

โครงสร้างความผันผวนรูปรอยยิ้ม (Volatility Smile)
และความสามารถในการอธิบายและการคาดการณ์
ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงของผลตอบแทนดัชนี SET50
โดยความผันผวนแฝง (Implied Volatility)
ที่ได้จาก SET50 Option*

ธนศักดิ์ ปะทักษ์** สดาวลย์ กองสุพรรณ***
ศศิภา ชลาภาบุญ**** ปิยภัสร ธาระวานิช*****

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาพฤติกรรมความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ของ SET50 option โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2553 ผลการศึกษา พบว่า ความผันผวนแฝงไม่ได้มีค่าคงที่อย่างที่แบบจำลอง Black-Scholes ใช้เป็นสมมติฐาน โดยเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนแฝงกับราคาการใช้สิทธิ (Exercise Price) ต่ราคาราคา Futures (K/F) ของ call option และ put option จะพบลักษณะโครงสร้างความผันผวนเป็นรูปรอยยิ้ม (Volatility Smile)

- * งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของสารนิพนธ์ (IS) ที่นักศึกษาปริญญาโทด้านการจัดการ สาขาการเงิน (MMF) วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล ทำขึ้นเพื่อสำเร็จการศึกษา คณะผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ธาตรี จันทโรลิกา ที่ให้คำแนะนำสำหรับการวิจัยนี้อย่างดียิ่ง
- ** พนักงานบริษัท Maersk Line (Thailand) จำกัด
เอ็มไพร์ ทาวเวอร์ เลขที่ 195 ถ.สาทรใต้ แขวงยานนาวา เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120
- *** พนักงานบริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน)
เอไอเอส ทาวเวอร์ เลขที่ 1291/1 ถ.พหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
- **** พนักงานธนาคารไทยพาณิชย์
ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) สำนักงานใหญ่ 9 ถ.รัชดาภิเษก เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
- ***** อาจารย์ประจำหลักสูตรการจัดการมหาบัณฑิต สาขาการเงิน (MMF) วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล
อาคารมว 69 ถ.วิภาวดีรังสิต เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
E-mail: cmpiyapas@mahidol.ac.th

ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) ของผลตอบแทนดัชนี SET50 พบว่า ความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดซึ่งวัดโดย RMSE (Root Mean Square Error) น้อยกว่าความผันผวนในอดีต (Historical Volatility)

เมื่อใช้ความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในสมการถดถอยเพื่ออธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง ผลการศึกษา พบว่า สำหรับช่วงระยะเวลา 5-40 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงของทั้ง call option และ put option ไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ แต่ค่าความผันผวนในอดีตกลับสามารถอธิบายได้

สำหรับในช่วงระยะเวลา 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ และในกรณีของ call option เป็นค่าพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพ (Informational Efficient) ในแง่ที่ว่าตัวแปรอื่นคือความผันผวนในอดีตไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ แต่เป็นค่าพยากรณ์ที่มีอคติ (Biased Predictor) กล่าวคือ ไม่สามารถพยากรณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยสะท้อนถึงการคาดการณ์ของตลาดที่ไม่สมบูรณ์ (Not Perfectly Rational Expectation)

คำสำคัญ: ความผันผวนแฝง ความผันผวน การทำนายความผันผวน อีอปชั่น

Volatility Smile and Forecasting Performance of Implied Volatility from SET50 Option*

Tanasak Patakinang** Ladawan Thongsupan***

Sasipa Chalakarn**** Piyapas Tharavanij*****

Abstract

This research studies behaviors of implied volatility from SET50 option using data from 2008 to 2010. We find that implied volatility was not a constant across different exercise prices as assumed by the Black-Scholes model. We found a relationship between Implied Volatility and Moneyness (Exercise Price/Futures) of both call option and put option. Volatility Smile is observed from the graph of this relationship.

In forecasting realized volatility, implied volatility had a lower overall error as measured by RMSE (Root Mean Square Error) than historical volatility. Interestingly we find that, for 5-20 trading days prior to maturity,

* This paper is partly a result from Independent Study (IS) conducted by MMF students to finish their master degrees. All authors would like to thank Dr. Tatre Jantarakolica for his kind comments and suggestions.

** Officer at Maersk Line (Thailand) Co Ltd.

Empire Tower, 195 South Sathon Rd., Yannawa, Sathon, Bangkok 10120

*** Officer at Advanced Info Services Inc.

AIS Tower, 1291 Phaholyothin Rd., Phayathai, Bangkok 10400

**** Officer at Siam Commercial Bank public company limited

Siam Commercial Bank Headquarter, 9 Ratchadapisek Rd., Jatujak, Bangkok 10900

***** Full-time faculty at Master of Management in Finance (MMF) program, College of Management, Mahidol University. MU building, 69 Vipawadee Rangsit Rd., Phayathai, Bangkok 10400

implied volatility of both call option and put option could not explain realized volatility but historical volatility could. In sharp contrast, for 41-60 trading day prior to maturity, implied volatility of both call option and put option could explain realized volatility. In addition, implied volatility from call option is an informational efficient predictor in a sense that historical volatility could not help explain realized volatility. However, implied volatilities from both call and put option were biased predictors, or in other words, they could not predict realized volatility correctly on average, suggesting that implied volatility was not formed according to rational expectation.

Keywords: *Implied Volatility, Volatility, Volatility Forecasting, Option*

บทนำ (Introduction)

แบบจำลองมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินราคา option ก็คือ การใช้แบบจำลอง Black-Scholes (1973) ซึ่งเสนอว่าราคาของ option จะถูกกำหนดจากความผันผวนของผลตอบแทนของสินทรัพย์พื้นฐาน (Standard Deviation of Returns of an Underlying Asset) โดยค่าความผันผวนนี้เป็นการคาดการณ์ของตลาดถึงความผันผวนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตไปจนครบกำหนดอายุของ option ดังนั้น ถ้าเราทราบราคาซื้อขาย option ในตลาด เราก็สามารถใช้สมการ Black-Scholes ในการคิดย้อนกลับมาเพื่อหาค่าความผันผวนตามแบบจำลองได้ โดยค่าที่ได้นั้นถูกเรียกว่า ความผันผวนแฝง (Implied Volatility)

งานศึกษาในต่างประเทศ พบว่า ค่าความผันผวนแฝงไม่ได้มีค่าคงที่อย่างที่ด้ังไว้เป็นสมมติฐานในแบบจำลอง Black-Scholes (1973) ผลการศึกษา พบว่า ค่านี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามราคาการใช้สิทธิ (Exercise Price) และระยะเวลาครบกำหนด (Maturity) นอกจากนี้งานวิจัยยังพบอีกว่า ค่าความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในภายหลัง (Realized Volatility) ได้ดีกว่าการคาดการณ์ด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น ค่าความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) หรือจากแบบจำลอง GARCH

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษถึงพฤติกรรมของความผันผวนแฝงที่ได้จาก SET50 Index Option ซึ่งซื้อขายในตลาดอนุพันธ์ (TFEX) โดยใช้ข้อมูลระหว่างปี 2551-2553 ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนแฝงจะเปลี่ยนแปลงไปตามราคาใช้สิทธิ ไม่ได้มีค่าคงที่อย่างที่สมมติในแบบจำลอง Black-Scholes โดยกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนแฝงกับราคาการใช้สิทธิ (Exercise Price) มีลักษณะเป็นรูปรอยยิ้ม (Volatility Smile) ทั้งสำหรับ SET50 call option และ put option

งานวิจัย พบว่า ในบางช่วงเวลา ราคาของ option ไม่เป็นไปตามขอบเขตทางทฤษฎี (Violations of Theoretical Bounds) อันทำให้มีโอกาการทำได้กำไรโดยปราศจากความเสียง (Arbitrage) งานวิจัยยังพบอีกว่าโดยเฉลี่ยแล้ว ความผันผวนแฝงของทั้ง SET50 call option และ put option มีค่าไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับความสัมพันธ์ตาม Put – Call Parity

งานวิจัยยังได้ทำการศึกษถึงความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในภายหลังโดยค่าความผันผวนแฝง ทั้งในแง่ความสามารถในการอธิบาย (Explanatory Power) หรือทำนาย (Forecasting Performance) ความมีประสิทธิภาพในการสะท้อนข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่ (Informational Efficient) และความไม่มีอคติ (Unbiased) โดยเปรียบเทียบกับารคาดการณ์ด้วยค่าความผันผวนในอดีต

ผลการศึกษา พบว่า สำหรับช่วงระยะเวลา 5-40 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ของทั้ง call option และ put option ไม่สามารถคาดการณ์ความผันผวน

ที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) ได้ แต่ค่าความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) กลับสามารถพยากรณ์ได้ ส่วนในช่วงระยะเวลา 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงของทั้ง call option และ put option สามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง โดยความผันผวนแฝงของ call option เป็นค่าพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพในแง่ที่ว่าตัวแปรอื่นอย่างเช่นความผันผวนในอดีต ไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ อย่างไรก็ตาม ความผันผวนแฝงเป็นค่าพยากรณ์ที่มีอคติ (Biased Predictor) กล่าวคือ ไม่สามารถพยากรณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้อย่างถูกต้องโดยเฉลี่ย สะท้อนถึงการคาดการณ์ของตลาดที่ไม่สมบูรณ์ (Not Perfectly Rational Expectation) สำหรับความผันผวนแฝงของ put option นั้นสามารถทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ แต่เป็นค่าพยากรณ์ที่มีอคติ และเป็นค่าพยากรณ์ที่ไม่มีประสิทธิภาพเพราะความผันผวนในอดีตก็ยังคงสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้

ดังนั้น ผลที่สำคัญสำหรับการบริหารความเสี่ยง ก็คือ การใช้ความผันผวนแฝงในแบบจำลองบริหารความเสี่ยงอาจไม่ได้ผลดีขึ้นมากนัก เมื่อเทียบกับใช้ความผันผวนในอดีต หรือใช้แบบจำลองความผันผวนอย่าง GARCH ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากตลาด option ของไทยที่ยังไม่ได้สะท้อนถึงการคาดการณ์ความผันผวนในอนาคตได้อย่างแม่นยำ

รายงานฉบับนี้ถูกแบ่งออกเป็นห้าส่วน คือ บทนำ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการวิจัย ผลการวิจัย และสรุปผล ตามลำดับ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ สามารถแบ่งได้เป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกเป็นงานวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างความผันผวนรูปรอยยิ้ม และกลุ่มที่สองเป็นการศึกษาถึงความสามารถในการอธิบายและพยากรณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยความผันผวนแฝง

งานศึกษาโครงสร้างความผันผวนรูปรอยยิ้ม (Volatility Smile)

สมมติฐานสำคัญของแบบจำลอง Black-Scholes (1973) คือ การที่ค่าความผันผวนของผลตอบแทนของสินทรัพย์พื้นฐานมีค่าคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามราคาการใช้สิทธิ (Exercise Price) หรือ ระยะเวลาการใช้สิทธิ (Time to Maturity) งานวิจัยเชิงประจักษ์ในต่างประเทศได้ทำการทดสอบสมมติฐานดังกล่าวนี้ โดยการคำนวณหาความผันผวนแฝง จากราคาที่ซื้อขายกันในตลาดของ option ที่มีราคาการใช้สิทธิและระยะเวลาการใช้สิทธิแตกต่างกัน เพื่อทดสอบว่าค่าความผันผวนแฝงจะมีค่าคงที่ตรงตามข้อสมมติฐานในทางทฤษฎีหรือไม่

Macbeth and Merville (1979) พบว่า ความผันผวนแฝง (Implied Volatility) จะมีค่าสูง สำหรับ option ที่เป็น Deep-In-The-Money call หรือ Deep-Out-of-The-Money put และจะมีค่าต่ำสำหรับ option ที่เป็น Deep-Out-of-The-Money call หรือ Deep-

In-The-Money put ทำให้แบบจำลอง Black-Scholes มีแนวโน้มที่จะประเมินราคาต่ำไป (Underpriced) สำหรับ Deep-In-The-Money call หรือ Deep-Out-of-The-Money put ในขณะที่ประเมินราคาสูงไป (Overpriced) สำหรับ Deep-Out-of-The-Money call หรือ Deep-In-The-Money put

ผลข้างต้นได้รับการยืนยันด้วยการศึกษาของ Rubinstein (1985) ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับราคาซื้อขาย option ในตลาด CBOE ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 1976 ถึงเดือนสิงหาคม 1978 โดยใช้การทดสอบนอนพารามेटริกซ์ (Non-parametric) แล้วพบว่า สมมติฐานของแบบจำลอง Black-Scholes (1973) ที่กำหนดว่าความผันผวนแฝงมีค่าคงที่นั้นไม่เป็นจริง โดยเมื่อใส่ราคาตลาดของ option ที่มีสินทรัพย์อ้างอิงเดียวกันแต่มีอายุคงเหลือและราคาใช้สิทธิต่างกันแล้วคำนวณค่าความผันผวนแฝงตามสมการในแบบจำลอง เราจะได้ค่าความผันผวนแฝงที่แตกต่างกันไป และเมื่อนำผลมาแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนแฝงกับราคาการใช้สิทธิ จะได้รูปแบบความสัมพันธ์ในลักษณะรอยยิ้ม (Volatility Smile) หรือเป็นเส้นโค้งลาดลงมาทางขวามือ (Volatility Skew) ในกรณีที่มีสินทรัพย์พื้นฐานเป็นหุ้น ต่อมา Dumas *et al.* (1996) ได้ศึกษาความผันผวนแฝงที่ได้จากแบบจำลอง Black-Scholes โดยใช้ S&P500 Call Index Options แล้วพบว่า ตั้งแต่ตลาดหุ้นเกิดวิกฤติในปี 1987 โครงสร้างความผันผวนแฝงรูปแบบรอยยิ้มมีลักษณะเบ้มากขึ้น (Volatility Skew)

ผลที่ได้ข้างต้นได้ถูกยืนยันอีกครั้งโดยงานวิจัยของ Shie (2009) ซึ่งได้ทดสอบนอนพารามेटริกซ์ โดยใช้ข้อมูล 14 เดือน คือ เดือนกรกฎาคม 1983 ถึงเดือนธันวาคม 1985 โดยทำการศึกษารูปแบบของความผันผวนแฝง ของ S&P500 Call Index Options ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนแฝงของราคาใช้สิทธิที่แตกต่างกันแต่วันครบกำหนดเดียวกันจะเป็นรูปแบบ U-shaped เรียกว่า รูปรอยยิ้ม ส่วน Heynen (1993) ได้ศึกษารูปแบบความผันผวนแฝง ของ European call option ของตลาด Amsterdam โดยการทดสอบนอนพารามेटริกซ์ ก็พบว่า รูปแบบความผันผวนแฝงเป็นลักษณะ U-shaped อีกเช่นกัน

สรุปได้ว่างานศึกษาในต่างประเทศยืนยันว่า ความผันผวนแฝงที่คำนวณได้จากราคา option โดยใช้แบบจำลอง Black-Scholes นั้น มีค่าไม่คงที่ โดยจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามราคาการใช้สิทธิ เมื่อเขียนเป็นกราฟจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนแฝง กับราคาการใช้สิทธิ เป็นรูปรอยยิ้ม หรือเส้นโค้งลาดลงมาทางขวามือ และเมื่อเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนแฝงกับระยะเวลาการใช้สิทธิ ก็จะพบว่า ความผันผวนไม่ได้มีค่าคงที่ทุกสำหรับทุกช่วงเวลา แต่จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาการใช้สิทธิ เกิดเป็นเส้นโครงสร้างความผันผวน (Volatility Term Structure) เมื่อเขียนกราฟสามมิติโดยมีตัวแปรอิสระคือราคาการใช้สิทธิและระยะเวลาการใช้สิทธิกับตัวแปรตามคือความผันผวนแฝง เราจะได้พื้นผิวของความผันผวน (Volatility Surface) ซึ่งไม่ได้แบนราบตามข้อสมมติฐานของแบบจำลอง Black-Scholes

งานศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนแฝง (Implied Volatility) กับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

ภายใต้สมมติฐานที่ว่าความผันผวนแฝงเป็นการคาดการณ์ของตลาดต่อความผันผวนของผลตอบแทนของหุ้น ที่จะเกิดระหว่างวันซื้อขายกับวันที่ option นั้นครบกำหนดอายุ งานวิจัยในกลุ่มนี้จึงทำการทดสอบว่าความผันผวนแฝง สามารถทำนายหรืออธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงของผลตอบแทนที่เกิดขึ้นระหว่างวันซื้อขายกับวันครบกำหนดอายุได้เพียงใด โดยเขียนเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$rv_t = \alpha_0 + \alpha_1 iv_t + \alpha_x X + \varepsilon_t$$

rv_t คือ ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility), iv_t คือ ความผันผวนแฝง (Implied Volatility), X คือ ตัวแปรอิสระอื่น ๆ, ส่วน ε_t คือ ตัวแปรสุ่มของความผิดพลาด (Random Error Term) ถ้าหากความผันผวนแฝงเป็นค่าการคาดการณ์ความผันผวนในอนาคตที่จะเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพโดยรวมผลของข้อมูลทุกอย่างที่มีในตลาด (Informational Efficient) ค่าสัมประสิทธิ์ $\alpha_x = 0$ โดยเป็นการสะท้อนว่า ข้อมูลตัวแปรอื่น ๆ ไม่สามารถทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ และถ้าหากความผันผวนแฝงสามารถทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้อย่างเที่ยงตรง (Unbiased) นั่นคือ ความผันผวนแฝงสามารถทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ควรจะเป็น $\alpha_0 = \alpha_x$ และ $\alpha_1 = 1$

ความสามารถในการอธิบาย (Explanatory Power) ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยค่าความผันผวนแฝงนั้น สามารถวัดได้โดยค่า R-squared และ Adjusted R-squared ส่วนความสามารถในการคาดการณ์ (Forecasting Performance) เมื่อเทียบกับค่าคาดการณ์ตัวอื่น ๆ ถูกวัดโดยค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของค่าคาดการณ์ (Root Mean Square Error, RMSE)

งานศึกษาในกลุ่มนี้ทำการทดสอบความมีประสิทธิภาพ (Informational Efficient) ความเที่ยงตรง (Unbiased) ความสามารถในการอธิบาย (Explanatory Power) และความสามารถในการคาดการณ์ (Forecasting Performance) ของความผันผวนแฝงในการอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง

Dumas *et al.* (1996) ซึ่งใช้ข้อมูลรายวันของดัชนี S&P100 ตั้งแต่ช่วงเดือนตุลาคม 1985 ถึงเดือนเมษายน 1992 (แต่ไม่รวมช่วงตุลาคม 1987 ซึ่งเป็นช่วงเวลาเกิดวิกฤติ) และได้ทำการแก้ไขปัญหาทางสถิติที่อาจเกิดขึ้นจากความไม่เป็นอิสระของข้อมูล (Not Independent Observation) เนื่องจากการใช้ข้อมูลที่คาบเกี่ยวกัน (Overlapping Data) ได้คำนวณความผันผวนแฝง (Implied Volatility) จากแบบจำลอง Binomial ของ Fleming and Whaley (1994) model แล้วพบว่า

ความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ (Biased) แต่ก็สามารถคาดการณ์ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง ได้ดีกว่าค่าความผันผวนในอดีต

งานวิจัยในระยะถัดมาส่วนใหญ่ได้ใช้ข้อมูลที่ไม่คาบเกี่ยวกัน (Non-overlapping Data) อันทำให้ข้อมูลที่ได้เป็นอิสระต่อกัน (Independent Observation) และตีความผลทางสถิติได้ดีขึ้น งานที่สำคัญ ได้แก่ Christensen and Prabhala (1998) ซึ่งใช้ข้อมูลราคาปิดของ At-The-Money Option ของดัชนี S&P100 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 1983 ถึงเดือนพฤษภาคม 1995 ผลการศึกษาพบว่า ความผันผวนแฝงได้รวมเอาข้อมูลที่มีในตลาดโดยเฉพาะความผันผวนในอดีต ไว้ในการคาดการณ์ ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมดแล้ว ดังนั้น ความผันผวนแฝงจึงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนั้น ความผันผวนแฝงยังเป็นค่าคาดการณ์ที่ไม่มีอคติ (Unbiased) อีกด้วย

งานวิจัยต่อมาของ Christensen and Hansen (2002) ก็ได้ยืนยันผลข้างต้นโดยใช้ข้อมูล option ของดัชนี Danish KFX ตั้งแต่เดือนกันยายน 1995 ถึงเดือนธันวาคม 1999 ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนแฝงของ call option ไม่มีอคติ (Unbiased) และสามารถคาดการณ์ ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ความผันผวนแฝงของ put option กลับมีอคติและมีความสามารถในการคาดการณ์น้อยกว่าความผันผวนในอดีต อย่างไรก็ตาม Shu and Zhang (2003) ซึ่งใช้ข้อมูลราคาปิดรายวันของ option บนดัชนี S&P500 ตั้งแต่เดือนมกราคม 1995 ถึงเดือนธันวาคม 1999 ในการศึกษาและพบว่าความผันผวนแฝงมีอคติแต่สามารถคาดการณ์ ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณได้จากแบบจำลอง Black-Scholes สามารถใช้ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีกว่าค่าความผันผวนแฝงที่ได้จากแบบจำลอง Stochastic Volatility ของ Heston (2003)

ผลข้างต้นสอดคล้องกับผลการศึกษาตลาดออสเตรเลียของ Yang (2006) ซึ่งใช้ข้อมูล S&P/ASX 200 Index Options (XJO) ตั้งแต่เมษายน 2001 ถึง มีนาคม 2006 ในการศึกษา แล้วพบว่า ความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีกว่าความผันผวนที่เกิดขึ้นในอดีตแต่ยังเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ

สรุปผลการศึกษาในต่างประเทศได้ว่า ความผันผวนแฝงสามารถเป็นเครื่องมือในการ อธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ แต่ก็อาจเป็นตัวคาดการณ์ที่มีอคติและอาจไม่มี ประสิทธิภาพ เนื่องจากความผันผวนในอดีต ก็ยังคงสามารถอธิบายหรือพยากรณ์ความผันผวน ที่เกิดขึ้นจริงได้ แม้จะได้ควบคุมตัวแปร โดยความผันผวนแฝงแล้วก็ตาม นอกจากนี้ ยังพบว่า ผลการศึกษาที่ได้จะแตกต่างกันตามราคาที่ใช้ในการคำนวณว่าเป็นราคาของ call option หรือ put option โดยความผันผวนแฝงจาก call option มักมีความสามารถในการอธิบายและพยากรณ์ ดีกว่าความผันผวนแฝงจาก put option

วิธีการวิจัย (Methodology)

ตัวแปร (Variables)

ความผันผวนแฝง (Implied Volatility)

ค่าความผันผวนแฝงถูกคำนวณมาจากแบบจำลอง Black (1976) การใช้แบบจำลองนี้มีข้อดีตรงที่ว่าไม่มีความจำเป็นต้องประเมินอัตราการจ่ายเงินปันผลแบบต่อเนื่อง (Continuous Dividend Rate) เนื่องจากใช้ข้อมูลราคา Futures เข้าไปแทนที่ราคาสินค้าพื้นฐาน แบบจำลองนี้มีสมมติฐานว่าราคา Futures ถูกกำหนดตามแบบจำลอง Cost of Carry

แบบจำลอง Black (1976) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$c = Fe^{-rT}N(d_1) - Ke^{-rT}N(d_2) \quad (1)$$

$$p = Ke^{-rT}N(-d_2) - Fe^{-rT}N(-d_1) \quad (2)$$

โดยที่

$$d_1 = [\ln(F/K) + (\sigma^2/2)T]/\sigma\sqrt{T} \quad (3)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (4)$$

เมื่อ r คือ อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล T คือ ระยะเวลาครบกำหนด (Maturity) F คือ ราคา SET50 Index Futures, $N(x)$ คือ ฟังก์ชันการแจกแจงแบบปกติสะสม, K คือ ราคาใช้สิทธิของ option (Exercise price), c คือ ราคาของ call option, p คือ ราคาของ put option และ σ คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลตอบแทนสินค้าพื้นฐาน โดยค่าที่ได้จะเป็นความผันผวนแฝงต่อปี ค่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ก็คือ ค่า σ ที่ทำให้ราคาที่คำนวณได้จากแบบจำลอง ขึ้นต้นเท่ากับราคา option ที่ซื้อขายในท้องตลาด

ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง คือ ความผันผวนของผลตอบแทนของสินค้าพื้นฐานที่เกิดขึ้นตั้งแต่วันที่ศึกษา จนถึงวันที่ option ครบกำหนด ค่าความผันผวนนี้คำนวณมาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลตอบแทนแบบต่อเนื่องของดัชนี SET50 ค่าผลตอบแทนแบบต่อเนื่องหาได้จากค่า Natural Logarithm ของสัดส่วนดัชนี SET50 วันนี้เมื่อเทียบกับวันซื้อขายก่อนหน้า

ทั้งนี้ค่าผลตอบแทนที่จะใช้ในการคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมาจากผลตอบแทนในช่วงหลังวันซื้อขายที่ใช้ในการหาความผันผวนแฝงจนถึงวันที่ option นั้นครบกำหนด เช่น ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ในช่วงเวลาแรก คือ 5-20 วันซื้อขายโดยนับจากวันที่ option ครบกำหนด ตัวอย่างเช่น ถ้าวันที่ X เป็นวันที่เราใช้ข้อมูลราคา option มาคำนวณหา

ความผันผวนแฝงโดย option นั้นเหลือเวลาครบกำหนดอีก 20 วันซื้อขาย ข้อมูลความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงก็จะคำนวณมาจากผลตอบแทนของดัชนีในช่วงหลังวันที่ X จนถึงวันครบกำหนดคิดเป็นเวลา 20 วันซื้อขาย หลังจากนั้นจึงทำการแปลงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อวันดังกล่าวให้เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลตอบแทนต่อปี (Annualization) ด้วยการคูณรากที่สองของจำนวนวันซื้อขายในหนึ่งปีคือ 245 วันซื้อขาย

ทั้งนี้ข้อมูลในอนุกรมเวลาของตัวแปรความผันผวน จะไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน (Not Independent) เนื่องจากค่าความผันผวนที่คำนวณได้จากวันก่อนหน้า (Longer Maturity) จะรวมผลของความผันผวนที่เกิดขึ้นในภายหลังซึ่งสะท้อนจากความผันผวนจากวันที่ใกล้ครบกำหนดมากขึ้น (Shorter Maturity)

ความผันผวนในอดีต (Historical Volatility)

ค่าความผันผวนในอดีตคำนวณมาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลตอบแทนแบบต่อเนื่องของดัชนี SET50 ในช่วงก่อนวันซื้อขายที่ใช้ในการหาค่าความผันผวนแฝงเป็นเวลาเท่ากับระยะเวลาครบกำหนดของ option ยกตัวอย่างเช่น สำหรับการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ในช่วงเวลา 5-20 วันซื้อขายก่อนวันครบกำหนด ถ้าวันที่ X เป็นวันที่เราใช้ข้อมูลราคา option มาคำนวณหาความผันผวนแฝง โดยเหลือเวลาครบกำหนดอีก 5 วันซื้อขาย ข้อมูลความผันผวนในอดีตก็จะคำนวณมาจากผลตอบแทนของดัชนีในช่วงก่อนวันที่ X เป็นเวลา 20 วันซื้อขาย จนถึงวันที่ X ครอบคลุมระยะเวลา 20 วันซื้อขาย ส่วนสำหรับระยะเวลาการคาดการณ์ 21-40 วันซื้อขาย และ 41-60 วันซื้อขาย นับจากวันครบกำหนด ข้อมูลความผันผวนในอดีตจะถูกคำนวณย้อนหลังไป 40 และ 60 วันซื้อขาย ตามลำดับ

ทั้งนี้ข้อมูลในอนุกรมเวลาของตัวแปรความผันผวนในอดีต ก็จะเหมือนกับอนุกรมเวลาของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง กล่าวคือ ไม่มีความเป็นอิสระต่อกัน (Not Independent)

ข้อมูลและการจัดเรียงข้อมูล (Data)

การศึกษานี้รวบรวมข้อมูลจากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยและสมาคมตราสารหนี้ไทย ข้อมูลการซื้อขายของ SET50 option ครอบคลุมตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 จำนวน 10 รุ่น (Series) โดยไม่รวมสามเดือนแรกหลังจากตลาดซื้อขายล่วงหน้า (TFEX) ได้เปิดให้มีการซื้อขาย SET50 option เนื่องจากสภาพคล่องยังมีไม่มาก ตัวแปรที่เกี่ยวข้องสำหรับการศึกษานี้ ได้แก่ ราคาปิดรายวันของดัชนี SET50 และราคาปิดรายวันของ SET50 call option และ put option รวมทั้งราคาการใช้สิทธิ (Exercise Price)

ข้อมูลดัชนี SET50 ถูกเก็บรวบรวมจากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) ข้อมูลราคา SET50 Futures ถูกเก็บรวบรวมจากตลาดซื้อขายสัญญาล่วงหน้า (TFEX) ส่วนอัตราดอกเบี้ย

พันธบัตรรัฐบาลรวบรวมจากสมาคมตลาดตราสารหนี้ไทย (www.thaibma.or.th) โดยใช้ข้อมูลดัชนีอัตราผลตอบแทนของการลงทุนในพันธบัตรที่มีอายุคงที่ (Zero Rate Return or ZRR INDEX) สำหรับจำนวนวันซื้อขาย (Trading Days) ใช้วันซื้อขายของประเทศไทยคือ 245 วันซื้อขาย ซึ่งได้จากการนับและเฉลี่ยวันที่ตลาดซื้อขายสัญญาล่วงหน้า (TFEX) ได้เปิดทำการซื้อขายในปี 2551-2552

ข้อมูลอนุกรมเวลาความผันผวนของผลตอบแทนดัชนี SET50 ที่ใช้ในการศึกษา เป็นอนุกรมเวลาที่คาบเกี่ยวกัน (Overlapping Time-Series Data) ข้อดีของการใช้ข้อมูลแบบนี้คือสามารถทำให้มีจำนวนข้อมูลมากขึ้นในการวิเคราะห์ แต่มีข้อเสียคือมีปัญหาการประเมินค่าทางสถิติเนื่องจากการที่ข้อมูลของแต่ละวันไม่เป็นอิสระต่อกัน (Not Independent Observation) ดังนั้น จึงต้องใช้วิธีการเป็นพิเศษเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้อง (ดูในหัวข้อ วิธีการทางสถิติและแบบจำลอง)

เหตุผลที่การศึกษานี้ไม่ใช้ข้อมูลเป็นแบบอนุกรมเวลาที่ไม่คาบเกี่ยวกัน (Non Overlapping Time-Series Data) ก็เพราะจะมีเพียงข้อมูลเดียว (One Observation) ต่อหนึ่งสัญญา option ที่ครบกำหนด สำหรับแต่ละช่วงเวลาในการคาดการณ์ (Forecasting Period) ดังนั้น แม้การใช้ข้อมูลแบบนี้จะให้ผลในทางสถิติที่ดีเนื่องจากข้อมูลที่ได้เป็นอิสระต่อกัน (Independent Observation) แต่จำนวนข้อมูลที่ได้จะไม่เพียงพอในการวิเคราะห์ เนื่องจาก SET50 Index Option เริ่มเปิดทำการซื้อขายในเดือนตุลาคม 2550 แม้สัญญาจะมีเวลาครบกำหนดถึงสี่ครั้งในหนึ่งปี ข้อมูลซื้อขายของสัญญาที่ครบกำหนดแล้วจนถึงปี 2553 ก็ยังไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์

วิธีการทางสถิติและแบบจำลอง (Statistical Method and Model)

งานวิจัยนี้แบ่งประเด็นในการศึกษาออกเป็นหกประเด็น คือ 1) การทดสอบว่าความผันผวนแฝงของ SET50 Option มีค่าคงที่ตามสมมติฐานของแบบจำลอง Black-Scholes หรือไม่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงไปตามราคาการใช้สิทธิ (Exercise Price) กับ ระยะเวลาการใช้สิทธิ (Maturity) 2) การทดสอบว่าราคา option ที่มีการซื้อขายกันในตลาดอยู่ภายในขอบเขตของราคาทางทฤษฎี (Theoretical Bounds) หรือไม่ โดยถ้าราคาไม่อยู่ในขอบเขตก็จะเป็นการแสดงว่าอาจมีโอกาการทำกำไรโดยไม่มีความเสี่ยงได้ (Arbitrage) 3) การทดสอบว่าความผันผวนแฝงของ SET50 call option และ put option มีค่าเท่ากันโดยเฉลี่ยหรือไม่ ทั้งนี้ ถ้า Put-Call Parity เป็นจริงแล้วค่าทั้งสองค่าจะต้องเท่ากัน 4) การวัดความสามารถในการพยากรณ์ของค่าความผันผวนแฝง 5) การศึกษาความสามารถของค่าความผันผวนแฝงในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง และ 6) การศึกษาปัจจัยที่กำหนดความผันผวนแฝง

1) โครงสร้างความผันผวนรูปรอยยิ้ม (Volatility Smile or Volatility Skew) ของ SET50 Option

งานศึกษาในส่วนนี้เป็นการทดสอบข้อสมมติฐานในแบบจำลอง Black-Scholes (1973)

ที่ว่าความผันผวนของผลตอบแทนของสินทรัพย์พื้นฐานมีค่าคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามราคาการใช้สิทธิ การทดสอบสมมติฐานดังกล่าวกระทำโดยทำการคำนวณค่าความผันผวนแฝง ในสี่ช่วงระยะเวลาที่ศึกษา ได้แก่ 5, 20, 40, 60 วันซื้อขาย (Trading Day) ก่อนวันครบกำหนด แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กับตัวแปร Moneyness (K/F) ซึ่งก็คือ ราคาใช้สิทธิ หารด้วยราคา Futures ที่ครบกำหนดวันเดียวกับ option ถ้าค่าความผันผวนแฝงมีลักษณะเป็นไปตามข้อสมมติฐานของแบบจำลอง Black-Scholes แล้ว ลักษณะของกราฟจะต้องแบนราบ

2) การทดสอบขอบเขตทางทฤษฎีของราคา option (Theoretical Bounds)

ราคาของ option ควรจะอยู่ภายในขอบเขตทางทฤษฎีโดย ไม่สูงกว่าขีดจำกัดบนของราคา (Upper Bound) และไม่ต่ำกว่าขีดจำกัดล่างของราคา (Lower Bound) ถ้าราคาของ option ไม่อยู่ภายในขอบเขตดังกล่าว ย่อมก่อให้เกิดโอกาสในการทำกำไรโดยปราศจากความเสี่ยงขึ้นได้ (Arbitrage)

การศึกษานี้ได้เข้าทำการตรวจสอบราคาปิดของ SET50 option ในช่วงเวลาที่ศึกษา คือ 5, 20, 40, 60 วันซื้อขาย ก่อนวันครบกำหนด ว่าอยู่ในช่วงขอบเขตทางทฤษฎีหรือไม่

ขีดจำกัดบน (Upper Bound) ของ call option และ put option (ภาพที่ 1 และ 2)

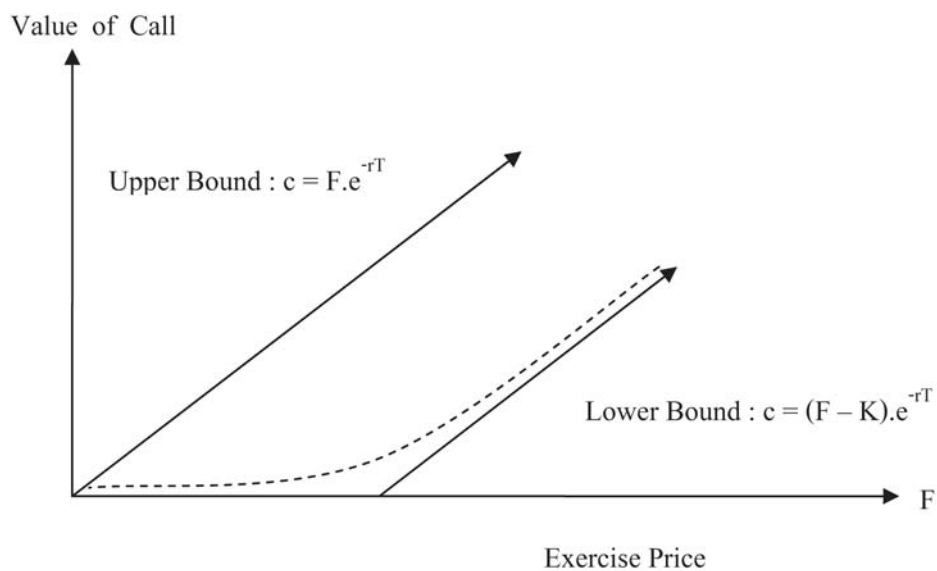
call option คือ ตราสารที่ให้สิทธิแก่ผู้ถือในการซื้อสินทรัพย์อ้างอิงที่ราคาใช้สิทธิ ดังนั้น call option จึงไม่ควรจะมีมูลค่ามากกว่าสินทรัพย์อ้างอิง ราคาสินทรัพย์อ้างอิงจึงเป็นขีดจำกัดบนของราคา call option หรือ $c \leq Fe^{-rt}$ โดยถ้าไม่เป็นไปตามนี้ ผู้ทำกำไรโดยปราศจากความเสี่ยง (Arbitrager) ย่อมสามารถทำกำไรได้ โดยการซื้อ Futures สินทรัพย์อ้างอิงและขาย call option

put option เป็นตราสารที่ให้สิทธิในการขายสินทรัพย์อ้างอิง ดังนั้น จึงไม่ควรจะมีมูลค่ามากกว่าราคาใช้สิทธิ หรือ $p \leq Ke^{-rt}$ หากราคาของ put option ไม่เป็นไปตามนี้จะสามารถทำกำไรได้ โดยการขาย put option และนำเงินที่ได้จากการขายไปลงทุนที่อัตราดอกเบี้ยปราศจากความเสี่ยง

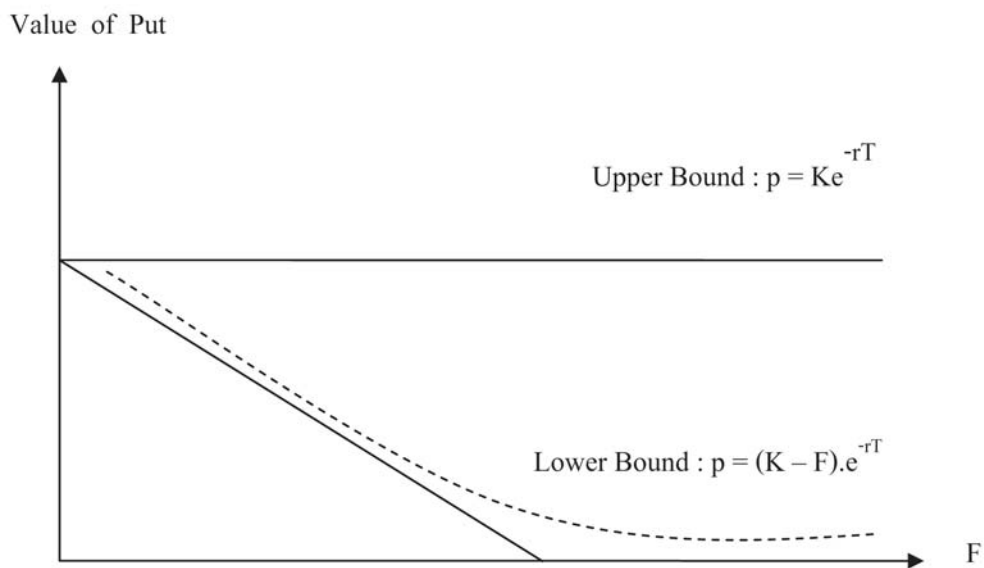
ขีดจำกัดล่าง (Lower Bound) ของ call option และ put option (ภาพที่ 1 และ 2)

call option เป็นตราสารแสดงสิทธิในการซื้อ ดังนั้น ถ้ามีราคาต่ำกว่าขีดจำกัดล่าง ผู้ทำกำไรโดยปราศจากความเสี่ยง (Arbitrager) สามารถทำกำไรได้โดยการซื้อ call option ที่มีราคาต่ำเกินไปและขาย Futures สินทรัพย์อ้างอิง

put option เป็นตราสารแสดงสิทธิในการขาย ดังนั้น ถ้ามีราคาต่ำกว่าขีดจำกัดล่าง ย่อมสามารถทำกำไรได้โดยการซื้อ put option ที่มีราคาต่ำเกินไปและซื้อ Futures สินทรัพย์อ้างอิง



ภาพที่ 1: แสดงขอบเขตด้านราคา (Option Boundary) ของ European call option



ภาพที่ 2: แสดงขอบเขตด้านราคา (Option Boundary) ของ European put option

3) การทดสอบความเท่าเทียมกันของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ที่ได้จาก call option และ put option

ถ้า Put-Call Parity ของ European option ตามสมการที่ (5) เป็นจริงแล้ว ค่าความผันผวนแฝงของทั้ง call option และ put option ที่มีวันครบกำหนดวันเดียวกันและมีราคาใช้สิทธิเหมือนกันจะต้องมีค่าเท่ากัน เพื่อที่จะทำให้ไม่มีโอกาสในการทำกำไรโดยปราศจากความเสี่ยง (Arbitrage)

$$c + K.e^{-rT} = p + F.e^{-rT} \quad (5)$$

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าเฉลี่ยของความผันผวนแฝงของ call option กับ put option ที่มีวันครบกำหนดวันเดียวกันและมีราคาใช้สิทธิเดียวกัน ว่าเท่ากันหรือไม่ โดยใช้ Paired Sample t-test ในการทดสอบ

4) การวัดความสามารถในการพยากรณ์ของค่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility)

งานวิจัยนี้แบ่งช่วงเวลาศึกษา ความสามารถในการอธิบาย และคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยค่าความผันผวนแฝง ออกเป็นห้าช่วงเวลา โดยนับจากวันที่ option ครบกำหนด

1. 5-60 วันซื้อขาย หรือ 0-3 เดือนตามปฏิทิน
2. 5-40 วันซื้อขาย หรือ 0-2 เดือนตามปฏิทิน
3. 5-20 วันซื้อขาย หรือ 0-1 เดือนตามปฏิทิน
4. 21-40 วันซื้อขาย หรือ 1-2 เดือนตามปฏิทิน
5. 41-60 วันซื้อขาย หรือ 2-3 เดือนตามปฏิทิน

เหตุที่งานวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งการศึกษาเป็นช่วงเวลาข้างต้นก็เพราะว่า ความสามารถในการอธิบายและคาดการณ์ อาจจะแตกต่างกันระหว่างการคาดการณ์ระยะสั้น 0-1 เดือน กับการคาดการณ์ในระยะยาว คือ 2-3 เดือน ดังนั้น การแบ่งช่วงเวลาจึงทำให้สามารถศึกษาความสามารถในการอธิบายและคาดการณ์ของความผันผวนแฝงในแต่ละระยะเวลาคาดการณ์ได้ (Forecasting Horizon)

ค่าที่ใช้วัดความสามารถในการพยากรณ์ คือ ค่าความผิดพลาดโดยเฉลี่ยของค่าคาดการณ์ (Root Mean Squared Error, RMSE)¹ และค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เสมอภาคของไทล์ (Theil's

¹ $RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (rv_t - fv_t)^2}{T}}$ โดยค่า rv คือ ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility), ค่า fv คือ ค่าความผันผวนที่คาดการณ์ด้วยวิธีต่าง ๆ (Forecasted Volatility) และ T คือ จำนวนข้อมูลค่าความผันผวนที่ใช้ในการทดสอบ

Inequality Coefficient: U^2 ทั้งนี้ สัมประสิทธิ์ความไม่เสมอภาคของโวล (U) สามารถแบ่งแยกเป็น
สัดส่วนได้ คือ U^M , U^S และ U^C ³

ค่า U^M คือ Biased Proportion ใช้วัดความผิดพลาดที่เป็นระบบ (Systematic Error) ถ้าหากค่า U^M มีค่าเข้าใกล้ ศูนย์ หมายความว่า ค่าคาดการณ์สามารถทำนาย ค่าที่เกิดขึ้นจริง (Realized Value) ได้อย่างถูกต้องโดยเฉลี่ย ค่า U^M ควรจะมีค่าน้อยกว่า 0.2 ถ้าหากค่า U^M มากกว่า 0.2 แสดงว่าค่าคาดการณ์นั้นมียอคติ (Systematic Bias)

ค่า U^S คือ Variance Proportion ใช้วัดว่าค่าคาดการณ์สามารถสะท้อนถึงความผันผวนที่เกิดขึ้นของค่าที่เกิดขึ้นจริงได้ดีเพียงใด ถ้าค่า U^S มีค่าน้อย แสดงว่า ค่าคาดการณ์มีความผันผวน สอดคล้องกับค่าตัวแปรที่พยากรณ์ แต่ถ้าค่านี้สูง ก็แสดงว่าค่าคาดการณ์ไม่สามารถสะท้อนถึง ความผันผวนของค่าที่เกิดขึ้นจริงได้ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าค่าคาดการณ์มีค่าค่อนข้างคงที่ แต่ค่าที่เกิดขึ้นจริงกลับมีการเคลื่อนไหวขึ้นลงมาก ก็แสดงว่าค่าคาดการณ์นั้นเป็นตัวพยากรณ์ที่ไม่ดี

ค่า U^C คือ Covariance Proportion ใช้วัดความผิดพลาดที่ไม่เป็นระบบ (Unsystematic Error) ค่าคาดการณ์ที่ดีควรมีลักษณะว่า ค่า U^M และ U^S เข้าใกล้ศูนย์ และ U^C เข้าใกล้ 1 แสดงว่า การคาดการณ์ไม่มีความผิดพลาดที่เป็นระบบ โดยมีเพียงความผิดพลาดที่ไม่เป็นระบบ (Unsystematic Error) ซึ่งไม่สามารถคาดการณ์ได้

$$^2 \quad U = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (fv - rv)^2}}{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (fv)^2} + \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (rv)^2}} \quad \text{ค่า } U \text{ จะอยู่ระหว่างศูนย์ถึงหนึ่ง กล่าวคือ ถ้าค่า } U = 0$$

หมายความว่า $fv_t = rv_t$ สำหรับทุกช่วงเวลา t แสดงว่าค่าคาดการณ์สามารถทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ถูกต้อง
ทั้งหมด (Perfect Fit) ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากค่า $U = 1$ หมายความว่า ค่าคาดการณ์นั้นทำนายค่าที่เกิดขึ้น
จริงได้ผิดพลาดมากที่สุด

$$^3 \quad U^M = \frac{(\overline{fv} - \overline{rv})^2}{\frac{1}{T} \sum (fv - rv)^2}, \quad U^S = \frac{(\sigma_{fv} - \sigma_{rv})^2}{\frac{1}{T} \sum (fv - rv)^2}, \quad U^C = \frac{2(1 - \rho) \sigma_{fv} \sigma_{rv}}{\frac{1}{T} \sum (fv - rv)^2},$$

$\rho = \frac{1}{\sigma_{fv} \sigma_{rv} T} \sum [(fv - \overline{fv})(rv - \overline{rv})]$ โดยที่ fv คือ ค่าความผันผวนที่คาดการณ์โดยวิธีต่าง ๆ, rv คือ ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility), T คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ และค่า $\overline{fv}$, $\overline{rv}$, σ_{fv} และ σ_{rv} คือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ fv และ rv ตามลำดับ ส่วนค่า ρ คือ
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ของ fv และ rv

5) ความสามารถของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ในการอธิบายและคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

ในการทดสอบความสามารถในการพยากรณ์ของค่าความผันผวนแฝง งานวิจัยนี้จะใช้ค่าความผันผวนแฝงของ At-The-Money (ATM) option ซึ่งก็คือ SET50 Index option ที่มีราคาการใช้สิทธิใกล้เคียงหรือเท่ากับราคาปิดของ SET50 Index Futures ที่ครบกำหนดในวันเดียวกัน สาเหตุที่ใช้ ATM option ก็เพราะว่าเป็นสัญญาที่มีสภาพคล่อง (Liquidity) มากที่สุด

กรณีที่ ATM call option (put option) ไม่มีการซื้อขายในวันทำการวันใด งานวิจัยนี้ก็จะนำความผันผวนแฝง ของ put option (call option) ในวันทำการเดียวกันมาใช้เป็นค่าคาดการณ์ ในกรณีที่ ATM call option และ ATM put option ไม่มีการซื้อขายในวันนั้น งานวิจัยนี้้นำความผันผวนแฝงของวันก่อนหน้ามาเป็นค่าพยากรณ์แทน

เมื่อได้ค่าอนุกรมเวลาของความผันผวนข้างต้นแล้วจึงทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนแฝง ความผันผวนในอดีต และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง ตามรูปแบบสมการข้างล่างนี้

$$rv_t = \alpha_0 + \alpha_i iv_t + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$rv_t = \alpha_0 + \alpha_h hv_t + \varepsilon_t \quad (7)$$

$$rv_t = \alpha_0 + \alpha_i iv_t + \alpha_h hv_t + \varepsilon_t \quad (8)$$

เมื่อ rv_t คือ ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) ณ ช่วงเวลา t , iv_t คือ ความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ณ ช่วงเวลา t , hv_t คือ ความผันผวนที่เกิดขึ้นในอดีต (Historical Volatility)

สมการข้างต้นจะถูกประมาณค่าทางสถิติด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares) แต่เนื่องจากลักษณะของข้อมูลที่ไม่เป็นอิสระ (Not Independent) เพราะเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่คาบเกี่ยวกัน (Overlapping Time-Series Data) อันจะนำไปสู่ความผิดพลาดในการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ที่เราประมาณค่า (Biased Standard Error of an OLS Estimator) ดังนั้น การประมาณค่าดังกล่าวจึงใช้วิธี Newey-West Robust Standard Error ซึ่งจะทำให้ค่าส่วนเบี่ยงเบน (Standard Error) ที่ได้มีเสถียรภาพ (Robust) แม้ว่าข้อมูลจะไม่เป็นอิสระต่อกันหรือมีปัญหา Autocorrelation หรือ Heteroskedasticity ของค่าความผิดพลาดทางสถิติ (Error Terms) และค่าส่วนเบี่ยงเบนที่ได้ด้วยวิธีนี้ จะถูกนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้ ความสามารถในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงจะถูกวัดโดยค่า R^2 และค่า Adjusted R^2

ในขั้นต่อไป งานวิจัยนี้ทำการทดสอบว่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพ (Informational Efficient) หรือไม่ กล่าวคือ ได้สะท้อนถึงข้อมูลทุกอย่างที่มีในเวลานั้น เพื่อใช้ในการทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคต ถ้าความผันผวนแฝงมีประสิทธิภาพจริง ข้อมูลความผันผวนในอดีตที่มีส่วนสามารถทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคต จะถูกสะท้อนอยู่ในความผันผวนแฝงหมดแล้ว ดังนั้น เมื่อเพิ่มตัวแปรค่าความผันผวนในอดีตเข้าไปในสมการที่ (8) ตัวแปรนี้จะไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ กล่าวคือ ค่าประมาณของ α_h จะไม่ต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

งานวิจัยนี้ยังทำการทดสอบต่อไปว่า ความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่ถูกต้องและปราศจากอคติ (Unbiased) หรือไม่ กล่าวคือ ถ้าค่าคาดการณ์นั้นปราศจากอคติแล้ว ความผันผวนแฝงจะต้องเท่ากับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยเฉลี่ย แม้ว่าการคาดการณ์แต่ละครั้งนั้นย่อมมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ แต่โดยเฉลี่ยแล้วความผิดพลาดนั้นต้องเท่ากับศูนย์ การทดสอบสมมติฐานนี้ทำโดย การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากสมการที่ (8) ว่า $\alpha_0 = \alpha_h = 0$ และ $\alpha_1 = 1$ หรือไม่ ด้วยวิธี Wald Test

ในการทดสอบความสามารถในการพยากรณ์ของสมการถดถอยข้างต้น งานวิจัยนี้ได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประมาณค่า (In Sample) และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ (Out Sample) สมการถดถอยที่ประเมินได้จากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประมาณค่า (In Sample) จะถูกใช้ทดสอบสมมติฐานต่าง ๆ และใช้วัดความสามารถในการอธิบายของตัวแปรอิสระ ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ (Out Sample) จะใช้สำหรับวัดความสามารถในการคาดการณ์ (Forecasting Performance) ของสมการถดถอยที่ประมาณได้ ความสามารถในการพยากรณ์จะถูกวัดโดยค่า RMSE สำหรับแต่ละช่วงเวลาคาดการณ์ (Forecasting Horizon)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประมาณค่า (In Sample) ประกอบด้วย SET50 option ทั้งหมด 8 รุ่นที่ครบกำหนดเดือนมีนาคม 2551 ถึง เดือนธันวาคม 2553 และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ (Out Sample) ประกอบด้วย SET50 option ทั้งหมด 2 รุ่นที่ครบกำหนดเดือนมีนาคม 2553 และเดือนกรกฎาคม 2553

6) ปัจจัยที่กำหนดความผันผวนแฝง (Implied Volatility)

งานวิจัยส่วนนี้ทดสอบว่าการคาดการณ์ของตลาด (Market Expectation) ที่สะท้อนออกมาเป็นความผันผวนแฝงถูกกำหนดโดยความผันผวนในอดีตหรือไม่ การทดสอบใช้วิธีสมการถดถอยซึ่งมี ความผันผวนแฝงเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) และมีความผันผวนในอดีตเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$iv_t = \alpha_0 + \alpha_h hv_t + \varepsilon_t \quad (9)$$

ผลการวิจัย (Results)

ผลการวิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ส่วน ดังนี้

- 1) โครงสร้างความผันผวนรูปรอยยิ้ม (Volatility Smile) ของ SET50 option
- 2) ผลการทดสอบข้อมูลราคาซื้อขาย SET50 option ที่ไม่เป็นไปตามขอบเขตทางทฤษฎี (Violations of Theoretical Bounds)
- 3) ผลการทดสอบความความเท่าเทียมกันของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ของ SET50 call option และ put option ตามทฤษฎี Put – Call Parity
- 4) ผลการทดสอบเบื้องต้นความสามารถของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ในการพยากรณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ค่า RMSE (Root Mean Squared Error) และค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เสมอภาคของไทล์ (Theil's Inequality Coefficient, U)
- 5) ผลการทดสอบความสามารถของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ในการอธิบายและคาดการณ์ความผันผวนที่จะเกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยการใช้สมการถดถอย
- 6) ผลการศึกษาปัจจัยที่กำหนดความผันผวนแฝง

โครงสร้างความผันผวนรูปรอยยิ้ม (Volatility Smile) ของ SET50 option

ผลการศึกษา พบว่า ค่าความผันผวนแฝงไม่ได้เป็นค่าคงที่แต่จะเปลี่ยนแปลงไปตามราคาการใช้สิทธิ โดยเมื่อพิจารณารูปภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนแฝงในแกนตั้ง (Y axis) กับตัวแปร Moneyness (K/F) คือ ราคาการใช้สิทธิหารด้วยราคา Futures ที่ครบกำหนดวันเดียวกับ option ในแกนนอน (X axis) และประมาณความสัมพันธ์ของทั้งสองตัวแปรข้างต้นด้วยเส้นแนวโน้มแบบโพลิโนเมียลลำดับที่สอง (Second Order Polynomial) เราจะพบว่าความผันผวนแฝงของทั้ง SET50 call option และ put option ส่วนใหญ่เป็นแบบรูปรอยยิ้ม (Volatility Smile) แต่ก็มีมีความผันผวนแฝงในลักษณะอื่น ๆ อีกด้วย เช่น เส้นที่ลาดลงมาจากทางขวามือ (Volatility Skew) และ เส้นรูปรอยยิ้มคว่ำ (Volatility Smirk) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณากราฟความผันผวนแฝงโดยรวมตั้งแต่ปี 2551-2553 จะพบว่าเป็นรูปแบบรูปรอยยิ้ม

ทั้งนี้ สมการโครงสร้างความผันผวนแฝงของ SET50 call option ที่ประเมินได้ คือ

$$\sigma^c = 4.471 - (7.924) \cdot \left(\frac{K}{F}\right) + (3.743) \cdot \left(\frac{K}{F}\right)^2$$

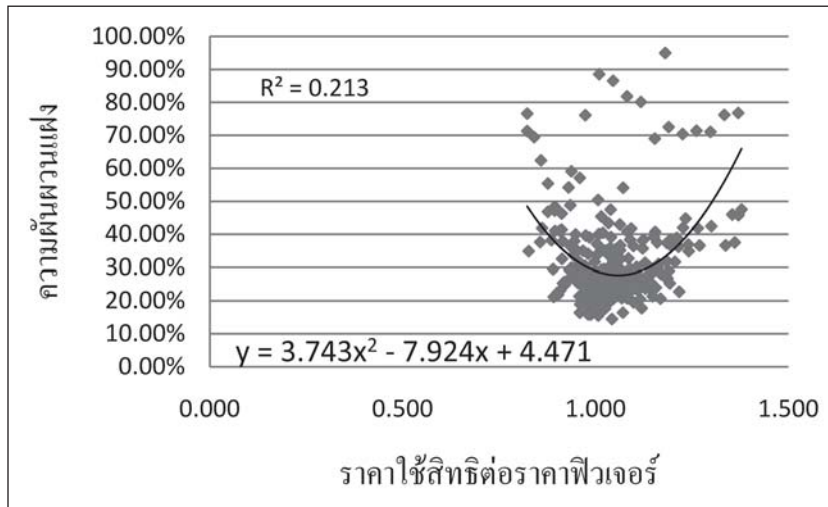
$$R^2 = 0.2136$$

ส่วนสมการโครงสร้างความผันผวนแฝงของ SET50 put option ที่ประเมินได้ คือ

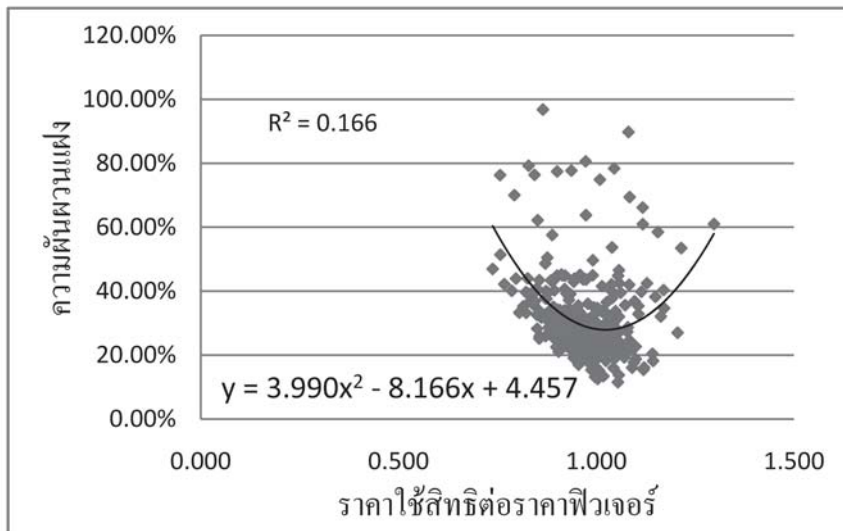
$$\sigma^p = 4.457 - (8.166) \cdot \left(\frac{K}{F}\right) + (3.990) \cdot \left(\frac{K}{F}\right)^2$$

$$R^2 = 0.1661$$

กราฟที่ 1 แสดง โครงสร้างความผันผวนแฝงของ SET50 call option สำหรับทุกช่วงเวลาก่อนครบกำหนด โดยใช้ข้อมูลรวมของทุกปีจาก 2551-2553 ในขณะที่ กราฟที่ 2 แสดง โครงสร้างความผันผวนแฝงของ SET50 put option สำหรับทุกช่วงเวลาก่อนครบกำหนด โดยใช้ข้อมูลรวมของทุกปีเช่นกัน



กราฟที่ 1: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนแฝง (Implied Volatility) กับ Moneyness (K/F) ของ call option ในทุกช่วงเวลา ตั้งแต่ปี 2551-2553



กราฟที่ 2: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนแฝง (Implied Volatility) กับ Moneyness (K/F) ของ put option ในทุกช่วงเวลา ตั้งแต่ปี 2551-2553

ผลการทดสอบข้อมูลราคาซื้อขาย SET50 option ที่ไม่เป็นไปตามขอบเขตทางทฤษฎี (Violations of Theoretical Bounds)

จากข้อมูลการซื้อขายรายวันในช่วงระยะเวลา 5, 20, 40 และ 60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด งานวิจัยนี้พบ SET50 call option และ put option ที่มีราคาต่ำกว่าราคาขั้นต่ำทางทฤษฎี (Lower Bound) และพบกรณีที่ SET50 put option มีราคาสูงกว่าราคาขั้นสูงทางทฤษฎี (Upper Bound) แต่ไม่พบกรณีที่ราคาของ SET50 call option มีราคาสูงกว่าราคาขั้นสูงทางทฤษฎี

การที่ราคาของ SET50 option ไม่อยู่ภายในขอบเขตทางทฤษฎี แสดงให้เห็นว่า มีโอกาสที่สามารถทำกำไรได้โดยปราศจากความเสี่ยง (Arbitrage) เกิดขึ้น แต่ทั้งนี้พึงระวังว่า งานศึกษานี้ยังไม่ได้คำนึงถึงต้นทุนในการทำธุรกรรม (Transaction Costs) เมื่อพยายามจะทำกำไรจากการที่ราคาไม่อยู่ในขอบเขตดังกล่าว

คณะผู้วิจัยยังพบข้อน่าสังเกตว่า ราคา SET50 option ซึ่งไม่อยู่ภายใต้ขอบเขตทางทฤษฎีส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเวลา 5 หรือ 20 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด แต่กลับไม่ค่อยพบสำหรับช่วงเวลา 40 หรือ 60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ทั้งที่ว่า option ที่ใกล้ครบกำหนด ปกติจะมีสภาพคล่องมากกว่า option ที่มีระยะเวลานานกว่าจะครบกำหนด ดังนั้น น่าจะสามารถทำธุรกรรมหากำไรโดยปราศจากความเสี่ยง (Arbitrage) ได้ง่ายกว่า โอกาสที่จะเกิดปรากฏการณ์ราคา optionอยู่นอกขอบเขตราคาทางทฤษฎีจึงน่าจะน้อยกว่ากรณีที่ option มีระยะเวลานานกว่าจะครบกำหนด ผลการศึกษาที่พบกลับตรงกันข้าม ถือได้ว่าเป็นปริศนา (Puzzle) อย่างหนึ่ง ที่ควรได้รับการวิจัยต่อไป

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ของ SET50 call option และ put option ตามทฤษฎี Put – Call Parity

ผลของ Put-Call Parity อย่างหนึ่ง ก็คือ ค่าความผันผวนแฝงของ European call option กับความผันผวนแฝงของ European put option จะมีค่าเท่ากัน เมื่อมีราคาการใช้สิทธิและวันครบกำหนดเดียวกัน งานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดสอบว่าความผันผวนแฝงของ SET50 call option และ SET50 put option เท่ากันโดยเฉลี่ยหรือไม่ ด้วยการใช้การทดสอบ Paired Sample t-test ผลการทดสอบ พบว่า ค่าเฉลี่ยของ IV call เท่ากับ 0.251 และ IV put เท่ากับ 0.249 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation) เท่ากับ 0.81 ผลการทดสอบทางสถิติ พบว่า ความผันผวนแฝงของทั้ง SET50 call option และ SET50 put option ไม่ได้แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น จึงอาจสรุปตามสมมติฐานหลักได้ว่า ความผันผวนแฝงของ SET50 call option และ SET50 put option เท่ากันโดยเฉลี่ย

ผลการทดสอบเบื้องต้นความสามารถของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ในการพยากรณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ค่า RMSE (Root Mean Squared Error) และค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เสมอภาคของไทล์ (Theil's Inequality Coefficient, U)

ตารางที่ 1 และ 2 ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยความผันผวนแฝงของ call option และ put option และโดยความผันผวนในอดีตด้วยค่า RMSE และค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เสมอภาคของไทล์ (Theil's Inequality Coefficient, U)

ผลการศึกษา พบว่า โดยภาพรวม คือ ระยะเวลา 5-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ค่าความผันผวนแฝงของ call option เป็นค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดซึ่งวัดโดย RMSE (9.309%) และ U (0.169) น้อยที่สุด ค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดน้อย เป็นลำดับถัดไป คือ ค่าความผันผวนแฝงของ put option โดยมีค่า RMSE (9.610%) และ U (0.174) ส่วนค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดมากที่สุด ได้แก่ ความผันผวนในอดีตโดยมีค่า RMSE (12.831%) และ U (0.217)

เมื่อมีการแบ่งระยะเวลาการคาดการณ์ (Forecasting Horizon) ออกเป็นช่วง ๆ โดยมีระยะเวลานั้น คือ 5-20 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด (0-1 เดือน) ผลการศึกษากลับพบว่า ความผันผวนในอดีต เป็นค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดซึ่งวัดโดย RMSE (9.044%) และ U (0.178) น้อยที่สุด ลำดับถัดมา คือ ความผันผวนแฝงของ call option โดยมีค่า RMSE (9.622%) และ U (0.204) ส่วนค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดมากที่สุด ได้แก่ ความผันผวนแฝงของ put option โดยมีค่า RMSE (10.699%) และ U (0.227)

สำหรับระยะเวลาการคาดการณ์ระยะกลาง คือ 21-40 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด (1-2 เดือน) ผลการศึกษา พบว่า ค่าความผันผวนแฝงของ call option เป็นค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดซึ่งวัดโดย RMSE (9.092%) และ U (0.165) น้อยที่สุด ค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดน้อย เป็นลำดับถัดไป คือ ค่าความผันผวนแฝงของ put option โดยมีค่า RMSE (9.462%) และ U (0.171) ส่วนค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดมากที่สุด ได้แก่ ความผันผวนในอดีตโดยมีค่า RMSE (14.134%) และ U (0.231)

สำหรับระยะเวลาการคาดการณ์ระยะยาว คือ 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด (2-3 เดือน) ผลการศึกษา พบว่า ค่าความผันผวนแฝงของ put option เป็นค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดซึ่งวัดโดย RMSE (8.690%) และ U (0.141) น้อยที่สุด ค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดน้อย เป็นลำดับถัดไป คือ ค่าความผันผวนแฝงของ call option โดยมีค่า RMSE (9.241%) และ U (0.151) ส่วนค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดมากที่สุด ได้แก่ ความผันผวนในอดีตโดยมีค่า RMSE (14.219%) และ U (0.226)

สรุปได้ว่า แม้ในภาพรวมแล้วค่าความผันผวนแฝงจะเป็นค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด แต่เมื่อดูช่วงเวลาการคาดการณ์แล้วกลับพบว่า ถ้าเป็นระยะเวลานั้น คือ ประมาณ 0-1 เดือน

ก่อนวันครบกำหนด ค่าความผันผวนในอดีตกลับเป็นค่าคาดการณ์ที่ดีกว่า ทั้งที่ว่าข้อมูลทุกอย่าง รวมถึงความผันผวนในอดีตเองด้วย น่าจะถูกสะท้อนในค่าความผันผวนแฝงไว้แล้ว ดังนั้น ยิ่งในการ คาดการณ์ระยะใกล้ ตลาดน่าจะคาดการณ์ได้ถูกต้องมากกว่าการใช้แค่ข้อมูลในอดีต ผลที่ได้นี้น่าจะ ได้มีการศึกษาต่อไป โดยการใชข้อมูลที่มากขึ้นเพื่อดูว่าผลที่ได้ยังเป็นเหมือนเดิมหรือไม่ และถ้ายัง เหมือนเดิม ก็จะเป็นคำถามที่น่าสนใจว่าทำไมการคาดการณ์ของตลาดที่สะท้อนผ่านความผันผวน แฝงจึงมีความผิดพลาดมากในการคาดการณ์ระยะสั้น เมื่อเทียบกับการใช้แค่ข้อมูลในอดีต

เมื่อพิจารณาแต่ละส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เสมอภาคของไทล์ (U) ในส่วนของ ค่า Biased Proportion (U^M) มีค่าน้อยกว่า 0.2 (มีค่าอยู่ระหว่าง 0.000-0.160) และค่า Variance Proportion (U^S) มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ (มีค่าอยู่ระหว่าง 0.003-0.244) ส่วนค่าของ Covariance Proportion (U^C) ซึ่งวัดค่าความผิดพลาดในการคาดการณ์ที่เกิดจากความไม่แน่นอนทางสถิติ มีค่าเข้าใกล้หนึ่ง (มีค่าอยู่ระหว่าง 0.793-0.993) แสดงว่าการคาดการณ์ด้วย ค่าความผันผวนแฝง หรือความผันผวนในอดีต ล้วนมีความผิดพลาดที่เกิดจากความผิดพลาดที่เป็นระบบ (Systematic Error) เพียงเล็กน้อย ความผิดพลาดส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นมาจากความผิดพลาดที่ไม่เป็นระบบ (Unsystematic Error) ซึ่งไม่สามารถคาดการณ์ได้

ตารางที่ 1: แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์โดยใช้ค่า RMSE

RMSE (%)	5-60 วัน (0-3 เดือน)	5-40 วัน (0-2 เดือน)	5-20 วัน (0-1 เดือน)	21-40 วัน (1-2 เดือน)	41-60 วัน (2-3 เดือน)
iv_{Call}	9.309	9.345	9.622	9.092	9.241
iv_{Put}	9.610	10.063	10.699	9.462	8.690
hv	12.831	12.011	9.044	14.134	14.219

ตารางที่ 2: แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เสมอภาคของไทล์ (Theil's Inequality Coefficient, U)

U	5-60 วัน (0-3 เดือน)	5-40 วัน (0-2 เดือน)	5-20 วัน (0-1 เดือน)	21-40 วัน (1-2 เดือน)	41-60 วัน (2-3 เดือน)
iv_{Call}	0.169	0.181	0.204	0.165	0.151
iv_{Put}	0.174	0.195	0.227	0.171	0.141
hv	0.217	0.212	0.178	0.231	0.226

ผลการทดสอบความสามารถของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ในการอธิบาย และคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยการใช้สมการถดถอย

งานวิจัยนี้ศึกษาความสามารถในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงของผลตอบแทนของดัชนี SET50 โดยความผันผวนแฝงของ SET50 option ที่คำนวณจากแบบจำลอง Black (1976) ด้วยสมการถดถอย ตารางที่ 3-4 เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับตัวแปรอิสระเพียงหนึ่งตัวแปร คือ ค่าความผันผวนแฝงของ SET50 call option, ค่าความผันผวนแฝงของ SET50 put option และความผันผวนในอดีต ตามลำดับ เพื่อทดสอบว่าตัวแปรเหล่านี้สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้หรือไม่ เพียงใด นอกจากนั้น ยังจะได้ทำการทดสอบว่า ค่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่ไม่มีอคติ (Unbiased Predictor) หรือไม่ ด้วยการใช้ค่า Chi-square ทดสอบสมมติฐาน $\alpha_0 = 0$ และ $\alpha_1 = 1$ โดยมีสมมติฐานหลักว่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่ไม่มีอคติ และสมมติฐานรองว่าเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ

ในตารางที่ 5-6 มีการเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปอีกหนึ่งตัว คือ ความผันผวนในอดีตเพื่อดูว่าเมื่อใช้ทั้งตัวแปรค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในสมการถดถอยแล้ว ความผันผวนแฝงยังคงสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้หรือไม่ และทำการทดสอบว่าความผันผวนแฝงเป็นค่าพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูลหรือไม่ ด้วยการทดสอบว่าค่าสัมประสิทธิ์ α_h ต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

ถ้าค่านี้ไม่ต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ย่อมแสดงว่าค่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูล (Informationally Efficient) เพราะว่าเมื่อใส่ตัวแปรนี้ไปในสมการพยากรณ์ ตัวแปรอื่นจะไม่สามารถช่วยทำนายตัวแปรตามได้เนื่องจากข้อมูลในตัวแปรอื่นซึ่งในที่นี้คือความผันผวนในอดีตได้ถูกสะท้อนไว้ในค่าความผันผวนแฝงไปแล้ว แต่ถ้าค่านี้ต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญย่อมแสดงว่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่ยังไม่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูล

นอกจากนั้น การศึกษานี้ยังใช้ค่า Chi-square เพื่อทดสอบสมมติฐานว่า $\alpha_0 = \alpha_h = 0$ และ $\alpha_1 = 1$ หรือไม่ ถ้าหากเราไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานข้างต้นได้ เราก็สามารถสรุปผลตามสมมติฐานหลักได้ว่าค่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงที่ปราศจากอคติ (Unbiased Predictor) แต่ถ้าเราปฏิเสธสมมติฐานข้างต้น เราก็สามารถสรุปได้ตามสมมติฐานรองว่า ความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ (Biased Predictor)

งานวิจัยนี้ได้ใช้ค่า RMSE ในการวัดค่าความผิดพลาดของการใช้สมการถดถอยที่ประมาณได้ ค่าคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง โดยทำการวัดความผิดพลาดทั้งการพยากรณ์ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้หาค่าสมการถดถอย (In Sample) และนอกกลุ่มตัวอย่าง (Out Sample) เพื่อเป็นการทดสอบว่าสมการถดถอยที่ประเมินได้จะนำไปใช้นอกกลุ่มตัวอย่างได้ดีเพียงใด

ตารางที่ 3 แสดงสมการถดถอยระหว่าง ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับความผันผวนแฝงของ call option ผลการศึกษา พบว่า โดยภาพรวม ระยะเวลา 5-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงของ call option สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ โดยค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ เนื่องจากค่า Chi-square มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเวลา พบว่า สำหรับช่วงระยะเวลา 5-20 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงของ call option กลับไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ แต่สำหรับระยะเวลา 21-40 และ 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงของ call option สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ โดยเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ สำหรับระยะเวลา 21-40 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด แต่กลับเป็นค่าคาดการณ์ที่ปราศจากอคติ สำหรับระยะเวลา 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด

ตารางที่ 4 แสดงสมการถดถอยระหว่าง ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับความผันผวนแฝงของ put option ผลการศึกษา พบว่า โดยภาพรวมระยะเวลา 5-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ แต่ค่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ เนื่องจากค่า Chi-square มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเวลา พบว่า สำหรับระยะเวลา 5-20 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ แต่สำหรับระยะเวลา 21-40 และ 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงกลับสามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ โดยเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ สำหรับระยะเวลา 21-40 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด แต่กลับเป็นค่าคาดการณ์ที่ปราศจากอคติ สำหรับระยะเวลา 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด

ตารางที่ 3: แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ผันผวนแฝง (Implied Volatility) ของ call option

rv	$rv = \alpha_0 + \alpha_i iv_t + \varepsilon_t$				
	5-60 วัน (0-3 เดือน)	5-40 วัน (0-2 เดือน)	5-20 วัน (0-1 เดือน)	21-40 วัน (1-2 เดือน)	41-60 วัน (1-3 เดือน)
iv_{Call}	0.045*** (0.110)	0.281*** (0.085)	0.236 (0.192)	0.280*** (0.078)	0.693*** (0.206)
constant	15.375*** (2.820)	18.850*** (2.700)	19.175*** (4.790)	19.465*** (2.856)	9.344* (5.318)
N	408	268	128	140	140
R ²	0.268	0.163	0.070	0.242	0.383
Adjusted-R ²	0.267	0.160	0.062	0.236	0.379
F	16.740***	10.770***	1.480	12.610***	11.090***
Chi-square	29.740***	75.430***	16.560***	98.760***	3.530
RMSE in sample (%)	8.046	6.628	7.626	5.479	9.457
RMSE out sample (%)	7.018	6.726	5.849	7.489	6.626

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ 10%, 5% และ 1% ตามลำดับ, ค่าในวงเล็บ คือ
ค่า Newey-West Robust Standard Error, ค่า Chi-square ใช้ในการทดสอบ $\alpha_0 = 0$ และ $\alpha_i = 0$

ตารางที่ 4: แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ของ put option

rv	$rv = \alpha_0 + \alpha_1 iv_t + \varepsilon_t$				
	5-60 วัน (0-3 เดือน)	5-40 วัน (0-2 เดือน)	5-20 วัน (0-1 เดือน)	21-40 วัน (1-2 เดือน)	41-60 วัน (1-3 เดือน)
iv_{Put}	0.431*** (0.098)	0.257*** (0.063)	0.198 (0.130)	0.274*** (0.062)	0.722*** (0.180)
constant	15.882*** (2.437)	19.478*** (2.107)	20.146*** (3.166)	19.524*** (2.448)	8.426* (4.380)
N	408	268	128	140	140
R ²	0.295	0.169	0.068	0.261	0.469
Adjusted-R ²	0.293	0.166	0.060	0.256	0.465
F	19.440***	16.640***	2.290	19.480***	15.770***
Chi-square	42.540***	144.09***	43.650***	163.120***	4.490
RMSE in sample (%)	7.899	6.604	7.634	5.408	8.778
RMSE out sample (%)	6.972	6.678	5.897	7.297	6.570

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ 10%, 5% และ 1% ตามลำดับ, ค่าในวงเล็บ คือ ค่า Newey-West Robust Standard Error, ค่า Chi-square ใช้ในการทดสอบ $\alpha_0 = 0$ และ $\alpha_1 = 1$

เมื่อพิจารณาความสามารถในการพยากรณ์ของสมการถดถอยข้างต้น เราจะพบว่า ค่า RMSE ที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่าง (In Sample) ไม่ได้แตกต่างมากนักจากค่า RMSE ที่คำนวณได้จากนอกกลุ่มตัวอย่าง (Out Sample) แสดงว่าสมการถดถอยที่ประมาณได้สามารถนำไปใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้ข้อมูลนอกกลุ่มตัวอย่างได้ สะท้อนว่าความสัมพันธ์ที่ประเมินได้ค่อนข้างมีเสถียรภาพ

สรุปผลได้ว่า ตัวแปรทั้งความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตโดยตัวของมันเอง ล้วนมีความสามารถในการอธิบายและคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ แต่มีข้อพึงสังเกตว่า ค่าความผันผวนในอดีตจะสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีในระยะสั้น ไม่เกินระยะเวลาสองเดือนก่อนวันครบกำหนด แต่ค่าความผันผวนแฝงสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีสำหรับการคาดการณ์ระยะยาว คือ ระหว่างสองถึงสามเดือนก่อนวันครบกำหนด ผลที่ได้นี้สอดคล้องกับผลในข้อที่ 6.4 การทดสอบความสามารถในการคาดการณ์เบื้องต้น และเป็นข้อนำศึกษาวิจัยต่อไปว่า ทำไมความผันผวนแฝงถึงทำการคาดการณ์ได้ไม่ดีสำหรับในระยะสั้น ทั้งที่น่าจะคาดการณ์ได้ดีกว่าความผันผวนในอดีต

ตารางที่ 5 แสดงสมการถดถอยระหว่าง ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับความผันผวนแฝงของ call option และความผันผวนในอดีต ผลการศึกษา พบว่า เมื่อพิจารณาในภาพรวม ระยะเวลา 5-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงของ call option สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้และเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในด้านข้อมูล เนื่องจากความผันผวนในอดีตไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม ความผันผวนแฝงยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ โดยที่ค่า χ^2 มีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้เราสามารถปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า $\alpha_0 = \alpha_h = 0$ และ $\alpha_1 = 0$

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเวลา พบว่า สำหรับระยะเวลา 5-20 และ 21-40 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงของ call option ไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ แต่ความผันผวนในอดีตสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ ส่วนระยะเวลา 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงของ call option สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ และเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในด้านข้อมูลเนื่องจากความผันผวนในอดีตไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม ความผันผวนแฝงยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ

ทั้งนี้พึงสังเกตว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างความผันผวนแฝงของ call option กับความผันผวนในอดีตในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง คือ 5-60, 5-20, 21-40 และ 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด มีค่าเท่ากับ 0.63, 0.10, 0.87 และ 0.52 ตามลำดับ เนื่องจากทั้งตัวแปรความผันผวนแฝงและตัวแปรความผันผวนในอดีต ล้วนเป็นตัวแปรอธิบายในสมการถดถอย ความสัมพันธ์ระหว่างกันเองของตัวแปรอธิบายอาจก่อให้เกิดปัญหา Multicollinearity ซึ่งมีแนวโน้มทำให้ค่า Standard Error มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีแนวโน้มที่ตัวแปรอธิบายจะไม่สามารถอธิบายตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากขึ้น

ผลการศึกษาที่พบ กลับยืนยันว่าทั้งความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีต สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ อย่างน้อยก็ในบางช่วงเวลา ทั้งที่อาจจะเกิดปัญหา Multicollinearity ดังนั้น จึงยังเป็นการยืนยันผลว่า ตัวแปรเหล่านี้สามารถอธิบายตัวแปรตามได้จริง

เป็นที่น่าสังเกตว่า ผลการวิจัยยังคงยืนยันผลที่พบมาก่อนว่า ค่าความผันผวนในอดีตจะสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีในระยะสั้น ไม่เกินระยะเวลาสองเดือนก่อนวันครบกำหนด แต่ค่าความผันผวนแฝงสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีสำหรับการคาดการณ์ระยะยาว คือ ระหว่างสองถึงสามเดือนก่อนวันครบกำหนด

ตารางที่ 6 แสดงสมการถดถอยระหว่าง ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับความผันผวนแฝงของ put option และความผันผวนในอดีต ผลการศึกษา พบว่า เมื่อพิจารณาในภาพรวม ระยะเวลา 5-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงของ put option สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ และเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในด้านข้อมูล เนื่องจากความผันผวนในอดีตไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม ความผันผวนแฝงยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ โดยที่ค่า

Chi-square มีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้เราสามารถปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า $\alpha_0 = \alpha_h = 0$ และ $\alpha_1 = 0$

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเวลา พบว่า สำหรับระยะเวลา 5-20 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงของ put option สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 10% และความผันผวนในอดีตสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 1% ดังนั้น ความผันผวนแฝงจึงเป็นค่าคาดการณ์ที่ไม่มีประสิทธิภาพในด้านข้อมูลเนื่องจากตัวแปรความผันผวนในอดีตยังคงสามารถอธิบายค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ และก็เป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ โดยพิจารณาจากค่า Chi-square มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5: แสดงการทดสอบว่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ของ call option และความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) ในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

rv	$rv = \alpha_0 + \alpha_i iv_t + \alpha_h hv_t + \varepsilon_t$				
	5-60 วัน (0-3 เดือน)	5-40 วัน (0-2 เดือน)	5-20 วัน (0-1 เดือน)	21-40 วัน (1-2 เดือน)	41-60 วัน (1-3 เดือน)
iv _{Call}	0.434*** (0.145)	0.121 (0.140)	0.205 (0.177)	0.036 (0.153)	0.780*** (0.246)
hv	0.020 (0.075)	0.180** (0.090)	0.341** (0.166)	0.185** (0.080)	-0.147 (0.130)
constant	15.162*** (2.546)	17.377*** (2.023)	10.802*** (3.330)	19.934*** (2.788)	11.490** (4.864)
N	408	268	128	140	140
R ²	0.269	0.224	0.178	0.298	0.400
Adjusted-R ²	0.265	0.218	0.164	0.288	0.391
F	10.950***	30.460***	8.320***	19.690***	5.510***
Chi-square	36.260***	188.170***	25.680***	145.400***	9.310**
RMSE in sample (%)	8.043	6.382	7.170	5.270	9.331
RMSE out sample (%)	6.915	5.556	5.601	5.718	7.196

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ 10%, 5% และ 1% ตามลำดับ, ค่าในวงเล็บ คือ ค่า Newey-West Robust Standard Error, ค่า Chi-square ใช้ในการทดสอบ $\alpha_0 = \alpha_h = 0$ และ $\alpha_1 = 1$

สำหรับระยะเวลา 21-40 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงของ put option ไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ ในขณะที่ความผันผวนในอดีตสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้

ส่วนระยะเวลา 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงของ put option และความผันผวนในอดีต ล้วนสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ โดยต่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ดังนั้น ความผันผวนแฝงจึงเป็นค่าคาดการณ์ที่ไม่มีประสิทธิภาพในด้านข้อมูลเนื่องจากตัวแปรความผันผวนในอดีตยังคงสามารถอธิบายค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ และก็เป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ โดยพิจารณาจากค่า χ^2 มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งนี้พึงสังเกตว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนแฝงของ call option กับความผันผวนในอดีต ในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง คือ 5-60, 5-20, 21-40 และ 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด มีค่าเท่ากับ 0.63, 0.04, 0.88 และ 0.61 ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างกันเองของตัวแปรอธิบายอาจก่อให้เกิดปัญหา Multicollinearity ซึ่งมีแนวโน้มทำให้ค่า Standard Error มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีแนวโน้มที่ตัวแปรอธิบายจะไม่สามารถอธิบายตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากขึ้น แต่ผลการศึกษาที่พบ กลับยืนยันว่า ทั้งความผันผวนแฝง และความผันผวนในอดีต สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้

เมื่อพิจารณาความสามารถในการพยากรณ์ของสมการถดถอยข้างต้น เราจะพบว่าค่า RMSE ที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่าง (In Sample) ไม่ได้แตกต่างมากนักจากค่า RMSE ที่คำนวณได้จากนอกกลุ่มตัวอย่าง (Out Sample) แสดงว่าสมการถดถอยที่ประมาณได้สามารถนำไปใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้ข้อมูลนอกกลุ่มตัวอย่างได้ สะท้อนว่าความสัมพันธ์ที่ประเมินได้ค่อนข้างมีเสถียรภาพ

ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบความมีเสถียรภาพของผลการศึกษา (Robustness Check) โดยการเปลี่ยนวิธีการทดสอบต่าง ๆ ได้แก่ การเปลี่ยนจากความผันผวนในอดีตตามช่วงเวลา ที่สอดคล้องกับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงเป็น 20 วันซื้อขาย ในทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ผลการศึกษายังคงยืนยันผลเดิมที่ได้คือพบว่าความผันผวนแฝงสามารถอธิบายความผันผวนขึ้นจริงได้ในช่วงระยะเวลา 21-40 และ 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด สอดคล้องกับผลที่ได้ก่อนหน้านี้ว่าความผันผวนแฝงไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในช่วงระยะเวลา 5-20 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด

งานวิจัยนี้ยังได้ทำการทดลองเปลี่ยนค่า Newey-West Lag ซึ่งควบคุมสมมติฐานค่าช่วงเวลาที่มากที่สุดที่ค่าความผิดพลาดทางสถิติ (Error Term) จะมีความสัมพันธ์ระหว่างกันเองข้ามช่วงเวลา ค่ามาตรฐาน (Default Value) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ 10 วันซื้อขาย แต่ได้ทำการทดลองเปลี่ยนค่านี้ให้เป็น 5 วันซื้อขาย จนถึง 30 วันซื้อขาย ผลการศึกษาที่ได้ไม่แตกต่างจากผลเดิมมากนัก กล่าวคือ เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่า lag ค่าความผันผวนแฝงสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ เฉพาะสำหรับระยะเวลา 41-60 วันซื้อขายเท่านั้น

ตารางที่ 6: แสดงการทดสอบว่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ของ put option และความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) ในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

rv	$rv = \alpha_0 + \alpha_i iv_t + \alpha_h hv_t + \varepsilon_t$				
	5-60 วัน (0-3 เดือน)	5-40 วัน (0-2 เดือน)	5-20 วัน (0-1 เดือน)	21-40 วัน (1-2 เดือน)	41-60 วัน (1-3 เดือน)
iv_{put}	0.433*** (0.129)	0.125 (0.101)	0.188* (0.114)	0.077 (0.122)	0.925*** (0.196)
hv	-0.003 (0.073)	0.174** (0.076)	0.356** (0.148)	0.158** (0.078)	-0.312*** (0.091)
constant	15.913*** (2.231)	17.471*** (1.774)	10.909*** (3.262)	19.674*** (2.359)	12.435*** (4.124)
N	408	268	128	140	140
Chi-square	0.295	0.231	0.186	0.302	0.533
Adjusted-R ²	0.291	0.225	0.173	0.292	0.526
F	12.050***	34.340***	9.460***	17.560***	11.250
Chi-square	51.110***	289.780***	66.740***	232.840***	20.040***
RMSE in sample (%)	7.899	6.353	7.131	5.255	8.232
RMSE out sample (%)	6.986	5.549	5.575	5.894	7.877

หมายเหตุ: *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ 10%, 5% และ 1% ตามลำดับ ค่าในวงเล็บ คือ ค่า Newey-West Robust Standard Error, ค่า Chi-square ใช้ในการทดสอบ $\alpha_0 = \alpha_h = 0$ และ $\alpha_i = 0$

ผลการศึกษาปัจจัยที่กำหนดความผันผวนแฝง (Implied Volatility)

การวิจัยส่วนนี้ได้ทำการศึกษาว่า ถ้าความผันผวนแฝง (Implied Volatility) เป็นสิ่งที่สะท้อนถึงการคาดการณ์ความผันผวนที่จะเกิดขึ้นจริงในอนาคตของตลาด มีปัจจัยอะไรบ้างที่ตลาดใช้ในการคาดการณ์ ทั้งนี้ในทางทฤษฎีแล้ว การคาดการณ์ของตลาดควรจะต้องสะท้อนข้อมูลทุกอย่างที่มีอยู่ โดยรวมถึงความผันผวนในอดีต (Historical Volatility)

ผลการศึกษา พบว่า ตลาดใช้ความผันผวนในอดีตในการคาดการณ์ความผันผวนที่จะเกิดขึ้นจริงในอนาคต เฉพาะสำหรับช่วงเวลาการคาดการณ์ที่ยาวนาน คือ 1-3 เดือน แต่ในการคาดการณ์ระยะสั้น คือ ไม่เกิน 1 เดือน ตลาดไม่ได้ใช้ความผันผวนในอดีตมาช่วยในการคาดการณ์ ผลที่ได้นี้น่าจะได้รับการวิจัยต่อไปว่า ทำไมการคาดการณ์ของตลาดจึงมีลักษณะเช่นนี้ ทั้งที่ว่าการคาดการณ์

ระยะสั้น ตลาดน่าจะพิจารณาจากข้อมูลในอดีตที่เพิ่งเกิดขึ้นเพื่อช่วยในการคาดการณ์ มากกว่า การคาดการณ์ในระยะยาวเสียอีก ซึ่งมีแนวโน้มว่าข้อมูลในอดีตที่มีอาจจะไม่สะท้อนเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น (Irrelevant Data)

สรุปผล (Conclusion)

งานวิจัยนี้ศึกษาพฤติกรรมของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ของ SET50 option call option และ put option ตั้งแต่ปี 2551 ถึง 2553 คิดเป็นจำนวน 10 รุ่น (Series) ผลการวิจัยสามารถแบ่งได้เป็นสองด้าน คือ ด้านโครงสร้างของความผันผวนแฝงและด้านความสามารถในการอธิบายและคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) ของความผันผวนแฝง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) โครงสร้างความผันผวนรูปรอยยิ้ม (Volatility Smile or Volatility Skew) ของ SET50 Option

งานวิจัยนี้ พบว่า ความผันผวนแฝงที่คำนวณได้จากราคา option โดยใช้แบบจำลอง Black นั้นมีค่าไม่คงที่ โดยจะเปลี่ยนแปลงไปตามราคาการใช้สิทธิและระยะเวลาครบกำหนด เมื่อสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนแฝงกับสัดส่วนราคาการใช้สิทธิต่อราคา SET50 Futures (K/F) เราจะพบโครงสร้างความผันผวนแฝงเป็นรูปรอยยิ้ม ทั้งในกรณีของ call option และ put option

ผลการศึกษาพบว่า ราคา SET50 option ที่ At-The-Money ในบางช่วงเวลา ไม่เป็นไปตามขอบเขตทางทฤษฎี (Violations of Theoretical Bounds) อันเป็นการเปิดโอกาสให้สามารถทำกำไรโดยปราศจากความเสี่ยงได้ (Arbitrage) แต่ทั้งนี้ การศึกษานี้ยังไม่ได้คำนึงถึงต้นทุนในการทำธุรกรรม (Transaction Cost) นอกจากนี้ ในงานวิจัยนี้ยังพบว่า โดยเฉลี่ยแล้ว ความผันผวนแฝงของ call option กับ put option ไม่ได้แตกต่างกัน สอดคล้องกับ Put-Call Parity

2) ความสามารถของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ในการอธิบายและคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) ของ SET50 Index Option

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) ความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) และความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยรวมแล้วพบว่า สำหรับระยะเวลา 5-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ทั้งความผันผวนแฝงของ call option และ put option ล้วนสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้และเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในด้านข้อมูลเนื่องจากความผันผวนในอดีตไม่มีความสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม ความผันผวนแฝงยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่สอดคล้อง

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเวลา พบว่า สำหรับระยะเวลา 5-20 และ 21-40 วันซื้อขาย ก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ แต่ความผันผวนในอดีตสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ ส่วนระยะเวลา 41-60 วันซื้อขายก่อนครบกำหนด ความผันผวนแฝงสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ และสำหรับ call option เป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในด้านข้อมูลเนื่องจากความผันผวนในอดีตไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สำหรับ put option เป็นค่าคาดการณ์ที่ไม่มีประสิทธิภาพในด้านข้อมูล ทั้งนี้ไม่ว่าในกรณีใด ความผันผวนแฝงก็ยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ

เป็นที่น่าสังเกตว่า ผลการวิจัย พบว่า ค่าความผันผวนในอดีตจะสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีในระยะสั้น ไม่เกินระยะเวลาสองเดือนก่อนวันครบกำหนด แต่ค่าความผันผวนแฝงสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีสำหรับการคาดการณ์ระยะยาว คือ ระหว่างสองถึงสามเดือนก่อนวันครบกำหนด ผลที่ได้นี้น่าจะศึกษาวิจัยต่อไปว่า ทำไมความผันผวนแฝงถึงทำการคาดการณ์ได้ไม่ดีสำหรับในระยะสั้นทั้งที่ น่าจะคาดการณ์ได้ดีกว่าความผันผวนในอดีต นอกจากนั้น ยังพบอีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกัน ความผันผวนแฝงของ call option จะมีประสิทธิภาพและมีความสามารถในการคาดการณ์ที่ดีกว่าความผันผวนแฝงของ put option

ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักลงทุน ผู้บริหารกองทุน และบริษัทหลักทรัพย์ หรือสถาบันการเงิน ที่มีการใช้ option ในการบริหารความเสี่ยงในการลงทุนหรือเป็นผู้ขาย option ในตลาด เพราะการที่สมมติฐานว่าค่าความผันผวนแฝงคงที่ไม่เป็นจริงนั้น ส่งผลให้ในการบริหารความเสี่ยงโดยใช้ option ก็ควรต้องคำนึงถึงโครงสร้างความผันผวนรูปรอยยิ้ม (Volatility Smile) และการบริหารความเสี่ยงจะคำนึงถึงเพียงค่า Delta เพียงอย่างเดียวก็ไม่ใช่การเพียงพอ แต่ควรต้องคำนึงถึงผลทางอ้อมตามเส้นโครงสร้างความผันผวนรูปรอยยิ้มที่มีต่อค่า Vega ด้วย

ผลที่สำคัญของโครงสร้างความผันผวนรูปรอยยิ้มที่มีต่อการประเมินราคา option ด้วยแบบจำลอง Black-Scholes ก็คือ ราคาที่ประเมินได้มีแนวโน้มที่จะต่ำเกินไป (Underpriced) สำหรับ Deep-In-The-Money call หรือ Deep-Out-of-The-Money put ในขณะที่มีแนวโน้มจะสูงเกินไป (Overpriced) สำหรับ Deep-Out-of-The-Money call หรือ Deep-In-The-Money put ดังนั้น ทั้งผู้เขียน option (option writer) และผู้ใช้ option (option buyer) ควรคำนึงแนวโน้มเหล่านี้ในการประเมินราคา

นอกจากนั้น ผลการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการพยากรณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้ความผันผวนแฝง ยังชี้ให้เห็นว่า สำหรับ SET50 option ความผันผวนแฝงที่คำนวณได้ อาจจะไม่เหมาะสมมากนักในการใช้สำหรับการบริหารความเสี่ยงเพราะจากผลทางสถิติ พบว่าไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงสำหรับระยะเวลาการคาดการณ์ระยะไม่เกินหนึ่งเดือน

ได้ และยังมีค่า RMSE สูงกว่าการคาดการณ์โดยใช้ความผันผวนในอดีต ผลที่ได้นี้ตรงข้ามกับคำแนะนำในตำราบริหารความเสี่ยงส่วนใหญ่ที่มักเสนอว่าให้ใช้ความผันผวนแฝงเพราะว่า ในทางทฤษฎีแล้วความผันผวนแฝงเป็นการคาดการณ์ของตลาดจึงมีลักษณะมองไปข้างหน้า (Forward Looking) ไม่ได้ใช้เฉพาะข้อมูลในอดีตเท่านั้น อย่างไรก็ตาม สำหรับการคาดการณ์ความผันผวนในระยะยาวโดยเฉพาะในช่วงสองถึงสามเดือน ความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่ดีกว่าความผันผวนในอดีต

การวิจัยต่อไปในอนาคต ควรมีการใช้ข้อมูลระหว่างวัน (Intraday) ในการคำนวณหาความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง เพื่อแก้ปัญหาความผิดพลาด (Noisy Measurement) ในการประมาณค่าความผันผวนในแต่ละวัน ที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เฉพาะแค่ข้อมูลผลตอบแทนรายวันจากราคาปิดเท่านั้น นอกจากนี้ ก็ควรจะเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงกับแบบจำลองอื่น ๆ เช่น GARCH Model ซึ่งแม้งานวิจัยนี้จะมิได้ทำการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์โดยตรง แต่จากงานวิจัยของ Balaban, Bayar, and Faff (2006) พบว่า สำหรับดัชนี SET Index การคาดการณ์ค่าความผันผวนหนึ่งสัปดาห์ล่วงหน้าด้วยวิธี GARCH(1,1) จะมีความผิดพลาดวัดโดย RMSE เท่ากับ 16.88 เปอร์เซ็นต์ หลังจากทำเป็นความผันผวนต่อปีแล้ว ซึ่งค่าที่ได้นี้สูงกว่าการใช้ความผันผวนในอดีตคาดการณ์เสียอีก

เอกสารอ้างอิง

- Balaban, Bayar and Faff, R. (2006). Forecasting stock market volatility: evidence from fourteen countries. *The European Journal of Finance*, 12(2): 171-188.
- Black, Fischer. (1976). The pricing of commodity contracts. *Journal of Financial Economics*, 3(1-2): 167-179.
- Black, Fischer and Scholes, Myron. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3): 637-654.
- Christensen, B.J. and N.R. Prabhala. (1998). The relationship between implied and realized volatility. *Journal of Financial and Economics*, 50, 125-150.
- Christensen, Bent Jesper and Charlotte Strunk Hansen. (2002). New evidence on the implied-realized volatility relation. *The European Journal of Finance*, 8, 187-205.
- Dumas, Bernard, Jeff Fleming and Robert E. Whaley. (1996). *Implied Volatility Functions: Empirical Tests*. SSRN eLibrary.
- Fleming, J., and R.E. Whaley. (1994). The value of wildcard options. *Journal of Finance*, 49, 215-236.

- Heynen, R. (1993). An empirical investigation of observed smile patterns. *Review of Futures Markets*, 13, 317-353.
- Heston, Steven L. (1993). A Closed-Form Solution for Options with Stochastic Volatility with Applications to Bond and Currency Options. *Review of Financial Studies*, 6(2): 327-343.
- Macbeth, James D. and Larry J. Merville. (1979). An empirical examination of Black-Scholes call option pricing model. *Journal of Finance*, 34(5): 1173-1186.
- Rubinstein, Mark. (1985). Nonparametric Tests of Alternative Option Pricing Models Using All Reported Trades and Quotes on the 30 Most Active CBOE Option Classes from August 23, 1976 Through August 31, 1978. *The Journal of Finance*, 40(2): 455-480.
- Shie, Fu-Shuen. (2009). Constructing the Implied Volatility under the Bull/Bear Markets: The Case of S&P 500 Index Options. *International Research Journal of Finance and Economics*, 34, 96-106.
- Shu, Jinghoug and Jin E. Zhang. (2003). The relationship between implied volatility and realized volatility of S&P 500 index. *WILMOTT magazine*, 2003(1): 83-91.
- Yang, Qianqian. (2006). *An empirical study of implied volatility in Australian index option markets*. Finance. Brisbane, Queensland University of Technology. Master Thesis.

