสอบปัญหา Heteroskedasticity ก่อน โดยวิธี White's heteroskedasticity test ได้ผลดังตารางที่ 8

จาก สมมติฐาน:  $H_0$  : ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่

$H_1$  : ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่

จากตาราง ค่า  $nR^2 = 795.0459$  และ p-value มีค่า = 0 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นั่นคือแบบจำลองนี้เกิดปัญหา Heteroskedasticity (ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่) จึงทำการปรับปรุงแบบจำลองใหม่ โดยใช้วิธี White heteroskedasticity consistent standard errors & covariance ปรากฏผล ดังตารางที่ 9

**ตารางที่ 9** ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะสั้น กรณีที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม (กรณีปรับปรุงแบบจำลองแล้ว)

Dependent variables	Independent variables	Coefficient (Std. error)	t-statistic (p-value)	R <sup>2</sup>	F-statistic (p-value)
D(lnF <sub>t</sub> )	Constant	-0.0000174 (0.00016)	-0.1086 (0.9136)	0.9025	6920.21 (0.0000)
	D(lnS <sub>t</sub> )	1.0609 (0.0275)	38.5955 (0.0000)		
	Error(-1)	-0.2859 (0.0272)	-10.5252 (0.0000)		

กรณีที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม จากผลการศึกษาสามารถเขียนตัวแบบแสดงความสัมพันธ์การปรับตัวระยะสั้นได้ดังนี้

$$D(\ln F_t) = 1.0609D(\ln S_t) - 0.2859e_{t-1} \quad (68)$$

จากตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ Error correction mechanism พบว่า ค่า p-value ของ t-statistic ของการเปลี่ยนแปลงราคาซื้อขายทันทีและของตัวแปรค่าความคลาดเคลื่อนที่ระยะห่าง 1 ช่วงเวลาเท่ากับ 0 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงของราคาซื้อขายทันทีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาซื้อขายล่วงหน้าในทิศทางเดียวกันและค่าความคลาดเคลื่อนในระยะก่อนหน้า 1 ช่วงเวลาเป็นตัวปรับค่าการเปลี่ยนแปลงของราคาซื้อขายล่วงหน้าและค่า p-value ของ F-statistic มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานที่ว่าตัวแปรต่างๆในตัวแบบสามารถอธิบายตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญ และค่าสัมประสิทธิ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็นลบ ซึ่งสอดคล้องกับหลักทฤษฎีที่ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนในการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวจะต้องลดลงเรื่อยๆ นั่นคือ เมื่อเกิดภาวะใดๆที่ทำให้ราคาซื้อขายล่วงหน้าในระยะยาวออกจากจุดดุลยภาพ การปรับตัวกลับเข้าสู่ดุลยภาพของราคาซื้อขายล่วงหน้าจะถูกปรับให้ลดลงในแต่ละช่วงเวลาด้วยขนาด -0.2859 หรือค่าสัมประสิทธิ์ความเร็วของการปรับตัวของราคาซื้อขายล่วงหน้าเพื่อเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวมีค่าเท่ากับ -0.2859

2. กรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม ได้ผล ดังตารางที่ 10

**ตารางที่ 10** ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะสั้น กรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม

Dependent variables	Independent variables	Coefficient (Std. error)	t-statistic (p-value)	R <sup>2</sup>	F-statistic (p-value)
D(lnS <sub>t</sub> )	Constant	0.000043 (0.000142)	0.3003 (0.7604)	0.9016	6850.0360
	D(lnF <sub>t</sub> )	0.8498 (0.0073)	116.9864 (0.0000)		
	Error(-1)	0.2488 (0.0161)	15.5032 (0.0000)		

### ตารางที่ 10 (ต่อ)

หมายเหตุ D(lnF) คือ ผลต่างของค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนี  
กลุ่ม 50 หลักทรัพย์

D(lnS) คือ ผลต่างของค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติของราคาซื้อขายทันทีของดัชนี  
กลุ่ม 50 หลักทรัพย์

Error(-1) คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีช่วงห่างของเวลา (Lag) เท่ากับ 1

ในแบบจำลองข้างต้นอาจเกิดปัญหา Heteroskedasticityหรือไม่ก็ได้ เพื่อความถูกต้องของ  
การประมาณค่าของแบบจำลองจึงทำการตรวจสอบปัญหา Heteroskedasticity ก่อน โดยวิธี White's  
heteroskedasticity test ได้ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบ White's heteroskedasticity test กรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนี  
กลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50  
หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม

White's heteroskedasticity test	
nR <sup>2</sup>	p-value
398.1746	0.0000

จาก สมมติฐาน:  $H_0$  : ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่

$H_1$  : ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่

จากตาราง ค่า  $nR^2 = 398.1746$  และ p-value มีค่า = 0 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นั่นคือ  
แบบจำลองนี้เกิดปัญหา Heteroskedasticity (ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่) จึง  
ทำการปรับปรุงแบบจำลองใหม่ โดยใช้วิธี White heteroskedasticity consistent standard errors &  
covariance ปรากฏผล ดังตารางที่ 12

สำหรับกรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม จากผลการศึกษานี้สามารถเขียนตัวแบบแสดงความสัมพันธ์การปรับตัวระยะสั้นได้ดังนี้

$$D(\ln S_t) = 0.8498D(\ln F_t) + 0.2489e_{t-1} \quad (69)$$

จากตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ Error correction mechanism พบว่า ค่า p-value ของ t-statistic ของการเปลี่ยนแปลงราคาซื้อขายล่วงหน้าเท่ากับ 0 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงของราคาซื้อขายล่วงหน้ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาซื้อขายทันทีในทิศทางเดียวกันและค่า p-value ของ F-statistic มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่าตัวแปรต่างๆในตัวแบบสามารถอธิบายตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญ และในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็นบวก ซึ่งในกรณีนี้ไม่สอดคล้องกับหลักทฤษฎีที่ว่าค่าความคลาดเคลื่อนในการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวจะต้องลดลงในแต่ละช่วงเวลา แต่กลับพบว่า เมื่อเกิดภาวะใดๆที่ทำให้ราคาซื้อขายทันทีในระยะยาวออกจากจุดดุลยภาพ การปรับตัวกลับเข้าสู่ดุลยภาพของราคาซื้อขายทันทีจะถูกปรับให้เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาด้วยขนาด 0.2489 หรือค่าสัมประสิทธิ์ความเร็วของการปรับตัวของราคาซื้อขายทันทีเพื่อเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวมีค่าเท่ากับ 0.2489

**ตารางที่ 12** ผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพในระยะสั้น กรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม (กรณีปรับปรุงแบบจำลองแล้ว)

Dependent variables	Independent variables	Coefficient (Std. error)	t-statistic (p-value)	R <sup>2</sup>	F-statistic (p-value)
D(lnS <sub>t</sub> )	Constant	0.00000425 (0.000143)	0.2969 (0.7666)	0.9016	6850.0360 (0.0000)
	D(lnF <sub>t</sub> )	0.8498 (0.0196)	43.3328 (0.0000)		
	Error(-1)	0.2489 (0.0288)	8.6472 (0.0000)		

### ผลการทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผลของแรงเจอร์

เมื่อทดสอบหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งในระยะยาวและระยะสั้น ขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบว่าตัวแปร ซึ่งได้แก่ ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ และราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ว่าตัวแปรใดที่เป็นเหตุ หรือตัวแปรใดที่เป็นผล หรือตัวแปรทั้งสองเป็นตัวกำหนดซึ่งกันและกัน (เป็นไปทั้งสองทิศทางพร้อมกัน) ซึ่งในการทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผลของแรงเจอร์ จะต้องเลือกช่วงห่างของเวลา (Lag) ที่เหมาะสม โดยทดสอบหาค่า AIC (Akaike information criterion) ที่ต่ำที่สุด โดยใช้ช่วงห่างของเวลาที่กำหนด อยู่ในช่วง Lag = 0 ถึง Lag = 10 ปรากฏผล ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการทดสอบหาช่วงห่างของเวลาที่เหมาะสม

Lag	Akaike information criterion (AIC)
0	-12.6060
1	-12.6868
2	-12.7052
3	-12.7298
4	-12.7307
5	-12.7273
6	-12.7329
7	-12.7394
8	-12.7422

จากตารางที่ 13 พบว่า ค่า Akaike information criterion (AIC) ณ ช่วงห่างของเวลาเท่ากับ 4 มีค่าต่ำที่สุดซึ่งปรากฏเป็นครั้งแรก ดังนั้นจึงทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผลของแรงเจอร์ ณ ช่วงห่างของเวลาเท่ากับ 4 ปรากฏผล ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผลของแรงจอร์

สมมติฐานหลักที่ใช้ในการทดสอบ ( $H_0$ )	F-statistic	p-value	ทิศทางความสัมพันธ์
$\ln S_t$ ไม่เป็นสาเหตุของ $\ln F_t$	5.7009	0.0001	ทิศทางเดียว
$\ln F_t$ ไม่เป็นสาเหตุของ $\ln S_t$	1.4671	0.2098	ทิศทางเดียว

จากตารางที่ 14 ผลการทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผลสำหรับช่วงห่างของเวลาที่เหมาะสมเท่ากับ 4 โดยทดสอบสมมติฐานทั้งสองทาง ให้ผลการทดสอบ ดังนี้

ในสมมติฐานแรก ที่ทดสอบว่า ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ไม่เป็นสาเหตุของราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ พบว่า ค่า p-value ของ F-statistic มีค่าเท่ากับ 0.0001 ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ส่วนการทดสอบสมมติฐานที่สอง ทดสอบว่าราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ไม่เป็นสาเหตุของราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ พบว่า ค่า p-value ของ F-statistic มีค่าเท่ากับ 0.2098 ซึ่งมากกว่า .05 จึงไม่ปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ไม่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ดังนั้น สามารถสรุปการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเป็นเหตุเป็นผล ได้ว่า มีความสัมพันธ์แบบทิศทางเดียว ที่ระดับนัยสำคัญ .05 กล่าวคือ ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย

### ผลการทดสอบตัวแบบจำลอง Cost of Carry ในรูปแบบเศรษฐมิติ

เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแบบจำลองที่ใช้ในการประเมินราคาฟิวเจอร์สของดัชนีหุ้นในรูปแบบเศรษฐมิติ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการกำหนดราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ โดยตัวแปรอิสระคือต้นทุนการถือครองสินทรัพย์  $((r_t - q_t)(T - t))$  และตัวแปรตาม คือ ส่วนต่างของค่าลอการิทึมของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้ากับราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์  $(\ln F_t - \ln S_t)$  ปรากฏผล ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการทดสอบตัวแบบจำลอง Cost of carry ในรูปแบบเศรษฐมิติ

Dependent variables	Independent variables	Coefficient (Std. error)	t-statistic (p-value)	R <sup>2</sup>	F-statistic (p-value)
$\ln F_t - \ln S_t$	Constant	-0.001689 (0.00026)	-6.4618 (0.0000)	0.2030	381.3877 (0.0000)
	$(r_t - q_t)(T - t)$	0.01875 (0.00096)	19.5292 (0.0000)		

ในแบบจำลองข้างต้นอาจเกิดปัญหาอัตตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) ของความคลาดเคลื่อนหรือไม่ก็ได้ เพื่อความถูกต้องของการประมาณค่าของแบบจำลองจึงทำการตรวจสอบปัญหาอัตตสหสัมพันธ์ ก่อนโดยวิธี Breusch-Godfrey serial correlation LM test ได้ผล ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบ Breusch-Godfrey serial correlation LM test

Breusch-Godfrey serial correlation LM test	
(n-p)R <sup>2</sup>	p-value
785.5895	0.0000

จาก สมมติฐาน:  $H_0$  : ความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กัน

$H_1$  : ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กัน

จากตาราง ค่า  $(n-p)R^2 = 785.5895$  และ p-value ของค่าดังกล่าว เท่ากับ 0 ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ แบบจำลองนี้เกิดปัญหาความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระจากกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 จึงทำการปรับปรุงแบบจำลองใหม่ โดยวิธี Newey-West เพื่อแก้ไข Standard error ที่ได้จากการประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ปรากฏผล ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการทดสอบตัวแบบจำลอง Cost of carry ในรูปแบบเศรษฐกิจ (กรณีปรับปรุงแบบจำลองแล้ว)

Dependent variables	Independent variables	Coefficient (Std. error)	t-statistic (p-value)	R <sup>2</sup>	F-statistic (p-value)
ln F <sub>t</sub> - ln S <sub>t</sub>	Constant	-0.001689 (0.00057)	-2.9916 (0.0028)	0.2030	381.3877 (0.0000)
	$(r_t - q_t)(T - t)$	0.01875 (0.0026)	7.3289 (0.0000)		

จากผลการทดสอบในตารางที่ 17 พบว่า ค่า p-value ของ t-statistic ของต้นทุนการถือครองสินทรัพย์ เท่ากับ 0 ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ .05 นั่นคือ ต้นทุนการถือครองสินทรัพย์ มีผลต่อส่วนต่างของค่าลอการิทึมของราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ล่วงหน้ากับราคาดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับค่า p-value ของ F-statistic ที่มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งน้อยกว่า .05 จึงปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานที่ว่าตัวแปรอิสระในตัวแบบสามารถอธิบายตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญ และจากค่า R<sup>2</sup> เท่ากับ 0.2030 นั่นคือ ต้นทุนการถือครองสินทรัพย์ สามารถอธิบายผลต่างของการเปลี่ยนแปลงราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ กับราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ได้ร้อยละ 20.30

#### ผลการทดสอบเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ โดยตัวแบบจำลอง Cost of carry และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์เรเกสชัน

เป็นการทดสอบเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ โดยตัวแบบจำลอง Cost of carry และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์เรเกสชัน ปรากฏผล ดังตารางที่ 18

**ตารางที่ 18** ผลการทดสอบเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์  
โดยตัวแบบจำลอง Cost of carry และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน

วิธีการพยากรณ์	ค่าความคลาดเคลื่อน	
	MAD	MAPE (%)
Cost of carry	18.16	3.76
Support vector regression	151.07	18.20

จากตารางที่ 18 พบว่า เมื่อพิจารณาจากค่า MAD ในการพยากรณ์ราคาซื้อขายล่วงหน้า ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ โดยตัวแบบจำลอง Cost of carry มีค่า MAD เท่ากับ 18.16 บาท ซึ่งมีค่าน้อยกว่าวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันที่มีค่า MAD เท่ากับ 151.07 บาท และเมื่อพิจารณาจากค่า MAPE พบว่าในการพยากรณ์ราคาซื้อขายล่วงหน้า ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ โดยตัวแบบ Cost of carry มีค่า MAPE เท่ากับ 3.76 % ซึ่งมีค่าน้อยกว่าวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันที่มีค่า MAPE เท่ากับ 18.20%

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบสรุปได้ว่าตัวแบบจำลอง Cost of carry ที่นิยมใช้ในการกำหนดราคาซื้อขายล่วงหน้าเมื่อนำมาคำนวณราคาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ สามารถใช้กำหนดราคาซื้อขายล่วงหน้าได้แม่นยำกว่าวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน

### วิจารณ์

1. จากผลการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคุณภาพในระยะยาว พบว่าทั้งสองกรณีคือในกรณีแรกที่ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นตัวแปรตาม กับกรณีที่สองที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรตาม ให้ผลการทดสอบเหมือนกันคือ ทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์กันเชิงคุณภาพในระยะยาวแต่เมื่อทำการทดสอบการปรับตัวในระยะสั้นกลับพบว่า ในกรณีที่สองที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรตาม มีค่าสัมประสิทธิ์ของความคลาดเคลื่อน (Error(-1)) เป็นค่าบวก ซึ่งขัดแย้งกับทฤษฎีที่กล่าวว่า เมื่อเกิดภาวะใดๆที่ทำให้ความสัมพันธ์ของทั้งสองตัวแปรเบี่ยงเบนไปจากคุณภาพใน

ระยะยาว แล้วตัวแปรต่างๆเหล่านั้นจะเกิดการปรับตัวในระยะสั้นเพื่อให้เข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาวได้ นั่นหมายความว่า ความคลาดเคลื่อนในการปรับตัวสู่ดุลยภาพในระยะยาวไม่ได้รับการแก้ไขให้ค่าความคลาดเคลื่อนลดน้อยลง (สัมประสิทธิ์ควรเป็นลบ) ดังนั้นในกรณีที่สอง นี้ จึงไม่น่าจะมีความสัมพันธ์กันเชิงดุลยภาพในระยะยาว เพราะถ้าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันเชิงดุลยภาพในระยะยาวแล้วจะสามารถสร้างแบบจำลองการปรับตัวในระยะสั้นได้

2. ข้อสันนิษฐานในข้อวิจารณ์หนึ่งที่ว่าตัวแบบความสัมพันธ์ในกรณีที่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรอิสระและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวแปรตามไม่น่าจะมีความสัมพันธ์กัน แสดงผลยืนยันได้จากการทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผลของแกรนเจอร์ โดยผลการทดสอบพบว่า มีความสัมพันธ์แบบทิศทางเดียวที่ระดับนัยสำคัญ .05 กล่าวคือ ราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ แต่ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ไม่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์

3. จากผลการทดสอบตัวแบบจำลอง Cost of carry ในรูปแบบเศรษฐมิติ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการถือครองสินทรัพย์กับส่วนต่างระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ พบว่า ต้นทุนการถือครองสินทรัพย์สามารถอธิบายความผันแปรของส่วนต่างระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ได้เพียงร้อยละ 20.30 ซึ่งให้ผลต่างจากงานวิจัยเชิงประจักษ์ของ Ronget *al.* (2008) ที่ต้นทุนการถือครองสินทรัพย์สามารถอธิบายความผันแปรของส่วนต่างระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีหุ้น S&P 500 ของสหรัฐอเมริกาได้ถึงร้อยละ 81.79 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าตลาดหลักทรัพย์และตลาดอนุพันธ์ในประเทศที่พัฒนาแล้วอย่างสหรัฐอเมริกาเป็นตลาดที่มีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพกว่าประเทศที่กำลังพัฒนาตลาดการเงินตลาดทุนและตลาดอนุพันธ์อย่างประเทศไทย

4. จากการวิจัยพบว่า ราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย มีความสัมพันธ์กันเชิงดุลยภาพในระยะยาว นั่นหมายความว่า ในระยะยาวราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีจะเท่ากันที่จุดดุลยภาพ ซึ่ง

เป็นไปตามสมมติฐาน Unbiased expectations hypothesis นั่นคือ ราคาฟิวเจอร์สเป็นตัวแทนที่สามารถบ่งชี้ค่าที่คาดหวังได้โดยปราศจากความเอนเอียง



## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้า ณ ปัจจุบัน และราคาซื้อขายทันทีในอนาคต ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย โดยการทดสอบความสัมพันธ์เชิงคู่สภาพในระยะยาวโดยวิธีของ Engle and Granger การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงคู่สภาพในระยะสั้น การทดสอบสมมติฐานเชิงเป็นเหตุเป็นผลของแกรนเจอร์ การทดสอบตัวแบบจำลอง Cost of carry และทดสอบประสิทธิภาพการกำหนดราคาในตลาดอนุพันธ์ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย และทดสอบเปรียบเทียบการพยากรณ์ราคาสัญญาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ โดยตัวแบบจำลอง Cost of carry และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ราคาซื้อขายล่วงหน้า (ราคาสัญญาฟิวเจอร์ส) ของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ซึ่งซื้อขายกันในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทยและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ซึ่งซื้อขายกันในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยมีความสัมพันธ์กันเชิงคู่สภาพในระยะยาว โดยมีตัวแบบแสดงความสัมพันธ์ คือ

$$\text{Future price} = -0.0810 + 1.0121\text{Spot price}$$

โดยการเปลี่ยนแปลงราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ แต่เพียงทิศทางเดียว โดยที่ถ้าราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เปลี่ยนแปลงไป 1 เปอร์เซ็นต์ ราคาซื้อขายล่วงหน้าจะเปลี่ยนแปลงไป 1.0121 เปอร์เซ็นต์ ในทิศทางเดียวกัน และเมื่อมีเหตุการณ์ใดๆที่ทำให้ตัวแปรทั้งสองเบี่ยงเบนไปจากคู่สภาพ ตัวแปรทั้งสองจะมีการปรับตัวในระยะสั้นให้เข้าสู่คู่สภาพในระยะยาว โดยมีตัวแบบการปรับตัวในระยะสั้น คือ

$$D(\ln F_t) = 1.0609D(\ln S_t) - 0.2859e_{t-1}$$

โดยการปรับตัวกลับเข้าสู่คู่สภาพของราคาซื้อขายล่วงหน้าจะถูกปรับให้ลดลงในแต่ละช่วงเวลา ด้วยขนาด -0.2859 หรือความเร็วของการปรับตัวของราคาซื้อขายล่วงหน้าเพื่อเข้าสู่คู่สภาพในระยะยาวมีค่าเท่ากับ -0.2859

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการกำหนดราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย โดยวิเคราะห์จากตัวแบบจำลอง Cost of carry ในรูปแบบเศรษฐมิติ พบว่า ต้นทุนการถือครองสินทรัพย์สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของส่วนต่างระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ได้เพียงร้อยละ 20.30 ซึ่งถือว่าต่ำมากเมื่อเทียบกับตลาด Chicago Board of Trade ของสหรัฐอเมริกา ที่ต้นทุนการถือครองสินทรัพย์ สามารถอธิบายส่วนต่างระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีหุ้น S&P 500 ได้ถึงร้อยละ 81.79 นั่นหมายความว่า ประสิทธิภาพในการกำหนดราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทยมีประสิทธิภาพ 20.30 %

3. ในการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์หรือกำหนดราคาซื้อขายล่วงหน้าโดยตัวแบบจำลอง Cost of carry และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน สำหรับดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย โดยใช้ราคาสัญญาฟิวเจอร์สของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์เป็นตัวทดสอบ ปรากฏว่า ตัวแบบจำลอง Cost of carry มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน

4. สมมติฐาน Unbiased expectations hypothesis สำหรับตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทย ในส่วนของราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ เป็นจริง

#### ข้อเสนอแนะ

##### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการวิจัยเชิงประจักษ์พบว่า ราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ในตลาดอนุพันธ์แห่งประเทศไทยและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย มีความสัมพันธ์กันแบบรวมกันไปด้วยกัน (Cointegration) จริง ดังตัวแบบที่แสดงไว้แล้วข้างต้น แต่เมื่อพิจารณาจากต้นทุนการถือครองสินทรัพย์ด้วย จากการวิจัยพบว่าสามารถอธิบายส่วนต่างระหว่างราคาซื้อขายล่วงหน้าของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์และราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์ ได้ต่ำ อาจเป็นเพราะว่าต้นทุนการถือครองสินทรัพย์ของตัวแบบจำลอง Cost of carry ได้ละเลยต้นทุนการซื้อขายบางประเภทไป เช่น ค่านายหน้า ภาษี และค่าชดเชยความ

เสี่ยง (Risk premium) ดังนั้นผู้สนใจที่จะนำตัวแบบดังกล่าวไปใช้กำหนดราคาซื้อขายล่วงหน้าจึงควรพิจารณาประเด็นดังกล่าวด้วย

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

2.1 ในการใช้ข้อมูลสำหรับตัวแบบจำลองพยากรณ์หรือการกำหนดราคาซื้อขายล่วงหน้า อาจศึกษาแตกต่างไปจากงานวิจัยนี้โดยนำไปทดสอบกับข้อมูลราคาสัญญาประเภทฟอร์เวิร์ดหรือประเภทสัญญาสิทธิ

2.2 สำหรับการพยากรณ์โดยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน สามารถปรับปรุงวิธีการโดยใช้ฟังก์ชันเคอร์เนลที่แตกต่างไปจากงานวิจัยนี้

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ทรงศิริ แต่สมบัติ. 2549. การพยากรณ์เชิงปริมาณ. พิมพ์ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธนาวัฒน์ สิริวัฒน์ธนกุล. 2549. ตลาดอนุพันธ์. สำนักพิมพ์เพียร์สันเอดดูเคชั่นอินโดไชน่า, กรุงเทพฯ. แปลจาก John C. Hull. **Fundamentals of Futures and Options Markets.** Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.

พฤทธิสรรค์ สุทธิไชยเมธี. 2553. เศรษฐมิติประยุกต์เพื่อการวิจัย. สำนักพิมพ์ดวงแก้ว, กรุงเทพฯ.

พันทิสภา ภาวบุตร. 2553. สัญญาซื้อขายล่วงหน้าฟิวเจอร์สของดัชนี SET50 เพื่อการบริหารความเสี่ยงการค้าและการลงทุน, น. 303-385. ใน อัญญา ชันชวิทย์, บรรณาธิการ. **วิศวกรรมการเงินในตลาดการเงินไทย.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เพชรฤดี องค์กรีตระกูล. 2546. การใช้ซอฟต์แวร์เตอร์แมชชีนในการทำนายการขึ้นลงของราคาทองคำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพ็ญศรี จิตต์วัฒนกุล. 2548. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาและปริมาณการซื้อขายของหลักทรัพย์กลุ่มเคมีภัณฑ์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยโดยวิธีโคอินทิเกรชัน. การศึกษาค้นคว้าแบบอิสระเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เพียงฤทัย พลฑา. 2549. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าการนำเข้ากับภาษีอากรขาเข้าของสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ ในเขตนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือโดยวิธีโคอินทิเกรชัน. การศึกษาค้นคว้าแบบอิสระเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพฑูรย์ ไกรพรศักดิ์. 2554. วิธีการทางเศรษฐมิติและตัวแบบเศรษฐศาสตร์สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา. ศูนย์บริการเอกสารวิชาการ คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ภาวินี วิโนทัย. 2547. ผลกระทบของการลงทุนภาครัฐต่อการลงทุนภาคเอกชนและการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยุวดี คันทะมุล. 2548. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาและปริมาณของหลักทรัพย์กลุ่มธนาคารพาณิชย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยโดยวิธีโคอินทิเกรชัน. การศึกษาค้นคว้าแบบอิสระเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เรวัต ธรรมมาภิรมย์. 2544. เศรษฐมิตติ. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วชิราพร ประเสริฐฐานนท์. 2553. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาทองคำล่วงหน้าในตลาดอนุพันธ์ (ประเทศไทย) และราคาทองคำในตลาดโลกโดยวิธีโคอินทิเกรชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิรัช พานิชวงศ์. 2545. การวิเคราะห์การถดถอย. ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

ศิริประภา แก้วมณี. 2549. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างราคาน้ำมันกับราคาทองคำ. การศึกษาค้นคว้าแบบอิสระเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศูนย์ส่งเสริมการพัฒนาความรู้ตลาดทุน สถาบันกองทุนเพื่อพัฒนาตลาดทุน ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. 2555. รอบรู้เรื่องอนุพันธ์ ตอน ลงทุนอนุพันธ์ออนไลน์...ง่ายแค่คลิก. ศูนย์ส่งเสริมการพัฒนาความรู้ตลาดทุน สถาบันกองทุนเพื่อพัฒนาตลาดทุน ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

อานัติ ลีมศักดิ์. 2551. หลักการลงทุนและป้องกันความเสี่ยงด้วยตราสารอนุพันธ์ทางการเงิน. ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

Agung, I.N. 2008. **Time Series Data Analysis Using EViews**. John Wiley & Sons (Asia), Singapore.

- Chan, K., K.C. Chan and G.A. Karolyi. 1991. Intraday Volatility in the Stock Index and Stock Index Futures Markets. **Review of Financial Studies** 4 (4): 657-684.
- Kawaller, I.G., P.D. Koch and T.W. Koch. 1987. The Temporal Price Relationship between S&P 500 Futures and the S&P 500 Index. **Journal of Finance** 42 (5): 1309-1329
- Kutner, M.H., C.J. Nachtsheim, J. Neter and W. Li. 2005. **Applied Linear Statistical Models**. McGraw Hill, Boston.
- Rong, C and Z. Zhen-long. 2008. Unbiased Estimation, Price Discovery, and Market Efficiency: Futures Prices and Spot Prices. **Systems Engineering – Theory & Practice** 28 (8): 2-11.
- Stewart, K.H. 2005. **Introduction to Applied Econometrics**. Thomson Brooks /Cole, Australia.
- Stoll, H.R. and R.E. Whaley. 1988. Futures and Options on Stock Indexes: Economic Purpose, Arbitrage, and Market Structure. **Review of Futures Markets** 7 (2): 224-249.
- Wang, P. 2010. Pricing Currency Options with Support Vector Regression and Stochastic Volatility Model with Jumps. **Expert System with Applications** 38: 1-7.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก  
ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาและตาราง ADF critical values

ตารางผนวกที่ ก1 ข้อมูลราคาซื้อขายล่วงหน้าและราคาซื้อขายทันทีของดัชนีกลุ่ม 50 หลักทรัพย์  
อัตราดอกเบี้ยของตั๋วเงินคลัง และอัตราผลตอบแทนของเงินปันผล

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตั๋วเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
28/4/2006	533.86	536.20	4.74	4.24
2/5/2006	534.05	536.10	4.76	4.59
3/5/2006	539.40	538.50	4.76	4.59
4/5/2006	533.79	535.70	4.76	4.59
8/5/2006	545.51	541.00	4.76	4.59
9/5/2006	547.53	543.30	4.76	4.59
10/5/2006	546.14	543.40	4.76	4.59
11/5/2006	544.68	543.70	4.76	4.59
15/5/2006	531.05	535.50	4.76	4.59
16/5/2006	528.21	530.30	4.76	4.59
17/5/2006	528.11	531.00	4.76	4.59
18/5/2006	518.01	518.50	4.76	4.59
19/5/2006	516.61	518.00	4.76	4.59
22/5/2006	501.08	505.10	4.76	4.59
23/5/2006	504.03	507.00	4.76	4.59
24/5/2006	493.36	496.10	4.76	4.59
25/5/2006	482.89	488.40	4.76	4.59
26/5/2006	495.93	497.00	4.76	4.59
29/5/2006	499.74	497.10	4.76	4.59
30/5/2006	494.09	491.40	4.76	4.59
31/5/2006	492.52	492.50	4.76	4.59
1/6/2006	493.06	490.90	4.95	4.79
2/6/2006	502.47	497.40	4.95	4.79
5/6/2006	495.30	495.00	4.95	4.79
6/6/2006	486.83	490.20	4.95	4.79

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
7/6/2006	476.06	479.30	4.95	4.79
8/6/2006	466.93	467.00	4.95	4.79
9/6/2006	462.23	463.00	4.95	4.79
14/6/2006	444.27	443.10	4.95	4.79
15/6/2006	446.22	449.00	4.95	4.79
16/6/2006	460.00	459.50	4.95	4.79
19/6/2006	455.56	455.20	4.95	4.79
20/6/2006	446.06	444.50	4.95	4.79
21/6/2006	448.17	446.00	4.95	4.79
22/6/2006	455.90	457.70	4.95	4.79
23/6/2006	456.01	453.70	4.95	4.79
26/6/2006	456.12	453.80	4.95	4.79
27/6/2006	456.51	454.60	4.95	4.79
28/6/2006	462.27	459.80	4.95	4.79
29/6/2006	465.74	465.70	4.95	4.79
30/6/2006	471.54	468.60	4.95	4.79
3/7/2006	476.92	473.90	4.96	4.58
4/7/2006	485.19	479.20	4.96	4.58
5/7/2006	473.51	470.20	4.96	4.58
6/7/2006	479.39	476.00	4.96	4.58
7/7/2006	476.69	472.60	4.96	4.58
10/7/2006	476.01	471.70	4.96	4.58
12/7/2006	477.46	476.00	4.96	4.58
13/7/2006	466.89	462.50	4.96	4.58
14/7/2006	459.22	456.90	4.96	4.58
17/7/2006	454.14	448.00	4.96	4.58

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
18/7/2006	458.85	451.70	4.96	4.58
19/7/2006	459.37	451.70	4.96	4.58
20/7/2006	465.70	459.10	4.96	4.58
21/7/2006	477.20	471.00	4.96	4.58
24/7/2006	474.66	472.90	4.96	4.58
25/7/2006	478.77	475.20	4.96	4.58
26/7/2006	481.65	477.00	4.96	4.58
27/7/2006	486.06	482.80	4.96	4.58
28/7/2006	483.04	476.00	4.96	4.58
31/7/2006	482.63	475.10	4.96	4.58
1/8/2006	478.85	473.00	4.91	4.57
2/8/2006	484.65	480.60	4.91	4.57
3/8/2006	491.71	484.50	4.91	4.57
4/8/2006	492.23	485.50	4.91	4.57
7/8/2006	494.86	487.20	4.91	4.57
8/8/2006	500.13	496.00	4.91	4.57
9/8/2006	496.90	492.00	4.91	4.57
10/8/2006	488.48	485.90	4.91	4.57
11/8/2006	497.14	493.10	4.91	4.57
15/8/2006	497.38	493.50	4.91	4.57
16/8/2006	500.75	498.20	4.91	4.57
17/8/2006	497.98	494.60	4.91	4.57
18/8/2006	496.69	494.00	4.91	4.57
21/8/2006	495.48	490.60	4.91	4.57
22/8/2006	495.97	490.90	4.91	4.57
23/8/2006	489.74	486.00	4.91	4.57

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
24/8/2006	484.82	480.80	4.91	4.57
25/8/2006	482.18	478.20	4.91	4.57
28/8/2006	476.03	472.00	4.91	4.57
29/8/2006	479.83	474.50	4.91	4.57
30/8/2006	478.09	473.00	4.91	4.57
31/8/2006	482.43	476.60	4.91	4.57
1/9/2006	487.97	485.30	4.94	4.57
4/9/2006	493.66	491.00	4.94	4.57
5/9/2006	491.11	487.50	4.94	4.57
6/9/2006	492.52	486.20	4.94	4.57
7/9/2006	484.32	482.10	4.94	4.57
8/9/2006	483.36	486.00	4.94	4.57
11/9/2006	477.76	480.10	4.94	4.57
12/9/2006	478.45	481.90	4.94	4.57
13/9/2006	487.10	489.60	4.94	4.57
14/9/2006	490.46	494.80	4.94	4.57
15/9/2006	489.61	493.50	4.94	4.57
18/9/2006	494.26	497.70	4.94	4.57
19/9/2006	491.70	491.80	4.94	4.57
21/9/2006	487.04	490.00	4.94	4.57
22/9/2006	480.07	482.20	4.94	4.57
25/9/2006	483.34	485.50	4.94	4.57
26/9/2006	484.33	486.20	4.94	4.57
27/9/2006	487.29	488.90	4.94	4.57
28/9/2006	483.09	484.20	4.94	4.57
29/9/2006	480.30	490.20	4.94	4.57

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
2/10/2006	479.18	486.10	4.95	4.35
3/10/2006	476.70	483.00	4.95	4.35
4/10/2006	481.10	489.00	4.95	4.35
5/10/2006	487.19	493.00	4.95	4.35
6/10/2006	486.24	493.00	4.95	4.35
9/10/2006	484.42	491.00	4.95	4.35
10/10/2006	489.87	495.10	4.95	4.35
11/10/2006	488.01	493.70	4.95	4.35
12/10/2006	495.74	498.30	4.95	4.35
13/10/2006	497.35	498.90	4.95	4.35
16/10/2006	502.05	501.80	4.95	4.35
17/10/2006	496.21	499.10	4.95	4.35
18/10/2006	502.76	505.80	4.95	4.35
19/10/2006	504.47	506.40	4.95	4.35
20/10/2006	508.29	509.90	4.95	4.35
24/10/2006	511.29	510.70	4.95	4.35
25/10/2006	513.67	515.50	4.95	4.35
26/10/2006	510.64	515.10	4.95	4.35
27/10/2006	508.64	511.40	4.95	4.35
30/10/2006	502.07	508.80	4.95	4.35
31/10/2006	504.55	512.40	4.95	4.35
1/11/2006	511.42	516.80	4.85	4.26
2/11/2006	509.71	515.00	4.85	4.26
3/11/2006	512.03	517.30	4.85	4.26
6/11/2006	513.78	521.30	4.85	4.26
7/11/2006	517.48	523.70	4.85	4.26

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
8/11/2006	517.26	520.40	4.85	4.26
9/11/2006	521.32	527.00	4.85	4.26
10/11/2006	518.84	522.60	4.85	4.26
13/11/2006	516.46	524.00	4.85	4.26
14/11/2006	514.47	520.00	4.85	4.26
15/11/2006	513.31	517.60	4.85	4.26
16/11/2006	512.18	514.20	4.85	4.26
17/11/2006	512.39	516.50	4.85	4.26
20/11/2006	506.04	509.80	4.85	4.26
21/11/2006	504.23	511.00	4.85	4.26
22/11/2006	508.00	515.50	4.85	4.26
23/11/2006	507.35	512.90	4.85	4.26
24/11/2006	503.06	508.10	4.85	4.26
27/11/2006	512.47	514.70	4.85	4.26
28/11/2006	506.59	513.20	4.85	4.26
29/11/2006	514.02	518.70	4.85	4.26
30/11/2006	515.93	520.80	4.85	4.26
1/12/2006	518.81	523.00	4.85	4.61
4/12/2006	519.97	523.00	4.85	4.61
6/12/2006	522.74	526.90	4.85	4.61
7/12/2006	522.03	525.40	4.85	4.61
8/12/2006	517.95	521.60	4.85	4.61
12/12/2006	516.04	521.00	4.85	4.61
13/12/2006	513.56	516.30	4.85	4.61
14/12/2006	513.41	514.00	4.85	4.61
15/12/2006	516.68	517.20	4.85	4.61

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
18/12/2006	512.00	513.00	4.85	4.61
19/12/2006	430.96	450.00	4.85	4.61
20/12/2006	483.15	484.90	4.85	4.61
21/12/2006	470.16	470.80	4.85	4.61
22/12/2006	473.78	473.10	4.85	4.61
25/12/2006	476.55	474.40	4.85	4.61
26/12/2006	480.17	478.30	4.85	4.61
27/12/2006	479.55	477.80	4.85	4.61
28/12/2006	474.54	473.30	4.85	4.61
3/1/2007	458.99	458.90	4.78	4.57
4/1/2007	450.76	450.00	4.78	4.57
5/1/2007	436.50	438.50	4.78	4.57
8/1/2007	441.17	443.20	4.78	4.57
9/1/2007	428.73	427.50	4.78	4.57
10/1/2007	433.84	434.30	4.78	4.57
11/1/2007	445.87	449.00	4.78	4.57
12/1/2007	453.12	449.50	4.78	4.57
15/1/2007	461.38	459.60	4.78	4.57
16/1/2007	460.42	456.10	4.78	4.57
17/1/2007	456.71	451.00	4.78	4.57
18/1/2007	459.47	461.00	4.78	4.57
19/1/2007	461.39	460.70	4.78	4.57
22/1/2007	459.04	456.60	4.78	4.57
23/1/2007	455.65	453.20	4.78	4.57
24/1/2007	460.75	460.10	4.78	4.57
25/1/2007	462.52	461.00	4.78	4.57

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตั๋วเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
26/1/2007	460.01	458.90	4.78	4.57
29/1/2007	457.27	455.90	4.78	4.57
30/1/2007	456.66	456.40	4.78	4.57
31/1/2007	456.89	454.70	4.78	4.57
1/2/2007	457.98	456.00	4.58	4.54
2/2/2007	468.30	468.90	4.58	4.54
5/2/2007	471.09	470.70	4.58	4.54
6/2/2007	470.05	469.30	4.58	4.54
7/2/2007	470.94	469.30	4.58	4.54
8/2/2007	484.22	481.00	4.58	4.54
9/2/2007	487.58	482.70	4.58	4.54
12/2/2007	489.84	485.50	4.58	4.54
13/2/2007	485.37	480.90	4.58	4.54
14/2/2007	489.56	485.80	4.58	4.54
15/2/2007	486.59	482.20	4.58	4.54
16/2/2007	481.74	478.90	4.58	4.54
19/2/2007	480.31	479.00	4.58	4.54
20/2/2007	483.90	481.10	4.58	4.54
21/2/2007	485.01	480.90	4.58	4.54
22/2/2007	485.75	480.90	4.58	4.54
23/2/2007	484.43	479.20	4.58	4.54
26/2/2007	482.80	480.00	4.58	4.54
27/2/2007	479.21	474.50	4.58	4.54
28/2/2007	475.66	469.60	4.58	4.54
1/3/2007	477.85	470.70	4.19	4.47
2/3/2007	476.40	469.30	4.19	4.47

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
6/3/2007	472.79	467.00	4.19	4.47
7/3/2007	469.20	462.60	4.19	4.47
8/3/2007	470.55	465.20	4.19	4.47
9/3/2007	469.74	464.20	4.19	4.47
12/3/2007	471.00	468.60	4.19	4.47
13/3/2007	472.99	470.30	4.19	4.47
14/3/2007	469.57	467.40	4.19	4.47
15/3/2007	472.21	471.30	4.19	4.47
16/3/2007	469.42	467.70	4.19	4.47
19/3/2007	467.92	468.40	4.19	4.47
20/3/2007	469.92	468.00	4.19	4.47
21/3/2007	468.24	466.50	4.19	4.47
22/3/2007	472.42	471.80	4.19	4.47
23/3/2007	474.79	474.60	4.19	4.47
26/3/2007	475.84	475.00	4.19	4.47
27/3/2007	475.33	474.50	4.19	4.47
28/3/2007	467.67	466.70	4.19	4.47
29/3/2007	470.73	469.60	4.19	4.47
30/3/2007	471.93	466.50	4.19	4.47
2/4/2007	476.62	471.30	3.70	4.29
3/4/2007	482.15	483.10	3.70	4.29
4/4/2007	487.87	488.90	3.70	4.29
5/4/2007	487.29	491.30	3.70	4.29
9/4/2007	483.68	488.00	3.70	4.29
10/4/2007	484.34	488.80	3.70	4.29
11/4/2007	489.31	492.20	3.70	4.29

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตั๋วเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
12/4/2007	487.02	489.50	3.70	4.29
17/4/2007	489.14	492.00	3.70	4.29
18/4/2007	486.82	488.30	3.70	4.29
19/4/2007	482.55	486.10	3.70	4.29
20/4/2007	482.43	486.50	3.70	4.29
23/4/2007	481.08	485.40	3.70	4.29
24/4/2007	480.11	486.00	3.70	4.29
25/4/2007	484.28	490.70	3.70	4.29
26/4/2007	484.74	488.90	3.70	4.29
27/4/2007	488.28	491.60	3.70	4.29
30/4/2007	491.97	497.20	3.70	4.29
2/5/2007	497.46	504.70	3.28	4.03
3/5/2007	500.73	506.10	3.28	4.03
4/5/2007	506.54	509.70	3.28	4.03
8/5/2007	502.73	505.00	3.28	4.03
9/5/2007	497.66	502.20	3.28	4.03
10/5/2007	498.05	501.00	3.28	4.03
11/5/2007	497.92	501.80	3.28	4.03
14/5/2007	502.42	505.90	3.28	4.03
15/5/2007	503.20	507.00	3.28	4.03
16/5/2007	510.71	512.00	3.28	4.03
17/5/2007	512.41	516.00	3.28	4.03
18/5/2007	515.36	514.40	3.28	4.03
21/5/2007	514.86	514.00	3.28	4.03
22/5/2007	518.82	519.40	3.28	4.03
23/5/2007	517.43	517.70	3.28	4.03

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
24/5/2007	509.67	511.30	3.28	4.03
25/5/2007	508.37	506.70	3.28	4.03
28/5/2007	516.09	515.90	3.28	4.03
29/5/2007	515.76	516.30	3.28	4.03
30/5/2007	523.40	523.50	3.28	4.03
1/6/2007	536.28	540.00	2.94	3.85
4/6/2007	549.36	557.40	2.94	3.85
5/6/2007	539.85	544.00	2.94	3.85
6/6/2007	538.88	538.30	2.94	3.85
7/6/2007	537.97	544.00	2.94	3.85
8/6/2007	532.16	533.10	2.94	3.85
11/6/2007	534.94	535.00	2.94	3.85
12/6/2007	526.50	525.00	2.94	3.85
13/6/2007	513.30	508.50	2.94	3.85
14/6/2007	519.80	516.30	2.94	3.85
15/6/2007	527.43	527.40	2.94	3.85
18/6/2007	544.60	547.50	2.94	3.85
19/6/2007	542.30	544.00	2.94	3.85
20/6/2007	553.36	556.10	2.94	3.85
21/6/2007	552.01	553.00	2.94	3.85
22/6/2007	548.01	549.80	2.94	3.85
25/6/2007	541.21	540.50	2.94	3.85
26/6/2007	543.34	543.60	2.94	3.85
27/6/2007	546.09	546.00	2.94	3.85
28/6/2007	551.15	549.50	2.94	3.85
29/6/2007	550.01	547.80	2.94	3.85

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
2/7/2007	562.99	565.60	3.05	3.42
3/7/2007	580.94	585.10	3.05	3.42
4/7/2007	590.27	589.30	3.05	3.42
5/7/2007	588.43	586.60	3.05	3.42
6/7/2007	595.59	596.30	3.05	3.42
9/7/2007	604.82	609.00	3.05	3.42
10/7/2007	616.83	610.60	3.05	3.42
11/7/2007	606.28	603.00	3.05	3.42
12/7/2007	603.96	604.00	3.05	3.42
13/7/2007	615.83	618.80	3.05	3.42
16/7/2007	614.34	608.30	3.05	3.42
17/7/2007	612.97	606.50	3.05	3.42
18/7/2007	610.24	595.50	3.05	3.42
19/7/2007	606.31	598.50	3.05	3.42
20/7/2007	608.65	602.00	3.05	3.42
23/7/2007	619.31	613.20	3.05	3.42
24/7/2007	635.07	632.80	3.05	3.42
25/7/2007	638.21	632.50	3.05	3.42
26/7/2007	638.56	628.90	3.05	3.42
27/7/2007	621.67	615.30	3.05	3.42
31/7/2007	617.33	609.30	3.05	3.42
1/8/2007	596.58	580.40	3.01	3.60
2/8/2007	593.99	584.20	3.01	3.60
3/8/2007	599.53	582.30	3.01	3.60
6/8/2007	581.79	570.30	3.01	3.60
7/8/2007	580.54	574.90	3.01	3.60

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
8/8/2007	595.22	589.30	3.01	3.60
9/8/2007	579.63	563.00	3.01	3.60
10/8/2007	574.35	559.00	3.01	3.60
14/8/2007	564.45	558.30	3.01	3.60
15/8/2007	548.47	543.80	3.01	3.60
16/8/2007	532.05	518.50	3.01	3.60
17/8/2007	537.70	534.00	3.01	3.60
20/8/2007	564.86	570.10	3.01	3.60
21/8/2007	542.14	541.00	3.01	3.60
22/8/2007	559.88	555.10	3.01	3.60
23/8/2007	565.55	569.40	3.01	3.60
24/8/2007	565.06	565.90	3.01	3.60
27/8/2007	565.16	562.00	3.01	3.60
28/8/2007	563.87	556.00	3.01	3.60
29/8/2007	567.96	571.00	3.01	3.60
30/8/2007	568.01	567.10	3.01	3.60
31/8/2007	586.31	592.00	3.01	3.60
3/9/2007	592.96	593.50	3.03	3.42
4/9/2007	585.28	584.50	3.03	3.42
5/9/2007	588.15	586.00	3.03	3.42
6/9/2007	584.60	581.30	3.03	3.42
7/9/2007	577.90	570.20	3.03	3.42
10/9/2007	573.97	570.00	3.03	3.42
11/9/2007	578.19	579.10	3.03	3.42
12/9/2007	578.28	571.70	3.03	3.42
13/9/2007	582.44	577.00	3.03	3.42

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
14/9/2007	586.66	579.00	3.03	3.42
17/9/2007	578.44	572.00	3.03	3.42
18/9/2007	578.16	578.60	3.03	3.42
19/9/2007	587.07	588.20	3.03	3.42
20/9/2007	590.35	588.00	3.03	3.42
21/9/2007	604.70	606.90	3.03	3.42
24/9/2007	608.90	611.30	3.03	3.42
25/9/2007	607.32	606.50	3.03	3.42
26/9/2007	615.13	618.80	3.03	3.42
27/9/2007	614.02	614.10	3.03	3.42
28/9/2007	616.03	619.80	3.03	3.42
1/10/2007	621.88	626.90	3.07	3.13
2/10/2007	622.03	630.90	3.07	3.13
3/10/2007	618.89	625.60	3.07	3.13
4/10/2007	617.30	625.10	3.07	3.13
5/10/2007	620.03	626.50	3.07	3.13
8/10/2007	629.55	637.60	3.07	3.13
9/10/2007	633.83	642.80	3.07	3.13
10/10/2007	639.45	644.30	3.07	3.13
11/10/2007	652.56	665.40	3.07	3.13
12/10/2007	651.63	662.40	3.07	3.13
15/10/2007	661.72	674.10	3.07	3.13
16/10/2007	660.70	662.60	3.07	3.13
17/10/2007	651.98	659.00	3.07	3.13
18/10/2007	644.75	647.10	3.07	3.13
19/10/2007	644.65	650.00	3.07	3.13

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
22/10/2007	631.14	633.70	3.07	3.13
24/10/2007	636.39	638.50	3.07	3.13
25/10/2007	661.30	674.80	3.07	3.13
26/10/2007	662.91	672.90	3.07	3.13
29/10/2007	681.82	692.00	3.07	3.13
30/10/2007	673.67	679.50	3.07	3.13
31/10/2007	672.79	685.20	3.07	3.13
1/11/2007	669.20	674.70	3.13	3.38
2/11/2007	661.86	671.80	3.13	3.38
5/11/2007	643.00	648.10	3.13	3.38
6/11/2007	655.48	660.80	3.13	3.38
7/11/2007	649.93	646.00	3.13	3.38
8/11/2007	644.73	647.60	3.13	3.38
9/11/2007	645.09	651.40	3.13	3.38
12/11/2007	634.50	639.80	3.13	3.38
13/11/2007	630.34	637.30	3.13	3.38
14/11/2007	633.55	637.10	3.13	3.38
15/11/2007	628.04	626.20	3.13	3.38
16/11/2007	622.06	622.00	3.13	3.38
19/11/2007	606.41	600.00	3.13	3.38
20/11/2007	606.21	611.00	3.13	3.38
21/11/2007	587.39	579.50	3.13	3.38
22/11/2007	589.77	594.60	3.13	3.38
23/11/2007	603.00	607.10	3.13	3.38
26/11/2007	610.48	612.90	3.13	3.38
27/11/2007	602.11	601.00	3.13	3.38

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
28/11/2007	599.68	591.00	3.13	3.38
29/11/2007	621.31	616.20	3.13	3.38
30/11/2007	622.63	623.60	3.13	3.38
3/12/2007	608.90	607.20	3.16	3.26
4/12/2007	610.88	612.00	3.16	3.26
6/12/2007	620.77	624.10	3.16	3.26
7/12/2007	616.89	618.00	3.16	3.26
11/12/2007	616.72	618.20	3.16	3.26
12/12/2007	611.34	613.00	3.16	3.26
13/12/2007	611.54	609.30	3.16	3.26
14/12/2007	614.08	612.40	3.16	3.26
17/12/2007	598.41	583.00	3.16	3.26
18/12/2007	595.34	590.60	3.16	3.26
19/12/2007	587.61	578.00	3.16	3.26
20/12/2007	575.75	570.50	3.16	3.26
21/12/2007	594.80	585.60	3.16	3.26
25/12/2007	620.30	612.00	3.16	3.26
26/12/2007	618.04	615.90	3.16	3.26
27/12/2007	626.87	625.50	3.16	3.26
2/1/2008	616.90	623.80	3.13	3.43
3/1/2008	608.77	611.10	3.13	3.43
4/1/2008	598.38	596.70	3.13	3.43
7/1/2008	586.37	591.40	3.13	3.43
8/1/2008	589.82	589.10	3.13	3.43
9/1/2008	598.46	597.70	3.13	3.43
10/1/2008	580.22	575.70	3.13	3.43

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
11/1/2008	576.92	574.30	3.13	3.43
14/1/2008	573.05	571.00	3.13	3.43
15/1/2008	562.88	564.80	3.13	3.43
16/1/2008	558.83	558.30	3.13	3.43
17/1/2008	573.14	576.90	3.13	3.43
18/1/2008	571.38	569.90	3.13	3.43
21/1/2008	550.85	545.90	3.13	3.43
22/1/2008	531.45	526.50	3.13	3.43
23/1/2008	531.17	529.50	3.13	3.43
24/1/2008	521.07	521.00	3.13	3.43
25/1/2008	547.37	546.70	3.13	3.43
28/1/2008	533.59	533.90	3.13	3.43
29/1/2008	542.70	543.20	3.13	3.43
30/1/2008	549.86	548.20	3.13	3.43
31/1/2008	567.17	561.80	3.13	3.43
1/2/2008	588.59	583.40	3.03	3.45
4/2/2008	587.72	585.60	3.03	3.45
5/2/2008	584.78	584.00	3.03	3.45
6/2/2008	572.83	567.00	3.03	3.45
7/2/2008	570.63	565.80	3.03	3.45
8/2/2008	581.37	578.50	3.03	3.45
11/2/2008	579.04	573.50	3.03	3.45
12/2/2008	589.33	588.00	3.03	3.45
13/2/2008	599.12	593.40	3.03	3.45
14/2/2008	601.28	596.30	3.03	3.45
15/2/2008	598.05	597.70	3.03	3.45

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
18/2/2008	595.82	597.10	3.03	3.45
19/2/2008	605.24	604.00	3.03	3.45
20/2/2008	598.79	592.90	3.03	3.45
22/2/2008	597.73	595.50	3.03	3.45
25/2/2008	607.59	606.90	3.03	3.45
26/2/2008	604.56	601.00	3.03	3.45
27/2/2008	602.32	597.70	3.03	3.45
28/2/2008	611.21	606.90	3.03	3.45
29/2/2008	614.37	619.00	3.03	3.45
3/3/2008	610.73	611.80	2.93	3.68
4/3/2008	600.33	598.90	2.93	3.68
5/3/2008	594.52	591.40	2.93	3.68
6/3/2008	596.73	591.40	2.93	3.68
7/3/2008	592.18	584.30	2.93	3.68
10/3/2008	581.23	577.30	2.93	3.68
11/3/2008	593.02	593.00	2.93	3.68
12/3/2008	598.63	596.00	2.93	3.68
13/3/2008	588.23	580.70	2.93	3.68
14/3/2008	591.03	590.20	2.93	3.68
17/3/2008	582.03	574.80	2.93	3.68
18/3/2008	585.77	584.70	2.93	3.68
19/3/2008	582.19	580.90	2.93	3.68
20/3/2008	573.61	577.00	2.93	3.68
21/3/2008	576.90	576.50	2.93	3.68
24/3/2008	580.63	581.50	2.93	3.68
25/3/2008	591.03	592.70	2.93	3.68

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตั๋วเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
26/3/2008	588.43	587.00	2.93	3.68
27/3/2008	592.35	593.50	2.93	3.68
28/3/2008	594.44	592.50	2.93	3.68
31/3/2008	587.61	585.00	2.93	3.68
1/4/2008	593.19	590.10	2.98	3.61
2/4/2008	593.84	590.50	2.98	3.61
3/4/2008	593.48	591.70	2.98	3.61
4/4/2008	591.99	589.50	2.98	3.61
8/4/2008	594.10	589.90	2.98	3.61
9/4/2008	593.63	588.00	2.98	3.61
10/4/2008	589.74	583.90	2.98	3.61
11/4/2008	594.56	590.00	2.98	3.61
16/4/2008	599.90	596.60	2.98	3.61
17/4/2008	610.05	605.40	2.98	3.61
18/4/2008	609.38	606.00	2.98	3.61
21/4/2008	605.84	604.40	2.98	3.61
22/4/2008	613.28	614.50	2.98	3.61
23/4/2008	602.72	608.00	2.98	3.61
24/4/2008	600.23	606.90	2.98	3.61
25/4/2008	598.33	605.40	2.98	3.61
28/4/2008	602.74	606.80	2.98	3.61
29/4/2008	601.06	601.90	2.98	3.61
30/4/2008	599.30	604.40	2.98	3.61
2/5/2008	607.44	613.90	3.13	3.61
6/5/2008	610.42	615.10	3.13	3.61
7/5/2008	612.95	618.60	3.13	3.61

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
8/5/2008	615.50	619.90	3.13	3.61
9/5/2008	612.50	613.50	3.13	3.61
12/5/2008	608.18	613.50	3.13	3.61
13/5/2008	605.27	609.50	3.13	3.61
14/5/2008	612.76	616.00	3.13	3.61
15/5/2008	617.77	621.80	3.13	3.61
16/5/2008	630.36	635.30	3.13	3.61
20/5/2008	633.19	631.70	3.13	3.61
21/5/2008	641.94	640.50	3.13	3.61
22/5/2008	632.95	634.70	3.13	3.61
23/5/2008	631.80	633.60	3.13	3.61
26/5/2008	617.33	621.00	3.13	3.61
27/5/2008	616.00	616.90	3.13	3.61
28/5/2008	597.84	602.50	3.13	3.61
29/5/2008	597.61	595.30	3.13	3.61
30/5/2008	597.82	605.30	3.13	3.61
2/6/2008	580.33	582.60	3.28	3.92
3/6/2008	576.82	582.80	3.28	3.92
4/6/2008	578.16	579.00	3.28	3.92
5/6/2008	579.10	581.90	3.28	3.92
6/6/2008	585.19	585.10	3.28	3.92
9/6/2008	576.08	578.40	3.28	3.92
10/6/2008	566.10	566.00	3.28	3.92
11/6/2008	566.14	565.80	3.28	3.92
12/6/2008	566.04	567.60	3.28	3.92
13/6/2008	559.31	558.50	3.28	3.92

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
16/6/2008	563.09	564.00	3.28	3.92
17/6/2008	554.78	555.20	3.28	3.92
18/6/2008	546.04	544.30	3.28	3.92
19/6/2008	528.58	523.50	3.28	3.92
20/6/2008	550.46	549.10	3.28	3.92
23/6/2008	549.39	548.00	3.28	3.92
24/6/2008	544.92	543.00	3.28	3.92
25/6/2008	556.49	557.00	3.28	3.92
26/6/2008	553.32	551.70	3.28	3.92
27/6/2008	554.41	554.30	3.28	3.92
30/6/2008	548.95	538.40	3.28	3.92
2/7/2008	541.76	536.10	3.42	4.45
3/7/2008	527.46	520.50	3.42	4.45
4/7/2008	528.37	522.60	3.42	4.45
7/7/2008	519.66	514.00	3.42	4.45
8/7/2008	512.89	506.80	3.42	4.45
9/7/2008	511.38	506.00	3.42	4.45
10/7/2008	511.86	510.80	3.42	4.45
11/7/2008	519.14	515.80	3.42	4.45
14/7/2008	508.65	503.50	3.42	4.45
15/7/2008	489.22	480.70	3.42	4.45
16/7/2008	469.63	464.00	3.42	4.45
18/7/2008	464.87	460.40	3.42	4.45
21/7/2008	484.35	483.90	3.42	4.45
22/7/2008	480.24	474.80	3.42	4.45
23/7/2008	489.37	489.10	3.42	4.45

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
24/7/2008	486.80	484.40	3.42	4.45
25/7/2008	481.75	473.70	3.42	4.45
28/7/2008	482.02	475.20	3.42	4.45
29/7/2008	474.10	465.70	3.42	4.45
30/7/2008	467.74	460.10	3.42	4.45
31/7/2008	473.85	463.00	3.42	4.45
1/8/2008	475.57	471.90	3.58	4.34
4/8/2008	472.42	470.00	3.58	4.34
5/8/2008	466.43	462.90	3.58	4.34
6/8/2008	475.04	475.10	3.58	4.34
7/8/2008	499.95	503.50	3.58	4.34
8/8/2008	487.60	485.00	3.58	4.34
11/8/2008	498.11	494.90	3.58	4.34
13/8/2008	496.78	495.10	3.58	4.34
14/8/2008	499.57	498.00	3.58	4.34
15/8/2008	501.50	499.80	3.58	4.34
18/8/2008	493.66	489.30	3.58	4.34
19/8/2008	489.56	480.70	3.58	4.34
20/8/2008	488.01	483.00	3.58	4.34
21/8/2008	476.22	469.00	3.58	4.34
22/8/2008	480.77	473.60	3.58	4.34
25/8/2008	478.83	472.60	3.58	4.34
26/8/2008	472.48	463.20	3.58	4.34
27/8/2008	478.03	469.80	3.58	4.34
28/8/2008	484.08	476.00	3.58	4.34
29/8/2008	485.25	481.50	3.58	4.34

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
1/9/2008	478.05	469.60	3.77	5.04
2/9/2008	465.32	460.90	3.77	5.04
3/9/2008	457.02	451.40	3.77	5.04
4/9/2008	461.17	452.60	3.77	5.04
5/9/2008	453.18	447.90	3.77	5.04
8/9/2008	469.70	468.00	3.77	5.04
9/9/2008	467.64	462.70	3.77	5.04
10/9/2008	461.19	457.00	3.77	5.04
11/9/2008	453.66	447.70	3.77	5.04
12/9/2008	459.92	455.90	3.77	5.04
15/9/2008	450.64	442.20	3.77	5.04
16/9/2008	436.41	433.90	3.77	5.04
17/9/2008	420.72	420.00	3.77	5.04
18/9/2008	419.19	417.00	3.77	5.04
19/9/2008	439.03	441.50	3.77	5.04
22/9/2008	430.95	429.80	3.77	5.04
23/9/2008	425.88	423.80	3.77	5.04
24/9/2008	436.44	435.50	3.77	5.04
25/9/2008	437.54	439.00	3.77	5.04
26/9/2008	435.25	431.10	3.77	5.04
29/9/2008	420.57	419.80	3.77	5.04
30/9/2008	417.23	416.60	3.77	5.04
1/10/2008	415.20	416.40	3.52	7.19
2/10/2008	418.50	418.90	3.52	7.19
3/10/2008	412.98	413.50	3.52	7.19
6/10/2008	382.91	378.30	3.52	7.19

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
7/10/2008	367.38	364.00	3.52	7.19
8/10/2008	340.62	338.10	3.52	7.19
9/10/2008	348.14	351.00	3.52	7.19
10/10/2008	311.16	304.00	3.52	7.19
13/10/2008	333.16	334.00	3.52	7.19
14/10/2008	351.93	353.40	3.52	7.19
15/10/2008	335.08	328.00	3.52	7.19
16/10/2008	333.27	320.00	3.52	7.19
17/10/2008	328.00	311.90	3.52	7.19
20/10/2008	333.20	327.20	3.52	7.19
21/10/2008	334.85	327.40	3.52	7.19
22/10/2008	323.44	318.50	3.52	7.19
24/10/2008	298.40	286.00	3.52	7.19
27/10/2008	263.17	262.50	3.52	7.19
28/10/2008	273.52	271.00	3.52	7.19
29/10/2008	261.30	258.80	3.52	7.19
30/10/2008	281.53	275.50	3.52	7.19
31/10/2008	288.76	280.00	3.52	7.19
3/11/2008	315.69	313.80	3.27	7.42
4/11/2008	321.98	320.00	3.27	7.42
5/11/2008	321.95	312.50	3.27	7.42
6/11/2008	327.01	321.50	3.27	7.42
7/11/2008	327.58	323.00	3.27	7.42
10/11/2008	321.25	321.20	3.27	7.42
11/11/2008	309.83	302.00	3.27	7.42
12/11/2008	304.18	300.20	3.27	7.42

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
13/11/2008	302.81	300.50	3.27	7.42
14/11/2008	299.65	297.80	3.27	7.42
17/11/2008	303.75	303.70	3.27	7.42
18/11/2008	291.93	286.60	3.27	7.42
19/11/2008	282.99	276.50	3.27	7.42
20/11/2008	271.20	264.00	3.27	7.42
21/11/2008	274.51	269.50	3.27	7.42
24/11/2008	265.14	259.00	3.27	7.42
25/11/2008	270.36	263.50	3.27	7.42
26/11/2008	274.24	275.00	3.27	7.42
27/11/2008	269.91	262.30	3.27	7.42
28/11/2008	279.83	277.40	3.27	7.42
1/12/2008	270.86	265.90	2.39	6.70
2/12/2008	267.96	266.50	2.39	6.70
3/12/2008	272.89	268.30	2.39	6.70
4/12/2008	272.89	272.00	2.39	6.70
8/12/2008	287.09	294.90	2.39	6.70
9/12/2008	298.25	296.00	2.39	6.70
11/12/2008	299.32	296.70	2.39	6.70
12/12/2008	299.22	295.80	2.39	6.70
15/12/2008	308.76	305.70	2.39	6.70
16/12/2008	315.26	314.30	2.39	6.70
17/12/2008	315.96	310.20	2.39	6.70
18/12/2008	320.43	321.00	2.39	6.70
19/12/2008	315.71	316.70	2.39	6.70
22/12/2008	305.11	302.20	2.39	6.70

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
23/12/2008	309.60	308.00	2.39	6.70
24/12/2008	308.47	307.30	2.39	6.70
25/12/2008	312.58	311.80	2.39	6.70
26/12/2008	313.79	312.30	2.39	6.70
29/12/2008	313.67	311.70	2.39	6.70
5/1/2009	340.13	338.70	1.95	6.62
6/1/2009	335.73	337.50	1.95	6.62
7/1/2009	326.77	325.60	1.95	6.62
8/1/2009	328.25	325.30	1.95	6.62
9/1/2009	323.00	315.30	1.95	6.62
12/1/2009	317.08	315.20	1.95	6.62
13/1/2009	301.33	296.50	1.95	6.62
14/1/2009	306.33	298.80	1.95	6.62
15/1/2009	295.38	284.10	1.95	6.62
16/1/2009	302.64	294.10	1.95	6.62
19/1/2009	302.60	294.00	1.95	6.62
20/1/2009	300.83	293.00	1.95	6.62
21/1/2009	298.91	286.50	1.95	6.62
22/1/2009	304.66	296.50	1.95	6.62
23/1/2009	300.72	288.00	1.95	6.62
26/1/2009	303.33	293.90	1.95	6.62
27/1/2009	309.76	306.00	1.95	6.62
28/1/2009	312.51	308.50	1.95	6.62
29/1/2009	301.49	290.80	1.95	6.62
2/2/2009	295.46	284.60	1.52	6.26
3/2/2009	297.54	287.30	1.52	6.26

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
4/2/2009	299.43	291.00	1.52	6.26
5/2/2009	299.72	292.90	1.52	6.26
6/2/2009	309.27	301.00	1.52	6.26
10/2/2009	307.98	300.90	1.52	6.26
11/2/2009	308.72	300.50	1.52	6.26
12/2/2009	305.65	295.70	1.52	6.26
13/2/2009	310.03	303.00	1.52	6.26
16/2/2009	310.58	303.50	1.52	6.26
17/2/2009	303.46	293.70	1.52	6.26
18/2/2009	304.22	294.00	1.52	6.26
19/2/2009	306.03	297.60	1.52	6.26
20/2/2009	300.62	291.20	1.52	6.26
23/2/2009	300.76	293.40	1.52	6.26
24/2/2009	298.03	289.90	1.52	6.26
25/2/2009	300.73	291.40	1.52	6.26
26/2/2009	299.20	291.40	1.52	6.26
30/1/2009	303.59	293.90	1.95	6.62
27/2/2009	299.58	291.10	1.52	6.26
2/3/2009	288.24	276.70	1.18	6.33
3/3/2009	285.35	277.20	1.18	6.33
4/3/2009	289.03	279.20	1.18	6.33
5/3/2009	288.68	277.90	1.18	6.33
6/3/2009	290.50	280.80	1.18	6.33
9/3/2009	284.25	275.80	1.18	6.33
10/3/2009	289.65	284.10	1.18	6.33
11/3/2009	287.21	282.30	1.18	6.33

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
12/3/2009	287.62	283.50	1.18	6.33
13/3/2009	295.42	294.00	1.18	6.33
16/3/2009	295.43	296.30	1.18	6.33
17/3/2009	292.94	292.00	1.18	6.33
18/3/2009	296.06	293.50	1.18	6.33
19/3/2009	297.16	296.00	1.18	6.33
20/3/2009	298.86	298.00	1.18	6.33
23/3/2009	305.72	305.00	1.18	6.33
24/3/2009	305.58	303.80	1.18	6.33
25/3/2009	304.81	303.90	1.18	6.33
26/3/2009	306.84	306.30	1.18	6.33
27/3/2009	307.96	307.20	1.18	6.33
30/3/2009	298.81	298.20	1.18	6.33
31/3/2009	300.20	293.50	1.18	6.33
1/4/2009	298.97	290.40	0.93	5.47
2/4/2009	309.62	303.80	0.93	5.47
3/4/2009	312.34	306.50	0.93	5.47
7/4/2009	309.58	303.00	0.93	5.47
8/4/2009	310.51	303.20	0.93	5.47
9/4/2009	310.91	304.00	0.93	5.47
10/4/2009	318.57	315.00	0.93	5.47
16/4/2009	317.22	317.10	0.93	5.47
17/4/2009	320.47	315.50	0.93	5.47
20/4/2009	328.49	320.50	0.93	5.47
21/4/2009	328.02	325.30	0.93	5.47
22/4/2009	323.09	318.90	0.93	5.47

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
23/4/2009	326.94	322.30	0.93	5.47
24/4/2009	332.83	326.90	0.93	5.47
27/4/2009	333.40	327.60	0.93	5.47
28/4/2009	331.76	324.90	0.93	5.47
29/4/2009	340.12	334.70	0.93	5.47
30/4/2009	346.81	343.30	0.93	5.47
4/5/2009	358.76	356.00	1.06	4.76
6/5/2009	371.94	378.40	1.06	4.76
7/5/2009	374.94	379.00	1.06	4.76
11/5/2009	380.78	377.20	1.06	4.76
12/5/2009	387.25	388.80	1.06	4.76
13/5/2009	393.54	390.00	1.06	4.76
14/5/2009	373.26	374.90	1.06	4.76
15/5/2009	380.02	378.40	1.06	4.76
18/5/2009	384.64	386.40	1.06	4.76
19/5/2009	398.02	400.90	1.06	4.76
20/5/2009	401.46	404.00	1.06	4.76
21/5/2009	390.48	387.00	1.06	4.76
22/5/2009	394.21	391.80	1.06	4.76
25/5/2009	390.71	385.70	1.06	4.76
26/5/2009	384.77	378.40	1.06	4.76
27/5/2009	395.13	392.80	1.06	4.76
28/5/2009	394.84	393.70	1.06	4.76
29/5/2009	398.36	399.00	1.06	4.76
1/6/2009	414.92	416.00	1.13	4.40
2/6/2009	410.18	413.20	1.13	4.40

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
3/6/2009	416.51	413.30	1.13	4.40
4/6/2009	425.59	427.90	1.13	4.40
5/6/2009	434.11	431.20	1.13	4.40
8/6/2009	430.29	427.00	1.13	4.40
9/6/2009	436.39	433.20	1.13	4.40
10/6/2009	450.59	453.80	1.13	4.40
11/6/2009	453.37	452.80	1.13	4.40
12/6/2009	454.61	454.10	1.13	4.40
15/6/2009	441.78	437.80	1.13	4.40
16/6/2009	430.05	429.60	1.13	4.40
17/6/2009	420.99	416.00	1.13	4.40
18/6/2009	408.27	412.00	1.13	4.40
19/6/2009	423.47	423.70	1.13	4.40
22/6/2009	417.78	414.00	1.13	4.40
23/6/2009	407.99	406.60	1.13	4.40
24/6/2009	417.59	414.60	1.13	4.40
25/6/2009	424.88	422.00	1.13	4.40
26/6/2009	429.43	430.00	1.13	4.40
29/6/2009	433.98	434.00	1.13	4.40
30/6/2009	430.35	426.50	1.13	4.40
2/7/2009	421.29	413.10	1.13	4.18
3/7/2009	418.52	410.90	1.13	4.18
8/7/2009	411.97	399.00	1.13	4.18
9/7/2009	416.99	408.70	1.13	4.18
10/7/2009	403.69	394.70	1.13	4.18
13/7/2009	401.06	392.70	1.13	4.18

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
14/7/2009	413.49	406.00	1.13	4.18
15/7/2009	421.58	416.90	1.13	4.18
16/7/2009	417.57	411.10	1.13	4.18
17/7/2009	428.32	425.50	1.13	4.18
20/7/2009	442.72	443.00	1.13	4.18
21/7/2009	439.09	437.60	1.13	4.18
22/7/2009	429.24	424.50	1.13	4.18
23/7/2009	440.71	435.70	1.13	4.18
24/7/2009	442.12	438.80	1.13	4.18
27/7/2009	445.07	442.20	1.13	4.18
28/7/2009	448.58	440.70	1.13	4.18
29/7/2009	442.27	437.90	1.13	4.18
30/7/2009	448.10	446.90	1.13	4.18
31/7/2009	449.91	445.30	1.13	4.18
3/8/2009	464.57	463.60	1.12	4.02
4/8/2009	464.76	458.80	1.12	4.02
5/8/2009	463.97	460.80	1.12	4.02
6/8/2009	471.70	465.20	1.12	4.02
7/8/2009	467.05	458.10	1.12	4.02
10/8/2009	466.42	459.70	1.12	4.02
11/8/2009	465.54	459.60	1.12	4.02
13/8/2009	475.51	470.30	1.12	4.02
14/8/2009	473.31	465.80	1.12	4.02
17/8/2009	454.90	442.90	1.12	4.02
18/8/2009	461.00	451.60	1.12	4.02
19/8/2009	453.08	443.30	1.12	4.02

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
20/8/2009	460.13	454.00	1.12	4.02
21/8/2009	462.83	456.90	1.12	4.02
24/8/2009	469.23	464.50	1.12	4.02
25/8/2009	469.66	464.50	1.12	4.02
26/8/2009	470.80	462.80	1.12	4.02
27/8/2009	466.77	458.50	1.12	4.02
28/8/2009	470.69	464.20	1.12	4.02
31/8/2009	467.27	459.70	1.12	4.02
1/9/2009	467.52	458.00	1.23	3.67
2/9/2009	467.06	460.00	1.23	3.67
3/9/2009	475.11	468.00	1.23	3.67
4/9/2009	477.03	473.80	1.23	3.67
7/9/2009	488.16	487.00	1.23	3.67
8/9/2009	496.66	496.40	1.23	3.67
9/9/2009	499.76	499.10	1.23	3.67
10/9/2009	505.84	504.20	1.23	3.67
11/9/2009	508.20	508.90	1.23	3.67
14/9/2009	496.96	495.30	1.23	3.67
15/9/2009	503.92	505.40	1.23	3.67
16/9/2009	508.39	511.60	1.23	3.67
17/9/2009	507.98	510.00	1.23	3.67
18/9/2009	510.85	511.40	1.23	3.67
21/9/2009	508.40	507.80	1.23	3.67
22/9/2009	517.04	519.30	1.23	3.67
23/9/2009	521.47	521.50	1.23	3.67
24/9/2009	519.96	521.30	1.23	3.67

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
25/9/2009	514.76	517.00	1.23	3.67
28/9/2009	505.42	507.30	1.23	3.67
29/9/2009	510.94	511.20	1.23	3.67
30/9/2009	511.82	511.60	1.23	3.67
1/10/2009	519.83	520.00	1.22	3.89
2/10/2009	517.83	518.20	1.22	3.89
5/10/2009	512.55	514.90	1.22	3.89
6/10/2009	522.71	523.20	1.22	3.89
7/10/2009	529.97	531.30	1.22	3.89
8/10/2009	531.51	534.80	1.22	3.89
9/10/2009	534.30	532.80	1.22	3.89
12/10/2009	537.02	537.00	1.22	3.89
13/10/2009	533.52	531.10	1.22	3.89
14/10/2009	523.10	522.90	1.22	3.89
15/10/2009	494.22	491.70	1.22	3.89
16/10/2009	512.09	508.50	1.22	3.89
19/10/2009	522.44	522.90	1.22	3.89
20/10/2009	517.13	514.00	1.22	3.89
21/10/2009	509.71	505.10	1.22	3.89
22/10/2009	503.40	500.40	1.22	3.89
26/10/2009	505.64	504.60	1.22	3.89
27/10/2009	506.96	505.40	1.22	3.89
28/10/2009	498.36	495.90	1.22	3.89
29/10/2009	486.97	485.10	1.22	3.89
30/10/2009	483.67	476.50	1.22	3.89
2/11/2009	477.38	472.80	1.25	3.89

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
3/11/2009	469.50	461.80	1.25	3.89
4/11/2009	483.69	482.00	1.25	3.89
5/11/2009	479.38	477.50	1.25	3.89
6/11/2009	493.10	492.30	1.25	3.89
9/11/2009	504.91	503.80	1.25	3.89
10/11/2009	500.32	497.50	1.25	3.89
11/11/2009	508.09	508.50	1.25	3.89
12/11/2009	490.63	488.40	1.25	3.89
13/11/2009	491.75	488.90	1.25	3.89
16/11/2009	498.77	496.50	1.25	3.89
17/11/2009	498.07	496.40	1.25	3.89
18/11/2009	498.01	495.60	1.25	3.89
19/11/2009	491.11	485.60	1.25	3.89
20/11/2009	487.00	484.40	1.25	3.89
23/11/2009	483.21	482.50	1.25	3.89
24/11/2009	472.97	470.00	1.25	3.89
25/11/2009	487.95	487.00	1.25	3.89
26/11/2009	480.37	477.70	1.25	3.89
27/11/2009	476.19	474.50	1.25	3.89
30/11/2009	483.54	481.10	1.25	3.89
1/12/2009	500.50	500.30	1.20	3.52
2/12/2009	486.96	489.10	1.20	3.52
3/12/2009	497.07	497.60	1.20	3.52
4/12/2009	492.55	489.10	1.20	3.52
8/12/2009	490.36	490.10	1.20	3.52
9/12/2009	487.39	487.30	1.20	3.52

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
11/12/2009	494.44	494.70	1.20	3.52
14/12/2009	498.84	499.40	1.20	3.52
15/12/2009	498.77	498.60	1.20	3.52
16/12/2009	503.99	505.00	1.20	3.52
17/12/2009	503.58	504.60	1.20	3.52
18/12/2009	503.29	504.80	1.20	3.52
21/12/2009	503.71	505.00	1.20	3.52
22/12/2009	511.45	512.90	1.20	3.52
23/12/2009	516.13	516.40	1.20	3.52
24/12/2009	514.26	515.60	1.20	3.52
25/12/2009	517.01	516.40	1.20	3.52
28/12/2009	519.62	519.50	1.20	3.52
29/12/2009	526.89	526.20	1.20	3.52
4/1/2010	518.54	516.60	1.17	3.72
5/1/2010	518.12	514.00	1.17	3.72
6/1/2010	520.96	517.80	1.17	3.72
7/1/2010	519.67	515.80	1.17	3.72
8/1/2010	523.70	520.50	1.17	3.72
11/1/2010	529.91	527.30	1.17	3.72
12/1/2010	527.62	522.90	1.17	3.72
13/1/2010	528.70	525.20	1.17	3.72
14/1/2010	530.56	526.40	1.17	3.72
15/1/2010	527.85	524.00	1.17	3.72
18/1/2010	527.98	524.50	1.17	3.72
19/1/2010	519.82	513.50	1.17	3.72
20/1/2010	516.51	510.50	1.17	3.72

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
21/1/2010	506.04	502.10	1.17	3.72
22/1/2010	502.42	496.20	1.17	3.72
25/1/2010	499.56	496.40	1.17	3.72
26/1/2010	492.39	486.50	1.17	3.72
27/1/2010	484.40	481.50	1.17	3.72
28/1/2010	485.54	482.40	1.17	3.72
29/1/2010	490.77	483.90	1.17	3.72
1/2/2010	491.21	484.20	1.25	4.00
2/2/2010	487.20	481.80	1.25	4.00
3/2/2010	498.47	492.30	1.25	4.00
4/2/2010	493.96	488.80	1.25	4.00
5/2/2010	485.43	477.50	1.25	4.00
8/2/2010	482.55	475.00	1.25	4.00
9/2/2010	480.60	474.30	1.25	4.00
10/2/2010	482.79	471.20	1.25	4.00
11/2/2010	487.96	478.10	1.25	4.00
12/2/2010	489.73	479.50	1.25	4.00
15/2/2010	482.05	472.70	1.25	4.00
16/2/2010	484.05	476.00	1.25	4.00
17/2/2010	487.94	481.90	1.25	4.00
18/2/2010	486.92	481.40	1.25	4.00
19/2/2010	490.95	486.10	1.25	4.00
22/2/2010	495.24	491.00	1.25	4.00
23/2/2010	503.28	498.80	1.25	4.00
24/2/2010	502.87	496.90	1.25	4.00
25/2/2010	504.36	496.00	1.25	4.00

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
26/2/2010	507.68	499.80	1.25	4.00
2/3/2010	517.11	508.00	1.24	3.73
3/3/2010	518.99	510.80	1.24	3.73
4/3/2010	514.27	511.90	1.24	3.73
5/3/2010	509.06	507.00	1.24	3.73
8/3/2010	507.57	505.80	1.24	3.73
9/3/2010	506.43	503.50	1.24	3.73
10/3/2010	507.98	505.50	1.24	3.73
11/3/2010	512.19	512.90	1.24	3.73
12/3/2010	517.84	518.00	1.24	3.73
15/3/2010	518.93	518.00	1.24	3.73
16/3/2010	532.03	534.90	1.24	3.73
17/3/2010	541.65	540.40	1.24	3.73
18/3/2010	536.35	537.90	1.24	3.73
19/3/2010	548.15	551.80	1.24	3.73
22/3/2010	546.44	546.00	1.24	3.73
23/3/2010	554.41	558.50	1.24	3.73
24/3/2010	556.46	559.10	1.24	3.73
25/3/2010	555.35	557.80	1.24	3.73
26/3/2010	550.29	551.80	1.24	3.73
29/3/2010	543.70	543.10	1.24	3.73
30/3/2010	558.30	559.50	1.24	3.73
31/3/2010	558.28	553.00	1.24	3.73
1/4/2010	568.77	565.10	1.19	3.83
2/4/2010	568.36	563.50	1.19	3.83
5/4/2010	573.94	565.50	1.19	3.83

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
7/4/2010	578.35	570.60	1.19	3.83
8/4/2010	555.48	546.20	1.19	3.83
9/4/2010	559.70	551.90	1.19	3.83
12/4/2010	536.62	530.00	1.19	3.83
16/4/2010	518.43	511.60	1.19	3.83
19/4/2010	512.15	505.00	1.19	3.83
20/4/2010	542.69	537.00	1.19	3.83
21/4/2010	536.65	534.00	1.19	3.83
22/4/2010	538.20	532.90	1.19	3.83
23/4/2010	532.83	532.00	1.19	3.83
26/4/2010	540.22	539.00	1.19	3.83
27/4/2010	538.17	535.00	1.19	3.83
28/4/2010	528.20	521.50	1.19	3.83
29/4/2010	530.92	528.40	1.19	3.83
30/4/2010	538.93	533.70	1.19	3.83
4/5/2010	565.05	566.00	1.21	3.95
6/5/2010	554.75	555.20	1.21	3.95
7/5/2010	541.56	540.10	1.21	3.95
10/5/2010	549.77	550.50	1.21	3.95
11/5/2010	543.21	542.70	1.21	3.95
12/5/2010	544.67	541.00	1.21	3.95
13/5/2010	538.47	536.00	1.21	3.95
14/5/2010	539.08	538.10	1.21	3.95
17/5/2010	527.44	527.00	1.21	3.95
18/5/2010	532.13	531.20	1.21	3.95
19/5/2010	536.16	535.00	1.21	3.95

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
24/5/2010	519.39	518.60	1.21	3.95
25/5/2010	502.71	500.90	1.21	3.95
26/5/2010	508.13	507.70	1.21	3.95
27/5/2010	514.05	512.00	1.21	3.95
31/5/2010	524.14	519.60	1.21	3.95
1/6/2010	516.06	513.30	1.19	3.78
2/6/2010	522.22	521.90	1.19	3.78
3/6/2010	533.95	532.50	1.19	3.78
4/6/2010	538.27	536.30	1.19	3.78
7/6/2010	528.68	527.70	1.19	3.78
8/6/2010	526.13	522.50	1.19	3.78
9/6/2010	530.69	528.90	1.19	3.78
10/6/2010	533.45	534.00	1.19	3.78
11/6/2010	533.76	533.20	1.19	3.78
14/6/2010	541.11	541.50	1.19	3.78
15/6/2010	540.27	541.50	1.19	3.78
16/6/2010	546.09	544.20	1.19	3.78
17/6/2010	547.48	547.90	1.19	3.78
18/6/2010	548.62	547.30	1.19	3.78
21/6/2010	559.87	561.30	1.19	3.78
22/6/2010	557.21	558.10	1.19	3.78
23/6/2010	558.11	559.20	1.19	3.78
24/6/2010	547.74	547.20	1.19	3.78
25/6/2010	547.63	547.60	1.19	3.78
28/6/2010	555.14	557.20	1.19	3.78
29/6/2010	550.01	550.20	1.19	3.78

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
30/6/2010	547.46	542.80	1.19	3.78
2/7/2010	550.71	546.90	1.42	3.50
5/7/2010	550.75	548.00	1.42	3.50
6/7/2010	559.77	556.70	1.42	3.50
7/7/2010	557.77	551.90	1.42	3.50
8/7/2010	559.36	554.00	1.42	3.50
9/7/2010	560.33	555.00	1.42	3.50
12/7/2010	558.53	552.50	1.42	3.50
13/7/2010	556.70	551.30	1.42	3.50
14/7/2010	556.43	549.10	1.42	3.50
15/7/2010	557.17	550.50	1.42	3.50
16/7/2010	561.52	556.20	1.42	3.50
19/7/2010	563.22	557.20	1.42	3.50
20/7/2010	559.09	552.50	1.42	3.50
21/7/2010	562.80	557.50	1.42	3.50
22/7/2010	564.39	558.40	1.42	3.50
23/7/2010	570.66	562.10	1.42	3.50
27/7/2010	583.55	577.00	1.42	3.50
28/7/2010	584.21	578.30	1.42	3.50
29/7/2010	584.20	578.30	1.42	3.50
30/7/2010	583.83	576.50	1.42	3.50
2/8/2010	588.86	582.40	1.59	3.28
3/8/2010	589.95	584.00	1.59	3.28
4/8/2010	591.30	584.90	1.59	3.28
5/8/2010	597.00	593.30	1.59	3.28
6/8/2010	596.27	592.00	1.59	3.28

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
9/8/2010	595.54	592.60	1.59	3.28
10/8/2010	585.71	581.80	1.59	3.28
11/8/2010	585.73	582.10	1.59	3.28
16/8/2010	585.69	580.90	1.59	3.28
17/8/2010	590.21	589.50	1.59	3.28
18/8/2010	600.71	599.10	1.59	3.28
19/8/2010	608.72	609.00	1.59	3.28
20/8/2010	610.28	608.30	1.59	3.28
23/8/2010	609.55	609.30	1.59	3.28
24/8/2010	604.12	600.40	1.59	3.28
25/8/2010	599.74	595.30	1.59	3.28
26/8/2010	600.92	599.80	1.59	3.28
27/8/2010	611.43	610.10	1.59	3.28
30/8/2010	619.13	618.10	1.59	3.28
31/8/2010	622.67	621.30	1.59	3.28
1/9/2010	628.68	627.10	1.68	3.02
2/9/2010	628.47	626.70	1.68	3.02
3/9/2010	637.42	636.10	1.68	3.02
6/9/2010	641.39	640.50	1.68	3.02
7/9/2010	635.47	637.80	1.68	3.02
8/9/2010	635.18	636.30	1.68	3.02
9/9/2010	632.72	634.30	1.68	3.02
10/9/2010	635.62	637.50	1.68	3.02
13/9/2010	645.76	649.50	1.68	3.02
14/9/2010	632.99	633.20	1.68	3.02
15/9/2010	631.79	632.70	1.68	3.02

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
16/9/2010	633.36	634.40	1.68	3.02
17/9/2010	632.74	637.00	1.68	3.02
20/9/2010	632.60	634.10	1.68	3.02
21/9/2010	643.55	647.20	1.68	3.02
22/9/2010	650.12	654.40	1.68	3.02
23/9/2010	651.11	655.50	1.68	3.02
24/9/2010	654.87	656.80	1.68	3.02
27/9/2010	663.60	664.80	1.68	3.02
28/9/2010	660.84	660.70	1.68	3.02
29/9/2010	669.38	669.00	1.68	3.02
30/9/2010	674.42	677.00	1.68	3.02
1/10/2010	676.23	680.90	1.69	2.98
4/10/2010	666.45	663.60	1.69	2.98
5/10/2010	669.68	675.30	1.69	2.98
6/10/2010	678.19	684.20	1.69	2.98
7/10/2010	671.93	676.30	1.69	2.98
8/10/2010	666.06	664.30	1.69	2.98
11/10/2010	677.47	680.20	1.69	2.98
12/10/2010	676.32	678.70	1.69	2.98
13/10/2010	687.87	693.80	1.69	2.98
14/10/2010	688.99	696.00	1.69	2.98
15/10/2010	692.32	695.60	1.69	2.98
18/10/2010	681.84	687.70	1.69	2.98
19/10/2010	685.59	690.50	1.69	2.98
20/10/2010	683.53	687.60	1.69	2.98
21/10/2010	683.91	687.50	1.69	2.98

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราคอเบี่ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
22/10/2010	686.13	686.00	1.69	2.98
26/10/2010	688.33	694.00	1.69	2.98
27/10/2010	678.19	677.80	1.69	2.98
28/10/2010	680.47	680.50	1.69	2.98
29/10/2010	677.52	675.50	1.69	2.98
1/11/2010	693.08	694.90	1.73	2.91
2/11/2010	694.08	695.40	1.73	2.91
3/11/2010	701.15	701.30	1.73	2.91
4/11/2010	718.00	720.70	1.73	2.91
5/11/2010	726.09	725.70	1.73	2.91
8/11/2010	733.22	734.60	1.73	2.91
9/11/2010	730.35	733.60	1.73	2.91
10/11/2010	725.90	726.10	1.73	2.91
11/11/2010	714.48	717.60	1.73	2.91
12/11/2010	706.72	704.10	1.73	2.91
15/11/2010	715.28	716.20	1.73	2.91
16/11/2010	694.14	692.70	1.73	2.91
17/11/2010	687.51	687.00	1.73	2.91
18/11/2010	698.52	699.90	1.73	2.91
19/11/2010	701.41	698.00	1.73	2.91
22/11/2010	710.14	710.50	1.73	2.91
23/11/2010	703.15	704.00	1.73	2.91
24/11/2010	700.11	700.90	1.73	2.91
25/11/2010	692.13	688.50	1.73	2.91
26/11/2010	688.30	685.50	1.73	2.91
29/11/2010	702.65	703.60	1.73	2.91

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราคอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
30/11/2010	698.46	698.60	1.73	2.91
1/12/2010	708.77	712.50	1.95	2.81
2/12/2010	720.36	722.80	1.95	2.81
3/12/2010	721.50	723.90	1.95	2.81
7/12/2010	726.09	729.20	1.95	2.81
8/12/2010	714.00	717.50	1.95	2.81
9/12/2010	721.88	723.00	1.95	2.81
13/12/2010	719.83	721.40	1.95	2.81
14/12/2010	723.68	725.90	1.95	2.81
15/12/2010	721.70	722.80	1.95	2.81
16/12/2010	717.30	719.60	1.95	2.81
17/12/2010	712.13	714.00	1.95	2.81
20/12/2010	700.02	701.40	1.95	2.81
21/12/2010	706.02	707.00	1.95	2.81
22/12/2010	710.31	708.90	1.95	2.81
23/12/2010	711.63	709.40	1.95	2.81
24/12/2010	711.65	710.20	1.95	2.81
27/12/2010	709.82	707.00	1.95	2.81
28/12/2010	717.43	717.90	1.95	2.81
29/12/2010	722.40	722.00	1.95	2.81
4/1/2011	727.90	723.20	2.02	3.15
5/1/2011	733.98	726.10	2.02	3.15
6/1/2011	732.75	726.40	2.02	3.15
7/1/2011	721.31	714.10	2.02	3.15
10/1/2011	706.27	694.00	2.02	3.15
11/1/2011	702.07	694.70	2.02	3.15

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราคอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
12/1/2011	707.07	703.50	2.02	3.15
13/1/2011	720.02	712.90	2.02	3.15
14/1/2011	717.03	708.80	2.02	3.15
17/1/2011	709.69	703.80	2.02	3.15
18/1/2011	711.14	705.00	2.02	3.15
19/1/2011	719.79	711.50	2.02	3.15
20/1/2011	709.27	702.00	2.02	3.15
21/1/2011	698.12	691.60	2.02	3.15
24/1/2011	667.79	658.30	2.02	3.15
25/1/2011	665.90	658.50	2.02	3.15
26/1/2011	678.76	671.00	2.02	3.15
27/1/2011	685.93	674.40	2.02	3.15
28/1/2011	681.45	671.10	2.02	3.15
31/1/2011	668.58	660.80	2.02	3.15
1/2/2011	666.13	659.20	2.17	3.45
2/2/2011	680.86	669.50	2.17	3.45
3/2/2011	682.39	669.40	2.17	3.45
4/2/2011	686.15	673.50	2.17	3.45
7/2/2011	686.33	673.90	2.17	3.45
8/2/2011	683.44	673.00	2.17	3.45
9/2/2011	672.19	664.90	2.17	3.45
10/2/2011	655.86	644.80	2.17	3.45
11/2/2011	656.27	648.00	2.17	3.45
14/2/2011	670.74	659.20	2.17	3.45
15/2/2011	672.35	659.00	2.17	3.45
16/2/2011	684.23	676.80	2.17	3.45

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
17/2/2011	694.97	687.60	2.17	3.45
21/2/2011	694.77	685.90	2.17	3.45
22/2/2011	688.84	679.20	2.17	3.45
23/2/2011	692.29	683.90	2.17	3.45
24/2/2011	682.18	667.50	2.17	3.45
25/2/2011	689.35	679.30	2.17	3.45
28/2/2011	690.89	680.70	2.17	3.45
1/3/2011	696.68	688.20	2.39	3.37
2/3/2011	690.27	680.70	2.39	3.37
3/3/2011	691.27	683.60	2.39	3.37
4/3/2011	695.46	688.00	2.39	3.37
7/3/2011	701.77	694.10	2.39	3.37
8/3/2011	714.23	709.10	2.39	3.37
9/3/2011	712.59	707.60	2.39	3.37
10/3/2011	713.75	706.40	2.39	3.37
11/3/2011	704.25	696.20	2.39	3.37
14/3/2011	716.85	707.30	2.39	3.37
15/3/2011	701.46	688.50	2.39	3.37
16/3/2011	705.13	697.70	2.39	3.37
17/3/2011	701.10	694.30	2.39	3.37
18/3/2011	702.84	695.30	2.39	3.37
21/3/2011	716.08	710.50	2.39	3.37
22/3/2011	714.98	708.80	2.39	3.37
23/3/2011	721.51	714.60	2.39	3.37
24/3/2011	726.21	720.80	2.39	3.37
25/3/2011	728.38	722.90	2.39	3.37

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
28/3/2011	724.52	720.00	2.39	3.37
29/3/2011	726.90	719.80	2.39	3.37
30/3/2011	739.01	730.20	2.39	3.37
31/3/2011	735.98	729.00	2.39	3.37
1/4/2011	750.11	746.30	2.54	3.21
4/4/2011	762.58	759.20	2.54	3.21
5/4/2011	759.75	756.90	2.54	3.21
7/4/2011	770.96	769.10	2.54	3.21
8/4/2011	765.81	765.10	2.54	3.21
11/4/2011	760.12	756.90	2.54	3.21
12/4/2011	767.00	766.40	2.54	3.21
18/4/2011	771.44	767.00	2.54	3.21
19/4/2011	775.04	774.80	2.54	3.21
20/4/2011	784.34	785.70	2.54	3.21
21/4/2011	786.23	785.80	2.54	3.21
22/4/2011	782.52	783.80	2.54	3.21
25/4/2011	782.23	783.50	2.54	3.21
26/4/2011	774.72	776.90	2.54	3.21
27/4/2011	777.63	781.60	2.54	3.21
28/4/2011	769.91	771.40	2.54	3.21
29/4/2011	770.69	775.00	2.54	3.21
3/5/2011	753.43	744.00	2.65	3.28
4/5/2011	755.62	751.00	2.65	3.28
6/5/2011	737.78	738.30	2.65	3.28
9/5/2011	755.15	749.00	2.65	3.28
10/5/2011	765.96	762.10	2.65	3.28

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
11/5/2011	777.49	777.90	2.65	3.28
12/5/2011	765.27	765.30	2.65	3.28
13/5/2011	764.04	762.20	2.65	3.28
18/5/2011	756.95	753.00	2.65	3.28
19/5/2011	758.08	754.10	2.65	3.28
20/5/2011	753.79	753.50	2.65	3.28
23/5/2011	739.05	735.40	2.65	3.28
24/5/2011	747.90	747.70	2.65	3.28
25/5/2011	740.62	741.00	2.65	3.28
26/5/2011	748.19	746.50	2.65	3.28
27/5/2011	749.28	748.40	2.65	3.28
30/5/2011	757.01	761.80	2.65	3.28
31/5/2011	754.08	758.50	2.65	3.28
1/6/2011	747.06	746.70	2.92	3.42
2/6/2011	741.72	740.00	2.92	3.42
3/6/2011	739.86	739.40	2.92	3.42
6/6/2011	730.25	728.00	2.92	3.42
7/6/2011	721.94	724.40	2.92	3.42
8/6/2011	707.54	703.60	2.92	3.42
9/6/2011	710.66	711.60	2.92	3.42
10/6/2011	711.73	711.00	2.92	3.42
13/6/2011	708.76	707.00	2.92	3.42
14/6/2011	724.12	722.60	2.92	3.42
15/6/2011	719.44	716.30	2.92	3.42
16/6/2011	710.47	706.00	2.92	3.42
17/6/2011	709.71	708.90	2.92	3.42

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราคอเบีย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
20/6/2011	705.62	701.00	2.92	3.42
21/6/2011	717.78	715.40	2.92	3.42
22/6/2011	714.06	711.80	2.92	3.42
23/6/2011	706.76	705.90	2.92	3.42
24/6/2011	714.02	714.00	2.92	3.42
27/6/2011	704.75	706.10	2.92	3.42
28/6/2011	707.33	706.50	2.92	3.42
29/6/2011	723.38	723.70	2.92	3.42
30/6/2011	729.78	727.00	2.92	3.42
4/7/2011	767.74	766.80	3.17	3.14
5/7/2011	762.53	765.90	3.17	3.14
6/7/2011	752.01	752.70	3.17	3.14
7/7/2011	759.25	763.40	3.17	3.14
8/7/2011	763.35	763.00	3.17	3.14
11/7/2011	753.59	753.10	3.17	3.14
12/7/2011	742.51	740.60	3.17	3.14
13/7/2011	754.02	757.60	3.17	3.14
14/7/2011	756.45	757.00	3.17	3.14
18/7/2011	758.86	758.60	3.17	3.14
19/7/2011	768.95	772.80	3.17	3.14
20/7/2011	771.99	773.10	3.17	3.14
21/7/2011	773.58	769.10	3.17	3.14
22/7/2011	786.99	789.10	3.17	3.14
25/7/2011	791.57	794.80	3.17	3.14
26/7/2011	786.19	787.20	3.17	3.14
27/7/2011	792.82	793.60	3.17	3.14

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
28/7/2011	795.40	795.00	3.17	3.14
29/7/2011	794.01	793.70	3.17	3.14
1/8/2011	801.44	802.60	3.32	3.34
2/8/2011	797.50	793.80	3.32	3.34
3/8/2011	791.38	788.20	3.32	3.34
4/8/2011	783.32	774.70	3.32	3.34
5/8/2011	761.15	746.80	3.32	3.34
8/8/2011	750.11	746.30	3.32	3.34
9/8/2011	724.92	721.90	3.32	3.34
10/8/2011	737.35	728.10	3.32	3.34
11/8/2011	738.08	727.10	3.32	3.34
15/8/2011	756.55	747.40	3.32	3.34
16/8/2011	748.83	737.40	3.32	3.34
17/8/2011	760.83	752.90	3.32	3.34
18/8/2011	758.83	747.50	3.32	3.34
19/8/2011	742.86	731.00	3.32	3.34
22/8/2011	741.98	737.70	3.32	3.34
23/8/2011	733.83	732.30	3.32	3.34
24/8/2011	725.70	722.00	3.32	3.34
25/8/2011	711.48	700.90	3.32	3.34
26/8/2011	721.84	717.00	3.32	3.34
29/8/2011	736.47	732.30	3.32	3.34
30/8/2011	727.78	725.10	3.32	3.34
31/8/2011	747.07	746.30	3.32	3.34
1/9/2011	746.25	740.00	3.45	3.92
2/9/2011	742.30	736.50	3.45	3.92

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
5/9/2011	729.69	723.80	3.45	3.92
6/9/2011	734.49	732.40	3.45	3.92
7/9/2011	744.18	741.90	3.45	3.92
8/9/2011	747.06	747.20	3.45	3.92
9/9/2011	739.73	738.90	3.45	3.92
12/9/2011	723.30	716.20	3.45	3.92
13/9/2011	716.87	713.00	3.45	3.92
14/9/2011	711.34	713.00	3.45	3.92
15/9/2011	721.34	722.00	3.45	3.92
16/9/2011	718.64	717.40	3.45	3.92
19/9/2011	706.87	704.90	3.45	3.92
20/9/2011	714.70	717.50	3.45	3.92
21/9/2011	717.08	715.50	3.45	3.92
22/9/2011	689.10	683.00	3.45	3.92
23/9/2011	667.02	662.40	3.45	3.92
26/9/2011	629.14	628.40	3.45	3.92
27/9/2011	662.51	664.00	3.45	3.92
28/9/2011	649.60	651.00	3.45	3.92
29/9/2011	644.66	644.80	3.45	3.92
30/9/2011	636.30	621.60	3.45	3.92
3/10/2011	601.90	594.30	3.46	3.49
4/10/2011	592.57	590.30	3.46	3.49
5/10/2011	598.86	588.10	3.46	3.49
6/10/2011	639.21	630.30	3.46	3.49
7/10/2011	636.07	625.10	3.46	3.49
10/10/2011	647.80	639.40	3.46	3.49

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
11/10/2011	665.75	657.70	3.46	3.49
12/10/2011	671.49	671.50	3.46	3.49
13/10/2011	658.17	641.80	3.46	3.49
14/10/2011	673.43	665.00	3.46	3.49
17/10/2011	686.26	678.00	3.46	3.49
18/10/2011	672.47	661.40	3.46	3.49
19/10/2011	661.11	651.00	3.46	3.49
20/10/2011	638.53	625.70	3.46	3.49
21/10/2011	644.80	630.80	3.46	3.49
25/10/2011	667.75	655.00	3.46	3.49
26/10/2011	664.93	653.20	3.46	3.49
27/10/2011	681.44	676.00	3.46	3.49
28/10/2011	691.99	677.00	3.46	3.49
31/10/2011	691.97	679.00	3.46	3.49
1/11/2011	676.74	665.80	3.35	3.45
2/11/2011	683.61	672.00	3.35	3.45
3/11/2011	676.69	669.00	3.35	3.45
4/11/2011	675.61	670.00	3.35	3.45
7/11/2011	673.68	663.20	3.35	3.45
8/11/2011	695.76	693.70	3.35	3.45
9/11/2011	682.23	678.20	3.35	3.45
10/11/2011	682.03	681.00	3.35	3.45
11/11/2011	683.01	678.00	3.35	3.45
14/11/2011	693.30	687.10	3.35	3.45
15/11/2011	693.03	685.50	3.35	3.45
16/11/2011	700.81	698.80	3.35	3.45

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราคอเบีย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
17/11/2011	697.03	691.80	3.35	3.45
18/11/2011	688.80	686.20	3.35	3.45
21/11/2011	674.87	662.00	3.35	3.45
22/11/2011	684.07	672.90	3.35	3.45
23/11/2011	683.31	674.30	3.35	3.45
24/11/2011	686.66	681.20	3.35	3.45
25/11/2011	675.60	667.40	3.35	3.45
28/11/2011	689.41	683.00	3.35	3.45
29/11/2011	691.79	686.80	3.35	3.45
30/11/2011	697.33	693.60	3.35	3.45
1/12/2011	716.02	713.70	3.17	3.36
2/12/2011	724.23	723.00	3.17	3.36
6/12/2011	724.50	723.00	3.17	3.36
7/12/2011	736.72	736.80	3.17	3.36
8/12/2011	733.72	733.00	3.17	3.36
9/12/2011	725.92	727.50	3.17	3.36
13/12/2011	723.36	728.20	3.17	3.36
14/12/2011	718.21	718.70	3.17	3.36
15/12/2011	719.06	717.70	3.17	3.36
16/12/2011	726.49	728.00	3.17	3.36
19/12/2011	725.54	728.00	3.17	3.36
20/12/2011	725.26	727.20	3.17	3.36
21/12/2011	734.22	733.80	3.17	3.36
22/12/2011	732.73	732.50	3.17	3.36
23/12/2011	727.97	726.80	3.17	3.36
26/12/2011	724.57	723.10	3.17	3.36

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราคอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
27/12/2011	721.90	719.00	3.17	3.36
28/12/2011	721.87	716.50	3.17	3.36
29/12/2011	717.28	717.70	3.17	3.36
4/1/2012	726.99	718.10	3.08	3.17
5/1/2012	727.12	719.00	3.08	3.17
6/1/2012	725.69	717.30	3.08	3.17
9/1/2012	732.21	723.80	3.08	3.17
10/1/2012	738.13	736.90	3.08	3.17
11/1/2012	736.14	734.40	3.08	3.17
12/1/2012	735.88	733.60	3.08	3.17
13/1/2012	730.40	723.40	3.08	3.17
16/1/2012	724.43	719.30	3.08	3.17
17/1/2012	740.03	734.90	3.08	3.17
18/1/2012	735.37	734.40	3.08	3.17
19/1/2012	740.60	738.90	3.08	3.17
20/1/2012	739.56	735.00	3.08	3.17
23/1/2012	741.67	739.80	3.08	3.17
24/1/2012	742.95	739.10	3.08	3.17
25/1/2012	736.69	733.80	3.08	3.17
26/1/2012	745.81	744.40	3.08	3.17
27/1/2012	752.18	751.60	3.08	3.17
30/1/2012	750.95	749.50	3.08	3.17
31/1/2012	757.45	755.50	3.08	3.17
1/2/2012	759.16	758.00	3.02	3.54
2/2/2012	763.40	760.00	3.02	3.54
3/2/2012	768.96	766.30	3.02	3.54

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
6/2/2012	765.82	759.60	3.02	3.54
7/2/2012	770.95	766.70	3.02	3.54
8/2/2012	783.39	782.90	3.02	3.54
9/2/2012	784.72	784.10	3.02	3.54
10/2/2012	781.21	778.30	3.02	3.54
13/2/2012	784.08	781.00	3.02	3.54
14/2/2012	776.12	773.70	3.02	3.54
15/2/2012	791.85	790.70	3.02	3.54
16/2/2012	787.13	787.20	3.02	3.54
17/2/2012	794.86	791.60	3.02	3.54
20/2/2012	800.22	797.60	3.02	3.54
21/2/2012	803.66	799.00	3.02	3.54
22/2/2012	801.59	795.40	3.02	3.54
23/2/2012	803.61	801.50	3.02	3.54
24/2/2012	808.27	804.70	3.02	3.54
27/2/2012	799.19	793.70	3.02	3.54
28/2/2012	807.69	802.80	3.02	3.54
29/2/2012	818.78	820.50	3.02	3.54
1/3/2012	821.96	824.10	3.02	3.44
2/3/2012	821.18	821.00	3.02	3.44
5/3/2012	814.68	817.50	3.02	3.44
6/3/2012	810.79	813.50	3.02	3.44
8/3/2012	823.07	829.20	3.02	3.44
9/3/2012	814.89	818.00	3.02	3.44
12/3/2012	807.65	808.20	3.02	3.44
13/3/2012	809.97	812.80	3.02	3.44

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
14/3/2012	818.14	817.00	3.02	3.44
15/3/2012	823.39	824.50	3.02	3.44
16/3/2012	838.44	840.40	3.02	3.44
19/3/2012	837.93	842.10	3.02	3.44
20/3/2012	843.65	844.00	3.02	3.44
21/3/2012	852.14	854.80	3.02	3.44
22/3/2012	839.22	840.90	3.02	3.44
23/3/2012	841.76	842.00	3.02	3.44
26/3/2012	836.77	840.20	3.02	3.44
27/3/2012	852.25	850.60	3.02	3.44
28/3/2012	849.51	848.70	3.02	3.44
29/3/2012	849.34	849.20	3.02	3.44
30/3/2012	842.91	843.20	3.02	3.44
2/4/2012	843.87	842.50	3.05	3.36
3/4/2012	853.51	849.40	3.05	3.36
4/4/2012	843.26	836.90	3.05	3.36
5/4/2012	831.74	824.30	3.05	3.36
10/4/2012	819.57	816.70	3.05	3.36
11/4/2012	810.76	809.80	3.05	3.36
12/4/2012	821.45	814.00	3.05	3.36
17/4/2012	813.00	809.10	3.05	3.36
18/4/2012	818.87	811.10	3.05	3.36
19/4/2012	832.66	829.20	3.05	3.36
20/4/2012	839.45	837.90	3.05	3.36
23/4/2012	834.68	830.30	3.05	3.36
24/4/2012	842.26	839.70	3.05	3.36

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
25/4/2012	842.33	841.00	3.05	3.36
26/4/2012	848.32	846.40	3.05	3.36
27/4/2012	850.11	849.90	3.05	3.36
30/4/2012	863.82	863.10	3.05	3.36
2/5/2012	871.94	873.20	3.04	3.66
3/5/2012	872.75	875.00	3.04	3.66
4/5/2012	861.93	860.80	3.04	3.66
8/5/2012	864.17	862.20	3.04	3.66
9/5/2012	845.27	840.80	3.04	3.66
10/5/2012	832.43	829.60	3.04	3.66
11/5/2012	833.65	831.00	3.04	3.66
14/5/2012	815.21	809.50	3.04	3.66
15/5/2012	830.41	828.20	3.04	3.66
16/5/2012	820.40	818.30	3.04	3.66
17/5/2012	821.87	815.50	3.04	3.66
18/5/2012	806.71	802.80	3.04	3.66
21/5/2012	790.73	785.60	3.04	3.66
22/5/2012	786.06	782.40	3.04	3.66
23/5/2012	770.17	768.30	3.04	3.66
24/5/2012	783.86	781.80	3.04	3.66
25/5/2012	786.87	781.40	3.04	3.66
28/5/2012	791.76	791.40	3.04	3.66
29/5/2012	802.16	797.00	3.04	3.66
30/5/2012	789.62	781.30	3.04	3.66
31/5/2012	791.54	789.60	3.04	3.66
1/6/2012	772.39	768.50	3.03	3.56

## ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ราคาซื้อขาย ทันที	ราคาซื้อขาย ล่วงหน้า	อัตราดอกเบี้ย ของตัวเงินคลัง	อัตราผลตอบแทน ของเงินปันผล
5/6/2012	761.66	761.70	3.03	3.56
6/6/2012	775.60	775.00	3.03	3.56
7/6/2012	777.14	775.00	3.03	3.56
8/6/2012	783.68	783.00	3.03	3.56
11/6/2012	807.94	806.30	3.03	3.56
12/6/2012	810.66	808.40	3.03	3.56
13/6/2012	806.51	803.10	3.03	3.56
14/6/2012	801.72	798.90	3.03	3.56
15/6/2012	812.56	813.80	3.03	3.56
18/6/2012	809.88	810.00	3.03	3.56
19/6/2012	816.90	816.50	3.03	3.56
20/6/2012	816.68	814.10	3.03	3.56
21/6/2012	804.89	806.10	3.03	3.56
22/6/2012	800.07	798.00	3.03	3.56
25/6/2012	795.68	793.00	3.03	3.56
26/6/2012	798.51	798.80	3.03	3.56
27/6/2012	809.75	810.10	3.03	3.56
28/6/2012	814.02	818.50	3.03	3.56

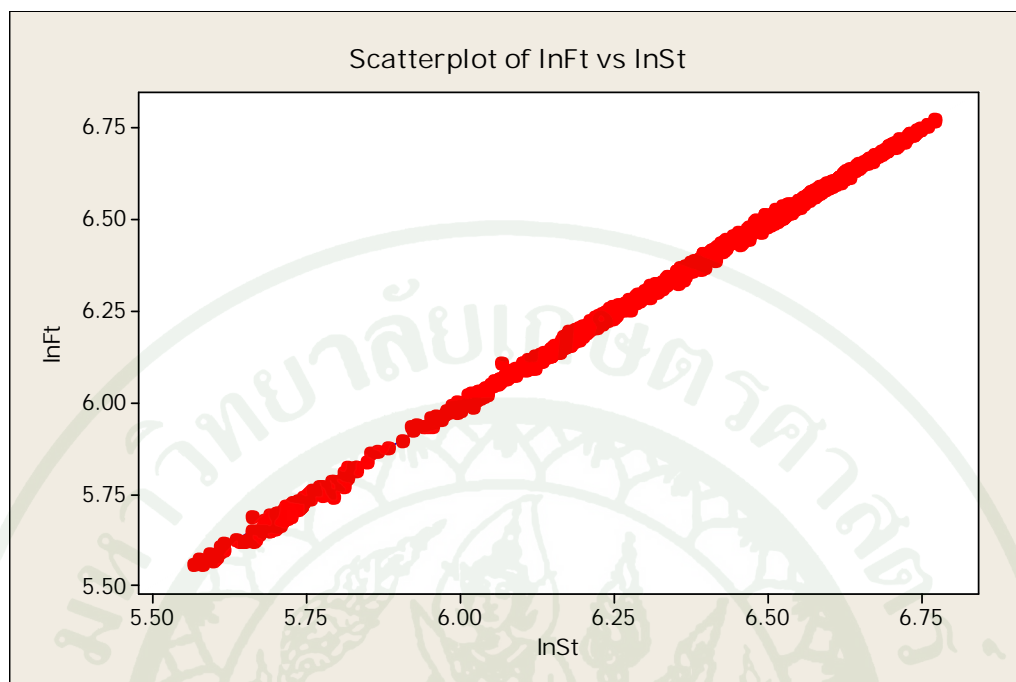
ตารางผนวกที่ ก2 ตาราง ADF critical values

n	No Intercept, No Trend	Intercept, No Trend	Intercept, Trend	F-statistic
25	-2.26	-3.33	-3.95	7.24
50	-2.25	-3.22	-3.80	6.73
100	-2.24	-3.17	-3.73	6.49
250	-2.23	-3.14	-3.69	6.34
500	-2.23	-3.13	-3.68	6.30
$\infty$	-2.23	-3.12	-3.66	6.25

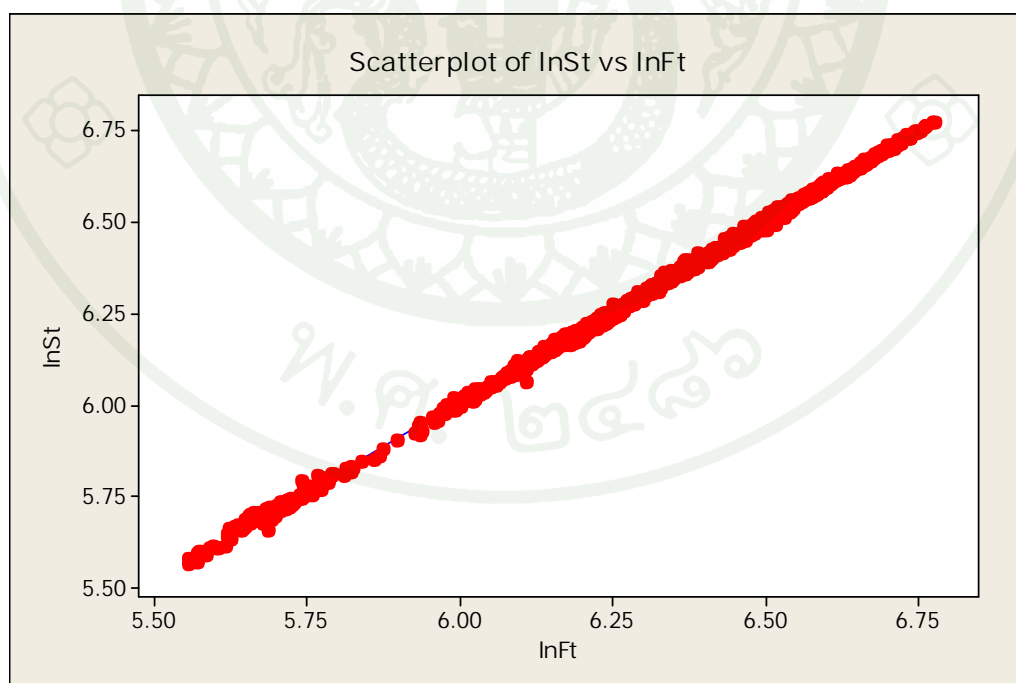
ที่มา: Dickey and Fuller (1981)



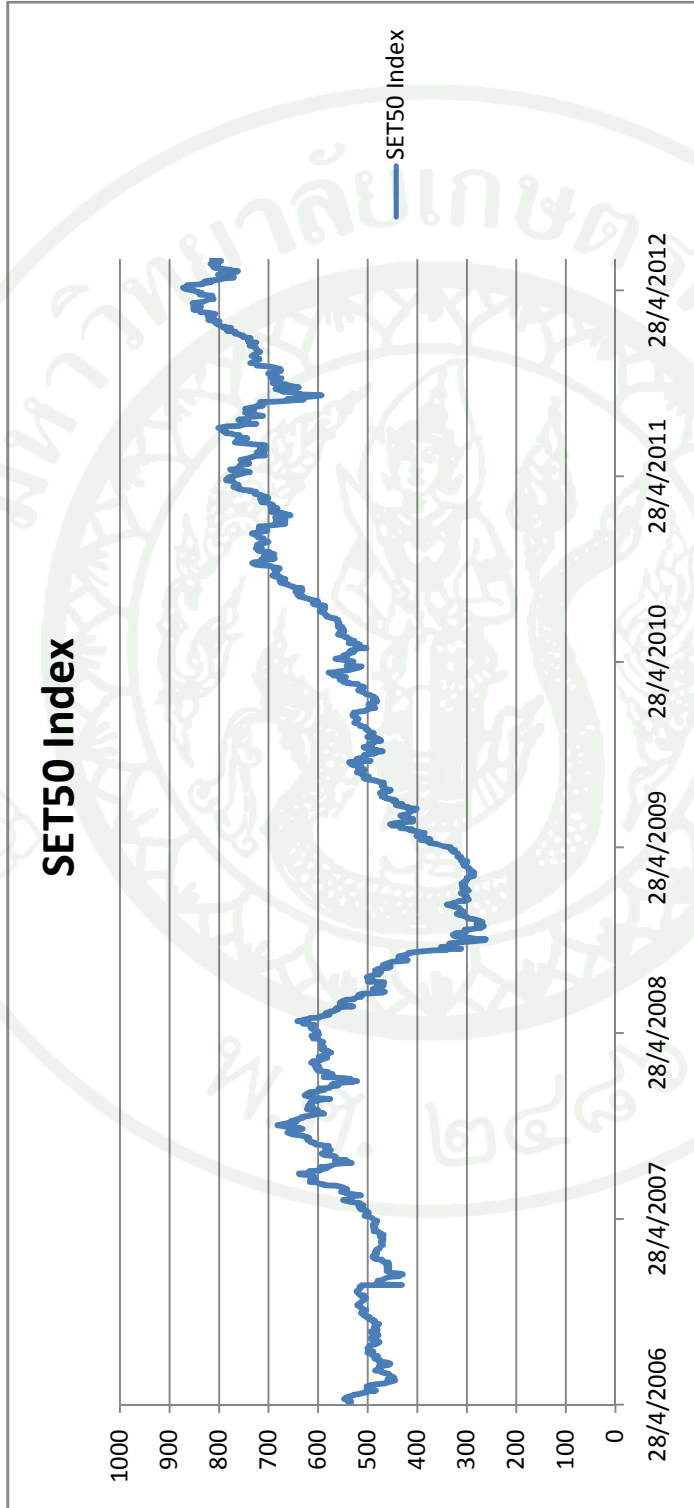
ภาคผนวก ข  
แผนภาพการกระจายข้อมูลและเส้นถดถอยกับ Time series plot ของข้อมูล



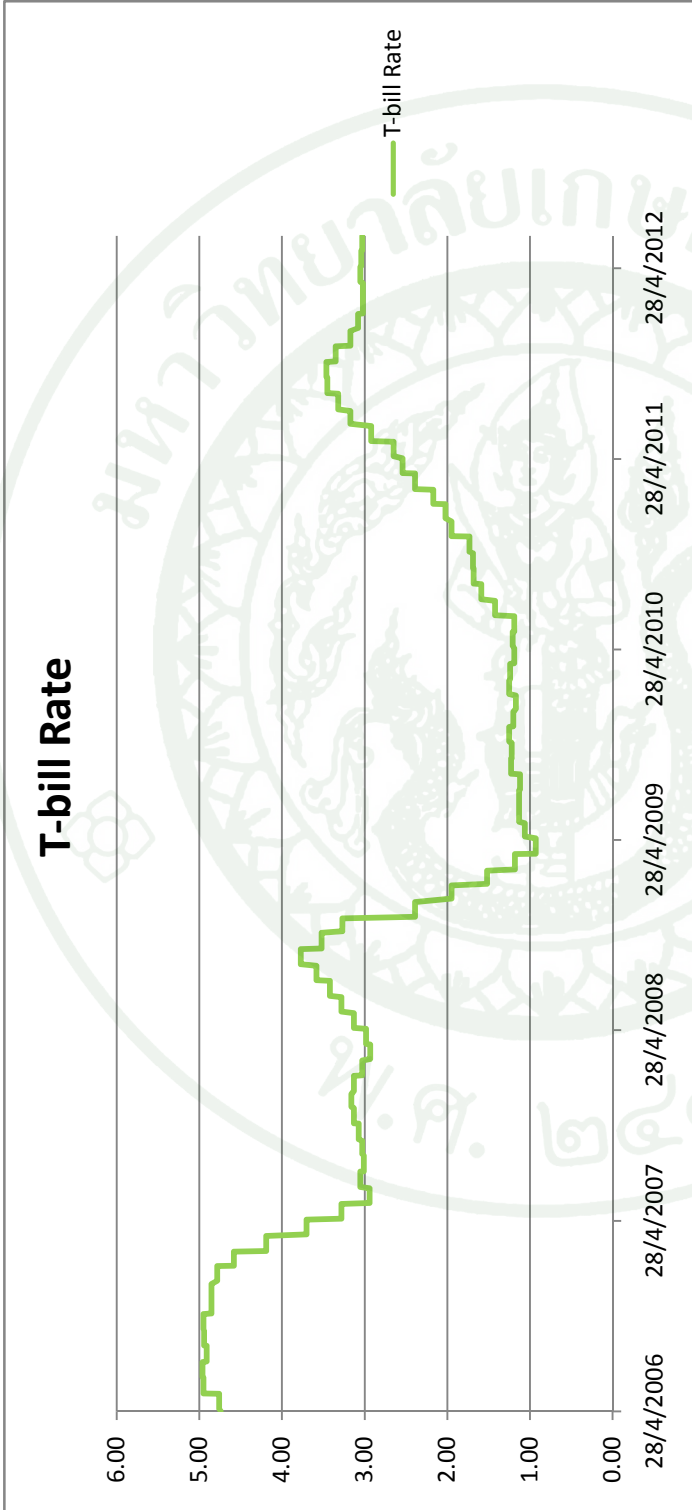
ภาพผนวกที่ ข 1 แผนภาพการกระจายของข้อมูลและเส้นถดถอย  $\ln S_t$  กับ  $\ln F_t$

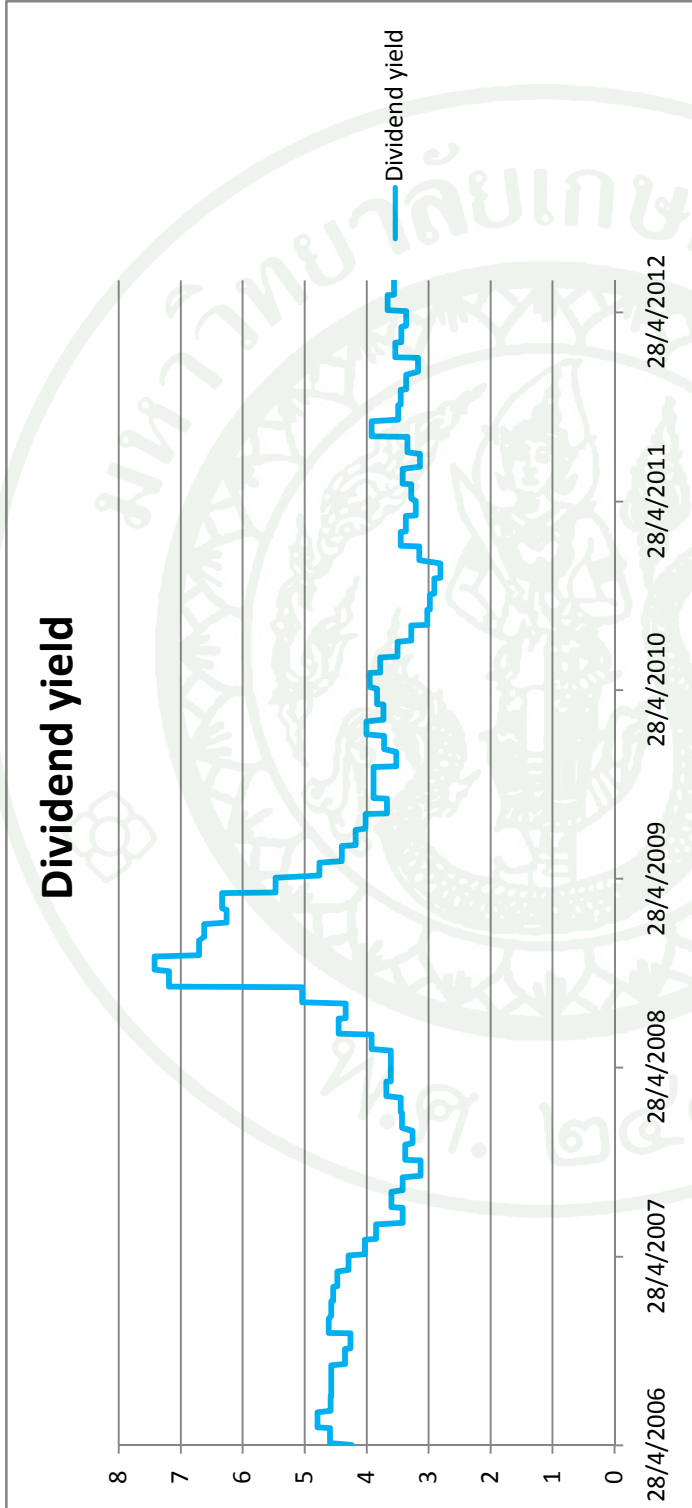


ภาพผนวกที่ ข 2 แผนภาพการกระจายของข้อมูลและเส้นถดถอย  $\ln F_t$  กับ  $\ln S_t$











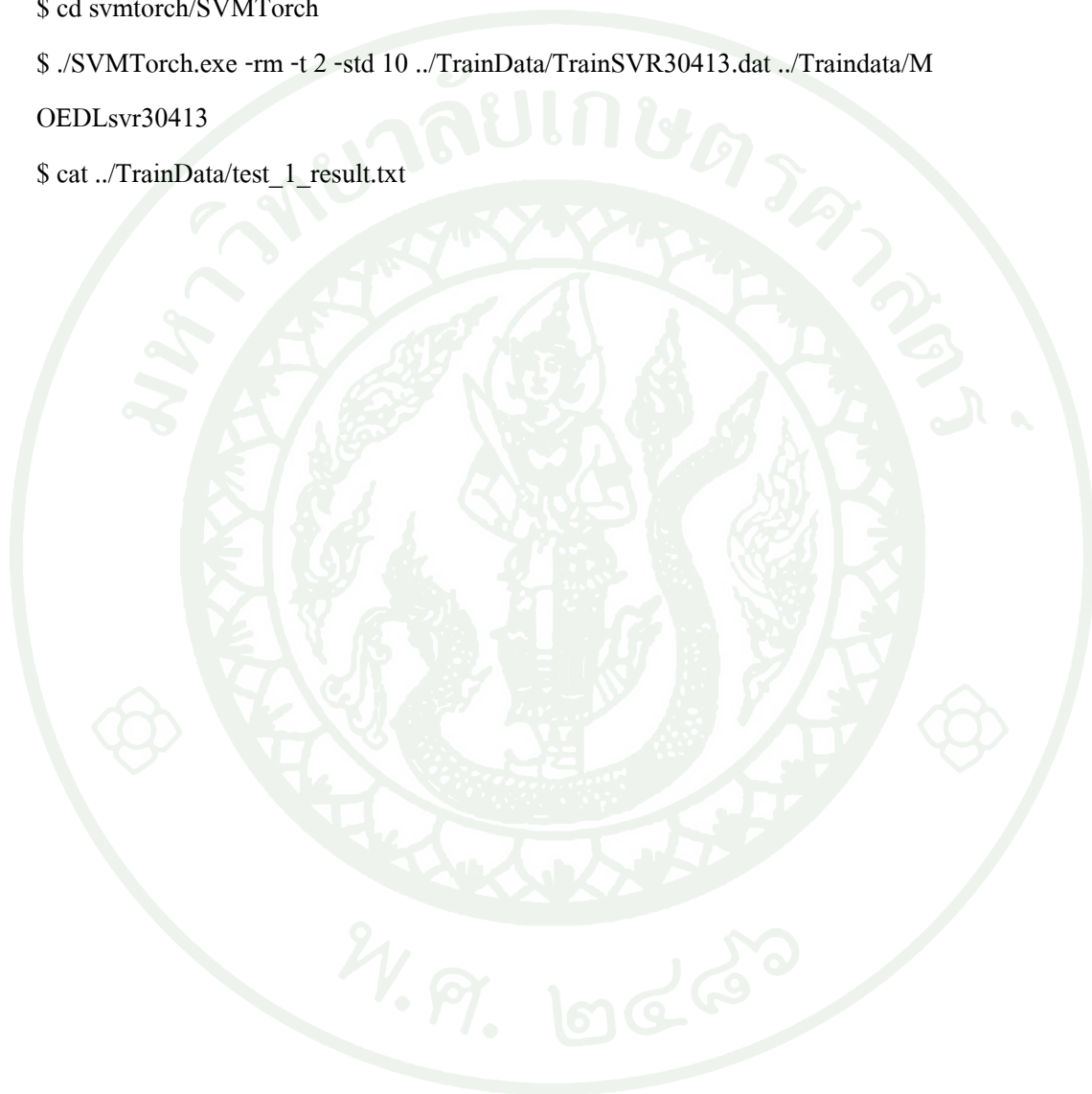
ภาคผนวก ค  
การประมวลผลข้อมูลโดยโปรแกรม SVM Torch

ตัวอย่างคำสั่งสำหรับประมวลผลข้อมูลและพยากรณ์โดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน  
(SVM Torch)

```
$ cd svmtorch/SVMTorch
```

```
$ ./SVMTorch.exe -rm -t 2 -std 10 ../TrainData/TrainSVR30413.dat ../Traindata/M  
OEDLsvr30413
```

```
$ cat ../TrainData/test_1_result.txt
```



## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ -นามสกุล	นายสรศักดิ์ จงสมบัติไพบูลย์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	31 พฤษภาคม 2518
สถานที่เกิด	อำเภอพญาไทจังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	บธ.บ. (การเงิน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2553)