การศึกษาความสัมพันธ์ส่วนหางของดัชนีหมวดธุรกิจในช่วงที่มีค่าผลตอบแทนเบี่ยงเบนสูงในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

เทพชู ศรีโพธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรบริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต
คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2561

A Study of Extreme Events and Tail Dependence of Sector Index in Stock Exchange of Thailand

Thepchoo Sripoti

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of The Requirements

For The Degree of Doctor of Business Administration

Faculty of Business, Dhurakij Pundit University

2018

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาความสัมพันธ์ส่วนหางของดัชนีหมวดธุรกิจในช่วงที่มีค่าผลตอบแทนเบี่ยงเบนสูงในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย
ชื่อผู้เขียน	เทพชู ศรีโพธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.มล. กุณฑลรัตน์ ทวีวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิษณุ วงศ์สินศิริกุล
หลักสูตร	บริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อภาษาไทย

การศึกษาความสัมพันธ์ส่วนหางของดัชนีหมวดธุรกิจในช่วงที่มีค่าผลตอบแทนเบี่ยงเบนสูงในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย มีแนวคิดมาจากความสูญเสีย (Loss) ของนักลงทุนที่เกิดในช่วงวิกฤต ทั้งที่มีการวางแผนการลงทุนจากทฤษฎีทางการเงินเป็นอย่างดี ดังนั้น หากสามารถปรับปรุงแบบจำลองทางการเงินให้สามารถใช้งานได้ดีในช่วงวิกฤตจะทำให้การลงทุนมีความยั่งยืน

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงแบบจำลองการวิเคราะห์ผลตอบแทนโดยนำเทคนิคของทฤษฎีค่าเอ็กซ์ทรีมซ์ (Extreme Value Theory: EVT) และ โคปูลาร์ (Copula) เพื่อใช้วัดความเสี่ยง (Risk) ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) และจัดพอร์ตการลงทุนแล้วเปรียบเทียบผลที่ได้กับแบบจำลองกรณีที่ไม่ปรับปรุงข้อมูลด้วย EVT และ Copula

การศึกษาใช้ข้อมูลดัชนีราคารายวันของหลักทรัพย์ (SET Index) และ ดัชนีราคาหมวดธุรกิจ (Sector index) โดยดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ คำนวณผลตอบแทนจากดัชนีราคา ปรับปรุงตามแบบจำลอง GARCH และ EVT เพื่อวัดความเสี่ยง ความสัมพันธ์ส่วนหาง และเปรียบเทียบผลตอบแทนของพอร์ตลงทุนแบบความสัมพันธ์ส่วนหางต่ำสุด (Minimum Tail Dependence: MTD) พอร์ตลงทุนแบบความแปรปรวนต่ำสุด (Minimum Variance Optimization: MVO) พอร์ตลงทุนแบบมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimum Value at Risk: Min VaR) และ พอร์ตลงทุนแบบมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขต่ำสุด (Minimum Conditional Value at Risk: Min cVaR)

ผลการศึกษาพบว่า มูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk: VaR) และ มูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (Conditional Value at Risk: cVaR) จากตัวแบบ GARCH-EVT มีผลการวัดที่แตกต่างจากการวัดแบบการวัดข้อมูลในอดีต (Historical) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ระหว่างหมวดธุรกิจและตลาด และเมื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนของการจัดพอร์ตแบบต่าง ๆ แล้วพบว่า พอร์ตลงทุนแบบความสัมพันธ์ส่วนหางต่ำสุด (Minimum Tail Dependence) มีค่าดัชนีความมั่งคั่ง (Wealth Index) มากกว่า พอร์ตความแปรปรวนต่ำสุด (Mininum Variance Opitmization: MVO) และผลตอบแทนตลาด

ผลการศึกษาสนับสนุนแนวคิดของ EVT และ Copula มาใช้ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยนักลงทุนสามารถนำผลการศึกษา ความเสี่ยง ความสัมพันธ์ส่วนหาง ไปใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกหลักทรัพย์เข้าสู่พอร์ตลงทุน

Thesis Title	A Study of Extreme Events and Tail Dependence of Sector Index in Stock Exchange of Thailand
Author	Thepcooo Sripoti
Thesis Advisor	Kuntonrat Davivongs
Co-Thesis Advisor	Vissanu Vongsinsirikul
Program	Doctor of Business Administration
Academic Year	2018

ABSTRACT

The study of Extreme Events, and Tail Dependence of Sector Index in The Stock Exchange of Thailand derived from the fact that even investors with the perfect investment plan had capital loss during a crisis. The idea of the study was a sustainable investment could be reached by an improvement of financial instruments.

This dissertation intended to study an improvement of financial instruments by using Extreme Value Theory (EVT) and Copula for Risk Measures, Tail Dependence and Portfolio Allocation and compared the results with the model without EVT and Copula application.

The improved analysis was applied to Sector Index Return and SET Index Return in Stock Exchange of Thailand. There were 3 steps of the study. First, returns were calculated from SET index and Sector index, then adjusted by GARCH and EVT model in order to measure Value at Risk (VaR) and Conditional Value at Risk (cVaR). Second, Tail Dependence analysis by Copula was applied to Sector Index return and SET Index return. The third was a portfolio setting analysis of Minimum Tail Dependence portfolio, which aims to compare the weight of Sector Index and portfolio's return with Minimum Variance Optimization (MVO), Minimum Value at Risk (Min VaR) and Minimum Conditional Value at Risk (Min cVaR).

The findings showed that risk measures with GARCH-EVT adjustment were statistically significant differences from the historical model of risk measures. It also indicated that Sector Index in Thai SET had a cross Tail Dependence. Tail Dependence portfolio setting indicated that higher Tail Dependence related to less investment, however, better wealth index with Minimize Variance Optimization and SET.

Therefore, the findings supported applications of EVT and Copula in The Stock Exchange of Thailand. Investors could use Risk and tail dependence results for equity portfolio selection guideline.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความเอื้อเฟื้อ และอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ผู้เขียนขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กุลกัญญา ณ ป้อมเพ็ชร์ ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิลล่า พงษ์ยี่หล้า ผู้เป็นอาจารย์ท่านแรกในมหาวิทยาลัยที่ผู้เขียนได้พบและเปิดโอกาสให้ศึกษาจนกระทั่งสำเร็จหลักสูตร ดร.ม.ล.กุณฑลรัตน์ ทวีวงศ์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ให้ความรู้ในสาขาการเงินมาตั้งแต่ผู้เขียนเริ่มเข้ารับการศึกษาจนกระทั่งผลิตงานวิจัยที่มีคุณค่าจนสำเร็จ ดร. นทีนาคธนสุกาญจน์ กรรมการ และ ผศ.ดร. วิษณุ วงศ์สินศิริกุล ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งท่านทั้งสองได้ให้ทรรศนะ แนวคิดในการเขียนงานวิจัย และ กรุณาตรวจทานงานอย่างละเอียดและรอบคอบ จนทำให้งานออกมาอย่างเรียบร้อย

ผู้ เขียนขอขอบคุณ วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี (CIBA) ดร.ศิริเดช คำสุพรหม คณบดี ในการดำเนินการจัดการเรียน การสอน แหล่งให้ความรู้ และขัดเกลา ให้งานวิทยานิพนธ์มีมาตรฐาน ทั้งนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณและรู้สึกเป็นเกียรติอย่างยิ่งที่ได้ศึกษาในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ สถานศึกษาที่เพียบพร้อมทั้ง คณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ สถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกทางวิชาการ ซึ่งทำให้ผู้เขียนสามารถค้นคว้าและเข้าถึงเอกสารทางวิชาการที่ใช้ในการศึกษาครั้งได้อย่างมากมาย

การเขียนงานวิจัยนี้จะสำเร็จมิได้หากปราศจากแรงสนับสนุนจากครอบครัว คุณพ่อประจวบ ศรีโพธิ์ ผู้ล่วงลับ ทำให้ผู้เขียนมีกำลังใจให้สามารถเขียนงานวิจัยจนสำเร็จ

หากมีความผิดพลาด และ บกพร่อง ประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับ เพื่อในอนาคตจักได้ปรับปรุงงานวิจัยให้มีประโยชน์ต่อไป

เทพชู ศรีโพธิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

รายการสัญลักษณ์..... ฎ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 คำถามของการวิจัย..... 8

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 9

1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 9

1.5 กรอบการศึกษา..... 12

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ..... 13

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 13

1.8 โครงสร้างวิทยานิพนธ์..... 14

2. แนวคิด ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 15

2.1 แนวคิด..... 15

2.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 30

3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 47

3.1 การกำหนดประชากรและตัวอย่าง..... 49

3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 51

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) 51

3.4 การทดสอบผลของความสัมพันธ์ที่มีต่อความเสี่ยงและสัดส่วนการลงทุน..... 56

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการศึกษา	59
4.1 สถิติพื้นฐาน	59
4.2 ความเสี่ยง	63
4.3 ความสัมพันธ์ (Dependence)	74
4.4 การจัดพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting)	82
5 สรุปและอภิปรายผล	86
5.1 สรุปและอภิปรายผล	87
5.2 ข้อเสนอแนะ	92
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก	102
ก ดัชนีราคาตลาดและดัชนีราคาหมวดธุรกิจ	103
ข ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามตัวแบบ GARCH	109
ค แผนภาพแสดงผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ตาม แบบจำลอง GARCH-EVT: ข้อมูลแบบ Full Sampling	127
ง แผนภาพแสดงผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ตาม แบบจำลอง GARCH-EVT: ข้อมูล 2550-2560	136
จ Threshold Criteria Plot ผลตอบแทนดัชนีราคาตลาดและผลตอบแทนดัชนีราคาหมวด ธุรกิจ แบบเต็มตัวอย่าง (Full Sampling) จนถึง2560	144
ประวัติผู้เขียน	150

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 การจำแนกหมวดธุรกิจ ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย..... 10

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ (Dependence) ความเสี่ยง (Risk) ทฤษฎีค่าเอ็กซ์ทรีม (EVT) และ โคปูลาร์ Copula)..... 20

4.1 ข้อมูลพื้นฐานดัชนีราคา (INDEX PRICE)..... 60

4.2 สถิติพื้นฐานผลตอบแทนดัชนีราคาหมวดธุรกิจ (Industry sector) ตั้งแต่จัดทำถึงปี 2560..... 61

4.3 สถิติพื้นฐานผลตอบแทนหมวดธุรกิจ (Industry sector) 10 ปี (2550-2560).... 62

4.4 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ GARCH (1, 1) ของผลตอบแทนหมวดธุรกิจ. 64

4.5 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ GARCH (1, 1)-EVT ของ ผลตอบแทนหมวดธุรกิจ..... 69

4.6 มูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk: VaR) มูลค่าที่ความเสี่ยง แบบมีเงื่อนไข (cVaR) ผลตอบแทนหมวดธุรกิจ และ ผลตอบแทนตลาด..... 72

4.7 ความสัมพันธ์ของหมวดธุรกิจ (Sector Index Returns Correlation)..... 75

4.8 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence Coefficient) ข้อมูล Full Sampling 2546-2560..... 79

4.9 ค่าสัมประสิทธ์ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence coefficient) 2550-2560..... 80

4.10 ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักของหมวดธุรกิจในพอร์ตการลงทุน..... 83

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 ขอบเขตการวิจัย..... 12
2.1 ภาพรวมเหตุการณ์วิกฤตที่ส่งผลต่อดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย..... 17
2.2 รูปแบบกระจายของ GEV แบบ Gumbel Frechet และ Weibull..... 31
3.1 ขั้นตอนการศึกษา..... 48
4.1 การคัดเลือกค่าวิกฤตของดัชนีผลตอบแทนตลาด..... 66
4.2 กราฟแสดงผลประมาณค่า EVT ผลตอบแทนดัชนีตลาด (SET) ข้อมูล Full Sampling..... 68
4.3 การกระจายของผลตอบแทนตลาด..... 71
4.4 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence Coefficient: TDC)..... 78
4.5 น้ำหนักการลงทุนของ 18 หมวดธุรกิจในพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting)..... 84
4.6 ดัชนีความมั่งคั่ง (Wealth Index) ของพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting)..... 85

ตารางสัญญลักษณ์ และ อักษรย่อ

Symbol and abbreviation

P	Rho
λ	Lambda
Φ	Phi
δ	Delta
Ξ	Xi
K	Keppa
γ	Gamma
β	Beta
$\widehat{\Omega}$	Omega
σ_t	Sigma
ε_t	Epsilon
P	Probability
F^{-1}	Inverse function
In	Natural logarithm
$\lim_{\alpha \to 0}$	Limit of
$\prod$	Product of
$\sum_{i=1}^{p} \alpha_j$	Summation
Exp	Exponential
$\mathbb{P}$	Probability

บทที่ 1
บทนำ

ทฤษฎีทางการเงินเป็นเครื่องมือสำคัญต่อนักลงทุนในการใช้วางแผนจัดพอร์ตการลงทุน รวมถึงการจัดการความเสี่ยง (Risk Management) แต่เมื่อมีสถานการณ์วิกฤตเศรษฐกิจ นักลงทุนต่างขาดทุนจำนวนมากทั้งที่ได้วางแผนทางการเงินเป็นอย่างดี ตามทฤษฎีการลงทุนสมัยใหม่ (Modern Portfolio Theory: MPT) (Markowitz, 1952) นักลงทุนจะกระจายการลงทุนในหลักทรัพย์เพื่อลดความเสี่ยงจากการผันผวน โดยมีสมมติฐานสำคัญคือ ผลตอบแทนจากการลงทุนจะไม่ขึ้นอยู่กับเวลา และมีการกระจายแบบปกติ (Normality) (Markowitz, 1952) แต่ในความเป็นจริงผลตอบแทนตอบแทนกระจายตัวแตกต่างจากปกติ (Non-normality) (Embrechts, Resnick & Samorodnitsky, 1999; McNeil, 1999) แบบจำลองทางการเงินใช้ไม่ได้ในทุกสถานการณ์ ดังนั้น หากสามารถปรับปรุงแบบจำลองทางการเงินให้มีสมมติฐานเรื่องการกระจายตัวของผลตอบแทนที่สอดคล้องกับความเป็นจริง จะทำให้ทฤษฎีทางการเงิน (Financial Theory) ที่ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมราคาในตลาดมีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

งานศึกษาฉบับนี้ มุ่งนำเทคนิคการปรับรูปแบบการกระจายให้สอดคล้องกับความเป็นจริง แล้วนำไปใช้กับแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ ความเสี่ยง และ การจัดพอร์ตลงทุน โดยใช้ข้อมูล ดัชนีราคา และ ดัชนีหมวดธุรกิจของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

วิกฤตเศรษฐกิจได้ส่งผลต่อการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ทั่วโลกในวงกว้าง ตามทฤษฎีการลงทุน นักลงทุนจะประเมินความเสี่ยง ผลตอบแทน และความสัมพันธ์ของหลักทรัพย์ เพื่อคัดเลือกหลักทรัพย์เข้าสู่พอร์ตการลงทุน (Portfolio) แต่เมื่อเกิดวิกฤต ความเสี่ยงและผลตอบแทนของหลักทรัพย์ จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากจากสภาวะปกติ โดยในช่วงวิกฤตเศรษฐกิจราคาหลักทรัพย์ส่วนใหญ่จะลดลงพร้อมกัน หรือ มีความสัมพันธ์มากกว่าปกติ ขณะที่ความเสี่ยงของหลักทรัพย์และพอร์ตการลงทุนเพิ่มสูงมาก ดังนั้น เมื่อเกิดวิกฤตทางเศรษฐกิจแบบจำลองหรือการประเมินความเสี่ยงและผลตอบแทนแบบเดิม (Traditional Theory) จึงไม่สามารถใช้เพื่อปรับแผนการลงทุนให้สอดคล้องหรือกับสถานการณ์ได้ การพัฒนาแบบจำลองที่ช่วยอธิบายพฤติกรรม

ของตลาดได้ในช่วงวิกฤตจึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นต่อนักลงทุนในการวางแผนการลงทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สถานการณ์วิกฤตเศรษฐกิจโลกหลักในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา เริ่มจาก เหตุการณ์ แบล็ค มันเดย์ (Black Monday) และ วิกฤตเอเชีย ปี พ.ศ. 2540 วิกฤตรัสเซียที่ส่งผลต่อเนื่องต่อการล่มสลายของเฮจ ฟันด์ (Long-Term Capital Management: LTCM) ในปี พ.ศ. 2541 ปัญหาฟองสบู่ในหุ้นเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2543 และเหตุการณ์ 9/11 ปี พ.ศ. 2544 ต่อเนื่องถึงวิกฤตซับไพร์ม (Sub-prime Crisis) และปัญหาหนี้สินของประเทศกรีซ ในช่วงปี พ.ศ. 2550-2552 ปัญหาเหล่านี้ได้ส่งผลให้การลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ทั่วโลกลดมูลค่าเป็นอย่างมาก

ผลกระทบจากเศรษฐกิจโลกยังได้ส่งผลต่อเนื่องมายังตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยนับตั้งแต่เริ่มก่อตั้ง เมื่อวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2518 เหตุการณ์วิกฤตได้ส่งผลรุนแรงที่สุด เมื่อรัฐบาลประกาศลดค่าเงินบาท วันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2540 ดัชนีได้ลดลงจากมากกว่า 800 จุดมาสู่ระดับต่ำ 400 จุดเมื่อสิ้นปี และ ดัชนียังลดลงต่อเนื่องจนถึงเหตุการณ์ 9/11 ในปี พ.ศ. 2544 จนดัชนีได้ปิดต่ำกว่า 300 จุด จากนั้นตลาดยังคงผันผวนอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่ง วันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2549 ดัชนีลดลงวันเดียวกว่า 100 จุด จนตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยต้องประกาศมาตรการเซอร์กิต เบรค (Circuit Break) จากนั้นอีก 3 ปี มาตรการนี้ถูกใช้อีกครั้ง เมื่อ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2551 จากวิกฤตซับไพร์ม (Sub-prime Crisis)

ในช่วงที่เกิดวิกฤตเศรษฐกิจ ลักษณะสำคัญของพฤติกรรมตลาดที่เห็นได้อย่างชัดเจน คือ กัน หลักทรัพย์มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น และราคาลดลงอย่างรวดเร็วพร้อมกัน ส่งผลให้พอร์ตการลงทุนที่มีหลักทรัพย์ที่ราคาลดลงพร้อม ๆ กันเกิดความสูญเสีย (Loss) ทั้งที่นักลงทุนได้วางแผนเป็นอย่างดี ต่อมาจึงเกิดความตื่นตัวในการปรับปรุงแบบจำลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมในช่วงที่ผลตอบแทนเกิดการเบี่ยงเบนสูง (Extreme Events) มากขึ้น ทำให้แบบจำลองทางการเงินได้รับการปรับปรุงมาอย่างต่อเนื่อง

แบบจำลองทางการเงินพื้นฐานดั้งเดิมที่ใช้กันมา (Traditional Theory) ได้มีถูกคิดและใช้มาตั้งแต่ทศวรรษที่ 50 เป็นต้นมา ทั้ง แบบจำลองราคาหลักทรัพย์ (Capital Asset Pricing Model: CAPM) และ ทฤษฎีการหาราคา (Arbitrage Price Theory: APT) ต่างมีพื้นฐานมาจากสมมติฐานที่กระจายของราคาเป็นแบบปกติ (Normality) โดยในการวางแผนลงทุน นักวิเคราะห์และนักลงทุนต่างอาศัยแบบจำลองในการใช้ วิเคราะห์ความเสี่ยง ความสัมพันธ์และการจัดพอร์ตการลงทุน ซึ่งแบบจำลองสามารถใช้ได้ดีในช่วงเหตุการณ์ปกติ

ทฤษฎีการเงินตามแบบจำลองแบบดั้งเดิม จะมีสมมติฐานให้ รูปแบบการกระจายของผลตอบแทนที่วัดจากการเปลี่ยนแปลงดัชนีราคา มีลักษณะการกระจายตัวแบบปกติ (Normality) ซึ่ง

ขัดแย้งกับเหตุการณ์วิกฤตที่การกระจายของผลตอบแทนไม่เป็นแบบปกติ (Non-normality) (Embrechts et al., 1999; McNeil, 1999) กล่าวคือ มีค่าผลตอบแทนกระจุกตัวทางส่วนหางด้านซ้าย (Skewness to the Left) หรือ มีลักษณะเบ้ขวา (Skewness to the Right) ซึ่งกรณีมีการกระจุกตัวทางด้านซ้ายจะมีจำนวนเหตุการณ์ที่ค่าผลตอบแทนลดลงมากกว่ากรณีที่รูปแบบการกระจายเป็นแบบปกติ

ในการปรับปรุงแบบจำลองเพื่อให้สามารถนำแบบจำลองทางการเงินไปใช้ได้ในช่วงวิกฤต มีทฤษฎีที่ใช้หลัก คือ ทฤษฎีค่าเอ็กซ์ทรีม (Extreme Value Theory: EVT) และ โคปูลาร์ (Copula)

ทฤษฎีค่าเอ็กซ์ทรีม (Extreme Value Theory: EVT) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองการกระจาย โดยมีสมมติฐานว่า รูปแบบการกระจายของตัวแปรสุ่มกรณีที่มีเหตุการณ์วิกฤตจะมีการกระจายรูปแบบของทฤษฎีเอ็กซ์ทรีม โดยในการวัดพารามิเตอร์ภายใต้กรอบทฤษฎีนั้น จะกำหนดระดับค่าวิกฤต (Threshold) และนำตัวแปรสุ่ม (Random Variable) ที่มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตมาใช้ในการประมาณค่า

แต่เดิม EVT จำกัดอยู่ในการศึกษาทางสถิติเป็นหลัก แต่เริ่มได้รับความสนใจและถูกนำมาประยุกต์ใช้ทางการเงินมาเป็นลำดับ เพราะมีความสามารถในการวิเคราะห์พฤติกรรมของผลตอบแทนกรณีมีค่าเบี่ยงเบนสูง (Lin, 2011) EVT เหมาะสำหรับใช้ในการนำมาวิเคราะห์พฤติกรรมของตัวแปรสุ่มที่มีผลจากเหตุการณ์ที่ไม่เกิดขึ้นบ่อย (Extreme Events) ซึ่งในทางการเงินเหตุการณ์วิกฤตเหล่านี้ได้ส่งผลกระทบที่รุนแรงต่อตลาด ดังนั้น แม้ว่าวิกฤตไม่เกิดขึ้นบ่อย และเกิดได้ยาก (Extreme Event) ไม่แน่นอน (McNeil, 1998) แต่ก็มีความสำคัญ การใช้ EVT จึงถูกใช้วิเคราะห์ในทางการเงินมาอย่างต่อเนื่อง

Bali (2003) ทำการทดสอบทฤษฎี EVT โดยใช้รูปแบบการกระจายต่าง ๆ เช่น GEV GPD โดยใช้ข้อมูลผลตอบแทนกระทรวงการคลังสหรัฐอเมริกา (U.S. Treasury Yields) พบว่าเมื่อตลาดมีเหตุการณ์วิกฤต การกระจายของผลตอบแทนไม่เป็นแบบปกติ และเมื่อใช้ EVT ในการจัดการและวัดความเสี่ยง (Risk Management and Value at Risk Calculation) ให้ข้อมูลความเสี่ยงที่ชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญกว่าวิธีมาตรฐานทั่วไป (More Significantly More Precise than the Standard Approach) โดยมีค่ามูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk: VaR) ที่ถูกต้องแม่นยำอย่างเข้มข้น (Robust and Yield More Accurate Estimates) EVT จึงมีความเหมาะสมยิ่งในการนำไปใช้วิเคราะห์เหตุการณ์ไม่ปกติ หรือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นยาก (Extreme Event) และมีความไม่แน่นอน (McNeil, 1998) ดังนั้น อาจสรุปได้ว่า การปรับผลตอบแทนด้วย EVT ช่วยให้การวัดความเสี่ยง (Risk Measure) ดีกว่าการวัดโดยไม่ใช้แบบจำลอง

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้เทคนิค EVT และ Copula ยังได้รับการปรับปรุงให้การวัดความเสี่ยงมีความแม่นยำมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยก่อนการนำผลตอบแทนของหลักทรัพย์มาปรับปรุงตามตัวแบบ EVT หรือ Copula นักวิจัยมักปรับปรุงข้อมูลเพื่อลดความผันผวนต่อเวลา (Time Invariant) และความสัมพันธ์ของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นก่อนหน้า โดยใช้ตัวแบบ GARCH (Generalized Autoregressive and Conditional Heteroscedasticity: GARCH) ดังนั้นในการวิเคราะห์พฤติกรรมตลาดในช่วงวิกฤตจึงควรให้ความสำคัญในการลดความผันผวนเป็นชุดๆ สามารถคัดกรองได้ด้วยตัวแบบ GARCH ด้วย (Monica Singhania & Jugal Anchalia, 2013; Tsay, 2010)

การเข้ามาของ โคปูลาร์ (Copula) ในการศึกษาทางการเงินก็คล้ายคลึงกับ EVT เพราะโคปูลาร์มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ตัวแปรร่วมตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยสามารถวัดความสัมพันธ์ (Dependence) ของตัวแปรได้ดี ทำให้ถูกนำมาใช้ในการวัดความเสี่ยงร่วม (Joint Risk) และการจัดพอร์ตการลงทุน (Portfolio)

Copula เป็นการสร้างฟังก์ชั่นการกระจายขึ้นมาใหม่ จากฟังก์ชั่นการกระจายของตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายแตกต่างกัน ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยฟังก์ชั่นของตัวแปรสุ่มจะแสดงถึงการกระจายร่วม (Joint Distribution) ของตัวแปรนั้น ๆ ที่ยังคงโครงสร้างความสัมพันธ์ (Dependence Structure) ของตัวแปรสุ่มไว้ Copula มีประโยชน์ในการศึกษาความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) เพราะ เมื่อการที่ราคาลดลงพร้อม ๆ กันอันเนื่องมาจากวิกฤต อาจกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือความสัมพันธ์ส่วนหางของหลักทรัพย์มีมากน้อยเพียงใด ซึ่งในการศึกษาความสัมพันธ์เหล่านี้โดยใช้ Copula พบว่า ความสัมพันธ์ส่วนหางทางลง (Downward Tail Tependence) มีมากกว่าความสัมพันธ์ ส่วนหางทางขึ้น (Upper Tail Dependence) (LeBaron & Samanta,Allen, Singh, & Powell, 2013; Angelo Corelli, 2012, 2012; Gençay, Selçuk & Ulugülyagci, 2003; Ignatieva & Platen, 2012) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในทางทฤษฎีของ Aas (2004) Embrechts, Resnick & Samorodnitsky (1999) McNeil (1999) McNeil, A. k & Straumann, D. (2002) ที่เสนอให้ใช้ Copula ในการศึกษาภาวะตลาดในช่วงวิกฤต

นับตั้งแต่ปี 2543 เป็นต้นมา งานวิจัยเชิงประจักษ์ (Empirical Studies) ของ Copula มีขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยการศึกษาส่วนใหญ่มุ่งทดสอบทฤษฎีในตลาดหลักทรัพย์ต่าง ๆ ทั่วโลก (Jamshed Y. Uppal & Inayat Ullah Mangla, 2013) ทั้งในตะวันออกกลาง (Aktham I. Maghyereh & Haitham A. Al-Zoubi, 2008) ละตินอเมริกา (Valdés & Roldán, 2013) แอฟริกา (Tolikas, 2011) รวมถึงในเอเชีย (Lin, 2011) ผลการศึกษาที่ได้ ยืนยันการใช้ Copula และ EVT ในการเข้ามาใช้วิเคราะห์พฤติกรรมตลาด

งานวิจัยด้านความสัมพันธ์ (Dependence) อาจแบ่งเป็นออกเป็น 2 กลุ่ม คือ การศึกษาความสัมพันธ์ของผลตอบแทนระหว่างตลาดหลักทรัพย์ และ ความสัมพันธ์ของผลตอบแทนระหว่างดัชนีราคาหลักกลุ่มอุตสาหกรรมในตลาดเดียวกัน

งานศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตลาดหลักทรัพย์ จะใช้เทคนิคในการปรับปรุงรูปแบบการกระจาย ทั้ง Copula, EVT และ GARCH ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตลาดของประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น ฝรั่งเศส (Ignatieva & Platen, 2012; Jamshed Y. Uppal & Inayat Ullah Mangla, 2013; F. Longin & Solnik, 2001) ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตลาดหลักทรัพย์กับตลาดล่วงหน้า (Hongtao Guo, Guojun Wu, & Zhijie Xiao, 2007; Jullavut Kittiakarasakun, 2013) และใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตลาดหลักทรัพย์กับอัตราแลกเปลี่ยน (Gyntelberg, Loretan, Subhanij & Chan, 2009) ซึ่งผลการศึกษาได้สนับสนุนการใช้เทคนิคใหม่ ทั้ง Copula และ EVT ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในช่วงวิกฤต เพราะให้ผลดีกว่าการวัดความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์ (Correlation) (Allen, Singh & Powell, 2013; Gencay & Selcuk, 2004; Ignatieva & Platen, 2012)

สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ของหลักทรัพย์ในตลาดเดียวกัน เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของกลุ่มอุตสาหกรรม (Industry) ของตลาดหลักทรัพย์ในประเทศจีน ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างภาคอุตสาหกรรมสูงในช่วงเหตุการณ์วิกฤต (Cao, Long & Yang, 2013) โดยปัจจัยหนึ่งที่อาจมีผลต่อความสัมพันธ์ คือ ความผันผวน (Volatility) ซึ่ง Knif & Pynnönen (2007) ได้ชี้ให้เห็นว่าช่วงเวลาที่มีความผันผวนสูง จะมาพร้อมกับความสัมพันธ์ที่สูงด้วยเช่นกัน งานการศึกษาของ Cao, Long & Yang (2013) ยังสอดคล้องกับ Sukcharoen & Leatham (2016) ที่พบความสัมพันธ์ของอุตสาหกรรมมีค่าค่อนข้างสูง แต่เมื่อใช้เทคนิค Copula โดย ความสัมพันธ์จะแตกต่างกันออกไปตามช่วงที่ศึกษา โดยความสัมพันธ์กลับลดลงใน 2 ช่วง ค.ศ. 1995-2000 และ 2001-2006 แต่ เพิ่มขึ้นในช่วงหลัง 2007-2012 โดยความสัมพันธ์ในช่วงวิกฤตมีแนวโน้มสูงขึ้น

ในประเทศไทย การศึกษาโดยใช้เทคนิค Copula และ EVT ปรากฏอยู่ในเอกสารวิชาการ เรื่อง ผลตอบของหลักทรัพย์และผลกระทบของอุณหภูมิ ซึ่งเป็นการศึกษาเชิงพฤติกรรมความสัมพันธ์ที่ใช้เทคนิค EVT ของ Leeahtam, Sriboonchitta, Sriboonjit, Chaitip & Chaiboonsri (2011) แม้ว่าผลการศึกษาจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนหลักทรัพย์กับอุณหภูมิที่มีความสัมพันธ์กันในช่วงที่มีอุณหภูมิสูง แต่การศึกษาชิ้นนี้แสดงให้เห็นว่าดัชนีผลตอบแทนของราคาหลักทรัพย์มีลักษณะหางอ้วน (Fat Tail) และ EVT สามารถใช้วิเคราะห์ผลตอบแทนของดัชนีหลักทรัพย์ได้ดี ต่อมาในปี 2557 K. Autchariyapanitkul, S. Chanaim & S. Sriboonchitta (2014) ได้ใช้เทคนิค Copula และ EVT ไปใช้ในการวัดความเสี่ยง (Risk Measure)

และ จัดพอร์ตการลงทุน (Portfolio Management) โดยใช้ตัวอย่างหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เป็นการศึกษาที่มีขอบเขตการศึกษาเฉพาะหลักทรัพย์รายตัว วิธีการศึกษาทำได้โดยวิเคราะห์ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (cVaR) ของหลักทรัพย์รายตัวที่คำนวณได้จากเทคนิค Copula-EVT แล้วจัดพอร์ตการลงทุนโดยใช้ความเสี่ยงที่วัดได้เป็นเป้าหมายในการจัดพอร์ตการลงทุน (K. Autchariyapanitkul, S. Chanaim & S. Sriboonchitta, 2014) ซึ่งผลการศึกษาพบว่าการจัดพอร์ตโดยใช้ความเสี่ยงที่วัดได้จากเทคนิค Copula และ EVT ให้ผลลัพธ์ในการจัดพอร์ตที่ดีกว่าพอร์ตที่ไม่ได้ปรับปรุงด้วยแบบจำลอง

จากงานวิจัยเชิงประจักษ์ (Empirical Studies) ด้านความสัมพันธ์ (Dependence) ข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ความสัมพันธ์มีลักษณะไม่สมมาตร (Asymmetry Dependence Structure) ต่างจากความสัมพันธ์ของหลักทรัพย์ ที่ค่าผลตอบแทนมีการแจกแจงแบบปกติ (Normality) ที่มีค่าคงที่ ผลของความสัมพันธ์ที่แตกต่างนี้เองได้ส่งผลต่อการวางแผนจัดพอร์ตการลงทุน เพราะนักลงทุนต้องคัดเลือกหลักทรัพย์โดยประเมินความสัมพันธ์ของหลักทรัพย์ หรือกลุ่มหลักทรัพย์ทุกชั้นความเสี่ยงอย่างเหมาะสม (Durante, Foscolo, Pappada, & Wang, 2015)

งานวิจัยที่ผ่านมา ได้แสดงให้เห็นว่า การใช้เทคนิค EVT และ Copula มีคุณค่าในการวิเคราะห์พฤติกรรมตลาดหลักทรัพย์ในช่วงที่มีเหตุการณ์วิกฤต (Extreme Events) ได้เป็นอย่างดี แต่งานวิจัยยังมีโอกาสในการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น กล่าวคือ งานวิจัยส่วนใหญ่ได้ศึกษาผลของการใช้ทฤษฎีในเรื่อง ความเสี่ยง (Risk) ความสัมพันธ์ (Dependence) รวมถึง การจัดพอร์ต (Portfolio Management) ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ทำให้การสรุปผลโดยเชื่อมโยงแนวคิดของ Copula และ EVT ยังไม่ชัดเจนมากนัก เพราะสรุปผลเชื่อมโยงจากข้อมูลคนละชุดกัน ขณะที่การใช้ข้อมูลชุดเดียวกันในการศึกษา ความเสี่ยง ความสัมพันธ์และการจัดพอร์ต เป็นการศึกษาโดยคัดเลือกหลักทรัพย์บางตัว ไม่ครอบคลุมทั่วทั้งตลาด เช่น งานของ K. Autchariyapanitkul, S. Chanaim, & S. Sriboonchitta (2014) ดังนั้น ในอนาคตหากสามารถศึกษาพฤติกรรมของหมวดธุรกิจในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยได้อย่างครบถ้วน โดยขยายขอบเขตการศึกษาให้กว้างขวาง ครอบคลุมดัชนีราคาทุกหมวดธุรกิจ แล้วเปรียบเทียบการวัด ความเสี่ยง ความสัมพันธ์ และการจัดพอร์ต ตามตัวแบบ EVT และ Copula จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อนักลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ของไทย

ปัจจุบัน ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ได้จัดทำดัชนีหมวดธุรกิจ (Sector Index) จำนวน 28 หมวด ซึ่งแต่ละหมวดมีระยะเวลาของดัชนีที่แตกต่างกัน เพราะบางดัชนีเพิ่งจัดทำขึ้นตามระดับการพัฒนาของตลาดหลักทรัพย์ ฉะนั้น การศึกษาโดยประยุกต์แนวคิดของ EVT และ Copula กับหมวดธุรกิจเป็นงานที่ท้าทายในงานวิจัยอยู่หลายประการ ทั้งในด้าน ความสัมฤทธิ์ผลของการ

ประยุกต์ใช้แบบจำลองกับจำนวนหมวดธุรกิจ และ เทคนิคในการวิเคราะห์ทั้งเรื่องความเสี่ยงและการจัดพอร์ต

ในด้านการวิเคราะห์ความเสี่ยง นั้น การวิเคราะห์ระดับค่าวิกฤต (Threshold) ที่เป็นเหตุการณ์วิกฤต (Extreme Event) ของแต่ละหมวดธุรกิจ เป็นงานที่ซับซ้อนทั้งในเรื่องจำนวนหมวดธุรกิจที่ศึกษา และเทคนิค EVT ที่นำไปใช้ ซึ่งปัจจุบันวิธีการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ยังอยู่ในวงจำกัด ทำให้นักลงทุนทั่วไปไม่สามารถดำเนินการได้เอง ดังนั้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะศึกษาพฤติกรรมของผลตอบแทนของแต่ละหมวดธุรกิจที่ครอบคลุมช่วงวิกฤต รวมถึงผลลัพธ์ที่มีต่อความเสี่ยง ผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อนักลงทุนให้ทราบถึงค่าวิกฤตของแต่ละหมวดหมวดธุรกิจ โดยนักลงทุนสามารถเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของดัชนีในแต่ละวันเข้าใกล้หรืออยู่ในช่วงวิกฤตมากน้อยเพียงใด และนำไปใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกหลักทรัพย์ในแต่ละหมวดธุรกิจได้เป็นอย่างดี

ในด้านการจัดพอร์ต การจำลองพอร์ตการลงทุน โดยใช้ความสัมพันธ์ส่วนหาง โดยจำลองการลงทุนแบบพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting) ของหมวดธุรกิจ เป็นเทคนิคที่มีความซับซ้อนเพราะมีหมวดธุรกิจจำนวนมาก ซึ่งในการศึกษาจะต้องคัดเลือกหมวดธุรกิจมากที่สุดเพื่อให้มีช่วงข้อมูลครอบคลุมช่วงวิกฤต ซึ่งในการอธิบายผลจะทำให้สามารถเชื่อมโยงเข้ากับความเสี่ยงของแต่ละหมวดธุรกิจได้ โดยในการศึกษาจะช่วยเสริมแนวทางในการสร้างกลยุทธ์การลงทุน (Investment Strategy) ในแบบต่างๆสำหรับนักลงทุนระยะยาวในอนาคต ดังนั้น หากสามารถดำเนินการศึกษาได้จนลุล่วง งานวิจัยที่เกิดขึ้นย่อมมีประโยชน์ต่อผู้นำไปใช้อย่างมีค่ายิ่ง

จากประเด็นปัญหาในเรื่องการขาดแบบจำลองทางการเงินที่ใช้ได้ทุกสถานการณ์ โดยเฉพาะในช่วงวิกฤต และ ความก้าวหน้าในการนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ในภาคการเงิน หากสามารถนำแนวคิดเหล่านี้มาประยุกต์ในการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้วัด ความเสี่ยง ความสัมพันธ์ และ การจัดพอร์ต ได้อย่างเหมาะสมแล้ว จะช่วยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholders) สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการลงทุน ต่อไป

ดังนั้น เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับตลาดและนักลงทุน งานศึกษาวิจัยพฤติกรรมของผลตอบแทนหลักทรัพย์และความสัมพันธ์ของราคาในช่วงที่ผลตอบแทนมีความเบี่ยงเบนสูง (Extreme Events) จึงมีความจำเป็นยิ่ง ประกอบกับ ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาพฤติกรรมของหลักหลักทรัพย์รายหมวดธุรกิจ (Sector) ประเทศไทยจึงควรเร่งส่งเสริมและศึกษาพฤติกรรมราคาหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยในช่วงที่ผลตอบแทนทีความเบี่ยงเบนสูง (Extreme Events) ทั้งในระดับตลาด และหมวดธุรกิจ เพื่อนักลงทุนจะได้ คัดเลือกหลักทรัพย์เข้าสู่พอร์ตการลงทุน และ การจัดการความเสี่ยง (Risk Management)

วิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ส่วนหางของดัชนีหมวดธุรกิจในช่วงที่มีค่าผลตอบแทนเบี่ยงเบนสูงในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (A Study of Extreme Events and Tail Dependence of Industry Group in Stock Exchange of Thailand) จึงมุ่งวัดความสัมพันธ์ (Dependence Structure) ของผลตอบแทนของหมวดธุรกิจ (Sector Index) และ ดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์ ในช่วงที่มีการเบี่ยงเบนของผลตอบแทนสูง และ วัดความเสี่ยง และ จัดพอร์ตการลงทุน โดยการศึกษาได้ขยายขอบเขตให้ครอบคลุมทุกหมวดธุรกิจ เพื่อให้เป็นประโยชน์แก่นักลงทุนในวงกว้าง และส่งเสริมให้มีการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ได้อย่างมั่นใจในทุกช่วงสถานการณ์

ผลการศึกษาจะเป็นข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholders) ทั้ง หน่วยงานควบคุม (Regulator) นักลงทุน เพื่อให้มีฐานข้อมูล และเป็นแนวทาง ในการ ประเมินความเสี่ยง จัดพอร์ตการลงทุน ในช่วงวิกฤตเพื่อให้การลงทุนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยมีเสถียรภาพในอนาคต ต่อไป

1.2 คำถามของการวิจัย

1. หมวดธุรกิจในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย มีความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) หรือไม่ ?

2. ความเสี่ยงที่วัดด้วยวิธี มูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk: VaR) และ มูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (Conditional Value at Risk: cVaR) จากแบบจำลอง GARCH-EVT มีความแตกต่างจากค่าความเสี่ยงกรณีไม่ปรับค่าจากแบบจำลอง หรือไม่ ?

3. น้ำหนักการลงทุนของหมวดธุรกิจ และผลตอบแทนของพอร์ตการลงทุนแบบความสัมพันธ์ส่วนหางต่ำสุด (Minimum Tail Dependence: MTD) แตกต่างจาก พอร์ตความแปรปรวนต่ำสุด (Minimum Variance Optimization: MVO) พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimum Value at Risk: Min VaR) และ พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (Minimum Conditional Value at Risk: Min cVaR) หรือไม่ ?

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาความเสี่ยง (Risk) ของแบบจำลอง GARCH-EVT กับการวัดความเสี่ยงโดยไม่ใช้แบบจำลอง ของผลตอบแทนดัชนีราคาหมวดธุรกิจและผลตอบแทนดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

2. ศึกษาความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ของผลตอบแทนของหมวดธุรกิจ และตลาดหลักทรัพย์ในช่วงที่ผลตอบแทนมีการเบี่ยงเบนสูง (Extreme Events)

3. ศึกษาน้ำหนักการลงทุนของหมวดธุรกิจและผลตอบแทนของพอร์ตการลงทุนแบบความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) กับ พอร์ตความแปรปรวนต่ำสุด (Minimum Variance Optimization: MVO) พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimum Value at Risk: Min VaR) และพอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (Minimum Conditional Value at Risk: Min cVaR)

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ประเด็นหลัก คือ การศึกษารูปแบบการกระจายของผลตอบแทนตามทฤษฎี EVT โดยวิเคราะห์และตรวจสอบ พารามิเตอร์ และ การทดสอบนำพฤติกรรมรูปแบบการกระจายตามทฤษฎีที่นำเสนอ ไปใช้ในการวัด ความเสี่ยง ความสัมพันธ์ และ การจัดพอร์ตการลงทุน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าที่วัดได้ โดยเริ่มจาก (ภาพที่ 1) นำดัชนีราคาหมวดธุรกิจ (Sector Index) มาคำนวณผลตอบแทน (กล่อง 1) แล้วปรับรูปแบบการกระจายตามทฤษฎี EVT (กล่องที่ 2) แล้วคำนวณ ความเสี่ยง ความสัมพันธ์ และ การจัดพอร์ต จากนั้นนำผลที่ได้รับเปรียบเทียบกับการวัดแบบปกติ (3)

2. ขอบเขตด้านข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์ ดัชนีราคาหมวดธุรกิจ จำนวน 28 หมวดธุรกิจ ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย รายละเอียดดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 การจำแนกหมวดธุรกิจ ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

หมวดธุรกิจ	กลุ่มอุตสาหกรรม
1. ธุรกิจการเกษตร (AGRI)	เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร
2. อาหารและเครื่องดื่ม (FOOD)	(Agro & Food Industry: AGRO)
3. แฟชั่น (FASHION)	สินค้าอุปโภคบริโภค
4. ของใช้ในครัวเรือนและสำนักงาน (HOME)	(Consumer Products: CONSUMP)
5. ของใช้ส่วนตัวและเวชภัณฑ์ (PERSON)	
6. ธนาคาร (BANK)	ธุรกิจการเงิน
7. เงินทุนและหลักทรัพย์ (FIN)	(Financials: FINCIAL)
8. ประกันภัยและประกันชีวิต (INSUR)	สินค้าอุตสาหกรรม
9. ยานยนต์ (AUTO)	(Industrials: INDUS)
10. วัสดุอุตสาหกรรมและเครื่องจักร (IMM)	
11. กระดาษและวัสดุการพิมพ์ (PAPER)	
12. ปิโตรเคมีและเคมีภัณฑ์ (PETRO)	
13. บรรจุภัณฑ์ (PKG)	
14. เหล็ก (STEEL)	
15. วัสดุก่อสร้าง (CONMAT)	อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง
16. บริการรับเหมาก่อสร้าง (CONS)	(Property & Construction: PROPCON)
17. กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์และกองทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์ (PF&REITs)	
18. พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ (PROP)	
19. พลังงานและสาธารณูปโภค (ENERG)	

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

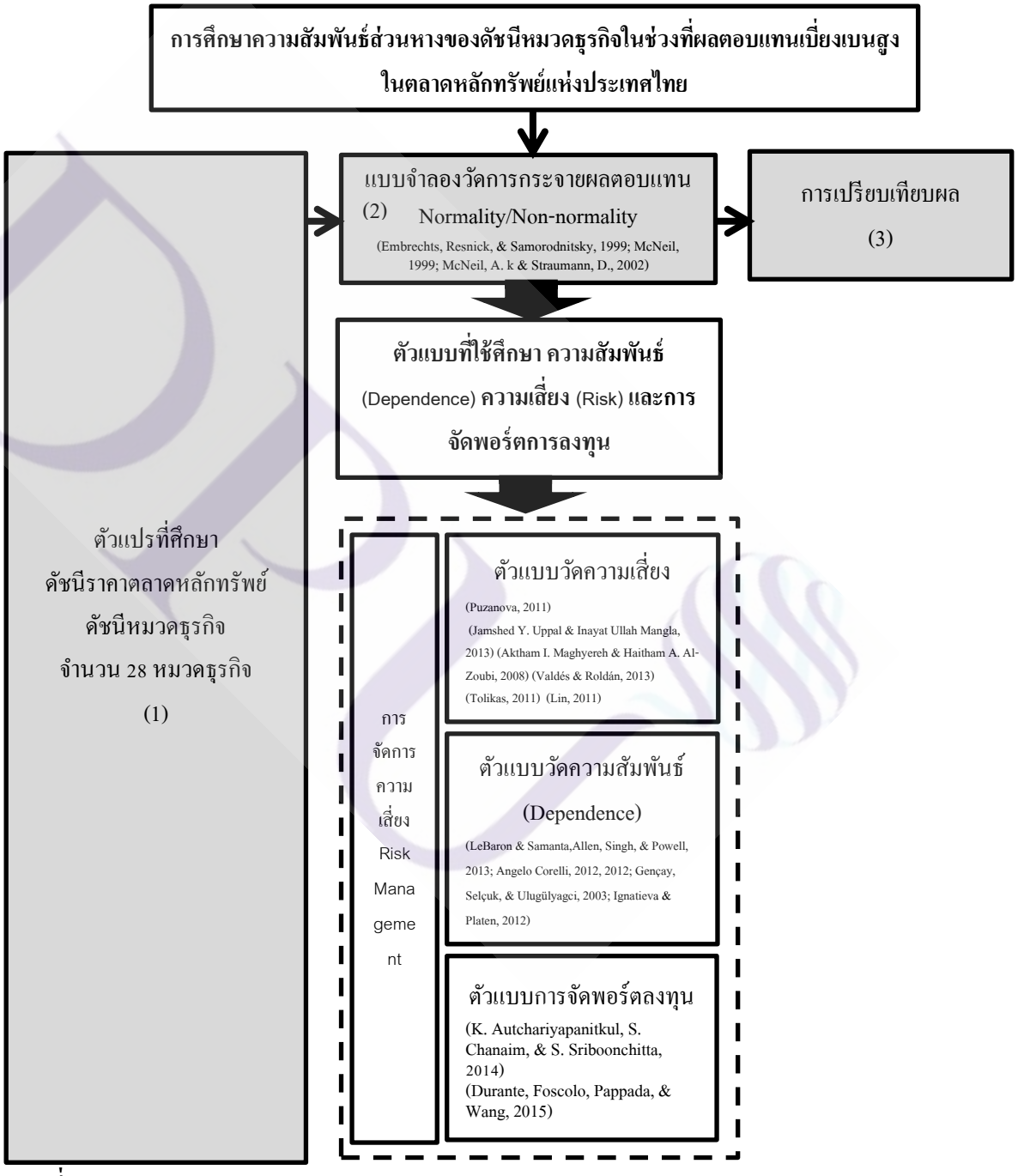
หมวดธุรกิจ	กลุ่มอุตสาหกรรม
20. เหมืองแร่ (MINE)	ทรัพยากร (Resources: RESOURC)
21. พาณิชย์ (COMM)	บริการ (Services: SERVICE)
22. การแพทย์ (HELTH)	
23. สื่อและสิ่งพิมพ์ (MEDIA)	
24. บริการเฉพาะกิจ (PROF)	
25. การท่องเที่ยวและสันทนาการ (TOURISM)	
26. ขนส่งและโลจิสติกส์ (TRANS)	
27. ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (ETRON)	เทคโนโลยี (Technology: TECH)
28. เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT)	

3. ขอบเขตด้านระยะเวลา

การศึกษาใช้ข้อมูลดัชนีราคารายวันของดัชนีหมวดธุรกิจและดัชนีตลาดนับตั้งแต่จัดทำ ถึง ธันวาคม 2560 ซึ่งครอบคลุมระยะเวลาในช่วงวิกฤต ทั้ง วิกฤต LTCM 2541 วิกฤตเอเชีย ในปี 2540 วิกฤตยุโรปและวิกฤตซับไพร์ม ปี 2550-2551 ปัญหาการออกจากสภาพยุโรปของอังกฤษ (Brexit) ปี 2559 เพื่อให้ได้ข้อมูลของพฤติกรรมดัชนีราคาของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และดัชนีหมวดธุรกิจ ที่ได้รับผลกระทบจากวิกฤตดังกล่าว

1.5 กรอบการศึกษา

การศึกษาเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ส่วนหางของดัชนีหมวดธุรกิจในช่วงที่ผลตอบแทนเบี่ยงเบนสูงในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยจะได้ศึกษา ความเสี่ยง ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) และการจัดพอร์ตการลงทุน (Portfolio) ของหมวดธุรกิจ ดัง ภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ขอบเขตการวิจัย

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

เหตุการณ์วิกฤต (Extreme Events) หมายถึง เหตุการณ์ที่มีการเบี่ยงเบนของผลตอบแทนมากหรือน้อยผิดปกติ เกินกว่าค่าวิกฤต (Threshold)

ค่าวิกฤต (Threhold) หมายถึง ระดับร้อยละของความเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนสูงสุดที่ยอมรับได้ถือเป็นช่วงปกติ ถ้าผลตอบแทนเคลื่อนไหวมากกว่าค่าวิกฤต (Threshold) ถือว่าเป็น ช่วงวิกฤต โดยทั่วไป ค่าวิกฤต จะกำหนดไว้ที่ 90% หรือ ระดับ 95% หรือ ระดับ 99% ของการกระจาย แต่ ในการศึกษา ค่าวิกฤตที่เหมาะสมจะถูกคำนวณจากแบบจำลองที่ให้ผลความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความสัมพันธ์ (Dependence) หมายถึง ระดับความเคลื่อนไหวของผลตอบแทนของหลักทรัพย์ ตั้งแต่ 2 หลักทรัพย์ขึ้นไป โดยความสัมพันธ์มีลักษณะเป็นความเคลื่อนไหวร่วมกัน (Association) ไม่มีตัวแปรใดเป็นเหตุและผลของความสัมพันธ์ระหว่างกัน

ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) หมายถึง ความสัมพันธ์ของผลตอบแทนที่มีการเคลื่อนไหวเบี่ยงเบนจากค่าวิกฤต (Threshold)

พอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting) หมายถึง พอร์ตความเสี่ยงที่ใช้ความเสี่ยง (Risk) เป็นเป้าหมายในการลงทุน

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถวัดความเสี่ยงของหมวดธุรกิจในช่วงที่ผลตอบแทนในช่วงที่มีความเบี่ยงเบนสูงได้อย่างแม่นยำ เพื่อนักลงทุนและผู้จัดการกองทุนสามารถจัดการความเสี่ยงของหลักทรัพย์ในหมวดธุรกิจได้อย่างถูกต้อง

2. สามารถจัดกลุ่มหมวดธุรกิจตามระดับความความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) เพื่อนักลงทุนสามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกหลักทรัพย์ในหมวดธุรกิจเข้าสู่พอร์ตลงทุน

3. นักลงทุนสามารถนำกลยุทธ์การจัดพอร์ต แบบต่าง ๆ ได้แก่ พอร์ตความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence Porfolio) พอร์ตการลงทุนแบบความสัมพันธ์ส่วนหางต่ำสุด (Minimum Tail Dependence: MTD) พอร์ตความแปรปรวนต่ำสุด (Mininum Variance Opitmization: MVO) พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Mininum Value at Risk: Min VaR) และ พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (Minimum Conditional Value at Risk: Min cVaR) ไปประยุกต์ใช้เพื่อลดความสูญเสียจากการลงทุนกรณีมีเหตุการณ์วิกฤต

1.8 โครงสร้างวิทยานิพนธ์

ประกอบด้วย 5 บท ได้แก่

บทที่ 1 บทนำ อธิบายถึงความเป็นมา วัตถุประสงค์ กรอบการศึกษา รวมถึงผลที่ได้รับ

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อธิบายถึงแนวคิดของงานวิจัย ทฤษฎี รวมถึงงานวิจัยเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย อธิบายถึงระเบียบวิธีการศึกษา และ แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

บทที่ 4 ผลการศึกษา อธิบายถึงผลการศึกษาของการศึกษา

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ อธิบายถึงข้อสรุปจากผลการศึกษา และ ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคต

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุดเริ่มของแนวคิดการวิจัย มาจากพัฒนาการของแบบจำลองทางการเงินที่เกิดขึ้นภายหลังช่วงวิกฤตเศรษฐกิจที่ส่งผลต่อการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ทั่วโลก เพราะเมื่อเกิดวิกฤตนักลงทุน รวมถึงกองทุน บริษัทหลักทรัพย์ต่าง ๆ ต้องการข้อมูลที่น่าเชื่อถือ (Reliability) เพื่อใช้ในการวางแผน แต่แบบจำลองที่ใช้อยู่เดิมไม่สามารถอธิบายพฤติกรรมของราคาหลักทรัพย์ได้อย่างชัดเจน เช่น เมื่อดัชนีลดลงมากผิดปกติ ราคาหลักทรัพย์ต่างลดลงพร้อม ๆ กัน แม้ว่าในช่วงปกติราคาหลักทรัพย์เหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันไม่มากนัก

แนวคิดของการศึกษาจึงพัฒนามาจากความต้องการในการพัฒนาแบบจำลองทางการเงินเพื่ออธิบายพฤติกรรมตลาดให้ได้ในช่วงวิกฤต นับตั้งแต่เหตุการณ์วิกฤตในช่วงราวปี 2541 เป็นต้นมา แบบจำลองทางการเงินที่พัฒนาขึ้นมาเพื่ออธิบายพฤติกรรมตลาดในช่วงวิกฤต ได้ถูกนำมาทดสอบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และสามารถอธิบายพฤติกรรมตลาดได้ดีขึ้น

ในบทนี้ จะเรียงลำดับจากประเด็นของสถานการณ์วิกฤตที่ส่งผลต่อตลาดหลักทรัพย์ทั่วโลก และทฤษฎี แบบจำลอง รวมถึงผลการศึกษาเชิงประจักษ์ ที่การศึกษาครั้งนี้นำมาใช้ต่อยอดในการศึกษา ต่อไป

2.1 แนวคิด

สถานการณ์วิกฤตเศรษฐกิจโลกที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง นับตั้งแต่ วิกฤตเอเชีย ในปี 2540 วิกฤตรัสเซีย วิกฤตกองทุนเฮจฟันด์ LTCM ได้ส่งผลต่อตลาดหลักทรัพย์ทั่วโลกมาอย่างต่อเนื่องโดยตลอดระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา แนวคิดในการนำเทคนิคของทฤษฎีค่าเอ็กซ์ทรีม (Extreme Value Theory: EVT) และ โคปูลาร์ (Copula) ได้ถูกนำมาใช้มากขึ้น ในหัวข้อนี้จึงขออธิบายถึงสถานการณ์การเงินที่ผ่านมา และ พัฒนาการของการประยุกต์ใช้แนวคิดของ EVT และ Copula ในทางการเงิน

2.1.1 สถานการณ์ทางการเงิน

ปรากฏการณ์วิกฤตเศรษฐกิจทั่วโลกเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง นับตั้งแต่วิกฤตวิกฤตพันธ์บัตร สหรัฐอเมริกา ปี 2537 เอเชีย ปี 2540 เกิดวิกฤตต่าง ๆ อีกมากมาย ตั้งแต่ปัญหาวิกฤตรัสเซียและการล่มสลายของเฮจ ฟันด์ (Long-Term Capital Management: LTCM) ปี 2541 ปัญหาฟองสบู่

ในหุ้นเทคโนโลยี ปี 2543 และเหตุการณ์ 9/11 ปี 2544 ต่อเมื่อมาจนถึงวิกฤตซับไพร์ม (Sub-Prime Crisis) และปัญหาหนี้สินของประเทศกรีซ ในช่วงปี 2550-2552 เหตุการณ์เหล่านี้ได้ส่งผลต่อการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ทั่วโลก เพราะเมื่อเกิดเหตุการณ์ราคาหลักทรัพย์ได้ลดลงไปพร้อม ๆ กัน จนนำไปสู่ปัญหาการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ทั่วโลก

นับตั้งแต่ก่อตั้ง ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ตั้งแต่ 30 เมษายน 2518 ตลาดฯได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์วิกฤตเศรษฐกิจทั่วโลกอย่างต่อเนื่อง สามารถลำดับเหตุการณ์สำคัญ ได้ดังนี้

วันที่ 2 กรกฎาคม 2540 รัฐบาลประกาศลดค่าเงินบาทใน ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ได้ลดลงจากระดับมากกว่า 800 จุดมาสู่ระดับต่ำ 400 จุดเมื่อสิ้นปี

วันที่ 9 กันยายน 2544 เกิดเหตุการณ์ 911ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ส่งผลต่อความเปลี่ยนแปลงในตลาด เพราะราคาตลาดลดลงจาก 330 จุดในวันเกิดเหตุการณ์และต่ำสุด 266 จุดในช่วงต่อมา

18 ธันวาคม 2549 ธนาคารแห่งประเทศใช้มาตรการป้องกันเงินบาทแข็ง ภายหลังการประกาศเพียงวันเดียวดัชนีลดลง 100 จุด จนต้องใช้มาตรการ เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

ปี 2550-2552 วิกฤต “ซับไพร์ม” สหรัฐอเมริกาเกิดปัญหาเศรษฐกิจ สินเชื่อที่ปล่อยภาคอสังหาริมทรัพย์กลายเป็นหนี้เสีย และค่อย ๆ ลุกลามจนส่งผลต่อเศรษฐกิจทั่วโลก จนกระทั่งวันที่ 15 กันยายน 2551 Lehman Brothers ประกาศล้มละลาย ตามด้วยเหตุการณ์วิกฤตหนี้ประเทศกรีซ (Greece Crisis)

ในระหว่างช่วงปี 2550-2552 ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยได้ประกาศมาตรการ Circuit break อีกครั้ง เมื่อ 27 ตุลาคม 2551 เพราะดัชนีลดลดมากกว่า 10% ซึ่งในเดือนนี้ประกาศใช้มาตรการ circuit break ถึง 2 ครั้ง

วันที่ 15 ธ.ค. 2557 ตลาดหุ้นไทยผันผวนอีกครั้งจากข่าวเศรษฐกิจรอบด้าน ทั้งจากผลกระทบราคาน้ำมันโลกที่ส่งผลต่อการขายแบบตื่นตูม (Panic Sell) ตลาดผันผวนลงมากกว่า 130 จุด และปิดในวันลดลง 36.46 จุด

ปี 2558 การก่อการร้ายราชประสงค์ เมื่อวันที่ 17 ส.ค. 2558 ทำให้วันที่ 18 ส.ค.2557 ตลาดหุ้นไทยลดลง -38 จุด อยู่ที่ระดับ 1,370.54 จุด

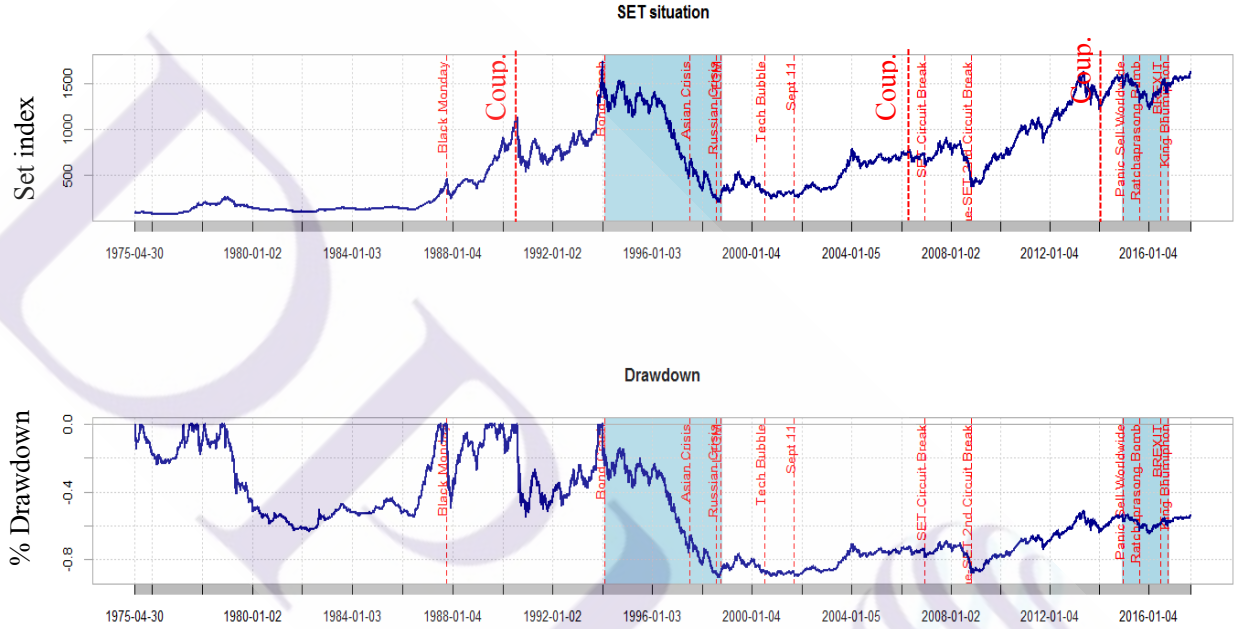
ปี 2559 Brexit วันที่ 24 มิ.ย.2559 ก่อนผลประชามติอย่างเป็นทางการ ดัชนีหุ้นไทยร่วงหนักไปเกือบ -42 จุด หรือเกือบ 3% ปิดตลาด -23.21 จุด

เหตุการณ์ราคาหลักทรัพย์เคลื่อนไหวไปในทิศทางเดียวกันอย่างมากจนผิดปกติ (Extreme Event) ยังเกิดขึ้นต่อเนื่องในปี 2557-2560 และมีแนวโน้มเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

จากภาพที่ 2.1 แสดงถึงผลกระทบวิกฤตที่ส่งผลต่อดัชนี ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยเมื่อเกิดวิกฤตดัชนีได้ลดลงมาก ซึ่งช่วงที่ดัชนีลดลงจากจุดสูงสุดจนถึงจุดต่ำสุดอยู่ระหว่าง

เหตุการณ์วิกฤตพันธบัตร (Bond crisis) ปี 2537 ถึง วิกฤต LTCM ปี 2541 โดยหากพิจารณาสัดส่วนการลดลงเทียบจากจุดสูงสุด (% Drawdown) (คำนวณจาก ค่าขณะนั้น (Trough Value) หักด้วย ค่าสูงสุด (Peak Value) หาร ค่าสูงสุด (Peak Value)) ของตลาด คิดเป็นสัดส่วนสูงถึง 8%

เป็นที่น่าสังเกตว่า วิกฤตทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นเริ่มมีความถี่มากขึ้น โดย แบบจำลองทางการเงินควรสามารถอธิบายพฤติกรรมของตลาดในช่วงวิกฤตได้ เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับนักลงทุนในการวางแผนและปรับตัวให้สามารถรับมือกับความผันผวนของเศรษฐกิจที่ส่งผลต่อตลาดให้ได้



ภาพที่ 2.1 ภาพรวมเหตุการณ์วิกฤตที่ส่งผลต่อดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

2.1.2 พัฒนาการของงานวิจัยตามแนวคิด

แนวคิดในการปรับปรุงแบบจำลองทางการเงินด้วยเทคนิค EVT และ Copula เริ่มมีมากขึ้นนับตั้งแต่ทศวรรษที่ 90 เป็นต้นมา โดยในด้านการนำ EVT มาประยุกต์ใช้ในทางการเงิน McNeil (1995, 1998 , 1999, 2000, 2001) ได้เสนอแนวคิดมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีเหตุการณ์วิกฤต ทั้งในการวัดความเสี่ยง และ ความสัมพันธ์ จนกระทั่ง Longin & Solnik (2001) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของตลาดโดยเปรียบเทียบความสัมพันธ์โดยใช้เทคนิค EVT และ Copula กับการวัดความสัมพันธ์แบบเดิม ซึ่งพบว่าค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ไม่ได้รับผลกระทบจากความผันผวน (Volatility) แต่เมื่อวัดตาม EVT และ Copula แล้วพบว่าการวัดความสัมพันธ์ให้ผลที่ดีกว่าการวัดแบบสหสัมพันธ์

การศึกษาเชิงประจักษ์เริ่มมีมากขึ้นนับตั้งแต่ ปี 2543 เช่น Bensalah (2000) นำ EVT ไปใช้ในการวัดความเสี่ยงกับตลาดอัตราแลกเปลี่ยนของสหรัฐอเมริกาและแคนาดา รวมถึงใช้วัดความเสี่ยงเพื่อคัดเลือกหลักทรัพย์เข้าสู่พอร์ตการลงทุน โดยพบว่าการใช้ EVT ช่วยให้ผลตอบแทนจากการลงทุนในพอร์ตดีกว่าการจัดพอร์ตตามทฤษฎีการลงทุนของ Markowitz ต่อมา Bali (2003) ได้ทดสอบใช้ EVT แบบต่าง ๆ กับข้อมูลผลตอบแทนกระทรวงการคลังสหรัฐอเมริกา (U.S. Treasury Yields) พบว่าเมื่อตลาดมีเหตุการณ์วิกฤต การกระจายของผลตอบแทนไม่แบบปกติ จึงเสนอให้ใช้ EVT ในการจัดการและวัดความเสี่ยง (Risk Management and Value at Risk Calculation) ซึ่งข้อสรุปได้สอดคล้องกับแนวคิดในการใช้ EVT เพื่อวิเคราะห์เหตุการณ์วิกฤต (Extreme Events) ซึ่งเป็น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นยาก (Extreme Event) และมีความไม่แน่นอน (McNeil, 1998)

การใช้ EVT ได้รับการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นโดยใช้ร่วมกับแบบจำลอง GARCH โดย Jamshed Y. Uppal & Inayat Ullah Mangla (2013) ทำการศึกษาการวัดความเสี่ยงด้วยเทคนิค EVT ของตลาดหลักทรัพย์ จำนวน 10 ประเทศ ในช่วงที่เกิดวิกฤตการเงิน (Global Financial Crisis: GFC) โดยก่อนประมาณค่าพารามิเตอร์ตาม EVT ข้อมูลผลตอบแทนได้ถูกปรับปรุงด้วยตัวแบบ GARCH ซึ่งผลการศึกษาทำให้สามารถใช้วิเคราะห์ข้อมูลทั้งก่อนช่วงวิกฤต (Pre-GFC) และ ช่วงวิกฤต (GFC)

สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์โดยแบบจำลอง Copula เริ่มมีแนวคิดมาเมื่อนักลงทุนได้รับความสูญเสียตลาดช่วงวิกฤตในทศวรรษที่ 90 โดย Embrechts, Lindskog, & McNeil (2001) ได้นำเสนอหลักการของ Copula โดยเสนอให้นำไปใช้ในการศึกษา โดยมีตัวอย่างให้นำไปประยุกต์ใช้กับเรื่อง ความเสี่ยงของภาคประกันภัย และ ความเสี่ยงตลาดของพอร์ต (Market Risk) แนวทางนี้ได้กลายเป็นพื้นฐานในการนำ Copula เข้าไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของผลตอบแทนในตลาด ต่อมาจึงเริ่มมีการศึกษาเชิงประจักษ์ (Empirical Studies) ของการนำความสัมพันธ์ส่วนหางไปใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตลาดต่างๆทั่วโลก

Lin (2011) ใช้เทคนิคของ Copula ร่วมกับ EVT และ GARCH ศึกษาพฤติกรรมดัชนีหลักทรัพย์กับอัตราแลกเปลี่ยนของตลาดเอเชียตะวันออก ได้แก่ ฮ่องกง มาเลเซีย เกาหลีใต้ อินโดนีเซีย สิงคโปร์ และไต้หวัน โดยเปรียบเทียบความสัมพันธ์ทั้งในช่วงปกติและช่วงเอ็กซ์ทรีม พบว่า ตลาดหลักทรัพย์ในประเทศ อินโดนีเซีย และ เกาหลีใต้ มีความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ของข้อมูลช่วงปกติ และช่วงมีเหตุการณ์วิกฤต ที่มีลักษณะไม่สมมาตร (Asymmetric) ขณะที่ความสัมพันธ์ส่วนหางของไต้หวันมีลักษณะสมมาตร (Symmetric) ส่วนฮ่องกงและสิงคโปร์ไม่สามารถสรุปได้ ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างตลาดจึงเปลี่ยนแปลงตามระดับการพัฒนาของตลาด งานวิจัยที่แสดงถึงความไม่สมมาตรของความสัมพันธ์ส่วนหางสอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้น ที่สามารถว่า ความสัมพันธ์ในส่วนหางทางลง (Lower Tail Dependence) มากกว่าส่วนหางทาง

ขึ้น (Upper Tail Dependence) (LeBaron & Samanta, 2005; Allen, Singh & Powell, 2013; Angelo Corelli, 2012; Gençay, Selçuk & Ulugülyagci, 2003; Ignatieva & Platen, 2012; Bekiros & Uddin, 2017; Valdés & Roldán, 2013)

การศึกษาในเรื่อง ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ยังอาจจำแนกเป็น 3 กลุ่ม คือ การประยุกต์ใช้ทดสอบกับตลาดหลักทรัพย์ทั่วโลก ประยุกต์ใช้ในการศึกษาระดับอุตสาหกรรม และ ประยุกต์ใช้ในการจัดพอร์ต โดยรายละเอียดจะได้กล่าวในหัวข้อ ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ต่อไป

การศึกษาเชิงประจักษ์ (Empirical Studies) ที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้แสดงให้เห็นว่า EVT และ Copula ถูกนำไปประยุกต์ใช้ใน 3 กลุ่มหลัก คือ ความเสี่ยง (Risk) ความสัมพันธ์ (Dependence) และ การจัดพอร์ตลงทุน โดยเมื่อประยุกต์ใช้แบบจำลอง GARCH EVT และ Copula โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามทฤษฎีแล้ว มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการใช้แบบจำลองจะสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองมีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ในการวัด ความเสี่ยง ความสัมพันธ์ โดยงานวิจัยเชิงประจักษ์หลักของวิทยานิพนธ์ แสดงไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2. 1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ (Dependence) ความเสี่ยง (Risk) ทฤษฎีค่าเอ็กซ์ทรีม (EVT) และ โคปูลาร์ (Copula)

ผู้ศึกษา	คำสำคัญ	ประเด็น	ข้อเสนอเพื่อศึกษาในอนาคต
Sklar (1959)	Dependence Copula	นำเสนอแนวคิดทางทฤษฎี ในการวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสุ่ม (Random variable) ที่มีการกระจายแตกต่างกัน โดยใช้เทคนิค Copula สร้างกระกระจายขึ้นมาใหม่ จากรูปแบบการกระจายของตัวแปรสุ่มแต่ละตัว โดยสามารถสร้างฟังก์ชั่น Copula กับตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ผลการศึกษา: พบว่าฟังก์ชั่นการกระจายของ Copula สามารถใช้เป็นตัวแทนของฟังก์ชั่นการกระจายของตัวแปรสุ่มแต่ละตัวได้ โดยคงคุณสมบัติของความสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่มนั้นๆไว้เหมือนเดิม	นำมาประยุกต์ใช้กับสาขาการศึกษาต่างๆ
Aas (2004)	Dependence Copula	บทความวิชาการสำรวจ Copula 4 แบบ คือ Gaussian copula, Student's copula, Clayton copula และ Gumbel copula พร้อมอธิบายเครื่องมือวัดความสัมพันธ์ (Dependence measure) และอัลกอริธึ่มของการคัดเลือก และทดสอบ Copula ให้เหมาะสมกับข้อมูล ผู้ศึกษาได้ใช้ขั้นตอนในการคัดเลือกและทดสอบ Copula เพื่อทดสอบกับข้อมูลผลตอบแทนในตลาดของประเทศนอร์เวย์ ผลการศึกษา: พบว่าค่า Marginal Distribution ของตัวแปรสุ่มจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของ Copula	การนำไปใช้ในแบบจำลองทางการเงิน โดยเลือกชนิดของ Copula ให้เหมาะสมกับข้อมูล
Embrechts, Lindskog, & McNeil (2001)	Dependence Copula EVT Risk management	เอกสารวิชาการอธิบาย Copula ประเภทต่างๆ คือ Marshall-Olkin Copulas, elliptical Copulas และ Archimedean Copulas และ EVT พร้อมประยุกต์การใช้กับการจัดการความเสี่ยง (Integrated Risk Management: IRM) ทั้งการสร้างแบบจำลอง พฤติกรรมภายใต้เหตุการณ์เอ็กซ์ทรีม ผลการศึกษา: พบว่า Copula และ EVT สามารถนำไปใช้วิเคราะห์พฤติกรรมของผลตอบแทนได้ในสถานการณ์ที่มีเหตุการณ์ไม่ปกติ ทั้งการวัดความเสี่ยง และการจัดการความเสี่ยง	การประยุกต์ใช้ Copula แบบต่างๆกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empirical studies) ในตลาดทุนเพื่อจัดการความเสี่ยง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	คำสำคัญ	ประเด็น	ข้อเสนอเพื่อศึกษาในอนาคต
Valdés & Roldán (2013)	Dependence Copula	ศึกษาความสัมพันธ์ของประเทศละตินอเมริกา คือ บราซิล และ เม็กซิโกในช่วงปี 1975-1990 โดยใช้ Copula 3 แบบ คือ Normal, Clayton และ Gumbel แบ่งช่วงข้อมูลเป็นช่วงๆ แล้วคำนวณความสัมพันธ์ (Concordance Dependence) ผลการศึกษา: พบว่ามีความสัมพันธ์มากในช่วงที่มีวิกฤต ความสัมพันธ์ในช่วงวิกฤตเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เห็นว่าการจัดพอร์ตการลงทุนมีความยุ่งยากมากขึ้น	ประยุกต์ใช้เทคนิคของความสัมพันธ์ไปใช้ในการวิเคราะห์การจัดพอร์ต
Kousky & Cooke (2009)	Risk Tail Dependence Fat tail	งานวิจัยเชิงสำรวจการวัดความเสี่ยงที่เกิดจากหางอ้วน (Fat-tailed Risk) ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail dependence) และ ความสัมพันธ์ (Micro-correlation) โดยพัฒนาเทคนิคในการวัด เช่น การวัดหางอ้วน โดยใช้ Hill estimator โดยใช้ข้อมูลของภาคประกันภัย ผลการศึกษา: พบว่าเครื่องมือวัดความเสี่ยง และ ความสัมพันธ์ สามารถนำไปใช้ได้ดีเพื่อป้องกันความเสี่ยงหายจากเหตุการณ์หายนะต่างๆ ได้ในธุรกิจประกันภัย	สามารถใช้ขั้นตอนในการวัด เช่น การวัดความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ไปประยุกต์ใช้ในภาคการเงินได้
Bollerslev & Todorov (2011)	Risk Tail Risk Downward Risk	ศึกษาความเสี่ยงจากข้อมูลความถี่สูง (High Frequency Trade: HFT) และ option โดยใช้ EVT สร้างดัชนีความกลัวของนักลงทุน (Investors' Fears Index) ที่เป็นตัวแปรของความกลัวจากภาวะเศรษฐกิจกับเหตุการณ์ที่ไม่เกิดบ่อย ซึ่งเหตุการณ์นี้ทำให้มีความเสี่ยงทางลงมากขึ้น ผลการศึกษา: พบว่า นักลงทุนจะตอบสนองมากผิดปกติในช่วงขาลงเกิดจากพฤติกรรมความกลัวของนักลงทุนที่เรียกว่า Crash-O-Phobia ทำให้พฤติกรรมความเสี่ยงส่วนหางมีสูง	ศึกษาการจัดการและวัดความเสี่ยงของพอร์ตพอร์ตการลงทุนในช่วงความกลัวที่มีเหตุการณ์ที่นานๆเกิด แต่มีผลต่อราคาหลักทรัพย์ลดลงพร้อมๆกัน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	คำสำคัญ	ประเด็น	ข้อเสนอเพื่อศึกษาในอนาคต
Fotios C. Harmantzis, Linyan Miao & Yifan Chien (2006)	Risk VaR and ES EVT	เปรียบเทียบแบบจำลองการวัดความเสี่ยงในช่วงวิกฤต 4 แบบ โดยใช้ดัชนี S&P500, DAX,CAC,Nikkei,TSE และ FTSE และอัตราแลกเปลี่ยน USvsEuro, Yen, Pound และ ดอลลาร์แคนาดา โดยใช้เทคนิค EVT นอกจากการใช้เทคนิค EVT ประมาณค่า VaR และ ES โดยแบ่งข้อมูลเป็นช่วง (Rolling window) คือ 126 วัน 251 วัน 502 วัน โดยเปรียบเทียบทั้งพารามิเตอร์ที่ศึกษาทั้งหมด กับช่วงต่างๆ ใช้ข้อมูลระหว่างปี 1992-2004 ผลการศึกษา: พบว่า เทคนิค EVT ให้ผลในการวัดความเสี่ยงดีกว่าแบบ Guassian และค่าพารามิเตอร์ในแต่ละช่วงเวลาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ	ใช้ EVT ในการสร้างพอร์ตการลงทุน
Alex Yi-Hou Huang & Tsung-Wei Tseng (2009)	Risk VaR	งานศึกษาเสนอว่าดัชนีส่วนใหญ่มีปัญหาหางอ้วน (Fat tail) การวัด VaR จึงควรปรับปรุง โดยเสนอแนวการวัด VaR โดยวิธี Kernal estimaotor ซึ่งเป็นวิธีแบบ Non-parametric เพื่อแก้ปัญหาหางอ้วน (Fat tail) โดยใช้ดัชนี 26 ประเทศ ช่วงเวลาศึกษา: 26 ปี ผลการศึกษา: พบว่า วิธี KE ให้ผลการวัด VaR ที่ดีกว่าแบบดั้งเดิม	เสนอควรปรับปรุงการวัด VaR ให้ตรงกับความเป็นจริง
McNeil (1998, 1999)	EVT	อธิบายถึงการศึกษา Extreme Event โดยประเมินความเสี่ยง ตาม EVT โดยใช้เทคนิค การหาค่าเหนือระดับวิกฤต (Peak over Threshold:POT) แล้วประมาณค่าพารามิเตอร์การกระจายตาม GPD มีการอธิบายขั้นตอนและเทคนิคในการประมาณค่า พารามิเตอร์ อย่างชัดเจน ผลการศึกษา: พบว่า EVT สามารถนำไปใช้กับการศึกษา แบบพหุตัวแปร (Multivariate Extremes) การสร้างแบบจำลองความสูญเสีย (Models for Stress Losses)	นำไปใช้ในการศึกษากับข้อมูลเชิงประจักษ์ในภาคการเงินทั้งเรื่องความเสี่ยงและการจัดพอร์ต

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	คำสำคัญ	ประเด็น	ข้อเสนอเพื่อศึกษาในอนาคต
Tolikas (2011)	EVT	ศึกษา EVT ในตลาดหลักทรัพย์ของประเทศในแอฟริกา คือ แอฟริกาใต้ อิยิปต์ ไนจีเรีย โมรอคโค การศึกษายังเปรียบเทียบการกระจายของค่าเอ็กซ์ทรีม 2 แบบ คือ Generalized Extreme Value Distribution (GEV) กับ Generalized logistic distribution (GLD) โดยศึกษาในช่วงปี 1996-2007 ผลการศึกษา: พบว่า EVT สามารถอธิบายพฤติกรรมตลาดได้เหมาะสม และผลการกระจายตาม EVT แบบ GLD จะเหมาะนำไปใช้กับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ดีกว่า	คัดเลือกการะจายรูปแบบต่างๆ ตามเทคนิค EVTให้เหมาะสมกับการจัดพอร์ตการลงทุน
Ser Huang Poon & Han Lin (2001)	EVT	ศึกษาโดยนำดัชนีส่วนหาง (Tail index) เป็นตัววัดความเสี่ยง ในช่วงราคาตกต่ำ (Extreme Downside Risk: EDR) ผลการศึกษา: พบว่าการใช้ดัชนีส่วนหางมีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์วัดความเสี่ยงได้ดี	ประยุกต์ใช้ Tail Index กับแบบจำลอง ความเสี่ยงและผลตอบแทน (Risk-return)
Leeahtam, Sriboonchitta, Sriboonjit, Chaitip & Chaiboonsri (2011)	EVT	ศึกษาเชิงพฤติกรรมของผลตอบแทนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย กับอุณหภูมิ โดยใช้เทคนิค EVT ผลการศึกษา: พบว่าการกระจายของผลตอบแทนหลักทรัพย์มีลักษณะหางอ้วน (Fat tail)	นำ EVT เข้ามาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ผลตอบแทนหลักทรัพย์ในประเทศไทยได้
Angelo Corelli (2012)	EVT Tail behavior VaR	สำรวจการใช้ EVT ในการวิเคราะห์พฤติกรรมส่วนหางในตลาดหุ้นกู้ (Bond) ผลการศึกษา: พบว่า EVT ช่วยให้วิเคราะห์ได้ดีกว่าวิธีดั้งเดิม (Traditional approach)	ขยายขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมทุกชั้นหลักทรัพย์ (Asset class) และจำแนกตามกลุ่มอุตสาหกรรม

ตารางที่ 2. 1 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	คำสำคัญ	ประเด็น	ข้อเสนอเพื่อศึกษาในอนาคต
Bensalah (2000)	EVT VaR	อธิบายเทคนิคและขั้นตอนวิเคราะห์ตาม EVT ขั้นตอนการประมาณค่าดัชนีส่วนหาง (Tail index) และการประยุกต์ในการคำนวณมูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk: VaR) โดยเสนอว่าการวัดความเสี่ยงโดยใช้ VaR ที่ได้จาก EVT จะช่วยให้พอร์ตการลงทุนสามารถรองรับความเสี่ยงได้ดีกว่าแบบ Markowitz เพราะช่วยลดความเสี่ยงในช่วงวิกฤตได้ ถือเป็นการจัดพอร์ตแบบแบบอนุรักษ์นิยม (Conservative) นอกจากนี้การศึกษายังทดสอบการใช้เทคนิค EVT กับข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนแคนาดา/สหรัฐฯ โดยมีช่วงเวลาศึกษาระหว่าง 1995-2000 ผลการศึกษา: พบว่ามีความเสี่ยงกรณีใช้ EVT มีค่ามากกว่าการคำนวณความเสี่ยงโดยใช้การแจกแจง แบบปกติ	เสนอว่ายังมีข้อจำกัดในเรื่องของมาตรฐานของข้อสมมติพื้นฐานของการใช้ EVT กับตัวแปรมากกว่า 1 ตัวแปร รวมถึงการเสนอ ว่าการจัดพอร์ตโดยใช้ Extreme VaR จะช่วยให้พอร์ตกระจายความเสี่ยงได้ดี
Lin (2011)	EVT Tail Behavior Tail dependence Copula	ศึกษาพฤติกรรมพฤติกรรมส่วนหางของดัชนีหลักทรัพย์กับอัตราแลกเปลี่ยนของตลาดเอเชียตะวันออก ได้แก่ ฮ่องกง มาเลเซีย เกาหลีใต้ อินโดนีเซีย สิงคโปร์ และไต้หวัน และความสัมพันธ์ทั้งในช่วงปกติและช่วงเอ็กซ์ทรีม โดยใช้เทคนิค Copula EVT และ GARCH โดยศึกษาในช่วงปี 1997-2012 ผลการศึกษา: พบว่า EVT และ Copula มีความเหมาะสมในการใช้กับดัชนีราคาของตลาด และทำให้การวัด ความสัมพันธ์ส่วนหางมีความแม่นยำมากขึ้น โดย ความสัมพันธ์ส่วนหาง ของอินโดนีเซีย และ เกาหลีใต้ มีลักษณะ ไม่สมมาตร (Asymmetric) ขณะที่ไต้หวันมีลักษณะสมมาตร (Symmetric) ส่วนฮ่องกงและสิงคโปร์ไม่สามารถสรุปได้ ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างตลาดจึงเปลี่ยนแปลงตามระดับการพัฒนาของตลาด	การจัดพอร์ตลงทุนควรให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ส่วนหางกรณีเหตุการณ์วิกฤตเพราะตลาดมักเคลื่อนไหวลดลงไปในทิศทางเดียวกัน

ตารางที่ 2. 1 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	คำสำคัญ	ประเด็น	ข้อเสนอเพื่อศึกษาในอนาคต
LeBaron & Samanta (2005)	EVT Fat Tail	ใช้ EVT เปรียบเทียบตลาดที่พัฒนาแล้วกับตลาดยังไม่พัฒนา ใช้เทคนิค Monte Carlo กับ Bootstrap โดยใช้ข้อมูลช่วง 1993-2004 ผลการศึกษา: พบว่าพฤติกรรมส่วนหาง (Tail Behavior) มีความแตกต่างกันตามตลาด และพบพฤติกรรมส่วนหางที่แตกต่างกันระหว่างตลาดเกิดใหม่ (Emerging Markets) และตลาดพัฒนาแล้ว (Developed Market)	ใช้ในการลงทุนจัดพอร์ตในตลาดต่างประเทศ
Bali & College (2003)	EVT VaR	ศึกษาการใช้ดัชนีส่วนหาง (Tail Index) ในการวัดการกระจายของผลตอบแทนหลักทรัพย์ ผลการศึกษา: พบว่า การใช้ Tail ndex ในการคำนวณ VaR ให้ผลที่แม่นยำกว่า โดยค่า VaR 1 วัน จะมากกว่าค่าที่คำนวณได้ ประมาณ 24%-38% โดยในการใช้ tail index ต้องระมัดระวังในการคัดเลือกจำนวนตัวอย่างในการคำนวณค่าเอ็กซ์ทรีมให้มีค่ามากพอ	จัดพอร์ตการลงทุนโดยใช้ VaR ที่ได้จาก EVT
Aktham I. Maghyereh & Haitham A. Al-Zoubi (2008)	EVT Tail behavior	ทดสอบพฤติกรรมส่วนหาง ในประเทศ บาห์เรน โอมาน ซาอุดิอาระเบีย โดยใช้เทคนิค EVT และ GARCH โดยใช้วิธี POT ช่วงระหว่างปี 1998-2005 ผลการศึกษา: พบว่าตัวแบบ EVT สามารถใช้ประมาณค่าได้ดีกว่าแบบดั้งเดิม และยังพบว่าพฤติกรรมส่วนหางทั้งส่วนบนและส่วนล่างมีค่าไม่เท่ากัน	ควรประยุกต์เทคนิค EVT ในการใช้วัดความเสี่ยง

ตารางที่ 2. 1 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	คำสำคัญ	ประเด็น	ข้อเสนอเพื่อศึกษาในอนาคต
Jamshed Y. Uppal & Inayat Ullah Mangla (2013)	EVT Risk Management GARCH	ศึกษาพฤติกรรมของตลาดหลักทรัพย์ในช่วงที่เกิดวิกฤต (Global Financial Crisis: GFC) 10 ประเทศ ได้แก่ กลุ่ม G5 ประกอบด้วย ฝรั่งเศส เยอรมัน ญี่ปุ่น สหราชอาณาจักร และสหรัฐอเมริกา และ ประเทศเกิดใหม่ ได้แก่ บราซิล จีน อินเดีย แม็กซิโก และ แอฟริกาใต้ ใช้ EVT เพื่อประมาณค่าความเสี่ยงส่วนหาง โดยปรับผลตอบแทนจากดัชนีแต่ละตลาดจากความผันผวน (Volatility) ตามเทคนิค EVT และประมาณค่าดัชนีส่วนหาง (Tail index) แบ่งช่วงการศึกษาเป็น 2 ช่วง คือ ก่อนวิกฤต (2002-2007) และหลังวิกฤต โดยใช้ข้อมูลในช่วง ปี 2002-2011 ผลการศึกษา: พบว่า EVT ช่วยให้อธิบายข้อมูลได้ดีในเกือบทุกประเทศยกเว้น สหรัฐอเมริกา และสหราชอาณาจักร ซึ่งดัชนีส่วนหางใน 2 ประเทศที่แตกต่างกันอาจต่ำกว่าความเป็นจริง	การศึกษาดัชนีส่วนหางควรให้มีความชัดเจนว่าดัชนีมีค่าคงที่ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา โดยการใช้ควรคำนึงถึง ผู้ใช้แบบจำลอง และ วิธีประยุกต์
Allen, Singh & Powell (2013)	EVT VaR GARCH	ใช้ EVT GARCH วัด VaR ในตลาด FTSE100 S&P500 และ Volatility Index ศึกษากระจายส่วนหางของตลาดสหรัฐอเมริกาและสหราชอาณาจักร โดยใช้ EVT GARCH ผลการศึกษา: พบว่า EVT ใช้วัดความเสี่ยงทั้ง VaR, cVaR ได้ดี ทั้งการวัดแบบ EVT และการวัดแบบ EVT ร่วมกับ GARCH	มีความสัมพันธ์ในช่วงเอ็กซ์ทรีมสูง เสนอให้นำไปใช้การป้องกันความเสี่ยง (Hedge strategy)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	คำสำคัญ	ประเด็น	ข้อเสนอเพื่อศึกษาในอนาคต
Jullavut Kittiakarasakun (2013)	EVT VaR GARCH	ทดสอบหางอ้วนในตลาดล่วงหน้าโภคภัณฑ์ (Commodity) และ ตลาดหลักทรัพย์ โดย EVT และ GARCH พบว่าตลาดล่วงหน้าโภคภัณฑ์บางส่วนมีหางอ้วน (Fat Tail) ได้แก่ ถั่วเหลือง โกโก้ ปศุสัตว์ หมูรมควัน (Lean hog) ฝ้าย บางส่วนมีหางอ้วนน้อยกว่ากรณีแรก คือ ข้าวสาลี ข้าวโพด น้ำมันดิบ น้ำมันให้ความร้อน ทอง แพตตินั่ม เงิน น้ำส้ม ทองแดง และ พาลาเดียมและพบว่าการกระจายส่วนหางของตลาดโภคภัณฑ์ล่วงหน้า มีน้อยกว่าตลาดหลักทรัพย์ (S&P500) เมื่อทดสอบการวัดความเสี่ยงระหว่างวิธีของ EVT Maximum Likelihood และ RiskMetrics ผลการศึกษา: พบว่า การวัดความเสี่ยงแบบ RiskMetrics ให้ผลความเสี่ยงของราคาในตลาดโภคภัณฑ์ล่วงหน้า (Future Commodity) ได้ดีกว่า แบบจำลองที่ใช้ EVT ที่ใช้วัดผลตอบแทนตลาด S&P500 ดังนั้น EVT จึงเหมาะกับพฤติกรรมของผลตอบแทนในบางตลาด	การนำ EVT ไปใช้ในตลาดหลักทรัพย์ต้องตรวจสอบความแม่นยำค่าพารามิเตอร์ให้ชัดเจน เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
McNeil & Frey (2000)	EVT GARCH	ศึกษาเทคนิค EVT-GARCH เพื่อคำนวน VaR และ ES ผลการศึกษา: พบว่า ให้ผลการวัดที่ดีกว่าการใช้ข้อมูลไม่คำนึงถึงปัญหาหางอ้วน (Fat-Tail) โดยเทคนิคในการทดสอบแบบจำลองแบบ Monte Carlo	นำ EVT-GARCH ไปประยุกต์ใช้ในการวัดความเสี่ยง (Risk Measure)
Monica Singhania & Jugal Anchalia (2013)	EVT GARCH	ศึกษาผลของวิกฤต ซับไพร์ม (Sub-Prime) และวิกฤตหนี้ยูโรโซน (Eurozone Debt Crisis) ต่อตลาดหลักทรัพย์เอเชีย โดยวัดความสัมพันธ์ของความแปรปรวน (Variance) ผลการศึกษา: พบว่าความแปรปรวนในตลาดเอเชียแกว่งตัวเป็นชุด (Volatility clustering) ต่อเนื่อง (Persistence) แต่ไม่สมมาตร (Asymmetry) และได้รับจากผลการพึ่งพา (Leverage Effect) วิกฤตมีผลต่อ ญี่ปุ่น อินเดียทำให้ความผันผวน (Volatility) สูง แต่ไม่มีผลต่อ ฮ่องกง ญี่ปุ่น	ศึกษาการติดตามตลาดในช่วงวิกฤต อย่างเหมาะสมในแต่ละประเทศ โดยนำมาประยุกต์ใช้กับ EVT และวิเคราะห์ร่วมกับความผันผวน (Volatility)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	คำสำคัญ	ประเด็น	ข้อเสนอเพื่อศึกษาในอนาคต
K. Autchariyapanitkul, S. Chanaim & S. Sriboonchitta (2014)	EVT Copula VaR Portfolio Optimization	ศึกษาความสัมพันธ์ส่วนหางโดยใช้ t-copula และ EVT วัดความเสี่ยงทั้ง VaR และ ES โดยคัดเลือกหลักทรัพย์ 4 ตัว คือ AOT, BBL, SCB และ SCC แล้วใช้ความเสี่ยงที่คำนวณได้มาเป็นสมการเป้าหมาย ที่กำหนดให้มีความเสี่ยงต่ำสุด และหาสัดส่วนการลงทุนของแต่ละหลักทรัพย์โดยวิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ผลการศึกษา: พบว่าสามารถใช้ความเสี่ยงที่คำนวณได้จาก Copula และ EVT มาใช้เป็นสมการเป้าหมายในการจัดพอร์ตได้	สามารถขยายขนาดการศึกษาให้ครอบกลุ่มทุกกลุ่มอุตสาหกรรม
Sukcharoen & Leatham (2016)	Copula Dependence	ศึกษาความสัมพันธ์ 10 ภาคการผลิต 24 กลุ่มอุตสาหกรรม 67 อุตสาหกรรมและ 156 กลุ่มย่อยในสหรัฐอเมริกา ช่วงระหว่างปี 1995-2012 โดยใช้เทคนิคการวัดความสัมพันธ์ (Dependence) แบบเดิม (Conventional approach) คือ สหสัมพันธ์ (Correlation) Spearman rho และ Kendall Tau เทียบกับการวัดความสัมพันธ์โดยเทคนิค Copula โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ช่วง คือ 1995-2000, 2001-2006 และ 2007-2012 ซึ่งรวมช่วง IT bubble ในปี 1999 และ วิกฤตการเงิน ในปี 2007-2008 ผลการศึกษา: พบว่าความสัมพันธ์ของอุตสาหกรรมมีค่าค่อนข้างสูง แต่เมื่อใช้เทคนิค Copula ความสัมพันธ์แตกต่างกันออกไปในแต่ละช่วงที่แบ่งการศึกษา ขนาดความสัมพันธ์กลับลดลงใน 2 ช่วงแรก (1995-2000 และ 2001-2006) และ เพิ่มขึ้นในช่วงหลัง (2007-2012) ซึ่งความสัมพันธ์ที่มากในช่วงวิกฤตมีแนวโน้มสูงขึ้น ส่งผลให้ให้โอกาสในการกระจายความเสี่ยงลดลง	ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุตสาหกรรม ควรกำหนดช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษาให้มีความเหมาะสมกับตัวแบบ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	คำสำคัญ	ประเด็น	ข้อเสนอเพื่อศึกษาในอนาคต
Longin & Solnik (2001)	Copula Dependence EVT	ศึกษาความสัมพันธ์ของตลาดต่างประเทศโดยประมาณความสัมพันธ์ตามค่าสถิติเดิมแล้วเทียบกับ Copula และ EVT เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตลาด แล้วเปรียบเทียบผล โดยศึกษาในช่วง 38 ปี ผลการศึกษา: พบว่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ไม่ได้รับผลกระทบจากความผันผวน (Volatility) แต่สหสัมพันธ์ได้รับผลกระทบจากทิศทางแนวโน้มของตลาด และ การวัดความสัมพันธ์โดยใช้ EVT ให้ผลที่ดีกว่าการวัดความสัมพันธ์แบบเดิม	ขยายขอบเขตการศึกษาของ EVT กับการวัดความเสี่ยงและการจัดพอร์ต จะช่วยให้มีงานวิจัยเชิงประจักษ์สนับสนุนการใช้ EVT มากขึ้น
Ignatieva & Platen (2009, 2012)	Copula VaR, ES Risk Management	ศึกษาความเสี่ยงของตลาดหลักทรัพย์หลักทั่วโลก ได้แก่ S&P500 ของ สหรัฐอเมริกา STOXX50 ของ ยุโรป FTSE ของ สหราชอาณาจักร และ TOPIX ของ ญี่ปุ่น โดยใช้ Copula ประเภทต่างๆ และปรับแก้ความผันผวน (Volatility) ด้วย GARCH เพื่อ คำนวณมูลค่าที่ความเสี่ยง (VaR) และ ES โดยใช้ข้อมูลในช่วงปี 1987-2006 ผลการศึกษา: พบว่า Student-t copula ให้ผลวัดความเสี่ยงดีกว่า Copula แบบอื่น	ประยุกต์ใช้กับการจัดพอร์ตที่มีเป้าหมายในการลดความเสี่ยง
อัญญา ขันธวิทย์ (2550)	Copula VaR	ศึกษาเปรียบเทียบความเสี่ยงของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ ในพอร์ตการลงทุน โดยใช้เทคนิค Copula ผลการศึกษา: พบว่า ความเสี่ยง Copula Expected Shortfall กลับแม่นยำน้อยกว่า Normality VaR	ควรนำไปทดสอบขยายขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมหลายกลุ่มอุตสาหกรรม

2.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้จะขอนำเสนอเป็น 2 ส่วน คือ ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยในส่วนของทฤษฎีจะให้ความสำคัญในทฤษฎีค่าเอ็กซ์ทรีม (Extreme Value Theory: EVT) และ โคปูลาร์ (Copula) ซึ่งทั้ง 2 ทฤษฎีเป็นพื้นฐานของการปรับปรุงทฤษฎีทางการเงินอันเป็นแนวทางหลักของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการนำทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในทางการเงินจะได้นำเสนอในประเด็นของ ความเสี่ยง (Risk) ความสัมพันธ์ (Dependence) และการจัดพอร์ต ต่อไป

2.2.1 ทฤษฎี

ส่วนนี้เป็นการอธิบายทฤษฎีหลักที่ใช้เป็นพื้นฐานของการศึกษาฉบับนี้ ประกอบด้วย ทฤษฎีค่าเอ็กซ์ทรีม (Extreme Value Theory: EVT) และ โคปูลาร์ (Copula)

1) ทฤษฎีค่าเอ็กซ์ทรีม (Extreme Value Theory: EVT)

EVT เป็นสาขาหนึ่งทางสถิติในการจัดการตัวแปรที่มีการเบี่ยงเบนสูง (Extreme) จากมัธยฐาน (Median) (Lin, 2011) การเบี่ยงเบนสูงลักษณะนี้ถือว่าเป็น เหตุการณ์เอ็กซ์ทรีม (Extreme Events) ที่ไม่เกิดขึ้นบ่อย เกิดได้ยาก แต่มีความสำคัญ Tsay (2005) ได้เสนอว่าเหตุการณ์วิกฤตที่ส่งผลต่อตลาดหลักทรัพย์ต้องถูกนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ดังนั้น EVT ที่ให้ความสำคัญในการศึกษาพฤติกรรมตัวแปรสุ่ม (Random Variable)ในช่วงที่มีค่าเบี่ยงเบนสูงจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในทางการเงิน

วิธีการสร้างแบบจำลอง EVT แบ่งเป็น 2 แนวทางหลัก (McNeil, Frey, & Embrechts, 2015) คือ วิธีกำหนดช่วงเพื่อหาค่าสูงสุด (Block Maxima) และ วิธีกำหนดค่าเหนือค่าวิกฤต (Threshold Exceedances)

(1) ค่าสูงสุดแบบช่วง (Block Maxima: BM): วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีค่าเบี่ยงเบนสูงจำนวนมาก โดยแบ่งช่วงเวลาที่ศึกษาเป็นช่วงแล้วกำหนดค่าวิกฤต (Threshold) โดยคัดตัวแปรที่มากกว่าเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของ EVT อย่างไรก็ตาม BM ไม่เป็นที่นิยมใช้เพราะผลการศึกษาพบว่า หากแบ่งช่วงไม่เหมาสมจะส่งผลต่อจำนวนตัวแปรที่มากกว่าค่าวิกฤต

รูปแบบการการะจายตาม EVT โดยวิธี BM มีรูปแบบการกระจายของค่าเอ็กซ์ทรีมแบบทั่วไป (Generalized Extreme Value Distribution Function: GEV) สามารถแสดงได้ดังนี้

$$F_{\xi}(x)=\begin{cases}\exp[-(1+\xi x)]^{-\frac{1}{\xi}}, \text{ if } \xi \neq 0\\ \exp\left[-e^{(-x)}\right], \text{ if } \xi = 0\end{cases} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

F (.) ฟังก์ชั่น

ξ ดัชนีส่วนหาง (tail index)

x ตัวแปรสุ่ม (Random Variable)

$F_{\xi}(x)$ ขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ ξ (Shape parameter) โดยมีรูปแบบการกระจาย 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 Type I: $\xi<0$ Gumbel Family ฟังก์ชั่นการกระจายสะสม (CDF)

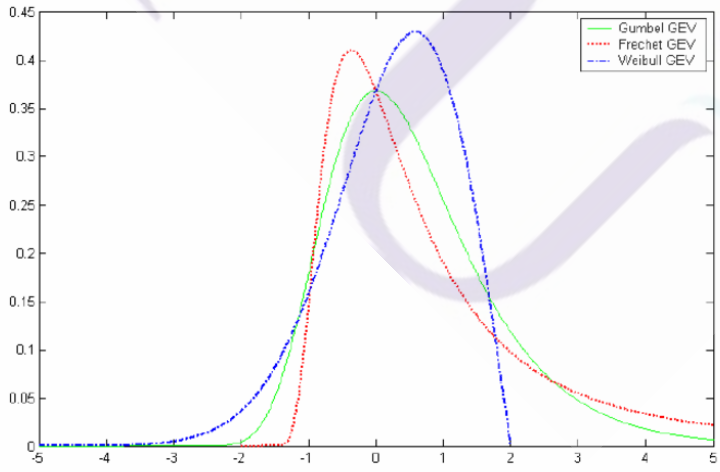
$$F(x)= \exp\left[-e^{-x}\right], \qquad \text{..... (2.2)}$$

แบบที่ 2 Type II: $\xi > 0$ Frechet Family ฟังก์ชั่นการกระจายสะสม (CDF)

$$F_*(x)= \begin{cases} e\text{-}(1+\xi x)^{-1/\xi}, & \text{if } x > -1/\xi \\ 0 \end{cases} \qquad \text{..... (2.3)}$$

แบบที่ 3 Type III: $\xi < 0$ Weibull Family ฟังก์ชั่นการกระจายสะสม (CDF)

$$F_*(x)= \begin{cases} \exp\text{-}(1+\xi x)^{-1/\xi}, & \text{if } x < -1/\xi \\ 1 \end{cases} \qquad \text{..... (2.4)}$$



ภาพที่ 2.2 รูปแบบกระจายของ GEV แบบ Gumbel Frechet และ Weibull

จากภาพที่ 2.2 จะเห็นว่า Frechet GEV มีลักษณะหางอ้วนทางขวา (Right Fat Tail) มากที่สุด ขณะที่ Weibul GEV มีลักษณะหางอ้วนทางด้านซ้าย (Left Fat Tail) มากที่สุด ส่วน Gumbe GEV จะมีลักษณะหางอ้วน (Fat Tail) จะมีการกระจายไม่หนักไปด้านใดด้านหนึ่ง และมีลักษณะคล้ายการกระจายแบบปกติมากที่สุด

(2) ค่าที่เหนือจุดอ้างอิง (Peak Over Threshold: POT): ดำเนินการโดยกำหนดค่าวิกฤต (Threshold) แล้วคัดตัวอย่างที่มีค่ามากว่าค่าวิกฤต (Threshold) เพื่อใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยมีสมมติฐานว่าค่าที่มากกว่าค่าวิกฤตจะมีการกระจายตาม EVT แบบพาเรโต้ ทั่วไป (Generalized Pareto Distribution: GPD) (McNeil, 1999) ตามสมการ

$$F_{\beta,\xi}(x)=\begin{cases}1-(1+\xi x/\beta)^{-\frac{1}{\xi}}, & \text{if } \xi \neq 0\\ 1-\exp^{(-x/\beta)}, & \text{if } \xi = 0\end{cases} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.5)$$

F(.) ฟังก์ชั่น GPD

ξ ดัชนีส่วนหาง (Tail index/ Shape Parameter)

β ดัชนีขนาด (Scale Parameter)

x ตัวแปรสุ่ม (Random Variable)

จากสมการ ฟังก์ชั่นการกระจายตาม GPD มีค่าผันแปรตามดัชนีส่วนหาง (Tail index: Xi) ที่ปรับด้วยค่าดัชนีขนาด (Scale Parameter) โดยค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณการจะต้องมีค่าแตกต่างจาก 0 (ศูนย์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การประมาณการโดยวิธี POT เป็นที่นิยมมากกว่าเพราะตัวแปรที่มากกว่าค่าวิกฤต (Threshold) มีจำนวนมากกว่าวิธี BM ซึ่งทำให้ผลการประมาณการค่าพารามิเตอร์มีความถูกต้องและแม่นยำทางสถิติกว่า

วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ส่วนหาง (Tail Index) สามารถดำเนินการได้หลายแบบ เช่น Maximum likelihood: ML Hill estimator ซึ่งผลการประมาณค่าแต่ละวิธีให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน (F. Longin, 2005; F. M. Longin, 1996) โดยวิธีที่นิยมมากคือ การประมาณการโดยวิธีของฮิลล์ (Hill Estimator) (Embrechts et al., 2001; F. M. Longin, 1996; McNeil, 1999; McNeil et al., 1998) โดยมีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้ (Bensalah, 2000; LeBaron & Samanta, 2005)

(1) การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Exploratory Data Analysis) เป็นการศึกษาแบบแผนการกระจายของตัวแปร โดยการใช้กราฟ Q-Q ตรวจสอบรูปแบบการกระจายแบบปกติ และตรวจสอบตัวแปรนอกเขต (Outliners) ซึ่งหากกราฟมีความผิดปกติในส่วนหาง กราฟช่วงปลายจะโค้งออกในช่วงปลายหรือมีความแตกต่างระหว่างค่าตัวแปรที่ตรวจสอบกับค่าตามทฤษฎี

อีกวิธีหนึ่งที่ใช้ คือ (Mean Excess Function) โดยเป็นฟังก์ชั่นการกระจายของค่ามากกว่าค่าอ้างอิง (Threshold) โดยถ้าตัวแปรมีลักษณะหางอ้วน (Fat Tail) ค่าของฟังก์ชั่นจะมีความชันเป็นบวก และมีค่าไม่สิ้นสุด

ในขั้นตอนนี้ หากต้องการปรับค่าความผันผวน (Volatility) ทำเพิ่มอีก 2 ขั้นตอน (Angelo Corelli, 2012; McNeil, & Frey, 2000) คือ

ขั้นตอนที่ 1 ประมาณค่าพารามิเตอร์ขอตัวแปร ด้วยเทคนิค GARCH

ขั้นตอนที่ 2 ใช้ค่าส่วนเหลือ (Residual) คำนวณดัชนีส่วนหาง (Tail Index)

(2) การคัดเลือกตัวอย่าง (Sampling the Maxima) สามารถทำได้ทั้งการแบ่งช่วงที่ศึกษาเป็นช่วงย่อย ๆ เท่า ๆ กัน (Block Maxima) แต่มีข้อจำกัด คือ ตัวอย่างที่ได้ (Extreme) จะมีไม่มาก และโอกาสที่ค่าที่สูงเกินจริงจะมีน้อย จากจำนวนช่วงที่แบ่งที่มากขึ้น การกำหนดช่วงย่อยที่ศึกษาจึงกำหนดได้ยากและเป็นปัญหาที่ทำให้การวิเคราะห์ซับซ้อนขึ้น

ขณะที่อีกวิธีคือการเลือกค่าที่สูงกว่าค่าวิกฤต (Threshold) ซึ่งผันแปรตามความแปรปรวน (Variance) และ ค่าบิดเบือน (Bias) หากกำหนดค่าไว้ต่ำ ค่าดัชนีจะแม่นยำมากขึ้น แต่อาจบิดเบือน เพราะมีค่าที่ไม่ควรเป็นค่าเอ็กซ์ทรีม ถูกเลือกเข้ามา แต่ถ้ากำหนดค่าวิกฤต (Threshold) ไว้สูงเกินไป ค่าที่จะก็จะดัชนีที่ได้ไม่แน่นอน แต่ลดความบิดเบือนไปได้

(3) การเลือกค่าอ้างอิง (Threshold) ทำได้จากดูกราฟค่าที่เกินกว่าค่าสูงค่าเฉลี่ย (Mean Excess) ซึ่งรูปแบบการกระจายเป็นแบบพาเรโต้ทั่วไป (Generalized Pareto Distribution: GPD) หรือดูได้จากกราฟ (Threshold Criteria Plot) โดยเลือกค่าวิกฤตที่มีค่าคงที่เมื่อเพิ่มตัวอย่าง

(4) การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameters and Quantiles Estimation) ทำได้โดยกำหนดสมมติฐาน การกระจายเป็นว่าเป็นแบบ Generalized Extreme Value (GEV) หรือสมมติว่ากระจายเป็นแบบ Generalized Pareto Distribution (GPD) หรืออยู่ในแบบ Maximum domain of attraction (MDA) แล้วประมาณการพารามิเตอร์และควอนไทด์ (Quantile) ได้ โดยการสร้างสมการค่าเหนือจุดอ้างอิงทำได้โดย กำหนดค่าขั้นต่ำ (Threshold) และประมาณค่า พารามิเตอร์ของการกระจาย ดัชนีพารามิเตอร์ Hill Estimator (Diebold, Schuermann, & Stroughair, 1998) แสดงได้ ดังนี้

$$\hat{\gamma} = \left[\left(\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} ln(x_i)\right) - ln(x_m)\right]^{-1} \quad \text{..... (2.6)}$$

m	จำนวนตัวอย่าง
x	ตัวแปรสุ่ม (Random Variable)
γ	ดัชนีส่วนหาง Hill Estimator

จาก สมการที่ 2.7 ค่าดัชนีส่วนหาง หรือ Hill estimator ทำได้โดยเรียงลำดับตัวอย่างจากน้อยไปหามาก แล้วนำไปหาส่วนต่างระหว่างค่าเฉลี่ย $\left(\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\ln(x_i)\right)$ กับค่าที่สูงสุด ($\ln(x_m)$) โดยในการเลือกดัชนีส่วนหางเพื่อใช้ในการคัดตัวแปรที่ใช้ศึกษาต้องทำอย่างระมัดระวัง (Diebold, Schuermann, & Stroughair, 1998) เพราะหากเลือกสูงเกินไปจะได้ตัวแปรสุ่มจำนวนน้อย ซึ่งส่งผลต่อนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้น จะเห็นได้ว่า EVT มุ่งเน้นศึกษาข้อมูลที่มีค่าเบี่ยงเบนสูง หรือค่าที่อยู่ในส่วนหางของการกระจายของผลตอบแทน ทำให้ EVT ได้รับความสนใจและถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของหลักทรัพย์อย่างกว้างขวาง เช่น การศึกษา เรื่อง Heavy-Tailed Distribution of Commodity Prices and the Effectiveness of VaR Models (Jullavut Kittiakarasakun, 2013) ใช้ EVT ศึกษาพฤติกรรมของหลักทรัพย์และตลาดล่วงหน้า (Commodity Future) พบว่าผลตอบแทนของตลาดโภคภัณฑ์ล่วงหน้า พบว่ามีลักษณะหางอ้วน (Fat tail) ที่น้อยกว่าผลตอบแทนของหลักทรัพย์ (Equity Return) รายละเอียดการประยุกต์ใช้ในทางการเงินจะได้นำเสนอต่อไป

2) โคปูล่าร์ (Copula)

Copula หมายถึง ฟังก์ชั่นที่สร้างขึ้นมาใหม่จากฟังก์ชั่นการกระจาย (Distribution Function) ของตัวแปรสุ่ม (Random Variable) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยเมื่อแปลงฟังก์ชั่นการกระจายของตัวแปรสุ่ม (Random Variable) ให้มีการกระจายแบบคงที่ (Uniform Distribution) แล้ว จะสามารถหาฟังก์ชั่นความสัมพันธ์ Copula ได้เสมอตาม Sklar (1969) คำว่า Copula มาจากภาษา ละติน ที่แปลว่า เชื่อมโยง (Link) ดังนั้น Copula จึงเป็นฟังก์ชั่นที่เชื่อมโยงของตัวแปรสุ่มใด ๆ(Random Variable) เข้าไว้ด้วยกัน

ฟังก์ชั่นการกระจาย โคปูลา ตามทฤษฎีของ Sklar เป็นฟังกัชั่นการกระจายพหุตัวแปร $F(x_1,\ldots,x_d)$ อยู่รูปของ โคปูล่าร์ฟังก์ชั่นของ ฟังก์ชั่นส่วนเพิ่ม (Marginal Function) $F_1,F_2,\ldots,F_d$ เขียนได้ ดังนี้ (Aas, 2004; Embrechts และคณะ, 2001)

$$F(x_1,\ldots,x_d) = C\,(F_1(x_1),F_1(x_2),\ldots,F_1(x_d)) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.7)$$

F (.) ฟังก์ชั่น

C (.) ฟังก์ชั่น โคปูลาร์

X ตัวแปรสุ่ม

จากสมการที่ 2.7 Sklar (1959) อธิบายว่า สามารถสร้างฟังก์ชันการกระจายร่วม F(.) จากฟังก์ชั่นส่วนเพิ่ม (Marginal Function) ตัวแปรสุ่มใดๆได้ เรียกว่าฟังก์ชั่น โคปูลาร์ C (.)

โดยในการสร้างฟังก์ชั่น โคปูลาร์ สามารถทำได้โดยแปลงฟังก์ชั่นการกระจายของตัวแปรสุ่มให้มีการกระจายแบบคงที่ (Uniform Distribution) ซึ่งสามารถเขียน ได้ดังสมการ 2.9 และ สมการ 2.10

$$C(u_1,\ldots,u_d) = P(U_1<u_1,\ldots,U_d<u_{d_1}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.8)$$

$$C(F_1(x),\ldots,F_d(x)) = P(U_1 \leq F_1(x_1),\ldots,U_d \leq F_d(x_d))$$

$$= P(F_1^{-1}(U_1) \leq x_1,\ldots,F_d^{-1}(U_d) \leq x_d) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.9)$$

x_d ตัวแปรสุ่ม

C (.) ฟังก์ชั่น (Copula Function)

U ฟังก์ชั่นการกระจายรูปแบบคงที่ (Uniform Distribution)

F_d (.) ฟังก์ชั่นการกระจาย (Distribution Function) ของตัวแปรสุ่ม d

F^{-1}(.) อินเวอร์สฟังก์ชั่น (Inverse Function)

P (.) โอกาสความน่าจะเป็น

จากสมการ 2.9 ฟังก์ชั่น โคปูลาร์ (Copula) สามารถหาได้จากอินเวอร์ส ฟังก์ชั่นของตัวแปรสุ่มแต่ละตัว ($U_1,\ldots,U_d$) ที่ได้มาจากกระจายรูปแบบคงที่ (Uniform distribution)

Copula ได้รับการพัฒนาจนมีลำดับชั้นหลากหลายรูปแบบ (Class) อาจจำแนกได้ ดังนี้ (Embrechts et al., 2001)

- Elliptical Copula หมายถึง โคปูลา ที่อยู่บนความสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่มหลากหลายตัวแปรที่มีการกระจายแบบปกติ (Normality) แบ่งเป็น Copula ที่มีความสัมพันธ์ส่วนหางเท่ากัน (Gaussian Copula) และ Copula ที่มีความสัมพันธ์ส่วนหางทั้งส่วนบนและส่วนล่างไม่เท่ากัน (t-Copula)
- Archimedean Copula หมายถึง Copula ที่อยู่บนความสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่มหลากหลายตัวแปรที่มีการกระจายแบบไม่ปกติ (Non-normality) แบ่งเป็น Copula ที่มีความสัมพันธ์ส่วนหางตอนล่างเป็น 0 (Gumbel) ความสัมพันธ์ส่วนหางตอนบนไม่เท่ากับ 0 (Clayton) และ Copula ที่มีความสัมพันธ์ส่วนหางตอนล่างไม่เท่ากับ 0 ความสัมพันธ์ส่วนหางตอนบนเท่ากับ 0 และ Frechet

-Nest Archemedean Copula หมายถึง Copula ที่มีอยู่ความสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่มหลากหลายตัวแปรที่มีการกระจายแบบไม่ปกติ (Non-Normality) แต่มีระดับความสัมพันธ์เป็นชั้นๆแตกย่อยลงไป

การหาความสัมพันธ์ (Dependence) โดยวิธี Copula มีขั้นตอนที่สำคัญ คือ

1) หาฟังก์ชั่นการกระจาย (Distribution function) ของตัวแปรที่ศึกษา

2) นำฟังก์ชั่นจากข้อ 1) มาแปลงเป็นการกระจายแบบส่วนเพิ่ม (Marginal Distribution)

3) การประมาณค่า พารามิเตอร์ (Parameterization) ของ Copula

4) การวัดค่าความสัมพันธ์ (Dependency Measure)

Copula ได้เข้ามามีบทบาทในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่ม (Random Variable) ใด ๆ เพราะสามารถใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่มได้ตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป (Multivariate)

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) ความเสี่ยง (Risk)

ผลตอบแทนในหลักทรัพย์มีความเสี่ยง (Risk) และความผันผวน (Volatility) อยู่ตลอดเวลา ซึ่งถือว่าเป็นความเสี่ยงของตลาด แต่ความเสี่ยงที่ราคาหลักทรัพย์จะเปลี่ยนแปลงมาก หรือ ความเสี่ยงส่วนหาง (Tail Risk) นั้นมีผลต่อการเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์เป็นอย่างมาก

ความเสี่ยงและความผันผวนเป็นส่วนสำคัญพฤติกรรมราคาหลักทรัพย์ในตลาด การวัดความเสี่ยงมีหลายวิธี เช่น การใช้แบบจำลองราคาสินทรัพย์ (Capital Asset Pricing Model: CAPM) ประมาณค่าความเสี่ยงตลาดจากการวัดค่าเบต้า (Beta) ได้จากสมการถดถอย (Linear regression) ต่อมา การวัดความเสี่ยงได้รับการปรับปรุงใหม่ โดย คณะกรรมการด้านการควบคุมธนาคาร (The Basel Committee on Banking Supervision) ได้เสนอแบบจำลองในการวัดความเสี่ยงตลาด (Market Risk) ตามข้อตกลงแก้ไขเมื่อปี ค.ศ. 1996 (Basel Accord Amendment of 1996) จนกลายเป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมในเรื่องการวัดความเสี่ยงมาจนปัจจุบัน

คณะกรรมการบาเซิลด้านการควบคุมและกำกับธนาคาร (Basel Committee on Banking Supervision : BCBS) ได้เสนอการวัดความเสี่ยง 2 แบบ (BIS, 1995) โดยแบบแรก เป็นการวัดความสูญเสียสูงสุด (Maximum Loss) ในสถานการณ์ต่าง ๆ (Scenario) ที่เกิดปัจจัยเสี่ยง (Risk Factors) ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ขณะที่การวัดความเสี่ยงแบบที่ 2 เป็นการชั่งน้ำหนักสถานการณ์ความเสี่ยง ด้วยโอกาสความเป็นไปได้ (Probability) แล้วหาระดับการสูญเสีย (Level of

Loss) ที่มีความเป็นไปได้ต่ำในช่วงเวลาคงที่หนึ่งๆ ซึ่งวิธีแบบที่ 2 นี้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การวัดมูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk: VaR) (Alexander, 2001)

มูลค่าที่ความเสี่ยงสามารถหาได้จากฟังก์ชั่นการกระจายของผลตอบแทน แล้วกำหนดระดับสูญเสียที่ยอมรับได้ (α) มูลค่าสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้นนับจากระดับที่ยอมรับได้ก็คือพื้นที่ส่วนหางของฟังก์ชั่นการกระจาย ซึ่งสามารถแสดงได้ ดังนี้ (Embrechts, Höing, & Juri, 2003; He, & Gong, 2009)

มูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk: VaR)

$$VaR_{\alpha}(X) = F^{-1}X(\alpha) \qquad \text{..... (2.10)}$$

$F^{-1}(.)$ อินเวิร์ส ฟังก์ชั่น

X ตัวแปรสุ่ม

α ระดับความเชื่อมั่น

ต่อมา การวัดมูลค่าที่ความเสี่ยงได้รับการปรับปรุงให้แม่นยำยิ่งขึ้น โดย Artzner et al. (1997) ได้เสนอคุณสมบัติของการวัดความเสี่ยงที่ต้องมีความสม่ำเสมอ (Coherent Risk) 4 ด้าน คือ ความเสี่ยงมีลักษณะโมโนโทนิค (Monotonic) ความเสี่ยงต้องเป็นในทางเดียวกัน (Homogeneous) มีเงื่อนไขของการปลอดความเสี่ยง (Risk-free condition) และ ความเสี่ยงมีลักษณะ Sub-additive โดย VaR ไม่มีคุณสมบัติของ Sub-additive โดย Artzner et al. (1999) ได้เสนอเครื่องมือวัดความเสี่ยงที่เรียกว่า ความเสี่ยงที่มูลค่าแบบมีเงื่อนไข (Conditional Value at Risk: CVaR) ซึ่งมีคุณสมบัติที่ทำให้การวัดความเสี่ยงมีความสม่ำเสมอ (Coherent Risk) โดยวัดค่าคาดหวังของ VaR ที่ระดับความเชื่อมั่น α สามารถแสดงได้ ดังนี้

มูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข ($\propto$- cVaR)

$$CVaR\ (X) = E(X|\ (X>VaR) \qquad \text{..... (2.11)}$$

การวัดความเสี่ยงตามสมการ 2.10 และ สมการ 2.11 เป็นการวัดกรณีการกระจายตัวของผลตอบแทนเป็นแบบปกติ (Normality) แต่กรณีการกระจายตัวไม่เป็นแบบปกติ (Non-normality) เช่น มีค่าการกระจายของเหตุการณ์วิกฤต (Extreme Events) กระจุกตัวในส่วนหาง (Fat Tail) การวัดมูลค่าที่ความเสี่ยงจึงควรต้องปรับปรุงตามรูปแบบการกระจายด้วย

Bali (2003) ทำการทดสอบทฤษฎี EVT โดยใช้รูปแบบการกระจายต่างๆเช่น GEV หรือ GPD โดยใช้ข้อมูลผลตอบแทนกระทรวงการคลังสหรัฐอเมริกา (U.S. Treasury Yields) พบว่าเมื่อตลาดมีเหตุการณ์วิกฤต การกระจายของผลตอบแทนไม่เป็นแบบปกติ และเมื่อใช้ EVT ในการ

จัดการและวัดความเสี่ยง (Risk Management and Value at Risk Calculation) ให้ข้อมูลความเสี่ยงที่ชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญกว่าวิธีมาตรฐานทั่วไป (More Significantly More Precise than the Standard Approach) โดยมีค่ามูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk:VaR) ที่ถูกต้อง เป็นค่าสถิติที่แข็งแกร่ง (Robust and Yield More Accurate Estimates) ซึ่งสอดคล้องกับ McNeil (1998) ที่เสนอว่า EVT มีความเหมาะสมยิ่งในการนำไปใช้วิเคราะห์เหตุการณ์ไม่ปกติ หรือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นยาก (Rare Event) และมีความไม่แน่นอน

แนวทางในการนำ EVT ไปใช้ในการวัดความเสี่ยง (Risk Measures) สามารถดำเนินการได้โดย นำผลตอบแทนของหลักทรัพย์มาประมาณค่าพารามิเตอร์ตาม EVT แล้วใช้ฟังก์ชั่น EVT ที่ได้มาคำนวณความเสี่ยง โดยหากค่าพารามิเตอร์มีนัยสำคัญทางสถิติแล้ว การวัดความเสี่ยง ทั้งแบบ มูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at risk: VaR) หรือ วิธีมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (Conditional Value at risk-cVaR หรือ Expected Shortfall: ES) จะมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้นด้วย (Aktham I. Maghyereh & Haitham A. Al-Zoubi, 2008; Alex Yi-Hou Huang & Tsung-Wei Tseng, 2009; Allen, Singh & Powell, 2013; Jamshed Y. Uppal & Inayat Ullah Mangla, 2013; Jullavut Kittiakarasakun, 2013)

นอกจากการวัดความเสี่ยงแบบตัวแปรเดี่ยว (Univariate) ด้วยวิธี EVT แล้ว ยังมีการวัดความเสี่ยงแบบพหุตัวแปร (Multivariate Analysis) โดยประยุกต์การวัดความเสี่ยง (Risk) ร่วมกับ EVT และ Copula อีกด้วย โดย ความเสี่ยงร่วม (Joint Risk) ซึ่งเป็นผลมาจากความเสี่ยงของหลักทรัพย์เอง และ ความสัมพันธ์ระหว่างหลักทรัพย์ (Dependence)

He & Gong (2009) ได้ทำการศึกษาความเสี่ยงของหลักทรัพย์โดยเชื่อมโยงความเสี่ยงตลาด (Market Risk) กับความเสี่ยงด้านเครดิต (Credit) โดยใช้ข้อมูลบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ประเทศจีน (Chinese Securities Market) ผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่า การใช้ Copula เพื่อวัดความเสี่ยงแบบ cVaR ใช้วัดความเสี่ยงระหว่างหลักทรัพย์ได้แม่นยำขึ้น

วิธีการวัดตามแนวทางของ He & Gong (2009, p. 1073) ได้ทดสอบผลตอบแทนตาม GEV สร้างฟังก์ชั่นการกระจายร่วม (Joint Distribution) ด้วย Copula โดยสามารถคำนวณมูลค่าที่ความเสี่ยงดังสมการต่อไปนี้

มูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk: VaR)

$$VaR_{\alpha}(X) = \min(X:F_{x}(X) \geq \alpha \quad \text{..... (2.12)}$$

มูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขส่วนบน (upper - $\propto$- cVaR)

$$CVaR_{\alpha}^{+}(X) = E(X|X > VaR_{\alpha}(X) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.13)$$

มูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข ($\propto$- cVaR)

$$CVaR_{\alpha}(X) = E(X^{\propto}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.14)$$

ฟังก์ชั่นการกระจายของตัวแปรสุ่ม สามารถแสดงได้ ดังนี้

$$F_X{\propto}(x) = \begin{cases} 0 & , X < VaR_{\propto}(X) \\ \frac{F_X(x)-\propto}{1-\propto} & , X \geq VaR_{\propto}(X) \end{cases} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.15)$$

โดย

$F_X(x) = P(X \leq x)$

α ระดับความเชื่อมั่น

X ตัวแปรสุ่ม

จากสมการ 2.12 – 2.15 เมื่อสร้างฟังก์ชั่นการกระจายร่วม $F_x(X)$ ตามสมการ 2.15 ได้แล้ว จะสามารถนำไปใช้วัดความเสี่ยงที่ความเสี่ยงที่ระดับความเชื่อมั่น α ตามสมการ 2.12

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้เทคนิค EVT และ Copula ยังได้รับการปรับปรุงให้การวัดความเสี่ยงมีความแม่นยำมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยก่อนการนำผลตอบแทนของหลักทรัพย์มาปรับปรุงตามตัวแบบ EVT หรือ Copula นักวิจัยมักปรับปรุงข้อมูลเพื่อลดความผันผวนต่อเวลา (Time Invariate) และความสัมพันธ์ของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นก่อนหน้า โดยใช้ตัวแบบ GARCH (Generalized Autoregressive and Conditonal Heteroscedasticity: GARCH) ดังนั้นในการวิเคราะห์พฤติกรรมตลาดในช่วงวิกฤตจึงควรให้ความสำคัญในการลดความผันผวนเป็นชุดๆ สามารถคัดกรองได้ด้วยตัวแบบ GARCH (Monica Singhania & Jugal Anchalia, 2013; Tsay, 2010)

Jamshed Y. Uppal & Inayat Ullah Mangla (2013) ทำการศึกษาการวัดความเสี่ยงด้วยเทคนิค EVT ของตลาดหลักทรัพย์ จำนวน 10 ประเทศ ในช่วงที่เกิดวิกฤตการเงิต (Global Financial Crisis: GFC) โดยการนำผลตอบแทนของแต่ละตลาดมาปรับปรุงด้วยตัวแบบ GARCH ก่อนใช้ข้อมูลจากตัวแบบ GARCH มาประมาณค่าพารามิเตอร์ตาม EVT ผลการศึกษาพบว่า การใช้ตัวแบบ GARCH-EVT ให้ผลในการอธิบายความเสี่ยงในตลาดได้ดี

2) ความสัมพันธ์ (Dependence)

(1) ความสัมพันธ์ (Dependence): การศึกษาความสัมพันธ์ของผลตอบแทนหลักทรัพย์มีมาอย่างยาวนานในงานวิจัยด้านการเงิน เพราะความสัมพันธ์ (Dependence) เป็นพื้นฐานของทฤษฎีทางการเงิน การศึกษาด้านความสัมพันธ์ (Dependency) มุ่งอธิบายพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของผลตอบแทนหลักทรัพย์ ความสัมพันธ์ (Dependency) ที่มักใช้ในการอธิบายโดยทั่วไปจะใช้การวัดความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear Correlation) ตามสมการที่ 2.16 ซึ่งเป็นพื้นฐานของการสร้างแบบจำลองทางการเงินจำนวนมาก

โดยทั่วไป เมื่อกล่าวถึงความสัมพันธ์ (Dependence) สถิติที่ได้รับการกล่าวถึง คือ สหสัมพันธ์ (Correlation) อย่างไรก็ตาม การวัดความสัมพันธ์โดยใช้สหสัมพันธ์ มีข้อจำกัดอย่างมาก เพราะการหาสหสัมพันธ์วางอยู่บนพื้นฐานของการกระจายของตัวแปรเป็นแบบปกติ (Normal Distribution) การศึกษาหลายชิ้นได้แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรผลตอบแทนหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์ มีการแจกแจงที่แตกต่างจากการแจกแจงแบบปกติ ทำให้การวัดความสัมพันธ์ของตัวแปรไม่ตรงต่อความเป็นจริงมากนัก ทั้งอาจต่ำกว่าความเป็นจริง (Under-Estimated) หรือ สูงกว่าความเป็นจริง (Over-Estimated)

การวัดความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการจัดพอร์ตการลงทุน โดยพื้นฐานการจัดพอร์ตของทฤษฎีการเงิน เช่นวิธีการใช้ความแปรปรวนต่ำสุด (Minimum Variance Optimization: MVO) เพราะ มีความสัมพันธ์เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ โดยความสัมพันธ์จะเชื่อมโยงกับ ความเสี่ยง (Risk)

ดังนั้น การจัดพอร์ตการลงทุนจึงอาจเปลี่ยนแปลงไปหากสามารถปรับปรุงการวัดความสัมพันธ์ให้มีความแม่นยำขึ้น

ตัวแบบ ความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear Correlation) สามารถแสดงได้ ดังสมการ

$$\rho(X,Y) = \frac{Cov(X,Y)}{\sqrt{Var(X)}.\sqrt{Var(Y)}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.16)$$

$\rho(X,Y)$ ความสัมพันธ์เชิงเส้น (Rho) ของตัวแปรสุ่ม X และ Y

$Cov\ (X,Y)$ ความแปรปรวนร่วม (Covariance) ของตัวแปรสุ่ม X และ Y

$Var(X)$, $Var(Y)$ ความแปรปรวน (Variance) ของตัวแปรสุ่ม X และ ตัวแปรสุ่ม Y

จากสมการที่ 2.16 ค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นแปรผันตรงตามความแปรปรวนร่วม และ แปรผกผันกับค่าความแปรปรวน ของตัวแปร X และ ตัวแปร Y ค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นจึงมีค่าคงที่ไม่ขึ้นอยู่กับกับรูปทรงของการกระจาย X และ Y

อย่างไรก็ตาม การใช้ ความสัมพันธ์เชิงเส้นมีจุดอ่อนตรงที่ หากตัวแปรสุ่ม (Random Variable) มีการกระจายไม่เป็นปกติ (Non-Normality) หรือ การกระจายในส่วนหางมีความแตกต่างกัน หรือไม่สมมาตร (Asymmetry) การวัดความสัมพันธ์ย่อมสูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริง และไม่คงที่ตลอดช่วงการกระจาย นอกจากนี้ แม้ว่าค่าสหสัมพันธ์มีค่าเป็น 0 ก็ตาม แต่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมิได้หมายความว่าตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กัน (McNeil, A. K. & Straumann, D., 2002) ความแม่นยำในการวัดด้วยวิธีสหสัมพันธ์เชิงเส้นจึงขึ้นอยู่กับรูปแบบการกระจายที่เป็นการกระจายแบบปกติ (Normality) แต่ หากการกระจายของผลตอบแทนมีการกระจุกตัวมากส่วนหางของการกระจาย หรือมีลักษณะที่เรียกว่า หางอ้วน (Fat Tail) การวัดความสัมพันธ์อาจแตกต่างกับความเป็นจริง ซึ่งมีผลต่อการวัดความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยง (Risk Management) เพราะหลักทรัพย์ในพอร์ตพอร์ตการลงทุนประกอบด้วยหลักทรัพย์ที่มีความเสี่ยงหรือมีการกระจายที่แตกต่างกัน

ดังนั้น เพื่อให้การวัดความสัมพันธ์ (Dependence) มีความแม่นยำมากขึ้น เทคนิค Copula ได้ถูกนำมาใช้ในทางการเงิน โดยเฉพาะการศึกษาความสัมพันธ์ของตลาดเมื่อราคาหลักทรัพย์เพิ่มขึ้นหรือลดลงพร้อมๆกัน หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ การปรับปรุงเทคนิคความสัมพันธ์จะมีประโยชน์ในการศึกษาความสัมพันธ์ในส่วนหาง (Tail Dependence) นั่นเอง

(2) ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence): มีประโยชน์มากในการศึกษาพฤติกรรมของผลตอบแทนที่มีการเบี่ยงเบนสูง (Extreme Events) (Kousky & Cooke, 2009)

การวัดพฤติกรรมส่วนหาง (Tail Behavior) สามารถวัดด้วยพารามิเตอร์ แลมด้า (Lambda: λ) โดยวัดได้ทั้งความสัมพันธ์ส่วนหางตอนบน, λ_u (Upper Tail Dependence: UTD) และ ความสัมพันธ์ส่วนหางตอนล่าง, λ_l (Lower Tail Dependence: LTD) โดยเทคนิค Copula สามารถแสดงได้ ดังสมการ ต่อไปนี้ (Aas, 2004)

$$\lambda_u(X,Y) = \lim_{\alpha\to 1} P\left(Y > F_y^{-1}(\alpha) \middle| X > F_x^{-1}(\alpha)\right) \quad \text{..... (2.17)}$$

$$\lambda_l(X,Y) = \lim_{\alpha\to 0} P\left(Y \leq F_y^{-1}(\alpha) \middle| X \leq F_x^{-1}(\alpha)\right) \quad \text{..... (2.18)}$$

λ_u ความสัมพันธ์ส่วนหางตอนบน (Upper Tail Dependence)

λ_l ความสัมพันธ์ส่วนหางตอนล่าง (Lower Tail Dependence)

X, Y ตัวแปรสุ่ม (Random Variable)

α ระดับความเชื่อมั่น

จากสมการที่ 2.2 และ สมการที่ 2.3 การวัดความสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่ม 2 ตัว จะพิจารณาความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional probability) ที่ตัวแปรสุ่มมีค่ามากกว่าค่าที่ระดับความเชื่อมั่นที่สนใจ α โดยความสัมพันธ์จะขึ้นอยู่กับฟังก์ชั่นการกระจาย F_x^{-1} หรือ F_y^{-1} โดยความสัมพันธ์ส่วนหางมีทั้งความสัมพันธ์ส่วนหางทางขึ้น (Uppper Tail Dependence) หรือ เมื่อค่าตัวแปรเพิ่มขึ้นพร้อมๆกัน และ ความสัมพันธ์ส่วนหางทางลง (Lower Tail Dependence) หรือเมื่อค่าตัวแปรลดลงพร้อม ๆ กัน

เมื่อวัดความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) จะขึ้นอยู่กับชั้น (Class) ของ Copula ดังนี้

Gaussian copula

$$\lambda_l(X,Y) = \lambda_u(X,Y) = \lim_{n\to\infty} \Phi(x\frac{\sqrt{1-\rho}}{\sqrt{1-\rho}}) \quad \text{..... (2.19)}$$

λ_l ความสัมพันธ์ส่วนหางตอนล่าง(Lower Tail Dependence)

λ_u ความสัมพันธ์ส่วนหางตอนบน(Upper Tail Dependence)

$\Phi(.)$ ฟังก์ชั่นการกระจาย (Distribution function)

ρ ความสัมพันธ์เชิงเส้น

จากสมการ 2.19 ได้แสดงให้เห็นว่า Gaussian copula ความสัมพันธ์ส่วนหางทั้งส่วนบนและความสัมพันธ์ส่วนหางส่วนล่างมีค่าเท่ากัน และไม่ขึ้นอยู่กับตัวแปรสุ่ม X,Y หรือความสัมพันธ์เชิงเส้น ρ

Student's t-copula

$$\lambda_l(X,Y)=\lambda_u(X,Y)=2t_{\nu+1}(-\sqrt{\nu+1}\sqrt{\frac{1-\rho}{1+\rho}} \quad \text{..... (2.20)}$$

λ_l ความสัมพันธ์ส่วนหางตอนล่าง (Lower Tail Dependence)

$\Phi(.)$ ฟังก์ชั่นการกระจาย (Distribution Function)

ρ ความสัมพันธ์เชิงเส้น

$t_{\nu+1}$ ฟังก์ชั่นการกระจาย (Distribution function) ที่องศาอิสระ (Degree of freedom) $\nu+1$

จากสมการ 2.20 ได้แสดงให้เห็นว่า Student's t-copula ความสัมพันธ์ส่วนหางทั้งส่วนบนและความสัมพันธ์ส่วนหางส่วนล่างมีค่าเท่ากัน โดยค่าความสัมพันธ์ส่วนหางแปรผันตามค่าสหสัมพันธ์และค่าองศาอิสระ (Degree of Freedom) โดย ค่าสหสัมพันธ์สูง และมีค่าองศาอิสระน้อย จะทำให้มีความสัมพันธ์ส่วนหางสูง

Clayton Copula (Lower Tail Dependent)

$$\lambda_l(X,Y)=2^{1-\delta} \quad \text{..... (2.21)}$$

λ_l ความสัมพันธ์ส่วนหางตอนล่าง (Lower Tail Dependence)

X,Y ตัวแปรสุ่ม

δ ค่าพารามิเตอร์

จากสมการ 2.21 ได้แสดงให้เห็นว่า Clayton Copula ความสัมพันธ์ส่วนหางส่วนล่างมากกว่าความสัมพันธ์ส่วนหางส่วนบน (Upper Tail Dependence) โดยค่าความสัมพันธ์ส่วนหางแปรผันตาม δ

Gumbel Copula (Upper Tail Dependent)

$$\lambda_l(X,Y) = 0 \quad \text{.....(2.22)}$$

$$\lambda_u(X,Y) = 2 - 2^{1-\delta} \quad \text{..... (2.23)}$$

λ_l ความสัมพันธ์ส่วนหางตอนล่าง (Lower Tail Dependence)

λ_u ความสัมพันธ์ส่วนหางตอนบน (Upper Tail Dependence)

จากสมการ 2.22 และ 2.23 จะเห็นว่า Clayton Copula ความสัมพันธ์ส่วนหางส่วนล่าง เท่ากับ 0 และ ความสัมพันธ์ส่วนหางส่วนบน (Upper Tail Dependence) แปรผันตาม δ

จะเห็นได้ว่ารูปแบบความสัมพันธ์ส่วนหาง ตั้งแต่สมการ 2.19-2.23 มีความแตกต่างกันตามค่าพารามิเตอร์ โดยงานวิจัยเชิงประจักษ์หลายชิ้นพบว่าความความสัมพันธ์ในส่วนหางทางลง (Downward Tail Dependence) มากกว่าส่วนหางทางขึ้น (Upper Tail Dependence) (LeBaron & Samanta, 2005; Allen, Singh & Powell, 2013; Angelo Corelli, 2012; Gençay, Selçuk & Ulugülyagci, 2003; Ignatieva & Platen, 2012)

นอกจากนี้ Bekiros & Uddin (2017); Valdés & Roldán (2013) ยังพบว่าพฤติกรรมส่วนหาง (Tail Behavior) กรณีมีช่วงเหตุการณ์วิกฤต (Extreme Events) และกรณีไม่มี

ช่วงวิกฤตมีความแตกต่างกัน โดยพบความสัมพันธ์ส่วนหางตอนล่างสูง (λ_l) ในช่วงวิกฤต ขณะที่ความสัมพันธ์ส่วนหางตอนบน (λ_u) สูงในช่วงเวลาปกติ โดยเหตุผลสำคัญที่ทำให้ความสัมพันธ์ส่วนหางในช่วงวิกฤตแตกต่างจากในช่วงปกติมีหลายประการ เช่น Bollerslev & Todorov (2011) ได้อธิบายว่าเป็นเพราะความกลัวของนักลงทุนที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Behavior)

งานวิจัยเชิงประจักษ์ (Empirical Studies) ของความสัมพันธ์ส่วนหางอาจจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ประยุกต์ใช้ทดสอบกับตลาดหลักทรัพย์ทั่วโลก ประยุกต์ใช้ในการศึกษาระดับอุตสาหกรรม และ ประยุกต์ใช้ในการจัดพอร์ต

การประยุกต์ใช้ในตลาดหลักทรัพย์ทั่วโลก เช่น Valdés & Roldán (2013) ศึกษาความสัมพันธ์ของประเทศ บราซิล และแมกซิโก ในช่วงปี ค.ศ. 1975-1990 โดยเปรียบเทียบเทคนิค Copula ทั้งแบบ Normal, Clayton และ Gumbel พบว่า ในช่วงวิกฤต ตลาดที่ศึกษามีความสัมพันธ์มากกว่าปกติ

Lin (2011) ศึกษาพฤติกรรมส่วนหาง (Tail Dependence) ของดัชนีหลักทรัพย์กับอัตราแลกเปลี่ยนของตลาดเอเชียตะวันออก ได้แก่ ฮ่องกง มาเลเซีย เกาหลีใต้ อินโดนีเซีย สิงคโปร์ และไต้หวัน โดยเปรียบเทียบความสัมพันธ์ทั้งในช่วงปกติและช่วงเอ็กซ์ทรีม โดยใช้เทคนิค Copula EVT และ GARCH โดยใช้ข้อมูล ช่วงปี 1997-2012 พบว่า ความสัมพันธ์ส่วนหาง ของ อินโดนีเซีย และ เกาหลีใต้ มีลักษณะไม่สมมาตร (Asymmetric) ขณะที่ไต้หวันมีลักษณะสมมาตร (Symmetric) ส่วนฮ่องกงและสิงคโปร์ไม่สามารถสรุปได้ ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างตลาดจึงเปลี่ยนแปลงตามระดับการพัฒนาของตลาด

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุตสาหกรรมในตลาดเดียวกันปรากฏในงานวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์และสหสัมพันธ์ระหว่างภาคอุตสาหกรรมในสหรัฐอเมริกา (Dependence and Extreme Correlation Among US Industry Sectors) โดยผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความสัมพันธ์ของความเสี่ยงส่วนหาง (Tail Risk Dependence) จึงมีส่วนช่วยในการอธิบายความเคลื่อนไหวของผลตอบแทนให้มีความชัดเจนมากขึ้น ความเสี่ยงส่วนหาง (Tail Risk) จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาแบบจำลองทางการเงิน เพราะช่วยให้เข้าใจตลาดในช่วงที่เกิดเหตุการณ์ผิดปกติได้ดีขึ้น (Sukcharoen & Leatham, 2016)

การใช้ความสัมพันธ์ส่วนหางในการจัดพอร์ตลงทุนนั้นพบในงานวิจัยของ K. Autchariyapanitkul, S. Chanaim, & S. Sriboonchitta (2014) โดยทำการศึกษาหุ้นรายตัว ได้แก่ AOT BBL SCB และ SCC เพื่อวัดความเสี่ยงตาม EVT แล้ว จัดพอร์ตการลงทุนโดยใช้มูลค่าความเสี่ยงที่คำนวณได้เป็นสมการเป้าหมายผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ความเสี่ยงที่คำนวณได้จากเทคนิค EVT และ Copula ในการสร้างพอร์ตการลงทุนได้

2.2.3 การจัดพอร์ตลงทุน

โดยทั่วไป นักลงทุนคัดเลือกหลักทรัพย์ตามชั้นความเสี่ยง (Asset Class) ในการศึกษาผลของการใช้ Copula ที่มีต่อพอร์ตในช่วงวิกฤตอาจะศึกษาเปรียบเทียบ ดังนี้

1) พอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting) เป็นพอร์ตที่กำหนดให้นักลงทุนมีเป้าหมายในการจัดพอร์ตเพื่อให้ความเสี่ยงต่ำสุด (Risk Minimization) โดยวิธีวัดความเสี่ยงที่ใช้ในการเปรียบเทียบพอร์ตจะแตกต่างกันตามวิธีการวัด เช่น การวัดด้วยวิธี มูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk: VaR) มูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (Conditional Value at Risk: cVaR) หรือ ความสูญเสียคาดหวัง (Expected Shortfall) ซึ่งในการเปรียบเทียบผลมักนำไปใช้ในในการเปรียบเทียบกับวิธีความผันผวนต่ำสุด (Minimize Variance Optimization: MVO)

งานศึกษาที่เกี่ยวกับการนำ EVT และ Copula ไปใช้ในการจัดพอร์ตเริ่มมากขึ้นตามลำดับ โดย K. Autchariyapanitkul, S. Chanaim, & S. Sriboonchitta (2014) ใช้ความเสี่ยงที่คำนวณด้วย EVT ในการจัดพอร์ตการลงทุน โดยใช้ข้อมูลหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ดังนั้น การใช้ความเสี่ยงและความสัมพันธ์ที่ได้จาก EVT และ Copula สามารถนำไปใช้ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยได้ ซึ่งในอนาคตการจัดพอร์ตโดยใช้ความเสี่ยงและความสัมพันธ์ของหลักทรัพย์ที่ปรับปรุงด้วยแบบจำลอง EVT และ Copula จะมีมากขึ้นตามลำดับ

สำหรับการจัดพอร์ตโดยใช้ ค่าความแปรปรวนเป็นตัววัด (Minimize Variance Optimization: MVO) มีสมการทั่วไป ดังนี้

$$\min_i w^T \widehat{\Omega} w \qquad \text{..... (2.24)}$$

Subject to

$\sum_i w_i = 1$

$\widehat{\Omega}$ Variance-Covariance matrix

w_i สัดส่วนน้ำหนักการลงทุน

จากสมการที่ 2.24 น้ำหนักการลงทุนของหลักทรัพย์ จะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของหลักทรัพย์ในพอร์ต ซึ่งแสดงด้วย เมตริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม (Variance-Covariance Matrix) ในการศึกษาการจัดพอร์ตโดยใช้ มูลค่าที่ความเสี่ยง (VaR) มูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (cVaR) และ ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) จึงใช้เมตริกซ์ของความสัมพันธ์ของความเสี่ยงเหล่านี้ แทนที่เมตริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมนั่นเอง

2) การทดสอบพอร์ต การทดสอบการจัดพอร์ตตาม MVO ดำเนินการโดยสร้างพอร์ตที่ประกอบด้วยหลักทรัพย์ต่าง ๆ แล้วคำนวณความสัมพันธ์ของหลักทรัพย์ในพอร์ต (Martin Odening, & Jan Hinrichs, 2003) สามารถดำเนินการได้ 3 วิธี

(1) วิธี Variance Covariance วิธีการใช้ Variance Covariance Matrix มีความสะดวกเพราะใช้ง่าย แต่ก็ยังมีข้อจำกัดที่วางอยู่บนสมมติฐานของการแจกแจงแบบปกติ (Normality) แต่ผลตอบแทนการทางเงินมักไม่มีการแจกแจงเช่นนั้น ทำให้ค่าที่คำนวณได้ต่ำกว่าความเป็นจริง (Under Estimated)

(2) วิธีจำลองสถานการณ์แบบ มอนติคาโล (Monte Carlo Simulation) สามารถดำเนินการเป็นขั้นตอนโดย สร้างการกระจายของราคา และวัดพารามิเตอร์ ความแปรปรวน และสหสัมพันธ์

(2.1) สร้างปัจจัยตลาด

(2.2) ประเมินพอร์ต

(2.3) คำนวณผลได้-เสีย

(2.4) ทำซ้ำจนได้ค่าแม่นยำ

(2.5) เรียงลำดับ

3) การจำลองสถานการณ์แบบตัวแปรอดีต (Historical simulation: HS) ใช้วิธีคล้าย Monte Carlo แต่ใช้การเปลี่ยนค่าของพอร์ตโดยตรงจากข้อมูล ค่า VaR ที่คำนวณจึงมากจากกระกระจายของผลตอบแทน ไม่มีการให้ข้อสมมติชัดเจนเกี่ยวกับการกระจาย แต่ก็มีนัยว่ามีการกระจายที่คงที่ ทั้งนี้ เทคนิคในการวัดความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันย่อมส่งผลต่อการวัดความเสี่ยง

ดังนั้น เพื่อให้ความเสี่ยงของพอร์ตการลงทุนรวมต่ำที่สุด โดยนักลงทุนมักปรับสัดส่วนการลงทุน (Rebalancing) ตามสถานการณ์ของผลตอบแทนหลักทรัพย์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ประเด็นหลักของการจัดพอร์ตการลงทุนจึงเป็นเรื่องของการวัดความเสี่ยง (Risk) และผลตอบแทน (Return) โดยในการจัดพอร์ตการลงทุนเงื่อนไขในการจัดพอร์ตแต่ละประเภทย่อมเปลี่ยนแปลงไปตามเป้าหมาย และความต้องการของนักลงทุนในการใช้ความเสี่ยงเป็นเป้าหมายของการลงทุน เครื่องมือที่สำคัญที่ใช้วัดความเสี่ยง คือ

ซึ่งการวัดทั้ง 2 แบบ เป็นการวัดมูลค่าของความเสี่ยงที่โอกาสความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นหากผลตอบแทนต่ำกว่าความน่าจะเป็นที่สนใจ เช่น มูลค่าที่ความเสี่ยง (VaR) ที่ความสูญเสียที่เกิดขึ้นเมื่อโอกาสการลดลงของผลตอบแทน ที่ระดับ 5% เป็นต้น ซึ่งการวัดความเสี่ยงของการสูญเสียถือเป็นการวัดความเสี่ยงส่วนหาง (Tail Risk) เพราะเป็นโอกาสที่ผลตอบแทนเบี่ยงเบนจากค่ากลางของผลตอบแทน

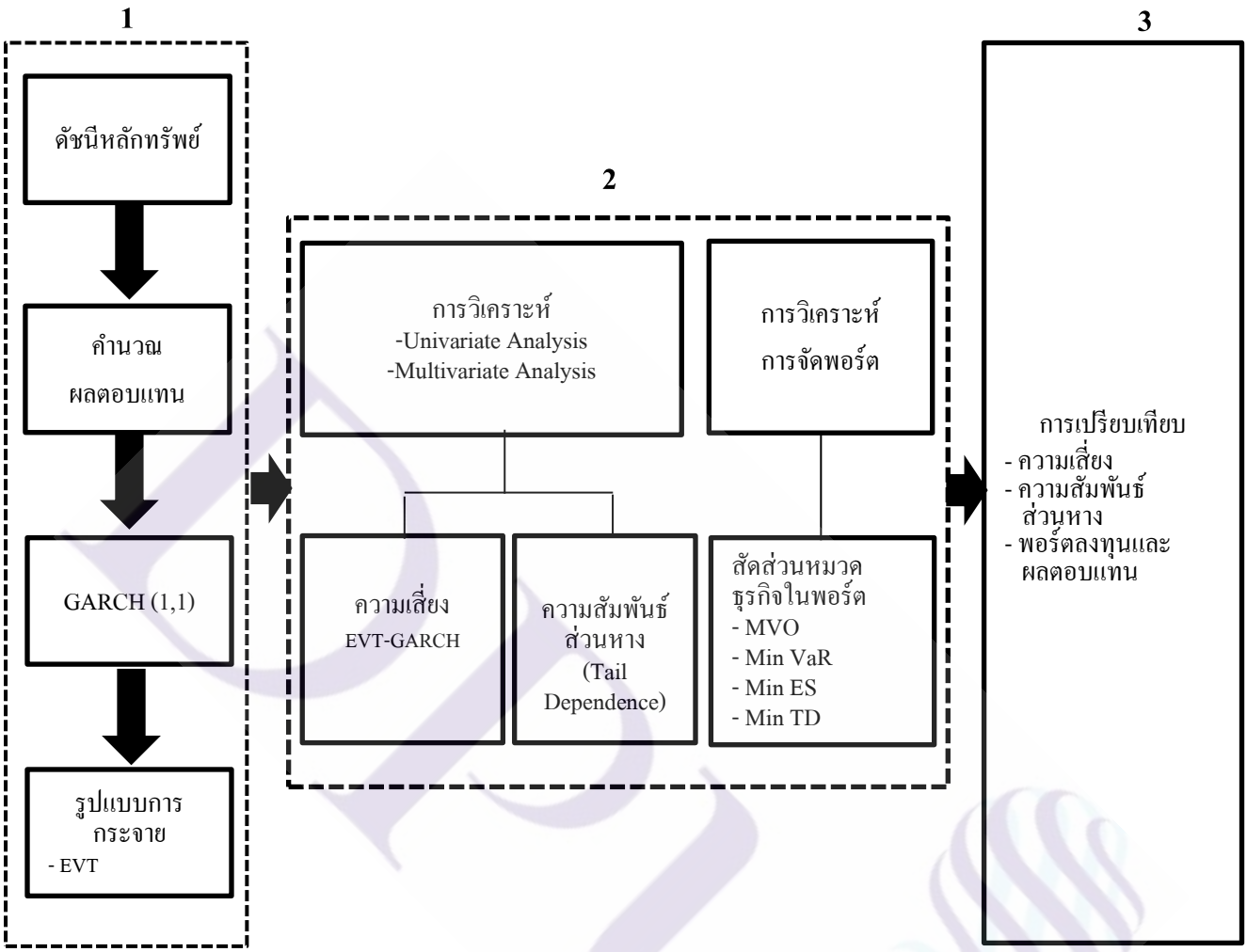
บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ของหมวดธุรกิจ (Sector Index)ในช่วงที่มีค่าผลตอบแทนเบี่ยงเบนสูง (Tail Dependence) ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ดำเนินการวิจัยโดยดำเนินการ 3 กลุ่มหลัก คือ การปรับข้อมูลผลตอบแทนด้วยตัวแบบ GARCH และ EVT การวัดทางการเงิน ประกอบด้วย การวัดความเสี่ยง (Risk) การวัดความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) และ การจัดพอร์ต และเปรียบเทียบผลการวัดทางการเงิน

ขั้นตอนที่ 1การการปรับผลตอบแทน ดำเนินการโดยนำดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET Index) และดัชนีหมวดธุรกิจ (Sector Index) จำนวน 28 หมวด มาคำนวณผลตอบแทน แล้วปรับค่าความผันผวน (Volatility) ด้วยเทคนิค GARCH (1,1) และ EVT

ขั้นตอนที่ 2 การวัดทางการเงิน ดำเนินการโดยนำผลลัพธ์จากขั้นตอนแรก (ผลตอบแทนหมวดธุรกิจที่ปรับด้วยแบบจำลอง GARCH-EVT) มาใช้คำนวณความความเสี่ยง (Risk Measures) และ วัดความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) และ จัดพอร์ตลงทุน

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการสรุปผลของการวัดความเสี่ยง (Risk Measure) จากวิธี GARCH-EVT เปรียบเทียบกับการวัดด้วยวิธี Historical และเปรียบเทียบน้ำหนักของหมวดธุรกิจในพอร์ตลงทุนประเภทต่างๆ คือ พอร์ตความสัมพันธ์ส่วนหางต่ำสุด (Minimum Tail dependence) กับพอร์ตการลงทุนแบบความผันผวนต่ำสุด (Minimize Variance Optimization: MVO) พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimum Value at risk: Min VaR) พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขต่ำสุด (Minimum conditional Value at Risk: Min cVaR) และเปรียบเทียบผลตอบแทนของพอร์ตการลงทุนแต่ละแบบ โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

3.1 การกำหนดประชากรและตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาใช้ ค่าดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET Index) ค่าดัชนีราคารายหมวดธุรกิจ (Sector Index) จากระบบฐานข้อมูลของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย นับตั้งแต่จัดทำจนถึง ธันวาคม พ.ศ. 2560

ดัชนีราคารายหมวดธุรกิจ (Sector Index) เป็นดัชนีราคาหลักทรัพย์ที่ใช้สะท้อนการเคลื่อนไหวของหลักทรัพย์ที่มีพื้นฐาน (Fundamental) เดียวกัน จำแนกเป็น 28 หมวดธุรกิจ โดยแต่ละหมวดธุรกิจจัดอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรม (Industry Group Index) 8 กลุ่ม ที่สะท้อนการเคลื่อนไหวของหลักทรัพย์ที่อยู่ในภาคอุตสาหกรรมเดียวกัน ดังนี้

1. เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร (AGRO & FOOD INDUSTRY: AGRO)

ธุรกิจเกี่ยวกับการเพาะปลูก ทำป่าไม้ ทำปศุสัตว์ แปรรูปผลิตผลทางการเกษตร และ ผลิตอาหารและเครื่องดื่ม ประกอบด้วย 2 หมวดธุรกิจ ได้แก่

- ธุรกิจการเกษตร (AGRI)
- อาหารและเครื่องดื่ม (FOOD)

2. สินค้าอุปโภคบริโภค (CONSUMER PRODUCTS: CONSUMP)

ธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายสินค้าเพื่อการอุปโภคบริโภคต่างๆ ทั้งที่เป็นสินค้าจำเป็นและสินค้าฟุ่มเฟือย ประกอบด้วย 3 หมวดธุรกิจ ได้แก่

- แฟชั่น (FASHION)
- ของใช้ในครัวเรือนและสำนักงาน (HOME)
- ของใช้ส่วนตัวและเวชภัณฑ์ (PERSON)

3. ธุรกิจการเงิน (FINANCIALS: FINCIAL)

อุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับผู้ให้บริการทางการเงินประเภทต่างๆ ประกอบด้วย 3 หมวดธุรกิจ ได้แก่

- ธนาคาร (BANK)
- เงินทุนและหลักทรัพย์ (FIN)
- ประกันภัยและประกันชีวิต (INSUR)

4. สินค้าอุตสาหกรรม (INDUSTRIALS: INDUS)

ธุรกิจกี่ยวกับการผลิตและจัดจำหน่ายวัตถุดิบทั่วไปที่สามารถนำไปใช้ได้ในหลายอุตสาหกรรม สินค้าขั้นต้นหรือสินค้าขั้นกลาง เครื่องมือและเครื่องจักรต่าง ๆ ที่นำไปใช้ต่อในอุตสาหกรรมการผลิตต่าง ๆ รวมถึงอุตสาหกรรมยานยนต์ ประกอบด้วย 6 หมวดธุรกิจ ได้แก่

- ยานยนต์ (AUTO)

- วัสดุอุตสาหกรรมและเครื่องจักร (IMM)
- กระดาษและวัสดุการพิมพ์ (PAPER)
- ปิโตรเคมีและเคมีภัณฑ์ (PETRO)
- บรรจุภัณฑ์ (PKG)
- เหล็ก (STEEL)

5. อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง (PROPERTY & CONSTRUCTION: PROPCON)

กลุ่มอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับผู้ผลิตวัสดุก่อสร้าง ผู้พัฒนาและบริหารอสังหาริมทรัพย์ รวมถึงบริการก่อสร้างและงานวิศวกรรม ประกอบด้วย 4 หมวดธุรกิจ ได้แก่

- วัสดุก่อสร้าง (CONMAT)
- บริการรับเหมาก่อสร้าง (CONS)
- กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์และกองทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์ (PF&REITS)
- พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ (PROP)

6. ทรัพยากร (RESOURCES: RESOURC)

ธุรกิจเกี่ยวกับการแสวงหา หรือจัดการทรัพยากรต่างๆ เช่น การผลิตและจัดสรรเชื้อเพลิงพลังงาน และการทำเหมืองแร่ เป็นต้น ประกอบด้วย 2 หมวดธุรกิจ ได้แก่

- พลังงานและสาธารณูปโภค (ENERG)
- เหมืองแร่ (MINE)

7. บริการ (SERVICES: SERVICE)

ธุรกิจในสาขาบริการต่างๆ ยกเว้นบริการทางการเงินและบริการด้านข้อมูลสารสนเทศหรือเทคโนโลยี หรือเป็นบริการที่ถูกจัดไว้ในกลุ่มอุตสาหกรรมหรือหมวดธุรกิจอื่นแล้ว ประกอบด้วย 5 หมวดธุรกิจ ได้แก่

- พาณิชย์ (COMM)
- การแพทย์ (HELTH)
- สื่อและสิ่งพิมพ์ (MEDIA)
- บริการเฉพาะกิจ (PROF)
- การท่องเที่ยวและสันทนาการ (TOURISM)
- ขนส่งและโลจิสติกส์ (TRANS)

8. เทคโนโลยี (TECHNOLOGY: TECH)

ธุรกิจเกี่ยวกับสินค้าเทคโนโลยี ไม่ว่าจะเป็นสินค้าขั้นต้น ขั้นกลางหรือขั้นสุดท้าย และรวมถึงผู้ให้บริการทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ประกอบด้วย 2 หมวดธุรกิจ ได้แก่

- ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (ETRON)
- เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT)

3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) จากระบบฐานข้อมูลตลาดหลักทรัพย์ฉบับออนไลน์ (SET Market Analysis and Reporting Tool: SETSMART) ผลิตโดย ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ในช่วงปี ตั้งแต่จัดทำจนถึงปี 2560

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

3.3.1 การวิเคราะห์ตัวแปรเชิงเดี่ยว (Univariate Analysis)

1) ผลตอบแทน (Return): คำนวณผลตอบแทนของแต่ละหมวดธุรกิจ (Industry Sector) โดยใช้วิธีลอกการิธึ่มของดัชนีราคาหมวดธุรกิจปีที t หารด้วยปีก่อนหน้า t-1 เพื่อใช้เป็นตัวแทนของผลตอบแทนของแต่ละหมวดธุรกิจ โดยการคำนวณ สามารถแสดงได้ ดังสมการ 3.1

$$r_{i,t} = \ln \frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} \quad \text{..... (3.1)}$$

$r_{i,t}$ ผลตอบแทนหมวดธุรกิจ (Sector Index) i ปีที่ t

$P_{i,t}$ ราคาดัชนีหมวดธุรกิจ (Sector Index) i ปีที่ t

2) แบบจำลอง Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedascity (GARCH) เพื่อลดความผันผวนจากระยะเวลา (Volltility Clustering) ของผลตอบแทนหมวดธุรกิจ จึงนำตัวแปร ที่คำนวณได้จาก ข้อ 1) มาใช้ประมาณค่า พารามิเตอร์ ตามแบบจำลอง GARCH โดยแบบจำลอง GARCH (p,q) สามารถแสดงได้ ดังสมการ (K. Autchariyapanitkul et.al, 2014; Tsay, 2005)

$$r_t = \mu + \sum_{i=1}^{k} \emptyset\, r_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{l} \omega\, \epsilon_{t-i}^2 + \epsilon_t$$

$$\epsilon_t = \sigma_t \vartheta_t$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i\, \epsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q} \beta_i\, \sigma_{t-j}^2 \quad \text{..... (3.2)}$$

โดย $\alpha_0 > 0$, $\alpha_j \geq 0$, $1 \leq i \leq p$, β_j, $1 \leq j \leq q$

r_t ผลตอบแทนหมวดธุรกิจ (Sector Index)

σ_t ความแปรปรวน

ε_t Error Term

ϑ_t Standard Residual

$\emptyset$, ω , μ ค่าพารามิเตอร์

จากสมการ 3.2 แสดง ARCH (k,l) และ GARCH (p,q) โดยเมื่อตัวแปรผลตอบแทน (r_t) มีความแปรปรวนเปลี่ยนไปตามเวลา การคำนวณความแปรปรวน (σ_t^2) จะมีความถดถอย (Autoregressive Structure) ตามระยะเวลา t -1 โดยเป็นตามสัดส่วนของพารามิเตอร์ (α) และ พารามิเตอร์ของความแปรปรวน (σ_{t-j}^2) ในปีก่อนหน้า (β) ความแปรปรวนจากแบบจำลองอาจเรียกได้ว่าเป็นความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไข (Conditional Variance) โดยความแปรปรวนจะมีความต่อเนื่อง (Persistent) จากค่าในปีก่อนหน้า สำหรับแบบจำลอง GARCH (1,1) เป็นแบบจำลองที่สนใจผลของตัวแปรในช่วงก่อนหน้าเพียงอย่างเดียว โดยแบบจำลองความแปรปรวนโดยทั่วไปจะมีค่าพารามิเตอร์ αและ β รวมกันไม่เกิน 1 โดยแบบจำลองที่ดีจะมีค่าค่าสถิติของ เบต้า และ อัลฟา ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3) การวิเคราะห์ตามทฤษฎีค่าเอ็กซ์ทรีม (Extreme Value Theory: EVT)

ในการทดสอบว่าผลตอบแทนหมวดธุรกิจมีการกระจายเป็นไปตาม EVT ทำได้โดยประมาณค่าพารามิเตอร์ ดัชนีส่วนหาง (Shape parameter) ดัชนีขนาด (Scale Parameter) และดัชนีโลเคชั่น (Location Parameter) โดยหากค่าที่ประมาณการมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการกระจายของผลตอบแทนหมวดธุรกิจเป็นไปตาม EVT การประมาณการมีขั้นตอน ดังนี้

- นำผลตอบแทนที่ได้คำนวณจากข้อ 1) และ 2) มาประมาณค่าดัชนีส่วนหาง (Tail Index) ตามวิธีตัวประมาณค่าดัชนี (Hill Estimator) โดยจากสมการ 2.6 แทนค่าตัวแปรสุ่ม (X) ด้วยผลตอบแทนดัชนีหมวดธุรกิจ (r_i) ดังนี้

$$\hat{\gamma} = \left[\left(\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ln(r_j)\right) - ln(r_m)\right]^{-1} \quad \text{..... (3.3)}$$

r ผลตอบแทนหมวดธุรกิจ

m จำนวนตัวอย่าง

สมมติฐานหลัก (H_0) : ตัวแปรผลตอบแทนที่มีการกระจายแบบ EVT

โดยเมื่อได้ พารามิเตอร์ดัชนีส่วนหาง (Tail Index) สามารถนำมาใช้สร้างเป็นฟังก์ชั่นการกระจายตาม EVT โดยสามารถประมาณค่า พารามิเตอร์ ด้วยวิธี Maximum Likelihood: ML และทดสอบค่าสถิติด้วยค่า Standard Error ดังนี้

$$F(y|r>u)=1-(1+\xi\frac{y}{\sigma_u})^{-\frac{1}{\xi}} \quad \text{..... (3.4)}$$

r ผลตอบแทนหมวดธุรกิจ (Sector Index)

y ค่าผลตอบแทนที่มากกว่าจุดวิกฤต ($r_i - \mu$)

ξ ดัชนี shape parameter (Xi)

σ Scale parameter (Sigma)

μ Threshold level (Mu)

3.3.2 การวัดความเสี่ยง (Risk measure)

ในการวัดความเสี่ยงของผลตอบแทนแต่ละหมวดธุรกิจ (Sector Index) ทำได้โดยนำผลตอบแทน (r) มาปรับแก้ความผันผวนและประมาณค่าพารามิเตอร์ตามแบบจำลอง EVT (McNeil & Frey, 2000) โดยมี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณค่าพารามิเตอร์ ตามแบบจำลอง GARCH (1,1)

ขั้นที่ 2 นำค่า Residual มาใช้ประมาณค่าดัชนีส่วนหาง (Tail Index) ตาม EVT

จากวิธีวัดมูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk: VaR) และ มูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (Conditional Value at Rik: cVaR) หรือ Expected Shortfall (ES) ตามสมการ 2.10-2.12 แทนค่าตัวแปรสุ่ม (X) ด้วยผลตอบแทนของหมวดธุรกิจ r (Sector Index) โดยใช้วิธีวัดมูลค่าความเสี่ยง (Risk) ของฟังก์ชันกระกระจาย $F^{-1}X$ (α) ที่ระดับความเสี่ยง α % แสดงได้ดังสมการ ต่อไปนี้

มูลค่าที่ความเสี่ยง (VaR)

$VaR_{\alpha}(r)= F^{-1}r(\alpha)$ ..... (3.5)

มูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข ($\propto$- $cVaR^{+}$)

$VaR^{+}_{\propto}(r)=E(r|(r>VaR_{\propto}(r))$ ..... (3.6)

มูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข ($\propto$- cVaR)

$CVaR_{\alpha}(r)=E(r^{\propto})$ ..... (3.7)

3.3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Dependence Analysis)

1) สมการความสัมพันธ์ตามสมการเชิงเส้น (Linear Dependence)

ความสัมพันธ์ของผลตอบแทนของดัชนีหมวดธุรกิจ (Sector Index) คำนวณจากผลตอบแทนดัชนีหมวดธุรกิจ ดังแสดงสมการ 3.5 (Embrechts et al, 2001, p. 9)

$$\rho\,(r_x,r_y) = \frac{Cov(r_x,r_y)}{\sqrt{Var(r_x).\sqrt{Var(r_y)}}} \quad \text{..... (3.8)}$$

$\rho\,(r_x,r_y)$ ความสัมพันธ์เชิงเส้น (Rho)

Cov (r_x,r_y) Covariance ของผลตอบแทนดัชนี หมวดธุรกิจ X และ Y

Var (r_x) ความแปรปรวน (Variance) ของตัวผลตอบแทนดัชนีหมวดธุรกิจ X

Var (r_y) ความแปรปรวน (Variance) ของตัวผลตอบแทนดัชนีหมวดธุรกิจ Y

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence)

นำฟังก์ชันการกระจายของผลตอบแทนแต่ละหมวดธุรกิจที่ปรับค่าความผันผวน (Volatility) ตามแบบจำลอง GARCH (1,1) และมาคำนวณฟังก์ชันการกระจายแบบ Copula เพื่อประมาณค่า พารามิเตอร์

- ฟังก์ชันการกระจายร่วมแบบโคปูล่าร์ (Copula Distribution Function) ระหว่างผลตอบแทนหมวดธุรกิจ (Sector Index) จากสมการ 2.9 แทนค่าตัวแปรสุ่ม (X) ด้วยผลตอบแทนหมวดธุรกิจ (r) โดยสามารถประมาณค่า พารามิเตอร์ด้วยวิธี Maximum Likelihood ฟังก์ชั่น Copula ของผลตอบแทนสามารถแสดงได้ ดังนี้

$$C\left(F_1(r),\ldots,F_i(r)\right)=\left(F_1^{-1}(U_1)\leq r_1,\ldots,F_i^{-1}(U_i)\leq r_i\right) \quad \text{..... (3.9)}$$

$F_i(r)$ ฟังก์ชันการกระจายผลตอบแทนหมวดธุรกิจ i

$F_i^{-1}(U_i)$ อินเวอร์สฟังก์ชันการกระจายผลตอบแทนหมวดธุรกิจ i

- ความสัมพันธ์ (Dependence) ระหว่างผลตอบแทนหมวดธุรกิจ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มอุตสาหกรรม และ ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอุตสาหกรรมกับหมวดธุรกิจ โดยใช้ Kendal tau และ Spear Rho (Embrechts et al., 2001, p. 13) ดังนี้

Kendal Tau

$$\tau\left(r_x,r_y\right)=\mathbb{P}\left\{\left(r_x-\tilde{r}_x\right)\left(\mathrm{r_y}-\tilde{\mathrm{r}}_\mathrm{y}\right)>0\right\}-\mathbb{P}\left\{\left(r_x-\tilde{r}_x\right)\left(r_y-\tilde{r}_y\right)<0\right\}$$

..... (3.10)

Spearman Rho

$$\rho_s\left(r_x,r_y\right)=3\left(\mathbb{P}\left\{\left(r_x-\tilde{r}_x\right)\left(\mathrm{r_y}-\mathrm{r_y}'\right)>0\right\}-\mathbb{P}\left\{\left(r_x-\tilde{r}_x\right)\left(\mathrm{r_y}-\mathrm{r_y}'\right)<0\right\}\right.$$

..... (3.11)

r_x	ผลตอบแทนหมวดธุรกิจ x (Sector Index)
r_y	ผลตอบแทนหมวดธุรกิจ y (Sector Index)
$\tilde{\mathrm{r}}_x$	ค่าเฉลี่ยของผลตอบแทนหมวดธุรกิจ x
$\tilde{\mathrm{r}}_\mathrm{y}$	ค่าเฉลี่ยของผลตอบแทนหมวดธุรกิจ y
τ	Kendal Tau
ρ_s	Spearman Rho
$\mathbb{P}$	ความน่าจะเป็น (Probability)

เมื่อได้ค่าความสัมพันธ์ตาม สมการ 3.10-3.11 แล้ว สามารถคำนวณค่าความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence Coefficient) ดังสมการที่ 3.12

ความสัมพันธ์ส่วนล่าง (Lower Tail Dependence: LTD)

$$\lambda_l(r_x, r_y) = \lim_{\alpha \to 0} P\left(r_y \leq F^{-1} r_y(\alpha) \middle| r_x \leq F^{-1} r_x(\alpha)\right) \quad \text{..... (3.12)}$$

r_x ผลตอบแทนหมวดธุรกิจ x (Sector Index)

r_y ผลตอบแทนหมวดธุรกิจ y (Sector Index)

F^{-1} อินเวอร์ส ฟังก์ชั่น

3.4 การทดสอบผลของความสัมพันธ์ที่มีต่อความเสี่ยงและสัดส่วนการลงทุน

ทดสอบผลของการใช้เครื่องมือวัดความสัมพันธ์และความเสี่ยง โดยวิเคราะห์ว่าผลที่มีต่อ ความเสี่ยง (Risk) สัดส่วนของหมวดธุรกิจ (Sector Index) ในพอร์ตการลงทุน (Portfolio) และผลตอบแทน (Risk to Return) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจัดพอร์ตแบบความเสี่ยงต่ำสุด (Minimize Variance Optimization: MVO) ดังนี้

1) การทดสอบผลของการวัดความสัมพันธ์และผลของความเสี่ยง

แสดงผลการเปรียบเทียบความเสี่ยงของการวัดแบบ Copula กับการวัดแบบปกติ

- การเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (Benchmark)
- ความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear Correlation)
- มูลค่าที่ความเสี่ยง และมูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (VaR and cVaR or ES)

2) การทดสอบผลที่มีต่อการจัดพอร์ตการลงทุน (Portfolio Allocation)

ทดสอบผลการจัดพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting) เปรียบเทียบน้ำหนักการลงทุนของดัชนีหมวดธุรกิจ (Sector Index) โดยกำหนดเป้าหมายความเสี่ยง คือ วิธีความเสี่ยงต่ำสุด (Minimize Variance Optimization: MVO) ดำเนินการโดยกำหนดเป้าหมาย (Objective Function) จากการใช้ความเสี่ยงของพอร์ตการสมการความเสี่ยงต่ำสุด (MVO) เป็นเกณฑ์ เปรียบเทียบกับพอร์ตความเสี่ยงแบบมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimize Value at Risk: Min VaR) พอร์ตความเสี่ยงแบบมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขต่ำสุด (Minimize Conditional Value at Risk: Minimize cVaR) และพอร์ตที่ใช้ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) เป็นเป้าหมายในการจัดพอร์ตให้มีความสัมพันธ์ส่วนหางของหลักทรัพย์ในพอร์ตต่ำสุด (Minimize Tail Dependence: Min TD) โดยหาน้ำหนักการลงทุนในพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting) ดังนี้

พอร์ตแบบที่ 1 พอร์ตความเสี่ยงแบบ MVO ประกอบด้วยผลตอบแทนหมวดธุรกิจ (Sector Index) จากสมการที่ 2.24 แทนค่าตัวแปรด้วยผลตอบแทนหมวดธุรกิจ (r) หมวดธุรกิจ ตามสัดส่วน (w) คำนวณสัดส่วนน้ำหนักการลงทุน โดยใช้ผลตอบแทนจากดัชนีหมวดธุรกิจ

$$\min_i w^T \widehat{\Omega} w \quad \text{..... (3.13)}$$

Subject to

$$\sum_1^n w_i = 1$$

$\widehat{\Omega}$ เวกเตอร์ของความเสี่ยง

w เวกเตอร์ของน้ำหนักการลงทุน

n หมวดธุรกิจ n

จากสมการที่ 3.13 เป็นการหาน้ำหนักการลงทุนของหมวดธุรกิจ (Sector Index) โดยความเสี่ยงต่ำสุด (Minimize Risk) โดยเวกเตอร์ของความเสี่ยง (Ω) ของการลงทุนแบบความแปรปรวนต่ำสุด (Minimize Variance Optimization: MVO) จะใช้ความแปรปรวน (Variance) เป็นเป้าหมาย

- พอร์ตแบบที่ 2 พอร์ตลงทุนแบบมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimize VaR)

$$\min_i w^T \widehat{\Omega} w \quad \text{..... (3.14)}$$

Subject to

$$\sum_1^n w_i = 1$$

$\widehat{\Omega}$ เวกเตอร์มูลค่าที่ความเสี่ยง (VaR)

w เวกเตอร์ของน้ำหนักการลงทุน

n หมวดธุรกิจ n

จากสมการที่ 3.14 สามารถหาน้ำหนักการลงทุนของหมวดธุรกิจ (Sector Index) โดยใช้มูลค่าที่ความเสี่ยง (VaR) เป็นเป้าหมาย

- พอร์ตแบบที่ 3 พอร์ตลงทุนแบบมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขต่ำสุด (Minimize cVaR)

$$\min_i w^T \widehat{\Omega} w \quad \text{..... (3.15)}$$

Subject to

$$\sum_{1}^{n} w_i = 1$$

$\widehat{\Omega}$ = เวกเตอร์มูลค่าที่ความเสี่ยง (cVaR)

จากสมการที่ 3.15 สามารถหาน้ำหนักการลงทุนขอหมวดธุรกิจ (Sector Index) โดยใช้มูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (CVaR) เป็นเป้าหมาย

- พอร์ตแบบที่ 4 สมการเป้าหมาย ความเสี่ยงส่วนหาง (Minimize TD)

$$\min_i w^T \widehat{\Omega} w \quad \text{..... (3.16)}$$

Subject to

$$\sum_{1}^{n} w_i = 1$$

$\widehat{\Omega}$ เวกเตอร์ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence)

w เวกเตอร์ของน้ำหนักการลงทุน

n หมวดธุรกิจ n

จากสมการที่ 3.16 สามารถหาน้ำหนักการลงทุนของหมวดธุรกิจ (Sector Index) โดยใช้ความสัมพันธ์ส่วนหางต่ำสุด (Minimize Tail Dependence) เป็นเป้าหมาย

เมื่อได้น้ำหนักการลงทุนของพอร์ตแต่ละประเภทแล้ว นำน้ำหนักการลงทุนของหมวดธุรกิจของพอร์ตแต่ละประเภทไปทดสอบผลที่เกิดขึ้นต่อความมั่งคั่ง (Wealth Index) กับข้อมูลในอดีต (In-sample) โดยสมมติให้กลยุทธ์การลงทุนเป็นลักษณะซื้อแล้วถือยาว (Buy and Hold Strategy) แล้วคำนวณความมั่งคั่ง ดังนี้

$$W = (1+r_0).(1+r_1).(1+r_2)\ldots(1+r_t) \quad \text{..... (3.17)}$$

r_t ผลตอบแทน ที่เวลา t

บทที่ 4
ผลการศึกษา

ในบทนี้ จะนำเสนอผลการศึกษาเป็น 4 ส่วน คือ สถิติพื้นฐาน การความเสี่ยง (Risk) และ ความสัมพันธ์ (Dependence) และการเปรียบเทียบจัดพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting) ดังนี้

4.1 สถิติพื้นฐาน

การศึกษาความสัมพันธ์ของดัชนีหมวดธุรกิจในช่วงที่ค่าผลตอบแทนมีความเสี่ยงสูง แบ่งการทดสอบข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้ข้อมูลดัชนีของทุกหมวดธุรกิจ นับตั้งแต่เริ่มจัดทำ (Full Sampling) จนถึงสิ้นสุดปี 2560 (ดูรายละเอียดช่วงเวลาของข้อมูลในแต่ละหมวดธุรกิจตามตารางที่ 1) และ ข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ ปี 2550-2560 สำหรับหมวดธุรกิจที่มีตัวอย่างน้อยกว่าช่วงเวลาข้างต้น จะนำไปใช้ในการศึกษาผลตอบแทนจากตัวแปรเชิงเดี่ยว (Univariate Analysis) เพื่อวัดความเสี่ยง (Risk)

สำหรับการศึกษาข้อมูลความสัมพันธ์ (Dependence) และ การจัดพอร์ต (Portfolio Analysis) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบได้ จะจำลองการจัดพอร์ต โดยเปรียบเทียบจะคัดเลือกหมวดธุรกิจเข้ามาจัดพอร์ตระหว่างตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ ข้อมูลแบบ Full Sampling กับ ข้อมูล 10 ปี เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลได้

ผลของการรวบรวมข้อมูลสิ้นวัน (End of Day: EoD) ของดัชนีราคาและหมวดธุรกิจตลาดหลักทรัพย์แห่งเทศไทย พบว่า ข้อมูลดัชนีหลักทรัพย์ (SET Index) มีช่วงเวลามากที่สุด จำนวน 10,477 วัน ขณะที่หมวดธุรกิจต่าง ๆ มีขนาดไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับการจัดทำของของตลาดหลักทรัพย์ โดยหมวด COMM มีขนาดมากที่สุด 6,463 วัน รองลงมาคือหมวดที่มีจำนวนข้อมูลมากตั้งแต่ 5,000 วัน ขึ้นไป ได้แก่ หมวด AGRI FOOD BANK FIN INSUR PROP HELTH PROP TRAN และETRON โดยหมวดข้อมูลน้อยกว่า 10 ปี คือ STEEL PF&REIT TOURISM และหมวดธุรกิจที่มีจำนวนข้อมูลน้อยที่สุด คือ Cons มีข้อมูลจำนวน 740 วัน ส่วนข้อมูล 10 ปี ตั้งแต่ ปี 2550-2560 มีข้อมูลที่ให้ครบถ้วน จำนวน 2426 วัน

ตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 แสดง ดัชนีราคาของตลาดและหมวดธุรกิจ กับผลตอบแทนของดัชนีราคาและหมวดธุรกิจตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลพื้นฐานดัชนีราคาหมวดธุรกิจและดัชนีราคาตลาด (Sector Index)

ดัชนี	N	Period	Mean	Sd	Median	Min	Max	Range
SET	10477	1975-05-02/2017-12-29	645.09	472.28	592.78	76.43	1,753.73	1,677.30
AGRI	6449	1991-07-30/2017-12-29	105.52	73.09	65.36	26.25	294.08	267.83
FOOD	6449	1991-07-30/2017-12-29	4,950.70	4,171.58	2,900.01	1,125.96	14,539.40	13,413.44
FASHION	3602	2003-03-17/2017-12-29	620.61	108.49	647.69	396.98	884.97	487.99
HOME	2791	2006-07-13/2017-12-29	28.52	14.04	23.33	8.84	69.82	60.98
PERSON	3495	2003-03-27/2017-12-29	445.96	180.82	404.31	112.61	801.36	688.75
BANK	6462	1991-07-09/2017-12-29	442.34	296.33	333.37	83.89	1,494.57	1,410.68
FIN	6461	1991-07-09/2017-12-29	3,236.71	3,996.41	1,439.50	383.60	20,980.70	20,597.10
INSUR	6447	1991-07-30/2017-12-29	6,167.89	4,905.90	3,948.91	1,281.73	18,347.80	17,066.07
AUTO	2929	2005-12-14/2017-12-29	390.97	113.16	404.27	136.29	650.80	514.51
IMM	2791	2006-07-13/2017-12-29	78.49	14.89	75.50	36.34	126.48	90.14
PAPER	3464	2003-03-17/2017-12-29	759.57	518.98	539.48	261.49	2,714.67	2,453.18
PETRO	3601	2003-03-17/2017-12-29	733.55	291.24	733.64	190.38	1,447.96	1,257.58
PKG	5586	1995-01-31/2017-12-29	2,244.93	1,335.70	1,714.85	560.10	7,052.38	6,492.28
STEEL	1701	2011-01-18/2017-12-29	60.90	16.91	59.06	32.42	101.82	69.40
CONMAT	3600	2003-03-17/2017-12-29	8,486.57	3,182.48	7,721.05	2,348.67	14,388.90	12,040.23
CONS	740	2014-12-19/2017-12-29	134.37	11.58	130.48	111.82	166.57	54.75
PF.REIT	1809	2010-08-03/2017-12-29	159.47	19.67	159.91	122.23	190.94	68.71
PROP	6447	1991-07-30/2017-12-29	360.36	435.02	155.44	18.74	2,378.89	2,360.15
ENERG	5588	1995-01-31/2017-12-29	12,382.29	6,995.71	13,771.45	2,292.11	24,700.40	22,408.29
MINE	5564	1995-01-31/2017-12-29	15.66	7.73	13.20	4.82	45.15	40.33
COMM	6463	1991-07-09/2017-12-29	9,934.34	11,322.23	4,518.82	1,078.17	45,095.10	44,016.93
HELTH	5581	1995-01-31-2017-12-29	1,402.63	1,769.98	620.51	47.08	5,957.03	5,909.95
MEDIA	3098	2005-04-01/2017-12-29	55.19	18.21	52.11	24.27	107.22	82.95
PROF	4672	1995-01-31/2017-12-29	223.52	114.00	236.98	61.85	546.49	484.64
TOURISM	1809	2010-08-03/2017-12-29	474.81	145.10	536.94	230.55	802.27	571.72
TRANS	5582	1995-01-31/2017-12-29	128.46	68.73	113.21	32.04	387.58	355.54
ETRON	5587	1995-01-31/2017-12-29	891.32	465.11	723.64	306.74	2,343.26	2,036.52
ICT	2789	2006-07-13/2017-12-29	137.23	58.86	142.38	48.72	270.70	221.98

ตารางที่ 4.2 สถิติพื้นฐานผลตอบแทนดัชนีราคาหมวดธุรกิจ (Industry sector) ตั้งแต่จัดทำถึงปี 2560

Sector	Obs.	Min.	Q. 1	Mean	Q. 3	Max.	Variance	Std.	Skewness	Kurtosis
SET	10474	-0.1606	-0.0053	0.0002	0.0062	0.1135	0.0002	0.0142	-0.1084	9.2376
AGRI	6434	-0.0955	-0.0066	0.0001	0.0067	0.0885	0.0002	0.0136	-0.0022	4.679
FOOD	6434	-0.0973	-0.0056	0.0003	0.0063	0.09	0.0001	0.0116	-0.1639	5.4811
FASHION	3593	-0.0729	-0.0033	0.0001	0.0033	0.0864	0.0001	0.0078	0.1922	14.4162
HOME	2782	-0.1005	-0.005	0.0003	0.006	0.0945	0.0002	0.0128	-0.4824	8.675
PERSON	3424	-0.1093	-0.0055	0.0003	0.0059	0.166	0.0002	0.0149	0.6824	16.4711
BANK	6446	-0.2023	-0.0099	0.0001	0.0095	0.2255	0.0005	0.0219	0.6725	9.5824
FIN	6444	-0.2	-0.011	0.0000	0.0096	0.2253	0.0006	0.025	0.5788	8.8066
INSUR	6430	-0.0932	-0.0042	0.0001	0.0042	0.0721	0.0001	0.0101	0.1988	7.5995
AUTO	2920	-0.0928	-0.0046	0.0004	0.0002	0.066	0.0001	0.0105	-0.4093	6.0318
IMM	2782	-0.2693	-0.0072	0.0000	0.0000	0.122	0.0003	0.0167	-1.7865	30.7359
PAPER	3371	-0.2468	-0.0052	0.0000	0.0007	0.2384	0.0006	0.024	0.5606	27.5284
PETRO	3591	-0.1168	-0.0095	0.0004	.00058	0.1333	0.0004	0.0196	0.0299	4.1912
PKG	5569	-0.1651	-0.0066	0.0001	0.0066	0.1568	0.0003	0.0169	-0.0522	14.1411
STEEL	1700	-0.0888	-0.0074	-0.0004	0.0068	0.0642	0.0002	0.0136	-0.3005	3.6177
CONMAT	3589	-0.1417	-0.0075	0.0003	0.0081	0.0924	0.0002	0.0146	-0.1189	6.0055
CONS	739	-0.0551	-0.0072	-0.0002	0.0074	0.0681	0.0002	0.0132	-0.1862	2.3963
PF.REIT	1806	-0.0408	-0.0014	0.0003	0.0002	0.0281	0.0000	0.0043	-1.0408	14.0988
PROP	6430	-0.9325	-0.0096	-0.0002	0.0094	0.1705	0.0005	0.0231	-10.074	414.1064
ENERG	5573	-0.173	-0.0088	0.0002	0.0092	0.1395	0.0004	0.0191	0.1539	7.5037
MINE	5529	-0.2464	-0.0127	0.0000	0.011	0.2593	0.0008	0.0281	0.581	10.7607
COMM	6448	-0.1446	-0.0065	0.0003	0.007	0.124	0.0002	0.0147	0.0796	7.9069
HELTH	5559	-0.2385	-0.0065	0.0004	0.0068	0.248	0.0002	0.0154	0.3469	25.8575
MEDIA	3088	-0.161	-0.0068	0.0002	0.0076	0.1556	0.0002	0.0146	-0.3019	17.5056
PROF	4309	-0.2119	-0.0104	0.0000	0.0093	0.3383	0.0007	0.0257	0.6513	15.5607
TOURISM	1806	-0.0957	-0.006	0.0006	0.0075	0.0591	0.0002	0.0133	-0.4848	5.3911
TRANS	5561	-0.1804	-0.0095	0.0001	0.0094	0.2159	0.0005	0.0217	0.4366	11.0232
ETRON	5571	-0.5126	-0.0087	0.0001	0.0087	0.4949	0.0004	0.0208	-0.1056	127.5027
ICT	2778	-0.2343	-0.0074	0.0002	0.0084	0.1463	0.0003	0.0167	-1.1189	22.0742

ตารางที่ 4.3 สถิติพื้นฐานผลตอบแทนหมวดธุรกิจ (Industry Sector) 10 ปี (2550-2560)

Sector	Obs.	Min.	Q. 1	Mean	Q. 3	Max.	Variance	Std.	Skewness	Kurtosis
SET	2423	-0.1109	-0.0047	0.0004	0.0062	0.0755	0.0001	0.0117	-0.4568	7.6474
AGRI	2423	-0.06	-0.0057	0.0005	0.0067	0.0568	0.0001	0.0112	-0.2381	2.7179
FOOD	2423	-0.0684	-0.0034	0.0001	0.0033	0.0689	0.0001	0.0076	0.0824	10.7932
FASHION	2423	-0.1005	-0.0048	0.0004	0.006	0.072	0.0002	0.0126	-0.6221	7.3837
HOME	2423	-0.1065	-0.0054	0.0002	0.0054	0.111	0.0001	0.012	0.1978	10.6696
PERSON	2423	-0.091	-0.0059	0.0006	0.0075	0.0723	0.0002	0.0135	-0.3625	4.5757
BANK	2423	-0.0565	-0.0042	0.0005	0.0051	0.0545	0.0001	0.0097	-0.048	3.5615
FIN	2423	-0.0631	-0.0046	0.0003	0.0054	0.0602	0.0001	0.0103	-0.3447	4.1376
INSUR	2423	-0.1168	-0.0095	0.0005	0.0102	0.0986	0.0004	0.0188	-0.0518	3.6798
AUTO	2423	-0.1004	-0.0063	0.0004	0.0066	0.0999	0.0002	0.0148	0.2286	7.8269
IMM	2423	-0.1109	-0.0047	0.0004	0.0062	0.0755	0.0001	0.0117	-0.4568	7.6474
PAPER	2423	-0.06	-0.0057	0.0005	0.0067	0.0568	0.0001	0.0112	-0.2381	2.7179
PETRO	2423	-0.0684	-0.0034	0.0001	0.0033	0.0689	0.0001	0.0076	0.0824	10.7932
PKG	2423	-0.1005	-0.0048	0.0004	0.006	0.072	0.0002	0.0126	-0.6221	7.3837
STEEL	1700	-0.0888	-0.0074	-0.0004	0.0068	0.0642	0.0002	0.0136	-0.3005	3.6177
CONMAT	2423	-0.1051	-0.0071	0.0003	0.0076	0.0766	0.0002	0.0136	-0.0928	4.1536
CONS	739	-0.0551	-0.0072	0	0.0074	0.0681	0.0002	0.0132	-0.1862	2.3963
PF.REIT	1806	-0.0408	-0.0014	0.0003	0.0021	0.0281	0.0000	0.0043	-1.0408	14.0988
PROP	2423	-0.0974	-0.0065	0.0005	0.008	0.0886	0.0002	0.0144	-0.3338	4.6927
ENERG	2423	-0.1467	-0.0077	0.0003	0.0082	0.0979	0.0002	0.0157	-0.1969	6.2157
MINE	2423	-0.1862	-0.0098	-0.0002	0.0084	0.2593	0.0005	0.0229	0.5556	15.9534
COMM	2423	-0.0753	-0.0051	0.0009	0.007	0.0828	0.0001	0.012	-0.2264	5.0377
HELTH	2423	-0.0776	-0.0059	0.0007	0.0068	0.065	0.0002	0.0123	-0.0066	3.1233
MEDIA	2423	-0.1351	-0.0069	0.0003	0.0076	0.1556	0.0002	0.0145	-0.1068	12.7438
PROF	2423	-0.2119	-0.0113	0.0002	0.0101	0.136	0.0007	0.0255	-0.0853	7.53
TOURISM	1806	-0.0957	-0.006	0.0006	0.0075	0.0591	0.0002	0.0133	-0.4848	5.3911
TRANS	2423	-0.1264	-0.0067	0.0006	0.0084	0.0794	0.0002	0.0149	-0.5512	6.5325
ETRON	2423	-0.0778	-0.0069	0.0003	0.0079	0.0645	0.0002	0.0137	-0.2412	3.0665
ICT	2423	-0.1647	-0.0073	0.0004	0.0083	0.0911	0.0003	0.0158	-0.5015	8.6052

4.2 ความเสี่ยง

การวัดความเสี่ยงของตัวแปรโดยใช้ข้อมูลผลตอบแทน ดำเนินการโดยวัดความเสี่ยงจากข้อมูลผลตอบแทน (Historical) กับ ความเสี่ยงหลังจากปรับปรุงข้อมูลกับแบบจำลอง GARCH (1,1) และ EVT โดยในส่วนนี้แบ่งเป็น 2 ตอนคือ 4.3.1 วัดพารามิเตอร์ตาม GARCH และ EVT และ 4.3.2 นำเสนอผลการวัดความเสี่ยง

4.2.1 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ GARCH และ EVT

การประมาณค่าพารามิเตอร์ตามตัวแบบ GARCH(1,1) คือ โอเมก้า (ω) อัลฟา (α) และ เบต้า (β) โดยทดสอบกับข้อมูล 2 ชุด คือ ข้อมูลผลตอบแทนดัชนีหมวดธุรกิจและตลาดแบบเต็มตัวอย่าง (Full Sampling) และ ข้อมูลผลตอบแทนดัชนีหมวดธุรกิจและตลาด ระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ 2550-2560 ผลการประมาณค่า พารามิเตอร์ สามารถแสดงได้ดัง ดังตารางที่ 4.4

จากตาราง ที่ 4.4 ค่า อัลฟา (α) และ เบต้า (β) ของ ผลตอบแทนดัชนีตลาด (SET) มีค่า 0.18 และ 0.85 อย่างมีนัยสำคัญ 99.9 % ซึ่งค่าอัลฟา และ เบต้า มีค่ารวมกันประมาณ 1 แสดงถึงแบบจำลองสามารถตรวจจับความผันผวน (Volatility) ซึ่งผลการคำนวณของดัชนีหมวดธุรกิจทุกตัวให้ค่าสัมประสิทธิ์ที่มีนัยสำคัญทุกหมวดธุรกิจ ดังนั้น แบบจำลอง GARCH (1,1) สามารถคัดกรองความผันผวนออกจากผลตอบแทนได้อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.4 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ GARCH (1,1) ของผลตอบแทนหมวดธุรกิจ

GARCH (1,1): $\sigma_t^2 = \omega + \alpha\epsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2$

	Full sample					10 Years				
	Obs	**Mu**	**Omega**	**Alpha**	**Beta**	**Obs**	**Mu**	**Omega**	**Alpha**	**Beta**
SET	10474	0.00***	0.00***	0.18***	0.85***	2423	0.00***	0.000**	0.13***	0.866***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)
AGRI	6434	0.00***	0.00***	0.12***	0.85***	2423	0.00	0.00**	0.030***	0.876***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)		(0.00)	(0.00)	(0.016)	(0.0213)
FOOD	6434	0.00***	0.00***	0.10	0.87***	2423	0.00**	0.00**	0.085***	0.89***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)		(0.00)	(0.00)	(0.0139)	(0.0186)
FASHION	3593	0.00***	0.00***	0.04***	0.95***	2423	0.00	0.00***	0.114***	0.866***
		(0.00)	(0.00)	0.00)	0.00)		(0.00)	0.00)	(0.013)	(0.014)
HOME	2782	0.00***	0.00***	0.17***	0.76***	2423	0.00*	0.00***	0.190***	0.735***
		(0.00)	(0.00)	(0.02)	(0.03)		(0.00)	(0.00)	(0.020)	(0.023)
PERSON	3424	0.00***	0.00***	0.11***	0.84***	2423	0.00*	0.00***	0.139***	0.599***
		(0.00)	(0.00)	(0.02)	(0.03)		(0.00)	(0.00)	(0.0293)	(0.085)
BANK	6446	0.00***	0.00***	0.09***	0.91***	2423	0.00**	0.00**	0.114***	0.875***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)		(0.00)	(0.00)	(0.014)	(0.015)
FIN	6444	0.00***	0.00***	0.014***	0.855***	1782	0.00***	0.00***	0.175***	0.772***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.009)		(0.00)	(0.00)	(0.022)	(0.027)
INSUR	6430	0.00***	0.00***	0.09***	0.90***	2423	0.00**	0.00**	0.076***	0.897***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.02)		(0.00)	(0.00)	(0.013)	0.019)
AUTO	2920	0.00***	0.00***	0.165***	0.691***	2423	0.00**	0.00**	0.139***	0.794***
		(0.00)	(0.00)	(0.024)	(0.050)		(0.00)	0.00)	(0.021)	(0.034)
IMM	2782	0.00***	0.00***	0.162***	0.016***	2423	0.00	0.00***	0.110***	0.883***
		(0.00)	(0.00)	(0.0184)	(0.02)		(0.00)	(0.00)	(0.0159)	(0.0166)
PAPER	3371	0.00***	0.00***	0.098***	0.012***	2423	0.00	0.00***	0.096***	0.781***
		(0.00)	(0.00)	(0.012)	(0.023)		(0.00)	(0.00)	0.013	0.025
PETRO	3591	0.00***	0.00***	0.07***	0.91***	2423	0.00*	0.00**	0.091***	0.901***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)		(0.00)	(0.00)	(0.011)	(0.012)
PKG	5569	0.00***	0.00***	0.15***	0.76***	2423	0.00*	0.00***	0.212***	0.694***
		(0.00)	(0.00)	0.03)	0.04)		(0.00)	(0.00)	(0.031)	(0.042)
STEEL	1700	0.00***	0.00***	0.09***	0.91***	1782	0.00***	0.00***	0.09***	0.91***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)
CONMAT	3589	0.00	0.00***	0.08***	0.89***	2423	0.00	0.00**	0.098***	0.87***
		(0.00)	0.00)	0.02)	0.02)		(0.00)	(0.00)	(0.015)	(0.021)
CONS	739	0.00	0.00	0.07***	0.91***	739	0.00	0.00	0.07***	0.91***
		(0.00)	(0.00)	(0.02)	(0.02)		(0.00)	(0.00)	(0.02)	(0.02)
PF&REIT	1806	0.00***	0.00***	0.23***	0.65***	1806	0.00***	0.00***	0.23***	0.65***
		(0.00)	(0.00)	(0.03)	0.04)		(0.00)	(0.00)	0.03)	0.04)

*** p < 0.001, ** p < 0.01, * p < 0.05 ( ) Pr (>|t|)

φ, α, β parameter

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

GARCH (1,1): $\sigma_t^2 = \omega + \alpha\epsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2$

	Full sample					10 Years				
	Obs	**Mu**	**Omega**	**Alpha**	**Beta**	**Obs**	**Mu**	**Omega**	**Alpha**	**Beta**
PROP	6429	0.00***	0.00***	0.17***	0.82***	2423	0.00	0.00***	0.126***	0.865***
		(0.00)	(0.00)	(0.00)	0.00)		(0.00)	(0.00)	(0.0148)	(0.0145)
ENERG	5573	-0.00	0.00***	0.09***	0.90***	2425	0.00**	0.00**	0.0967***	0.897***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)		(0.00)	(0.00)	(0.011)	(0.012)
MINE	5529	0.00	0.00	0.11***	0.88***	2423	-0.00	0.00***	0.128***	0.749***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.02)		(0.00)	(0.00)	(0.0198)	(0.030)
COMM	6448	0.00***	0.00***	0.09***	0.91***	2423	0.00	0.00	0.130***	0.765***
		(0.00)	(0.00)	0.91)	0.01)		(0.00)	(0.00)	(0.018)	(0.03)
HELTH	5559	0.00***	0.00***	0.08***	0.90***	2423	0.00***	0.00***	0.11***	0.82***
		(0.00)	(0.00)	0.01)	0.02)		(0.00)	(0.00)	0.02)	0.03)
MEDIA	3088	0.00*	0.00***	0.17***	0.74***	2423	0.00	0.00***	0.180***	0.755***
		(0.00)	(0.00)	0.02)	0.03)		(0.00)	(0.00)	(0.023)	(0.030)
PROF	4309	0.00	0.00***	0.12***	0.88***	2423	0.00	0.00***	0.094***	0.893***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)		(0.00)	(0.00)	(0.012)	(0.012)
Tourism	1806	0.00*	0.00*	0.05***	0.95***	1806	0.00*	0.00*	0.05***	0.95***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)
TRANS	5561	0.00**	0.00***	0.07***	0.93***	2423	0.00***	0.00***	0.136***	0.872***
		(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.01)		(0.00)	(0.00)	(0.016)	(0.018)
ETRON	5571	0.00	0.00	0.05***	0.95***	2423	0.00*	0.00***	0.113***	0.832***
		(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)		(0.00)	(0.00)	(0.0171)	(0.0267)
ICT	2778	0.00**	0.00***	0.15***	0.69***	2423	0.00	0.00**	0.104***	0.873***
		(0.00)	(0.00)	0.02)	0.04)		(0.00)	(0.00)	(0.015)	(0.020)

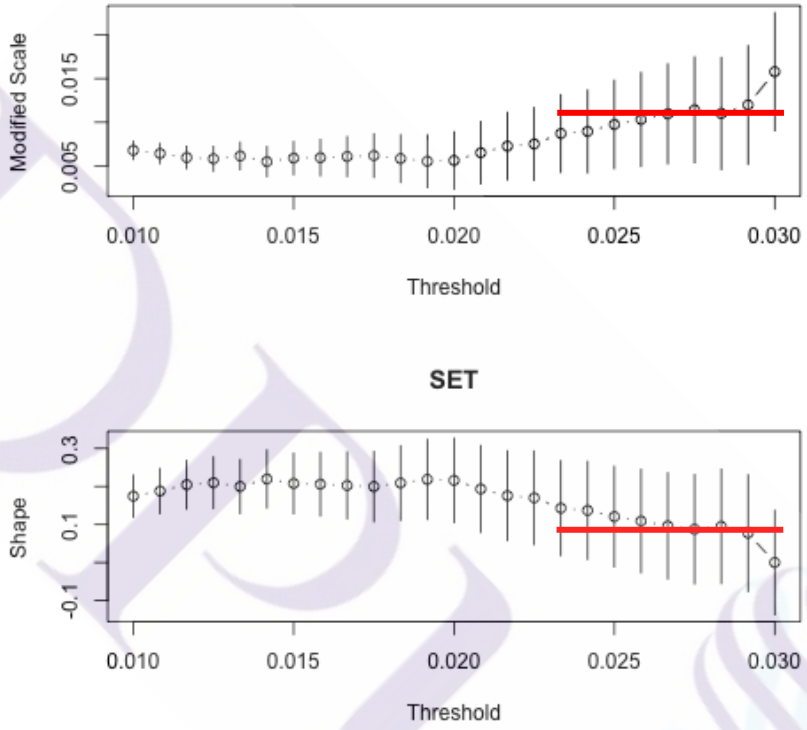
*** p < 0.001, ** p < 0.01, * p < 0.05 ( ) Pr (>|t|)

φ, α, β parameter

ผลตอบแทนตลาดและหมวดธุรกิจมาปรับความผันผวนด้วยแบบจำลอง GARCH (1,1) สามารถนำมาใช้ ประมาณการค่าพารามิเตอร์ตามแบบจำลอง EVT โดยใช้ตัวอย่างแบบ Full Sampling และ ตัวอย่าง 10 ปี (2007-2017) ได้ตาม ตารางที่ 4.5

ในการประมาณการค่าพารามิเตอร์ จะต้องกำหนดค่าวิกฤตที่ทำให้ค่าพารามิเตอร์มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น ค่าวิกฤตของแต่ละหมวดธุรกิจจึงมีความแตกต่างกัน โดยแนวทางในการคัดเลือกค่าวิกฤต (Threshold) จะพิจารณาจากกราฟค่าวิกฤต (Threshold Choice Plot) โดยพิจารณาค่าวิกฤตมากที่สุดที่ทำให้พารามิเตอร์ไม่ผันแปรตามค่าวิกฤต หรือ เป็นเส้นตรงขนานแกน Y

จากภาพที่ 4.1 กราฟแสดงการคัดเลือกค่าวิกฤตของ SET ของข้อมูลแบบ Full Sampling ที่ระดับค่าวิกฤต 0.026 ค่า Modified Scale และ Shape ไม่เปลี่ยนแปลง โดยเมื่อนำค่าวิกฤตไปประมาณการพารามิเตอร์ EVTแล้วได้ค่าดัชนีส่วนหาง (Shape Parameter) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.1131 (0.0325)



ภาพที่ 4.1 การคัดเลือกค่าวิกฤตของดัชนีผลตอบแทนตลาด

จากข้อมูลการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามแบบจำลอง EVT โดยใช้ตัวอย่างทั้งหมด (Full Sampling) นั้น ที่ระดับค่าวิกฤต (Threshold) ของแต่ละหมวดธุรกิจและตลาด พบว่าข้อมูลผลตอบแทนตลาด (SET Returns) จำนวน 10474 วัน ที่ระดับค่าวิกฤต 0.026 หรือ 2.6 % มีวันที่ผลตอบแทนมากกว่าค่าวิกฤต 310 วัน ค่าดัชนีส่วนหาง (Tail Index) หรือ Shape Parameter (Xi: ξ) เท่ากับ 0.1131 ค่าสเกล Sigma (σ) 0.0088 และค่าโลเคชั่น (Location) -0.012 โดยผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ตาม EVT ของ 28 หมวดธุรกิจเป็นไปตามตารางที่ 4.6

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์พบว่าหมวดธุรกิจจำนวน 24 หมวดธุรกิจมีค่าพารามิเตอร์ที่มีความน่าเชื่อถือที่ระดับนัยสำคัญ 95 % อีก 4 หมวดธุรกิจ ได้แก่ STEEL CONS PF&REIT และ TOURISM มีค่าพารามิเตอร์ของ EVT ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

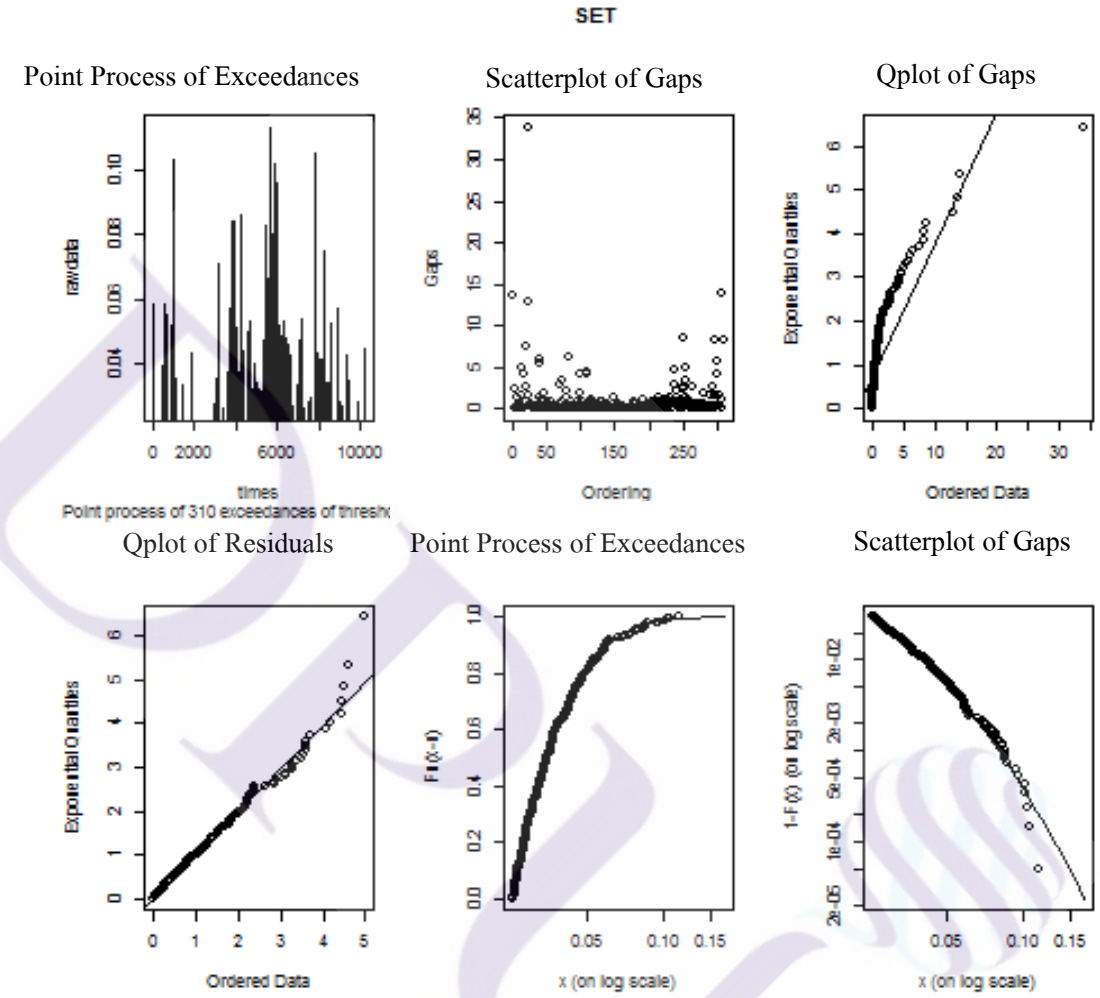
สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ EVT โดยใช้ข้อมูลระยะเวลา 10 ปี (2550-2560) พบว่า เมื่อกำหนดระดับค่าวิกฤต (Theshold) เท่ากับค่าวิกฤตที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อมูลแบบเต็มตัวอย่าง (Full Sampling) แล้ว พบว่า จำนวนหมวดธุรกิจที่มีค่าพารามิเตอร์มีนัยสำคัญทางสถิติตาม EVT เท่ากับ 8 หมวดธุรกิจ คือ FASHION HOME PERSON BANK FIN IMM PAPER PKG โดยมีค่าสถิติแสดงในตารางที่ 4.5 เช่น FASHSION ดัชนีส่วนหาง (Xi: ξ) เท่ากับ 0.2088 (0.0393) สเกลพารามิเตอร์ (σ) เท่ากับ 0.0030 (0.0003) และ โลเคชั่น พารามิเตอร์ (Location) เท่ากับ -.0013 (0.0009) HOME ดัชนีส่วนหาง (Xi: ξ) เท่ากับ 0.1249 (0.0421) สเกลพารามิเตอร์ (σ) เท่ากับ 0.0061 (0.0007) และ โลเคชั่น พารามิเตอร์ (Location) เท่ากับ -.0035 (0.0013) โดยค่าดัชนีส่วนหาง (Shape Parameter) มีค่าต่ำกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการใช้ข้อมูลแบบเต็มตัวอย่าง (Full Sampling)

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ตาม EVT ที่มีจำนวนหมวดธุรกิจที่ค่าสถิติมีนัยสำคัญลดลงเป็นเพราะ จำนวนตัวอย่างที่มีค่ามากกว่าค่าวิกฤต (Threshold) มีไม่มากพอในการเป็นตัวแทนที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ตาม EVT

ภาพที่ 4.1 ได้แสดงถึงผลตอบแทนตลาดก่อนและหลังปรับด้วยพารามิเตอร์ดัชนีส่วนหางโดย กราฟที่ 1 (Point Process of Exceedances) และ กราฟที่ 2 (Scatterplot of Gaps) แสดงข้อมูลดิบและข้อมูลที่มากกว่าค่าวิกฤตที่กระจายอยู่ทุกช่วงเวลา กราฟที่ 3 (Qplot of Gaps) แสดงการเบี่ยงเบนของค่าจริงจากการกระจายแบบปกติ โดยเมื่อปรับตัวตัวแบบ EVT แล้ว การกระจายของตัวอย่างจะสอดคล้องกับการกระจายตาม EVT

จาก กราฟที่ 4 จะเห็นว่ารูปแบบการกระจายสอดคล้องกับกระจายตามทฤษฎีเอ็กซ์ทรีมและเมื่อนำผลการประมาณค่าเทียบกับฟังก์ชั่นการกระจาย (F_u (x-u)) แล้วพบการประมาณค่าพารามิเตอร์ มีค่าใกล้เคียงกับทฤษฎี (กราฟที่ 5 ค่า x กับ F_u (x-u) และ กราฟที่ 6 ค่า x กับ $1-F_u(x-u)$) โดยกราฟแสดงผลการประมาณค่าตาม EVT ของหมวดธุรกิจแสดงไว้ในภาคผนวก

ดังนั้น เมื่อสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ตาม EVT ของตัวแปรผลตอบแทนดัชนีและหมวดธุรกิจตามแบบจำลอง GARCH-EVT สามารถคำนวณความเสี่ยง (Risk) ในขั้นตอนต่อไปตามหัวข้อ 4.3.2



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงผลประมาณค่า EVT ผลตอบแทนดัชนีตลาด (SET) ข้อมูล Full Sampling

ตารางที่ 4.5 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ GARCH (1,1)-EVT ของผลตอบแทนหมวดธุรกิจ

Generalized Pareto Distribution (GPD): $F(y|r>u)=1-(1+\xi\frac{y}{\sigma_u})^{-\frac{1}{\xi}}$

	Full Sampling						10 ปี					
	Obs	**μ**	**Y**	**Shape**	**Scale**	**location**	**Obs**	**μ**	**y**	**Shape**	**Scale**	**location**
SET	10474	0.026	310	0.1131*	0.0088	- 0.0120	2423	0.026	44	0.0129	0.0099	-0.0149
				(0.0325)	(0.0011)	(0.0030)				(0.0755)	(0.0032)	(0.0080)
AGRI	6434	0.011	988	0.0528*	0.0086	-0.0059	2423	0.011	351	-0.0393	0.0104	-0.0083
				(0.0246)	(0.0006)	(0.0008)				(0.0411)	(0.0012)	(0.0016)
FOOD	6434	0.017	366	0.1235*	0.0052	-0.0009	2423	0.017	126	0.0356	0.0063	-0.0025
				(0.0263)	(0.0004)	(0.0009)				(0.0437)	(0.0008)	(0.0017)
FASHION	3593	0.012	159	0.2577*	0.0025	0.0001	2423	0.012	108	0.2088	0.0030	-0.0013
				(0.0305)	(0.0001)	(0.0006)				(0.0393)	(0.0003)	(0.0009)
HOME	2782	0.013	270	0.1945*	0.0048	-0.0013	2423	0.013	233	0.1249	0.0061	-0.0035
				(0.0374)	(0.0004)	(0.0009)				(0.0421)	(0.0007)	(0.0013)
PERSON	3424	0.018	214	0.3024*	0.0045	-0.0017	2423	0.018	116	0.2032	0.0047	-0.0016
				(0.0400)	(0.0005)	(0.0015)				(0.0462	(0.0006)	(0.0017)
BANK	6446	0.024	563	0.2328*	0.0084	-0.0036	2423	0.024	129	0.1980	0.0053	0.0031
				(0.0344)	(0.0009)	(0.0019)				(0.0481)	(0.0008)	(0.0020)
FIN	6444	0.021	744	0.1605*	0.0130	-0.0126	2423	0.021	110	0.1011	0.0064	-0.0024
				(0.0350)	(0.0014)	(0.0024)				(0.0504)	(0.0010)	(0.0024)
INSUR	6430	0.015	360	0.1202*	0.0056	-0.0044	2423	0.015	146	0.0688	0.0050	-0.0006
				(0.0275)	(0.0005)	(0.0010)				(0.0399)	(0.0005)	(0.0011)
AUTO	2920	0.014	192	0.0718*	0.0057	-0.0031	2423	0.014	158	-0.0185	0.0077	-0.0066
				(0.0370)	(0.0006)	(0.0012)				(0.0406)	(0.0010)	(0.0018)
IMM	2782	0.028	90	0.2935*	0.0034	0.0078	2423	0.028	75	0.2311	0.0039	0.0071
				(0.0447)	(0.0004)	(0.0018)				(0.0492)	(0.0006)	(0.0021)
PAPER	3371	0.027	201	0.2452*	0.0115	-0.0196	2423	0.027	167	0.2460	0.0121	-0.0189
				(0.0616)	(0.0025)	(0.0063)				(0.0714)	(0.0030)	(0.0070)
PETRO	3591	0.016	568	0.0913*	0.0104	-0.0048	2423	0.016	373	0.0439	0.0111	-0.0057
				(0.0370)	(0.0010)	(0.0015)				(0.0441)	(0.0014)	(0.0020)
PKG	5569	0.018	455	0.2638*	0.0058	-0.0027	2423	0.018	169	0.2370	0.0055	-0.0025
				(0.0324)	(0.0005)	0.0013)				(0.0484)	(0.0008)	(0.0019)
STEEL	1700	0.023	61	-0.0694	0.0135	-0.0170	NA	NA	NA	NA	NA	NA
				(0.0724)	(0.0038)	(0.0074)						

ส่วนเกินค่าวิกฤต(y) = $r_i - \mu$)

ค่าวิกฤต (Threshold level: Mu:μ)

ดัชนีส่วนหาง (shape parameter Xi: ξ)

Scale parameter (Sigma: σ)

Location parameter

( ) standard error, * 95% significant

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

Generalized Pareto Distribution (GPD): $F(y|r>u)=1-(1+\xi\frac{y}{\sigma_u})^{-\frac{1}{\xi}}$

	Full Sampling						10 ปี					
	Obs	**μ**	**y**	**Shape**	**Scale**	**location**	**Obs**	**μ**	**y**	**Shape**	**Scale**	**location**
CONMAT	3589	0.024	179	0.2084*	0.0041	0.0071	2423	0.024	100	0.0948	0.0062	0.0011
				(0.0355)	(0.0004)	(0.0011)				(0.0486)	(0.0010)	(0.0023)
CONS	739	0.022	32	0.0679	0.0062	0.0002	NA	NA	NA	NA	NA	NA
				(0.0844)	(0.0017)	(0.0038)						
PF.REIT	1806	0.023	3	0.1928*	0.0005	0.0171	NA	NA	NA	NA	NA	NA
				(0.0659)	(0.0000)	(0.0013)						
PROP	6429	0.01	1465	0.1454*	0.0094	-0.0055	2423	0.01	430	0.1191	0.0065	-0.0025
				(0.0245)	(0.0005)	(0.0007)				(0.0368)	(0.0006)	(0.0008)
ENERG	5573	0.026	329	0.2744*	0.0055	0.0023	2423	0.026	102	0.0730	0.0089	-0.0058
				(0.0345)	(0.0006)	(0.0016)				(0.0588)	(0.0019)	(0.0043)
MINE	5529	0.027	585	0.1157*	0.0168	-0.0160	2423	0.027	191	0.1482	0.0120	-0.0101
				(0.0358)	(0.0019)	(0.0034)				(0.0564)	(0.0023)	(0.0047)
COMM	6448	0.026	208	0.2155*	0.0055	-0.0018	2423	0.026	51	0.0811	0.0062	-0.0019
				(0.0348)	(0.0006)	(0.0021)				(0.0574	(0.0013)	(0.0037)
HELTH	5559	0.026	226	0.1510*	0.0073	-0.0042	2423	0.026	60	-0.1559)	0.0187	-0.0267
				(0.0368)	(0.0009)	(0.0025)				(0.0718)	(0.0057)	(0.0103)
MEDIA	3088	0.025	89	0.2736*	0.0036	0.0037	2423	0.025	80	0.2271	0.0042	0.0035
				(0.0436)	(0.0004)	(0.0019)				(0.0488)	(0.0006)	(0.0021)
PROF	4309	0.025	424	0.2088*	0.0113	-0.0087	2423	0.025	260	0.0437	0.0189	-0.0194
				(0.0453)	(0.0016)	(0.0031)				(0.0623)	(0.0038)	(0.0061)
TOURISM	1806	0.008	399	0.0520	0.0074	-0.0037	NA	NA	NA	NA	NA	NA
				(0.0409)	(0.0007)	(0.0009)						
TRANS	5561	0.011	1183	0.2011*	0.0089	-0.0052	2423	0.011	403	0.0855	0.0073	-0.0032
				(0.0282)	(0.0006)	(0.0008)				(0.0372)	(0.0007)	(0.0010)
ETRON	5571	0.027	305	0.3059	0.0047	0.0051	2423	0.027	61	-0.0199	0.0098	-0.0078
				(0.0326)	(0.0004)	(0.0014)				(0.0644)	(0.0025)	(0.0054)
ICT	2778	0.023	151	0.1546	0.0067	-0.0017	2423	0.023	131	0.0409	0.0102	-0.0085
				(0.0465)	(0.0010)	(0.0024)				(0.0536)	(0.0019)	(0.0039)

ส่วนเกินค่าวิกฤต (y) = $r_i - \mu$)

ค่าวิกฤต (Threshold level: Mu:μ)

ดัชนีส่วนหาง (Shape parameter Xi: ξ)

Scale parameter (Sigma: σ)

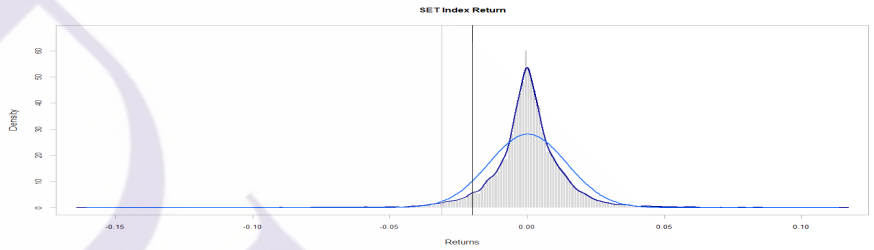
Location Parameter

( ) standard error, * 95% significant

4.2.2 การวัดค่าความเสี่ยง (Risk Measure)

การวัดความเสี่ยงแบบตัวแปรเดียว (Univariate) ดำเนินการกับข้อมูล 2 ชุด คือ ข้อมูลเต็มตัวอย่างตั้งแต่จัดทำดัชนี (Full sampling) กับข้อมูลช่วง 10 ปี (2007-2017)

ความเสี่ยงเมื่อวัดจากการกระจายโดยใช้ข้อมูลเต็ม (Full Sampling) พบว่าความเสี่ยงที่ความเสี่ยง (VaR) ที่ระดับ 95% ของตลาด มีค่าเท่ากับ 0.021 ค่าความเสี่ยง cVaR มีค่า 0.033 เทียบกับความเสี่ยงที่วัดจาก GARCH(1,1)-EVT พบว่ามูลค่าที่ความเสี่ยง (VaR) ที่ระดับ 95% มีค่าเท่ากับ 0.193 และ cVaR มีค่าเท่ากับ 0.332 โดยค่าความเสี่ยงที่ได้รับจะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก



ภาพที่ 4.3 การกระจายของผลตอบแทนตลาด

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ตาม EVT ของ ผลตอบแทนตลาด และ 28 หมวดธุกิจ พบว่า ค่าพารามิเตอร์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำนวน 23 หมวดธุรกิจ และ ผลตอบแทนตลาด (SET) และ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำนวน 5 หมวดธุรกิจ คือ บริการรับเหมาก่อสร้าง (CONS) ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (ETRON) การท่องเที่ยวและสันทนาการ (TOURISM) เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เหล็ก (STEEL)

หมวดธุรกิจมีค่าความเสี่ยงเพิ่มขึ้น เช่น BANK VaR 95% และ cVaR 95% (Historical) เท่ากับ 0.31 และ 0.48 ตามลำดับ ขณะที่ VaR 95% และ cVaR 95% (GARCH-EVT) เท่ากับ 0.328 และ 0.548 ตามลำดับ โดยผลของการวัดความเสี่ยง จากวิธี GARCH-EVT ที่มีนัยสำคัญทางสถิติและมีค่าเพิ่มขึ้น 16 หมวดธุรกิจ ได้แก่ FASHION PERSON BANK FIN INSUR PAPER PETRO PKG CONMAT PF.REIT ENERG MINE COMM HELTH PROF TRANS

ผลการวัดความเสี่ยงของข้อมูล 10 ปี (2550-2560) พบว่า ความเสี่ยงจากวิธี GARCH-EVT สอดคล้องกับข้อมูลแบบ Full Sampling ยกเว้น BANK แต่เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ EVTไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ การวัดความเสี่ยงด้วย GARCH-EVT จึงควรคัดหมวดธุรกิจที่มีตัวอย่างให้มากพอให้สามารถสรุปผลของการใช้แบบจำลองได้

ตารางที่ 4.6 มูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk: VaR) มูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (cVaR) ผลตอบแทนหมวดธุรกิจ และ ผลตอบแทนตลาด

Industry	Obs.	Full Sampling								Obs.	10 Years (2007-2017)							
		Historical				GARCH-EVT					Historical				GARCH-EVT			
		VaR		cVaR		VaR		cVaR			VaR		cVaR		VaR		cVaR	
		0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99		0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99
SET	10474	.021	.039	.033	.058	.0193	.0411	.0332	.0577	2423	.017	.032	.028	.045	0.015	0.032	0.025	0.043
AGRI	6434	.020	.046	.031	.050	.0219	.0388	.0325	.0503	2423	.020	.036	.030	.047	0.021	0.035	0.029	0.043
FOOD	6434	.017	.033	.027	.044	.018	.0314	.0266	.0419	2423	.016	.033	.026	.040	0.017	0.028	0.024	0.036
FASHION*	3593	.010	.020	.017	.030	.0113	.0221	.0186	.0331	2423	.010	.020	.017	.029	0.011	0.022	0.018	0.032
HOME	2782	.018	.039	.031	.055	.0184	.0348	.0292	.0496	2423	.018	.039	.032	.054	0.018	0.034	0.028	0.046
PERSON*	3424	.019	.040	.034	.061	.0204	.0437	.0365	.0699	2423	.017	.031	.027	.046	0.017	0.033	0.028	0.048
BANK*	6446	.031	.057	.048	.077	.0328	.0658	.0548	.0978	2423	.023	.038	.033	.053	0.024	0.042	0.036	0.059
FIN*	6444	.036	.068	.057	.091	.0375	.0761	.0625	.1086	2423	.020	.037	.032	.054	0.020	0.035	0.029	0.046
INSUR*	6430	.014	.027	.023	.038	.0159	.0302	.0251	.0414	2423	.014	.027	.022	.035	0.016	0.026	0.022	0.034
AUTO	2920	.015	.031	.025	.041	.0159	.0279	.0235	.0364	2423	.015	.031	.024	.040	0.015	0.027	0.023	0.034
IMM	2782	.024	.049	.040	.074	.0242	.0411	.0358	.0597	2423	.023	.050	.039	.072	0.024	0.039	0.034	0.054
PAPER*	3371	.027	.061	.051	.113	.0311	.0783	.0628	.1253	2423	.027	.072	.057	.126	0.034	0.084	0.068	0.134
PETRO*	3591	.029	.063	.043	.071	.0309	.0545	.0459	.0718	2423	.028	.046	.041	.066	0.029	0.051	0.043	0.065
PKG*	5569	.022	.046	.039	.074	.0239	.0497	.0414	.0764	2423	.019	.041	.033	.059	0.021	0.043	0.036	0.065
STEEL	1700	.022	.040	.033	.052	.0194	.0361	.0296	.0452	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CONMAT*	3589	.021	.036	.031	.052	.024	.0385	.0336	.0519	2423	.020	.035	.030	.049	0.022	0.036	0.031	0.047
CONS	739	.022	.038	.031	.046	.0209	.0339	.0291	.0431	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

* หมวดธุรกิจที่ค่าความเสี่ยง VaR 95% และ cVaR (ES) 95% จากแบบจำลองความเสี่ยง GARCH-EVT เท่ากับหรือมากกว่าแบบจำลองความเสี่ยง Historical และดัชนีส่วนหาง (Shape Parameter) มีนัยสำคัญทางสถิติ

หมายเหตุ. ความเสี่ยงส่วนหางมีค่าติดลบ (-) แสดงในตารางเป็นค่าสัมบูรณ์ (Absolute Value)

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

Industry	Obs.	Full Sampling								Obs.	10 Years (2007-2017)							
		Historical				GARCH-EVT					Historical				GARCH-EVT			
		VaR		cVaR		VaR		cVaR			VaR		ES		VaR		cVaR	
		0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99		0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99	0.95	0.99
PF&REIT*	1806	.005	.012	.010	.020	.019	.0206	.02	.022	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PROP	6430	.031	.054	.049	.087	.0298	.0562	.0468	.0777	2423	.022	.041	.0412	.055	0.020	0.037	0.031	0.050
ENERG*	5573	.028	.050	.043	.069	0.028	0.0535	0.045	0.080	2423	.023	.041	.036	.056	0.024	0.043	0.036	0.056
MINE*	5529	.040	.077	.063	.105	0.044	0.086	0.070	0.118	2423	.031	.059	.051	.092	0.035	0.069	0.057	0.097
COMM*	6448	.021	.043	.034	.058	0.021	0.0413	0.034	0.06	2423	.016	.032	.027	.047	0.019	0.032	0.027	0.042
HELTH*	5559	.021	.040	.033	.055	0.023	0.0446	0.037	0.061	2423	.018	.032	.027	.043	0.018	0.034	0.028	0.042
MEDIA	3088	.019	.037	.033	.060	0.020	0.0365	0.031	0.053	2423	.020	.040	.033	.058	0.021	0.037	0.032	0.052
PROF*	4309	.033	0.070	.059	.104	0.038	0.0787	0.065	0.115	2423	.035	.068	.059	.100	0.041	0.077	0.063	0.101
TOURISM	1806	.019	.036	.031	.052	0.020	0.035	0.029	0.045	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
TRANS*	5561	.031	.059	.050	.082	0.031	0.0626	0.052	0.090	2423	.022	.042	.035	.059	0.021	0.038	0.032	0.050
ETRON*	5571	.027	.049	.043	.079	0.028	0.0524	0.044	0.08	2426	.0223	.043	.0358	.0435	0.020	0.035	0.029	0.044
ICT	2778	.024	.043	.038	.067	0.023	0.0434	0.036	0.059	2424	.023	.043	.036	.060	0.023	0.043	0.035	0.055

* หมวดธุรกิจที่ค่าความเสี่ยง VaR 95% และ cVaR (ES) 95%, VaR 99% และ cVaR 99% จากแบบจำลองความเสี่ยง GARCH-EVT เท่ากับหรือมากกว่าแบบจำลองความเสี่ยง Historical และ ดัชนีส่วนหาง (Shape Parameter) มีนัยสำคัญทางสถิติ

หมายเหตุ. ความเสี่ยงส่วนหางมีค่าติดลบ (-) แสดงในตารางเป็นค่าสัมบูรณ์ (Absolute Value)

4.3 ความสัมพันธ์ (Dependence)

4.3.1 ความสัมพันธ์ (Correlation)

ความสัมพันธ์ของผลตอบแทนของดัชนีหมวดธุรกิจและดัชนีหลักทรัพย์ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างหมวดธุรกิจ และดัชนีตลาดหลักทรัพย์มีค่ามากกว่า 0.5 มีจำนวน 17 หมวดธุรกิจ (ตารางที่ 4.3) ความสัมพันธ์มีค่าต่ำกว่า 0.5 มีจำนวน 7 หมวดธุรกิจ โดยหมวดธุรกิจที่มีความสัมพันธ์สูงสุด คือ หมวดพลังงาน (ENERG) มีค่าความสัมพันธ์ เท่ากับ 0.9

ความสัมพันธ์ของผลตอบแทนหมวดธุรกิจกับผลตอบแทนตลาดหลักทรัพย์มีค่าต่ำสุด คือ หมวดกระดาษ (PAPER) มีค่าความสัมพันธ์ เท่ากับ 0.13

หมวดธุรกิจที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด คือ กลุ่ม BANK กับ ENERG ค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.71และ BANK กับ PROP ค่าความสัมพันธ์ เท่ากับ 0.74 ตามลำดับ

ส่วนหมวดที่มีความสัมพันธ์ต่ำสุด คือ PAPER โดยค่าความสัมพันธ์ต่ำกับ FASHION ค่าความสัมพันธ์ต่ำสุด 0.06 และค่าความสัมพันธ์สูงสุดในหมวด คือ ICT และIMM ความสัมพันธ์ต่ำสุด 0.13

ความสัมพันธ์ของหมวดธุรกิจในอุตสาหกรรมเดียวกันส่วนมากมีค่าน้อยกว่าความสัมพันธ์ของหมวดธุรกิจกับดัชนีตลาดหลักทรัพย์ เช่น อุตสาหกรรมการเงิน ประกอบด้วย ธนาคาร (BANK) สถาบันการเงิน (FIN) และประกัน (INSUR) ความสัมพันธ์ระหว่าง กลุ่ม ธนาคาร (BANK) กับสถาบันการเงิน (FIN) ธนาคาร (BANK) กับ ประกัน (INSUR) และ สถาบันการเงิน (FIN) กับประกัน (INSUR) เท่ากับ 0.64 0.41 และ 0.43 แต่ความสัมพันธ์ระหว่าง ธนาคารกับดัชนีตลาด สถาบันการเงินกับดัชนีตลาด และ ประกันกับดัชนีตลาด เท่ากับ 0.88 0.76 และ 0.49 ตามลำดับ

ส่วนกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กับตลาดต่ำกว่า ค่า 0.5 คือ FASHION ค่าความสัมพันธ์ เท่ากับ 0.37 PERSON ค่าความสัมพันธ์ เท่ากับ 0.32 PAPER ค่าความสัมพันธ์ เท่ากับ 0.13 PF&REIT ค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.38 MINE ค่าความสัมพันธ์ เท่ากับ 0.43 และ PROF ค่าความสัมพันธ์ เท่ากับ 0.44

ตารางที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของหมวดธุรกิจ (Sector Index Returns Correlation)

	SET	AGRO		CONSUMP			FINCIAL			INDUS					
Ticker	SET	AGRI	FOOD	FASHION	HOME	PERSON	BANK	FIN	INSUR	AUTO	IMM	PAPER	PETRO	PKG	STEEL
SET	1.0	0.56	0.7	0.37	0.47	0.32	0.88	0.76	0.49	0.53	0.6	0.13	0.76	0.51	0.54
AGRI	0.56	1.0	0.49	0.29	0.37	0.26	0.46	0.49	0.35	0.41	0.41	0.13	0.45	0.43	0.43
FOOD	0.7	0.49	1.0	0.26	0.4	0.28	0.58	0.57	0.44	0.43	0.46	0.16	0.52	0.43	0.44
FASHION	0.37	0.29	0.26	1.0	0.26	0.19	0.31	0.31	0.21	0.28	0.31	0.06	0.25	0.26	0.28
HOME	0.47	0.37	0.4	0.26	1.0	0.23	0.38	0.45	0.33	0.41	0.42	0.1	0.35	0.36	0.43
PERSON	0.32	0.26	0.28	0.19	0.23	1.0	0.25	0.29	0.22	0.26	0.27	0.11	0.24	0.24	0.27
BANK	0.88	0.46	0.58	0.31	0.38	0.25	1.0	0.64	0.41	0.43	0.49	0.1	0.61	0.42	0.41
FIN	0.76	0.49	0.57	0.31	0.45	0.29	0.64	1.0	0.43	0.51	0.52	0.15	0.55	0.44	0.5
INSUR	0.49	0.35	0.44	0.21	0.33	0.22	0.41	0.43	1.0	0.39	0.34	0.09	0.36	0.35	0.32
AUTO	0.53	0.41	0.43	0.28	0.41	0.26	0.43	0.51	0.39	1.0	0.42	0.11	0.42	0.41	0.43
IMM	0.6	0.41	0.46	0.31	0.42	0.27	0.49	0.52	0.34	0.42	1.0	0.13	0.43	0.41	0.46
PAPER	0.13	0.13	0.16	0.06	0.1	0.11	0.1	0.15	0.09	0.11	0.13	1.0	0.08	0.12	0.19
PETRO	0.76	0.45	0.52	0.25	0.35	0.24	0.61	0.55	0.36	0.42	0.43	0.08	1.0	0.42	0.38
PKG	0.51	0.43	0.43	0.26	0.36	0.24	0.42	0.44	0.35	0.41	0.41	0.12	0.42	1.0	0.46
STEEL	0.54	0.43	0.44	0.28	0.43	0.27	0.41	0.5	0.32	0.43	0.46	0.19	0.38	0.46	1.0
CONMAT	0.78	0.43	0.53	0.29	0.36	0.25	0.67	0.6	0.38	0.41	0.47	0.1	0.62	0.39	0.4
CONS	0.74	0.48	0.58	0.36	0.5	0.23	0.53	0.55	0.36	0.44	0.54	0.36	0.46	0.51	0.49
PF&REIT	0.38	0.28	0.3	0.17	0.25	0.21	0.29	0.35	0.29	0.32	0.26	0.07	0.22	0.25	0.26
PROP	0.85	0.5	0.66	0.34	0.47	0.31	0.74	0.72	0.49	0.53	0.55	0.14	0.6	0.48	0.52
ENERG	0.9	0.47	0.56	0.32	0.38	0.26	0.71	0.62	0.37	0.42	0.5	0.09	0.73	0.4	0.41
MINE	0.43	0.32	0.34	0.23	0.25	0.18	0.33	0.38	0.21	0.29	0.3	0.1	0.36	0.27	0.26
COMM	0.67	0.43	0.56	0.26	0.36	0.26	0.54	0.51	0.4	0.4	0.42	0.09	0.47	0.4	0.4
HELTH	0.54	0.31	0.44	0.23	0.31	0.23	0.44	0.46	0.37	0.36	0.39	0.11	0.34	0.34	0.36
MEDIA	0.63	0.38	0.49	0.27	0.36	0.23	0.53	0.52	0.39	0.41	0.42	0.13	0.43	0.38	0.4
PROF	0.44	0.31	0.34	0.22	0.32	0.18	0.35	0.4	0.24	0.29	0.41	0.11	0.3	0.33	0.34
TRANS	0.77	0.46	0.58	0.3	0.39	0.28	0.65	0.65	0.42	0.48	0.49	0.11	0.57	0.44	0.45
ETRON	0.57	0.37	0.44	0.26	0.31	0.21	0.47	0.47	0.34	0.38	0.4	0.11	0.44	0.33	0.33
ICT	0.68	0.36	0.44	0.23	0.33	0.24	0.53	0.5	0.31	0.37	0.39	0.13	0.43	0.34	0.36

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

	PROPCON				RESORRC		SERVIC					TECH	
Ticker	CONMAT	CONS	PF&REIT	PROP	ENERG	MINE	COMM	HELTH	MEDIA	PROF	TRANS	ETRON	ICT
SET	0.78	0.74	0.38	0.85	0.9	0.43	0.67	0.54	0.63	0.44	0.77	0.57	0.68
AGRI	0.43	0.48	0.28	0.5	0.47	0.32	0.43	0.31	0.38	0.31	0.46	0.37	0.36
FOOD	0.53	0.58	0.3	0.66	0.56	0.34	0.56	0.44	0.49	0.34	0.58	0.44	0.44
FASHION	0.29	0.36	0.17	0.34	0.32	0.23	0.26	0.23	0.27	0.22	0.3	0.26	0.23
HOME	0.36	0.5	0.25	0.47	0.38	0.25	0.36	0.31	0.36	0.32	0.39	0.31	0.33
PERSON	0.25	0.23	0.21	0.31	0.26	0.18	0.26	0.23	0.23	0.18	0.28	0.21	0.24
BANK	0.67	0.53	0.29	0.74	0.71	0.33	0.54	0.44	0.53	0.35	0.65	0.47	0.53
FIN	0.6	0.55	0.35	0.72	0.62	0.38	0.51	0.46	0.52	0.4	0.65	0.47	0.5
INSUR	0.38	0.36	0.29	0.49	0.37	0.21	0.4	0.37	0.39	0.24	0.42	0.34	0.31
AUTO	0.41	0.44	0.32	0.53	0.42	0.29	0.4	0.36	0.41	0.29	0.48	0.38	0.37
IMM	0.47	0.54	0.26	0.55	0.5	0.3	0.42	0.39	0.42	0.41	0.49	0.4	0.39
PAPER	0.1	0.36	0.07	0.14	0.09	0.1	0.09	0.11	0.13	0.11	0.11	0.11	0.13
PETRO	0.62	0.46	0.22	0.6	0.73	0.36	0.47	0.34	0.43	0.3	0.57	0.44	0.43
PKG	0.39	0.51	0.25	0.48	0.4	0.27	0.4	0.34	0.38	0.33	0.44	0.33	0.34
STEEL	0.4	0.49	0.26	0.52	0.41	0.26	0.4	0.36	0.4	0.34	0.45	0.33	0.36
CONMAT	1.0	0.52	0.21	0.66	0.67	0.32	0.5	0.4	0.47	0.33	0.59	0.43	0.47
CONS	0.52	1.0	0.15	0.67	0.52	0.28	0.56	0.44	0.57	0.45	0.49	0.36	0.47
PF&REIT	0.21	0.15	1.0	0.38	0.26	0.13	0.26	0.28	0.31	0.17	0.37	0.23	0.26
PROP	0.66	0.67	0.38	1.0	0.67	0.38	0.62	0.52	0.58	0.42	0.73	0.52	0.57
ENERG	0.67	0.52	0.26	0.67	1.0	0.4	0.51	0.41	0.5	0.35	0.62	0.48	0.49
MINE	0.32	0.28	0.13	0.38	0.4	1.0	0.26	0.24	0.31	0.27	0.34	0.28	0.27
COMM	0.5	0.56	0.26	0.62	0.51	0.26	1.0	0.41	0.49	0.31	0.52	0.4	0.46
HELTH	0.4	0.44	0.28	0.52	0.41	0.24	0.41	1.0	0.42	0.28	0.48	0.37	0.37
MEDIA	0.47	0.57	0.31	0.58	0.5	0.31	0.49	0.42	1.0	0.33	0.51	0.4	0.42
PROF	0.33	0.45	0.17	0.42	0.35	0.27	0.31	0.28	0.33	1.0	0.37	0.27	0.31
TRANS	0.59	0.49	0.37	0.73	0.62	0.34	0.52	0.48	0.51	0.37	1.0	0.47	0.49
ETRON	0.43	0.36	0.23	0.52	0.48	0.28	0.4	0.37	0.4	0.27	0.47	1.0	0.35
ICT	0.47	0.47	0.26	0.57	0.49	0.27	0.46	0.37	0.42	0.31	0.49	0.35	1.0

4.3.2 ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail dependence)

ความสัมพันธ์ส่วนหางแสดงได้จาก ค่าสัมประสิทธ์ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence Coefficient) ซึ่งคำนวณได้จากผลตอบแทนที่เบี่ยงเบนสูง และวัดความสัมพันธ์ด้วยวิธี Clayton Copula โดยค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหาง จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 ซึ่ง ความสัมพันธ์ที่มีค่าตั้งแต่ 0 ขึ้นไปแสดงว่าดัชนีมีความสัมพันธ์ส่วนหาง

ในการวัดค่าสัมประสิทธิ์ของผลตอบแทนดัชนีราคาหมวดธุรกิจและดัชนีตลาดหลักทรัพย์ ผู้ศึกษาได้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์จากข้อมูล 2 ชุด ข้อมูลจากตัวอย่างดัชนีราคาทั้งหมด 2546-2550 กับ ข้อมูลระยะเวลา 10 ปี เพื่อเปรียบเทียบว่าขนาดตัวอย่างต่อค่าสัมประสิทธิ์

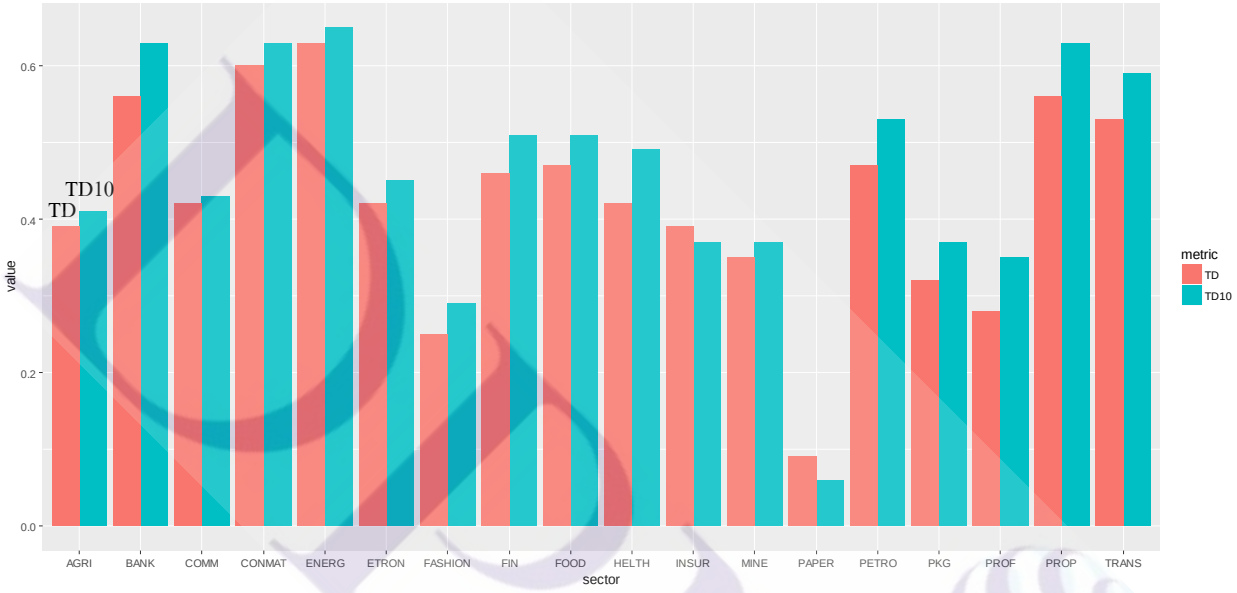
ผลการคำนวณสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence Coefficient) ของข้อมูลแบบ Full Sample พบว่า หมวดธุรกิจและตลาดหลักทรัพย์มีความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence Coefficient) ระหว่างกัน (ค่าสัมประสิทธิ์มีค่ามากกว่า 0) (ภาพที่ 4.3) โดย ค่าสัมประสิทธิ์อยู่ระหว่าง 0.09-0.60 โดยค่าสัมประสิทธิ์มากที่สุดระหว่างหมวดธุรกิจกับตลาด คือ หมวด ENERG CONMAT PROP และ BANK มีความสัมพันธ์ส่วนหางกับ SET เท่ากับ 0.63 0.6 0.56 และ 0.56 ตามลำดับ และ หมวดธุรกิจที่มีความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) น้อยที่สุด คือ PAPER มีค่าสัมประสิทธิ์ เท่ากับ 0.09 และ FASHION ค่าสัมประสิทธิ์ เท่ากับ 0.25 ขณะที่ดัชนีหมวดธุรกิจอื่นๆมีค่าสัมประสิทธิ์ตั้งแต่ 0.28 ขึ้นไป ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.8

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence Coefficienct) ของดัชนีหมวดหลักทรัพย์กับดัชนีตลาดหลักทรัพย์ ของข้อมูลระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2550-2560) พบว่า ค่าสัมประสิทธ์ความสัมพันธ์ส่วนหางไม่แตกต่างจากการใช้ข้อมูลแบบตัวอย่างเต็มมากนัก โดยค่าสัมประสิทธิ์ อยู่ระหว่าง หมวดธุรกิจที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหางมากที่สุด คือ ENERG ค่าสัมประสิทธิ์ เท่ากับ 0.65 BANK CONMAT PROP ค่าสัมประสิทธิ์ เท่ากับ 0.63 และ TRANS มีค่าสัมประสิทธิ์ 0.59

ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหางระหว่างดัชนีหมวดธุรกิจพบว่า หมวดธุรกิจที่มีมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหางกับหมวดอื่นมากที่สุด คือ PROP มีค่าสัมพันธ์ความสัมพันธ์ส่วนหาง กับหมวด FIN BANK INSUR AUTO และ TRANS มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหางมากที่สุดกับ CONMAT PROP ENERG MINE HELTH MEDIA PROF ส่วนหมวด PAPER เป็นหมวดที่มีความสัมพันธ์ส่วนหางกับหมวดธุรกิจอื่นน้อยที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ส่วนหางน้อยที่สุด 0.02 กับภาค ENERG

สำหรับหมวด ENERG ที่มีความสัมพันธ์ส่วนหางกับตลาด (SET) มากที่สุด นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์กับหมวดธุรกิจแล้วจะมีความสัมพันธ์กับหมวด PETRO มากที่สุด เท่ากับ 0.55

โดยค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหางระหว่างหมวดธุรกิจกับตลาดนั้น มีค่าไม่มากกว่าค่าสูงสุดของสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหางของ หมวด ENREG กับ SET ที่มีค่า 0.63 เลย ความสัมพันธ์



ภาพที่ 4.4 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence Coefficient: TDC)

ตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence Coefficient) 2546-2560

	SET	AGRO		CONSUM	FIN			INDUS			PROPCON		RESOURC		SERVIC				TECH
sector	SET	AGRI	FOOD	FASHION	BANK	FIN	INSUR	PAPER	PETRO	PKG	CONMAT	PROP	ENERG	MINE	COMM	HELTH	PROF	TRANS	ETRON
SET	1	0.39	0.47	0.25	0.56	0.46	0.39	0.09	0.47	0.32	0.6	0.56	0.63	0.35	0.42	0.42	0.28	0.53	0.42
AGRI	0.39	1	0.42	0.3	0.26	0.44	0.35	0.14	0.26	0.37	0.32	0.39	0.33	0.32	0.35	0.23	0.33	0.37	0.33
FOOD	0.47	0.42	1	0.32	0.37	0.46	0.42	0.12	0.35	0.37	0.42	0.51	0.4	0.32	0.49	0.33	0.33	0.44	0.46
FASHION	0.25	0.3	0.32	1	0.19	0.3	0.21	0.12	0.19	0.23	0.23	0.28	0.25	0.23	0.25	0.21	0.26	0.3	0.23
BANK	0.56	0.26	0.37	0.19	1	0.44	0.32	0.04	0.28	0.25	0.47	0.47	0.39	0.21	0.33	0.39	0.25	0.42	0.3
FIN	0.46	0.44	0.46	0.3	0.44	1	0.33	0.12	0.26	0.37	0.42	0.54	0.32	0.26	0.42	0.35	0.33	0.47	0.33
INSUR	0.39	0.35	0.42	0.21	0.32	0.33	1	0.09	0.28	0.32	0.44	0.46	0.3	0.23	0.42	0.28	0.23	0.35	0.33
PAPER	0.09	0.14	0.12	0.12	0.04	0.12	0.09	1	0.05	0.11	0.05	0.09	0.05	0.07	0.09	0.05	0.11	0.11	0.07
PETRO	0.47	0.26	0.35	0.19	0.28	0.26	0.28	0.05	1	0.25	0.37	0.37	0.49	0.21	0.32	0.25	0.21	0.37	0.3
PKG	0.32	0.37	0.37	0.23	0.25	0.37	0.32	0.11	0.25	1	0.3	0.32	0.26	0.25	0.32	0.23	0.21	0.28	0.37
CONMAT	0.6	0.32	0.42	0.23	0.47	0.42	0.44	0.05	0.37	0.3	1	0.49	0.46	0.28	0.39	0.35	0.25	0.49	0.37
PROP	0.56	0.39	0.51	0.28	0.47	0.54	0.46	0.09	0.37	0.32	0.49	1	0.4	0.32	0.49	0.44	0.26	0.53	0.44
ENERG	0.63	0.33	0.4	0.25	0.39	0.32	0.3	0.05	0.49	0.26	0.46	0.4	1	0.32	0.3	0.33	0.25	0.35	0.33
MINE	0.35	0.32	0.32	0.23	0.21	0.26	0.23	0.07	0.21	0.25	0.28	0.32	0.32	1	0.21	0.21	0.21	0.26	0.26
COMM	0.42	0.35	0.49	0.25	0.33	0.42	0.42	0.09	0.32	0.32	0.39	0.49	0.3	0.21	1	0.42	0.28	0.39	0.32
HELTH	0.42	0.23	0.33	0.21	0.39	0.35	0.28	0.05	0.25	0.23	0.35	0.44	0.33	0.21	0.42	1	0.19	0.4	0.3
PROF	0.28	0.33	0.33	0.26	0.25	0.33	0.23	0.11	0.21	0.21	0.25	0.26	0.25	0.21	0.28	0.19	1	0.25	0.28
TRANS	0.53	0.37	0.44	0.3	0.42	0.47	0.35	0.11	0.37	0.28	0.49	0.53	0.35	0.26	0.39	0.4	0.25	1	0.3
ETRON	0.42	0.33	0.46	0.23	0.3	0.33	0.33	0.07	0.3	0.37	0.37	0.44	0.33	0.26	0.32	0.3	0.28	0.3	1

หมายเหตุ. แสดงค่าสูงสุดของความสัมพันธ์ส่วนหางของแต่ละหมวดธุรกิจ (ตามแนวนอน)

ตารางที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence Coefficient) 2550-2560

Sector	SET	AGRO		CONSUM			FIN				INDUS				PROPCON		RESOURC		SERVIC					TECH	
	SET	AGRI	FOOD	FASHION	HOME	PERSON	BANK	FIN	INSUR	AUTO	IMM	PAPER	PETRO	PKG	CONMAT	PROP	ENERG	MINE	COMM	HELTH	MEDIA	PROF	TRANS	ETRON	ICT
SET	1	0.41	0.51	0.29	0.33	0.24	0.63	0.51	0.37	0.47	0.45	0.06	0.53	0.37	0.63	0.63	0.65	0.37	0.43	0.49	0.47	0.35	0.59	0.45	0.47
AGRI	0.41	1	0.45	0.33	0.37	0.2	0.29	0.51	0.31	0.45	0.45	0.12	0.29	0.43	0.33	0.43	0.35	0.39	0.37	0.22	0.37	0.37	0.41	0.39	0.27
FOOD	0.51	0.45	1	0.35	0.41	0.22	0.45	0.57	0.41	0.43	0.45	0.12	0.37	0.45	0.43	0.55	0.41	0.31	0.51	0.37	0.49	0.37	0.49	0.47	0.35
FASHION	0.29	0.33	0.35	1	0.37	0.14	0.2	0.35	0.22	0.33	0.29	0.14	0.2	0.29	0.22	0.29	0.29	0.24	0.22	0.18	0.27	0.31	0.29	0.24	0.18
HOME	0.33	0.37	0.41	0.37	1	0.16	0.27	0.39	0.27	0.35	0.37	0.12	0.24	0.31	0.29	0.35	0.24	0.22	0.29	0.24	0.37	0.39	0.39	0.33	0.24
PERSON	0.24	0.2	0.22	0.14	0.16	1	0.14	0.2	0.24	0.27	0.18	0.1	0.16	0.2	0.2	0.27	0.2	0.16	0.18	0.2	0.24	0.18	0.16	0.22	0.16
BANK	0.63	0.29	0.45	0.2	0.27	0.14	1	0.41	0.35	0.35	0.24	0.04	0.37	0.27	0.47	0.51	0.41	0.2	0.39	0.43	0.41	0.24	0.49	0.37	0.39
FIN	0.51	0.51	0.57	0.35	0.39	0.2	0.41	1	0.37	0.45	0.41	0.12	0.24	0.41	0.45	0.57	0.37	0.35	0.47	0.43	0.49	0.35	0.51	0.39	0.37
INSUR	0.37	0.31	0.41	0.22	0.27	0.24	0.35	0.37	1	0.39	0.24	0.06	0.29	0.37	0.39	0.47	0.31	0.22	0.43	0.29	0.43	0.22	0.35	0.29	0.27
AUTO	0.47	0.45	0.43	0.33	0.35	0.27	0.35	0.45	0.39	1	0.43	0.12	0.33	0.43	0.39	0.47	0.33	0.31	0.43	0.31	0.45	0.33	0.43	0.37	0.29
IMM	0.45	0.45	0.45	0.29	0.37	0.18	0.24	0.41	0.24	0.43	1	0.12	0.29	0.37	0.33	0.37	0.37	0.29	0.35	0.24	0.45	0.39	0.37	0.37	0.29
PAPER	0.06	0.12	0.12	0.14	0.12	0.1	0.04	0.12	0.06	0.12	0.12	1	0.04	0.12	0.04	0.08	0.02	0.1	0.08	0.04	0.08	0.1	0.08	0.08	0.06
PETRO	0.53	0.29	0.37	0.2	0.24	0.16	0.37	0.24	0.29	0.33	0.29	0.04	1	0.29	0.37	0.37	0.55	0.24	0.33	0.24	0.24	0.24	0.41	0.33	0.27
PKG	0.37	0.43	0.45	0.29	0.31	0.2	0.27	0.41	0.37	0.43	0.37	0.12	0.29	1	0.33	0.37	0.29	0.29	0.37	0.27	0.37	0.29	0.33	0.39	0.24

หมายเหตุ: แสดงค่าสูงสุดของความสัมพันธ์ส่วนหางของแต่ละหมวดธุรกิจ (ตามแนวนอน)

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

Sector	SET	AGRO		CONSUM			FIN			INDUS					PROPCON		RESOURC		SERVIC					TECH	
	SET	AGRI	FOOD	FASHION	HOME	PERSON	BANK	FIN	INSUR	AUTO	IMM	PAPER	PETRO	PKG	CONMAT	PROP	ENERG	MINE	COMM	HELTH	MEDIA	PROF	TRANS	ETRON	ICT
CONMAT	0.63	0.33	0.43	0.22	0.29	0.2	0.47	0.45	0.39	0.39	0.33	0.04	0.37	0.33	1	0.51	0.43	0.35	0.41	0.41	0.45	0.27	0.53	0.37	0.37
PROP	0.63	0.43	0.55	0.29	0.35	0.27	0.51	0.57	0.47	0.47	0.37	0.08	0.37	0.37	0.51	1	0.45	0.33	0.51	0.43	0.53	0.27	0.57	0.49	0.43
ENERG	0.65	0.35	0.41	0.29	0.24	0.2	0.41	0.37	0.31	0.33	0.37	0.02	0.55	0.29	0.43	0.45	1	0.37	0.33	0.35	0.31	0.31	0.39	0.33	0.29
MINE	0.37	0.39	0.31	0.24	0.22	0.16	0.2	0.35	0.22	0.31	0.29	0.1	0.24	0.29	0.35	0.33	0.37	1	0.24	0.27	0.27	0.22	0.31	0.22	0.27
COMM	0.43	0.37	0.51	0.22	0.29	0.18	0.39	0.47	0.43	0.43	0.35	0.08	0.33	0.37	0.41	0.51	0.33	0.24	1	0.39	0.45	0.29	0.41	0.35	0.35
HELTH	0.49	0.22	0.37	0.18	0.24	0.2	0.43	0.43	0.29	0.31	0.24	0.04	0.24	0.27	0.41	0.43	0.35	0.27	0.39	1	0.41	0.18	0.45	0.33	0.33
MEDIA	0.47	0.37	0.49	0.27	0.37	0.24	0.41	0.49	0.43	0.45	0.45	0.08	0.24	0.37	0.45	0.53	0.31	0.27	0.45	0.41	1	0.33	0.49	0.37	0.35
PROF	0.35	0.37	0.37	0.31	0.39	0.18	0.24	0.35	0.22	0.33	0.39	0.1	0.24	0.29	0.27	0.27	0.31	0.22	0.29	0.18	0.33	1	0.31	0.29	0.22
TRANS	0.59	0.41	0.49	0.29	0.39	0.16	0.49	0.51	0.35	0.43	0.37	0.08	0.41	0.33	0.53	0.57	0.39	0.31	0.41	0.45	0.49	0.31	1	0.37	0.41
ETRON	0.45	0.39	0.47	0.24	0.33	0.22	0.37	0.39	0.29	0.37	0.37	0.08	0.33	0.39	0.37	0.49	0.33	0.22	0.35	0.33	0.37	0.29	0.37	1	0.39
ICT	0.47	0.27	0.35	0.18	0.24	0.16	0.39	0.37	0.27	0.29	0.29	0.06	0.27	0.24	0.37	0.43	0.29	0.27	0.35	0.33	0.35	0.22	0.41	0.39	1

หมายเหตุ. แสดงค่าสูงสุดของความสัมพันธ์ส่วนหางของแต่ละหมวดธุรกิจ (ตามแนวนอน)

4.4 การจัดพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting)

เพื่อแสดงให้เห็นถึงผลของความสัมพันธ์ของผลตอบแทนในช่วงดัชนีราคามีความเบี่ยงเบนสูงต่อการจัดพอร์ต เพื่อลดผลกระทบของพอร์ตจากกรณีที่มีเหตุการณ์วิกฤต ผู้ศึกษาจึงได้จัดพอร์ตการลงทุนตามความเสี่ยง (Risk Budgets) โดยเปรียบเทียบระหว่างพอร์ตการลงทุนแบบความเสี่ยงต่ำสุด (Minimum Variance Optimization: MVO) พอร์ตการลงทุนแบบมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimum Value at Risk: Min VaR) กับพอร์ตการลงทุนแบบความสัมพันธ์ส่วนหางต่ำสุด (Minimize Tail Dependence: MTD) เพื่อเปรียบเทียบผลที่มีต่อน้ำหนักของหมวดธุรกิจ (หลักทรัพย์)

ในการศึกษาผลของการจัดพอร์ต ผู้ศึกษาใช้ข้อมูลผลตอบแทนของหมวดธุรกิจ ที่มีตัวอย่างมากที่สุด โดยคัดเลือกข้อมูลจากหมวดธุรกิจที่มีระยะเวลาตั้งแต่ ปี 2547-2560 เพื่อให้ครอบคลุมช่วงที่มีเหตุการณ์วิกฤต ประกอบด้วย 18 หมวดธุรกิจ ได้แก่ AGRI FOOD FASHION BANK FIN INSUR PAPER PETRO PKG CONMAT PROP ENERG MINE COMM HELTH PROF TRANS ETRON

ผลการจัดพอร์ตพบว่าน้ำหนักของหมวดธุรกิจในพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budget) พบว่า ผลการวัดค่าความเสี่ยงต่อผลต่อแทน (Risk to Return) โดยการวัดผลตอบแทนต่อความเสี่ยง (Sharpe Ratio) พอร์ตการลงทุนทั้ง พอร์ตความผันผวนต่ำสุด (Min MVO) เท่ากับ 0.0637 พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimum VaR) เท่ากับ 0.0724 พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขต่ำสุด (Minimum cVaR) เท่ากับ 0.0524 และ พอร์ตความสัมพันธ์ส่วนหางต่ำสุด (Min Tail Dependence) เท่ากับ 0.0570 ให้ผลที่ดีกว่าตลาด (Set Index) โดยมีค่า Sharp Ratio เท่ากับ 0.0452

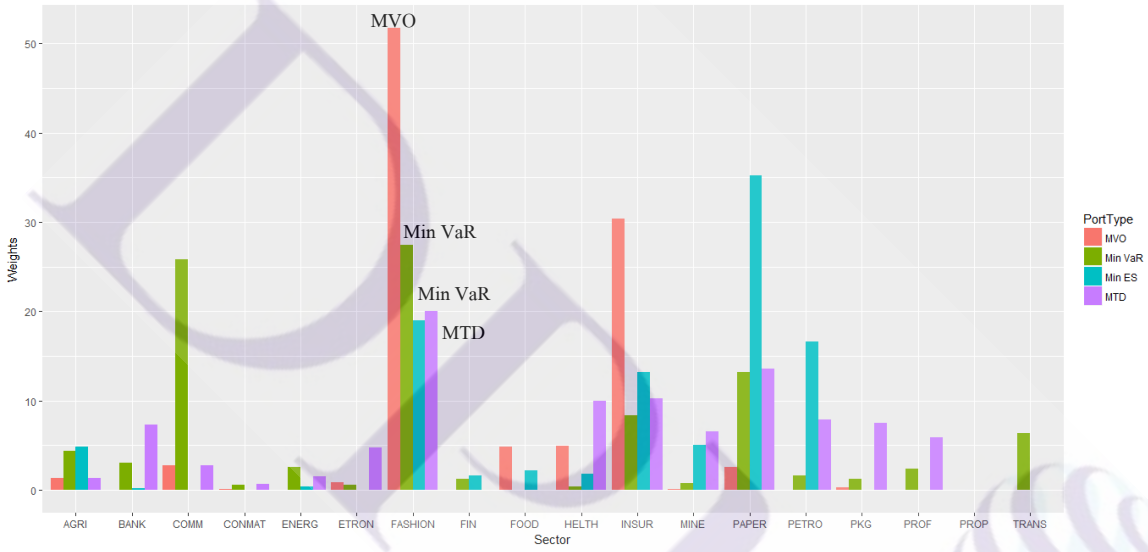
โดยน้ำหนักการลงทุนในหมวดธุรกิจ สำหรับการจัดพอร์ตแบบความเสี่ยงต่ำสุด (Minimum Variance) หมวดธุรกิจที่มีน้ำหนักการลงทุนมากที่สุด ได้แก่ FASHION 51.7% และ INSUR 30.35% ส่วนหมวดธุรกิจอื่นมีน้ำหนักในพอร์ตน้อยกว่า 5% แต่เมื่อจัดพอร์ตการลงทุนแบบมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimize Value at Risk: Min VaR) หมวดธุรกิจที่มีน้ำหนักการลงทุนมากที่สุด คือ FASHION 27.4% COMM 25.8% PAPER 13.2% INSUR 8.4% TRANS 6.4% ส่วนหมวดธุรกิจอื่นมีสัดส่วนในการลงทุนน้อยกว่า 5%

ขณะที่การจัดพอร์ตแบบความสัมพันธ์ส่วนหางต่ำสุด (Minimum Tail Dependence) นั้นหมวดธุรกิจที่มีน้ำหนักการลงทุนมากที่สุด ได้แก่ FASHION 20.01% PAPER 13.60% และ INSUR 10.26% HELTH 9.99% PETRO 7.87% MINE 6.58% PROF 5.88% ส่วนที่เหลือมีสัดส่วนการลงทุนน้อยกว่า 5%

ตารางที่ 4.10 ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักของหมวดธุรกิจในพอร์ตการลงทุน

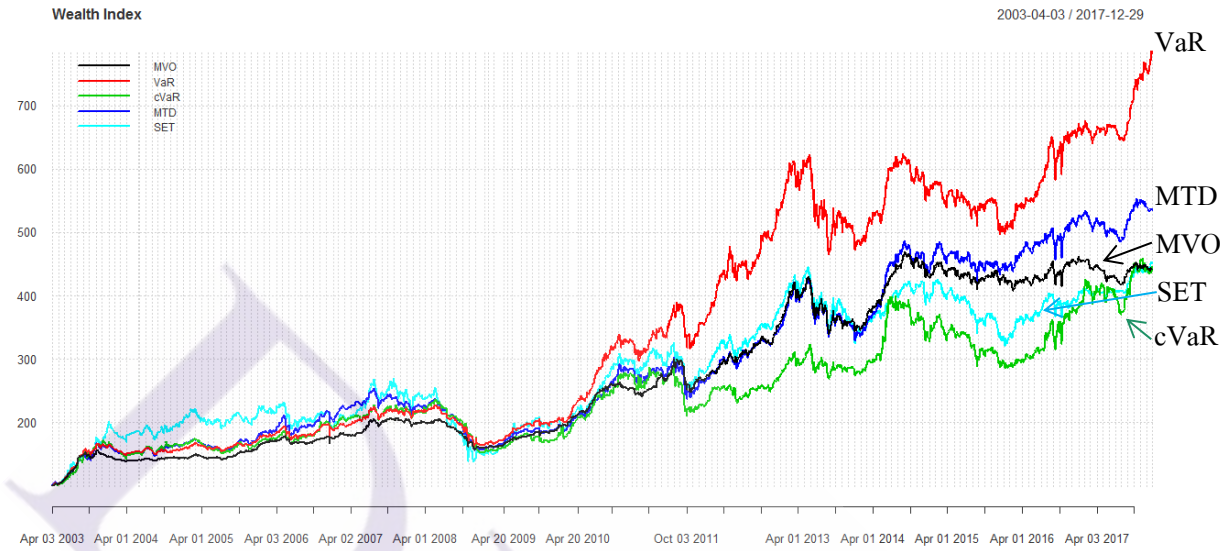
	MVO	MinVaR	Min ES	MTD	SET
Sharpe Ratio	0.0637	0.0724	0.0524	0.0570	0.0452
AGRI	1.338	4.4	4.8	1.305	
FOOD	4.886	0	2.2	0	
FASHION	51.724	27.4	19.0	20.014	
BANK	0.032	3	0.2	7.31	
FIN	0.037	1.2	1.6	0	
INSUR	30.354	8.4	13.2	10.264	
PAPER	2.526	13.2	35.2	13.605	
PETRO	0.035	1.6	16.6	7.873	
PKG	0.257	1.2	0	7.5	
CONMAT	0.088	0.6	0	0.685	
PROP	0.019	0	0	0	
ENERG	0.035	2.6	0.4	1.481	
MINE	0.062	0.8	5.	6.587	
COMM	2.795	25.8	0	2.718	
HELTH	4.9	0.4	1.8	9.998	
PROF	0.046	2.4	0	5.888	
TRANS	0.034	6.4	0	0.001	
ETRON	0.831	0.6	0	4.77	

เมื่อเปรียบเทียบพอร์ตการลงทุนแบบความผันผวนต่ำสุด (MVO) กับ พอร์ตแบบความสัมพันธ์ส่วนหางต่ำสุด (Minimum Tail Dependence: MTD) (ตามภาพที่ 4.5 กราฟแท่งเรียงลำดับจาก MVO Min VaR Min ES หรือ Min cVaR และ MTD) พบว่า หมวดธุรกิจที่มีน้ำหนักการลงทุนมากขึ้นเมื่อจัดพอร์ตแบบ MTD ได้แก่ PAPER จาก 2.25% (MVO) เป็น13.6% (MTD) PETRO จาก 0.035% (MVO) เป็น 7.87% (MTD) HELTH จาก 4.9% (MVO) เป็น9.998% (MTD) PROF จาก 0.046% (MVO) เป็น 5.88% (MTD) และหมวดธุรกิจที่น้ำหนักการลงทุนลดลง ได้แก่ FOOD จาก 4.88% เป็น 0% FASHION จาก 51.72% เป็น 20.01% INSUR จาก 30.35% เป็น 10.26 % และ ETRON



ภาพที่ 4.5 น้ำหนักการลงทุนของ 18 หมวดธุรกิจในพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting)

ทั้งนี้ เมื่อนำผลการจัดน้ำหนักการลงทุนแต่ละประเภททดสอบกับตลาดตั้งแต่ 2003-2017 พบว่า พอร์ตแบบ Min VaR .ให้ผลตอบแทนมากที่สุด รองลงมาได้แก่ MTD ให้ผลตอบแทน มากกว่า พอร์ตแบบ MVO โดยดัชนีความมั่งคั่ง (Wealth Index) ที่ได้จากการจัดพอร์ตแบบ ความผันสวนต่ำสุด (MVO) และ การจัดพอร์ตแบบมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขต่ำสุด (Min cVaR) ให้ผลตอบแทนไม่แตกต่างจากตลาด (SET) ดังนั้น น้ำหนักการจัดพอร์ตโดยใช้ความเสี่ยงส่วนหาง (Tail Risk) ทั้ง Min VaR และ Min MTD จะให้ผลตอบแทนสูงเมื่อใช้กับตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยที่มีช่วงผลตอบแทนเบี่ยงเบนสูง (Extreme Events)



MVO Minimize Variance (เส้นสีดำ)

VaR Minimize Value at Risk (เส้นสีแดง)

cVaR Minimize conditional Value at Risk (เส้นสีเขียว)

MTD Minimize Tail Dependence (เส้นสีน้ำเงิน)

SET SET (เส้นสีฟ้า)

ภาพที่ 4.6 ดัชนีความมั่งคั่ง (Wealth Index) ของพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting)

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาพฤติกรรมของผลตอบแทนของดัชนีราคาหมวดธุรกิจและดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย มีวัตถุประสงค์ในการ ศึกษาความสัมพันธ์ (Dependence Structure) และ ความเสี่ยงของผลตอบแทนช่วงที่มีความเบี่ยงเบนสูง (Tail Risk) ของดัชนีราคาหมวดธุรกิจและดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย รวมถึงผลกระทบของความเสี่ยงและความสัมพันธ์ที่มีต่อน้ำหนักการลงทุนในพอร์ต

โดยผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าในช่วงที่พฤติกรรมของผลตอบแทนมีการเบี่ยงเบนสูง (Extreme Event) ค่าความเสี่ยง (Risk Measure) มากขึ้น เมื่อใช้เทคนิค GARCH-EVT นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าผลตอบแทนของดัชนีหมวดธุรกิจและผลตอบแทนดัชนีราคาตลาด มีความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ระหว่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ส่วนหางของประเทศละตินอเมริกา ระหว่างปี 1975-1990 ของ Valdés, & Roldán (2013)

ผลของความเสี่ยง (Risk) และ ความสัมพันธ์ (Dependence) ในช่วงที่ผลตอบแทนมีความเบี่ยงเบนสูง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดพอร์ตการลงทุน (Portfolio Allocation) โดยเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักการจัดพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting) แบบต่างๆ กับพอร์ตที่มีเป้าหมายลดความสัมพันธ์ส่วนหาง (Minimum Tail Dependence) แล้วพบว่า สัดส่วนของการจัดพอร์ตลงทุนจะเปลี่ยนไป โดยการจัดพอร์ตโดยใช้ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Minimum Tail Dependence) จะลดน้ำหนักการลงทุนในหมวดธุรกิจที่มีความสัมพันธ์ส่วนหางสูง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักการลงทุนของหมวดธุรกิจนั้น ๆ ในพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting)

การศึกษาพฤติกรรมราคาของหมวดธุรกิจในช่วงที่มีความเบี่ยงเบนสูง สามารถสรุปผลและข้อเสนอแนะ ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

5.1 สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาความเสี่ยงและความสัมพันธ์ส่วนหาง ของหมวดธุกิจในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยใช้ข้อมูลดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์ และ ดัชนีราคาหมวดธุรกิจ โดยในการวิเคราะห์แบบตัวแปรเดียว (Univariate) ได้ใช้ข้อมูลดัชนีนับตั้งแต่เริ่มจัดทำ (Full Sampling) ใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk) สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการจัดพอร์ต ได้ใช้ข้อมูล 2 ช่วง คือ ช่วงปี 2546-2560 (15 ปี) และ 2550-2560 (10 ปี) โดยยังให้ข้อมูลที่ใช้ให้ครอบคลุมเหตุการณ์วิกฤตสำคัญ ได้แก่ เหตุการณ์วิกฤตในสหรัฐอเมริกา เหตุการณ์วิกฤตในยุโรป รวมถึงเหตุการณ์วิกฤตตลาดในเอเชีย

5.1.1 ความเสี่ยง

การวัดความเสี่ยงในช่วงที่ตลาดมีความเบี่ยงเบนสูงดำเนินการตามงานของ McNeil (1998, 1999, 2000) โดยในการวัดความเสี่ยงใช้ข้อมูลที่ผ่านการคัดกรองความผันผวนด้วยวิธี GARCH (1,1) ใช้วัดค่าพารามิเตอร์ด้วยการกระจายแบบ Generalized Pareto Distribution (GPD) โดยในการศึกษาฉบับนี้ กำหนดค่าวิกฤต (Threshold) ของหมวดธุรกิจและตลาด โดยพิจารณาจากค่าวิกฤตที่ทำให้ค่าดัชนีส่วนหางที่มีนัยสำคัญตาม EVT มากที่สุด

ผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่า ค่าความเสี่ยงด้วยเทคนิค GARCH-EVT ให้ค่าความเสี่ยงที่แม่นยำกว่าจำนวน 24 หมวดธุรกิจ ซึ่งพิจารณาจากค่าดัชนีส่วนหางที่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความเสี่ยงใน 24 หมวดธุรกิจตาม GARCH-EVT มีทั้งมากกว่า และ น้อยกว่าการวัดความเสี่ยงโดยใช้ข้อมูล (Historical) โดยนักลงทุนสามารถนำผลการศึกษาความเสี่ยงตามหมวดธุรกิจไปใช้ในการคัดเลือกหลักทรัพย์เข้าสู่พอร์ตการลงทุน นอกจากนี้ ค่าวิกฤต (Threshold) ที่แตกต่างกันของหมวดธุรกิจ ยังแสดงให้เห็นว่า สามารถสรุปได้ว่า เหตุการณ์วิกฤต (Extreme Events) ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย มีความแตกต่างกันตามหมวดธุรกิจ

หมวดธุรกิจที่มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อปรับด้วยเทคนิค EVT มี 17 หมวดธุรกิจ จาก 28 หมวดธุรกิจ ได้แก่ FASHION PERSON BANK FIN INSUR PAPER PETRO PKG CONMAT PF.REIT ENERG MINE COMM HELTH PROF TRANS ETRON โดยค่าความเสี่ยงจากตัวอย่าง 10 ปี ได้ให้ผลที่สอดคล้องกันแต่มีค่าความเสี่ยงต่ำกว่า จำนวนหมวดธุรกิจที่มีค่าความเสี่ยงที่มากกว่าการวัดความเสี่ยงโดยวิธี Historical ทำให้สามารถสรุปได้ว่า GARCH-EVT ให้ผลการวัดค่าความเสี่ยงที่รวมเหตุการณ์วิกฤต (Extreme Events) ที่แม่นยำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

ในกรณีหมวดธุรกิจที่มีความอ่อนไหวต่อเหตุการณ์วิกฤตสูง ผลการวิเคราะห์ได้แสดงให้เห็นว่า การวัดความเสี่ยงจะให้ค่าความเสี่ยงที่มากกว่า โดยหมวดธุรกิจที่มีค่าเบี่ยงเบนสูงในช่วงวิกฤตสูง ได้แก่ MINE FIN BANK TRANS ETRON ENERG PROF

ดังนั้น การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความเสี่ยงส่วนหางของหมวดธุรกิจ ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย จึงมีความเหมาะสมขึ้นอยู่กับหมวดธุรกิจ โดยผู้นำไปใช้ควรระมัดระวัง และนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมตามหมวดธุรกิจ

ผลการศึกษานี้ ได้เพิ่มข้อสนับสนุนงานของ Angelo Corelli (2012) โดยในการนำเทคนิค EVT ไปใช้ในการวิเคราะห์หมวดธุรกิจ ผู้ใช้ควรศึกษาหมวดธุรกิจในตลาดหลักทรัพย์แต่ละแห่งให้ถ่องแท้ โดยหากสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ เทคนิค EVT จะให้ผลการวัดค่าความเสี่ยง (Risk Measures) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้นักลงทุนสามารถประเมินและจัดการความเสี่ยง (Risk Management) ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Bensalah (2000)

5.1.2 ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence)

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงส่วนหาง (Tail Dependence Coefficient) พบว่า ผลตอบแทนหมวดธุรกิจทั้งหมดมีความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีเหตุการณ์เบี่ยงเบนของผลตอบแทนสูงในทางลง ผลตอบแทนของดัชนีหมวดธุรกิจจะลงพร้อม ๆ กัน โดย หากพิจารณาระหว่างความสัมพันธ์ของหมวดธุรกิจและตลาด พบว่า หมวดธุรกิจที่มีความสัมพันธ์ส่วนหางสูงเกิน 0.6 ได้แก่ BANK 0.63 CONMAT 0.63 PROP 0.63 ENERG 0.65 โดยหมวดธุรกิจที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกันนั้นอาจมีความเสี่ยงส่วนหาง (TD) ต่ำกว่าความเสี่ยงส่วนหางนอกอุตสาหกรรม เช่น หมวดธุรกิจ TRAN มีความสัมพันธ์ส่วนหางกับ PROP เท่ากับ 0.57 ขณะที่ความสัมพันธ์ส่วนหางระหว่างหมวดธุรกิจในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกัน อยู่ระหว่าง 0.3-0.4 เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังพบว่า หมวดธุรกิจส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ส่วนหางกับตลาดมากกว่าความสัมพันธ์ส่วนหางระหว่างหมวดธุรกิจ เช่น ความสัมพันธ์ส่วนหางของหมวด BANK กับ SET เท่ากับ 0.56 (ดูตาราง 4.8) ซึ่งมากกว่าความสัมพันธ์ส่วนหางของหมวด BANK กับหมวดอื่น ๆ ความสัมพันธ์ส่วนหางของหมวดธุรกิจกับ SET ของหมวดธุรกิจอื่น ๆ ก็เป็นไปในทิศทางเดียวกัน (แถวบนของตาราง 4.8)

ผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าผลของการเบี่ยงเบนในพฤติกรรมราคาของตลาดมีผลต่อพฤติกรรมของผลตอบแทนของหมวดธุรกิจมากกว่าผลของการเปลี่ยนแปลงราคาระหว่างหมวดธุรกิจ

ด้วยกัน หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เมื่อเกิดการเบี่ยงเบนสูงในหมวดธุรกิจต่าง ๆ จะมีผลต่อการเบี่ยงเบนของพฤติกรรมราคาน้อยกว่าผลที่เกิดจากตลาด

เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence Coefficient) ของตัวอย่าง 2 ชุด คือ ระยะเวลา 10 ปี (2550-2560) และ 13 ปี (2547-2560) แล้วจะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงส่วนหางไม่แตกต่างกันมากนักและมีทิศทางเดียวกัน ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า หมวดธุรกิจในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยมีความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ผลการศึกษาที่ได้รับสอดคล้องกับการศึกษาของ Sukcharoen & Leatham (2016) ที่แบ่งตัวอย่างออกเป็นช่วง ๆ แล้วพบว่าตัวอย่างที่ครอบคลุมช่วงวิกฤตมีความสัมพันธ์ส่วนหางสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ครอบคลุมช่วงวิกฤต

ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) มีบทบาทในการนำมาใช้พิจารณาในการคัดเลือกหลักทรัพย์เข้าสู่พอร์ตการลงทุน นอกเหนือจากความสัมพันธ์ของหลักทรัพย์ (Dependence) แต่เพียงอย่างเดียวเพราะ เมื่อเกิดเหตุการณ์วิกฤตในตลาด การจัดพอร์ตโดยใช้ความสัมพันธ์ส่วนหาง(Tail Dependence) จะช่วยให้พอร์ตมีผลตอบแทนได้ตามเป้าหมายของนักลงทุน ดังนั้นในการคัดเลือกหุ้นเข้าสู่พอร์ตการลงทุนโดยใช้ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) จึงอาจมีเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการจัดพอร์ตในช่วงวิกฤต

5.1.3 การจัดพอร์ต

โดยทั่วไป นักลงทุนจะพิจารณาคัดเลือกหลักทรัพย์เข้าพอร์ตการลงทุนจากความสัมพันธ์และความเสี่ยงของหลักทรัพย์ในพอร์ต โดยกระจายการลงทุนในหลักทรัพย์ต่างๆที่มีความสัมพันธ์ตรงข้ามกัน (Negative Correlation) หรือ กระจายการลงทุนในธุรกิจที่หลากหลาย ความสัมพันธ์ (Degree of Dependence และ ความเสี่ยง (Risk) จึงส่งผลต่อระดับการกระจาย (Degree of Diversification) ของหลักทรัพย์ในพอร์ตการลงทุน

การศึกษาพฤติกรรมของผลตอบแทนในช่วงที่มีการเบี่ยงเบนสูง ได้ใช้ความเสี่ยงและความสัมพันธ์ที่ได้ปรับปรุงวิธีวัดให้เกิดความแม่นยำ แล้วเปรียบเทียบการจัดพอร์ตการลงทุนในรูปแบบต่าง ๆ คือ การจัดพอร์ตแบบลดความผันผวนต่ำสุด (Minimize Variance Optimization: Min MVO) พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimize Value at Risk : Min VaR) การจัดพอร์ตแบบความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขต่ำสุด (Minimize Conditional Value at Risk: cVaR) การจัดพอร์ตแบบความเสี่ยงส่วนหางต่ำสุด (Minimize Tail Dependence: MTD)

ผลการศึกษาสัดส่วนการจัดพอร์ตการลงทุน โดยใช้หมวดธุรกิจจำนวน 18 หมวดธุรกิจ เป็นตัวแทนของหลักทรัพย์ พบว่า สัดส่วนน้ำหนักการลงทุน (Weight) เปลี่ยนแปลงได้ คือ สัดส่วนเพิ่มขึ้น

เมื่อจัดแบบ Tail Dependence ได้แก่ BANK INSURE HELTH PETRO PKG PROF สัดส่วนลดลงการลงทุนลดลงเมื่อจัดแบบความเสี่ยงส่วนหางต่ำสุด (Minimum Tail Dependence Coefficient: Min TDC) ได้แก่ COMM MINE TRAN

ทั้งนี้ เมื่อนำสัดส่วนน้ำหนักการลงทุนเปรียบเทียบผลตอบแทน ไปทดสอบ โดยวิธีการซื้อและถือยาว (Buy and Hold Strategy) กับช่วงเหตุการณ์จริงที่เกิดขึ้น (In the sample) พบว่า การจัดพอร์ตแบบความเสี่ยงส่วนหางต่ำสุด (Minimize Tail Dependence: MTD) และ การจัดพอร์ตโดยวิธีวัดความเสี่ยงส่วนหางทั้ง พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยง (Minimize VaR: Min VaR) และ พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (Conditional Value at Risk: Min cVaR) มีค่าดัชนีความมั่งคั่ง (Wealth Index) ที่มากกว่าการจัดพอร์ตความเสี่ยงแบบความผันผวนต่ำสุด (Minimize Variance Optimization: Min MVO) และให้ผลตอบแทนดีกว่าตลาด

สรุปผลของการวิเคราะห์ ความเสี่ยง (Risk) ความสัมพันธ์ (Dependence) และการจัดพอร์ต (Portfolio) ข้างต้น ได้แสดงให้เห็นว่า การศึกษาพฤติกรรมของดัชนีราคาและผลตอบแทน โดยปรับปรุงเทคนิคและเครื่องมือวัดความเสี่ยง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการความเสี่ยง (Risk Management) ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และให้ผลตอบแทนดีกว่าตลาด

แนวคิดในการศึกษาพฤติกรรมราคาและผลตอบแทนในช่วงวิกฤตฉบับนี้ ได้ขยายกรอบการศึกษาจากการใช้ หุ้นรายตัวในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ของ (K. Autchariyapanitkul และคณะ, 2014) มาเป็นการศึกษาพฤติกรรมของดัชนีราคาหมวดธุรกิจ ของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยใช้เครื่องตามทฤษฎีเอ็กซ์ทรีม (Extreme Value Theory: EVT) และ โคปูล่าร์ (Copula) วัดความเสี่ยง (Risk) และ ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) รวมถึงการทดสอบผลของการใช้ความเสี่ยงและความสัมพันธ์ส่วนหางในการจัดพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting) โดยเมื่อนำมาประยุกต์ใช้จะให้ผลการวัดความเสี่ยง และ การจัดพอร์ตที่ดีกว่าการวัดแบบไม่ใช่แบบจำลอง

ผลการวัดความเสี่ยงของพฤติกรรมผลตอบแทนของหมวดธุรกิจ ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ในช่วงวิกฤต แสดงให้เห็นว่า เมื่อประยุกต์ใช้เทคนิคตามทฤษฎีค่าเอ็กซ์ทรีม (Extreme Value Theory: EVT) ในการวัดความเสี่ยง มีผลต่อการวัดค่าความเสี่ยง (Risk Measure) ที่ได้รับมีความแตกต่างจากค่าความเสี่ยงจากการวัดกรณีปกติในบางหมวดธุรกิจ นักลงทุนสามารถนำข้อพิจารณานี้ไปใช้ในการคัดเลือกหลักทรัพย์ในหมวดธุรกิจ เพื่อใช้ในการจัดพอร์ตต่อไป

นอกจากนี้ การศึกษายังได้แสดงให้เห็นว่า พฤติกรรมดัชนีราคาหมวดธุรกิจต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ระหว่างกัน ซึ่งหมายความว่า เมื่อดัชนีราคาของหมวดธุรกิจจะลงพร้อมกันเมื่อดัชนีราคามีความเบี่ยงเบนมาก (Extreme Events)

สำหรับ ผลการศึกษาการจัดพอร์ตเปรียบเทียบน้ำหนักการลงทุนของหมวดธุรกิจในพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budget) นั้น พบว่า พอร์ตแบบความสัมพันธ์ส่วนหาง (Minimize Tail Dependence: MTD) กับสัดส่วนของพอร์ตเสี่ยง (Risk Budget) ได้แก่ พอร์ตแบบความผันผวนต่ำสุด (Minimize Variance: Min Variance: MVO) พอร์ตแบบมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimize Value at Risk: Min VaR) และพอร์ตแบบมูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขต่ำสุด (Minimize Conditional Value at Risk: Min cVaR) พบว่า น้ำหนักในการลงทุนในหมวดธุรกิจมีความแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อนำน้ำหนักการลงทุนไปทดสอบกับข้อมูลผลตอบแทนหมวดธุรกิจแล้ว เปรียบเทียบผลของการมั่งคั่ง (Wealth) จากการลงทุนในหมวดธุรกิจตามน้ำหนักการลงทุนแต่ละประเภท พบว่า การจัดพอร์ตที่ใช้ความเสี่ยงส่วนหางแบบมูลค่าที่ความเสี่ยง (Value at Risk: VaR) และ ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) มีค่าความมั่งคั่ง (Wealth) มากกว่าพอร์ตความเสี่ยงที่ใช้ความผันผวนต่ำสุด (MVO)

ผลที่ได้รับจากการศึกษา จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อนักลงทุนในการนำไปประยุกต์ใช้กับการคัดเลือกหลักทรัพย์เข้าสู่พอร์ตการลงทุน โดยเฉพาะนักลงทุนที่ต้องการให้ถือพอร์ตระยะยาวที่อาจมีความเสี่ยงต่อ เหตุการณ์วิกฤตที่ผลตอบแทนมีการเบี่ยงเบนของผลตอบแทนสูง (Extreme Event) เพื่อให้พอร์ตการลงทุนมีเสถียรภาพและยั่งยืน

นักลงทุนสามารถใช้เครื่องมือตามทฤษฎีค่าเอ็กซ์ทรีม (Extreme Value Theory: EVT) ในการคัดเลือกหลักทรัพย์ที่มีความเสี่ยง (Risk) และใช้ความสัมพันธ์ส่วนส่วนหาง (Tail Dependence) เพื่อกระจายความเสี่ยงของพอร์ต โดยในช่วงวิกฤต นักลงทุนควรจัดพอร์ตลดน้ำหนักการลงทุนในหลักทรัพย์ที่ความเสี่ยงส่วนหาง (Tail Risk) และความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ระหว่างกัน

ดังนั้น ในการคัดเลือกหุ้นเข้าสู่พอร์ตการลงทุนนั้น นอกเหนือจากการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหลักทรัพย์เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ของหลักทรัพย์ด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อค้นพบ

1) แบบจำลองความเสี่ยงที่ปรับปรุงด้วยแบบจำลอง GARCH-EVT ให้ค่าความเสี่ยงที่มีความแม่นยำเพราะค่าพารามิเตอร์ของ EVT มีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้การวัดความเสี่ยงมีความตรงความเป็นจริง ขณะที่การวัดความเสี่ยงด้วยวิธี Historical ให้ค่าความเสี่ยงต่ำกว่าความเป็นจริง (Underestimate)

นักลงทุนสามารถนำวิธีวัดความเสี่ยงที่ปรับด้วยแบบจำลอง GARCH-EVT ไปใช้ในการวัดความเสี่ยงของหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยได้ โดยนักลงทุนควรมีระมัดระวัง และใช้อย่างเหมาะสมกับพฤติกรรมของหลักทรัพย์ในแต่ละหมวด เพราะพฤติกรรมราคาของหมวดธุรกิจมีความแตกต่างเนื่องจากมีระดับค่าวิกฤต (Threshold) ที่แตกต่างกัน

2) หมวดธุรกิจในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศมีความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ระหว่างกัน กล่าวคือ เมื่อหมวดธุรกิจมีผลตอบแทนเคลื่อนไหวมากกว่าระดับค่าวิกฤตของแต่ละหมวดธุรกิจ ดัชนีราคาของหมวดธุรกิจจะเคลื่อนไหวลงมากกว่าปกติพร้อมๆกัน

นักลงทุนและสถาบันสามารถนำความสัมพันธ์ส่วนหางไปใช้เป็นข้อพิจารณาในการคัดเลือกหลักทรัพย์ในแต่ละหมวดธุรกิจเข้าสู่พอร์ต เพื่อลดความเสียหายของพอร์ตการลงทุนเมื่อตลาดเกิดวิกฤต

3) การจัดพอร์ตลงทุนของหมวดธุรกิจในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ของพอร์ตลงทุนแบบ กำหนดเป้าหมายให้ความสัมพันธ์ส่วนหางต่ำสุด (Minimum Tail Dependence: MTD) พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimum Value at Risk: Min VaR) พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขต่ำสุด (Minimize Conditional Value at Risk: Min cVaR) พบว่า พอร์ตลงทุนที่ให้ผลตอบแทนมากที่สุด ตามลำดับ คือ แบบ Min VaR พอร์ตที่มุ่งลดความสัมพันธ์ส่วนหาง (Minimum Tail Dependence: MTD)ต่ำสุด พอร์ตมูลค่าที่ความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขต่ำสุด (Minimize Conditional Value at Risk: Min cVaR) และ (Minimize Variance Optimization: MVO) และให้ผลตอบแทนที่ดีกว่าตลาด (SET) ซึ่งทดสอบโดยสร้างดัชนีความมั่งคั่ง (Wealth Index) กับข้อมูลในช่วงตัวอย่างที่ใช้ (In-Sampling)

นักลงทุนจึงควรพิจารณจัดพอร์ตการลงทุนโดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ส่วนหางเมื่อตลาดผ่านช่วงวิกฤต โดยพอร์ตลงทุนแบบมูลค่าที่ความเสี่ยงต่ำสุด (Minimum Value at Risk: Min VaR) และพอร์ตความสัมพันธ์ส่วนหางต่ำสุด (Minimum Tail Dependence: MTD) มีผลตอบแทนดีกว่าตลาด

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตาม การศึกษาพฤติกรรมของผลตอบแทนในช่วงที่มีความเบี่ยงเบนสูง ยังสามารถนำไปปรับปรุงเพื่อศึกษาวิจัยให้ได้ผลที่ชัดเจนมากขึ้นในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1) การศึกษาพฤติกรรมความเสี่ยงและความสัมพันธ์ของหลักทรัพย์ภายใต้หมวดธุรกิจ เพื่อดูความสอดคล้องของหลักทรัพย์และหมวดธุรกิจ และจัดจำแนกความเสี่ยงและความสัมพันธ์ส่วนหางเป็นกลุ่ม เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ หลักทรัพย์ระหว่างหมวดธุรกิจอาจมีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกันได้ เช่น ภาคการผลิต การเงิน อสังหาริมทรัพย์ เป็นต้น โดยหากสามารถจัดหมวดหมู่ของหลักทรัพย์ข้ามหมวดธุรกิจได้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนำไปใช้ของนักลงทุน

2) ขยายขอบเขตการศึกษาความสัมพันธ์ส่วนหางระหว่างหมวดธุรกิจในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยกับหมวดธุรกิจเดียวกันในตลาดหลักทรัพย์ต่างประเทศ และขยายการทดสอบการจัดพอร์ตการลงทุนกับหลักทรัพย์ที่เป็นตัวแทนในหมวดธุรกิจ และขยายเป้าหมายการลงทุนให้มีความหลากหลายมากขึ้น

3) ขยายขอบเขตของการทดสอบพอร์ตการลงทุน โดยคัดเลือกหลักทรัพย์ที่เป็นตัวแทนของหมวดธุรกิจ เพื่อศึกษาผลของการจัดพอร์ตการลงทุนประเภทต่าง ๆ และเปรียบเทียบกับพอร์ตความเสี่ยง (Risk Budgeting) ต่างๆ เช่น พอร์ตความเสี่ยงที่ใช้ เบต้า (Beta) ตามแบบจำลอง CAPM เป็นเครื่องมือวัดความเสี่ยง เป็นต้น

4) ขยายขอบเขตและรูปแบบการวิเคราะห์พฤติกรรมของช่วงวิกฤตตามเวลา (Rolling Window) แล้วเปรียบเทียบผลการจัดพอร์ต เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการลงทุนได้ตามช่วงเวลา

5) การศึกษาในอนาคตควรมุ่งเน้นให้มีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบสำเร็จเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น

6) ผลการศึกษาการจัดพอร์ตใช้ความสัมพันธ์ส่วนหาง (Tail Dependence) ทดสอบกับข้อมูลแบบ In-Sampling ทำให้การจัดพอร์ตมีผลตอบแทนดีกว่าตลาด ในอนาคตอาจสามารถขยายการทดสอบพอร์ตแบบ Out-of-the-Sampling จะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ได้มากขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

อัญญา ขันธวิทย์. (2550). หมายเหตุด้านเทคนิค Copula VaR และ Copula Expected Shortfall เพื่อการวัดระดับความเสี่ยงของพอร์ตตราสารหนี้ไทย. *คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,* 113, 13–24.

ภาษาต่างประเทศ

Aas, K. (2004). *Modelling the dependence structure of financial assets: A survey of four copulas. Norwegian Computing Center.* Retrieved from https://pdfs.semanticscholar.org/ 5573/d6b9a2c0f1dcb6f1969e 629affa27e3d92e8.pdf

Achim Zeileis, & Gabor Grothendieck (2005). zoo: S3 Infrastructure for regular and irregular time series. *Journal of Statistical Software, 14*(6), 1-27. doi:10.18637/jss.v014.i06

Aktham I. Maghyereh, & Haitham A. Al-Zoubi. (2008). The tail behavior of extreme stock returns in the gulf emerging markets: An implication for financial risk management. *Studies in Economics and Finance, 25*(1), 21–37.

Alex Yi-Hou Huang, & Tsung-Wei Tseng. (2009). Forecast of value at risk for equity indices: an analysis from developed and emerging markets. *The Journal of Risk Finance, 10*(4), 393–409.

Alexander, C. (2001). *Market models: A guide to financial data Analysis (Har/Cdr ed.)*. Chichester, UK ; New York, NY: John Wiley & Sons.

Allen, D., Singh, A. K., & Powell, R. (2013). EVT and tail-risk modelling: Evidence from market indices and volatility series. *The North American Journal of Economics and Finance, 26*(C), 355–369.

Angelo Corelli. (2012). The tale of the tail: extreme-value patterns of financial returns. *The Journal of Risk Finance, 13*(5), 507–516.

Bali, T. G. (2003). An extreme value approach to estimating volatility and value at Risk. *The Journal of Business, 76*(1), 83–108.

Bekiros, S., & Uddin, G. S. (2017). Extreme dependence under uncertainty: an application to stock, currency and oil markets. *International Review of Finance, 17*(1), 155–162.

Bensalah, Y. (2000). Steps in applying extreme value theory to finance: a review. *Bank of Canada.*

BIS. (1995). *An internal model-based approach to market risk capital requirements.* Retrieved from https://www.bis.org/publ/bcbs17.

BIS (2005). *Basel committee on banking supervision amendment to the capital accord to incorporate market risks.* Retrieved from https://www.bis.org/publ/bcbs119.pdf

Bollerslev, T., & Todorov, V. (2011). Tails, fears, and risk premia. *The Journal of Finance, 66*(6).

Brian G. Peterson, & Peter Carl. (2018). *PerformanceAnalytics: Econometric tools for performance and risk analysis.* Retrieved from https://CRAN.R-project.org/package =PerformanceAnalytics

Brian G. Peterson and Peter Carl (2018). *PortfolioAnalytics: Portfolio analysis, including numerical methods for optimization of portfolios.* Retrieved from https://CRAN.R-project.org/package=PortfolioAnalytics

Da Silva, P. P., Rebelo, P. T., & Afonso, C. (2014). Tail dependence of financial stocks and CDS Markets - Evidence using copula methods and simulation-based inference. *Economics, 8*(39), 0_1,1-27A.

De Haan, L., & Ferreira, A. (2007). *Extreme value theory: an introduction.* Springer Science & Business Media. Retrieved from http://www.google.com/books?hl=en&lr=&id=t6tfXnykazEC&oi=fnd&pg=PR15&dq=extreme+value+theory&ots=Vpe1G351sp&sig=ar6nKynjnxN43W3FKFKYZYW1l4U

De Haan, L., Jansen, D. W., Koedijk, K., & de Vries, C. G. (1994). *Safety first portfolio selection, extreme value theory and long run asset risks in Extreme value theory and applications*. Springer.

Diebold, F. X., Schuermann, T., & Stroughair, J. D. (1998). *Pitfalls and opportunities in the use of extreme value theory in risk management.* Springer. Retrieved from http://link.springer.com/ chapter/10.1007/978-1-4615-5625-1_1

Diethelm Wuertz, Tobias Setz, Yohan Chalabi, & William Chen. (2017). *fPortfolio: Rmetrics - portfolio selection and optimization.* Retrieved from https://CRAN.R-project.org/package=fPortfolio

Diethelm Wuertz, Tobias Setz, Yohan Chalabi, Chris Boudt, Pierre Chausse, & Michal Miklovac (2017). *fGarch: Rmetrics - Autoregressive conditional heteroskedastic modelling.* Retrieved from https://CRAN.R-project.org/package=fGarch

Durante, F., Foscolo, E., Pappada, R., & Wang, H. (2015, Research Paper Series, N). *A portfolio diversification strategy via tail dependence measures.* Retrieved from https://www.openstarts.units.it/bitstream/10077/11865/1/DEAMS_RP_2015_3_Durante_Foscolo_Pappada_Wang.pdf

Embrechts, P., Höing, A., & Juri, A. (2003). Using copulae to bound the Value-at-Risk for functions of dependent risks. *Finance and Stochastics, 7*(2), 145–167.

Embrechts, P., Lindskog, F., & McNeil, A. (2001). *Modelling dependence with copulas and applications to risk management.* Retrieved from https://people.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/copchapter.pdf

Embrechts, P., Resnick, S. I., & Samorodnitsky, G. (1999). Extreme value theory as a risk management tool. *North American Actuarial Journal, 3*(2), 30–41.

Fotios C. Harmantzis, Linyan Miao, & Yifan Chien. (2006). Empirical study of value-at-risk and expected shortfall models with heavy tails. *The Journal of Risk Finance, 7*(2), 117–135.

Gencay, R., & Selcuk, F. (2004). Extreme value theory and value-at-risk: Relative performance in emerging markets. *International Journal of Forecasting, 20*(2), 287–303.

Gençay, R., Selçuk, F., & Ulugülyağci, A. (2003). High volatility, thick tails and extreme value theory in value-at-risk estimation. Insurance: *Mathematics and Economics, 33*(2), 337–356.

Gyntelberg, J., Loretan, M., Subhanij, T., & Chan, E. H. P. (2009). *Private information, stock markets, and exchange rates.* Retrieved from http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1438504

He, X., & Gong, P. (2009). Measuring the coupled risks: A copula-based CVaR model. *Journal of Computational and Applied Mathematics, 223*(2), 1066–1080.

Hongtao Guo, Guojun Wu, & Zhijie Xiao. (2007). An analysis of risk for defaultable bond portfolios. *The Journal of Risk Finance, 8*(2), 166–185.

Hsu. C.P. et.al. (2012), Effectiveness of copula-extreme value theory in estimating value-at-risk: empirical evidence from Asian emerging markets. *Review of Quantitative Finance and Accounting, 39*(4), 447–468.

Huang, Lex Yi-Hou, & Tseng,Tsung-Wei. (2009). Forecast of value at risk for equity indices: an analysis from developed and emerging markets. *The Journal of Risk Finance, 10*(4), 393–409.

Huang, W., Liu, Q., Ghon Rhee, S., & Wu, F. (2012). Extreme downside risk and expected stock returns. *Journal of Banking & Finance, 36*(5), 1492–1502.

Ida, A., Ishimura, N., & Nakamura, M. (2014). Note on the measures of dependence in terms of copulas. *Procedia Economics and Finance,* 14, 273–279.

Ignatieva, K., & Platen, E. (2009). *Modelling Co-movements and Tail Dependency in the International Stock Market via Copulae* (Research Paper Series No. 265). Quantitative Finance Research Centre, University of Technology, Sydney.

Ignatieva, K., & Platen, E. (2012). *Modelling co-movements and tail dependency in the international stock market via copulae.* SSRN working paper series. Retrieved from https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2139/ ssrn.2170214

Jamshed Y. Uppal, & Inayat Ullah Mangla. (2013). Extreme loss risk in financial turbulence – evidence from the global financial crisis. *Managerial Finance, 39*(7), 653–666.

Jeffrey A. Ryan, & Joshua M. Ulrich (2018). *xts: eXtensible Time Series.* Retrieved from https://CRAN.R-project.org/package=xts

Jullavut Kittiakarasakun. (2013). Heavy-Tailed Distribution of Commodity Prices and the Effectiveness of VaR Models. *International Financial Markets, 13*, 125–137.

K. Autchariyapanitkul, S. Chanaim, & S. Sriboonchitta. (2014). *Portfolio optimization of stock returns in high-dimensions: A copula-based approach*. Retrieved from http://thaijmath.in.cmu.ac.th/index.php/thaijmath/issue/view/47

Kelly, B. (2010). *Essays in Asset Pricing and the Econometrics of Risk (Doctoral disserttation).* New York University, Graduate School of Business Administration. Retrieved from http://amstat.tandf online.com/doi/abs/10.1080/ 07350015.2011.652048

Kirill Müller, & Hadley Wickham (2018). tibble: Simple Data Frames. R package version 1.4.2. Retrieved from https://CRAN.R-project.org/package=tibble

Kousky, C., & Cooke, R. M. (2009). The unholy trinity: fat tails, tail dependence, and micro-correlations. *Resources for the Future Discussion Paper,* 9–36.

LeBaron, B., & Samanta, R. (2005). *Extreme value theory and fat tails in equity markets.* Retrieved from SSRN 873656. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=873656

Leeahtam, P., Sriboonchitta, S., Sriboonjit, J., Chaitip, P., & Chaiboonsri, C. (2011). Stock market returns and the temperature effect of Thailand: the GEV and GPD estimation. *Int. J. of Management and Business Research, 1*(1).

Lin, F. (2011). *Essays on tail behavior and extreme dependence patterns in East Asian financial markets (Doctoral disserttation)*. City University of New York, United States -- New York.

Longin, F. (2005). The choice of the distribution of asset returns: How extreme value theory can help? *Journal of Banking & Finance, 29*(4), 1017–1035.

Longin, F. M. (1996). The asymptotic distribution of extreme stock market returns. *Journal of business,* 383–408.

Longin, F., & Solnik, B. (2001). Extreme correlation of international equity markets. *The Journal of Finance, 56*(2), 649–676.

Maghyereh, A. I., & Al-Zoubi, H. A. (2008). The tail behavior of extreme stock returns in the Gulf emerging markets: An implication for financial risk management. *Studies in Economics and Finance, 25*(1), 21–37.

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance, 7*(1), 77–91.

Martin Odening, & Jan Hinrichs. (2003). Using extreme value theory to estimate value-at-risk. *Agricultural Finance Review, 63*(1), 55–73.

McNeil, A. J. (1997). Estimating the tails of loss severity distributions using extreme value theory. *Astin Bulletin, 27*(1), 117–137. Retrived from http://journals.cambridge.org/abstract_S0515036100011934

McNeil, A. J. (1998). *Calculating quantile risk measures for financial return series using extreme value theory. Departement Mathematik, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.* Retrieved from https://docs.google.com/viewer?url=http://www.sfu.ca/~rjones/econ811/readings/mcneil98.pdf

McNeil, A. J. (1999). *Extreme value theory for risk managers.* Departement Mathematik ETH Zentrum. Retrieved from http://www.macs.hw.ac.uk/~mcneil/ftp/cad.pdf

McNeil, A. J., & Frey, R. (2000). Estimation of tail-related risk measures for heteroscedastic financial time series: an extreme value approach. *Journal of Empirical Finance, 7*(3), 271–300.

McNeil, A. J., Frey, R., & Embrechts, P. (2015). *Quantitative risk management* (Revised edition). Princeton University Press.

McNeil, A. K, E., P., & Straumann, D. (2002). *Correlation and dependence in risk management: Properties and pitfalls.* Retrieved from https://people.math.ethz.ch/~embrecht/ftp/ pitfalls.pdf

Monica Singhania, & Jugal Anchalia. (2013). Volatility in Asian stock markets and global financial crisis. *Journal of Advances in Management Research, 10*(3), 333–351.

Pfaff, B. (2016). *Financial risk modelling and portfolio optimisation with R* (2nd ed.). John Wiley & Sons Ltd, London.

Pfaff, B., & McNeil, A. (2016). *QRM: Provides R-Language code to examine quantitative risk management concepts.* Retrieved from https://CRAN.R-project.org/package= QRM

Pfaff, B., & McNeil, A. (2018). *evir: Extreme Values in R. R package version 1.7-4.* Retrieved from https://CRAN.R-project.org/package=evir

Puzanova, N. (2011). A hierarchical model of tail dependent asset returns for assessing portfolio credit risk. *Frankfurt am Main: Dt. Bundesbank.*

R Core Team. (2018). *R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.* Retrieved from https://www.R-project.org/.

Ser-Huang Poon, & Han Lin. (2001). Taking stock at the new millennium: a study of twelve stock markets. *Managerial Finance, 27*(1/2), 62–81.

Tolikas, K. (2011). The rare event risk in African emerging stock markets. *Managerial Finance, 37*(3), 275–294.

Tsay, R. S. (2005). *Analysis of financial time series* (2nd ed.). Hoboken, N.J: Wiley.

Tsay, R.S. (2010). *Analysis of Financial Time Series* (3rd ed.). John Wiley & Sons, Hoboken.

Tsay, R. S. (2013). *An introduction to analysis of financial data with R.* Hoboken, N.J: Wiley.

Tsay, R. S. (2014). *Multivariate time series analysis: with R and financial applications.* Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.

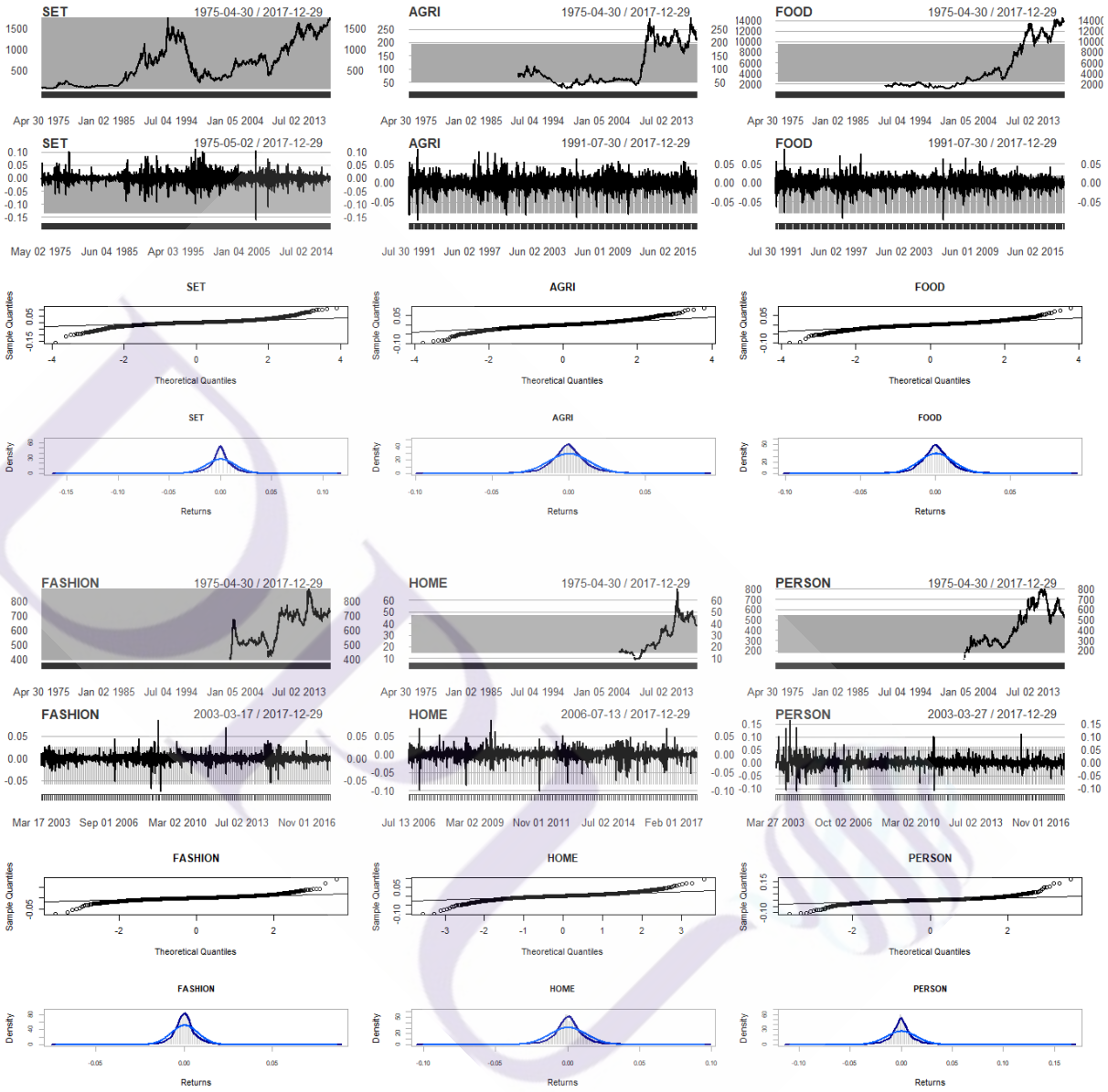
Valdés, A. L., & Roldán, R. M. (2013). Measuring dependence in financial crisis: A copula approach for Mexico and Brazil. *Economía Mexicana NUEVA ÉPOCA, XXII* (2), 341–355.

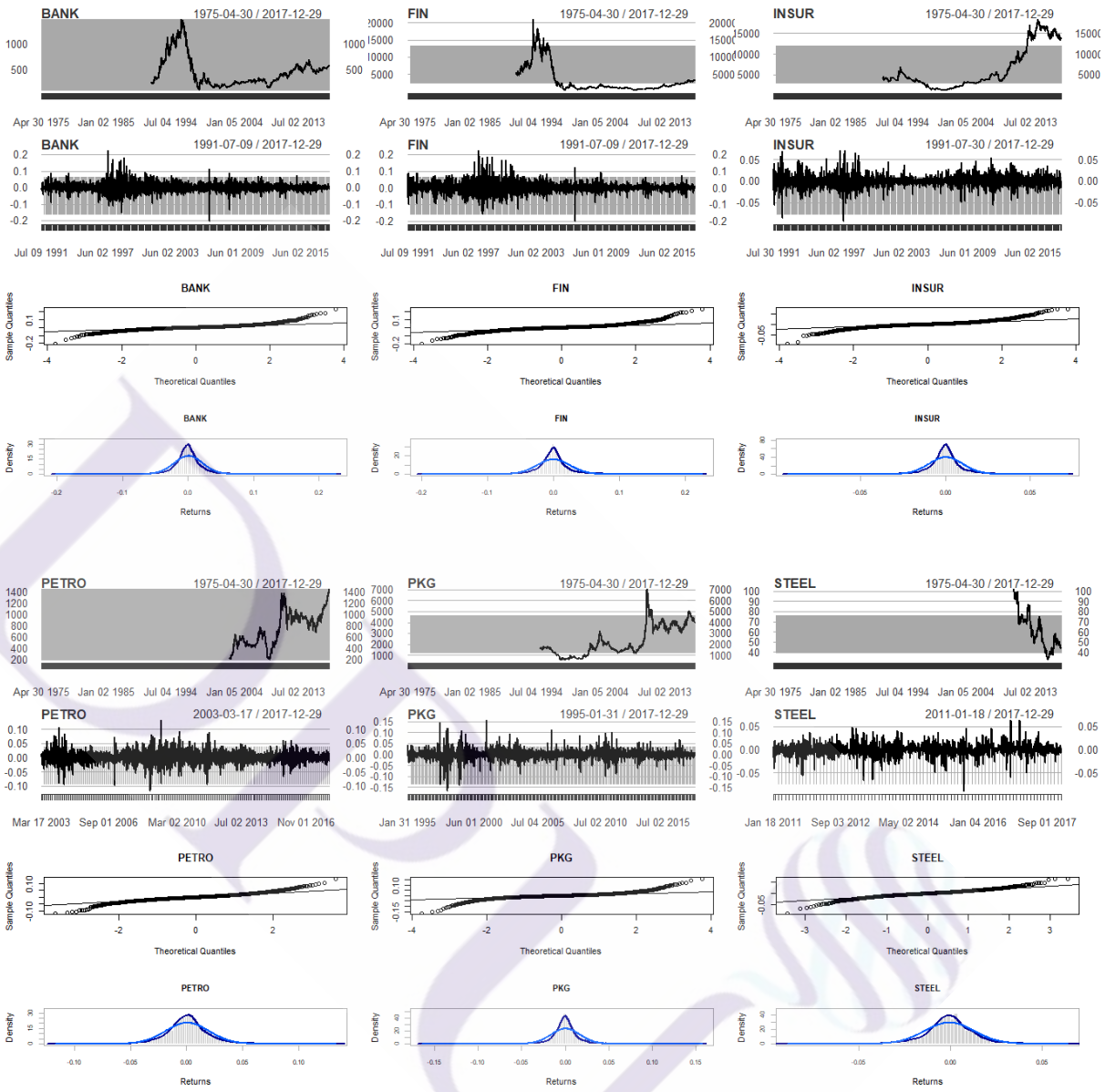
Wickham H. (2009). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis.* Springer-Verlag: New York.

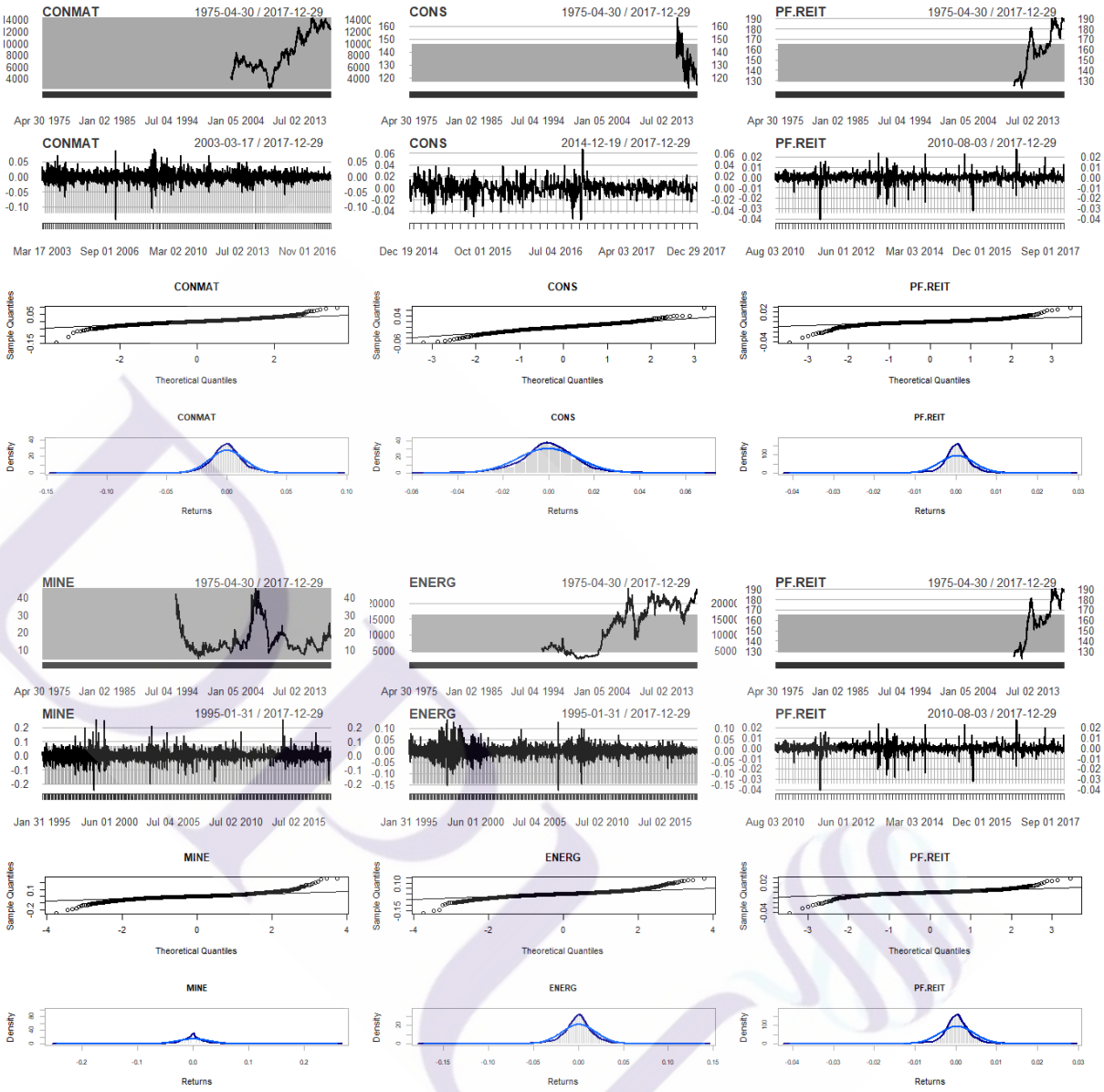
ภาคผนวก

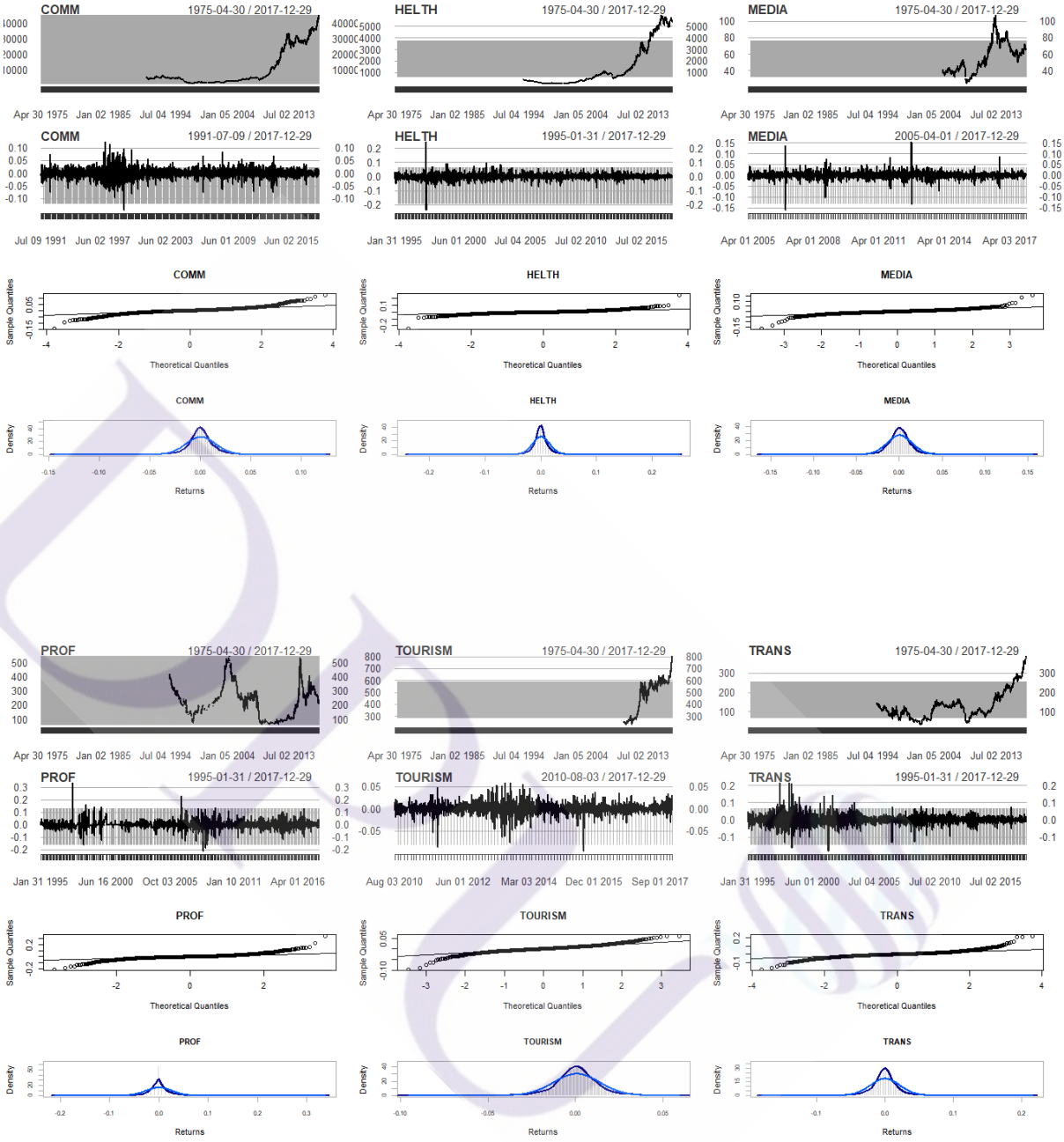
ภาคผนวก ก

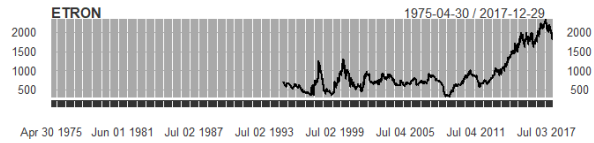
ดัชนีราคาตลาดและดัชนีราคาหมวดธุรกิจ

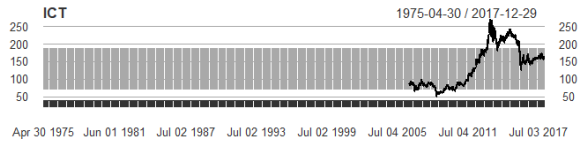

SET
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
AGRI
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
FOOD
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
SET
1975-05-02 / 2017-12-29
May 02 1975 Jun 04 1985 Apr 03 1995 Jan 04 2005 Jul 02 2014
AGRI
1991-07-30 / 2017-12-29
Jul 30 1991 Jun 02 1997 Jun 02 2003 Jun 01 2009 Jun 02 2015
FOOD
1991-07-30 / 2017-12-29
Jul 30 1991 Jun 02 1997 Jun 02 2003 Jun 01 2009 Jun 02 2015
SET
AGRI
FOOD
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
SET
AGRI
FOOD
Density
Returns
FASHION
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
HOME
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
PERSON
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
FASHION
2003-03-17 / 2017-12-29
Mar 17 2003 Sep 01 2006 Mar 02 2010 Jul 02 2013 Nov 01 2016
HOME
2006-07-13 / 2017-12-29
Jul 13 2006 Mar 02 2009 Nov 01 2011 Jul 02 2014 Feb 01 2017
PERSON
2003-03-27 / 2017-12-29
Mar 27 2003 Oct 02 2006 Mar 02 2010 Jul 02 2013 Nov 01 2016
FASHION
HOME
PERSON
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
FASHION
HOME
PERSON
Density
Returns

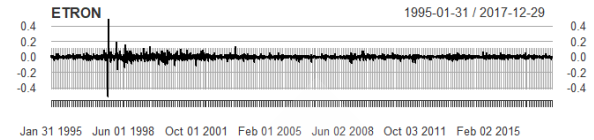

BANK
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
FIN
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
INSUR
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
BANK
1991-07-09 / 2017-12-29
Jul 09 1991 Jun 02 1997 Jun 02 2003 Jun 01 2009 Jun 02 2015
FIN
1991-07-09 / 2017-12-29
Jul 09 1991 Jun 02 1997 Jun 02 2003 Jun 01 2009 Jun 02 2015
INSUR
1991-07-30 / 2017-12-29
Jul 30 1991 Jun 02 1997 Jun 02 2003 Jun 01 2009 Jun 02 2015
BANK
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
FIN
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
INSUR
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
BANK
Density
Returns
FIN
Density
Returns
INSUR
Density
Returns
PETRO
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
PKG
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
STEEL
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
PETRO
2003-03-17 / 2017-12-29
Mar 17 2003 Sep 01 2006 Mar 02 2010 Jul 02 2013 Nov 01 2016
PKG
1995-01-31 / 2017-12-29
Jan 31 1995 Jun 01 2000 Jul 04 2005 Jul 02 2010 Jul 02 2015
STEEL
2011-01-18 / 2017-12-29
Jan 18 2011 Sep 03 2012 May 02 2014 Jan 04 2016 Sep 01 2017
PETRO
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
PKG
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
STEEL
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
PETRO
Density
Returns
PKG
Density
Returns
STEEL
Density
Returns

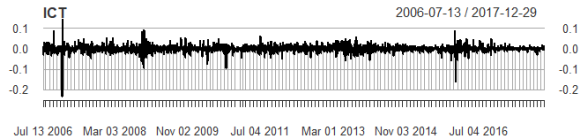

CONMAT
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
CONS
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
PF.REIT
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
CONMAT
2003-03-17 / 2017-12-29
Mar 17 2003 Sep 01 2006 Mar 02 2010 Jul 02 2013 Nov 01 2016
CONS
2014-12-19 / 2017-12-29
Dec 19 2014 Oct 01 2015 Jul 04 2016 Apr 03 2017 Dec 29 2017
PF.REIT
2010-08-03 / 2017-12-29
Aug 03 2010 Jun 01 2012 Mar 03 2014 Dec 01 2015 Sep 01 2017
CONMAT
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
CONS
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
PF.REIT
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
CONMAT
Density
Returns
CONS
Density
Returns
PF.REIT
Density
Returns
MINE
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
ENERG
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
PF.REIT
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
MINE
1995-01-31 / 2017-12-29
Jan 31 1995 Jun 01 2000 Jul 04 2005 Jul 02 2010 Jul 02 2015
ENERG
1995-01-31 / 2017-12-29
Jan 31 1995 Jun 01 2000 Jul 04 2005 Jul 02 2010 Jul 02 2015
PF.REIT
2010-08-03 / 2017-12-29
Aug 03 2010 Jun 01 2012 Mar 03 2014 Dec 01 2015 Sep 01 2017
MINE
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
ENERG
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
PF.REIT
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
MINE
Density
Returns
ENERG
Density
Returns
PF.REIT
Density
Returns

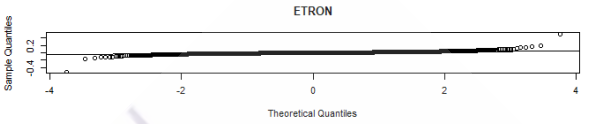

COMM
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
HELTH
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
MEDIA
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
COMM
1991-07-09 / 2017-12-29
Jul 09 1991 Jun 02 1997 Jun 02 2003 Jun 01 2009 Jun 02 2015
HELTH
1995-01-31 / 2017-12-29
Jan 31 1995 Jun 01 2000 Jul 04 2005 Jul 02 2010 Jul 02 2015
MEDIA
2005-04-01 / 2017-12-29
Apr 01 2005 Apr 01 2008 Apr 01 2011 Apr 01 2014 Apr 03 2017
COMM
HELTH
MEDIA
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
COMM
HELTH
MEDIA
Density
Returns
PROF
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
TOURISM
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
TRANS
1975-04-30 / 2017-12-29
Apr 30 1975 Jan 02 1985 Jul 04 1994 Jan 05 2004 Jul 02 2013
PROF
1995-01-31 / 2017-12-29
Jan 31 1995 Jun 16 2000 Oct 03 2005 Jan 10 2011 Apr 01 2016
TOURISM
2010-08-03 / 2017-12-29
Aug 03 2010 Jun 01 2012 Mar 03 2014 Dec 01 2015 Sep 01 2017
TRANS
1995-01-31 / 2017-12-29
Jan 31 1995 Jun 01 2000 Jul 04 2005 Jul 02 2010 Jul 02 2015
PROF
TOURISM
TRANS
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles
PROF
TOURISM
TRANS
Density
Returns

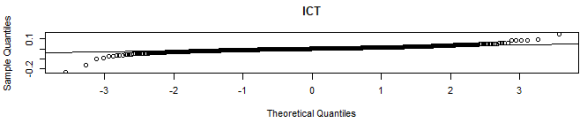

ETRON
1975-04-30 / 2017-12-29
2000
1500
1000
500
Apr 30 1975
Jun 01 1981
Jul 02 1987
Jul 02 1993
Jul 02 1999
Jul 04 2005
Jul 04 2011
Jul 03 2017

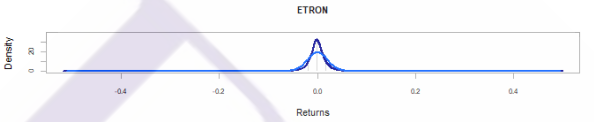

ICT
1975-04-30 / 2017-12-29
250
200
150
100
50
Apr 30 1975
Jun 01 1981
Jul 02 1987
Jul 02 1993
Jul 02 1999
Jul 04 2005
Jul 04 2011
Jul 03 2017

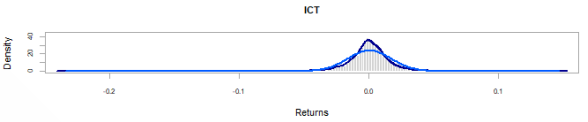

ETRON
1995-01-31 / 2017-12-29
0.4
0.2
0.0
-0.2
-0.4
Jan 31 1995
Jun 01 1998
Oct 01 2001
Feb 01 2005
Jun 02 2008
Oct 03 2011
Feb 02 2015


ICT
2006-07-13 / 2017-12-29
0.1
0.0
-0.1
-0.2
Jul 13 2006
Mar 03 2008
Nov 02 2009
Jul 04 2011
Mar 01 2013
Nov 03 2014
Jul 04 2016


ETRON
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles


ICT
Sample Quantiles
Theoretical Quantiles


ETRON
Density
Returns


ICT
Density
Returns

ภาคผนวก ข

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามตัวแบบ GARCH

1. GARCH Statistic Table (Full Sampling)

2. GARCH Graph

ตารางที่ ผ. 2.1 ผลการประมาณการค่าพารามิเตอร์ตามตัวแบบ GARCH (1,1) ของผลตอบแทนหมวดธุรกิจและตลาด แบบ Full sampling

	SET	**AGRI**	**FOOD**	**FASHION**	**HOME**	**PERSON**	**BANK**	**FIN**	**INSUR**
mu	0.00***	-0.00	0.00**	0.00	0.00**	0.00*	0.00***	0.00***	0.00**
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
omega	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
alpha1	0.18***	0.12***	0.10***	0.04***	0.17***	0.11***	0.09***	0.15***	0.10***
	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(0.02)	(0.02)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
beta1	0.85***	0.85***	0.87***	0.95***	0.76***	0.84***	0.91***	0.86***	0.89***
	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(0.03)	(0.03)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
Num. obs.	10474	6434	6434	3593	2782	3424	6446	6444	6430
AIC	-6.19	-5.94	-6.20	-7.04	-6.10	-5.77	-5.20	-5.04	-6.63
Log Likelihood	-32447.05	-19103.81	-19946.01	-12657.05	-8487.46	-9887.39	-16755.54	-16256.25	-21311.79

***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05

ตารางที่ ผ. 2.1 (ต่อ)

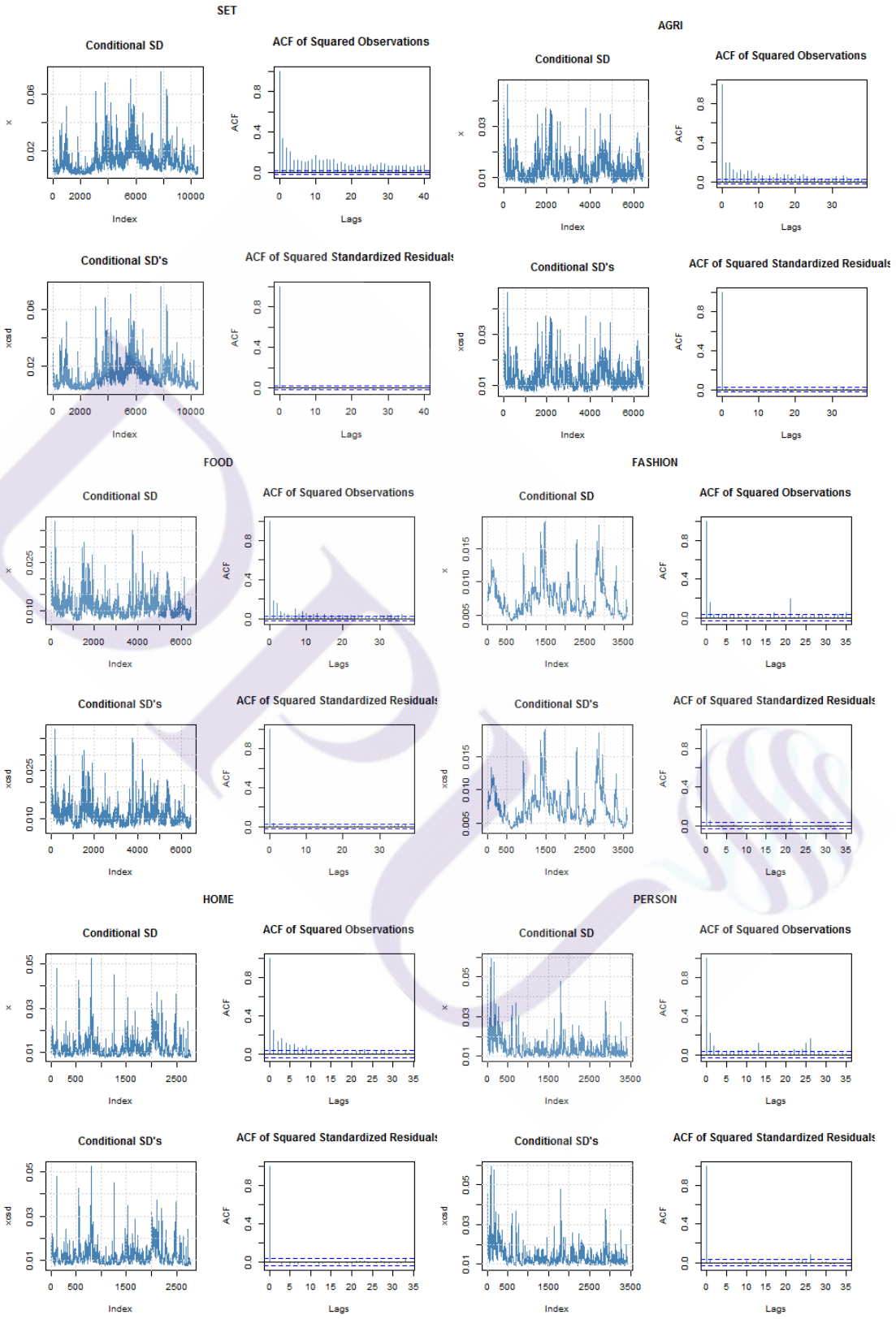
	AUTO	IMM	PAPER	PETRO	PKG	STEEL	CONMAT	CONS	PF.REIT
mu	0.00*	0.00	0.00*	0.00**	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00***
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
omega	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00	0.00***
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
alpha1	0.17***	0.16***	0.10***	0.10***	0.07***	0.15***	0.08***	0.07***	0.23***
	(0.02)	(0.02)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.03)	(0.01)	(0.02)	(0.03)
beta1	0.69***	0.83***	0.82***	0.88***	0.91***	0.76***	0.89***	0.91***	0.65***
	(0.05)	(0.02)	(0.02)	(0.01)	(0.01)	(0.04)	(0.02)	(0.02)	(0.04)
Num. obs.	2920	2782	3371	3591	5569	1700	3589	739	1806
AIC	-6.40	-5.62	-4.85	-5.27	-5.58	-5.86	-5.76	-5.93	-8.36
Log Likelihood	-9343.89	-7819.48	-8183.88	-9465.79	-15553.51	-4983.67	-10347.14	-2195.18	-7550.40

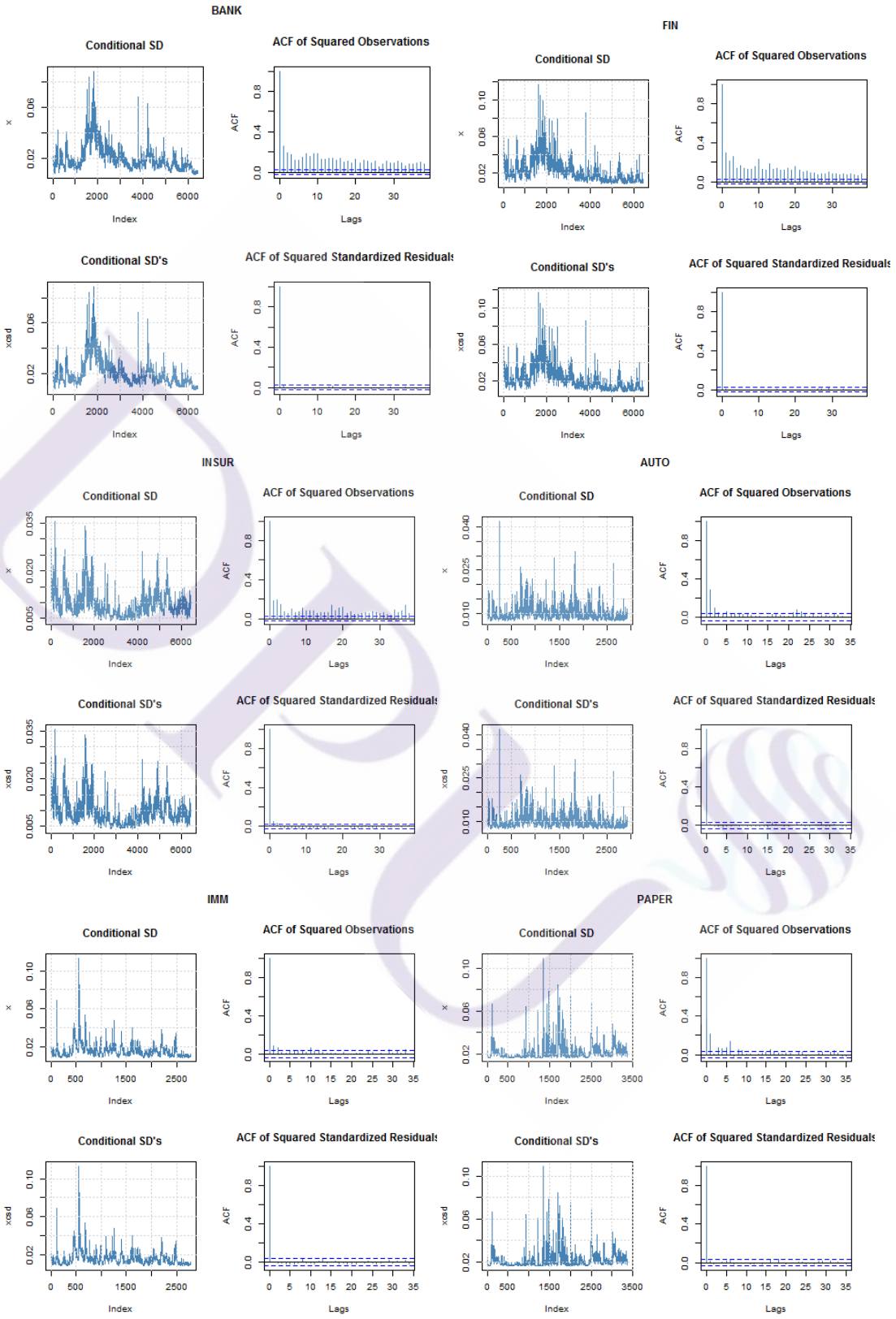
***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05

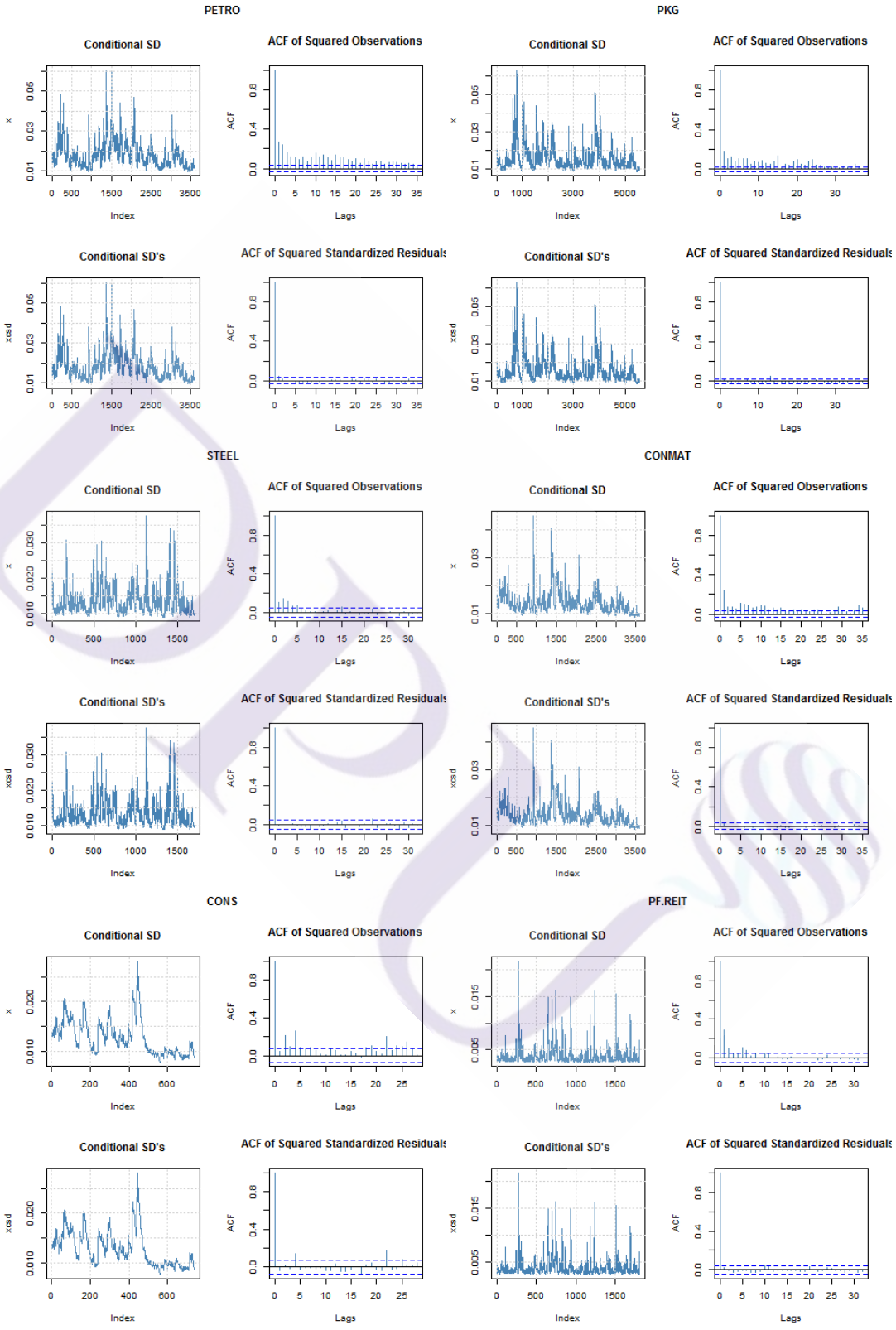
ตารางที่ ผ. 2.1 (ต่อ)

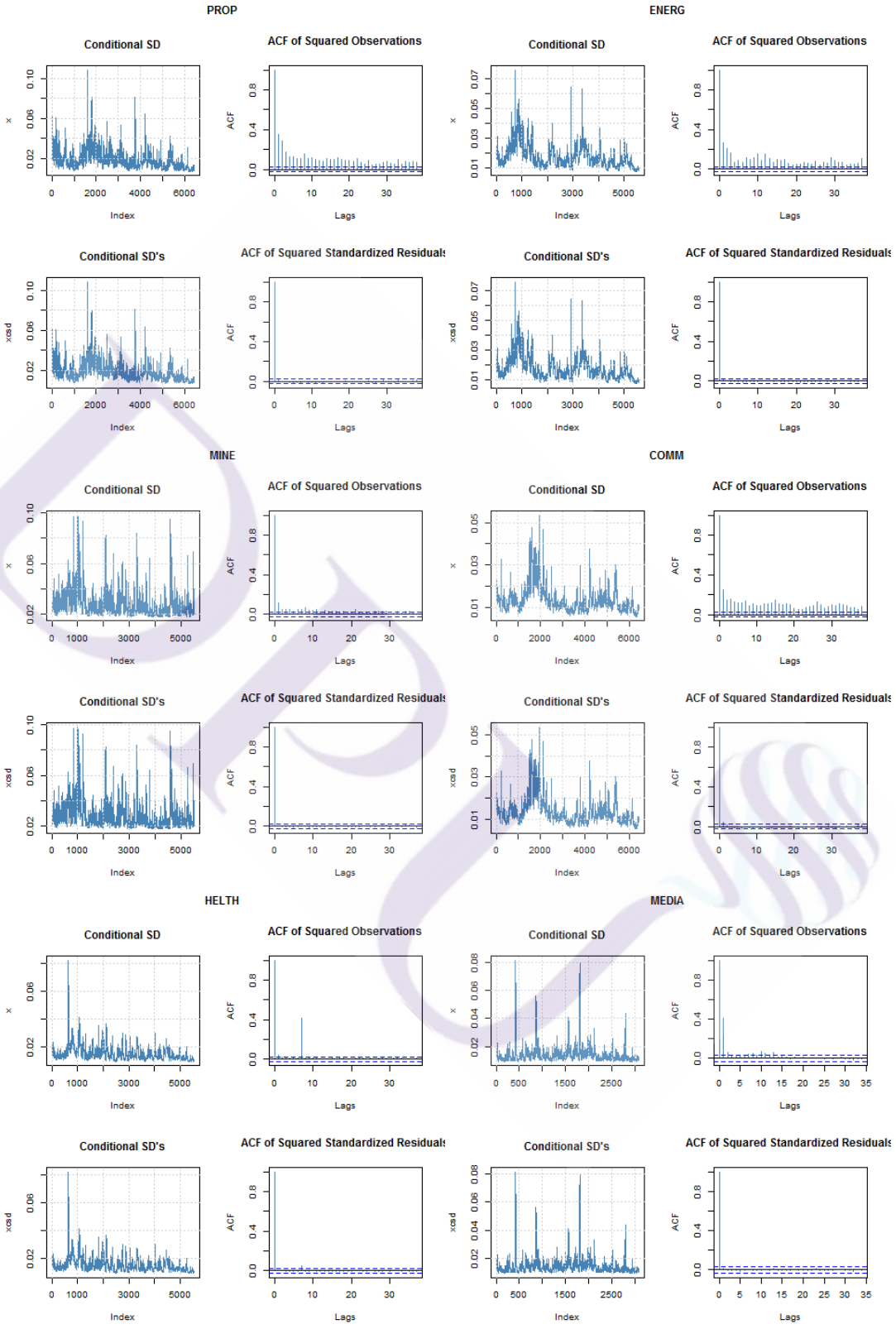
	PROP	**ENERG**	**MINE**	**COMM**	**HELTH**	**MEDIA**	**PROF**	**TOURISM**	**TRANS**	**ETRON**	**ICT**
mu	0.00**	0.00***	-0.00	0.00***	0.00***	0.00*	0.00	0.00*	0.00**	0.00	0.00**
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
omega	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00*	0.00***	0.00**	0.00***
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
alpha1	0.17***	0.09***	0.13***	0.09***	0.08***	0.17***	0.12***	0.05***	0.07***	0.05***	0.16***
	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.02)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(0.02)
beta1	0.83***	0.90***	0.81***	0.91***	0.90***	0.74***	0.88***	0.95***	0.93***	0.95***	0.69***
	(0.01)	(0.01)	(0.02)	(0.01)	(0.02)	(0.03)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(0.04)
Num. obs.	6429	5573	5529	6448	5559	3088	4309	1806	5561	5571	2778
AIC	-5.32	-5.39	-4.45	-5.93	-5.68	-5.81	-4.80	-5.98	-5.19	-5.28	-5.49
Log Likelihood	-17090.14	-15011.14	-12313.25	-19112.42	-15779.50	-8969.52	-10339.38	-5404.41	-14441.87	-14707.13	-7629.02

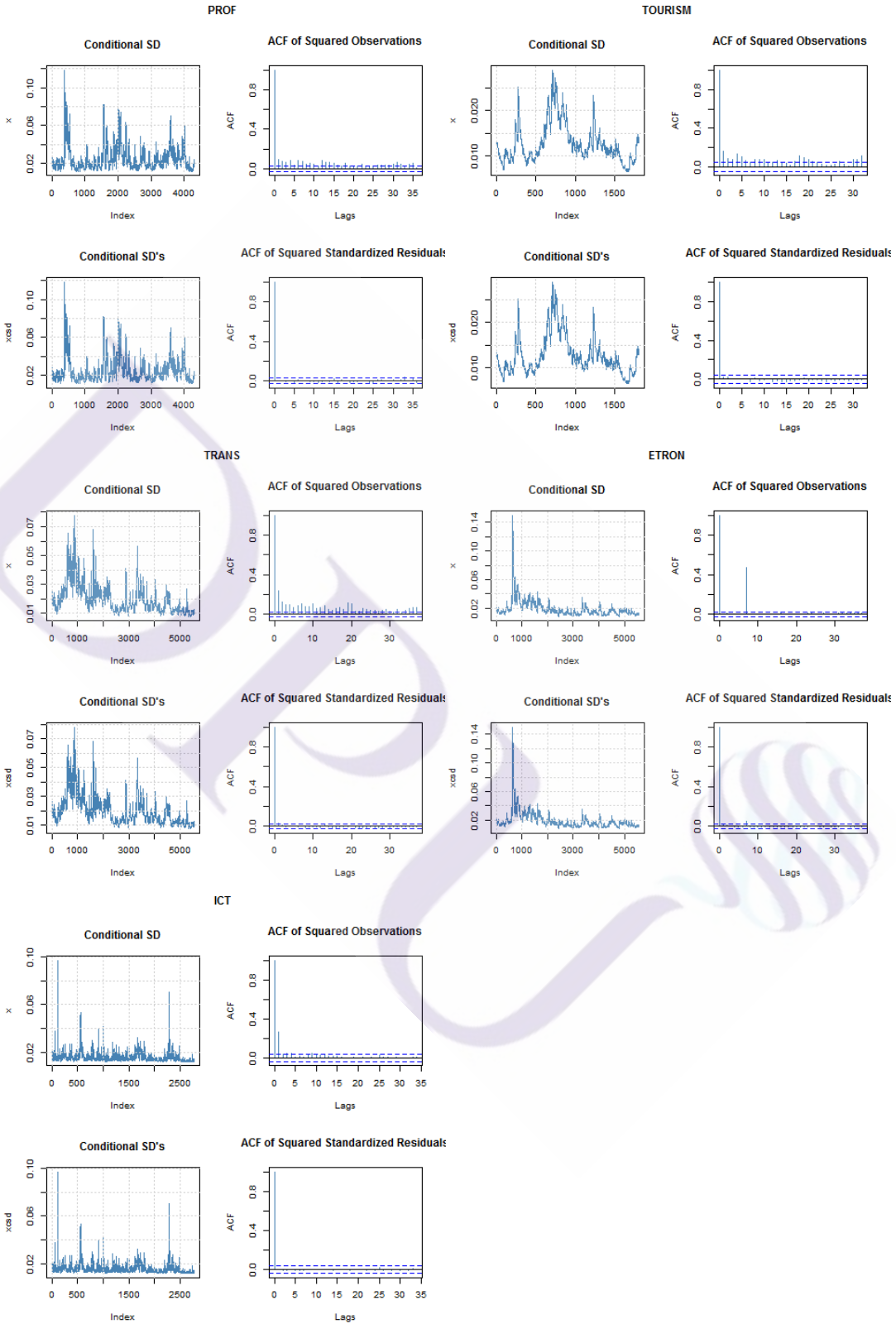
***$p < 0.001$, **$p < 0.01$, *$p < 0.05$


SET
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
AGRI
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
FOOD
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
FASHION
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
HOME
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
PERSON
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
Index
Lags
ACF
x
xcsd


BANK
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
FIN
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
INSUR
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
AUTO
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
IMM
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
PAPER
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
Index
Lags
ACF
x
xcsd


PETRO
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
PKG
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
STEEL
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
CONMAT
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
CONS
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
PF.REIT
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
Index
Lags
ACF
x
xsd


PROP
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
ENERG
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
MINE
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
COMM
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
HELTH
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
MEDIA
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
Index
Lags
ACF
x
xcsd


PROF
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
TOURISM
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
TRANS
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
ETRON
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
ICT
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
Index
Lags
ACF
x
xsd

1. GARCH Statistic Table (2550-2560)

2. GARCH Graph

ตารางที่ ผ. 2.2 ผลการประมาณการค่าพารามิเตอร์ตามตัวแบบ GARCH (1,1) ของผลตอบแทนหมวดธุรกิจและตลาด 2550-2560

	SET	**AGRI**	**FOOD**	**FASHION**	**HOME**	**PERSON**	**BANK**	**FIN**	**INSUR**
Mu	0.00***	-0.00	0.00**	0.00	0.00**	0.00*	0.00***	0.00***	0.00**
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
Omega	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
alpha1	0.18***	0.12***	0.10***	0.04***	0.17***	0.11***	0.09***	0.15***	0.10***
	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(0.02)	(0.02)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
beta1	0.85***	0.85***	0.87***	0.95***	0.76***	0.84***	0.91***	0.86***	0.89***
	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(0.03)	(0.03)	(0.01)	(0.01)	(0.01)
Num. obs.	10474	6434	6434	3593	2782	3424	6446	6444	6430
AIC	-6.19	-5.94	-6.20	-7.04	-6.10	-5.77	-5.20	-5.04	-6.63
Log Likelihood	-32447.05	-19103.81	-19946.01	-12657.05	-8487.46	-9887.39	-16755.54	-16256.25	-21311.79

$^{***}p < 0.001$, $^{**}p < 0.01$, $^{*}p < 0.05$

ตารางที่ ผ. 2.2 (ต่อ)

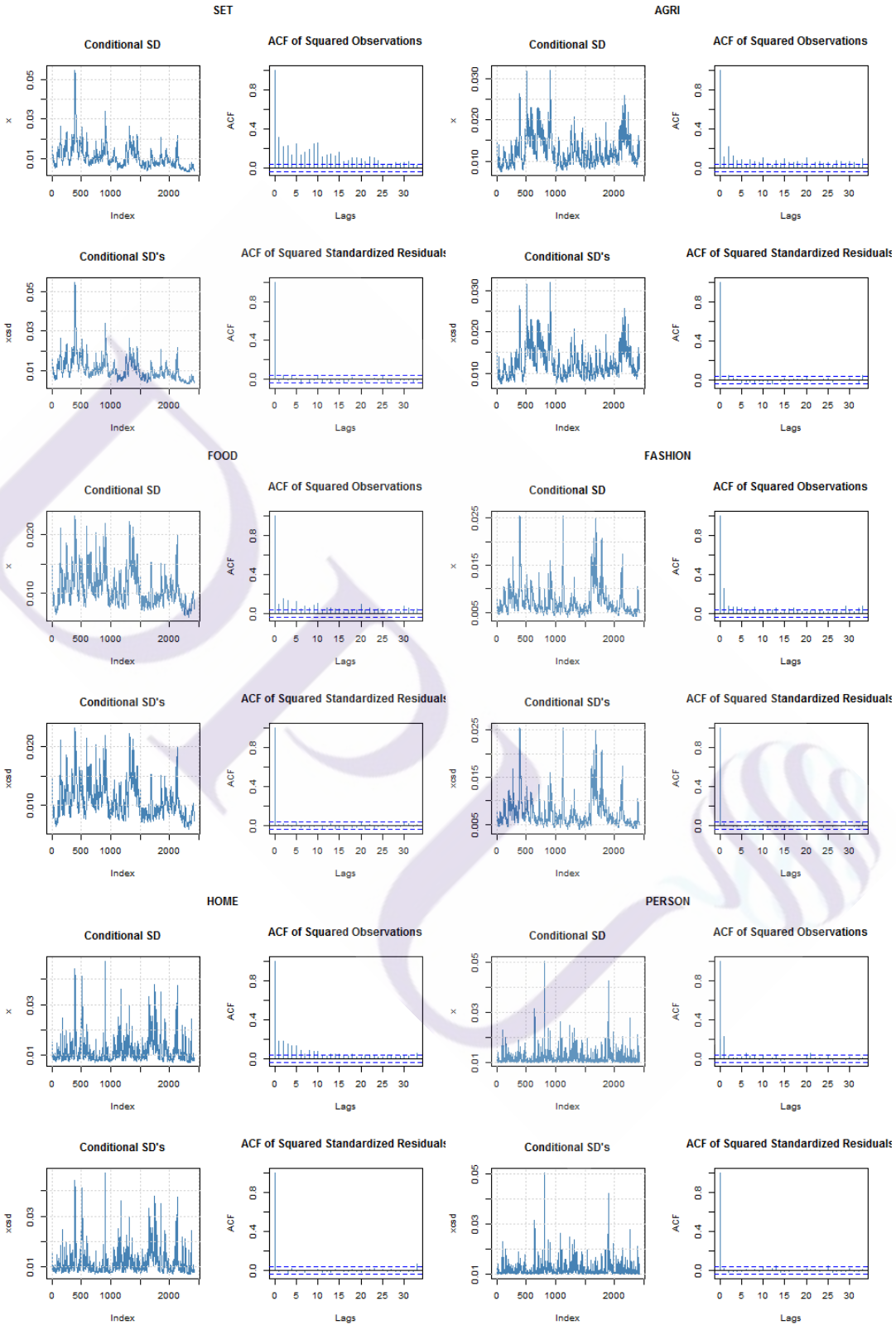
	AUTO	IMM	PAPER	PETRO	PKG	STEEL	CONMAT	CONS	PF.REIT
Mu	0.00*	0.00	0.00*	0.00**	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00***
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
Omega	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00	0.00***
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
alpha1	0.17***	0.16***	0.10***	0.10***	0.07***	0.15***	0.08***	0.07***	0.23***
	(0.02)	(0.02)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.03)	(0.01)	(0.02)	(0.03)
beta1	0.69***	0.83***	0.82***	0.88***	0.91***	0.76***	0.89***	0.91***	0.65***
	(0.05)	(0.02)	(0.02)	(0.01)	(0.01)	(0.04)	(0.02)	(0.02)	(0.04)
Num. obs.	2920	2782	3371	3591	5569	1700	3589	739	1806
AIC	-6.40	-5.62	-4.85	-5.27	-5.58	-6.19	-5.76	-5.93	-8.36
Log Likelihood	-9343.89	-7819.48	-8183.88	-9465.79	-15553.51	-32447.05	-10347.14	-2195.18	-7550.40

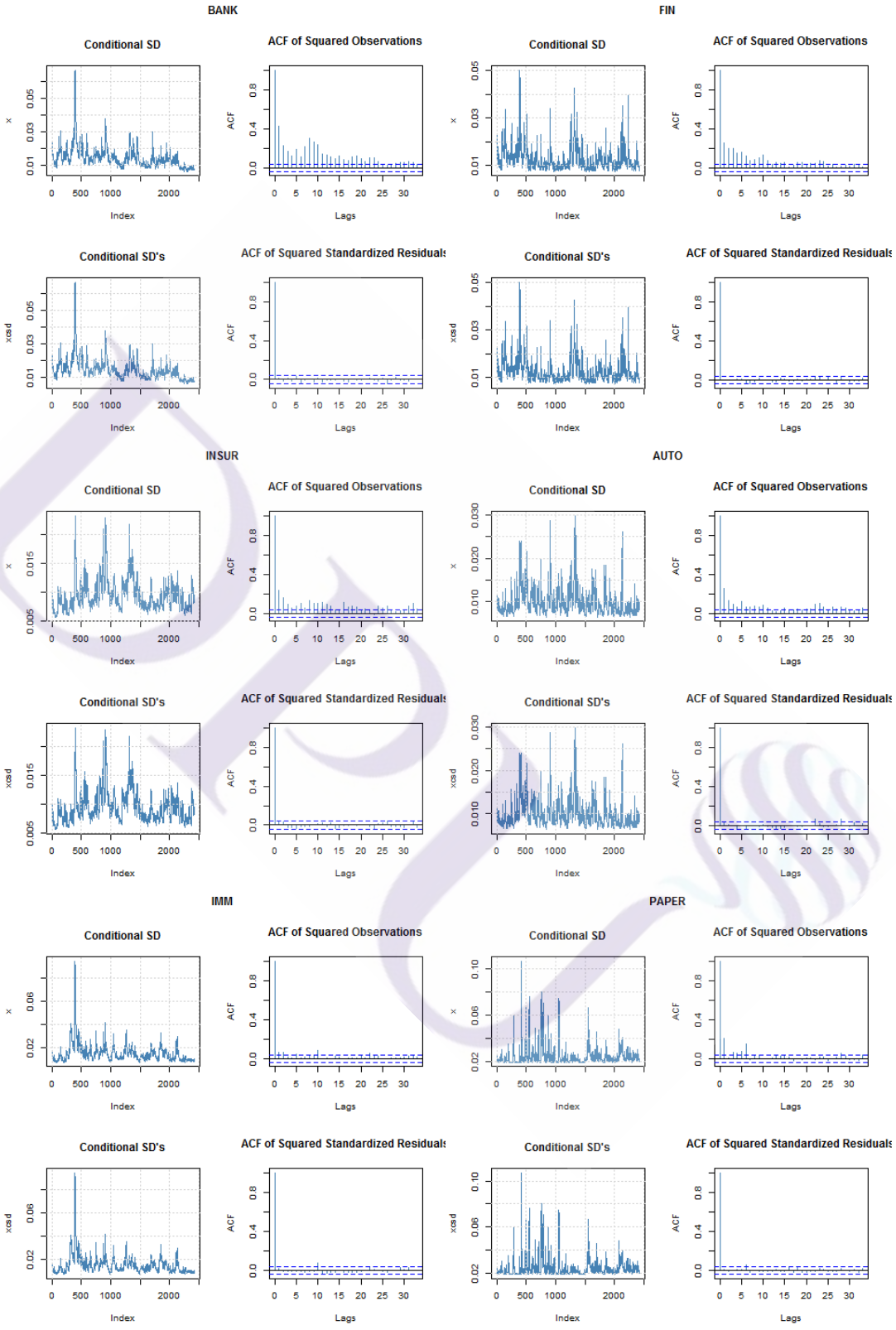
$^{***}p < 0.001$, $^{**}p < 0.01$, $^{*}p < 0.05$

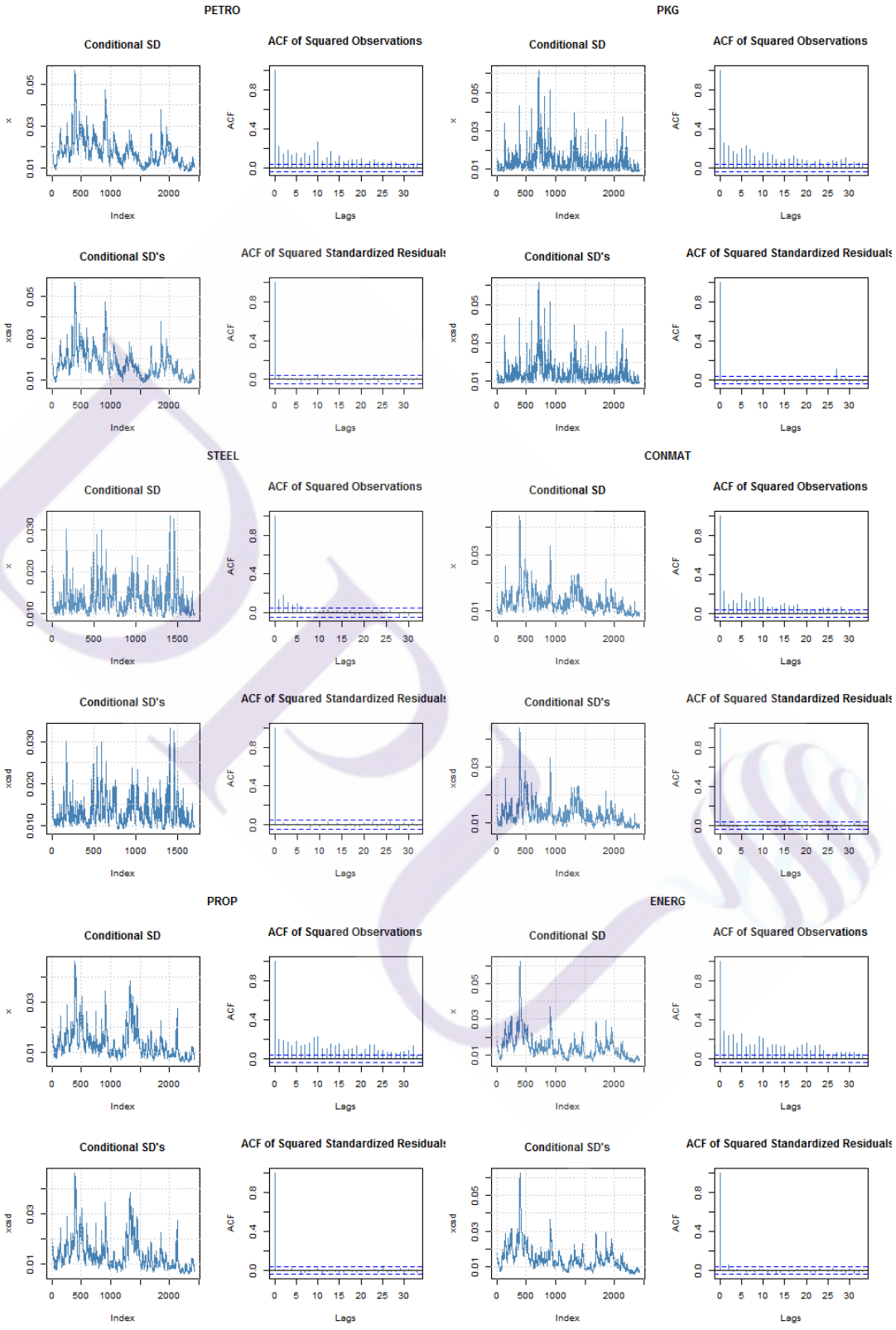
ตารางที่ ผ. 2.2 (ต่อ)

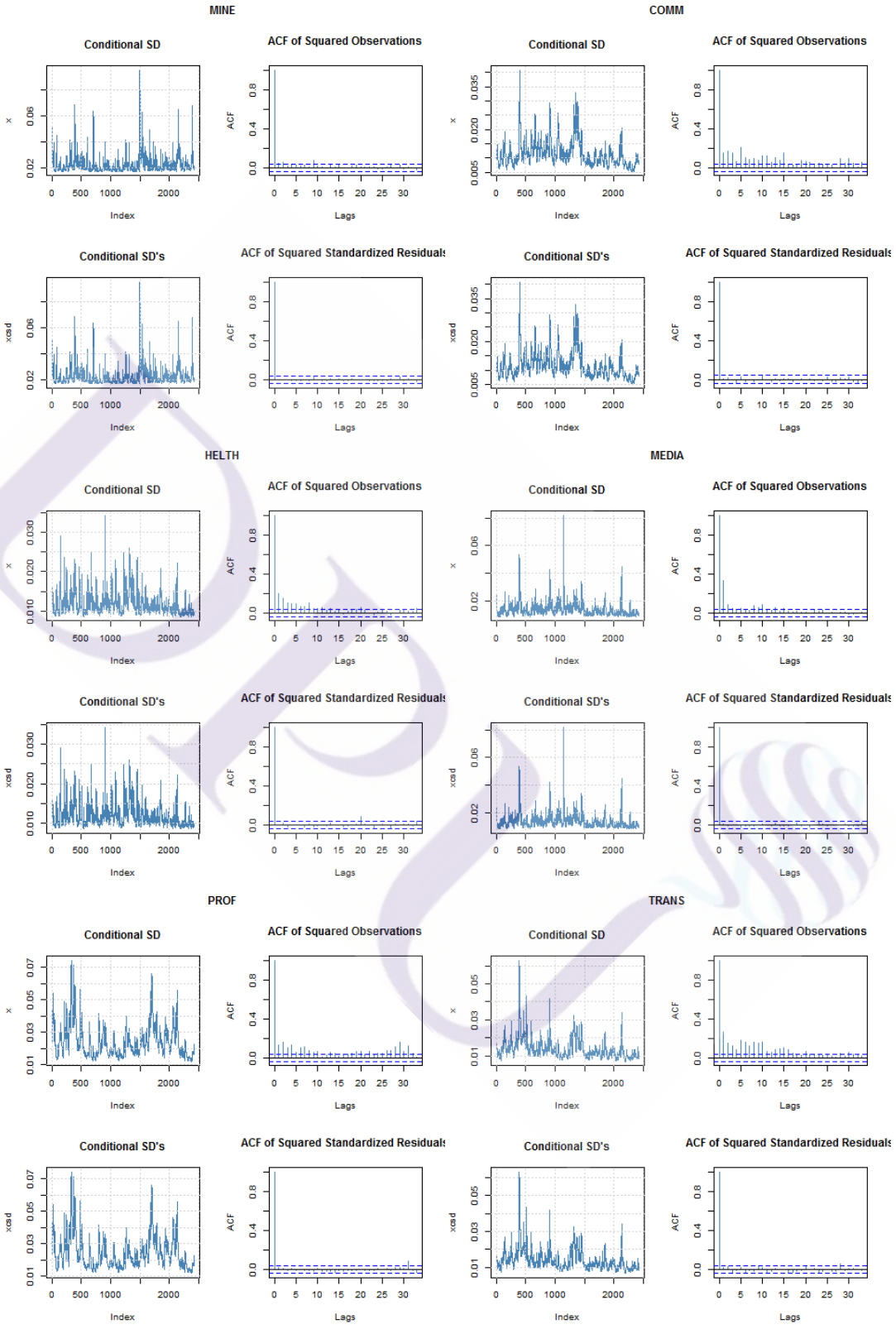
	PROP	**ENERG**	**MINE**	**COMM**	**HELTH**	**MEDIA**	**PROF**	**TOURISM**	**TRANS**	**ETRON**	**ICT**
Mu	0.00**	0.00***	-0.00	0.00***	0.00***	0.00*	0.00	0.00*	0.00**	0.00	0.00**
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
Omega	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***	0.00*	0.00***	0.00**	0.00***
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
alpha1	0.17***	0.09***	0.13***	0.09***	0.08***	0.17***	0.12***	0.05***	0.07***	0.05***	0.16***
	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.02)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(0.02)
beta1	0.83***	0.90***	0.81***	0.91***	0.90***	0.74***	0.88***	0.95***	0.93***	0.95***	0.69***
	(0.01)	(0.01)	(0.02)	(0.01)	(0.02)	(0.03)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(0.04)
Num. obs.	6429	5573	5529	6448	5559	3088	4309	1806	5561	5571	2778
AIC	-5.32	-5.39	-4.45	-5.93	-5.68	-5.81	-4.80	-5.98	-5.19	-5.28	-5.49
Log Likelihood	-17090.14	-15011.14	-12313.25	-19112.42	-15779.50	-8969.52	-10339.38	-5404.41	-14441.87	-14707.13	-7629.02

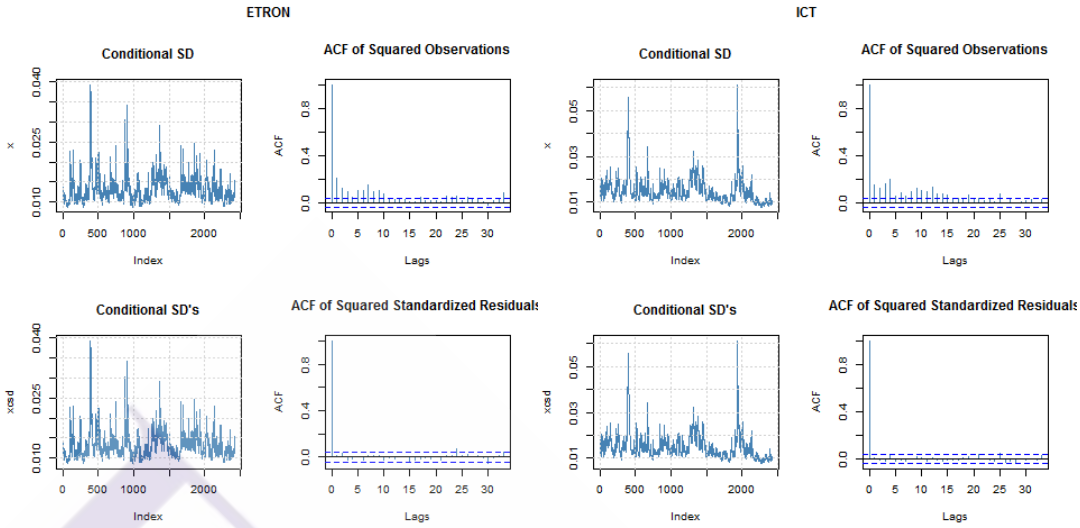
***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05


SET
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
AGRI
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
FOOD
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
FASHION
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
HOME
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
PERSON
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
Index
Lags
ACF
x
xsd


BANK
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
FIN
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
INSUR
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
AUTO
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
IMM
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
PAPER
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
Index
Lags
ACF
x
xcsd

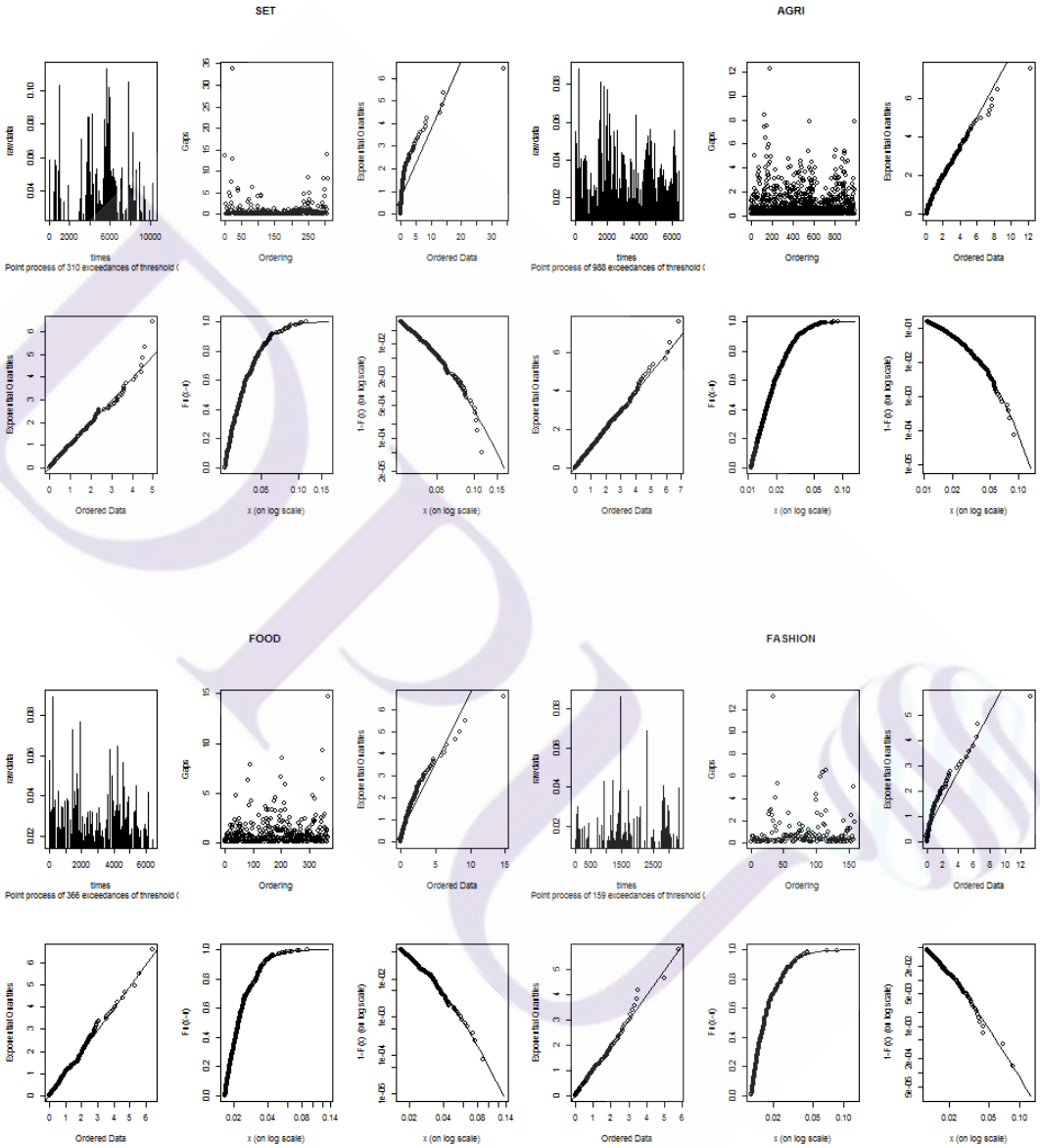

PETRO
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
PKG
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
STEEL
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
CONMAT
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
PROP
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
ENERG
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
Index
Lags
ACF
x
xcsd

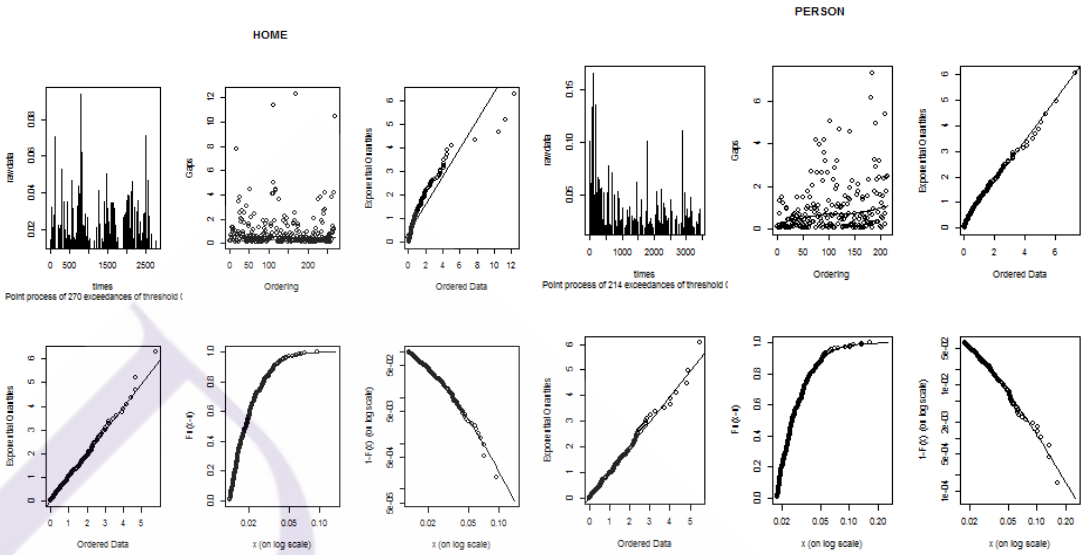

MINE
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
COMM
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
HELTH
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
MEDIA
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
PROF
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
TRANS
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
Index
Lags
ACF
x
xsd

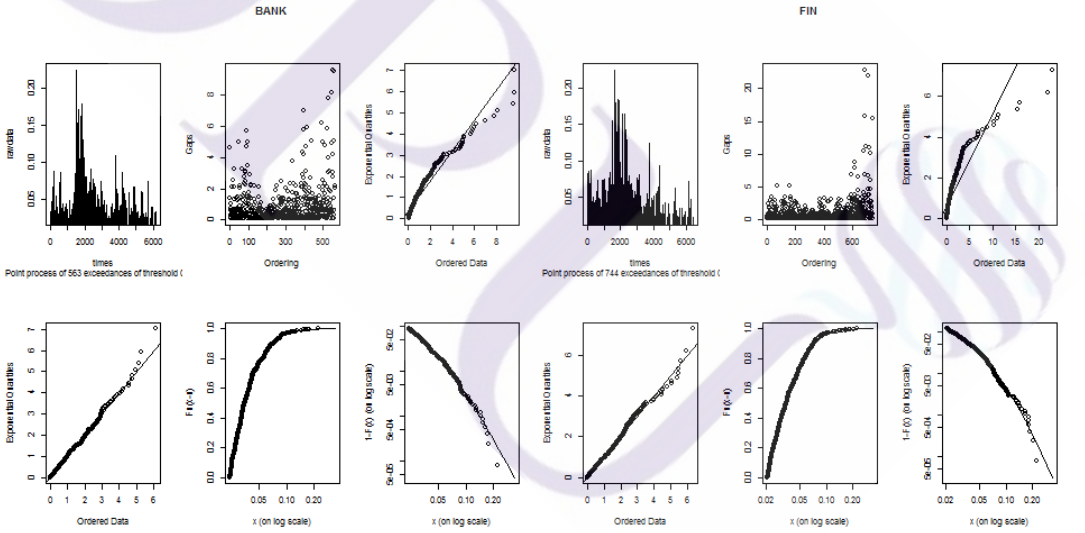

ETRON
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
ICT
Conditional SD
ACF of Squared Observations
Conditional SD's
ACF of Squared Standardized Residuals
Index
Lags
ACF

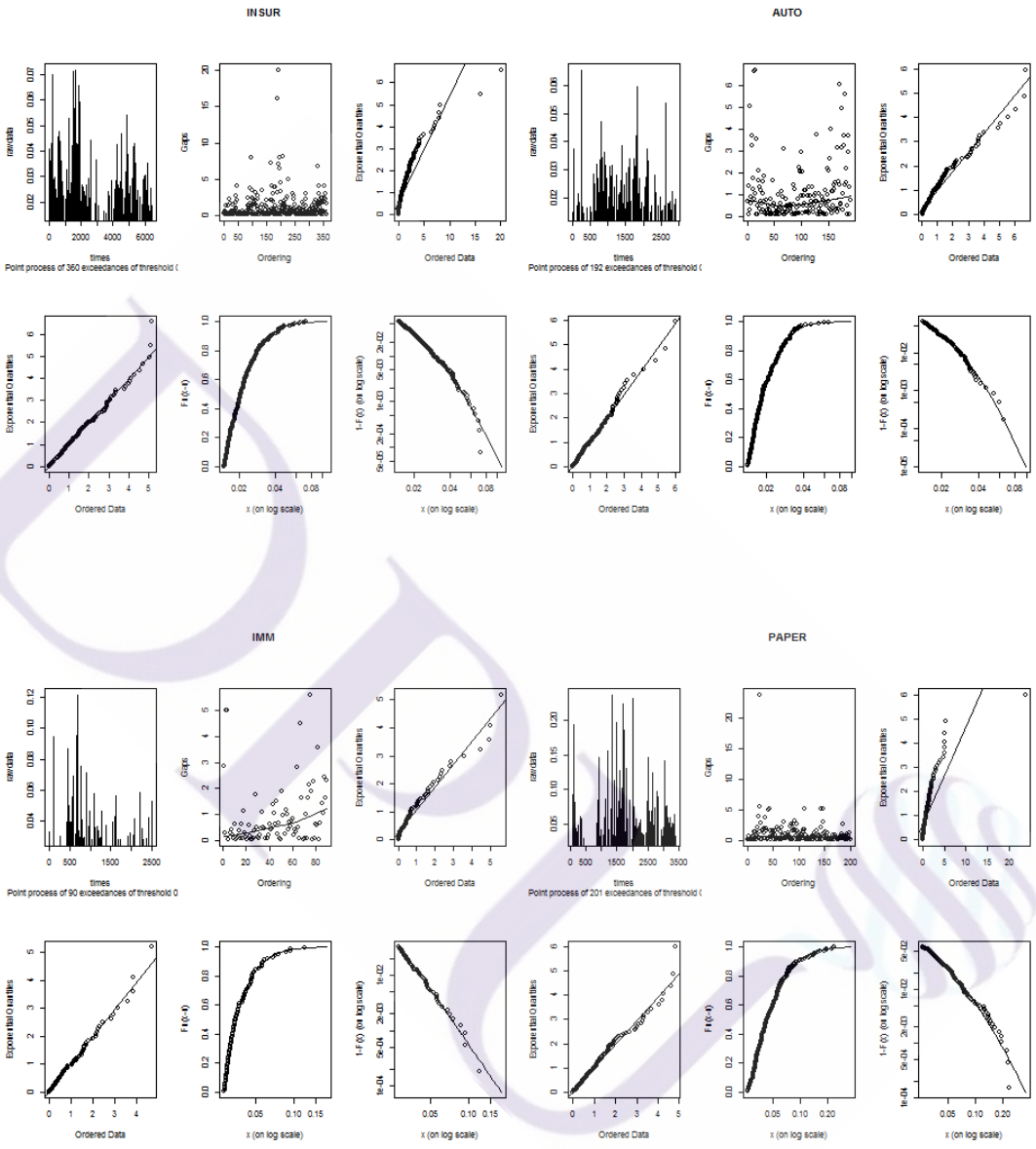
ภาคผนวก ค

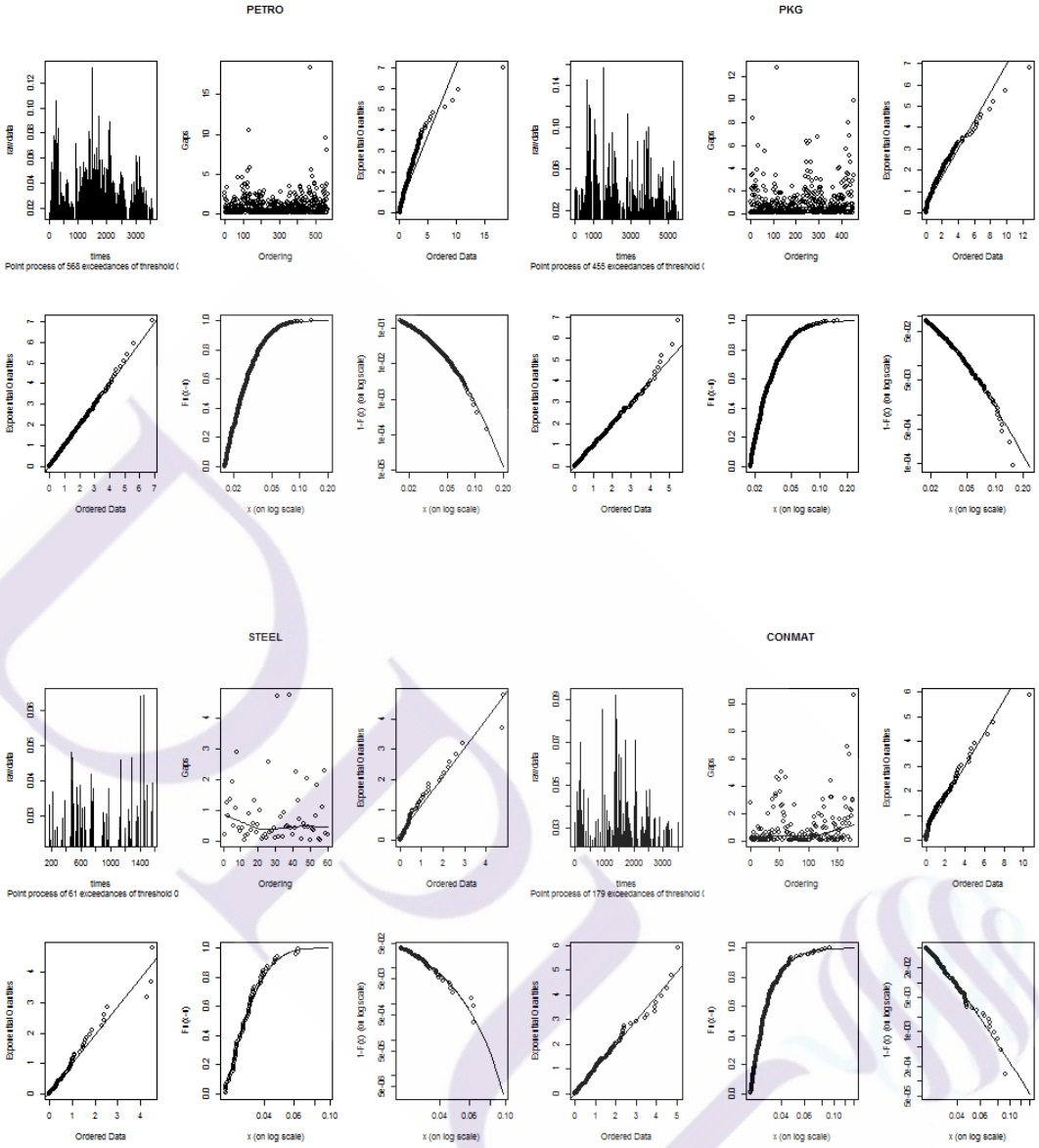
แผนภาพแสดงผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ตาม แบบจำลอง GARCH-EVT:ข้อมูลแบบ Full Sampling

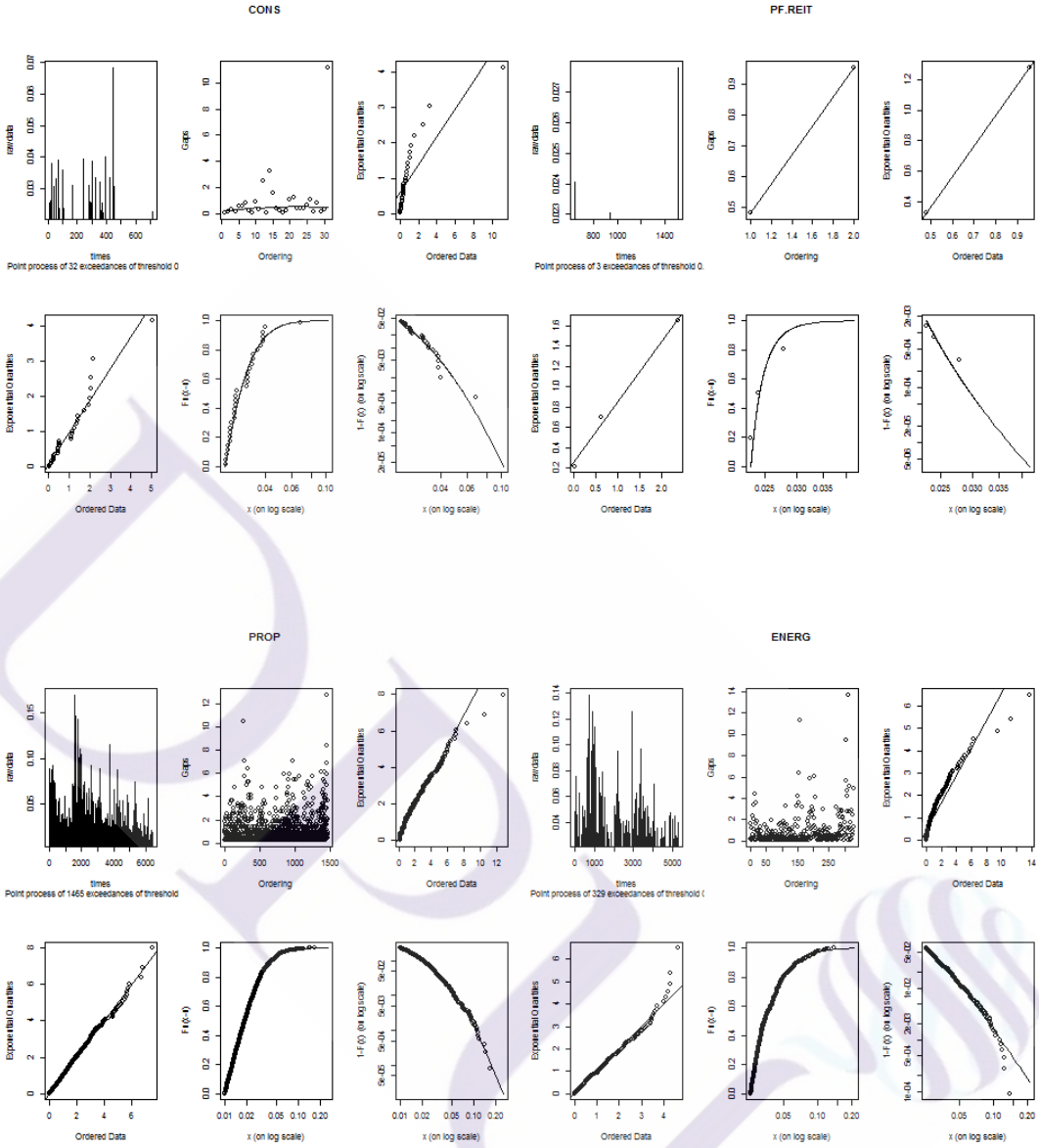

SET
AGRI
FOOD
FASHION
raw data
times
Gaps
Ordering
Exponential Quantiles
Ordered Data
F (x-t)
x (on log scale)
1-F (x) (on log scale)

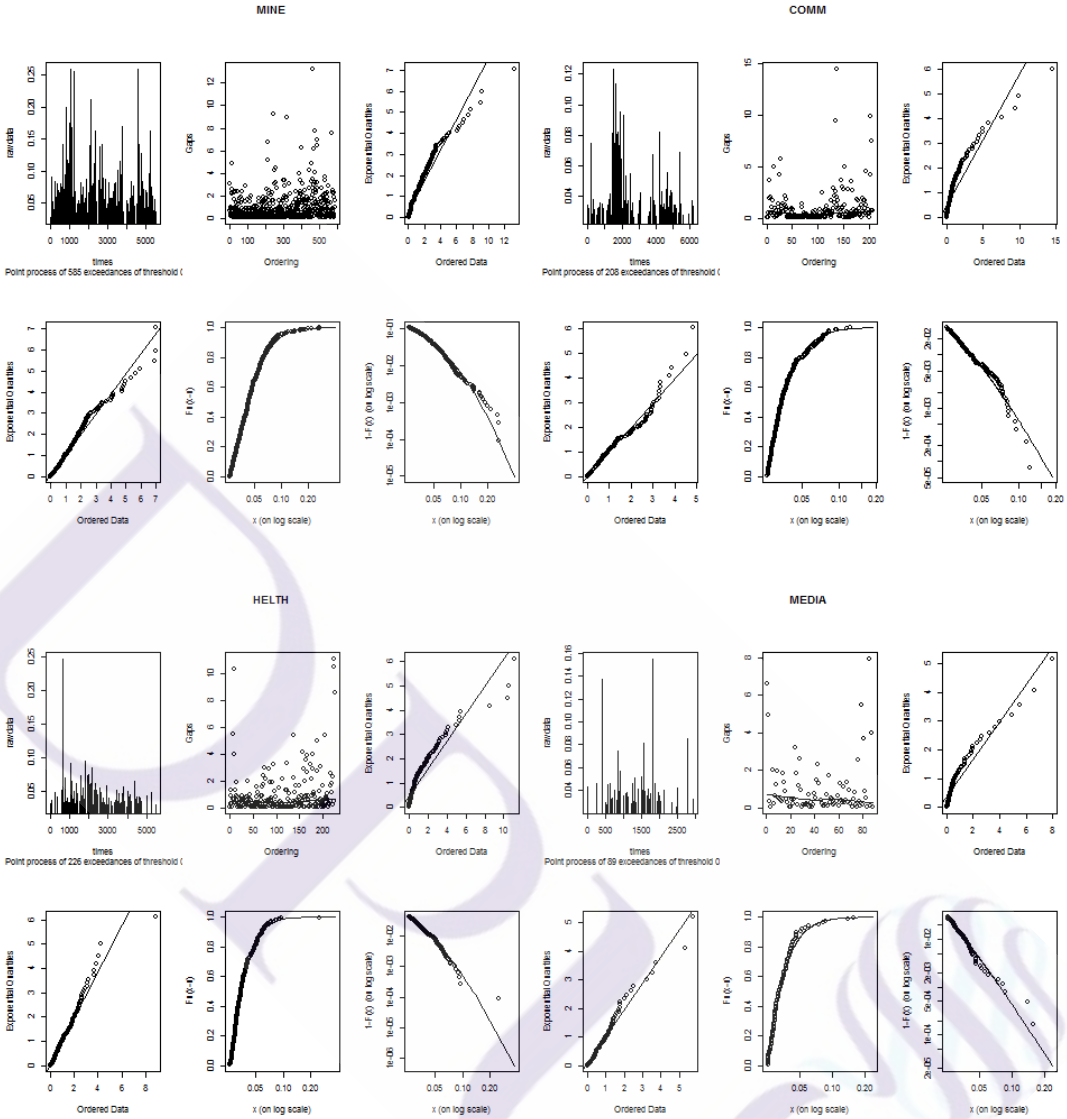

HOME
PERSON
rawdata
Gaps
Exponential Quantiles
times
Ordering
Ordered Data
Point process of 270 exceedances of threshold (
Point process of 214 exceedances of threshold (
F(x-t)
1-F(x) (on log scale)
x (on log scale)

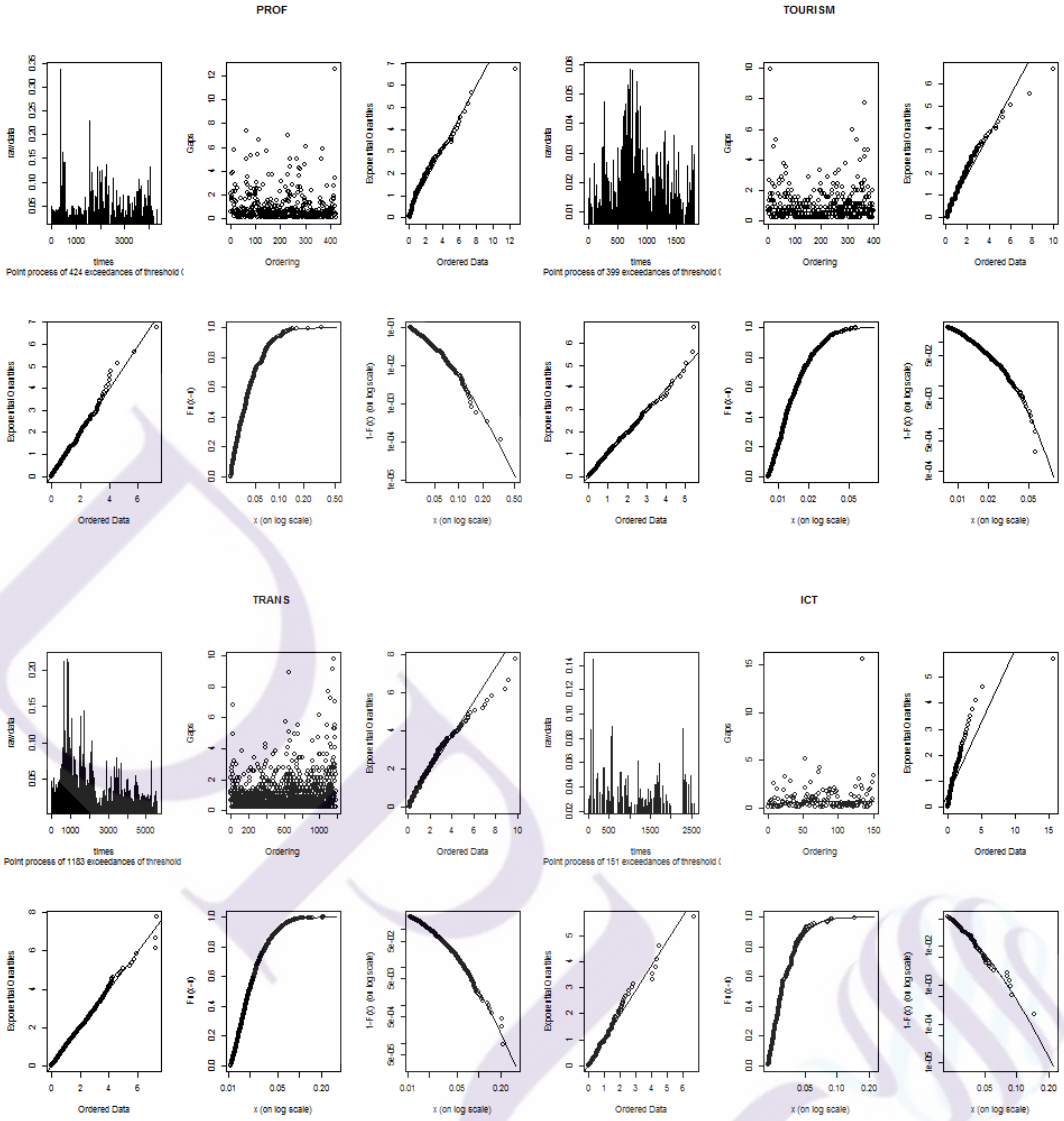

BANK
FIN
rawdata
Gaps
Exponential Quantiles
times
Ordering
Ordered Data
Point process of 563 exceedances of threshold (
Point process of 744 exceedances of threshold (
F(x-t)
1-F(x) (on log scale)
x (on log scale)

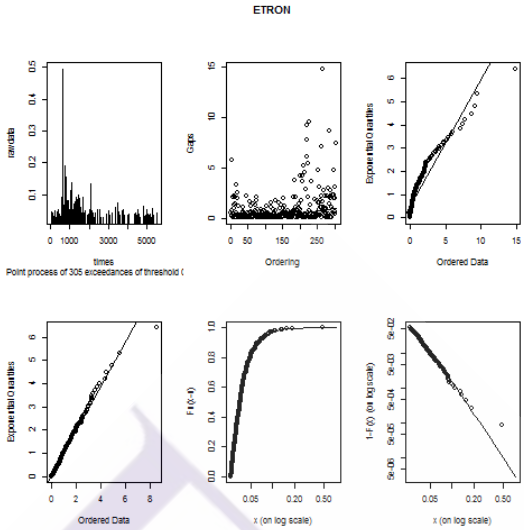

INSUR
AUTO
IMM
PAPER
rawdata
Gaps
Exponential Quantiles
times
Ordering
Ordered Data
Point process of 360 exceedances of threshold
Point process of 192 exceedances of threshold
Point process of 90 exceedances of threshold 0
Point process of 201 exceedances of threshold
Fn(x-t)
1-F(t) (on log scale)
x (on log scale)


PETRO
PKG
STEEL
CONMAT
raw data
times
Point process of 568 exceedances of threshold (
Gaps
Ordering
Exponential Quantiles
Ordered Data
Point process of 455 exceedances of threshold (
F(x-u)
x (on log scale)
1-F(x) (on log scale)
Point process of 61 exceedances of threshold 0
Point process of 179 exceedances of threshold (


CONS
PF.REIT
PROP
ENERG
raw data
Gaps
Exponential Quantiles
Ordered Data
Ordering
times
Point process of 32 exceedances of threshold 0
Point process of 3 exceedances of threshold 0.
Point process of 1465 exceedances of threshold
Point process of 329 exceedances of threshold
F(x)-y
1-F(x) (on log scale)
x (on log scale)

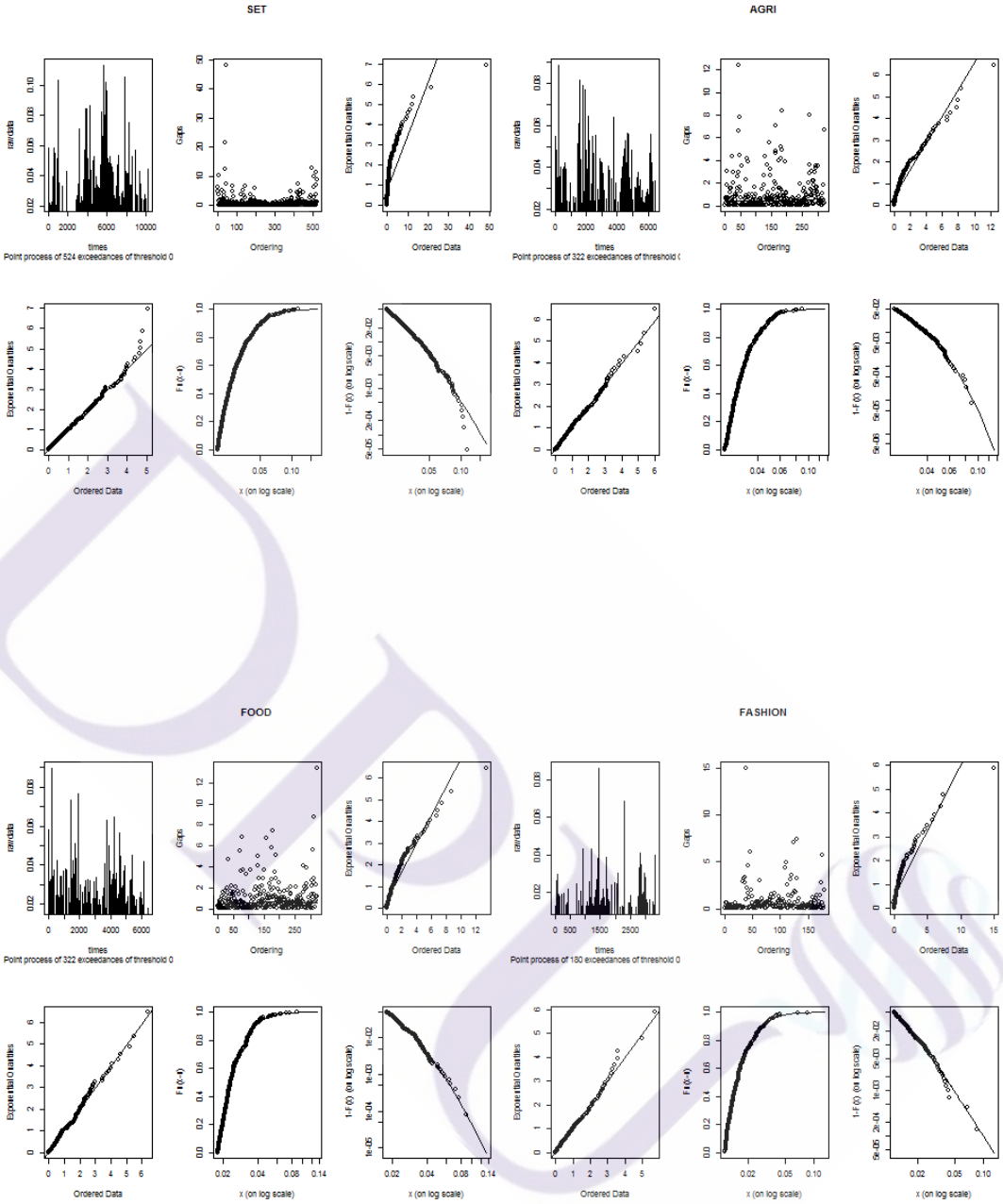

MINE
COMM
HELTH
MEDIA
raw data
times
Point process of 585 exceedances of threshold
Gaps
Ordering
Exponential Quantiles
Ordered Data
Point process of 208 exceedances of threshold
F4(x-4)
1-F (x) (on log scale)
x (on log scale)
Point process of 226 exceedances of threshold
Point process of 89 exceedances of threshold

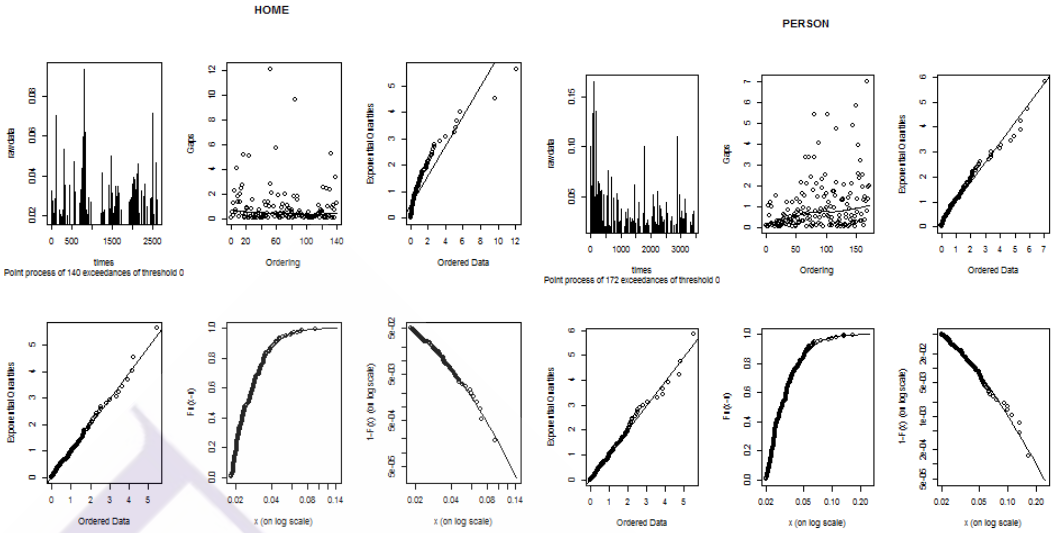

PROF
TOURISM
TRANS
ICT
rawdata
Gaps
Exponential Quantiles
Ordered Data
Ordering
times
x (on log scale)
F(x-u)
1-F(x) (on log scale)
Point process of 424 exceedances of threshold (
Point process of 399 exceedances of threshold (
Point process of 1183 exceedances of threshold
Point process of 151 exceedances of threshold (

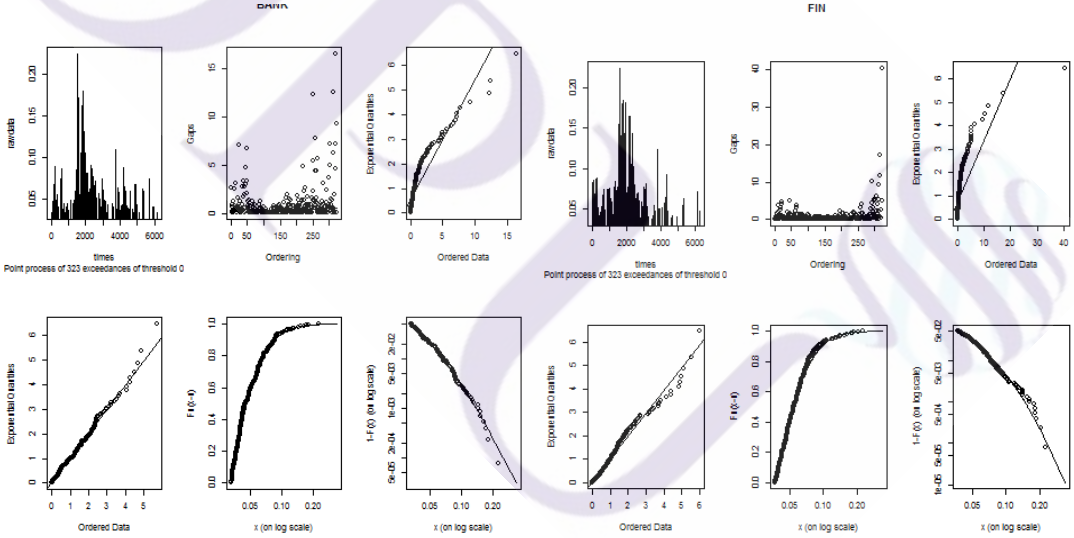

ETRON
rawdata
times
Point process of 305 exceedances of threshold
Gaps
Ordering
Exponential Quantiles
Ordered Data
Exponential Quantiles
Ordered Data
F(t)(-y)
x (on log scale)
1-F (y) (on log scale)
x (on log scale)

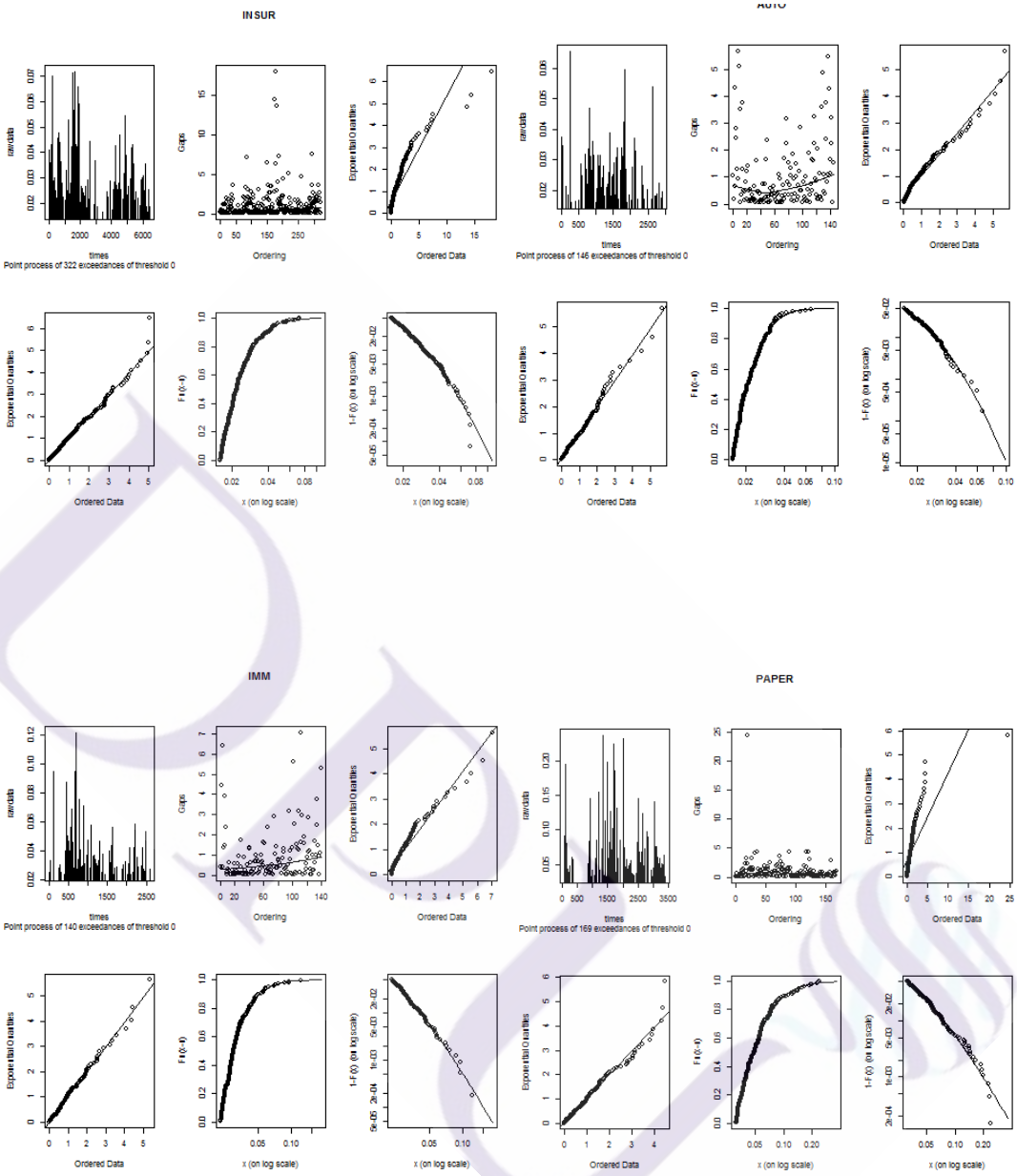
ภาคผนวก ง

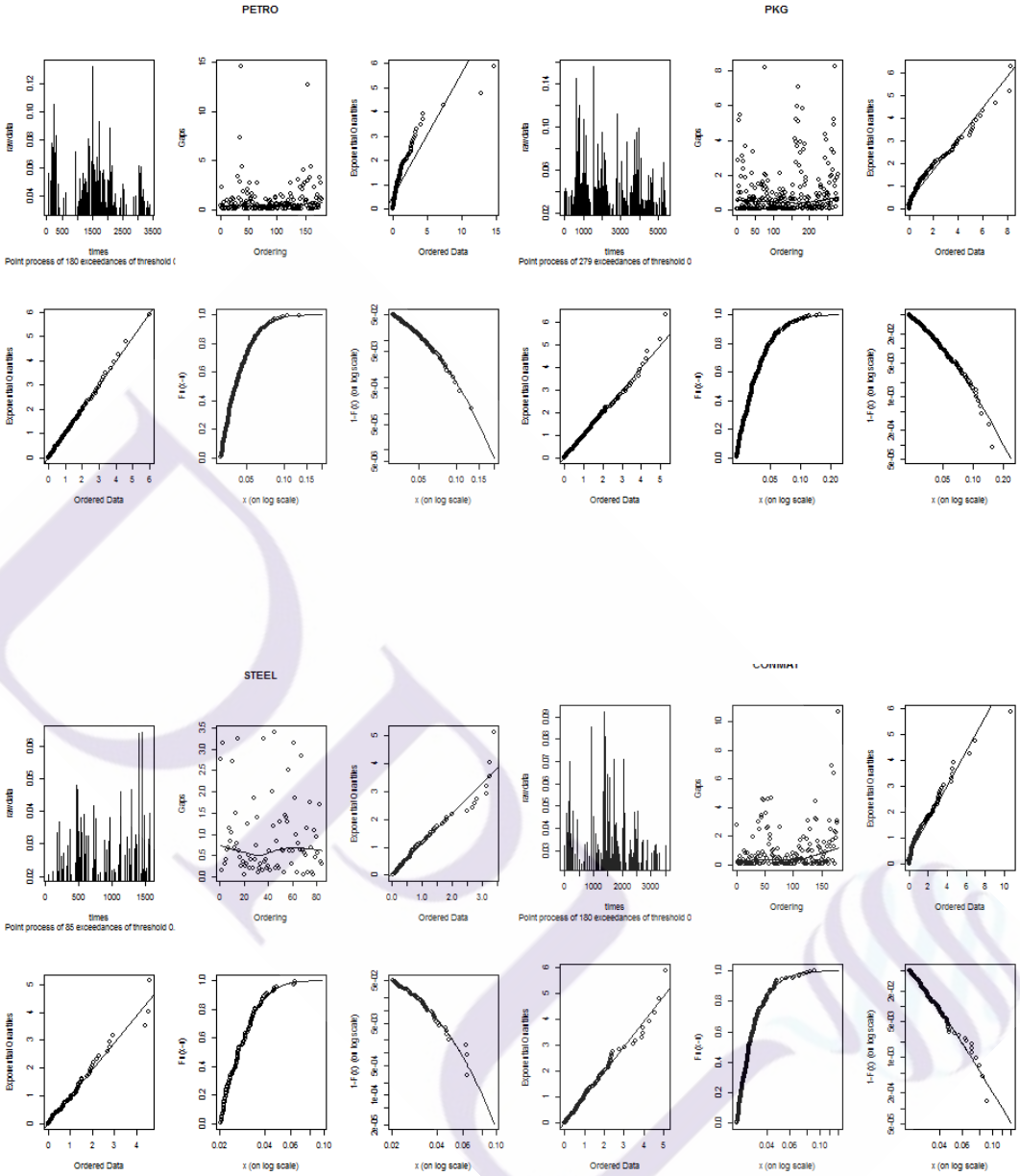
แผนภาพแสดงผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ ตาม แบบจำลอง GARCH-EVT: ข้อมูล 2550-2560

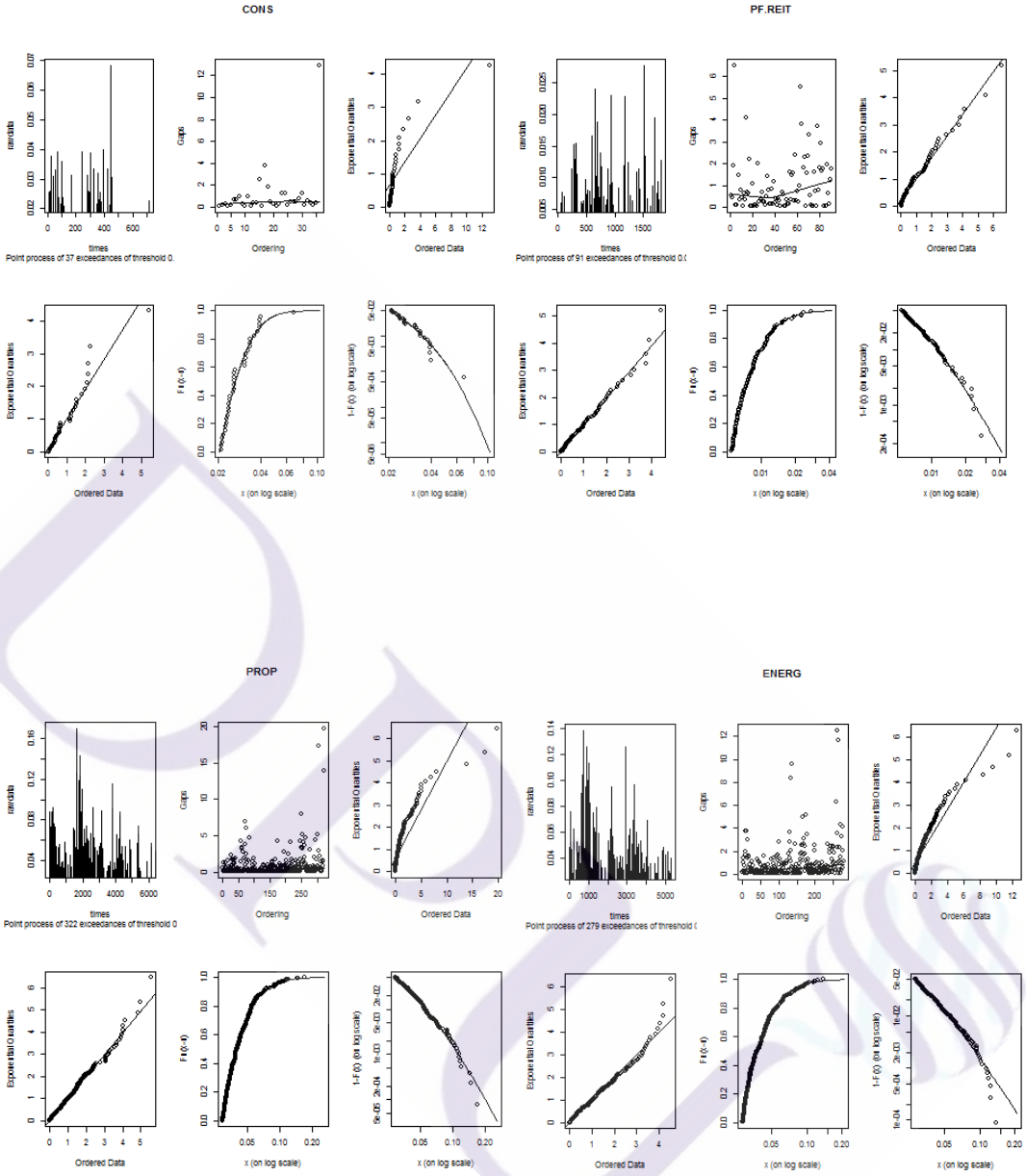

SET
AGRI
FOOD
FASHION
raw data
times
Point process of 524 exceedances of threshold 0
Point process of 322 exceedances of threshold (
Point process of 322 exceedances of threshold 0
Point process of 180 exceedances of threshold 0
Gaps
Ordering
Exponential Quantiles
Ordered Data
F n(x-t)
1-F (x) (on log scale)
x (on log scale)

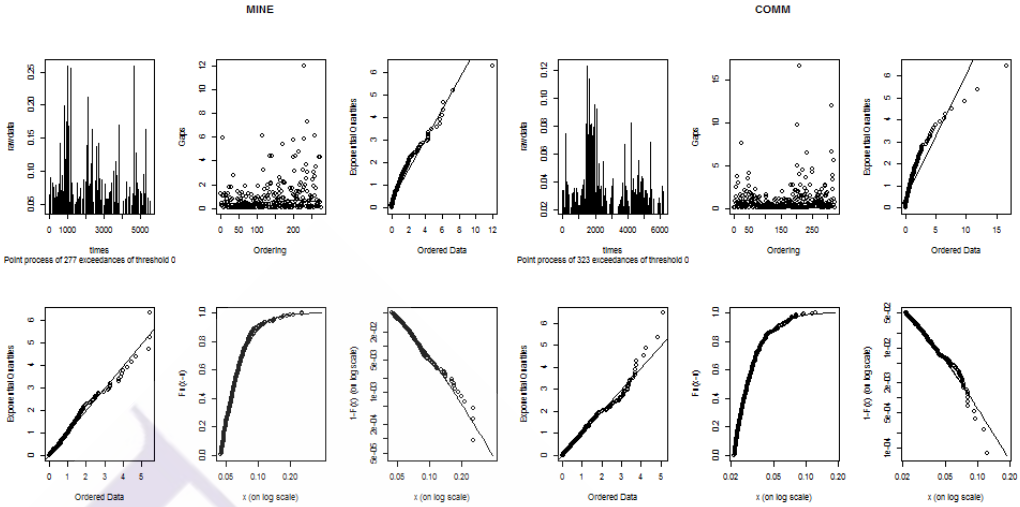

HOME
PERSON
rawdata
Gaps
Exponential Quantiles
times
Point process of 140 exceedances of threshold 0
Point process of 172 exceedances of threshold 0
Ordering
Ordered Data
F(x-t)
1-F(x) (on log scale)
x (on log scale)

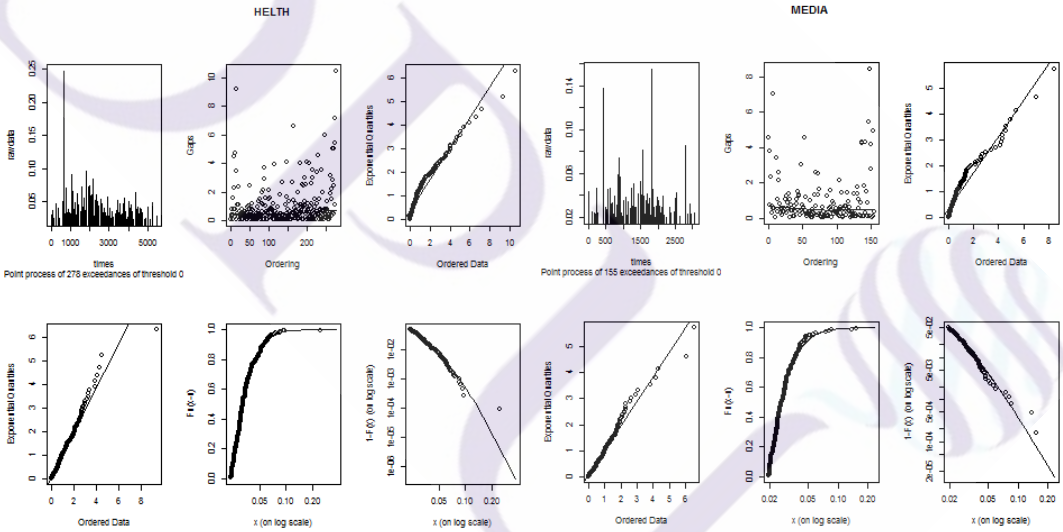

FIN
rawdata
Gaps
Exponential Quantiles
times
Point process of 323 exceedances of threshold 0
Ordering
Ordered Data
F(x-t)
1-F(x) (on log scale)
x (on log scale)

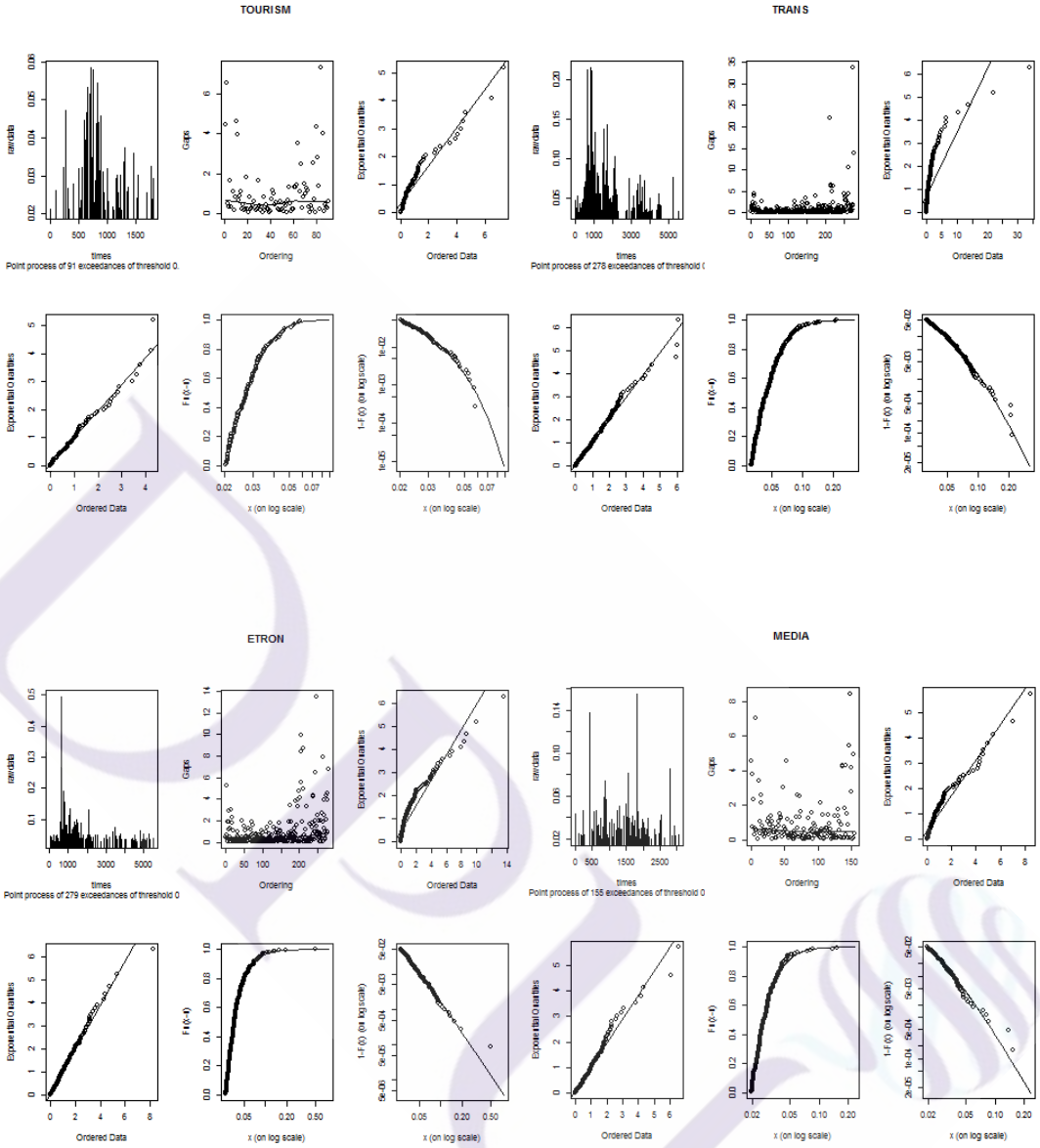

INSUR
AUTO
IMM
PAPER
rawdata
Gaps
Exponential Quantiles
Ordered Data
Ordering
times
Point process of 322 exceedances of threshold 0
Point process of 146 exceedances of threshold 0
Point process of 140 exceedances of threshold 0
Point process of 169 exceedances of threshold 0
F(x-u)
1-F (x) (on log scale)
x (on log scale)


PETRO
PKG
STEEL
CONMAT
rawdata
Gaps
Exponential Quantiles
Ordered Data
Ordering
times
x (on log scale)
Fit(x-t)
1-F(x) (on log scale)


CONS
PF.REIT
PROP
ENERG
rawdata
Gaps
Exponential Quantiles
times
Ordering
Ordered Data
F x(-4)
1-F (x) (on log scale)
x (on log scale)


MINE
COMM
rawdata
Gaps
Exponential Quantiles
times
Ordering
Ordered Data
Point process of 277 exceedances of threshold 0
Point process of 323 exceedances of threshold 0
F(x-u)
1-F(x-u) (on log scale)
x (on log scale)


HELTH
MEDIA
rawdata
Gaps
Exponential Quantiles
times
Ordering
Ordered Data
Point process of 276 exceedances of threshold 0
Point process of 155 exceedances of threshold 0
F(x-u)
1-F(x-u) (on log scale)
x (on log scale)

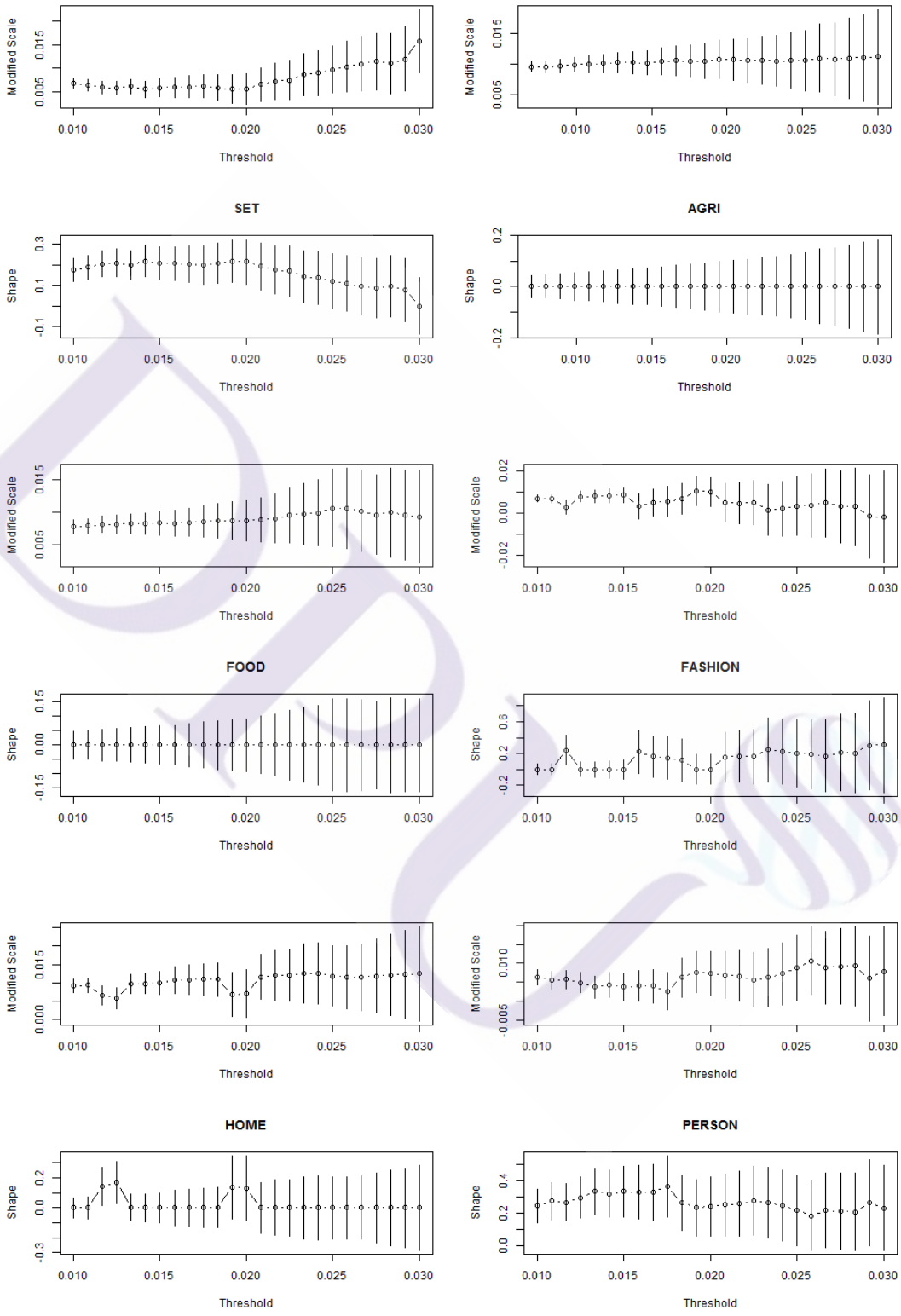

TOURISM
TRANS
ETRON
MEDIA
Point process of 91 exceedances of threshold 0.
Point process of 278 exceedances of threshold
Point process of 279 exceedances of threshold 0
Point process of 155 exceedances of threshold 0
times
Ordering
Ordered Data
x (on log scale)
Exponential Quantiles
F(x-u)
1-F (x) (on log scale)

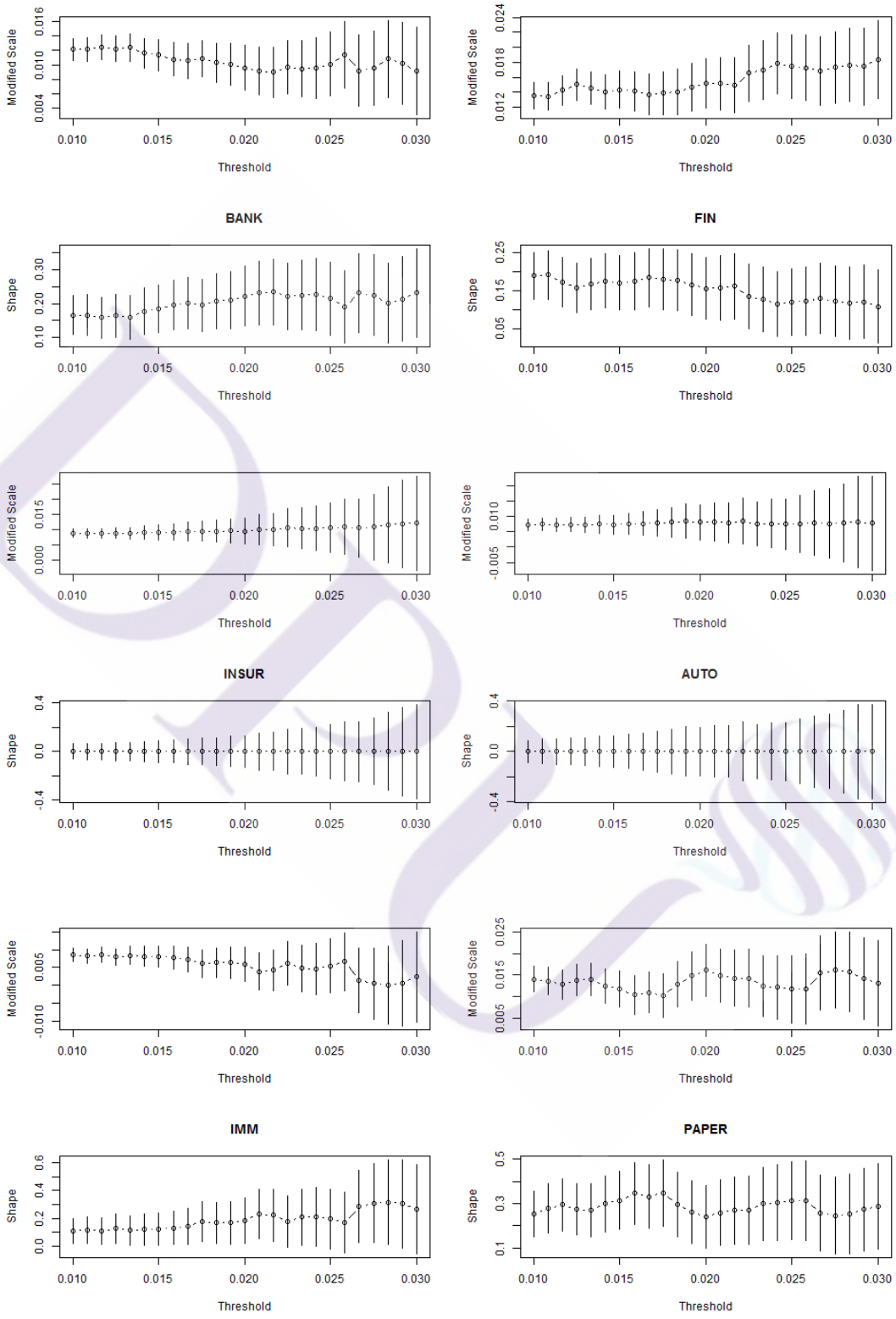
ภาคผนวก จ

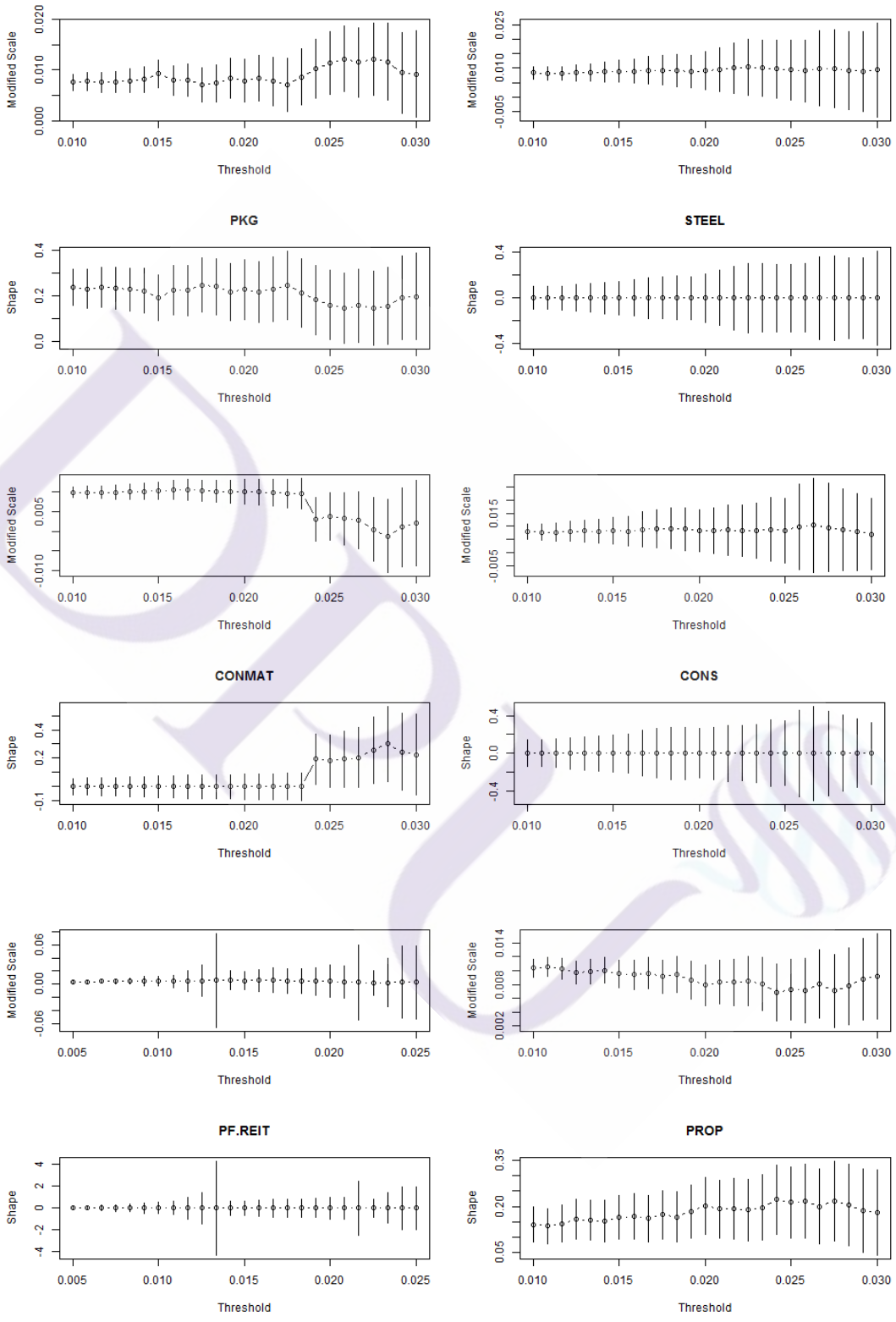
Threshold Criteria Plot

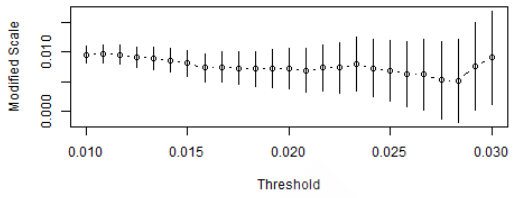
ผลตอบแทนดัชนีราคาตลาดและผลตอบแทนดัชนีราคาหมวดธุรกิจ

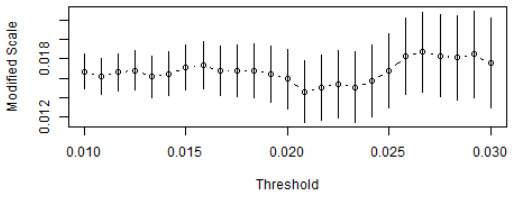
แบบเต็มตัวอย่าง (Full Sampling) จนถึง 2560


Modified Scale
Threshold
SET
Shape
AGRI
FOOD
FASHION
HOME
PERSON

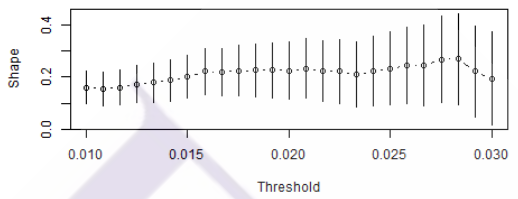

Modified Scale
Threshold
BANK
Shape
FIN
INSUR
AUTO
IMM
PAPER


Modified Scale
Threshold
PKG
Shape
STEEL
CONMAT
CONS
PF.REIT
PROP

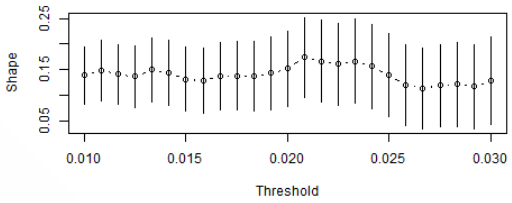


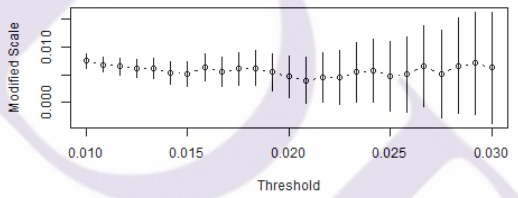


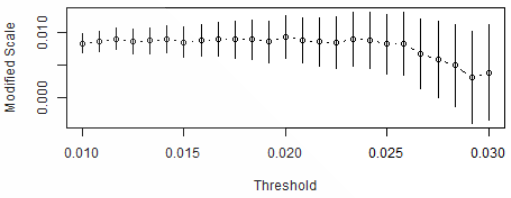
ENERG



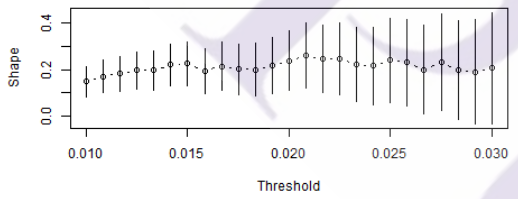
MINE



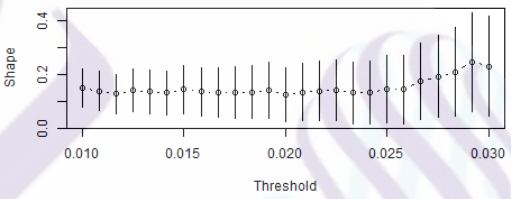


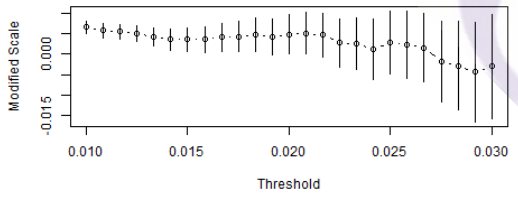


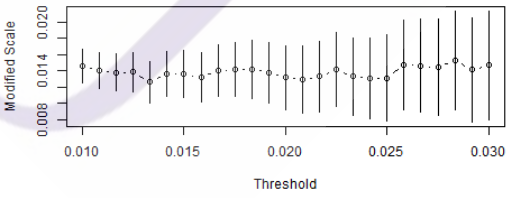
COMM



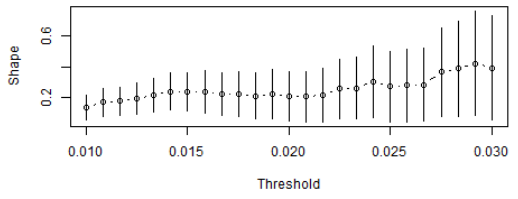
HELTH



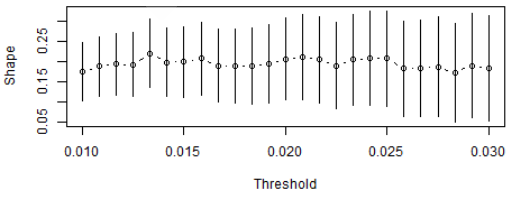


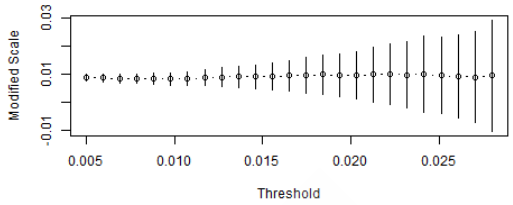


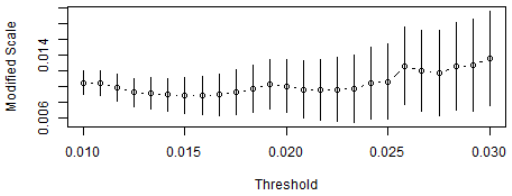
MEDIA



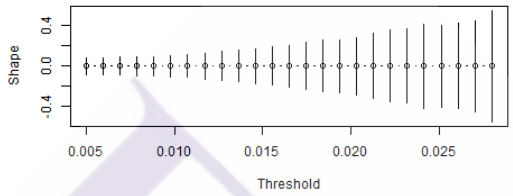
PROF



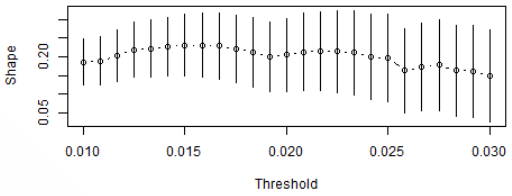


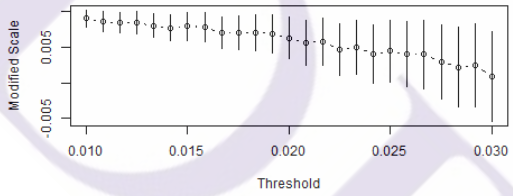


TOURISM

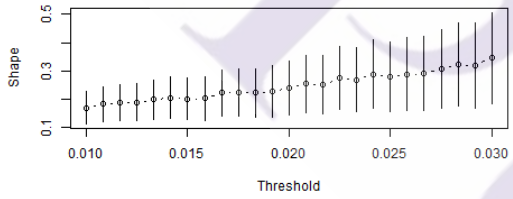


TRANS





ETRON



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายเทพชู ศรีโพธิ์

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (บริหารธุรกิจ)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2530-2531
ปริญญาโท พัฒนาการเศรษฐกิจมหาบัณฑิต
สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์ ปี 2536

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ผู้เชี่ยวชาญ สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม

ประสบการณ์

หัวหน้าโครงการ
การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาห่วงโซ่อุปทานอุตสาหกรรมอาหารในพื้นที่ 4 ภูมิภาค (Thailand Food Valley) กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ปี พ.ศ. 2555
นักวิจัย การศึกษากฎหมายอาหารของต่างประเทศ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2546.
นักวิจัย โครงการจัดทำแผนแม่บทอุตสาหกรรมรายสาขา (สาขาอาหาร) สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ปี พ.ศ. 2544.

การอบรม

หลักสูตร มาตรฐานอาหาร (Food Standards), โครงการทุนรัฐบาลสหรัฐอเมริกา (Cochran Fellowship Program) กระทรวงเกษตรแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Department of Agriculture: USDA), ประเทศสหรัฐอเมริกา
หลักสูตร กรีน โปรดักติวิตี้ (Practicum Workshop on Green Productivity), สถาบันด้านการจัดการบริหารสาธารณะ (National Institute of Public Administration: INTAN) ประเทศมาเลเซีย
หลักสูตร ระบบปลอดภัยขั้นพื้นฐาน (A Basic Food Safety System), สถาบัน TAFE SA, ประเทศออสเตรเลีย