การคาดการณ์ความผันที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้ความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีต

(Forecasting Realized Volatility by Implied Volatility and Historical Volatility)

จุฑามาศ จันทร์แก้ว

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต

วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

สารนิพนธ์

เรื่อง

การคาดการณ์ความผันที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้ความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีต

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559

……..

จุฑามาศ จันทร์แก้ว

ผู้วิจัย

……	....……....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปิยภัสร ธาระวานิช	ดร.เทียนทิพ สุพานิช
Ph.D.	Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์
…….	……...
รองศาสตราจารย์ อรรณพ ตันละมัย, Ph.D.	รองศาสตราจารย์ ธาตรี จันทรโคลิกา
คณบดี	Ph.D.
วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล	กรรมการสอบสารนิพนธ์

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่องการคาดการณ์ความผันที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้ความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีต สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และการสนับสนุนที่ดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยภัสร ธาระวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาในการศึกษาอิสระครั้งนี้ ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะทั้งทางด้านวิชาการและให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบแก้ไขเนื้อหาตลอดจนช่วยกำกับดูแลกระบวนการจัดทำการศึกษาฉบับนี้ให้สำเร็จตามกำหนดเวลา ทั้งนี้ยังมีรองศาตราจารย์ ดร.ธาตรี จันทรโคลิกา ที่ได้ให้คำแนะนำในส่วนของเนื้อหาและการทดสอบแบบจำลองต่างๆ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์วิทยาลัยจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาการศึกษาของคณะผู้วิจัย

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง ผู้บังคับบัญชา และเพื่อนๆที่ช่วยเหลือสนับสนุน และให้กำลังใจคณะผู้วิจัยมาโดยตลอด สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสารนิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย และเป็นแนวทางต่อผู้ที่จะทำการศึกษาเรื่องที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต หากสารนิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้วิจัยขอรับไว้และขออภัยมา ณ ที่นี้

นางสาวจุฑามาศ จันทร์แก้ว

การคาดการณ์ความผันที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้ความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีต
FORECASTING REALIZED VOLATILITY BY IMPLIED VOLATILITY AND HISTORICAL VOLATILITY

จุฑามาศ จันทร์แก้ว 5750146

กจ.ม.

คณะกรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์ : ผู้ช่วยศาตราจารย์ปิยภัสร ธาระวานิช, Ph.D., เทียนทิพ สุพานิช, Ph.D., รองศาสตราจารย์ธาตรี จันทรโคลิกา, Ph.D.

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง โดยความผันผวนแฝงของ Derivatives Warrant (DW) และความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ 1 มกราคม 2554 ถึง 30 ตุลาคม 2558 ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนในอดีต เป็นค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาด ซึ่งวัดโดย RMSE (Root Mean Square Error), MAE (Mean Absolute Error), MAPE (Mean Absolute Percent Error) น้อยกว่าค่าความผันผวนแฝงและเมื่อวัดด้วย ME (Mean Error) และ MPE (Mean Percentage Error) พบว่าค่าคาดการณ์ที่ได้จากความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตนั้นเป็นค่าคาดการณ์ที่สูงกว่าค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยเฉลี่ย ซึ่งค่าความผันผวนแฝงมีค่าคาดการณ์ที่สูงกว่ามากกว่าความผันผวนในอดีต

นอกจากนี้เมื่อทำการทดสอบการประมาณค่าทางสถิติด้วยวิธี Fixed effects model with robust standard error ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนแฝงสามารถใช้คาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้สำหรับระยะเวลา 5 วันซื้อขายเท่านั้น และเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูล กล่าวคือ ข้อมูลทุกอย่างทุกอย่างถูกสะท้อนอยู่ในความผันผวนแฝงหมดแล้วสำหรับการทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคต อย่างไรก็ตามค่าคาดการณ์ดังกล่าวยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ กล่าวคือ ไม่สามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย สำหรับค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย ไม่สามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้

คำสำคัญ : ความผันผวนแฝง/ ความผันผวนในอดีต/ ใบสำคัญแสดงสิทธิอนุพันธ์

48 หน้า

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		**ข**
บทคัดย่อ		**ค**
สารบัญตาราง		**จ**
สารบัญรูปภาพ		**ช**
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
บทที่ 2	**ทบทวนวรรณกรรม**	**3**
	2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3	**บทข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา**	**12**
บทที่ 4	**บทตัวแปร**	**15**
	4.1 ตัวแปรตาม	15
	4.2 ตัวแปรอธิบาย	17
บทที่ 5	**บทวิธีการทางสถิติ**	**21**
บทที่ 6	**ผลการวิจัย**	**26**
บทที่ 7	**บทอภิปรายและบทสรุป**	**33**
บรรณานุกรม		**35**
ภาคผนวก		**36**
ประวัติผู้วิจัย		**48**

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
3.1	ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาโดยใช้ราคาของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	7
3.2	ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาโดยใช้อัตราผลตอบแทนแบบต่อเนื่องของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	8
3.3	ตารางแสดงจำนวน DW ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	9
3.4	ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาความผันผวนของผลตอบแทนและค่าเฉลี่ยของความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลาทำนาย 5, 20 , 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย	10
3.5	ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขายของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	11
3.6	ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 20 วันทำการซื้อขายของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	12
3.7	ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 40 วันทำการซื้อขายของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	13
3.8	ตารางแสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 60 วันทำการซื้อขายของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์	14
5.1	ตารางแสดงขีดจำกัดบน ,ขีดจำกัดล่าง ของ Call option และ Put option	23
5.2	ตารางแสดงตัวอย่าง DW ที่ไม่สามารถหาค่าความผันผวนแฝงได้	24
5.3	ตารางแสดงปัจจัยที่มีผลต่อราคาของ DW	25
6.1	ตารางแสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์โดยการใช้ค่า RMSE ระหว่าง ค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต	26
6.2	ตารางแสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์โดยการใช้ค่า MAE ระหว่าง ค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต	27
6.3	แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์โดยการใช้ค่า MAPE ระหว่าง ค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต	27

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
6.4	ตารางแสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์โดยการใช้ค่า ME ระหว่าง ค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต	27
6.5	ตารางแสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์โดยการใช้ค่า MPE ระหว่าง ค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต	28
6.6	ตารางแสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้ค่าความผันผวนแฝง	29
6.7	ตาราง แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นโดยใช้ ความผันผวนในอดีต	30
6.8	ตารางแสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง ร่วมกับความผันผวนในอดีตในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้สมการถดถอย	31

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ		หน้า
4.1	รูปภาพแสดงช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่าของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง	15
4.2	รูปภาพแสดงช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่าของความผันผวนในอดีต	18
4.3	รูปภาพแสดงช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่าของความผันผวนแฝง	19

บทที่ 1
บทนำ

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

นอกจากนี้ความผันผวนยังเป็นปัจจัยที่สำคัญในการประเมินราคาออปชั่น (option) โดยใช้แบบจำลองของ Black-Schole-Merton (Merton, 1973) ซึ่งอธิบายว่า ราคาของ option จะถูกกำหนดมาจากความผันผวนของผลตอบแทนของสินทรัพย์พื้นฐาน โดยค่าความผันผวนนี้เป็นการคาดการณ์ถึงความผันผวนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตไปจนถึงครบกำหนดอายุของ option ดังนั้น หากเราทราบราคา option ที่ซื้อขายในตลาด เราก็สามารถใช้แบบจำลอง Black-Schole-Merton (Merton, 1973)ในการหาค่าความผันผวนตามแบบจำลองได้ โดยค่าที่คำนวณได้นี้ถูกเรียกว่า ความผันผวนแฝง (Implied volatility)

เนื่องจาก option ในประเทศไทยได้แก่สัญญา SET 50 option ซึ่งซื้อขายบน TFEX นั้นมีสภาพคล่องที่ค่อนข้างต่ำมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีระยะเวลาห่างจากวันหมดอายุสัญญามาก ทำให้การคาดการณ์ความผันผวนอาจได้ค่าที่ไม่แม่นยำ ดังนั้นเพื่อลดปัญหาของเรื่องสภาพคล่องที่ต่ำงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจใช้เครื่องมือทางการเงินอีกชนิดหนึ่งคือ Derivative Warrants (DW) มาใช้ในการคำนวณค่าความผันผวนแฝง DW คือใบสำคัญแสดงสิทธิชนิดหนึ่ง มีซื้อขายบนกระดานหลักในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยแยกเป็นหมวดเฉพาะ คือ หมวดใบสำคัญแสดงสิทธิอนุพันธ์ DW มีลักษณะคล้ายสัญญาอนุพันธ์ คือ เป็นสิทธิในการซื้อ (Call option) หรือ สิทธิในการขาย (Put option) หลักทรัพย์อ้างอิงในอนาคต ตามราคา จำนวน วัน และเงื่อนไขในการใช้สิทธิตามที่ผู้ออกกำหนด 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, 60 วันซื้อขาย ที่คำนวณได้จากแบบจำลอง 2 แบบ คือ ความผันผวนในอดีต (Historical volatility) และความผันผวนแฝง (Implied volatility) เพื่อเทียบกับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) เพื่อทำการวัดผลว่าแบบจำลองไหนให้ผลการคาดการณ์ที่แม่นยำกว่ากันด้วยวิธี Root mean square error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE) และ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) และใช้วิธี Mean Error (ME) และ Mean Percentage Error (MPE) เพื่อดูว่าค่าคาดการณ์ที่ได้สูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริง โดยใช้ข้อมูลใช้ข้อมูลการซื้อขายรายวันของ Derivatives Warrant (DW) ของสินทรัพย์พื้นฐานจำนวน 25 หุ้นและราคาของสินทรัพย์พื้นฐานตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554 ถึง 30 ตุลาคม 2558 เป็นข้อมูลหลักในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นในอนาคต

ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ได้ดีในช่วงระยะเวลาสั้น คือ ช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย โดยค่าคาดการณ์ที่ได้เป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูล กล่าวคือ ข้อมูลทุกอย่างถูกสะท้อนอยู่ในความผันผวนแฝงหมดแล้วสำหรับการทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคต เมื่อเพิ่มตัวแปรอื่นคือความผันผวนในอดีตแล้วไม่มีส่วนช่วยในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคตได้ อย่างไรก็ตามค่าคาดการณ์ที่ได้ยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ (Biased Predictor) กล่าวคือ ไม่สามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย สำหรับการคาดการณ์ระยะกลางและระยะยาว คือช่วงระยะเวลา 20, 40 ,และ 60 วันทำการซื้อขาย ทั้งค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีต เมื่อทดสอบโดยใช้สมการถดถอยแล้ว พบว่าทั้งสองตัวแปรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าไม่สามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้

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 งานวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบความสามารถของความผันผวนแฝงในการทำนายความผันผวนในอนาคต

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 ความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพและเป็นคาดการณ์ที่ไม่มีอคติ (Unbiased)

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

Ladokhin (2009) ทำการศึกษาการคาดการณ์ความผันผวนของตลาดหุ้น โดยได้ใช้ข้อมูลราคาปิดรายวันของดัชนี S&P 500 ตั้งแต่เดือนธันวาคม 1987 ถึง พฤศจิกายน 2008 เพื่อศึกษาหาข้อดีข้อเสียของแบบจำลองต่างๆและประเมินผลด้วย RMSE, MAE และ MAPE ยกตัวอย่างเช่น แบบจำลองความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต (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 ค่าความผันผวนที่คำนวณได้มีแนวโน้มมากกว่าความเป็นจริงโดยเฉลี่ย และมีข้อเสียอีกอย่างคือ ยากในการคำนวณและเหมาะกับเฉพาะการคาดการณ์ความผันผวนของหุ้นโดยใช้ราคา option แต่ทั้งนี้มีข้อดีคือ 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 ในการใช้ข้อมูลและการคาดการณ์ช่วงเวลาเดียวกัน ผลการทดสอบพบว่า เมื่อใช้ข้อมูลระยะสั้น แบบจำลอง GARCH class สามารถคาดการณ์ได้ดีในทุกๆช่วงเวลาคือ 1, 5, 10, 20 วันล่วงหน้า ยกเว้นเมื่อใช้ข้อมูล 30 วัน TVIX (Taiwan volatility index) สามารถคาดการณ์ได้ดีในระยะเวลา 1 วัน สำหรับการใช้ข้อมูลในระยะกลางและระยะยาว แบบจำลอง ARIMA และ ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต 30 วัน (30-day historical mean) สามารถคาดการณ์ได้ดีกว่าแบบจำลองอื่นในทุกๆช่วงเวลา 2. เปรียบเทียบการทดสอบภายในแบบจำลองเดียวกัน แต่ใช้ข้อมูลและการคาดการณ์ในช่วงเวลาที่ต่างกัน ผลการทดสอบพบว่า เมื่อใช้ข้อมูลระยะสั้น แบบจำลอง TVIX, ความผันผวนแฝง (Implied Volatility), ARCH, TGARCH สามารถคาดการณ์ได้ดี ส่วนแบบจำลองที่เหลือให้ผลการคาดการณ์ที่ดีเมื่อใช้ข้อมูลในระยะยาว

2.2.2 การศึกษาเชิงประจักษ์ในประเทศไทย

ธนศักดิ์ 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 ผลการศึกษาพบว่าความผันผวนในอดีตสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีในระยะสั้นไม่เกินระยะเวลาสองเดือนก่อนวันครบกำหนด แต่ค่าความผันผวนแฝงสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีสำหรับการคาดการณ์ระยะยาว ระหว่างสองถึงสามเดือนก่อนครบกำหนด

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

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ คือ งานวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบความสามารถของความผันผวนแฝงในการทำนายความผันผวนในอนาคต

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 ความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพและเป็นคาดการณ์ที่ไม่มีอคติ (Unbiased)

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

Ladokhin (2009) ทำการศึกษาการคาดการณ์ความผันผวนของตลาดหุ้น โดยได้ใช้ข้อมูลราคาปิดรายวันของดัชนี S&P 500 ตั้งแต่เดือนธันวาคม 1987 ถึง พฤศจิกายน 2008 เพื่อศึกษาหาข้อดีข้อเสียของแบบจำลองต่างๆและประเมินผลด้วย RMSE, MAE และ MAPE ยกตัวอย่างเช่น แบบจำลองความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต (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 ค่าความผันผวนที่คำนวณได้มีแนวโน้มมากกว่าความเป็นจริงโดยเฉลี่ย และมีข้อเสียอีกอย่างคือ ยากในการคำนวณและเหมาะกับเฉพาะการคาดการณ์ความผันผวนของหุ้นโดยใช้ราคา option แต่ทั้งนี้มีข้อดีคือ 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 ในการใช้ข้อมูลและการคาดการณ์ช่วงเวลาเดียวกัน ผลการทดสอบพบว่า เมื่อใช้ข้อมูลระยะสั้น แบบจำลอง GARCH class สามารถคาดการณ์ได้ดีในทุกๆช่วงเวลาคือ 1, 5, 10, 20 วันล่วงหน้า ยกเว้นเมื่อใช้ข้อมูล 30 วัน TVIX (Taiwan volatility index) สามารถคาดการณ์ได้ดีในระยะเวลา 1 วัน สำหรับการใช้ข้อมูลในระยะกลางและระยะยาว แบบจำลอง ARIMA และ ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต 30 วัน (30-day historical mean) สามารถคาดการณ์ได้ดีกว่าแบบจำลองอื่นในทุกๆช่วงเวลา 2. เปรียบเทียบการทดสอบภายในแบบจำลองเดียวกัน แต่ใช้ข้อมูลและการคาดการณ์ในช่วงเวลาที่ต่างกัน ผลการทดสอบพบว่า เมื่อใช้ข้อมูลระยะสั้น แบบจำลอง TVIX, ความผันผวนแฝง (Implied Volatility), ARCH, TGARCH สามารถคาดการณ์ได้ดี ส่วนแบบจำลองที่เหลือให้ผลการคาดการณ์ที่ดีเมื่อใช้ข้อมูลในระยะยาว

2.2.2 การศึกษาเชิงประจักษ์ในประเทศไทย

ธนศักดิ์ 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 ผลการศึกษาพบว่าความผันผวนในอดีตสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีในระยะสั้นไม่เกินระยะเวลาสองเดือนก่อนวันครบกำหนด แต่ค่าความผันผวนแฝงสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีสำหรับการคาดการณ์ระยะยาว ระหว่างสองถึงสามเดือนก่อนครบกำหนด

ดังนั้นสรุปผลงานวิจัยของต่างประเทศได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความผันผวนแฝงกับความผันผวนในอดีตสำหรับการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง ความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ได้ดีในการคาดการณ์ระยะสั้น แต่ความผันผวนในอดีตสามารถคาดการณ์คาดการณ์ได้ดีในระยะยาว 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 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับการศึกษาครั้งนี้ 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 สำหรับจำนวนวันทำการซื้อขายของประเทศไทยกำหนดให้ 1 ปีเท่ากับ 245 วันทำการซื้อขาย (ธนศักดิ์ ปะทักขินัง 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 อัตราดอกเบี้ยธุรกรรมซื้อคืนพันบัตรระยะเวลา 7 วัน (7-Day Repurchase Rate หรือ 7-Day Repo Rate)

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลหุ้นใน SET 100 ที่มีการออก DW มากที่สุดในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 1 มกราคม 2554 ถึง 30 ตุลาคม 2558 จำนวน 25 หุ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และ DW ที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด 1,997 รุ่น แบ่งเป็น Call DW 1,355 รุ่น และ Put DW 642 รุ่น ดังมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงสถิติเชิงพรรณนาโดยใช้ราคาของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

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

ตารางที่ 3.2 แสดงสถิติเชิงพรรณนาโดยใช้อัตราผลตอบแทนแบบต่อเนื่องของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

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

ตารางที่ 3.3 แสดงจำนวน 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**

ตารางที่ 3.4 แสดงสถิติเชิงพรรณนาความผันผวนของผลตอบแทนและค่าเฉลี่ยของความผันผวนแฝง สำหรับระยะเวลาทำนาย 5, 20 , 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย (หน่วย % ต่อปี)

หุ้น	ความผันผวนของผลตอบแทน	ค่าเฉลี่ยของความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลาทำนาย			
		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

ตารางที่ 3.5 แสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขายของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

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
ADVNAC	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

ตารางที่ 3.6 แสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 20 วันทำการซื้อขายของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

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
ADVNAC	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

ตารางที่ 3.7 แสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 40 วันทำการซื้อขายของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

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
ADVNAC	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

ตารางที่ 3.8 แสดงสถิติเชิงพรรณนาค่าความผันผวนแฝงสำหรับระยะเวลา 60 วันทำการซื้อขายของหุ้นที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์

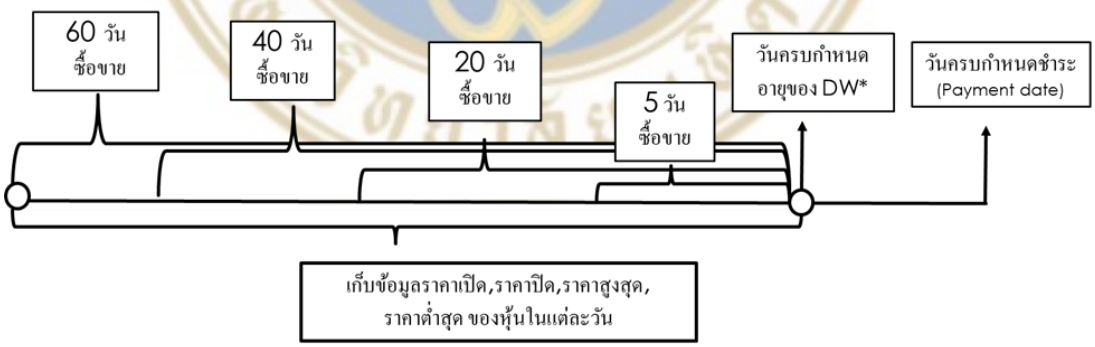
Stock	Mean (%/Year)	SD (%/Year)	Variance $(\%/Year)^2$	Min (%/Year)	Max (%/Year)
PS	102.99	20.87	435.40	72.14	164.52
TPITPL	100.77	35.57	1,264.94	50.26	255.32
IRPC	88.70	20.00	400.00	37.28	157.63
THAI	95.82	12.40	153.64	73.32	127.79
BDMS	91.39	47.54	2,260.25	14.23	406.10
TOP	81.38	12.67	160.58	57.67	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
ADVNAC	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 โดยคลอบคลุมระยะเวลา 5, 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหาความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย จะใช้ข้อมูลราคาของหลักทรัพย์พื้นฐานตั้งแต่วันครบกำหนดอายุของ DW (Maturity date) ย้อนหลังไป 5 วันทำการซื้อขาย แสดงในรูปภาพที่ 1



รูปภาพที่ 4.1 แสดงช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่าของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง

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

เมื่อได้ราคาราคาเปิด ,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. ไม่มีความอคติกล่าวคือค่าความแปรปรวนที่ประมาณได้เป็นค่ากลางโดยขึ้นอยู่กับ ราคาสูงสุด, ราคาต่ำสุด, ราคาเปิด และราคาปิด 2. เป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงของราคาหุ้นสูงอย่างฉับพลันกล่าวคือ หากราคาหุ้นมีการเปลี่ยนแปลงจากราคาต่ำ ไปราคาสูง หรือจากราคาสูง ไปราคาต่ำ จะส่งผลให้ได้ค่าประมาณที่สูงเกินกว่าความเป็นจริง 3. เป็นอิสระจากการกระโดดของราคาปิดกล่าวคือ หากราคาเปิดเท่ากับราคาปิด จะส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริงนอกจากนี้ยังพบว่ามีตัวประมาณค่าใหม่มีค่าความแปรปรวน (Variance) ที่น้อยมากถ้าเทียบกับตัวประมาณค่าอื่นดังนั้นจากงานวิจัยนี้จะเห็นได้ว่า ตัวประมาณค่ามีการปรับปรุงให้สามารถประมาณค่าความแปรปรวนได้แม่นยำกว่าแบบเดิมที่ใช้เพียงราคาปิดเพียงอย่างเดียว โดยมีสมการคือ

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

โดยที่

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

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

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

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

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

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

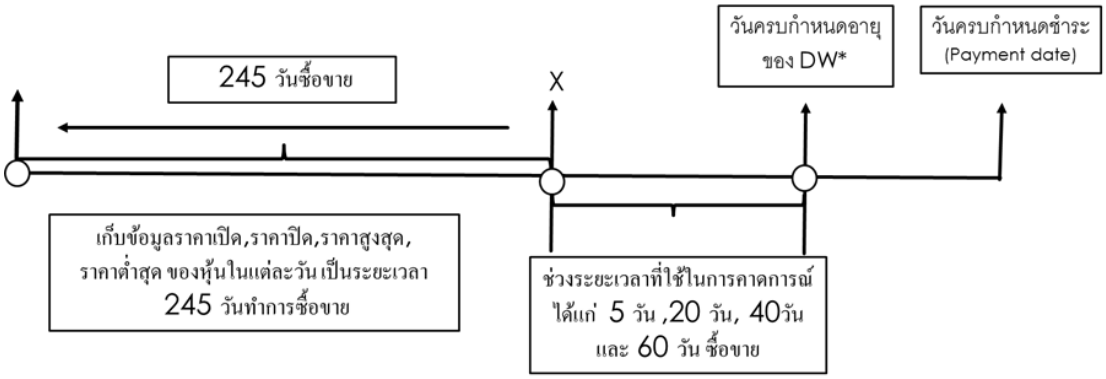
หลังจากคำนวณโดยใช้สูตรของ Yang and Zhang (2000) แล้ว ค่าที่ได้นี้เรียกว่า ค่าความแปรปรวน (Variance) แต่ค่าที่เราสนใจนั้นคือค่าความผันผวน ดังนั้นจึงต้องนำค่าความแปรปรวนที่คำนวณได้ไปถอดรากที่สองเพื่อให้ค่าที่ได้เป็นค่าความผันผวนก่อน แล้วคูณด้วย $\sqrt{245}$ เนื่องจากกำหนดให้ในหนึ่งปีของไทยมีวันทำการซื้อขายเท่ากับ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

4.2 ตัวแปรอธิบาย (Explanatory variables)

ในการศึกษานี้กำหนดตัวแปรอธิบายเป็น 2 ตัวแปรได้แก่

4.2.1 ความผันผวนในอดีต (Historical Volatility)

สำหรับความผันผวนในอดีตได้มีการเก็บข้อมูลราคาเปิด ,ราคาปิด, ราคาสูงสุด, ราคาต่ำสุด รายวันของหลักทรัพย์พื้นฐานเป็นระยะเวลา 245 วันทำการซื้อขาย (ธนศักดิ์ ปะทักขินัง และคณะ, 2555) โดยเริ่มนับจากวันครบกำหนดอายุของ DW* (Maturity date) แล้วนับย้อนหลังไปอีกเป็นระยะเวลาเท่ากับระยะเวลาคาดการณ์ เช่น การคาดการณ์สำหรับระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย การเก็บข้อมูลจะเริ่มนับจากวันครบกำหนดอายุของ DW ย้อนนับหลังไปอีกเป็นระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย ซึ่งก็คือ จุด X แสดงในรูปภาพที่ 2 หลังจากนั้นได้เก็บข้อมูลราคาเปิด ,ราคาปิด, ราคาสูงสุด, ราคาต่ำสุด รายวันตั้งแต่วันที่ X ย้อนหลังเป็นระยะเวลา 245 วันทำการซื้อขาย เมื่อได้ข้อมูลรายวันแล้วก็นำไปแทนค่าในสูตรโดยใช้วิธีการคำนวณแบบเดียวกับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงเพื่อหาค่าความผันผวนในอดีต



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

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

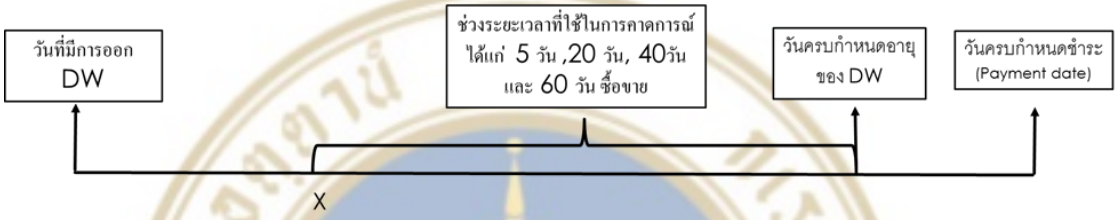
โดยที่

$$d_1 = [\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + t(r - q + \frac{\sigma^2}{2})]/\sigma\sqrt{t}$$
$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

เมื่อ r คือ อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล, t คือ ระยะเวลาครบกำหนด (Maturity date), S0 คือ ราคาหลักทรัพย์พื้นฐาน, q คือ อัตราการจ่ายปันผลแบบต่อเนื่อง (หน่วย % ต่อปี) , N(x) คือ ฟังก์ชั่นการแจกแจงแบบปกติสะสม, 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 ที่ทำให้ราคาที่ได้จากการคำนวณในแบบจำลองขั้นต้นเท่ากับราคา DW ที่ซื้อขายในท้องตลาด

สำหรับการนับวันเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลสำหรับการหาค่าความผันผวนแฝงนั้น จะเริ่มนับจากวันครบกำหนดอายุของ DW (Maturity date) ย้อนหลังมาเท่ากับระยะเวลาที่ใช้ทำการทดสอบการคาดการณ์ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าทดสอบความสามารถในการคาดาการณ์สำหรับช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย ก็นับจากวันซื้อขายวันสุดท้ายของ DW ย้อนหลังมา 5 วันทำการซื้อขาย แสดงในรูปภาพที่ 3



รูปภาพที่ 4.3 แสดงช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่าของความผันผวนแฝง

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณหาค่าความผันผวนแฝงได้แก่

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 จำนวนเท่าไหร่
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

อัตราการจ่ายปันผลแบบต่อเนื่อง = LN (1+ Dividend Yield)

โดยกำหนดให้

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

7. ระยะเวลาที่ใช้ในการคาดการณ์มีการทำให้เป็นปี โดยการหารด้วย 365 โดยค่าความผันผวนแฝงที่คำนวณได้นี้มีค่าเป็นทศนิยมต่อปี ทำให้เป็น % ต่อปี โดยการคูณด้วย 100 ก่อนที่จะนำข้อมูลไปใช้ทดสอบ

บทที่ 5
บทวิธีการทางสถิติ

งานวิจัยนี้แบ่งประเด็นในการศึกษาออกเป็น 2 ประเด็นคือ

1. การวัดความสามารถของความผันผวนแฝง และความผันผวนในอดีตในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้ค่า RMSE (Root Mean Squared Error), Mean Absolute Error (MAE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Mean Error (ME), Mean Percentage Error (MPE)

2. การศึกษาความสามารถของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยการใช้สมการถดถอย

5.1 ช่วงเวลาที่ใช้ในการคาดการณ์

งานวิจัยนี้จะแบ่งช่วงเวลาศึกษาความสามารถในการอธิบาย และคาดการณ์ความผันที่เกิดขึ้นจริงโดยค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีต 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

เหตุที่งานวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ช่วงระยะเวลาข้างต้นเนื่องจากความสามารถในการอธิบายและคาดการณ์อาจจะแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา เช่น ความสามารถในคาดการณ์ระยะสั้น 5 วันซื้อขาย กับความสามารถในการคาดการณ์ระยะยาว 60 วันซื้อขาย ดังนั้นการแบ่งช่วงเวลาจึงทำให้สามารถศึกษาความสามารถในการอธิบายและคาดการณ์ของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในแต่ละช่วงเวลาการคาดการณ์ได้

5.2 การวัดความสามารถของความผันผวนแฝง และความผันผวนในอดีต ในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้ค่า RMSE, MAE , MAPE, ME และ MPE

งานวิจัยนี้มีค่าที่ใช้วัดความสามารถในการคาดการณ์ 5 ตัว ได้แก่

1. ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Squared Error, RMSE) คือ วิธีวัดความคาดเคลื่อนโดยคำนวณจากค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความผันผวนที่คาดการณ์ได้กับค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง หากค่า RMSE มีค่าน้อยแสดงว่าค่าความผันผวนที่คาดการณ์ได้ใกล้เคียงกับค่าจริง โดยถ้าค่านี้เท่ากับศูนย์แสดงว่าไม่เกิดความคาดเคลื่อนระหว่างค่าที่คาดการณ์กับค่าจริง

2. ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Error, MAE) คือ วิธีการวัดค่าความแตกต่างระหว่างค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับค่าความผันผวนที่ได้จากการคาดการณ์แล้วนำมาถอดค่าสัมบูรณ์ โดยหาก MAE มีค่าน้อย แสดงว่าสามารถประมาณค่าได้ใกล้เคียงกับค่าจริง หากค่านี้มีค่าเท่ากับศูนย์แล้วจะหมายความว่าไม่เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นเลย

3. ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error, MAPE) คือ การวัดความถูกต้องของค่าคาดการณ์โดยใช้ค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย โดยถ้าค่า MAPE ยิ่งน้อย หมายถึงสามารถคาดการณ์ได้อย่างแม่นยำ

4. ค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean error, ME) คือ ผลต่างระหว่างค่าคาดการณ์กับค่าที่เกิดขึ้นจริง โดยถ้าค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยนี้มีค่าเป็นลบแสดงว่าค่าคาดการณ์ที่ได้ต่ำกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริง (Under prediction) แต่ถ้าเป็นบวกแสดงว่าค่าคาดการณ์มีค่าสูงกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริง (Over prediction)

5. เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Percentage Error) คือ การวัดความถูกต้องของค่าคาดการณ์โดยใช้ค่าร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย ถ้าค่า MEP เป็นลบแสดงว่าค่าคาดการณ์ที่ได้ต่ำกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริง (Under prediction) แต่ถ้าเป็นบวกแสดงว่าค่าคาดการณ์มีค่าสูงกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริง (Over prediction)

สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\text{RMSE (\%)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (rv_i - fv_i)^2}{N}}$$

$$\text{MAE (\%)} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n} |rv_i - fv_i|$$

$$\text{MAPE (\%)} = \frac{100}{N} * \sum_{i=1}^{N} \left| \frac{rv_i - fv_i}{rv_i} \right|$$

$$\text{ME (\%)} = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^{N} (fv_i - rv_i)$$

$$\text{MPE (\%)} = \frac{100}{N} * \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{fv_i - rv_i}{rv_i} \right)$$

โดยที่

rv_i คือ ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

fv_i คือ ค่าความผันผวนที่คาดการณ์ด้วยวิธีต่างๆ (Forecasted Volatility)

N คือ จำนวนข้อมูล

5.3 การศึกษาความสามารถของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยการใช้สมการถดถอย

ในการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์นี้จะนำค่าความผันผวนที่คำนวณได้ในแต่ละวิธีมาทดสอบโดยการใช้สมการถดถอย สำหรับความผันผวนแฝงนั้นในงานวิจัยนี้พบว่า มี DW บางตัวไม่สามารถหาค่าความผันผวนแฝงซึ่งคำนวณโดยแบบจำลอง Black-Scholes-Merton (Merton, 1973) ได้ เนื่องจากการกำหนดราคา DW ซึ่งบริษัทหลักทรัพย์เป็นผู้ออกนั้นมีการกำหนดราคา DW ที่ไม่เป็นไปตามราคาตลาดเปิดโอกาสให้ผู้ลงทุนสามารถทำกำไรโดยปราศจากความเสี่ยงได้ (Arbitrage) โดยอ้างอิงจากทฤษฎีราคาของ option กล่าวว่า ราคา option ควรจะอยู่ภายในขอบเขตทางทฤษฎีโดยไม่สูงกว่าขีดจำกัดบนของราคา (Upper Bound) และไม่ต่ำกว่าขีดจำกัดล่างของราคา (Lower Bound) ถ้าราคาของ option ไม่อยู่ในขอบเขตดังกล่าว ย่อมก่อให้เกิดโอกาสในการทำกำไรโดยปราศจากความเสี่ยงได้ โดยขีดจำกัดบน (Upper Bound) และ ขีดจำกัดล่าง (Lower Bound) ของ call option และ put option เป็นดังนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงขีดจำกัดบน ,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 คืออัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล ,q คือ อัตราการจ่ายปันผลแบบต่อเนื่อง(หน่วย % ต่อปี) และ t คือ ระยะเวลาครบกำหนด (Maturity date)

โดยถ้าราคา Call DW และ Put DW มากกว่าขีดจำกัดบน หรือ น้อยกว่าขีดจำกัดล่าง จึงเป็นสาเหตุทำให้หาค่าความผันผวนแฝงไม่ได้ ยกตัวอย่างเช่น

ตารางที่ 5.2 แสดงตัวอย่าง 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 มีค่าน้อยกว่าขีดจำกัดล่างจึงไม่สามารถหาค่าความผันผวนแฝงได้งานวิจัยนี้จึงไม่ใช้ข้อมูลดังกล่าวมาศึกษา จากนั้นจึงทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง ความผันผวนแฝง และความผันผวนในอดีต โดยใช้การประมาณค่าทางสถิติด้วยวิธี Fixed effects model with robust standard error เนื่องจากใช้ข้อมูล DW มากกว่า 1,000 รุ่น ในช่วงระยะเวลา ตั้งแต่ 1 มกราคม 2554 ถึง 30 ตุลาคม 2558 ดังนั้นลักษณะข้อมูลที่ใช้จึงเป็น Unbalanced panel data กล่าวคือ ใช้ข้อมูลทั้ง Time series data และ Cross-sectional data รวมอยู่ด้วยกัน ซึ่งการประมาณได้ใช้ Robust standard error เพื่อแก้ไขปัญหา Heteroskedasticity คือ ความแปรแปรวนของค่า Error terms มีค่าไม่คงที่ โดยมีรูปแบบสมการคือ

$$rv_{it} = \beta_0 + \beta_i iv_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$rv_{it} = \beta_0 + \beta_h hv_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

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

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 นอกจากนี้การหาค่าความผันผวนแฝงนั้นได้มีการแยกการคำนวณโดยใช้เพียง Call DW หรือ Put DW ด้วย

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

ε_{it} คือ ตัวแปรสุ่มของความผิดพลาด (Random Error Term)

ตารางที่ 5.3 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อราคาของ DW

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

ในขั้นต่อไป งานวิจัยนี้ทดสอบว่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพ (Informational Efficient) หรือไม่ กล่าวคือ ได้สะท้อนถึงข้อมูลทุกอย่างที่มีในเวลานั้น เพื่อใช้ในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคต ถ้าความผันผวนแฝงมีประสิทธิภาพจริง ข้อมูลความผันผวนในอดีตที่มีส่วนสามารถทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอนาคตควรจะถูกสะท้อนอยู่ในความผันผวนแฝงหมดแล้ว ดังนั้นเมื่อเพิ่มตัวแปรค่าความผันผวนในอดีตเข้าไปในสมการที่ (3) ตัวแปรนี้จะไม่สามารถอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ กล่าวคือ ค่าประมาณของ $\boldsymbol{\beta}_h$ จะไม่ต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

$$\mathbf{H}_0 : \boldsymbol{\beta}_h = 0$$
$$\mathbf{H}_1 : \boldsymbol{\beta}_h \neq 0$$

นอกจากนี้ยังทำการทดสอบต่อไปว่า ความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่ถูกต้องและปราศจากอคติ (Unbiased) หรือไม่ กล่าวคือ ถ้าค่าคาดการณ์นั้นปราศจากอคติแล้ว ความผันผวนแฝงจะต้องเท่ากับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยเฉลี่ย แม้ว่าในการคาดการณ์แต่ละครั้งนั้นอาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ แต่โดยเฉลี่ยแล้วความผิดพลาดนั้นต้องเท่ากับศูนย์ การทดสอบสมมติฐานนี้ทำโดย การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากสมการที่ (3) ว่า $\boldsymbol{\beta}_0 = \boldsymbol{\beta}_h = 0$ และ $\boldsymbol{\beta}_i = 1$ หรือไม่

$$\mathbf{H}_0 : \boldsymbol{\beta}_i = 1 \text{ และ } \boldsymbol{\beta}_0 = \boldsymbol{\beta}_h = 0$$
$$\mathbf{H}_1 : \boldsymbol{\beta}_i \neq 1 \text{ หรือ } \boldsymbol{\beta}_0 \neq \text{ หรือ } \boldsymbol{\beta}_h \neq 0$$

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

บทที่ 6
บทผลการวิจัย

ผลการศึกษาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การวัดความสามารถของความผันผวนแฝง และความผันผวนในอดีตในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้ค่า RMSE (Root Mean Squared Error), Mean Absolute Error (MAE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Mean Error (ME) และ Mean Percentage Error (MPE)

2. การวัดความสามารถของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยการใช้สมการถดถอย

6.1 การวัดความสามารถของความผันผวนแฝง และความผันผวนในอดีตในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้ค่า RMSE, MAE, MAPE, ME และ MPE

จากการทดสอบโดยใช้ข้อมูลหลักทรัพย์อ้างอิงจำนวน 25 หุ้น ประกอบด้วยหุ้น DW จำนวน 1,487 รุ่น ผลการศึกษาพบว่า สำหรับระยะเวลาคาดการณ์ 5, 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย พบว่า ความผันผวนในอดีตเป็นค่าคาดการณ์ที่มีความผิดพลาด ซึ่งวัดโดย RMSE, MAE และ MAPE น้อยที่สุด แสดงในตารางที่ 6.1 , 6.2 และ 6.3

ตารางที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์โดยการใช้ค่า RMSE ระหว่าง ค่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility) และ ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต (Historical Volatility)

RMSE (%)	5 วันซื้อขาย (1 สัปดาห์)	20 วันซื้อขาย (1 เดือน)	40 วันซื้อขาย (2 เดือน)	60 วันซื้อขาย (3 เดือน)
Implied Vol.	181.9863	77.7671	65.0924	63.1451
Historical Vol.	13.3482	12.1307	11.0151	14.7886

ตารางที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์โดยการใช้ค่า MAE ระหว่าง ค่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility) และ ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต (Historical Volatility)

MAE (%)	5 วันซื้อขาย (1 สัปดาห์)	20 วันซื้อขาย (1 เดือน)	40 วันซื้อขาย (2 เดือน)	60 วันซื้อขาย (3 เดือน)
Implied Vol.	122.3371	64.9974	58.6322	57.3320
Historical Vol.	9.6131	8.7646	8.2472	8.6130

ตารางที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์โดยการใช้ค่า MAPE ระหว่าง ค่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility) และ ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต (Historical Volatility)

MAPE (%)	5 วันซื้อขาย (1 สัปดาห์)	20 วันซื้อขาย (1 เดือน)	40 วันซื้อขาย (2 เดือน)	60 วันซื้อขาย (3 เดือน)
Implied Vol.	507.9909	255.8794	225.0938	216.6312
Historical Vol.	38.7201	31.6824	29.5218	30.0059

ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์โดยการใช้ค่า ME ระหว่าง ค่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility) และ ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต (Historical Volatility)

ME (%)	5 วันซื้อขาย (1 สัปดาห์)	20 วันซื้อขาย (1 เดือน)	40 วันซื้อขาย (2 เดือน)	60 วันซื้อขาย (3 เดือน)
Implied Vol.	122.2309	64.9924	58.5703	57.3163
Historical Vol.	4.1688	3.0052	2.7067	2.9429

ตารางที่ 6.5 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์โดยการใช้ค่า MPE ระหว่าง ค่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility) และ ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต (Historical Volatility)

MPE(%)	5 วันซื้อขาย (1 สัปดาห์)	20 วันซื้อขาย (1 เดือน)	40 วันซื้อขาย (2 เดือน)	60 วันซื้อขาย (3 เดือน)
Implied Vol.	507.8475	255.8698	224.9507	216.5764
Historical Vol.	27.3361	18.683	15.6425	15.6200

จากผลการทดสอบในตารางที่ 6.4 และ 6.5 ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) ด้วยค่า ME และ MPE โดยใช้ค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีต จากการทดสอบสรุปได้ว่าความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตเป็นค่าคาดการณ์ที่สูงกว่า (over-prediction) ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยเฉลี่ย ซึ่งความผันผวนแฝงมีค่า over-prediction มากกว่าความผันผวนในอดีต

6.2 การวัดความสามารถของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยการใช้สมการถดถอย

6.2.1 การวัดความสามารถของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) ในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

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

โดยผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 6.6 แสดงสมการถดถอยระหว่าง ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับความผันผวนแฝงที่คำนวณ ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนแฝงมีความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ในระยะเวลาสั้นคือ ช่วงระยะเวลา 5 วัน ทำการซื้อขาย ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 10% แต่ค่าคาดการณ์ที่ได้ยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ กล่าวคือ ไม่สามารถคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย โดยค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่มี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% แต่สำหรับการคาดการณ์ในระยะกลางและระยะยาวคือช่วงระยะเวลา 20 วัน 40 วัน และ 60 วันทำการซื้อขาย ค่าความผันผวนแฝงไม่สามารถใช้ทำนายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ โดยค่าสัมประสิทธิ์ไม่ต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 6.6 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ค่าความผันผวนแฝง (Implied Volatility)

rv	$rv_t = \beta_0 + \beta_i iv_t + \varepsilon_t$			
	5 วัน	**20 วัน**	**40 วัน**	**60 วัน**
Implied Volatility	0.01 *	0.02	0.00	0.00
	(0.01)	(0.02)	(0.01)	(0.01)
Constant	26.04 ***	27.10 ***	28.92 ***	29.14 ***
	(0.89)	(1.46)	(0.56)	(0.64)
N	1487	1487	1487	1487
R^2 **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 Predictor [1] **(β=0 และ βi=1)**	858.35 ***	345.15 ***	2671.92 ***	2065.43 ***

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

6.2.2 การวัดความสามารถของความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) ในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility)

จากตารางที่ 6.7 แสดงสมการถดถอยระหว่าง ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงกับความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีต ผลการศึกษาพบว่า ค่าความผันผวนในอดีตไม่สามารถใช้คาดการณ์ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ในทุกช่วงเวลา เนื่องจากไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 10%, 5%, 1%

ตารางที่ 6.7 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ ความผันผวนในอดีต (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

6.2.3 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 ตัวแปรอื่นจะไม่สามารถช่วยทำนายตัวแปรตามได้เนื่องจากข้อมูลในตัวแปรอื่นซึ่งในที่นี้คือ ความผันผวนในอดีตได้ถูกสะท้อนไว้ในค่าความผันผวนแฝงแล้ว แต่ถ้าค่านี้ต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญย่อมแสดงว่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่ยังไม่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูล นอกจากนั้นยังได้ทำการทดสอบว่า ค่าความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่ไม่มีอคติ (Unbiased Predictor) หรือไม่ ด้วยการทดสอบสมมติฐาน $\beta_0 = \beta_{h=0}$ และ $\beta_{i=1}$ โดยมีสมมติฐานหลักว่า ความผันผวนแฝงเป็นค่าคาดการณ์ที่ไม่มีอคติ และสมมติฐานรองว่าเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ

ตารางที่ 6.8 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝง (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 *	0.02	0.00	0.00
	(0.01)	(0.02)	(0.01)	(0.01)
Historical Volatility	0.12	0.02	0.04	0.00
	(0.07)	(0.06)	(0.04)	(0.02)
Constant	22.26 ***	26.59 ***	27.92 ***	29.04 ***
	(2.37)	(1.75)	(1.56)	(0.88)
N	1487	1487	1487	1487
R^2 **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 Predictor[1] **(β=0 และ β_h = 0 และ $\beta_{i=1}$)**	427.03 ***	204.29 ***	1685.15 ***	1027.86 ***
Infomational Efficient[2] **(β_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

เมื่อพิจารณาดูความสามารถในการคาดการณ์ด้วยสมการถดถอยข้างต้นพบว่า เมื่อใช้ค่าความผันผวนแฝงร่วมกับความผันผวนในอดีตแล้ว ยังคงสามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้เฉพาะการคาดการณ์ระยะสั้น คือช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขาย ที่ระดับนัยสำคัญ

ทางสถิติ 10% โดยค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% และค่าสัมประสิทธิ์ของค่าความผันผวนแฝงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 10% ส่วนการคาดการณ์ระยะกลางและระยะยาว ได้แก่ช่วงระยะเวลา 20 , 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย ทั้งค่าความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตไม่สามารถร่วมกันอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้

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

โดยผลการศึกษาในครั้งนี้ให้ผลการทดสอบที่ต่างจากงานในไทย ธนศักดิ์ ปะทักขินัง และคณะ(2555) โดยผลการทดสอบระบุว่า ความผันผวนในอดีตสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีในระยะสั้นไม่เกินระยะเวลาสองเดือนก่อนครบกำหนด แต่ค่าความผันผวนแฝงสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีสำหรับการคาดการณ์ระยะยาวระหว่างสองถึงสามเดือนก่อนครบกำหนด

แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ให้ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนแฝงเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยในต่างประเทศ Chen (2005) ได้ว่าความผันผวนแฝงสามารถใช้คาดการณ์ได้ดีสำหรับการคาดการณ์ระยะสั้น

บทที่ 7
บทอภิปรายและบทสรุป

งานวิจัยนี้ศึกษาความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) โดยใช้ Derivatives warrant (DW) ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554 ถึงวันที่ 30 ตุลาคม 2558 ภายใต้หลักทรัพย์พื้นฐานจำนวน 25 หุ้น (Underlying asset) ประกอบด้วยหุ้น DW จำนวน 1,487 รุ่น จากผลการวิจัยสามารถแบ่งได้เป็นสองหัวข้อ คือ ความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้ค่า RMSE, MAE, MAPE, ME, MPE และ ความสามารถในการอธิบายและการคาดการณ์ค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้สมการถดถอย โดยมีรายละเอียดดังนี้

7.1 ความสามารถในการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยใช้ค่า RMSE , MAE ,MAPE , ME และ MPE

ความผันผวนในอดีตมีค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุดในทุกช่วงเวลา คือ ระยะคาดการณ์ 5, 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย เมื่อใช้ค่า RMSE, MAE, MAPE เป็นตัววัด เป็นที่น่าสังเกตว่าในทางทฤษฎีของ Black-Scholes-Merton (Merton, 1973) แล้วความผันผวนแฝงเป็นการคาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นในอนาคตจนถึงวันครบกำหนดอายุ ดังนั้นความผันผวนแฝงน่าจะสามารถคาดการณ์ได้ดีกว่าการใช้ข้อมูลในอดีตเท่านั้น ซึ่งน่าจะได้มีการศึกษาต่อไปว่า เพราะเหตุใดความผันผวนในอดีตจึงเป็นตัวคาดการณ์ที่ดีกว่าความผันผวนแฝง

โดยเมื่อใช้ค่า ME และ ค่า MPE ในการทดสอบทิศทางของค่าคาดการณ์ ผลการทดสอบพบว่าค่าความผันผวนแฝงและค่าความผันผวนในอดีตเป็นค่าคาดการณ์ที่สูงกว่าค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงโดยเฉลี่ย ซึ่งความผันผวนแฝงมีค่า over-prediction มากกว่าความผันผวนในอดีต

เป็นที่น่าสังเกตว่าค่าความผันผวนแฝงมีค่าสูงกว่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงมาก แสดงให้เห็นว่า DW มีราคาที่overprice หมายถึง ราคา DW ในตลาดสูงกว่าราคาที่ควรจะเป็นทางทฤษฎีมาก ถ้าใช้ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงมาเทียบ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความไม่มีประสิทธิภาพของตลาดและสะท้อนถึงกำไรมหาศาลที่ผู้ออก DW จะทำได้ จึงไม่เป็นที่แปลกใจว่า ทำไมบริษัทหลักทรัพย์

ถึงมีการออก DW จำหน่ายบ่อยครั้ง เพราะได้ราคาดีและกำไรที่ทำได้น่าจะเกินพอผลตอบแทนที่ควรได้รับจากการบริหารจัดการและการซื้อขายเพื่อบริหารความเสี่ยง ซึ่งถือเป็นกำไรเกินปกติทางเศรษฐศาสตร์

7.2 การวัดความสามารถของความผันผวนแฝง (Implied Volatility) และความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) ในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) โดยการใช้สมการถดถอย

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (Realized Volatility) ความผันผวนแฝง (Implied Volatility) และความผันผวนในอดีต (Historical Volatility) พบว่า ค่าความผันผวนแฝงสามารถใช้คาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ในช่วงระยะเวลาสั้น คือ ช่วงระยะเวลา 5 วันทำการซื้อขายเท่านั้น ส่วนความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีตไม่สามารถใช้คาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในทุกช่วงเวลาโดยค่าคาดการณ์ที่ได้นี้เป็นค่าคาดการณ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูลเนื่องจากค่าความผันผวนในอดีตไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ค่าความผันผวนในอดีตไม่มีส่วนช่วยในการคาดการณ์และอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ แต่อย่างไรก็ตามค่าคาดการณ์ที่ได้ยังคงเป็นค่าคาดการณ์ที่มีอคติ

สำหรับการคาดการณ์ในระยะกลางและระยะยาวคือช่วงระยะเวลา 20, 40 และ 60 วันทำการซื้อขาย ทั้งค่าความผันผวนแฝงและค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีตไม่สามารถใช้คาดการณ์ความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ เนื่องจากไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัยนี้ให้ผลในทิศทางเดียวกับงานวิจัยในต่างประเทศ Chen (2005) ที่ว่าค่าความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ได้ดีในระยะสั้น แต่งานวิจัยนี้ให้ผลการทดสอบตรงข้ามกับผลงานวิจัยในไทยของ ธนศักดิ์ ปะทักขินัง และคณะ(2555) ที่ได้ว่าความผันผวนในอดีตสามารถคาดการณ์ได้ดีในระยะสั้นและ ความผันผวนแฝงสามารถคาดการณ์ได้ดีในระยะยาว นอกจากนี้ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีข้อสังเกตว่าค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่ที่ได้จากการทดสอบด้วยสมการถดถอยมีค่าค่อนข้างสูงและมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ 1% จึงน่าจะมีการศึกษาวิจัยต่อไปว่า เพราะเหตุใดค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่จึงมีค่าสูง และการที่สัมประสิทธิ์ของค่าคงที่ที่สูงนี้มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลให้ค่า RMSE (Root Mean Squared Error) ของค่าความผันผวนแฝงมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีตด้วยหรือไม่ ทั้งที่เมื่อทดสอบด้วยสมการถดถอยแล้วค่าความผันผวนแฝงมีความสามารถในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงได้ดีกว่า

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-Indepentdent Volatility Estimation Based on High, Low, Open, and Close Prices. Journal of Business, 73(3), 477-491.

ธนศักดิ์ ปะทักขินัง, ลดาวัลย์ ทองสุพรรณ, ศศิภา 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

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

                                    (Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)
------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
 Realized_5D |      Coef.   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

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

                                    (Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)
------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
Realized_20D |      Coef.   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

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

                                    (Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)
------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
Realized_40D |      Coef.   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

                                                F(1,24)            =      0.36
corr(u_i, Xb)  = 0.3600                         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 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีตในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (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-6 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีตในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (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)
------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
Realized_20D |      Coef.   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-7 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีตในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (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

                                                F(1,24)            =      0.68
corr(u_i, Xb)  = 0.6934                         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-8 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนที่เกิดขึ้นจริงในอดีตในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (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

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

                                              (Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)
------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
Realized_60D |      Coef.   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-9 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (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

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

                                    (Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)
------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
  Realized_5D|      Coef.   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-10 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (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

                                                F(2,24)            =      1.09
corr(u_i, Xb)  = 0.3634                         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-11 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (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

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

                                              (Std. Err. adjusted for 25 clusters in id)
------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
Realized_40D |      Coef.   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-12 ผลการทดสอบความสามารถในการคาดการณ์ของความผันผวนแฝงและความผันผวนในอดีตในการอธิบายความผันผวนที่เกิดขึ้นจริง (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)
------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
  Realized_60D |      Coef.   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
```