

ความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงโดยใช้สมการถดถอย
(Forecasting Ability of Implied Volatility by Regression model)



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต
วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

สารนิพนธ์

เรื่อง

ความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนแฝงโดยใช้สมการถดถอย

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559



.....
ฉิรุฒิ โภมลวิจิตร

ผู้วิจัย

.....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปิยภัทร ธาระวานิช

Ph.D.

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....
ดร.เทียนทิพ สุพานิช

Ph.D.

ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์

.....
รองศาสตราจารย์ อรรณพ ต้นละม้าย, Ph.D.

คณบดี

วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล

.....
รองศาสตราจารย์ ธาตรี จันทร์โคติกา

Ph.D.

กรรมการสอบสารนิพนธ์

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างภาษีเงินได้นิติบุคคลและโครงสร้างเงินทุนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และการสนับสนุนที่ดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยภัทร ธาระวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาในการศึกษาอิสระครั้งนี้ ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะทั้งทางด้านวิชาการ และให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบแก้ไขเนื้อหาตลอดจนช่วยกำกับดูแลกระบวนการจัดทำการศึกษาฉบับนี้ให้สำเร็จตามกำหนดเวลา ทั้งนี้ยังมีรองศาสตราจารย์ ดร.ชาติร์ จันทร โคลิกา ที่ได้ให้คำแนะนำในส่วนของการเนื้อหาและการทดสอบแบบจำลองต่างๆ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์วิทยาลัยจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดลทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาการศึกษาของคณะผู้วิจัย

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง ผู้บังคับบัญชา และเพื่อนๆ ที่ช่วยเหลือสนับสนุน และให้กำลังใจคณะผู้วิจัยมาโดยตลอด สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสารนิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจไม่มากนักน้อย และเป็นแนวทางต่อผู้ที่ จะทำการศึกษาเรื่องที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต หากสารนิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้วิจัยขอรับไว้และขออภัยมา ณ ที่นี้

นายฉัตรวุฒิ โกมลวิจิตร

ความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงโดยใช้สมการถดถอย

FORECASTING ABILITY OF IMPLIED VOLATILITY BY REGRESSION MODEL

ฉิรวุฒิ โคมลวิจิตร 5750035

กจ.ม.

คณะกรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะภัทร ธาระวานิช, Ph.D., เทียนทิพ สุพานิช, Ph.D., รองศาสตราจารย์ชาติรี จันทร โคติกา, Ph.D.

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ของ Derivatives Warrant (DW) และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต (Historical Volatility) โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ 1 มกราคม 2554 ถึง 30 ตุลาคม 2558 เมื่อทำการทดสอบการประมาณค่าทางสถิติด้วยวิธี Fixed effects model with robust standard error ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนแฝงสามารถใช้คาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้สำหรับระยะเวลา 5 วันซื้อขายเท่านั้น และเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูล (Informational Efficient) กล่าวคือ ข้อมูลทุกอย่างทุกอย่างถูกสะท้อนอยู่ในความผันผวนแฝงหมดแล้วสำหรับการทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคต เมื่อเพิ่มตัวแปรอื่นคือ ความผันผวนในอดีตไม่มีส่วนช่วยในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคตได้ อย่างไรก็ตามค่าคาดการณ์ดังกล่าวยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ (Biased Predictor) กล่าวคือ ไม่สามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย สำหรับค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย ไม่สามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้นอกจากนี้เมื่อแยกทดสอบความผันผวนแฝงที่คำนวณโดยใช้เพียง Call DW หรือ Put DW เพียงอย่างเดียว ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนแฝงของ Call DW สามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้สำหรับระยะเวลา 5 วันซื้อขายเท่านั้น ส่วน Put DW และ ความผันผวนในอดีตไม่สามารถใช้อธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ในทุกช่วงเวลา คือ 5, 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย

คำสำคัญ : ความผันผวนแฝง/ การคาดการณ์ความผันผวน/ โบสำคัญแสดงสิทธิอนุพันธ์

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	4
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 บทข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	7
บทที่ 4 บทตัวแปร	16
4.1 ตัวแปรตาม	16
4.2 ตัวแปรอธิบาย	18
บทที่ 5 บทวิธีการทางสถิติ	22
บทที่ 6 ผลการวิจัย	26
บทที่ 7 บทอภิปรายและบทสรุป	36
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	39
ประวัติผู้วิจัย	67

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาโดยใช้ราคาของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	8
3.2 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาโดยใช้อัตราผลตอบแทนแบบต่อเนื่องของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	9
3.3 ตารางแสดงจำนวน DW ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	10
3.4 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนของผลตอบแทนและค่าเฉลี่ยของความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลาทำนาย 5, 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย (หน่วย % ต่อปี)	11
3.5 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขายของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	12
3.6 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 20 วันทำการซื้อขายของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	13
3.7 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 40 วันทำการซื้อขายของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	14
3.8 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 60 วันทำการซื้อขายของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	15
5.1 ตารางแสดงขีดจำกัดบน ,ขีดจำกัดล่าง ของ Call option และ Put option	23
5.2 ตารางแสดงตัวอย่าง DW ที่ไม่สามารถหาค่าความผันผวนแฝงได้	23
5.3 ตารางแสดงตัวอย่าง DW ที่ไม่สามารถหาค่าความผันผวนแฝงได้	24
6.1 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ค่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ที่คำนวณจาก Call DW และ Put DW	28
6.2 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ที่คำนวณจาก Call DW	28

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง		หน้า
6.3	แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ที่คำนวณจาก Put DW	29
6.4	ตารางแสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ความผันผวนในอดีต (Historical Volatility)	30
6.5	ตารางแสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ร่วมกับความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้สมการถดถอย	32
6.6	ตารางแสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงที่คำนวณโดย Call DW ร่วมกับความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้สมการถดถอย	33
6.7	แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงที่คำนวณโดย Put DW ร่วมกับความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้สมการถดถอย	34

สารบัญรูปรภาพ

รูปภาพ		หน้า
4.1	แสดงช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่าของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง	16
4.2	แสดงช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่าของความผันผวนในอดีต	19
4.3	แสดงช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่าของความผันผวนแฝง	20



บทที่ 1

บทนำ

การลงทุนในหุ้นถือเป็นการลงทุนในตลาดทุนที่นักลงทุนให้ความสนใจและมีความคาดหวังในผลตอบแทนจากการลงทุนนั้น แต่ผลตอบแทนที่จะเกิดขึ้นนั้นมีความไม่แน่นอน กล่าวคือมีความผันผวนของผลตอบแทนที่คาดหวังกับผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริง โดยความผันผวนนี้สามารถบอกถึงความเสี่ยงของสินทรัพย์ตัวนั้น กล่าวคือ ถ้าสินทรัพย์ตัวนั้นมีความผันผวนสูง หมายถึง ผลตอบแทนของสินทรัพย์ตัวนั้นมีโอกาสเปลี่ยนแปลงมากในเชิงบวกหรือลบเมื่อเทียบกับผลตอบแทนโดยเฉลี่ย โดยค่าความผันผวนนี้ได้ถูกนำมาใช้ในการจัดการความเสี่ยง (risk management) และการจัดการพอร์ตโฟลิโอ (portfolio management) ดังนั้นการคาดการณ์มูลค่าความผันผวนในอนาคตได้อย่างถูกต้องแม่นยำถือเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยในการตัดสินใจของนักลงทุนและยังสามารถประเมินความเสี่ยงของพอร์ตตัวเองในอนาคตอีกด้วย

นอกจากนี้ความผันผวนยังเป็นปัจจัยที่สำคัญในการประเมินราคาออปชัน (option) โดยใช้แบบจำลองของ Black-Scholes-Merton (Merton, 1973) ซึ่งอธิบายว่า ราคาของ option จะถูกกำหนดมาจากความผันผวนของผลตอบแทนของสินทรัพย์พื้นฐาน โดยค่าความผันผวนนี้เป็นการคาดการณ์ถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตไปจนถึงครบกำหนดอายุของ option ดังนั้น หากเราทราบราคา option ที่ซื้อขายในตลาด เราก็สามารถใช้แบบจำลอง Black-Scholes-Merton (Merton, 1973) ในการหาค่าความผันผวนตามแบบจำลองได้ โดยค่าที่คำนวณได้นี้ถูกเรียกว่า ความผันผวนแฝง (Implied volatility)

เนื่องจาก option ในประเทศไทยได้แก่สัญญา SET 50 option ซึ่งซื้อขายบน TFEX นั้น มีสภาพคล่องที่ค่อนข้างต่ำมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีระยะเวลาห่างจากวันหมดอายุสัญญามาก ทำให้การคาดการณ์ความผันผวนอาจได้ค่าที่ไม่แม่นยำ ดังนั้นเพื่อลดปัญหาของเรื่องสภาพคล่องที่ต่ำ งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจใช้เครื่องมือทางการเงินอีกชนิดหนึ่งคือ Derivative Warrants (DW) มาใช้ในการคำนวณค่าความผันผวนแฝง DW คือใบสำคัญแสดงสิทธิชนิดหนึ่ง มีซื้อขายบนกระดานหลักในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยแยกเป็นหมวดเฉพาะ คือ หมวดใบสำคัญแสดงสิทธิอนุพันธ์ DW มีลักษณะคล้ายสัญญาอนุพันธ์ คือ เป็นสิทธิในการซื้อ (Call option) หรือ สิทธิในการขาย (Put option) หลักทรัพย์อ้างอิงในอนาคต ตามราคา จำนวน วัน และเงื่อนไขการใช้สิทธิตามที่ผู้ออกกำหนด โดยมองว่า DW มีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อราคา ของ DW คล้ายกับ Option ได้แก่

ราคาสินทรัพย์อ้างอิง, ราคาใช้สิทธิ, ความผันผวนของผลตอบแทนของสินทรัพย์อ้างอิง, ระยะเวลาคงเหลือ, อัตราดอกเบี้ยเงินปันผลหรือผลตอบแทนจากการถือสินทรัพย์อ้างอิง และสามารถใช้แบบจำลอง Black and Scholes (1973) ในการคำนวณหาราคาของ DW เช่นเดียวกันกับการใช้หาราคา option จึงเป็นที่น่าสนใจว่าถ้าใช้ DW ในการคำนวณหาค่าความผันผวนแฝงแล้ว ค่าความผันผวนที่หาได้นั้นแม่นยำหรือไม่

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนของสินทรัพย์พื้นฐาน โดยทดสอบความสามารถในการคาดการณ์สำหรับระยะเวลา 5, 20, 40 และ 60 วันซื้อขาย ที่คำนวณได้จากแบบจำลอง 2 แบบ คือ ความผันผวนในอดีต (Historical volatility) และความผันผวนแฝง (Implied volatility) เทียบกับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) เพื่อทำการวัดผลว่าแบบจำลองไหนให้ผลการคาดการณ์ที่แม่นยำกว่ากันด้วยวิธี Fixed effects model with robust standard error โดยใช้ข้อมูลใช้ข้อมูลการซื้อขายรายวันของ Derivatives Warrant (DW) ของสินทรัพย์พื้นฐานจำนวน 25 หุ้นและราคาของสินทรัพย์พื้นฐานตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554 ถึง 30 ตุลาคม 2558 เป็นข้อมูลหลักในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นในอนาคต

นอกจากนี้งานวิจัยยังได้ทำการศึกษาความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในภายหลังโดยความผันผวนแฝง ทั้งในแง่ความสามารถในการอธิบาย (Explanatory Power), ความมีประสิทธิภาพในการสะท้อนข้อมูลต่างๆที่มีอยู่ (Informational Efficient) และความไม่มีอคติ (Unbiased)

ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ได้ดีในช่วงระยะเวลาสั้น คือ ช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย โดยค่าคาดการณ์ที่ได้เป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูล กล่าวคือ ข้อมูลทุกอย่างถูกสะท้อนอยู่ในความผันผวนแฝงหมดแล้วสำหรับการทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคต เมื่อเพิ่มตัวแปรอื่นคือความผันผวนในอดีตแล้วไม่มีส่วนช่วยในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคตได้ อย่างไรก็ตามค่าคาดการณ์ที่ได้ยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ (Biased Predictor) กล่าวคือ ไม่สามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย นอกจากนี้เมื่อแยกทดสอบความผันผวนแฝงที่คำนวณ โดยใช้ Call DW หรือ Put DW เพียงอย่างเดียว ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนแฝงของ Call DW สามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีกว่า Put DW คือสามารถใช้คาดการณ์ได้สำหรับระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขายได้ แต่ Put DW ไม่สามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ สำหรับความผันผวนในอดีตไม่สามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ทุกช่วงเวลา

สำหรับการคาดการณ์ระยะกลางและระยะยาว คือช่วงระยะเวลา 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย ทั้งค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีต เมื่อทดสอบโดยใช้สมการถดถอยแล้ว

พบว่าทั้งสองตัวแปร ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าไม่สามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้

รายงานฉบับนี้ได้ถูกแบ่งออกเป็นเจ็ดส่วน ได้แก่ บทนำ (Introduction), งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review), ข้อมูล (Data), ตัวแปร (Variable), วิธีการทางสถิติ (Methodology), ผลการวิจัย (Result) และสรุปผล (Conclusion) ตามลำดับ



บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ คือ งานวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบความสามารถของ ความผันผวนแฝงในการทำนายความผันผวนในอนาคต

2.1.1 การศึกษาเชิงประจักษ์ในต่างประเทศ

Christensen and Prabhala (1998) ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับความผันผวนแฝง โดยใช้ข้อมูลราคาปิดของ At-The-Money Option ของดัชนี S&P100 ซึ่งก็คือ option ที่มีราคาใกล้เคียงหรือเทียบเท่ากับราคาปิดของดัชนี S&P100 ใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 1983 ถึงเดือนพฤษภาคม 1995 ผลการศึกษาพบว่า ความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ และยังได้รวมเอาข้อมูลที่มีในตลาดโดยเฉพาะความผันผวนในอดีตไว้ในการคาดการณ์ทั้งหมดแล้ว ดังนั้น ความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพ และเป็นค่าคาดการณ์ที่ไม่มีอคติ (Unbiased)

Shu and Zhang (2003) ทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับความผันผวนแฝง โดยใช้ข้อมูลราคาปิดรายวันของ option บนดัชนี S&P 500 ตั้งแต่เดือนมกราคม 1995 ถึงเดือนธันวาคม 1999 ซึ่งผลการศึกษาพบว่าความผันผวนแฝงมีอคติ แต่สามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดถูกสะท้อนอยู่ในความผันผวนแฝงแล้ว โดยที่ความผันผวนแฝงที่คำนวณได้จากแบบจำลอง Black and Scholes (1973) สามารถใช้ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีกว่าค่าความผันผวนแฝงที่ได้จากแบบจำลอง Stochastic Volatility ของ Heston (1993) นอกจากนี้ยังพบว่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีตมีความสามารถในการอธิบายได้น้อยกว่าความผันผวนแฝง

Ladokhin (2009) ทำการศึกษาค่าคาดการณ์ความผันผวนของตลาดหุ้น โดยได้ใช้ข้อมูลราคาปิดรายวันของดัชนี S&P500 ตั้งแต่เดือนธันวาคม 1987 ถึง พฤศจิกายน 2008 เพื่อศึกษาหาข้อดีข้อเสียของแบบจำลองต่างๆและประเมินผลด้วย RMSE, MAE และ MAPE ยกตัวอย่างเช่นแบบจำลองความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต (Historical volatility model; Historical average

(HAM), Simple moving average (SMA), Exponential smoothing (ES), Exponential weighted moving average (EWMA)) ผลการศึกษาพบว่า วิธี ES และ EWMA ให้ผลการทดสอบที่ดีที่สุด และมีข้อดีคือ ง่ายในการนำไปใช้ และให้ผลการคาดการณ์ที่ดี แต่มีข้อเสียคือ ถ้าราคามีการปรับตัวขึ้นลงอย่างรุนแรง ผลที่ได้จากการคาดการณ์จะให้ค่าความผันผวนที่เกินจริงอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับแบบจำลองความผันผวนแฝง (Implied volatility model; VIX, VIX adjusted) ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนที่คำนวณ ได้มีแนวโน้มมากกว่าความเป็นจริงโดยเฉลี่ย และมีข้อเสียอีกอย่างคือ ยากในการคำนวณและเหมาะกับเฉพาะการคาดการณ์ความผันผวนของหุ้น โดยใช้ราคา option แต่ทั้งนี้ก็มีข้อดีคือ เป็นแบบจำลองที่ดีเนื่องจากมีทฤษฎีรองรับที่ชัดเจน

Chen (2005) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองต่างๆ และการใช้ข้อมูลระยะสั้นหรือระยะยาวสำหรับการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้แม่นยำกว่ากัน โดยใช้ข้อมูลราคาปิดรายวันของ Option บนดัชนี TAIEX (Taiwan Stock Exchange Capitalization Weighted Stock Index) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2003 ถึงเดือนธันวาคม 2004 โดยทำการแบ่งข้อมูลการทดสอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประมาณค่า (In Sample) ใช้ข้อมูลในช่วง 30-240 วัน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ (Out Sample) สำหรับการคาดการณ์ 1, 5, 10, 20 วันล่วงหน้า ซึ่งความสามารถในการคาดการณ์จะถูกวัดโดยค่า RMSE, MAE, MAPE, Theil's U, MMEU (Mean Mixed Error under-predictions) และ MMEO (Mean Mixed Error over-predictions) ผลการทดสอบสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ 1. เปรียบเทียบการทดสอบของแต่ละแบบจำลอง ในการใช้ข้อมูลและการคาดการณ์ ช่วงเวลาเดียวกัน ผลการทดสอบพบว่า เมื่อใช้ข้อมูลระยะสั้น แบบจำลอง GARCH class สามารถคาดการณ์ได้ดีในทุกๆ ช่วงเวลาคือ 1, 5, 10, 20 วันล่วงหน้า ยกเว้นเมื่อใช้ข้อมูล 30 วัน TVIX (Taiwan volatility index) สามารถคาดการณ์ได้ดีในระยะเวลา 1 วัน สำหรับการ ใช้ข้อมูลในระยะกลางและระยะยาว แบบจำลอง ARIMA และ ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต 30 วัน (30-day historical mean) สามารถคาดการณ์ได้ดีกว่าแบบจำลองอื่นในทุกๆ ช่วงเวลา 2. เปรียบเทียบการทดสอบภายในแบบจำลองเดียวกัน แต่ใช้ข้อมูลและการคาดการณ์ในช่วงเวลาที่ต่างกัน ผลการทดสอบพบว่า เมื่อใช้ข้อมูลระยะสั้น แบบจำลอง TVIX, ความผันผวนแฝง (Implied Volatility), ARCH, TGARCH สามารถคาดการณ์ได้ดี ส่วนแบบจำลองที่เหลือให้ผลการคาดการณ์ที่ดีเมื่อใช้ข้อมูลในระยะยาว

2.2.2 การศึกษาเชิงประจักษ์ในประเทศไทย

ชนศักดิ์ ปะทักขินัง และคณะ (2555) ทำการศึกษาพฤติกรรมความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ของ option บนดัชนี SET50 โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2553 ผลการ

ทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) ของผลตอบแทนดัชนี SET50 พบว่า ความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาดซึ่งวัดโดย RMSE (Root Mean Square Error) น้อยกว่าความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) และเมื่อใช้ความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในสมการถดถอยเพื่ออธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง ผลการศึกษาพบว่าความผันผวนในอดีตสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีในระยะสั้น ไม่เกินระยะเวลาสองเดือนก่อนวันครบกำหนด แต่ค่าความผันผวนแฝงสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีสำหรับการคาดการณ์ระยะยาว ระหว่างสองถึงสามเดือนก่อนครบกำหนด

ดังนั้นสรุปผลงานวิจัยของต่างประเทศได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความผันผวนแฝงกับความผันผวนในอดีตสำหรับการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง ความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ได้ดีในการคาดการณ์ระยะสั้น แต่ความผันผวนในอดีตสามารถคาดการณ์ค่าการผันผวนได้ดีในระยะยาว ซึ่งตรงกันข้ามกับงานวิจัยของไทยที่ว่า ความผันผวนในอดีตสามารถคาดการณ์ได้ดีในระยะสั้น ไม่เกินระยะเวลาสองเดือนก่อนครบกำหนด แต่ความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ได้ดีในระยะยาว คือ ระหว่างสองถึงสามเดือนก่อนครบกำหนด นอกจากนี้ความผันผวนแฝงก็อาจเป็นตัวคาดการณ์ที่มีอคติและอาจไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากความผันผวนในอดีต ก็ยังคงสามารถอธิบายและคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้

บทที่ 3

บทข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้รวบรวมข้อมูลการซื้อขายรายวันของหลักทรัพย์พื้นฐาน และ Derivatives Warrant (DW) ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 1 มกราคม 2554 ถึง 30 ตุลาคม 2558 จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับการศึกษานี้ ได้แก่ ราคาเปิด (O), ราคาปิด (C), ราคาสูง (H), ราคาต่ำ (L) ของหลักทรัพย์พื้นฐานรายวัน, ราคาการใช้สิทธิ (Exercise Price), อัตราใช้สิทธิ (Exercise ratio), การจ่ายเงินปันผล (Dividends), วันซื้อขายวันสุดท้ายของ Derivatives Warrant (t), ราคาปิดรายวันของ Call และ Put DW สำหรับจำนวนวันทำการซื้อขายของประเทศไทย กำหนดให้ 1 ปีเท่ากับ 245 วันทำการซื้อขาย (ธนศักดิ์ ปะทักษิณ และคณะ, 2555)

สำหรับอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความผันผวนแฝงนั้นคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากสมาคมตลาดตราสารหนี้ไทย (www.thaibma.or.th) โดยใช้ข้อมูลดัชนีอัตราผลตอบแทนของการลงทุนในพันธบัตรที่มีอายุคงที่ (Zero Rate Return) สำหรับการคาดการณ์ความผันผวนในช่วงระยะเวลา 20 วัน, 40 วัน และ 60 วันทำการซื้อขาย และใช้อัตราดอกเบี้ย Rp 7 วันจากธนาคารแห่งประเทศไทยสำหรับการคาดการณ์ความผันผวนในระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย
หมายเหตุ : อัตราดอกเบี้ย Rp 7 วัน คือ อัตราดอกเบี้ยธุรกรรมซื้อคืนพันธบัตรระยะเวลา 7 วัน (7-Day Repurchase Rate หรือ 7-Day Repo Rate)

การศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลหุ้นใน SET 100 ที่มีการออก DW มากที่สุดในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 1 มกราคม 2554 ถึง 30 ตุลาคม 2558 จำนวน 25 หุ้น ดังแสดงไว้ในตาราง 3.1 และ DW ที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด 1,997 รุ่น แบ่งเป็น Call DW 1,355 รุ่น และ Put DW 642 รุ่น ดังต่อไปนี้

ตาราง 3.1 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาโดยใช้ราคาของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

Stock	Mean (THB)	SD (THB)	Variance (THB) ²	Min (THB)	Max (THB)
PS	22.27	6.38	40.69	10.40	37.00
TPIPL	1.57	0.55	0.30	1.01	3.58
IRPC	4.07	0.78	0.60	2.86	6.45
THAI	20.86	7.93	62.94	10.00	51.25
BDMS	12.85	5.02	25.23	4.58	21.50
TOP	60.70	9.55	91.22	41.75	86.75
TMB	2.27	0.50	0.25	1.24	3.22
CPALL	37.27	9.04	81.72	16.62	52.00
INTUCH	64.48	18.03	325.07	28.00	97.25
JAS	5.40	2.36	5.58	1.49	9.80
SCC	409.87	67.92	4,612.93	242.00	548.00
BBL	182.75	20.16	406.53	127.00	233.00
KTB	18.86	3.15	9.95	12.51	27.25
AOT	149.21	94.47	8,925.14	32.75	324.00
CPF	29.00	4.82	23.19	17.50	41.75
DTAC	86.65	21.06	443.58	39.00	129.00
PTTGC	64.43	8.86	78.48	39.00	80.75
KBANK	175.21	36.61	1,340.39	103.50	250.00
BANPU	40.99	17.28	298.56	19.60	85.60
PTTEP	151.73	27.23	741.49	68.50	196.50
SCB	150.99	26.33	693.51	93.00	197.50
ADVANC	150.99	26.33	693.51	93.00	197.50
PTT	326.00	26.73	714.67	240.00	397.00
IVL	28.67	8.53	72.79	16.20	56.25
TRUE	6.78	3.34	11.18	2.44	14.80

ตาราง 3.2 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาโดยใช้อัตราผลตอบแทนแบบต่อเนื่องของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

Stock	Mean (%/Day)	SD (%/Day)	Variance (%/Day) ²	Min (%/Day)	Max(%/Day)
PS	0.04	2.59	6.72	(11.70)	13.16
TPIPL	0.06	2.54	6.43	(17.65)	14.21
IRPC	(0.04)	2.19	4.79	(11.16)	8.91
THAI	(0.13)	2.43	5.89	(9.49)	12.49
BDMS	0.12	1.77	3.15	(8.84)	9.69
TOP	(0.03)	1.99	3.97	(8.21)	11.20
TMB	0.01	2.07	4.30	(9.78)	8.55
CPALL	0.07	1.83	3.35	(10.92)	11.31
INTUCH	0.08	1.64	2.67	(6.61)	8.49
JAS	0.17	4.29	18.38	(29.85)	100.70
SCC	0.02	1.56	2.44	(6.51)	8.63
BBL	0.01	1.59	2.53	(7.74)	8.57
KTB	0.00	1.97	3.87	(8.80)	8.46
AOT	0.17	2.17	4.72	(13.77)	9.89
CPF	(0.01)	1.99	3.97	(8.46)	8.38
DTAC	0.04	2.10	4.39	(22.88)	9.36
PTTGC	0.02	2.18	4.77	(31.51)	13.82
KBANK	0.03	1.83	3.36	(6.97)	9.12
BANPU	(0.11)	2.02	4.09	(10.80)	11.35
PTTEP	(0.07)	1.90	3.59	(9.27)	9.56
SCB	0.02	1.78	3.17	(8.73)	7.80
ADVANC	0.02	1.78	3.17	(8.73)	7.80
PTT	(0.02)	1.70	2.89	(9.91)	9.53
IVL	(0.08)	2.68	7.16	(11.78)	10.44
TRUE	0.07	2.93	8.59	(16.14)	13.55

ตาราง 3.3 ตารางแสดงจำนวน DW ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

Stock	Call DW	Put DW	Total
PS	22	30	52
TPIPL	42	10	52
IRPC	19	35	54
THAI	45	11	56
BDMS	50	10	60
TOP	44	17	61
TMB	47	14	61
CPALL	47	14	61
INTUCH	45	24	69
JAS	55	15	70
SCC	66	8	74
BBL	49	26	75
KTB	56	21	77
AOT	55	22	77
CPF	26	51	77
DTAC	53	25	78
PTTGC	57	22	79
KBANK	57	36	93
BANPU	65	29	94
PTTEP	62	36	98
SCB	78	20	98
ADVANC	70	35	105
PTT	65	46	111
IVL	80	35	115
TRUE	100	50	150
Total	1,355	642	1,997

ตาราง 3.4 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าเฉลี่ยของผลตอบแทนและความผันผวนของผลตอบแทนและค่าเฉลี่ยของความผันผวนแปรสำหรับระยะเวลาทำนาย 5, 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย (หน่วย % ต่อปี)

หุ้น	ความผันผวนของผลตอบแทน	ค่าเฉลี่ยของความผันผวนแปรสำหรับระยะเวลาทำนาย			
		5 วันซื้อขาย	20 วันซื้อขาย	40 วันซื้อขาย	60 วันซื้อขาย
PS	40.59	182.53	123.32	105.97	102.99
TPIPL	39.69	146.74	115.11	101.22	100.77
IRPC	34.24	131.16	90.74	90.00	88.70
THAI	38.00	191.71	118.04	100.33	95.82
BDMS	27.78	151.59	94.99	89.65	91.39
TOP	31.21	109.59	86.08	81.84	81.38
TMB	32.45	159.86	105.26	93.55	90.74
CPALL	28.64	276.30	155.80	122.40	111.12
INTUCH	25.59	122.98	85.27	80.28	78.90
JAS	67.11	158.55	120.92	106.01	99.17
SCC	24.44	108.22	78.46	75.55	74.92
BBL	24.89	112.28	79.66	76.17	75.76
KTB	30.79	154.13	95.01	86.98	82.49
AOT	34.00	179.79	107.73	97.31	94.17
CPF	31.18	136.91	84.06	80.41	79.05
DTAC	32.79	134.53	91.81	83.83	84.61
PTTGC	34.18	529.26	86.01	79.72	78.92
KBANK	28.67	111.00	85.09	80.03	78.04
BANPU	31.65	118.19	91.62	86.02	82.29
PTTEP	29.67	104.05	77.25	73.37	71.75
SCB	27.85	115.43	79.99	75.86	75.54
ADVANC	27.85	123.84	84.64	78.68	78.68
PTT	26.61	98.87	77.54	72.08	71.47
IVL	41.89	133.72	105.08	99.94	99.89
TRUE	45.88	187.95	122.89	110.97	108.27

ตาราง 3.5 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย
ของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

Stock	Mean (%/Year)	SD (%/Year)	Variance (%/Year) ²	Min (%/Year)	Max (%/Year)
PS	182.53	143.87	20,698.35	41.63	883.82
TPITPL	146.74	66.55	4,428.39	74.05	335.04
IRPC	131.16	65.60	4,303.28	43.22	441.54
THAI	191.71	98.17	9,637.24	51.31	525.25
BDMS	151.59	83.39	6,953.49	70.80	433.81
TOP	109.59	45.56	2,075.52	50.95	239.99
TMB	159.86	102.84	10,577.03	33.70	445.76
CPALL	276.30	363.02	131,780.11	64.66	1,489.72
INTUCH	122.98	72.38	5,238.68	63.79	540.55
JAS	158.55	125.37	15,716.55	70.99	1,001.28
SCC	108.22	52.43	2,749.22	42.82	268.15
BBL	112.28	56.68	3,212.71	50.18	384.99
KTB	154.13	100.37	10,074.58	44.02	534.16
AOT	179.79	108.96	11,872.31	34.16	691.06
CPF	136.91	81.61	6,660.70	52.53	492.18
DTAC	134.53	74.68	5,576.77	60.69	541.03
PTTGC	529.26	235.90	55,650.38	169.20	1,405.87
KBANK	111.00	48.04	2,308.30	46.10	328.59
BANPU	118.19	49.24	2,424.70	32.74	290.44
PTTEP	104.05	48.02	2,306.30	43.26	275.02
SCB	115.43	79.51	6,321.86	51.23	625.43
ADVAC	123.84	74.26	5,514.04	21.37	419.83
PTT	98.87	51.18	2,619.86	48.85	463.55
IVL	133.72	61.64	3,799.70	45.70	430.37
TRUE	187.95	106.53	11,348.47	85.30	737.37

ตาราง 3.6 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฟงสำหรับระยะเวลา 20 วันทำการซื้อขาย
ของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

Stock	Mean (%/Year)	SD (%/Year)	Variance (%/Year) ²	Min (%/Year)	Max (%/Year)
PS	123.32	52.36	2,741.97	74.93	322.96
TPITPL	115.11	50.25	2,525.04	72.44	368.05
IRPC	90.74	18.92	358.15	39.43	154.51
THAI	118.04	38.55	1,486.23	69.36	278.43
BDMS	94.99	31.05	964.35	25.74	208.77
TOP	86.08	26.31	692.05	53.65	231.11
TMB	105.26	38.57	1,487.79	56.89	265.17
CPALL	155.80	167.20	27,954.79	60.06	797.41
INTUCH	85.27	27.54	758.48	50.86	262.42
JAS	120.92	47.33	2,240.17	41.40	371.31
SCC	78.46	19.40	376.40	33.66	160.15
BBL	79.66	21.22	450.22	41.62	192.43
KTB	95.01	36.73	1,349.17	51.39	265.56
AOT	107.73	36.27	1,315.70	58.67	306.06
CPF	84.06	21.35	455.71	56.37	195.69
DTAC	91.81	23.74	563.62	65.79	226.62
PTTGC	86.01	22.58	509.64	37.41	185.76
KBANK	85.09	21.81	475.64	34.95	169.74
BANPU	91.62	27.07	733.04	34.24	195.10
PTTEP	77.25	22.57	509.37	28.84	238.53
SCB	79.99	18.61	346.42	38.93	154.11
ADVAC	84.64	26.67	711.36	36.03	291.09
PTT	77.54	18.92	357.80	43.09	159.56
IVL	105.08	27.71	767.82	27.02	244.90
TRUE	122.89	40.66	1,653.48	59.17	338.93

ตาราง 3.7 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฟงสำหรับระยะเวลา 40 วันทำการซื้อขาย
ของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

Stock	Mean (%/Year)	SD (%/Year)	Variance (%/Year) ²	Min (%/Year)	Max (%/Year)
PS	105.97	26.72	713.76	64.77	164.12
TPITPL	101.22	35.54	1,263.03	54.03	287.93
IRPC	90.00	18.93	358.48	70.40	154.35
THAI	100.33	18.76	351.93	67.93	171.27
BDMS	89.65	25.63	656.79	12.08	169.21
TOP	81.84	14.44	208.64	41.65	138.75
TMB	93.55	22.09	488.04	59.13	194.90
CPALL	122.40	102.28	10,461.21	42.15	439.71
INTUCH	80.28	16.64	277.05	47.19	166.24
JAS	106.01	16.41	269.21	60.78	148.19
SCC	75.55	15.63	244.37	47.71	126.29
BBL	76.17	11.30	127.70	54.22	127.95
KTB	86.98	25.44	646.99	50.92	186.96
AOT	97.31	17.11	292.71	53.34	133.48
CPF	80.41	17.52	306.82	26.56	157.89
DTAC	83.83	17.30	299.29	38.46	173.52
PTTGC	79.72	14.34	205.71	43.93	145.34
KBANK	80.03	16.72	279.71	40.39	159.88
BANPU	86.02	21.37	456.84	47.25	198.41
PTTEP	73.37	12.45	154.93	50.66	118.88
SCB	75.86	14.65	214.59	23.61	134.68
ADVAC	78.68	11.36	129.16	49.32	110.05
PTT	72.08	11.61	134.82	51.17	139.84
IVL	99.94	19.92	396.76	48.31	179.39
TRUE	110.97	23.15	535.89	36.61	203.66

ตาราง 3.8 ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฟงสำหรับระยะเวลา 60 วันทำการซื้อขาย
ของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

Stock	Mean (%/Year)	SD (%/Year)	Variance (%/Year) ²	Min (%/Year)	Max (%/Year)
PS	102.99	20.87	435.40	72.14	164.52
TPITPL	100.77	35.57	1,264.94	50.26	255.32
IRPC	88.70	20.00	400.00	37.28	157.63
THAI	95.82	12.40	153.64	73.32	127.79
BDMS	91.39	47.54	2,260.25	14.23	406.10
TOP	81.38	12.67	160.58	57.67	128.05
TMB	90.74	19.78	391.39	26.21	153.38
CPALL	111.12	87.79	7,706.42	45.35	396.41
INTUCH	78.90	14.09	198.50	45.00	159.37
JAS	99.17	22.40	501.93	32.18	160.73
SCC	74.92	13.45	180.83	46.86	115.65
BBL	75.76	11.85	140.39	53.39	123.24
KTB	82.49	18.39	338.35	43.47	148.51
AOT	94.17	18.33	336.13	45.82	160.32
CPF	79.05	13.94	194.38	44.95	125.42
DTAC	84.61	21.66	469.28	39.01	178.01
PTTGC	78.92	11.66	135.91	44.18	101.94
KBANK	78.04	12.71	161.50	36.91	117.48
BANPU	82.29	12.14	147.41	48.55	124.30
PTTEP	71.75	10.70	114.54	53.04	117.43
SCB	75.54	12.63	159.39	43.17	116.27
ADVAC	78.68	9.40	88.35	42.18	100.97
PTT	71.47	10.29	105.98	52.62	112.79
IVL	99.89	18.90	357.18	56.99	182.76
TRUE	108.27	21.11	445.49	47.53	188.64

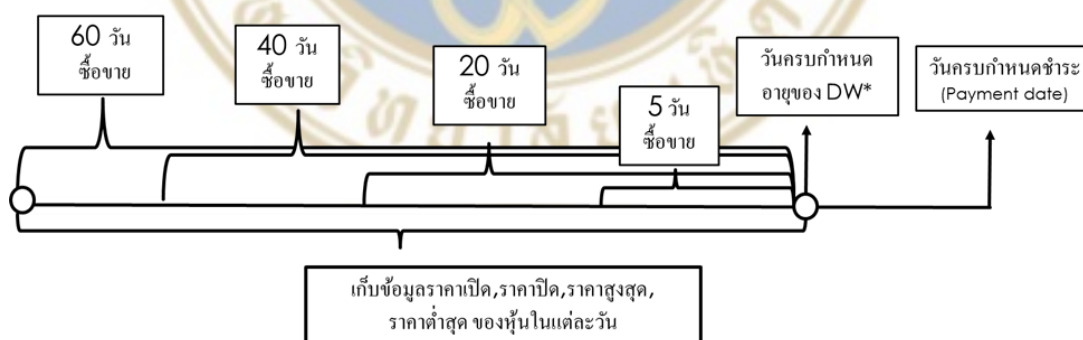
บทที่ 4

บทตัวแปร

4.1 ตัวแปรตาม (Dependent variables)

4.1.1 ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง คือ ความผันผวนของผลตอบแทนของหลักทรัพย์พื้นฐานที่เกิดขึ้นตั้งแต่วันที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความผันผวนแฝงจนถึงวันครบกำหนดอายุของ Derivatives Warrant (DW)* สำหรับการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาคำนวณค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง ได้มีการเก็บข้อมูลราคาเปิด, ราคาปิด, ราคาสูงสุด, ราคาต่ำสุด รายวันของหลักทรัพย์พื้นฐานตั้งแต่วันครบกำหนดอายุของ DW นับย้อนหลังเท่ากับระยะเวลาในการคาดการณ์ โดยครอบคลุมระยะเวลา 5, 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหาความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย จะใช้ข้อมูลราคาของหลักทรัพย์พื้นฐานตั้งแต่วันครบกำหนดอายุของ DW (Maturity date) ย้อนหลังไป 5 วันทำการซื้อขาย แสดงในรูปภาพที่ 4.1



รูปภาพที่ 4.1 แสดงช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่าของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง

หมายเหตุ : * การอธิบายในงานวิจัยนี้ได้ใช้คำว่าวันครบกำหนดอายุของ DW เพื่อให้สอดคล้องตามหลักทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติจริงแล้วงานวิจัยนี้ได้เก็บข้อมูลโดยนับจากวันซื้อขายวันสุดท้ายเนื่องจากในประเทศไทยได้ใช้วันซื้อขายวันสุดท้ายของ DW ในการคำนวณส่วนต่างในการชำระราคา (Cash settlement)

เมื่อได้ราคาเปิด, ราคาปิด, ราคาสูงสุด, ราคาต่ำสุด รายวันของหลักทรัพย์พื้นฐานแล้ว นำมาคำนวณหาค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง โดยอ้างอิงจากงานวิจัยเรื่อง Drift – Independent

Volatility Estimation Based on High, Low, Open and Close Prices ของYang and Zhang (2000) ได้ทำการ ศึกษาการประมาณค่าความแปรปรวนโดยใช้ข้อมูลราคาในอดีตจากราคาสูงสุด, ราคาต่ำสุด, ราคาเปิด ซึ่งต่างจากเดิมที่มีการประมาณค่าจากราคาปิดเพียงอย่างเดียว ผลการศึกษาพบว่าตัวประมาณค่าความแปรปรวนที่ได้มีคุณสมบัติที่ดีกว่าการประมาณค่าจากราคาปิด ดังต่อไปนี้ 1. ไม่มี ความอคติกล่าวคือค่าความแปรปรวนที่ประมาณได้เป็นค่ากลางโดยขึ้นอยู่กับ ราคาสูงสุด, ราคาต่ำสุด, ราคาเปิด และราคาปิด 2. เป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงของราคาหุ้นสูงอย่างฉับพลัน กล่าวคือ หากราคาหุ้นมีการเปลี่ยนแปลงจากราคาต่ำ ไปราคาสูง หรือจากราคาสูง ไปราคาต่ำ จะส่งผลให้ได้ค่าประมาณที่สูงเกินกว่าความเป็นจริง 3. เป็นอิสระจากการกระโดดของราคาปิด กล่าวคือ หากราคาเปิดเท่ากับราคาปิด จะส่งผลให้ได้ค่าประมาณที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริงนอกจากนี้ยังพบว่าตัวประมาณค่าใหม่มีค่าความแปรปรวน (Variance) ที่น้อยมากถ้าเทียบกับตัวประมาณค่าอื่น ดังนั้นจากงานวิจัยนี้จะเห็นได้ว่า ตัวประมาณค่ามีการปรับปรุงให้สามารถประมาณค่าความแปรปรวนได้แม่นยำกว่าแบบเดิมที่ใช้เพียงราคาปิดเพียงอย่างเดียว โดยมีสมการคือ

โดยที่

$$V = V_o + kV_c + (1-k)V_{RS}$$

$$V_o = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (o_i - \bar{o})^2$$

$$V_c = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2$$

$$\bar{o} = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n o_i \text{ and } \bar{c} = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n c_i$$

$$V_{RS} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [u_i(u_i - c_i) + d_i(d_i - c_i)]$$

$u = \ln H_1 - \ln O_1$ the normalized high $d = \ln L_1 - \ln O_1$ the normalized low

$c = \ln C_1 - \ln O_1$ the normalized close $o = \ln O_1 - \ln C_0$ the normalized open

โดยที่ O, C คือราคาเปิดและราคาปิดรายวัน และ H, L คือราคาสูงสุดและราคาต่ำสุดรายวัน และ K คือค่าคงที่ ที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของเครื่องมือนี้มีค่าน้อยที่สุด โดยมีค่าดังนี้

$$k = \frac{0.34}{1.34 + \frac{n+1}{n-1}}$$

โดยที่ n คือ จำนวนวันที่ต้องการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง

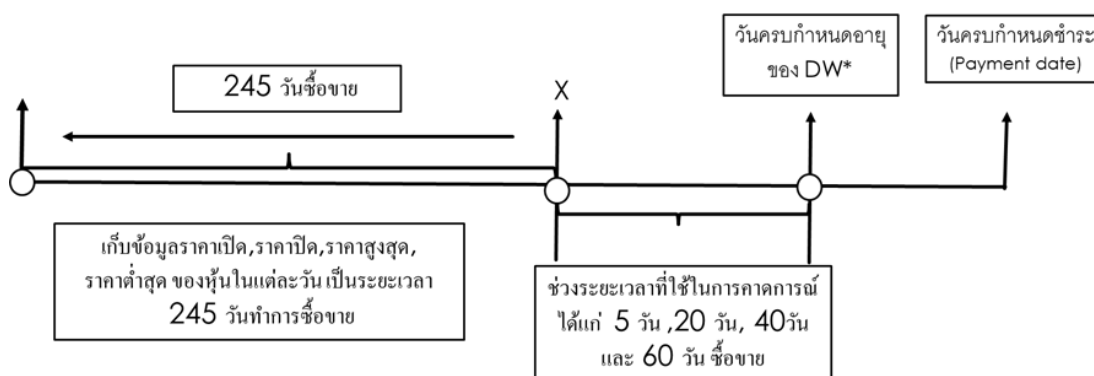
หลังจากคำนวณโดยใช้สูตรของ Yang and Zhang (2000) แล้ว ค่าที่ได้นี้เรียกว่า ค่าความแปรปรวน (Variance) แต่ค่าที่เราสนใจนั้นคือค่าความผันผวน ดังนั้นจึงต้องนำค่าความแปรปรวนที่คำนวณได้ไปถอดรากที่สองเพื่อให้ค่าที่ได้เป็นค่าความผันผวนก่อน แล้วคูณด้วย $\sqrt{245}$ เนื่องจากกำหนดให้ในหนึ่งปีของไทยมีวันทำการซื้อขายเท่ากับ 245 วัน เพื่อทำให้เป็นค่าความผันผวนต่อปี และทำให้เป็น % ต่อปี โดยการคูณด้วย 100

4.2 ตัวแปรอธิบาย (Explanatory variables)

ในการศึกษานี้กำหนดตัวแปรอธิบายเป็น 2 ตัวแปรได้แก่

4.2.1 ความผันผวนในอดีต (Historical Volatility)

สำหรับความผันผวนในอดีตได้มีการเก็บข้อมูลราคาเปิด, ราคาปิด, ราคาสูงสุด, ราคาต่ำสุด รายวันของหลักทรัพย์พื้นฐานเป็นระยะเวลา 245 วันทำการซื้อขาย (ธนศักดิ์ ปะทักษิณ และคณะ, 2555) โดยเริ่มนับจากวันครบกำหนดอายุของ DW* (Maturity date) แล้วนับย้อนหลังไปอีกเป็นระยะเวลาเท่ากับระยะเวลาดำเนินการ เช่น การคาดการณ์สำหรับระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย การเก็บข้อมูลจะเริ่มนับจากวันครบกำหนดอายุของ DW ย้อนนับหลังไปอีกเป็นระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย ซึ่งก็คือ จุด X แสดงในรูปภาพที่ 4.2 หลังจากนั้นได้เก็บข้อมูลราคาเปิด, ราคาปิด, ราคาสูงสุด, ราคาต่ำสุด รายวันตั้งแต่วันที่ X ย้อนหลังเป็นระยะเวลา 245 วันทำการซื้อขาย เมื่อได้ข้อมูลรายวันแล้วก็นำไปแทนค่าในสูตรโดยใช้วิธีการคำนวณแบบเดียวกับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงเพื่อหาค่าความผันผวนในอดีต



กำหนดให้วันทำการซื้อขายใน 1 ปีของไทยมี 245 วัน

รูปภาพที่ 4.2 แสดงช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่าของความผันผวนในอดีต

หมายเหตุ : * การอธิบายในงานวิจัยนี้ได้ใช้คำว่าวันครบกำหนดอายุของ DW เพื่อให้สอดคล้องตามหลักทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติจริงแล้วงานวิจัยนี้ได้เก็บข้อมูลโดยนับจากวันซื้อขายวันสุดท้ายเนื่องจากในประเทศไทยได้ใช้วันซื้อขายวันสุดท้ายของ DW ในการคำนวณส่วนต่างในการชำระราคา (Cash settlement)

4.2.2 ความผันผวนแฝง (Implied Volatility)

ความผันผวนแฝงคำนวณมาจากแบบจำลองของ Black-Scholes-Merton (Merton, 1973) ซึ่งมีการประเมินอัตราการจ่ายปันผลแบบต่อเนื่อง (Continuous Dividend rate)

แบบจำลอง Black-Scholes-Merton (Merton, 1973) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$C = S_0 e^{-qt} N(d_1) - Ke^{-rt} N(d_2)$$

$$P = Ke^{-rt} N(-d_2) - S_0 e^{-qt} N(-d_1)$$

โดยที่

$$d_1 = \left[\ln \left(\frac{S_0}{K} \right) + t \left(r - q + \frac{\sigma^2}{2} \right) \right] / \sigma \sqrt{t}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t}$$

เมื่อ r คือ อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล, t คือ ระยะเวลาครบกำหนด (Maturity date), S_0 คือ ราคาหลักทรัพย์พื้นฐาน, q คือ อัตราการจ่ายปันผลแบบต่อเนื่อง (หน่วย % ต่อปี), $N(x)$ คือ ฟังก์ชันการแจกแจงแบบปกติสะสม, K คือ ราคาใช้สิทธิของ Derivatives Warrant (Exercise price), C คือ ราคาของ Call DW, P คือ ราคา Put DW, และ σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลตอบแทน

สินค้าพื้นฐาน โดยค่าที่ได้จะเป็นความผันผวนแฝงต่อปี ซึ่งค่าความผันผวนแฝงคือ ค่า σ ที่ทำให้ราคาที่ได้จากการคำนวณในแบบจำลองขึ้นต้นเท่ากับราคา DW ที่ซื้อขายในท้องตลาด

สำหรับการนับวันเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลสำหรับการหาค่าความผันผวนแฝงนั้น จะเริ่มนับจากวันครบกำหนดอายุของ DW (Maturity date) ย้อนหลังมาเท่ากับระยะเวลาที่ใช้ทำการทดสอบการคาดการณ์ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าทดสอบความสามารถในการคาดการณ์สำหรับช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย ก็นับจากวันซื้อขายวันสุดท้ายของ DW ย้อนหลังมา 5 วันทำการซื้อขาย แสดงในรูปภาพที่ 4.3



รูปภาพที่ 4.3 แสดงช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่าของความผันผวนแฝง

ข้อมูลที่น่ามาใช้ในการคำนวณหาค่าความผันผวนแฝงได้แก่

1. ราคาสินทรัพย์อ้างอิง ณ วันที่ X ในภาพที่ 3 ซึ่งก็คือ วันทำการซื้อขายสุดท้ายของ DW ย้อนหลังไปเท่ากับระยะเวลาที่ใช้ในการคาดการณ์
2. ราคาใช้สิทธิของ DW (Exercise price)
3. ราคาซื้อขาย DW ณ วันที่ X ในภาพที่ 3 ซึ่งก็คือ วันทำการซื้อขายสุดท้ายของ DW ย้อนหลังไปเท่ากับระยะเวลาที่ใช้ในการคาดการณ์
4. Exercise ratio คืออัตราส่วนว่า การจะใช้สิทธิแลกสินทรัพย์อ้างอิง 1 หุ้นต้องใช้ DW จำนวนเท่าไร
5. Risk free rate รายละเอียดจะถูกกล่าวอยู่ในส่วนของข้อมูลและการจัดเรียงข้อมูล
6. การจ่ายเงินปันผล (Dividend) ณ ช่วงระยะเวลาที่ทำการคาดการณ์ คือหุ้นที่ขึ้น XD ในช่วงตั้งแต่วันที่ ณ จุด X ในภาพที่ 3 จนถึงวันทำการซื้อขายสุดท้ายของ DW เมื่อได้จำนวนเงินปันผลที่จ่ายแล้วแล้วต้องนำไปทำให้เป็นอัตราการจ่ายปันผลแบบต่อเนื่อง (Continuous Dividend rate) หาได้จากสูตร

อัตราดอกเบี้ยทบต้นต่อเนื่อง = $\text{LN} (1 + \text{Dividend Yield})$

โดยกำหนดให้

$$\text{Dividend Yield} = \frac{\text{Dividend}}{\text{Stock price ณ วันที่ } x \text{ ในภาพที่ 3}} \times \frac{365}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ในการคาดการณ์}}$$

7. ระยะเวลาที่ใช้ในการคาดการณ์มีการทำให้เป็นปี โดยการหารด้วย 365

โดยค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณได้นี้มีค่าเป็นทศนิยมต่อปี ทำให้เป็น % ต่อปี โดยการคูณด้วย 100 ก่อนที่จะนำข้อมูลไปใช้ทดสอบ



บทที่ 5

บทวิธีการทางสถิติ

5.1 ช่วงเวลาที่ใช้ในการคาดการณ์

งานวิจัยนี้จะแบ่งช่วงเวลาศึกษาความสามารถในการอธิบาย และคาดการณ์ความผันที่เกิดขึ้นจริง โดยค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีต ออกเป็น 4 ช่วงเวลา โดยนับจากวันซื้อขายวันสุดท้ายของ Derivatives warrant

1. 5 วันซื้อขาย หรือ 1 สัปดาห์ ตามปฏิทิน
2. 20 วันซื้อขาย หรือ 1 เดือน ตามปฏิทิน
3. 40 วันซื้อขาย หรือ 2 เดือน ตามปฏิทิน
4. 60 วันซื้อขาย หรือ 3 เดือน ตามปฏิทิน

เหตุที่งานวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งการศึกษาดังกล่าวออกเป็น 4 ช่วงระยะเวลาข้างต้นเนื่องจากความสามารถในการอธิบายและคาดการณ์อาจจะแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา เช่น ความสามารถในการคาดการณ์ระยะสั้น 5 วันซื้อขาย กับความสามารถในการคาดการณ์ระยะยาว 60 วันซื้อขาย ดังนั้นการแบ่งช่วงเวลาจึงทำให้สามารถศึกษาความสามารถในการอธิบายและคาดการณ์ของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในแต่ละช่วงเวลาการคาดการณ์ได้

5.2 การศึกษาความสามารถของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยการใช้สมการถดถอย

ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์นี้จะนำค่าความผันผวนที่คำนวณได้ในแต่ละวิธีมาทดสอบโดยการใช้สมการถดถอย สำหรับความผันผวนแฝงนั้นในงานวิจัยนี้พบว่า มี DW บางตัวไม่สามารถหาค่าความผันผวนแฝงซึ่งคำนวณโดยแบบจำลอง Black-Scholes-Merton (Merton, 1973) ได้ เนื่องจากการกำหนดราคา DW ซึ่งบริษัทหลักทรัพย์เป็นผู้ออกนั้นมีการกำหนดราคา DW ที่ไม่เป็นไปตามราคาตลาดเปิดโอกาสให้ผู้ลงทุนสามารถทำกำไรโดยปราศจากความเสี่ยงได้ (Arbitrage) โดยอ้างอิงจากทฤษฎีราคาของ option กล่าวไว้ว่า ราคา option ควรจะอยู่ภายในขอบเขตทางทฤษฎีโดยไม่สูงกว่าขีดจำกัดบนของราคา (Upper Bound) และไม่ต่ำกว่าขีดจำกัดล่าง

ของราคา (Lower Bound) ถ้าราคาของ option ไม่อยู่ในขอบเขตดังกล่าว ย่อมก่อให้เกิด โอกาสในการ ทำกำไรโดยปราศจากความเสียหายได้ โดยขีดจำกัดบน (Upper Bound) และขีดจำกัดล่าง (Lower Bound) ของ call option และ put option เป็นดังนี้

ตาราง 5.1 ตารางแสดงขีดจำกัดบน ,ขีดจำกัดล่าง ของ Call option และ Put option

Option	ขีดจำกัดบน Upper Bound	ขีดจำกัดล่าง Lower Bound
Call option	$C \leq Se^{-qrt}$	$C \geq (S - K)e^{-qrt}$
Put option	$P \leq Ke^{-qrt}$	$P \geq (K - S)e^{-qrt}$

เมื่อ S คือราคาหลักทรัพย์พื้นฐาน, K คือราคาใช้สิทธิของ option , r คืออัตราดอกเบี้ย พันธบัตรรัฐบาล ,q คือ อัตราการจ่ายปันผลแบบต่อเนื่อง(หน่วย % ต่อปี) และ t คือ ระยะเวลาครบ กำหนด (Maturity date)

โดยถ้าราคา Call DW และ Put DW มากกว่าขีดจำกัดบน หรือ น้อยกว่าขีดจำกัดล่าง จึงเป็นสาเหตุทำให้หาค่าความผันผวนแฝงไม่ได้ ยกตัวอย่างเช่น

ตาราง 5.2 ตารางแสดงตัวอย่าง DW ที่ไม่สามารถหาค่าความผันผวนแฝงได้

DW	Type	Stock price	Exercise price	Dividend yield	Time	RF	DW price	Upper Bound	Lower Bound
AOT13CD	Call	116.00	66.19	-	0.1096	0.0273	47.39	116.00	49.81
PTTE11P1509A	Put	88.75	133.52	9.79%	0.1096	0.0144	44.39	133.52	44.76

จากตารางจะเห็นได้ว่าค่า Call DW และ Put DW มีค่าน้อยกว่าขีดจำกัดล่างจึงไม่สามารถหาค่าความผันผวนแฝงได้งานวิจัยนี้จึงไม่ใช่ข้อมูลดังกล่าวมาศึกษา จากนั้นจึงทำการหา ความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง ความผันผวนแฝง และความผันผวนในอดีต โดยใช้ การประมาณค่าทางสถิติด้วยวิธี Fixed effects model with robust standard error เนื่องจากใช้ข้อมูล DW มากกว่า 1,000 รุ่น ในช่วงระยะเวลา ตั้งแต่ 1 มกราคม 2554 ถึง 30 ตุลาคม 2558 ดังนั้นลักษณะ ข้อมูลที่ใช้จึงเป็น Unbalanced panel data กล่าวคือ ใช้ข้อมูลทั้ง Time series data และ Cross-sectional data รวมอยู่ด้วยกัน ซึ่งการประมาณได้ใช้ Robust standard error เพื่อแก้ไขปัญหา Heteroskedasticity คือ ความแปรปรวนของค่า Error terms มีค่าไม่คงที่ โดยมีรูปแบบสมการคือ

$$rv_{it} = \beta_0 + \beta_i iv_{it} + \mathcal{E}_{it} \quad (1)$$

$$rv_{it} = \beta_0 + \beta_h hv_{it} + \mathcal{E}_{it} \quad (2)$$

$$rv_{it} = \beta_0 + \beta_i iv_{it} + \beta_h hv_{it} + \mathcal{E}_{it} \quad (3)$$

โดยที่

rv_{it} คือ ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับการคาดการณ์ช่วงระยะเวลา 5 วันซื้อขาย, 20 วันซื้อขาย, 40 วันซื้อขาย และ 60 วันซื้อขาย

iv_{it} คือ ค่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility) สำหรับการคาดการณ์ช่วงระยะเวลา 5 วันซื้อขาย, 20 วันซื้อขาย, 40 วันซื้อขาย และ 60 วันซื้อขาย นอกจากนี้การหาค่าความผันผวนแฝงนั้นได้มีการแยกการคำนวณ โดยใช้เพียง Call DW หรือ Put DW ด้วย

hv_{it} คือ ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต (Historical Volatility) สำหรับการคาดการณ์ช่วงระยะเวลา 5 วันซื้อขาย, 20 วันซื้อขาย, 40 วันซื้อขาย และ 60 วันซื้อขาย

\mathcal{E}_{it} คือ ตัวแปรสุ่มของความผิดพลาด (Random Error Term)

สาเหตุที่แยก Call DW และ Put DW เนื่องจาก DW ทั้ง 2 ประเภทนี้ถูกใช้เป็นเครื่องมือในการเก็งกำไรและป้องกันความเสี่ยงในสถานการณ์ของตลาดที่แตกต่างกัน โดย ถ้านักลงทุนคิดว่าราคาหุ้นอ้างอิงจะขึ้น จึงจะซื้อ Call DW แต่ถ้ามองว่า ราคาหุ้นอ้างอิงจะลง จึงจะซื้อ Put DW และปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อราคา DW นั้นก็มีผลกระทบต่อ Call DW และ Put DW แตกต่างกันไปสรุปได้ดังนี้

ตาราง 5.3 ตารางแสดงตัวอย่าง DW ที่ไม่สามารถหาค่าความผันผวนแฝงได้

ปัจจัย	ผลต่อราคา Call DW	ผลต่อราคา Put DW
ราคาสินทรัพย์อ้างอิง	+	-
อายุคงเหลือของ DW ลดลง	-	-
ความผันผวนของสินทรัพย์อ้างอิง	+	+
เงินปันผลจากหลักทรัพย์อ้างอิง	-	+
อัตราดอกเบี้ย	+	-

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดสอบว่าถ้าใช้เพียง Call DW หรือ Put DW เพียงอย่างเดียวในการหาค่าความผันผวนแฝงแล้ว ยังมีความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้อยู่หรือไม่ และสามารถอธิบายได้ดีเพียงใด

ในขั้นต่อไป งานวิจัยนี้ทดสอบว่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพ (Informational Efficient) หรือไม่ กล่าวคือ ได้สะท้อนถึงข้อมูลทุกอย่างที่มีในเวลานั้น เพื่อใช้ในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคต ถ้าความผันผวนแฝงมีประสิทธิภาพจริง ข้อมูลความผันผวนในอดีตที่มีส่วนสามารถทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคตควรจะถูกสะท้อนอยู่ในความผันผวนแฝงหมดแล้ว ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรค่าความผันผวนในอดีตเข้าไปในสมการที่ (3) ตัวแปรนี้จะไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ กล่าวคือ ค่าประมาณของ β_h จะไม่ต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

$$H_0 : \beta_h = 0$$

$$H_1 : \beta_h \neq 0$$

นอกจากนี้ยังทำการทดสอบต่อไปว่า ความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่ถูกต้องและปราศจากอคติ (Unbiased) หรือไม่ กล่าวคือ ถ้าค่าคาดการณ์นั้นปราศจากอคติแล้ว ความผันผวนแฝงจะต้องเท่ากับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยเฉลี่ย แม้ว่าการคาดการณ์แต่ละครั้งนั้นอาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ แต่โดยเฉลี่ยแล้วความผิดพลาดนั้นต้องเท่ากับศูนย์ การทดสอบสมมติฐานนี้ทำได้ โดยการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากสมการที่ (3) ว่า $\beta_0 = \beta_h = 0$ และ $\beta_i = 1$ หรือไม่

$$H_0 : \beta_i = 1 \text{ และ } \beta_0 = \beta_h = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 1 \text{ หรือ } \beta_0 \neq 0 \text{ หรือ } \beta_h \neq 0$$

หลังจากทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตด้วยสมการถดถอยแล้ว จะได้ค่า R-squared และ Adjusted R-squared โดยเราจะใช้พิจารณาเพื่อดูความสามารถในการอธิบาย (Explanatory Power) ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง

บทที่ 6

บทผลการวิจัย

การวัดความสามารถของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง โดยการใช้สมการถดถอย โดยแบ่งเป็น 3 หัวข้อใหญ่ๆ ในการศึกษาคือ

1. การวัดความสามารถของความผันผวนแฝงในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง
2. การวัดความสามารถของความผันผวนในอดีตในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง
3. การวัดความสามารถของความผันผวนแฝงร่วมความผันผวนในอดีตในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง

6.1 การวัดความสามารถของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

ความผันผวนแฝงที่นำมาใช้ในการทดสอบนี้คำนวณโดยใช้แบบจำลองของ Black-Scholes-Merton (Merton, 1973) เมื่อได้ค่าความผันผวนแฝงแล้วนำมาหาความสัมพันธ์กับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงด้วยสมการถดถอย เพื่อทดสอบว่าความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้หรือไม่ และมีความสามารถในการอธิบายได้เพียงใด นอกจากนั้นยังได้ทำการทดสอบว่า ค่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่ไม่มีอคติ (Unbiased Predictor) หรือไม่

เนื่องจากความผันผวนแฝงนั้นสามารถคำนวณได้จากทั้ง Call DW และ Put DW ตามที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น จึงเป็นที่น่าสนใจความค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณได้โดยวิธีใดสามารถคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีกว่ากัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้แบ่งการทดสอบความสามารถของความผันผวนแฝงที่คำนวณมาจากทั้ง 3 วิธีได้แก่

1. ค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณโดยใช้ทั้ง Call DW และ Put DW แสดงในตาราง 6.1
2. ค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณจาก Call DW เพียงอย่างเดียว แสดงในตาราง 6.2

3. ค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณจาก Put DW เพียงอย่างเดียว แสดงในตาราง 6.3

ทั้งนี้เพื่อทดสอบว่าค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณมาจากแต่ละวิธีสามารถใช้คาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้หรือไม่ และค่าความผันผวนที่คำนวณมาจากวิธีใดสามารถอธิบายได้ดีกว่ากัน

ตาราง 6.1 แสดงสมการถดถอยระหว่าง ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับความผันผวนแฝงที่คำนวณ โดยใช้ทั้ง Call DW และ Put DW ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนแฝงมีความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ในระยะเวลาสั้นคือ ช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 10% แต่ค่าคาดการณ์ที่ได้ยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ กล่าวคือ ไม่สามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย โดยค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% แต่สำหรับการคาดการณ์ในระยะกลางและระยะยาวคือ ช่วงระยะเวลา 20 วัน 40 วัน และ 60 วันทำการซื้อขาย ค่าความผันผวนแฝงไม่สามารถใช้ทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ โดยค่าสัมประสิทธิ์ไม่ต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 6.2 แสดงสมการถดถอยระหว่าง ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับความผันผวนแฝงที่คำนวณ โดยใช้ Call DW ผลการศึกษาพบว่า การใช้ Call DW อย่างเดียวในการหาค่าความผันผวนแฝงได้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกับค่าค่าผันผวนแฝงที่คำนวณโดยใช้ทั้ง Call DW และ Put DW คือสามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้สำหรับช่วงระยะเวลาสั้นคือ ช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขายเท่านั้น โดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 10% และค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% โดยค่าความผันผวนแฝงนี้ไม่สามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงสำหรับระยะเวลา 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขายได้

ตาราง 6.3 แสดงสมการถดถอยระหว่าง ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับความผันผวนแฝงที่คำนวณ โดย Put DW ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณ โดยใช้ค่า Put DW อย่างไม่สามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในทุกช่วงเวลา

จากผลการทดสอบข้างต้นสรุปได้ว่าค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณ โดยใช้ทั้ง Call DW และ Put DW มีความสามารถในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ผล เช่นเดียวกับค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณ โดยใช้ Call DW เพียงอย่างเดียว เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์ของค่าความผันผวนแฝง, ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่, ค่า Robust Standard Error และค่า R^2 overall ที่ใกล้เคียงกัน โดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 10% เช่นเดียวกัน ส่วนค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณ โดยใช้ Put DW เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในทุกช่วงเวลา

ตาราง 6.1 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ค่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ที่คำนวณจาก Call DW และ Put DW

rv	$rv_t = \beta_0 + \beta_1 iv_t + \varepsilon_t$			
	5 วัน	20 วัน	40 วัน	60 วัน
Implied Volatility	0.01 * (0.01)	0.02 (0.02)	0.00 (0.01)	0.00 (0.01)
Constant	26.04 *** (0.89)	27.10 *** (1.46)	28.92 *** (0.56)	29.14 *** (0.64)
N	1487	1487	1487	1487
R² overall	0.01	0.04	0.05	0.06
F	3.04 *	1.45	0.47	0.36
RMSE (%)	10.87	9.37	7.92	7.48
Unbiased Predictor¹ ($\beta=0$ และ $\beta_i=1$)	858.35 ***	345.15 ***	2671.92 ***	2065.43 ***

หมายเหตุ : *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ 10%, 5% และ 1% ตามลำดับ, ค่าในวงเล็บ คือค่า Robust Standard Error

ตาราง 6.2 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ที่คำนวณจาก Call DW

rv	$rv_t = \beta_0 + \beta_1 iv_{call,t} + \varepsilon_t$			
	5 วัน	20 วัน	40 วัน	60 วัน
iv_{call}	0.01 * (0.01)	0.01 (0.01)	0.00 (0.00)	0.01 (0.01)
Constant	26.13 *** (1.10)	27.85 *** (1.18)	29.87 *** (0.43)	29.49 *** (0.72)
N	1011	1011	1011	1011
R² overall	0.01	0.03	0.03	0.05
F	3.08 *	1.25	0.02	0.58
RMSE(%)	10.56	8.75	7.70	7.46
Unbiased Predictor ($\beta = 0$ และ $\beta_i = 1$)	568.23 ***	558.05 ***	4728.62 ***	1662.44 ***

หมายเหตุ : *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ 10%, 5% และ 1% ตามลำดับ, ค่าในวงเล็บ คือค่า Robust Standard Error

ตาราง 6.3 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ที่คำนวณจาก Put DW

rv	$rv_t = \beta_0 + \beta_i iv_{Put,t} + \varepsilon_t$			
	5 วัน	20 วัน	40 วัน	60 วัน
iv_{put}	0.00 (0.01)	0.07 (0.05)	0.03 (0.04)	-0.01 (0.01)
Constant	25.96 *** (1.00)	22.20 *** (4.99)	25.67 *** (3.59)	29.55 *** (0.95)
N	476	476	476	476
R^2 overall	0.02	0.15	0.17	0.08
F	0.40	1.44	0.51	1.38
RMSE (%)	11.33	10.29	8.17	7.34
Unbiased Predictor ($\beta = 0$ และ $\beta_i = 1$)	668.39 ***	19.77 ***	51.21 ***	971.45 ***

หมายเหตุ : *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ 10%, 5% และ 1% ตามลำดับ, ค่าในวงเล็บ คือค่า Robust Standard Error

6.2 การวัดความสามารถของความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) ในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

จากตาราง 6.4 แสดงสมการถดถอยระหว่าง ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนในอดีตไม่สามารถใช้คาดการณ์ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ในทุกช่วงเวลา เนื่องจากไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 10%, 5% และ 1%

ตาราง 6.4 ตารางแสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ความผันผวนในอดีต (Historical Volatility)

rv	$rv_t = \beta_0 + \beta_h hv_t + \varepsilon_t$			
	5 วันซื้อขาย	20 วันซื้อขาย	40 วันซื้อขาย	60 วันซื้อขาย
Historical Volatility	0.12 (0.07)	0.03 (0.05)	0.04 (0.04)	0.01 (0.02)
Constant	23.74 *** (2.35)	27.97 *** (1.73)	28.13 *** (1.43)	29.35 *** (0.71)
N	1487	1487	1487	1487
R^2 overall	0.15	0.16	0.20	0.12
F	2.68	0.26	0.68	0.06
RMSE (%)	10.89	9.40	7.92	7.48
Unbiased Predictor ($\beta = 0$ และ $\beta_h = 1$)	102.07 ***	262.81 ***	385.35 ***	1726.55 ***

หมายเหตุ : *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ 10% ,5% และ 1% ตามลำดับ, ค่าในวงเล็บ คือค่า Robust Standard Error

จากผลการทดสอบโดยใช้ตัวแปรอิสระเพียงตัวแปรเดียวคือความผันผวนแฝง หรือความผันผวนในอดีต ข้างต้นสรุปได้ว่า ค่าความผันผวนแฝงมีความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีกว่าเนื่องจากสามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้สำหรับการคาดการณ์ในช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย แต่ค่าความผันผวนในอดีตไม่สามารถใช้คาดการณ์ได้เลยในทุกช่วงระยะเวลา

6.3 การวัดความสามารถของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ร่วมความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) ในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

จากการทดสอบในหัวข้อก่อนหน้านี้ที่มีการใช้ตัวแปรอิสระเพียงตัวแปรเดียวคือความผันผวนแฝง หรือความผันผวนในอดีตในการหาความสัมพันธ์กับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง จึงเป็นที่น่าสนใจว่าเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าไปอีกหนึ่งตัวคือ ความผันผวนในอดีตเพื่อดูว่า เมื่อใช้ทั้งตัวแปรค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในการสมการถดถอยแล้ว ความผันผวนแฝงยังคงสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้หรือไม่ และทำการทดสอบว่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูลหรือไม่ ด้วยการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ β_h ต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ถ้าค่านี้ไม่ต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ย่อมแสดงว่าค่าความผันผวนแฝง

เป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูล (Informational Efficient) กล่าวได้คือ ตัวแปรอื่น จะไม่สามารถช่วยทำนายตัวแปรตามได้เนื่องจากข้อมูลในตัวแปรอื่นซึ่งในที่นี้คือ ความผันผวนในอดีตได้ถูกสะท้อนไว้ในค่าความผันผวนแล้ว แต่ถ้าค่านี้ต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญย่อมแสดงว่าความผันผวนเป็นค่าคาดการณ์ที่ยังไม่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูล นอกจากนั้นยังได้ทำการทดสอบว่า ค่าความผันผวนเป็นค่าคาดการณ์ที่ไม่มีอคติ (Unbiased Predictor) หรือไม่ ด้วยการทดสอบสมมติฐาน $\beta_0 = \beta_h = 0$ และ $\beta_i = 1$ โดยมีสมมติฐานหลักว่า ความผันผวนเป็นค่าคาดการณ์ที่ไม่มีอคติ และสมมติฐานรองว่าเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ

โดยความผันผวนที่นำมาทดสอบร่วมกับความผันผวนในอดีตแยกได้เป็น 3 หัวข้อคือ

1. ค่าความผันผวนที่คำนวณ โดยใช้ทั้ง Call DW และ Put DW ร่วมกับความผันผวนในอดีต แสดงในตาราง 6.5
2. ค่าความผันผวนที่คำนวณ โดยใช้ Call DW เพียงอย่างเดียวร่วมกับความผันผวนในอดีต แสดงในตาราง 6.6
3. ค่าความผันผวนที่คำนวณ โดยใช้ Put DW เพียงอย่างเดียวร่วมกับความผันผวนในอดีต แสดงในตาราง 6.7

ตาราง 6.5 ตารางแสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ร่วมกับความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้สมการถดถอย

rv	$rv_t = \beta_0 + \beta_i iv_t + \beta_h hv_t + \varepsilon_t$			
	5 วันซื้อขาย	20 วันซื้อขาย	40 วันซื้อขาย	60 วันซื้อขาย
Implied Volatility	0.01 * (0.01)	0.02 (0.02)	0.00 (0.01)	0.00 (0.01)
Historical Volatility	0.12 (0.07)	0.02 (0.06)	0.04 (0.04)	0.00 (0.02)
Constant	22.26 *** (2.37)	26.59 *** (1.75)	27.92 *** (1.56)	29.04 *** (0.88)
N	1487	1487	1487	1487
R² overall	0.10	0.07	0.20	0.11
F	3.16 *	1.09	0.40	0.19
RMSE (%)	10.84	9.37	7.92	7.48
Unbiased Predictor¹ ($\beta=0$ และ $\beta_h = 0$ และ $\beta_i=1$)	427.03 ***	204.29 ***	1685.15 ***	1027.86 ***
Infomational Efficient² ($\beta_h = 0$)	2.75	0.09	0.63	0.03

หมายเหตุ : *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ 10%, 5% และ 1% ตามลำดับ, ค่าในวงเล็บ คือค่า Robust Standard Error

เมื่อพิจารณาความสามารถในการคาดการณ์ด้วยสมการถดถอยข้างต้นพบว่า เมื่อใช้ค่าความผันผวนแฝงร่วมกับความผันผวนในอดีตแล้ว ยังคงสามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้เฉพาะการคาดการณ์ระยะสั้น คือช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 10% โดยค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% และค่าสัมประสิทธิ์ของค่าความผันผวนแฝงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 10% ส่วนการคาดการณ์ระยะกลางและระยะยาวได้แก่ช่วงระยะเวลา 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย ทั้งค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตไม่สามารถร่วมกันอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้

โดยเมื่อทดสอบความมีประสิทธิภาพในด้านข้อมูล (Informational Efficient) ของค่าความผันผวนแฝงพบว่า ค่าคาดการณ์ดังกล่าวเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูล เนื่องจากค่า p-value ของ F-test ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าตัวแปรค่าความผันผวนในอดีตไม่ได้มีส่วนช่วยในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง แต่อย่างไรก็ตาม ค่าความผันผวนแฝงที่ได้ยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติอยู่

ตาราง 6.6 ตารางแสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงที่คำนวณโดย Call DW ร่วมกับความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้สมการถดถอย

rv	$rv_t = \beta_0 + \beta_i iv_{call,t} + \beta_h hv_t + \varepsilon_t$			
	5 วันซื้อขาย	20 วันซื้อขาย	40 วันซื้อขาย	60 วันซื้อขาย
iv_{call}	0.01 * (0.01)	0.01 (0.01)	0.00 (0.00)	0.01 (0.01)
Historical Volatility	0.09 (0.07)	0.03 (0.05)	0.06 (0.04)	0.01 (0.02)
Constant	23.07 *** (2.50)	26.90 *** (1.70)	28.08 *** (1.50)	29.28 *** (0.96)
N	1011	1011	1011	1011
R^2 overall	0.06	0.09	0.18	0.11
F	2.45	1.10	1.28	0.33
RMSE(%)	10.54	8.76	7.70	7.46
Unbiased Predictor ($\beta = 0$ $\beta_h = 0$ และ $\beta_i = 1$)	283.02 ***	308.15 ***	2632.42 ***	831.30 ***
Informationally Efficient ($\beta_h = 0$)	1.86	0.34	2.01	0.13

หมายเหตุ : *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ 10%, 5% และ 1% ตามลำดับ, ค่าในวงเล็บ คือค่า Robust Standard Error

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้ Call DW ร่วมกับความผันผวนในอดีต ไม่สามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในทุกช่วงเวลาเนื่องจากไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 10%, 5% และ 1%

ตาราง 6.7 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงที่คำนวณโดย Put DW ร่วมกับความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้สมการถดถอย

rv	$rv_t = \beta_0 + \beta_i iv_{put,t} + \beta_h hv_t + \varepsilon_t$			
	5 วันซื้อขาย	20 วันซื้อขาย	40 วันซื้อขาย	60 วันซื้อขาย
iv_{put}	0.00 (0.01)	0.07 (0.06)	0.04 (0.05)	-0.01 (0.01)
Historical Volatility	0.21 (0.14)	-0.04 (0.17)	-0.09 (0.11)	0.00 (0.03)
Constant	19.84 *** (4.18)	23.19 *** (3.10)	27.47 *** (4.05)	29.52 *** (1.17)
N	476	476	476	476
R^2 overall	0.20	0.11	0.02	0.07
F	1.48	1.47	0.61	0.72
RMSE (%)	11.30	10.30	8.16	7.35
Unbiased Predictor ($\beta = 0$ และ $\beta_h = 0$ และ $\beta_i = 1$)	323.79 ***	29.01 ***	25.84 ***	497.60 ***
Infomational Efficient ($\beta_h = 0$)	2.04	0.05	0.79	0.00

หมายเหตุ : *, **, *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ 10%, 5% และ 1% ตามลำดับ, ค่าในวงเล็บ คือค่า Robust Standard Error

จากผลการทดสอบด้วยสมการถดถอย พบว่า เมื่อใช้ Put DW ร่วมกับความผันผวนในอดีต ไม่สามารถใช้อัตราการผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ในทุกช่วงเวลาเนื่องจากไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 10%, 5% และ 1%

จากผลการทดสอบด้วยสมการถดถอยระหว่างค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตข้างต้นสรุปได้ว่า ค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณโดยใช้ทั้ง Call DW และ Put DW มีความสามารถในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีกว่าค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณจาก Call DW หรือ Put DW เพียงอย่างเดียว เนื่องจากสามารถใช้อัตราการผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ในช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย แต่ค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณโดยใช้ Call DW หรือ Put DW เมื่อทดสอบด้วยสมการถดถอยร่วมกับความผันผวนในอดีตแล้ว ผลปรากฏว่าไม่สามารถร่วมกันอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้

โดยถ้าพิจารณาแยก Call DW และ Put DW พบว่า การใช้ Call DW หรือ Put DW เพียงอย่างเดียวในการคำนวณค่าความผันผวนแฝงร่วมกับความผันผวนในอดีตไม่สามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ในทุกช่วงเวลา

โดยผลการศึกษาในครั้งนี้ให้ผลการทดสอบที่ต่างจากงานในไทย ธนศักดิ์ ปะทักขินัง และคณะ(2555) โดยผลการทดสอบระบุว่า ความผันผวนในอดีตสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีในระยะสั้นไม่เกินระยะเวลาสองเดือนก่อนครบกำหนด แต่ค่าความผันผวนแฝงสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีสำหรับการคาดการณ์ระยะยาวระหว่างสองถึงสามเดือนก่อนครบกำหนด

แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ให้ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนแฝงเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยในต่างประเทศ Chen (2005) ได้ว่าความผันผวนแฝงสามารถใช้คาดการณ์ได้ดีสำหรับการคาดการณ์ระยะสั้น



บทที่ 7

บทอภิปรายและบทสรุป

งานวิจัยนี้ศึกษาความสามารถของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ในการอธิบายและการคาดการณ์ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้สมการถดถอย ซึ่งใช้ข้อมูล Derivatives warrant (DW) ทั้ง Call และ Put ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554 ถึง วันที่ 30 ตุลาคม 2558 ภายใต้หลักทรัพย์พื้นฐานจำนวน 25 หุ้น (Underlying asset) ประกอบด้วยหุ้น DW จำนวน 1487 หุ้น คิดเป็น Call DW จำนวน 1011 หุ้น และ Put DW จำนวน 476 หุ้น เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) ความผันผวนแฝง (Implied Volatility) และความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) พบว่า ค่าความผันผวนแฝงสามารถใช้คาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ในช่วงระยะเวลาสั้นคือ ช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขายเท่านั้น ส่วนความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีตไม่สามารถใช้คาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในทุกช่วงเวลา

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเวลาแล้วพบว่า การคาดการณ์ในช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย ค่าความผันผวนแฝงสามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ และค่าคาดการณ์ที่ได้ยังเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูลเนื่องจากค่าความผันผวนในอดีตไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ค่าความผันผวนในอดีตไม่มีส่วนช่วยในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ แต่อย่างไรก็ตามค่าคาดการณ์ที่ได้ยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ

สำหรับการคาดการณ์ในระยะกลางและระยะยาวคือช่วงระยะเวลา 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย ทั้งค่าความผันผวนแฝงและค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีตไม่สามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ เนื่องจากไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัยนี้ให้ผลในทิศทางเดียวกับงานวิจัยในต่างประเทศ Chen (2005) ที่ว่าค่าความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ได้ดีในระยะสั้น แต่งานวิจัยนี้ให้ผลการทดสอบตรงข้ามกับผลงานวิจัยในไทยของ ธนศักดิ์ ปะทักษิณ และคณะ (2555) ที่ได้ว่าความผันผวนในอดีตสามารถคาดการณ์ได้ดีในระยะสั้นและ ความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ได้ดีในระยะยาว นอกจากนี้ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีข้อสังเกตว่าค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่ที่ได้จากการทดสอบด้วยสมการถดถอยมีค่าค่อนข้างสูงและมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 1% จึงน่าจะมีการศึกษาวิจัยต่อไปว่าเพราะเหตุใดค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่จึงมีค่าสูง และการที่สัมประสิทธิ์ของค่าคงที่ที่สูงนี้มีความสัมพันธ์

ที่ส่งผลให้ค่า RMSE (Root Mean Squared Error) ของค่าความผันผวนแฝงมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีตด้วยหรือไม่ ทั้งนี้เมื่อทดสอบด้วยสมการถดถอยแล้วค่าความผันผวนแฝงมีความสามารถในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีกว่า

งานวิจัยต่อไปในอนาคต ควรเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงกับแบบจำลองอื่นๆด้วย เช่น GARCH Model เพื่อศึกษาเปรียบเทียบดูว่าแบบจำลองไหนสามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีกว่ากัน



บรรณานุกรม

- Black, F., & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *The Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654.
- Chen, Y. Y. (2005). Volatility index construction for Taiwan stock index options and forecasting models comparison. (D.B.A.), Nova Southeastern University, ProQuest Information and Learning Company. (3191368)
- Christensen, B. J., & Prabhala, N. R. (1998). The relation between implied and realized volatility. *Journal of Financial Economics*, 50(2), 125-150.
- Heston, S. L. (1993). A Closed-Form Solution for Options with Stochastic Volatility with Applications to Bond and Currency Options. *The Review of Financial Studies*, 6(2), 327-343.
- Ladokhin, S. (2009). FORECASTING VOLATILITY IN THE STOCK MARKET. VU University Amsterdam, BMI Paper.
- Merton, R. C. (1973). Theory of Rational Option Pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4(1), 141-183.
- Shu, J., & Zhang, J. E. (2003). The relationship between implied and realized volatility of S&P 500 index. *Wilmott magazine*, 4(1), 83-91.
- Yang, D., & Zhang, Q. (2000). Drift-Independent Volatility Estimation Based on High, Low, Open, and Close Prices. *Journal of Business*, 73(3), 477-491.
- ชนศักดิ์ ปะทักจันัง, ลดาวัลย์ ทองสุพรรณ, ศศิกา ชลากาญจน์ และ ปิยภัสร ธาระวานิช (2555). โครงสร้างความผันผวนรูปรอยยิ้ม (Volatility Smile) และความสามารถในการอธิบายและคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงของผลตอบแทนดัชนี SET50 โดยความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ที่ได้จาก SET50 Option. *วารสารพัฒนบริหารศาสตร์*, 52(3), 25-60.

ภาคผนวก

ตาราง A-1 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility)

ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 5 วัน

```
. xtreg Realized 5D IMPILEVOL 5D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D!=.
> & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression                Number of obs   =    1487
Group variable: id                             Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0093                          Obs per group:  min =     31
        between = 0.0063                          avg   =    59.5
        overall  = 0.0104                          max   =    107

corr(u_i, Xb) = -0.0219                          F(1, 24)        =     3.04
                                                Prob > F        =    0.0939
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_5D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL 5D	.0103483	.0059321	1.74	0.094	-.0018949 .0225915	
_cons	26.03784	.8887375	29.30	0.000	24.20357 27.8721	
sigma u	5.9494676					
sigma e	10.959674					
rho	.22761254	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_5D==1) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_5D = 1
```

```
( 2) _cons = 0
```

```
Constraint 1 dropped
```

```
F( 1, 24) = 858.35
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_5D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_5D = 1
```

```
F( 1, 24) =27832.50
Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse5D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse5D
```

```
rmse5D = 10.87075
```



ตาราง A-2 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility)

ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 20 วัน

```
. xtreg Realized_20D IMPILEVOL_20D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D!
> =. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =    1487
Group variable: id                    Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0061                 Obs per group:  min =     31
      between = 0.2588                  avg   =    59.5
      overall  = 0.0413                 max   =    107

corr(u_i, Xb) = 0.2430                 F(1,24)         =     1.45
                                          Prob > F         =    0.2398
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_20D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_20D	.0187367	.015544	1.21	0.240	-.0133445	.0508179
_cons	27.10304	1.458863	18.58	0.000	24.0921	30.11399
sigma u	6.2677192					
sigma e	9.4482549					
rho	.30558643	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_20D==1) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_20D = 1
```

```
( 2) _cons = 0
```

```
Constraint 1 dropped
```

```
F( 1, 24) = 345.15
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_20D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_20D = 1
```

```
F( 1, 24) = 3985.17
Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse20D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse20D
rmse20D = 9.3715943
```



ตาราง A-3 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility)

ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 40 วัน

```
. xtreg Realized_40D IMPILEVOL_40D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D!
> =. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression                Number of obs   =    1487
Group variable: id                             Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0002                          Obs per group:  min =     31
          between = 0.4099                        avg   =    59.5
          overall = 0.0493                        max   =    107

corr(u_i, Xb) = 0.3405                          F(1,24)         =     0.47
                                                    Prob > F        =    0.5008
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_40D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_40D	.0043521	.0063672	0.68	0.501	-.0087891	.0174933
_cons	28.92154	.5595121	51.69	0.000	27.76676	30.07632
sigma u	6.3481867					
sigma e	7.9894051					
rho	.38701092	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_40D==1) (_cons==0)
```

```
( 1)  IMPILEVOL_40D = 1
( 2)  cons = 0
      Constraint 1 dropped

      F( 1, 24) = 2671.92
      Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_40D==1)
```

```
( 1)  IMPILEVOL_40D = 1

      F( 1, 24) =24452.11
      Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse40D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse40D
      rmse40D = 7.9245813
```



ตาราง A-4 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 60 วัน

```
. xtreg Realized_60D IMPILEVOL_60D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =   1487
Group variable: id                    Number of groups =    25

R-sq:  within = 0.0002                 Obs per group: min =    31
      between = 0.4488                  avg   =   59.5
      overall  = 0.0598                  max   =   107

corr(u_i, Xb) = 0.3600                 F(1, 24)       =    0.36
                                          Prob > F       =   0.5565
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_60D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_60D	.0044045	.0073844	0.60	0.556	-.0108361	.0196452
_cons	29.14449	.6412852	45.45	0.000	27.82094	30.46804
sigma_u	6.4354317					
sigma_e	7.5423848					
rho	.42130002	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_60D==1) (_cons==0)
```

```
( 1)  IMPILEVOL_60D = 1
( 2)  cons = 0
      Constraint 1 dropped

      F( 1, 24) = 2065.43
      Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_60D==1)
```

```
( 1)  IMPILEVOL_60D = 1

      F( 1, 24) =18177.57
      Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse60D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse60D
      rmse60D = 7.481188
```



ตาราง A-5 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ call derivatives warrant ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 5 วัน

```
. xtreg Realized_5D IMPILEVOL_5D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D!=.
> & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =    1011
Group variable: id                            Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0165                          Obs per group:  min =     22
          between = 0.0001                          avg   =    40.4
          overall = 0.0082                          max   =     67

corr(u_i, Xb) = -0.1283                          F(1,24)         =     3.08
                                                Prob > F        =     0.0922

                                         (Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)
```

Realized_5D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_5D	.0121046	.0069021	1.75	0.092	-.0021406	.0263498
_cons	26.13268	1.096279	23.84	0.000	23.87007	28.39529
sigma u	6.0454943					
sigma e	10.688312					
rho	.24238001	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_5D==1) (_cons==0)

( 1)  IMPILEVOL_5D = 1
( 2)  _cons = 0
      Constraint 1 dropped

      F( 1, 24) = 568.23
      Prob > F = 0.0000

. test (IMPILEVOL_5D==1)

( 1)  IMPILEVOL_5D = 1

      F( 1, 24) =20486.11
      Prob > F = 0.0000

. scalar rmse5D=e(rmse)

. scalar list rmse5D
      rmse5D = 10.560432
```



ตาราง A-6 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility)

โดยใช้ call derivatives warrant ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

สำหรับระยะเวลา 20 วัน

```
. xtreg Realized_20D IMPILEVOL_20D if IMPILEVOL_5D!=. |. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D!=.
> =. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs      =      1011
Group variable: id                    Number of groups   =       25

R-sq:  within = 0.0050                 Obs per group: min =       22
      between = 0.1715                  avg      =      40.4
      overall  = 0.0280                  max      =       67

corr(u_i, Xb) = 0.1883                 F(1, 24)           =       1.25
                                          Prob > F           =      0.2753
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_20D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_20D	.0138208	.01238	1.12	0.275	-.0117303	.039372
_cons	27.85474	1.179128	23.62	0.000	25.42114	30.28834
sigma u	5.9457889					
sigma e	8.8605205					
rho	.31048677	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_20D==1) (_cons==0)
```

```
( 1)  IMPILEVOL_20D = 1
( 2)  _cons = 0
      Constraint 1 dropped
```

```
F( 1, 24) = 558.05
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_20D==1)
```

```
( 1)  IMPILEVOL_20D = 1
```

```
F( 1, 24) = 6345.52
Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse20D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse20D
rmse20D = 8.7545085
```



ตาราง A-7 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ call derivatives warrant ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 40 วัน

```
. xtreg Realized_40D IMPILEVOL_40D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D!>=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =    1011
Group variable: id                    Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0000                Obs per group:  min =     22
      between = 0.2963                    avg   =    40.4
      overall  = 0.0313                    max   =     67

                                          F(1,24)        =     0.02
corr(u_i, Xb) = -0.2933                Prob > F        =    0.8976
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_40D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_40D	-.0006375	.0049017	-0.13	0.898	-.0107542	.0094792
_cons	29.86626	.4343237	68.76	0.000	28.96986	30.76266
sigma u	6.1272067					
sigma e	7.797866					
rho	.3817275	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_40D==1) (_cons==0)
```

```
( 1)  IMPILEVOL_40D = 1
( 2)  _cons = 0
      Constraint 1 dropped

      F( 1, 24) = 4728.62
      Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_40D==1)
```

```
( 1)  IMPILEVOL_40D = 1

      F( 1, 24) =41672.66
      Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse40D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse40D
      rmse40D = 7.7045682
```



ตาราง A-8 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ call derivatives warrant ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 60 วัน

```
. xtreg Realized_60D IMPILEVOL_60D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =    1011
Group variable: id                           Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0004                        Obs per group:  min =     22
        between = 0.3784                      avg           =    40.4
        overall  = 0.0522                      max           =     67

corr(u_i, Xb) = 0.3348                        F(1,24)         =     0.58
                                                Prob > F        =    0.4547
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_60D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_60D	.0062965	.0082866	0.76	0.455	-.0108062	.0233991
_cons	29.48883	.7232442	40.77	0.000	27.99613	30.98153
sigma u	6.1909671					
sigma e	7.5490637					
rho	.402114	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_60D==1) (_cons==0)

( 1)  IMPILEVOL_60D = 1
( 2)  _cons = 0
      Constraint 1 dropped

      F( 1, 24) = 1662.44
      Prob > F = 0.0000

. test (IMPILEVOL_60D==1)

( 1)  IMPILEVOL_60D = 1

      F( 1, 24) =14380.16
      Prob > F = 0.0000

. scalar rmse60D=e(rmse)

. scalar list rmse60D
      rmse60D = 7.4587427
```



ตาราง A-9 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ put derivatives warrant ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 5 วัน

```
. xtreg Realized_5D IMPILEVOL_5D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D!=.
> & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =      476
Group variable: id                    Number of groups =       25

R-sq:  within = 0.0006                 Obs per group:  min =        5
      between = 0.0670                  avg   =      19.0
      overall  = 0.0195                  max   =       43

                                          F(1,24)        =      0.40
corr(u_i, Xb) = 0.2167                 Prob > F       =     0.5347
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_5D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_5D	.0048411	.0076853	0.63	0.535	-.0110204	.0207027
_cons	25.96356	1.004268	25.85	0.000	23.89085	28.03627
sigma_u	5.8344377					
sigma_e	11.632678					
rho	.20099605	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_5D==1) (_cons==0)
```

```
( 1)  IMPILEVOL_5D = 1
( 2)  _cons = 0
      Constraint 1 dropped

      F( 1, 24) = 668.39
      Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_5D==1)
```

```
( 1)  IMPILEVOL_5D = 1

      F( 1, 24) =16767.51
      Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse5D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse5D
      rmse5D = 11.334354
```



ตาราง A-10 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ put derivatives warrant ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 20 วัน

```
. xtreg Realized_20D IMPILEVOL_20D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =    476
Group variable: id                    Number of groups =    25

R-sq:  within = 0.0156                 Obs per group:  min =     5
      between = 0.6985                  avg =    19.0
      overall  = 0.1542                 max =    43

corr(u_i, Xb) = 0.5090                 F(1,24)         =    1.44
                                          Prob > F         =    0.2413
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_20D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_20D	.0660059	.054943	1.20	0.241	-.0473908	.1794027
_cons	22.20411	4.994383	4.45	0.000	11.89621	32.51202
sigma u	6.5709154					
sigma e	10.557672					
rho	.27920687	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_20D==1) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_20D = 1
( 2) _cons = 0
      Constraint 1 dropped
```

```
F( 1, 24) = 19.77
Prob > F = 0.0002
```

```
. test (IMPILEVOL_20D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_20D = 1
```

```
F( 1, 24) = 288.98
Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse20D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse20D
      rmse20D = 10.286917
```



ตาราง A-11 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ put derivatives warrant ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 40 วัน

```
. xtreg Realized_40D IMPILEVOL_40D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression                Number of obs   =       476
Group variable: id                             Number of groups =        25

R-sq:  within = 0.0025                          Obs per group:  min =         5
         between = 0.7798                          avg =       19.0
         overall = 0.1696                          max =         43

corr(u_i, Xb) = 0.5806                            F(1, 24)        =       0.51
                                                Prob > F        =       0.4815
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_40D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_40D	.0297093	.04155	0.72	0.481	-.0560456	.1154643
_cons	25.66516	3.586618	7.16	0.000	18.26274	33.06757
sigma u	6.6863314					
sigma e	8.380574					
rho	.38895615	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_40D==1) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_40D = 1
( 2)  cons = 0
      Constraint 1 dropped

      F( 1, 24) = 51.21
      Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_40D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_40D = 1

      F( 1, 24) = 545.33
      Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse40D=e(rmse)
. scalar list rmse40D
      rmse40D = 8.1656517
```



ตาราง A-12 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ put derivatives warrant ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 60 วัน

```
. xtreg Realized_60D IMPILEVOL_60D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =      476
Group variable: id                    Number of groups =       25

R-sq:  within = 0.0012                 Obs per group:  min =        5
      between = 0.3630                   avg =       19.0
      overall  = 0.0808                   max =        43

                                          F(1,24)        =       1.38
corr(u_i, Xb) = -0.4444                 Prob > F        =       0.2519
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_60D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_60D	-.0129577	.0110363	-1.17	0.252	-.0357355	.0098202
_cons	29.55413	.9482161	31.17	0.000	27.59711	31.51115
sigma_u	7.0485642					
sigma_e	7.5305742					
rho	.46697447	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_60D==1) (_cons==0)
```

```
( 1)  IMPILEVOL_60D = 1
( 2)  cons = 0
      Constraint 1 dropped

      F( 1, 24) = 971.45
      Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_60D==1)
```

```
( 1)  IMPILEVOL_60D = 1

      F( 1, 24) = 8424.29
      Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse60D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse60D
      rmse60D = 7.3374504
```



ตาราง A-13 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต
(Historical Volatility)

ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 5 วัน

```
. xtreg Realized_5D HistoricalVol5D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_40D
> !=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =    1487
Group variable: id                    Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0055                 Obs per group:  min =     31
      between = 0.8486                   avg   =    59.5
      overall  = 0.1475                   max   =    107

                                          F(1,24)        =     2.68
corr(u_i, Xb) = 0.6874                 Prob > F        =    0.1146
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_5D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
HistoricalVol5D	.1211636	.073995	1.64	0.115	-.0315546	.2738818
_cons	23.74042	2.349863	10.10	0.000	18.89054	28.59029
sigma u	5.1392582					
sigma e	10.980498					
rho	.1796937	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (HistoricalVol5D==1) (_cons==0)
```

```
( 1) HistoricalVol5D = 1
( 2)  cons = 0
      Constraint 1 dropped

      F( 1, 24) = 102.07
      Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol5D==1)
```

```
( 1) HistoricalVol5D = 1

      F( 1, 24) = 141.06
      Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse5D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse5D
      rmse5D = 10.891405
```

ตาราง A-14 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต
(Historical Volatility)

ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 20 วัน

```
. xtreg Realized 20D HistoricalVol20D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_4
> 0D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =    1487
Group variable: id                    Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0004                  Obs per group:  min =     31
      between = 0.8541                  avg   =    59.5
      overall  = 0.1633                  max   =    107

                                          F(1,24)        =     0.26
corr(u_i, Xb) = 0.7023                  Prob > F       =    0.6120
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_20D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
HistoricalVol20D	.0278288	.0541506	0.51	0.612	-.0839325	.13959
_cons	27.97474	1.725605	16.21	0.000	24.41327	31.53622
sigma u	6.2674745					
sigma e	9.4753079					
rho	.30435779	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (HistoricalVol20D==1) (_cons==0)
```

```
( 1) HistoricalVol20D = 1
( 2) _cons = 0
      Constraint 1 dropped

      F( 1, 24) = 262.81
      Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol20D==1)
```

```
( 1) HistoricalVol20D = 1

      F( 1, 24) = 322.31
      Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse20D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse20D
      rmse20D = 9.3984278
```

ตาราง A-15 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต
(Historical Volatility)

ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 40 วัน

```
. xtreg Realized 40D HistoricalVol40D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_4
> 0D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression                Number of obs   =    1487
Group variable: id                             Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0010                          Obs per group:  min =     31
        between = 0.8260                          avg =           59.5
        overall = 0.2016                          max =           107

corr(u_i, Xb) = 0.6934                          F(1,24)         =     0.68
                                                Prob > F        =     0.4191
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_40D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
HistoricalVol40D	.0367998	.0447593	0.82	0.419	-.0555789	.1291785
_cons	28.12599	1.432777	19.63	0.000	25.16888	31.0831
sigma u	6.1411387					
sigma e	7.9862972					
rho	.37158244	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (HistoricalVol40D==1) (_cons==0)
```

```
( 1) HistoricalVol40D = 1
( 2) _cons = 0
      Constraint 1 dropped
```

```
F( 1, 24) = 385.35
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol40D==1)
```

```
( 1) HistoricalVol40D = 1
```

```
F( 1, 24) = 463.09
Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse40D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse40D
      rmse40D = 7.9214986
```



ตาราง A-16 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต
(Historical Volatility)

ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 60 วัน

```
. xtreg Realized_60D HistoricalVol60D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. & IMPILEVOL_4
> 0D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

```
Fixed-effects (within) regression          Number of obs   =    1487
Group variable: id                        Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0001                    Obs per group:  min =     31
        between = 0.8200                  avg             =    59.5
        overall = 0.1168                  max             =    107

corr(u_i, Xb) = 0.5168                    F(1,24)         =     0.06
                                                Prob > F        =    0.8017
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_60D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
HistoricalVol60D	.0055228	.0217522	0.25	0.802	-.0393715	.0504171
_cons	29.34767	.7062916	41.55	0.000	27.88996	30.80539
sigma u	6.4350956					
sigma e	7.542828					
rho	.4212459	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (HistoricalVol60D==1) (_cons==0)
```

```
( 1) HistoricalVol60D = 1
( 2) _cons = 0
Constraint 1 dropped

F( 1, 24) = 1726.55
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol60D==1)
```

```
( 1) HistoricalVol60D = 1

F( 1, 24) = 2090.18
Prob > F = 0.0000
```

```
. scalar rmse60D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse60D
rmse60D = 7.4816276
```



ตาราง A-17 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 5 วัน

```
. xtreg Realized_5D IMPILEVOL_5D HistoricalVol5D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. &
> IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =    1487
Group variable: id                            Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0147                        Obs per group:  min =     31
        between = 0.4358                      avg   =    59.5
        overall = 0.1008                      max   =    107

corr(u_i, Xb) = 0.3977                        F(2,24)         =     3.16
                                                Prob > F        =     0.0603
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_5D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_5D	.0102559	.0059548	1.72	0.098	-.0020342	.022546
HistoricalVol5D	.1193339	.0719191	1.66	0.110	-.0290998	.2677677
_cons	22.26198	2.370455	9.39	0.000	17.36961	27.15436
sigma u	5.1651784					
sigma e	10.933693					
rho	.18245254	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_5D==1) (HistoricalVol5D==0) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_5D = 1
( 2) HistoricalVol5D = 0
( 3) _cons = 0
Constraint 1 dropped
```

```
F( 2, 24) = 427.03
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_5D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_5D = 1
F( 1, 24) = 27625.56
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol5D==0)
```

```
( 1) HistoricalVol5D = 0
F( 1, 24) = 2.75
Prob > F = 0.1101
```

```
. scalar rmse5D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse5D
rmse5D = 10.84492
```

ตาราง A-18 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 20 วัน

```
. xtreg Realized_20D IMPILEVOL_20D HistoricalVol20D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=.
> & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =    1487
Group variable: id                            Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0062                          Obs per group:  min =     31
        between = 0.4447                          avg             =    59.5
        overall = 0.0722                          max             =    107

corr(u_i, Xb) = 0.3634                            F(2,24)         =     1.09
                                                Prob > F        =     0.3507
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_20D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_20D	.0184431	.015884	1.16	0.257	-.0143397	.051226
HistoricalVol20D	.0169868	.0567488	0.30	0.767	-.100137	.1341106
_cons	26.58928	1.753497	15.16	0.000	22.97024	30.20832
sigma_u	6.1561592					
sigma_e	9.4507968					
rho	.29790545	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_20D==1) (HistoricalVol20D==0) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_20D = 1
( 2) HistoricalVol20D = 0
( 3) _cons = 0
      Constraint 1 dropped

      F( 2, 24) = 204.29
      Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_20D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_20D = 1

      F( 1, 24) = 3818.68
      Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol20D==0)
```

```
( 1) HistoricalVol20D = 0

      F( 1, 24) = 0.09
      Prob > F = 0.7673
```

```
. scalar rmse20D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse20D
      rmse20D = 9.3740638
```


ตาราง A-19 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 40 วัน

```
. xtreg Realized_40D IMPILEVOL_40D HistoricalVol40D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=.
> & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =    1487
Group variable: id                           Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0011                        Obs per group:  min =     31
        between = 0.8202                       avg   =    59.5
        overall = 0.2049                       max   =    107

corr(u_i, Xb) = 0.6979                        F(2, 24)        =     0.40
                                                Prob > F        =    0.6737
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_40D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_40D	.0029739	.0057574	0.52	0.610	-.0089088	.0148567
HistoricalVol40D	.03513	.0441605	0.80	0.434	-.0560128	.1262728
_cons	27.91811	1.564697	17.84	0.000	24.68873	31.14749
sigma_u	6.1255758					
sigma_e	7.9886764					
rho	.37025928	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_40D==1) (HistoricalVol40D==0) (_cons==0)

( 1) IMPILEVOL_40D = 1
( 2) HistoricalVol40D = 0
( 3) _cons = 0
Constraint 1 dropped

F( 2, 24) = 1685.15
Prob > F = 0.0000

. test (IMPILEVOL_40D==1)

( 1) IMPILEVOL_40D = 1

F( 1, 24) = 29988.47
Prob > F = 0.0000

. test (HistoricalVol40D==0)

( 1) HistoricalVol40D = 0

F( 1, 24) = 0.63
Prob > F = 0.4341

. scalar rmse40D=e(rmse)

. scalar list rmse40D
rmse40D = 7.9238146
```

ตาราง A-20 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 60 วัน

```
. xtreg Realized_60D IMPILEVOL_60D HistoricalVol60D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=.
> & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =   1487
Group variable: id                            Number of groups =    25

R-sq:  within = 0.0002                          Obs per group:  min =    31
        between = 0.6649                          avg   =   59.5
        overall = 0.1114                          max   =   107

                                                F(2,24)         =    0.19
corr(u_i, Xb) = 0.4969                          Prob > F         =   0.8304
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_60D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_60D	.0040453	.0075467	0.54	0.597	-.0115303	.0196208
HistoricalVol60D	.0041515	.0223342	0.19	0.854	-.041944	.0502471
_cons	29.04089	.8782605	33.07	0.000	27.22825	30.85353
sigma_u	6.4097897					
sigma_e	7.5448043					
rho	.41919828	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_60D==1) (HistoricalVol60D==0) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_60D = 1
( 2) HistoricalVol60D = 0
( 3) _cons = 0
Constraint 1 dropped
```

```
F( 2, 24) = 1027.86
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_60D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_60D = 1
```

```
F( 1, 24) = 17416.75
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol60D==0)
```

```
( 1) HistoricalVol60D = 0
```

```
F( 1, 24) = 0.03
Prob > F = 0.8541
```

```
. scalar rmse60D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse60D
rmse60D = 7.4835464
```

ตาราง A-21 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ call derivatives warrant และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 5 วัน

```
. xtreg Realized_5D IMPILEVOL_5D HistoricalVol5D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. &
> IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =   1011
Group variable: id                            Number of groups =    25

R-sq:  within = 0.0206                        Obs per group:  min =    22
        between = 0.2093                       avg   =   40.4
        overall = 0.0615                       max   =    67

corr(u_i, Xb) = 0.1661                        F(2,24)         =    2.45
                                                Prob > F        =   0.1080
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_5D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL 5D	.0120403	.0069288	1.74	0.095	-.00226	.0263406
HistoricalVol5D	.0949697	.0696085	1.36	0.185	-.0486951	.2386345
_cons	23.07084	2.504157	9.21	0.000	17.90251	28.23917
sigma u	5.4163096					
sigma e	10.670998					
rho	.20485373	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_5D==1) (HistoricalVol5D==0) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL 5D = 1
( 2) HistoricalVol5D = 0
( 3) _cons = 0
Constraint 1 dropped

F( 2, 24) = 283.02
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_5D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_5D = 1

F( 1, 24) =20331.23
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol5D==0)
```

```
( 1) HistoricalVol5D = 0

F( 1, 24) = 1.86
Prob > F = 0.1851
```

```
. scalar rmse5D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse5D
rmse5D = 10.543197
```

ตาราง A-22 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ call derivatives warrant และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 20 วัน

```
. xtreg Realized_20D IMPILEVOL_20D HistoricalVol20D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=.
> & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =   1011
Group variable: id                            Number of groups =    25

R-sq:  within = 0.0056                        Obs per group:  min =    22
        between = 0.5092                      avg   =   40.4
        overall  = 0.0857                      max   =    67

                                                F(2,24)         =    1.10
corr(u_i, Xb) = 0.4148                        Prob > F         =    0.3490
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_20D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_20D	.0133196	.0125361	1.06	0.299	-.0125537	.0391928
HistoricalVol20D	.0307969	.0527371	0.58	0.565	-.0780472	.1396411
_cons	26.90259	1.69921	15.83	0.000	23.39559	30.40958
sigma u	5.7425846					
sigma e	8.8621719					
rho	.29571958	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_20D==1) (HistoricalVol20D==0) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_20D = 1
( 2) HistoricalVol20D = 0
( 3) _cons = 0
Constraint 1 dropped
```

```
F( 2, 24) = 308.15
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_20D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_20D = 1
```

```
F( 1, 24) = 6194.81
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol20D==0)
```

```
( 1) HistoricalVol20D = 0
```

```
F( 1, 24) = 0.34
Prob > F = 0.5647
```

```
. scalar rmse20D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse20D
rmse20D = 8.7560343
```

ตาราง A-23 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ call derivatives warrant และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 40 วัน

```
. xtreg Realized_40D IMPILEVOL_40D HistoricalVol40D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=.
> & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =    1011
Group variable: id                            Number of groups =     25

R-sq:  within = 0.0031                          Obs per group:  min =     22
        between = 0.7498                          avg           =    40.4
        overall  = 0.1770                          max           =     67

corr(u_i, Xb) = 0.6258                          F(2,24)         =     1.28
                                                Prob > F        =    0.2974
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_40D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_40D	-.0023843	.004747	-0.50	0.620	-.0121817	.0074131
HistoricalVol40D	.0596505	.0421214	1.42	0.170	-.0272839	.1465848
_cons	28.08053	1.496615	18.76	0.000	24.99167	31.16939
sigma u	5.7410083					
sigma e	7.7898197					
rho	.35197578	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_40D==1) (HistoricalVol40D==0) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_40D = 1
( 2) HistoricalVol40D = 0
( 3) _cons = 0
Constraint 1 dropped

F( 2, 24) = 2632.42
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_40D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_40D = 1

F( 1, 24) = 44588.66
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol40D==0)
```

```
( 1) HistoricalVol40D = 0

F( 1, 24) = 2.01
Prob > F = 0.1696
```

```
. scalar rmse40D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse40D
rmse40D = 7.6965251
```

ตาราง A-24 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ call derivatives warrant และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 60 วัน

```
. xtreg Realized_60D IMPILEVOL_60D HistoricalVol60D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=.
> & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =       1011
Group variable: id                            Number of groups =         25

R-sq:  within = 0.0006                        Obs per group:  min =         22
          between = 0.6426                      avg   =       40.4
          overall = 0.1118                      max   =         67

                                          F(2,24)        =       0.33
corr(u_i, Xb) = 0.5011                       Prob > F        =       0.7230
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_60D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_60D	.0056781	.008339	0.68	0.502	-.0115328	.022889
HistoricalVol60D	.0078935	.0214886	0.37	0.717	-.0364568	.0522437
_cons	29.28349	.9598284	30.51	0.000	27.30251	31.26448
sigma u	6.1413707					
sigma e	7.5523842					
rho	.39804187	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_60D==1) (HistoricalVol60D==0) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_60D = 1
( 2) HistoricalVol60D = 0
( 3) _cons = 0
Constraint 1 dropped

F( 2, 24) = 831.30
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_60D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_60D = 1

F( 1, 24) =14217.56
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol60D==0)
```

```
( 1) HistoricalVol60D = 0

F( 1, 24) = 0.13
Prob > F = 0.7166
```

```
. scalar rmse60D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse60D
rmse60D = 7.4619332
```


ตาราง A-25 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ put derivatives warrant และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 5 วัน

```
. xtreg Realized_5D IMPILEVOL_5D HistoricalVol5D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=. &
> IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =       476
Group variable: id                            Number of groups =        25

R-sq:  within = 0.0084                          Obs per group:  min =         5
        between = 0.8576                          avg =       19.0
        overall  = 0.2010                          max =         43

corr(u_i, Xb) = 0.7665                            F(2, 24)        =        1.48
                                                Prob > F        =        0.2472
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_5D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_5D	.0034369	.0082107	0.42	0.679	-.0135092	.0203829
HistoricalVol5D	.2067321	.1448675	1.43	0.166	-.0922597	.505724
_cons	19.84124	4.176328	4.75	0.000	11.22172	28.46076
sigma_u	4.5984978					
sigma_e	11.60011					
rho	.13580602	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_5D==1) (HistoricalVol5D==0) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_5D = 1
( 2) HistoricalVol5D = 0
( 3) cons = 0
Constraint 1 dropped

F( 2, 24) = 323.79
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_5D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_5D = 1

F( 1, 24) = 14731.59
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol5D==0)
```

```
( 1) HistoricalVol5D = 0

F( 1, 24) = 2.04
Prob > F = 0.1664
```

```
. scalar rmse5D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse5D
rmse5D = 11.301984
```

ตาราง A-26 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ put derivatives warrant และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 20 วัน

```
. xtreg Realized_20D IMPILEVOL_20D HistoricalVol20D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=.
> & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =       476
Group variable: id                            Number of groups =        25

R-sq:  within = 0.0159                        Obs per group:  min =         5
        between = 0.5605                       avg =       19.0
        overall = 0.1087                       max =        43

corr(u_i, Xb) = 0.3908                        F(2,24)         =        1.47
                                                Prob > F        =       0.2498
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_20D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_20D	.0670683	.0591143	1.13	0.268	-.0549376	.1890742
HistoricalVol20D	-.0354062	.1664403	-0.21	0.833	-.378922	.3081097
_cons	23.19068	3.097207	7.49	0.000	16.79836	29.583
sigma u	6.7788243					
sigma e	10.56794					
rho	.29151398	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_20D==1) (HistoricalVol20D==0) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_20D = 1
( 2) HistoricalVol20D = 0
( 3) _cons = 0
Constraint 1 dropped

F( 2, 24) = 29.01
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_20D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_20D = 1

F( 1, 24) = 249.07
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol20D==0)
```

```
( 1) HistoricalVol20D = 0

F( 1, 24) = 0.05
Prob > F = 0.8333
```

```
. scalar rmse20D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse20D
rmse20D = 10.296341
```

ตาราง A-27 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ put derivatives warrant และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 40 วัน

```
. xtreg Realized_40D IMPILEVOL_40D HistoricalVol40D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=.
> & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)
```

Fixed-effects (within) regression
Group variable: id

Number of obs = 476
Number of groups = 25

R-sq: within = 0.0054
between = 0.3265
overall = 0.0229

Obs per group: min = 5
avg = 19.0
max = 43

corr(u_i, Xb) = -0.3181

F(2,24) = 0.61
Prob > F = 0.5516

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_40D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_40D	.0423361	.045215	0.94	0.358	-.0509832	.1356553
HistoricalVol40D	-.0936805	.1051442	-0.89	0.382	-.3106874	.1233265
_cons	27.4704	4.049676	6.78	0.000	19.11228	35.82852
sigma u	7.1430283					
sigma e	8.3777782					
rho	.42094583	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_40D==1) (HistoricalVol40D==0) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_40D = 1
( 2) HistoricalVol40D = 0
( 3) _cons = 0
Constraint 1 dropped
```

```
F( 2, 24) = 25.84
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_40D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_40D = 1
```

```
F( 1, 24) = 448.60
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol40D==0)
```

```
( 1) HistoricalVol40D = 0
```

```
F( 1, 24) = 0.79
Prob > F = 0.3818
```

```
. scalar rmse40D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse40D
rmse40D = 8.1624674
```

ตาราง A-28 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ put derivatives warrant และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) สำหรับระยะเวลา 60 วัน

```
. xtreg Realized_60D IMPILEVOL_60D HistoricalVol60D if IMPILEVOL_5D!=. & IMPILEVOL_20D!=.
> & IMPILEVOL_40D!=. & IMPILEVOL_60D!=. , fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =       476
Group variable: id                            Number of groups =        25

R-sq:  within = 0.0012                        Obs per group:  min =         5
        between = 0.3184                       avg =       19.0
        overall = 0.0696                       max =        43

corr(u_i, Xb) = -0.4156                       F(2,24)         =        0.72
                                                Prob > F        =       0.4961
```

(Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)

Realized_60D	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
IMPILEVOL_60D	-.0131645	.0109693	-1.20	0.242	-.0358039	.009475
HistoricalVol60D	.0016733	.0250815	0.07	0.947	-.0500925	.053439
_cons	29.51892	1.166568	25.30	0.000	27.11124	31.9266
sigma u	7.0392371					
sigma e	7.5389218					
rho	.46576397	(fraction of variance due to u_i)				

```
. test (IMPILEVOL_60D==1) (HistoricalVol60D==0) (_cons==0)
```

```
( 1) IMPILEVOL_60D = 1
( 2) HistoricalVol60D = 0
( 3) _cons = 0
Constraint 1 dropped
```

```
F( 2, 24) = 497.60
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (IMPILEVOL_60D==1)
```

```
( 1) IMPILEVOL_60D = 1
```

```
F( 1, 24) = 8531.09
Prob > F = 0.0000
```

```
. test (HistoricalVol60D==0)
```

```
( 1) HistoricalVol60D = 0
```

```
F( 1, 24) = 0.00
Prob > F = 0.9474
```

```
. scalar rmse60D=e(rmse)
```

```
. scalar list rmse60D
rmse60D = 7.3451698
```