



การพยากรณ์ค่าความผันผวนของดัชนี MSCI ของกลุ่มประเทศโลกเกิดใหม่
ในภูมิภาคประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

VOLATILITY FORECASTING FOR MSCI INDEX OF EMERGING MARKET
IN SOUTHEAST ASIA BY GENERALIZED AUTOREGRESSIVE
CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY MODEL

นันทน์ภัส อาทิตยรัตน์สกุล¹ และ ดร.ภูมิฐาน รั้งกุลอนุวัฒน์²

¹ สาขาวิศวกรรมการเงิน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

² สาขาวิศวกรรมการเงิน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

บทคัดย่อ

การศึกษาค่าความผันผวนของดัชนี MSCI Index ของประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ด้วยแบบจำลอง Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้อมูลดัชนี MSCI ของประเทศไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เป็นรายวันตั้งแต่ 1 มกราคม 2013 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2017 จำนวน 1,214 วัน จากผลการศึกษาพบว่า ดัชนีที่มีค่า AIC ต่ำที่สุดของแต่ละประเทศ และเป็น ตัวแบบที่เหมาะสมคือ MSCI Thailand ได้ตัวแบบคือ GARCH(1,1) Philippines ตัวแบบคือ GARCH(1,1) MSCI Indonesia GARCH(1,1) MSCI Malaysia ตัวแบบคือ GARCH(1,1) และ MSCI Malaysia มีค่าความผันผวนของดัชนีน้อยที่สุด

คำสำคัญ: การพยากรณ์, Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, MSCI

ABSTRACT

In this paper examines the prediction of MSCI index volatility in South East Asia. By using Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Model. The data using in this study consists of Thailand, Malaysia Indonesia and Philippine MSCI index which collects daily from the first of January 2013 until the end of December, 2017 for total 1,214 days. It could be said that the reasonable model of this study which have minimum of AIC index is MSCI Thailand. By the model is GARCH(1,1)for MSCI Thailand or GARCH(1,1)for MSCI Philippines and GARCH(1,1)for MSCI Indonesia and GARCH(1,1) for MSCI Malaysia

Keywords: prediction, Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, MSCI

1. บทนำ

การลงทุนในตลาดเงินนั้นนักลงทุนมีจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นการลงทุนที่เก็งกำไร การลงทุนในระยะยาว หรือการลงทุน เพื่อบริหารความเสี่ยง ซึ่งด้วยจุดประสงค์ใดก็ตาม นักลงทุนล้วนแล้วแต่ใช้ประโยชน์กับความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้นนักลงทุน ต้องการความถูกต้อง และความแม่นยำเพื่อจุดประสงค์ในการลดความเสี่ยงในอนาคต ตลาดหลักทรัพย์ของกลุ่มประเทศที่เป็นตลาดเกิดใหม่ (Emerging Market) ในฝั่งเอเชีย



ตะวันออกเฉียงใต้ให้อัตราผลตอบแทนที่อยู่ในระดับสูงเมื่อเทียบกับอัตราผลตอบแทนของโลก จากรูปที่ 1 แสดงถึงดัชนี MSCI (1) ของกลุ่มประเทศที่เป็นตลาดเกิดใหม่ที่อยู่ในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (2) ของกลุ่มประเทศ ACWI และของโลก จะเห็นว่าอัตราผลตอบแทนของกลุ่มประเทศที่เป็นตลาดเกิดใหม่ให้อัตราผลตอบแทนที่สูงกว่าของโลกตลอดช่วงปี 2003 – 2007

MSCI EMERGING MARKETS INDEX PERFORMANCE CHART¹ - GROSS RETURNS (USD)



ที่มา <https://www.msci.com/indexes>

ภาพที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนของดัชนี MSCI ของกลุ่มประเทศตลาดเกิดใหม่ของ ACWI และของโลก

- (1) คือดัชนีอ้างอิงที่บริษัท Morgan Stanley Capital International (MSCI) จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ลงทุน สถาบันที่เข้ามาลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ของภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก ได้นำมาใช้เป็นมาตรฐานในการวัดผลตอบแทน
- (2) ได้แก่ ประเทศไทย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย

นั่นคือนักลงทุนจะให้ความสำคัญกับการลงทุนในประเทศเกิดใหม่ แต่การศึกษาในครั้งนี้จะให้ความสำคัญกับการศึกษาการลงทุนในกลุ่มเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เนื่องจาก เป็นหนึ่งในประเทศเกิดใหม่ (Emerging Market) ดังนั้น การศึกษาพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงของ MSCI Index จะช่วยให้นักลงทุนต่างประเทศสามารถคาดคะเนความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นของการลงทุน ดังนั้นเพื่อลดความเสี่ยงจากการลงทุน จึงควรมีการพยากรณ์มูลค่าความผันผวนของมูลค่าตามบัญชี โดยใช้ตัวแบบ Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH) ได้ถูกใช้เป็นตัวแบบในการวัดการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่มีความผันผวนสูง ที่ขึ้นอยู่กับความผันผวนในอดีต จึงเป็นแบบที่เหมาะสมสำหรับการประมาณการพยากรณ์

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อการพยากรณ์ ค่าความผันผวน MSCI Index ของ ประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ด้วยแบบจำลอง Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity



3. การดำเนินการวิจัย

3.1. วิธีการศึกษา

ในการศึกษาการวิเคราะห์การพยากรณ์ ค่าความผันผวน ของดัชนี MSCI โดยใช้แบบจำลอง GARCH ใช้แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการวิเคราะห์อนุกรมเวลา การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (stationary) โดยการทดสอบ Unit Root และสร้างแบบจำลอง เพื่อประมาณค่าความผันผวนและพยากรณ์มูลค่าหน่วยลงทุนในอนาคต แบบจำลองที่ใช้ คือ แบบจำลอง Generalized Conditional Heteroscedasticity (GARCH) และวิธีการพยากรณ์

3.1.1 Unit root test

ในขั้นแรกจะทำการทดสอบความนิ่ง (Stationarity) ของข้อมูลแต่ละตัวแปร เนื่องจากหากข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่ง (Non-Stationary) จะส่งผลให้ผลจากสมการถดถอยผิดไป จากที่ควรเป็น (Spurious Regression) และนำไปสู่การตีความที่ผิดพลาดได้ โดยเฉพาะใน การศึกษานี้ได้ใช้ตัวแปรซึ่งเป็นข้อมูลทางเศรษฐกิจแบบอนุกรมเวลา (Time Series Data) ที่มักมี ลักษณะไม่นิ่งดังนั้นเพื่อให้ผลการทดสอบสมมติฐานเป็น ไปอย่างถูกต้องแม่นยำจึงจำเป็นต้องทดสอบความนิ่งของข้อมูลก่อนการทำการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณหรือสมการถดถอย เชิงซ้อน (Multiple regression) โดยการทดสอบ Unit root ของแต่ละตัวแปร ทั้งตัวแปรตามและ ตัวแปรอิสระ โดยใช้ Augmented Dickey-Fuller test หรือ ADF test ตัวแปรที่เป็นข้อมูลทางเศรษฐกิจที่เป็นแบบอนุกรมเวลามักมีลักษณะไม่นิ่ง หรือ มักมี ลักษณะของ Random walk

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เทคนิควิธีการทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเพื่อกำหนดแบบจำลอง ค่าความผันผวน ของดัชนี MSCI โดยใช้โครงสร้างทางเศรษฐมิติ

- กำหนดแบบจำลอง ค่าความผันผวน ของดัชนี MSCI โดยใช้โครงสร้าง ทางเศรษฐมิติ ดังนี้

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \beta_i \varepsilon_{t-i} + \gamma x_{t-1} + \varepsilon_t$$

เมื่อ Y_t คือ ค่าดัชนี MSCI รายวัน ณ เวลาที่ t

x_{t-1} คือ ค่าตัวแปรอิสระที่มีผลกระทบต่อ ดัชนี MSCI รายวัน ณ เวลาที่ $t-1$

ε_t คือ ตัวแปรสุ่มความคลาดเคลื่อน ซึ่งมีคุณสมบัติ เป็น white noise โดยมีความแปรปรวน คือ σ^2

โดยพิจารณา แบบจำลอง GARCH(p, m) ของ ค่าความผันผวน ของดัชนี MSCI แสดงได้ ดังนี้

$$y_t = \mu + \varepsilon_t$$

โดย กำหนดว่า Y_t คือ ค่าการพยากรณ์ ดัชนี MSCI รายวัน ณ เวลาที่ t จะมีค่าเท่ากับ ค่าเฉลี่ย (μ เป็นค่าคงที่)

บวกด้วย เหตุการณ์ไม่คาดฝัน (ε_t) ณ เวลาที่ t กล่าวคือ

$$\varepsilon_t = \sigma_t \gamma_t$$

ซึ่ง γ_t คือ white noise ที่มี ค่าเฉลี่ย เท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ และ σ_t คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ แสดงความแปรปรวนของ ε_t แบบมีเงื่อนไข เขียนได้ดังนี้



$$Var(\varepsilon_t | I_{t-1}) = \sigma_t^2 = \gamma_0 + \sum_{i=1}^m \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \theta_i \sigma_{t-1}^2$$

เมื่อ $\gamma_0 > 0$ และ $\gamma_i \geq 0$ เมื่อ $i=1,2,3,4,\dots,m$

3.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานศึกษาชิ้นนี้จะใช้ข้อมูลทุติยภูมิ คือ MSCI Indonesia (MIID0000PID) MSCI Philippines (MIPH0000PPH) MSCI Thailand (MITH0000PTH) MSCI Malaysia (MIMY0000PMY) โดยจะรวบรวมข้อมูลเป็นรายวันตั้งแต่ 1 มกราคม 2012 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2017 จำนวน 1,214 วัน

4. ผลการวิจัย

4.1 การทดสอบ ความนิ่ง โดย Unit root จาก Augmented Dickey-Fuller test

จากการทดสอบ Unit root โดยการทดสอบ ADF ผลต่างลำดับที่ 1 พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาของ ทั้งหมด ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) โดยยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) แสดงว่าข้อมูลทั้งหมดเป็นข้อมูลที่มีลักษณะนิ่ง (stationary) หมายถึงตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตามไม่มี Unit root ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาเพราะค่าสัมบูรณ์ของค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้มากกว่าค่าสัมบูรณ์ของ critical value ณ ระดับนัยสำคัญ 1% 5% และ 10% ตามลำดับ แสดงว่ามีความสัมพันธ์ในอันดับ 1 หรือ Integration of order 1: $I(1)$

	Level	Constant		Constant, Linear Trend		None		Stationary
		t-statistic		t-statistic		t-statistic		
		ADF	Critical values	ADF	Critical values	ADF	Critical values	
MSCI Thailand	1%		-3.435501		-3.965592		-2.566860	
	5%	-34.26346	-2.863702	-34.280310	-3.413502	-34.269250	-1.941083	
	10%		-2.567971		3.128797		-1.616525	
MSCI Philippines	1%		-3.435532		-3.965636		-2.566871	
	5%	-32.73172	-2.863715	-32.718160	-3.413524	-32.718500	-1.941085	
	10%		-2.567979		-3.128810		-1.616524	
MSCI Indonesia	1%		-3.435466		-3.965543		-2.566848	
	5%	-22.75565	-2.863687	-22.756020	-3.413478	-22.729750	-1.941082	
	10%		-2.567963		-3.128783		-1.616526	
MSCI Malaysia	1%		-3.435571		-3.965549		-2.566850	
	5%	-31.95746	-2.863689	-31.943830	-3.413481	-31.969310	-1.941082	
	10%		-2.567964		-3.128785		-1.616526	

ตาราง ที่ 4.1 แสดง ผลการทดสอบ ความเป็น Stationary ด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller test ที่มาจากการทดสอบ

4.2 ผลของการพยากรณ์ ด้วยตัวแบบที่เหมาะสม

จากข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการแปลงข้อมูลในผลต่างลำดับที่ 1 ของทั้ง 4 ดัชนีที่นำมาศึกษา แล้วนั้นเมื่อนำมาสร้าง Correlogram จะได้ค่า ACF และ PACF และผลจากการวิเคราะห์จะได้แบบจำลองที่มีความเป็นไปได้ จากการ



วิเคราะห์ด้วยค่า AIC ที่มีค่าน้อยที่สุดและ พารามิเตอร์ทุกค่าจะต้อง มีนัยสำคัญ โดยการทดสอบ Z-Statistics จึงจะได้แบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุด จะเห็นได้ว่า MSCI Thailand ได้ ตัวแบบคือ GARCH(1,1) GARCH(1,0) GARCH(0,2) MSCI Philippines ตัวแบบคือ GARCH(1,1) GARCH(1,0) GARCH(0,2) ตัวแบบคือ MSCI Indonesia GARCH(1,1) GARCH(2,0) GARCH(2,0) MSCI Malaysia ตัวแบบคือ GARCH(1,1) GARCH(2,0) GARCH(0,2) โดยมาสร้างสมการ พยากรณ์ ค่าความแปรปรวนได้ดังนี้ ดังตารางต่อไปนี้

Index	volatility Equation
MSCI Thailand	$\sigma_t^2(\text{Thailand}) = 0.267527 + 0.083067\sigma_{t-1}^2 + 0.911214\varepsilon_{t-1}^2$
	$\sigma_t^2(\text{Thailand}) = 24.28578 + 0.126837\sigma_{t-1}^2$
	$\sigma_t^2(\text{Thailand}) = 0.194822 + 1.983466\varepsilon_{t-1}^2 - 0.990635\varepsilon_{t-2}^2$
MSCI Philippines	$\sigma_t^2(\text{Philippines}) = 12.26126 + 0.107871\sigma_{t-1}^2 + 0.820555\varepsilon_{t-1}^2$
	$\sigma_t^2(\text{Philippines}) = 131.7874 + 0.235998\sigma_{t-1}^2$
	$\sigma_t^2(\text{Philippines}) = 12.51091 + 0.150568\varepsilon_{t-1}^2 + 0.7777012\varepsilon_{t-2}^2$
MSCI Indonesia	$\sigma_t^2(\text{Indonesia}) = 299.8626 + 0.11261\sigma_{t-1}^2 + 0.83106\varepsilon_{t-1}^2$
	$\sigma_t^2(\text{Indonesia}) = 4096.2590 + 0.208241\sigma_{t-1}^2$
	$\sigma_t^2(\text{Indonesia}) = 3547.313 + 0.212586\sigma_{t-1}^2 + 0.117958\sigma_{t-2}^2$
MSCI Malaysia	$\sigma_t^2(\text{Malaysia}) = 0.32094 + 0.096619\sigma_{t-1}^2 + 0.878915\varepsilon_{t-1}^2$
	$\sigma_t^2(\text{Malaysia}) = 11.596120 + 0.992737\varepsilon_{t-1}^2 - 0.996221\varepsilon_{t-2}^2$
	$\sigma_t^2(\text{Malaysia}) = 7.133479 + 0.180355\sigma_{t-1}^2 + 0.224122\sigma_{t-2}^2$

ตาราง ที่ 4.2 แสดง volatility Equation ที่มา จาก ผลการทดสอบ

4.3 ผลของค่าการเปรียบเทียบ การพยากรณ์ ด้วยตัวแบบที่เหมาะสม

4.3.1 การพิจารณาเลือกตัวแบบ

ผลของค่า AIC (3) โดยใช้เกณฑ์ การพิจารณาจากตัวแบบ ที่มี ค่า AIC น้อยที่สุด กล่าวคือ เป็น MSCI Thailand ได้ ตัวแบบคือ GARCH(1,1) Philippines ตัวแบบคือ GARCH(1,1) MSCI Indonesia GARCH(1,1) MSCI



Malaysia ตัวแบบคือ GARCH(1,1) ตัวแบบที่เหมาะสมเนื่องจาก มีค่า AIC น้อยที่สุด โดย ค่า AIC คือ Akaike Information Criterion คือค่า ที่นำมาพิจารณาตัวแบบที่เหมาะสมในกรณี ข้อมูลเมื่อขนาดตัวอย่าง ใหญ่การคัดเลือกตัวแบบโดยใช้เกณฑ์เอไอซีเลือกตัวแบบ ที่ให้ค่าเอไอซีต่ำ สุด เป็นตัวแบบที่ใช้ในการอธิบายตัวแปร ตามได้และเกณฑ์เอไอซีคัดเลือกตัวแบบได้ดีเมื่อตัวอย่าง มีขนาดใหญ่ เนื่องจากเกิดความผิดพลาดที่คัดเลือกตัวแบบ ที่มีตัวแปรอิสระ จำนวนมากเกินไป

Index	Parameter	AIC
MSCI Thailand	<i>GARCH(1,1)</i>	5.957921
	GARCH(1,0)	6.142785
	GARCH(0,2)	6.136782
MSCI Philippines	<i>GARCH(1,1)</i>	7.866382
	GARCH(1,0)	7.929102
	GARCH(0,2)	7.986419
MSCI Indonesia	<i>GARCH(1,1)</i>	11.25071
	GARCH(1,0)	11.33756
	GARCH(2,0)	11.32440
MSCI Malaysia	<i>GARCH(1,1)</i>	5.136769
	GARCH(0,2)	5.283976
	GARCH(2,0)	5.195746

ตารางที่ 4.3 แสดง ผลของค่า AIC ของแต่ละ ตัวแบบ

4.3.2 ค่าความคลาดเคลื่อน ของการพยากรณ์ จากตัวแบบที่เหมาะสม

Index	Parameter	Root Mean Squared Error
MSCI Thailand	GARCH(1,1)	5.237700
MSCI Philippines	GARCH(1,1)	13.126000
MSCI Indonesia	GARCH(1,1)	71.366000
MSCI Malaysia	GARCH(1,1)	3.397900

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน ของการพยากรณ์

จากตารางที่ 4.9 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน ของการพยากรณ์ จากตัวแบบที่เหมาะสม จาก MSCI Malaysia < MSCI Thailand < MSCI Philippines < MSCI Indonesia



5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้ข้อมูล MSCI Indonesia (MIID0000PID) MSCI Philippines (MIPH0000PPH) MSCI Thailand (MITH0000PTH) MSCI Malaysia (MIMY0000PMY) ซึ่งเป็น ประเทศทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยใช้ข้อมูลรายวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2013 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2017 จำนวน 1,214 วันมีจุดประสงค์เพื่อ ทำการเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุดจากแบบจำลอง GARCH โดย พิจารณา จากการทดสอบ จากการทดสอบ Unit root โดยการทดสอบ ADF ผลต่างลำดับที่ 1 พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาของ ทั้งหมดปฏิสหสมมติฐานหลัก (H0) โดยยอมรับสมมติฐานรอง (H1) แสดงว่าข้อมูลทั้งหมดเป็นข้อมูลที่มีลักษณะนิ่ง (stationary) หมายถึงตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตามไม่มี Unit root ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาระหว่างค่าสัมบูรณ์ของค่าสถิติทดสอบที่คำนวณได้มากกว่าค่าสัมบูรณ์ของ critical value ณ ระดับนัยสำคัญ 1% 5% และ 10% ตามลำดับ แสดงว่ามีความสัมพันธ์ในอันดับ 1 หรือ Integration of order 1: I(1) จากนั้น นำไป วิเคราะห์ห้ตัวแบบ ที่เหมาะสม จะได้ว่า MSCI Thailand ได้ ตัวแบบคือ GARCH(1,1) GARCH(1,0) GARCH(0,2) MSCI Philippines ตัวแบบคือ GARCH(1,1) GARCH(1,0) GARCH(0,2) ตัวแบบคือ MSCI Indonesia GARCH(1,1) GARCH(2,0) GARCH(2,0) MSCI Malaysia ตัวแบบคือ GARCH(1,1) GARCH(2,0) GARCH(0,2) และ เลือก ตัวแบบที่เหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ การพิจารณาจากตัวแบบ ที่มี ค่า AIC น้อยที่สุด กล่าวคือ เป็น MSCI Thailand ได้ ตัวแบบคือ GARCH(1,1) Philippines ตัวแบบคือ GARCH(1,1) MSCI Indonesia GARCH(1,1) MSCI Malaysia ตัวแบบคือ GARCH(1,1) ตัวแบบที่เหมาะสมเนื่องจาก มีค่า AIC น้อยที่สุด และพบว่า MSCI Malaysia มีค่าความผันผวน จากการพยากรณ์ต่ำที่สุด

ข้อเสนอแนะ

การพยากรณ์โดยใช้แบบจำลอง GARCH นั้นเป็นการพยากรณ์ที่ใช้ ข้อมูลย้อนหลังเป็นปัจจัยในการพยากรณ์โดย ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยภายนอก เช่น ความไม่แน่นอนทางเศรษฐกิจการเมืองและภัยธรรมชาติต่างๆ ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลตอบแทนในตลาดทุน แต่เป็นการพยากรณ์ที่ขึ้นอยู่กับค่าสังเกตและค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นก่อนหน้าเท่านั้น จึงทำให้มีข้อจำกัดในการอธิบายพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของตัวแปรราคา ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป จึงควรมีการเลือกใช้แบบจำลองอื่นๆ ยกตัวอย่างเช่น EGARCH XGARCH เป็นต้น เพื่อนำผลการพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกัน และเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.ภูมิฐาน รังคกุลนุวัฒน์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำในการศึกษาค้นคว้าอิสระ การตรวจทานเนื้อหาการค้นคว้า และ ให้แนะนำในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ในระหว่างการศึกษาค้นคว้า จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมถึงคณาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ได้ประศาสตร์วิชาความรู้ตลอดหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการเงิน มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย