การประเมินความเสี่ยงทางการเงินนอกเหนือจาก VaR และ CVaR ด้วยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทอพอโลยี

Financial Risk Assessment Beyond VaR and CVaR with the Application of Topological Data Analysis

สิริรัฐ เพ็ญสวัสดิ์[1] และ สมพร ปั่นโภชา[2]

[1] สาขาวิศวกรรมการเงิน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
126/1 ถ.วิภาวดีรังสิต ดินแดง กรุงเทพมหานคร 10400, email: sr.pensawat@gmail.com
[2] สาขาวิศวกรรมการเงิน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
126/1 ถ.วิภาวดีรังสิต ดินแดง กรุงเทพมหานคร 10400, email: sompon_pun@utcc.ac.th

---

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประเมินความเสี่ยงทางการเงินด้วยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทอพอโลยี (Topological Data Analysis: TDA) ได้แก่ วิธีการสร้าง Vietoris-Rips complex (VR_ϵ) และวีธีการคำนวณ Euclidean Distance เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างและประเมินการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลราคาหลักทรัพย์ภายใต้สภาวะตลาดปกติและไม่ปกติ นำไปสู่การประเมินความเสี่ยงแบบทอพอโลยี เรียกว่า Topological VaR Distance (TVaRD) ซึ่งเป็นส่วนเสริมการประเมินความเสี่ยงแบบดั้งเดิม ได้แก่ มูลค่าความเสี่ยง (VaR) และมูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (CVaR) ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลราคาหลักทรัพย์แบบรายวันย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2566 ของหมวดธุรกิจอาหารและเครื่องดื่ม จำนวน 5 หลักทรัพย์ ได้แก่ CPF.BK, CBG.BK, SAUCE.BK, ICHI.BK และ SAPPE.BK

จากการศึกษาพบว่า Topological VaR Distance (TVaRD) สามารถใช้เป็นส่วนเสริมการประเมินความเสี่ยงแบบดั้งเดิม ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของข้อมูลราคาหลักทรัพย์ได้ เนื่องจาก TVaRD ให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเสี่ยงและนำเสนอมุมมองความเสี่ยงที่เหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถทำหน้าที่เป็นระบบเตือนภัยล่วงหน้าและเป็นส่วนเสริมการประเมินความเสี่ยงแบบดั้งเดิมได้ ยกตัวอย่างผลการศึกษาของ SAPPE.BK ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา TVaRD เพิ่มขึ้นอย่างมากจาก 67.3759 เป็น 404.2511 สอดคล้องกับการลดลงของ VaR จากร้อยละ -9.61 เป็นร้อยละ -11.84 และการลดลงของ CVaR จากร้อยละ -12.11 เป็นร้อยละ -36.74 ซึ่งการลดลงของ VaR และ CVaR แสดงถึงความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของ TVaRD แสดงถึงความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

คำสำคัญ: มูลค่าความเสี่ยง, มูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข , การวิเคราะห์ข้อมูลทอพอโลยี

ABSTRACT

This study aims to evaluate financial risk through the application of Topological Data Analysis (TDA), including methods such as constructing the Vietoris-Rips complex (VR_ϵ) and calculating Euclidean Distance to analyze the structure and assess the changes in stock price data under normal and abnormal market conditions. This leads to the development of a topological risk assessment measure called Topological VaR Distance (TVaRD), which complements traditional risk assessment measures such as Value at Risk (VaR) and Conditional Value at Risk (CVaR). The data used in this study consists of daily stock prices over the past five years, from January 1, 2019, to December 31, 2023, for five securities in the food and beverage sector: CPF.BK, CBG.BK, SAUCE.BK, ICHI.BK, and SAPPE.BK.

The study finds that Topological VaR Distance (TVaRD) can serve as a supplementary risk assessment measure to traditional methods at the 95% confidence level for stock price data. TVaRD provides additional information about risk and offers a more appropriate perspective on risk, potentially acting as an early warning system and complementing traditional risk assessments. For example, in the case of SAPPE.BK over the past five years, TVaRD significantly increased from 67.3759 to 404.2511, which aligns with a decrease in VaR from -9.61% to -11.84% and a decrease in CVaR from -12.11% to -36.74%. The decrease in VaR and CVaR indicates increased risk, and thus the increase in TVaRD similarly indicates heightened risk.

Keywords: Value at Risk, Conditional Value at Risk, Topological Data Analysis

1. บทนำ

ตลาดการเงินเป็นระบบที่มีความซับซ้อนและมีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อความผันผวนของราคา ซึ่งทั้งปัจจัยทางเศรษฐกิจและอารมณ์ความรู้สึกของนักลงทุน นั่นทำให้การประเมินและบริหารความเสี่ยงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักลงทุน ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา มีการพัฒนาแบบจำลองทางการเงินที่ก้าวหน้าขึ้นมาก เพื่อช่วยในการประเมินความเสี่ยง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มูลค่าความเสี่ยง (Value at Risk: VaR) และมูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (Conditional Value at Risk: CVaR) ได้กลายเป็นมาตรฐานในอุตสาหกรรม แบบจำลองเหล่านี้มีประโยชน์อย่างมากในการประเมินความเสี่ยงของเครื่องมือทางการเงินที่มักมีการเปลี่ยนแปลงราคาอย่างรุนแรงและกะทันหัน ด้วยความซับซ้อนและความไม่แน่นอนของตลาดการเงิน การใช้แบบจำลองที่ทันสมัยเพื่อวัดและบริหารความเสี่ยงจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักลงทุนสามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพและรอบคอบมากขึ้น

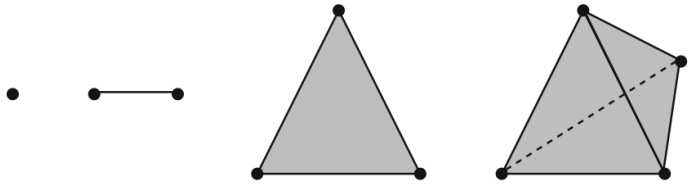
อย่างไรก็ตาม ความท้าทายในการประเมินความเสี่ยงทางการเงินที่ต้องเผชิญในตลาดการเงินที่มีความผันผวนสูง แสดงถึงข้อจำกัดของวิธีการประเมินความเสี่ยงแบบดั้งเดิม และแนวทางการพัฒนาแบบจำลองความเสี่ยงที่มีความเหมาะสมมากขึ้น โดยแนวคิดของการประเมินความเสี่ยงแบบดั้งเดิม มักอาศัยสมมติฐานที่ไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เช่น การกระจายแบบปกติของผลตอบแทน หรือสภาพคล่องของตลาด ตัวอย่างที่เด่นชัดคือวิกฤตการณ์ทางการเงินในปี พ.ศ. 2551 ที่ทำให้เห็นถึงข้อจำกัดของแบบจำลองความเสี่ยงในขณะนั้น ส่งผลให้เกิดความสูญเสียทางการเงินอย่างมหาศาล จากสถานการณ์ดังกล่าว จึงเป็นแรงผลักดันให้มีการค้นหาวิธีการใหม่ๆ เพื่อ

เป็นทางเลือกในการประเมินความเสี่ยงทางการเงิน ทั้งในรูปแบบของการพัฒนาแบบจำลองที่มีความเหมาะสมมากขึ้น หรือการนำวิธีการอื่นๆ มาใช้เป็นส่วนเสริม เพื่อให้สามารถประเมินความเสี่ยงได้อย่างรอบด้านและสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือในการประเมินความเสี่ยงทางการเงิน เพื่อให้สามารถรับมือกับความผันผวนและความไม่แน่นอนในโลกปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อมูลทางการเงินมักจะมีความซับซ้อนและมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทอพอโลยี (Topological Data Analysis: TDA) จะช่วยให้เราเข้าใจโครงสร้างและรูปแบบของข้อมูลได้ดีขึ้น ซึ่งอาจนำไปสู่การตัดสินใจลงทุนที่ดีขึ้น TDA คือ วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แนวคิดจากทฤษฎีทอพอโลยี ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์ที่ศึกษาคุณสมบัติของรูปทรงที่ไม่เปลี่ยนแปลงภายใต้การบิดเบี้ยว มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อค้นหาคุณสมบัติหรือรูปแบบที่สำคัญจากข้อมูลที่ซับซ้อน การประยุกต์ใช้ TDA กับตลาดการเงินจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจและมีแนวโน้มประสบความสำเร็จ เนื่องจากสามารถช่วยให้นักลงทุนและนักวิเคราะห์มองเห็นภาพรวมและโครงสร้างของตลาดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งอาจนำไปสู่การตัดสินใจลงทุนที่ชาญฉลาดและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

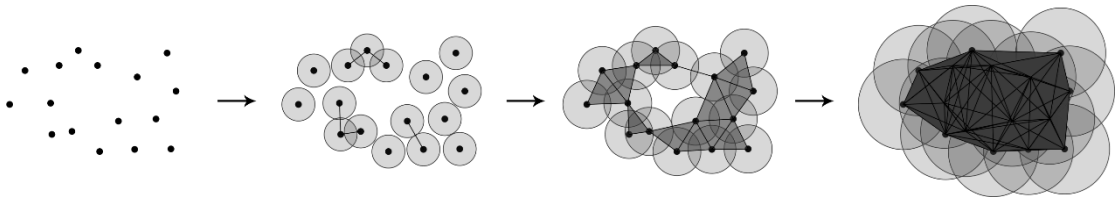
Carlsson, 2009 ได้นำเสนอแนวคิดพื้นฐานของ TDA ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อน และสามารถประยุกต์ใช้ ได้ในหลายด้าน เช่น ด้านวิทยาศาสตร์ข้อมูล: ใช้ TDA เพื่อค้นพบโครงสร้างซับซ้อนภายในข้อมูล ทำการคัดกรองข้อมูล หรือค้นหาคุณลักษณะที่สำคัญของข้อมูล, ด้านทางการเงิน: ในทางการเงิน TDA สามารถใช้ในการวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มของตลาดหรือการเปลี่ยนแปลงของราคาของหลักทรัพย์ โดยการศึกษาโครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูลทางการเงิน

Herbert Edelsbrunner, Afra Zomorodian, Gunnar Carlsson, 2019 ได้นำเสนอแนวคิด Simplicial Complexes เป็นเครื่องมือใน TDA เพื่อแปลงข้อมูลให้เป็นรูปทรงทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนมากขึ้น โดยข้อมูลจะถูกแทนด้วยโครงสร้างที่เรียกว่า simplex ที่เชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์ ช่วยให้สามารถศึกษาโครงสร้างทางทอพอโลยีได้ในรูปแบบที่เป็นระบบมากขึ้น ซึ่งแต่ละ simplex คือ รูปทรงพื้นฐาน เช่น จุด (vertex), เส้นตรง (line segment), สามเหลี่ยม (triangle) และทีตราฮีดรอน (tetrahedron) ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดง Simplicial Complexes 0-, 1-, 2-, 3-simplexes จากซ้ายไปขวา

Peter Tsung-Wen Yen, Siew Ann Cheong, 2021 ได้นำเสนอแนวคิด Persistent Homology เป็นเครื่องมือใน TDA เพื่อแปลงจุดข้อมูลให้เป็นภาพลักษณะทางทอพอโลยีที่สะท้อนถึงความสัมพันธ์ระหว่างจุดข้อมูล โดยใช้พารามิเตอร์ที่เรียกว่า พารามิเตอร์ควบคุม (ε) ซึ่งเป็นตัวกำหนดขนาดของวงกลมหรือลูกบอลที่ครอบคลุมแต่ละจุดข้อมูล เมื่อค่า ε เพิ่มขึ้น ลูกบอลจะขยายออกและทับซ้อนกัน และเมื่อกำหนด ε ในค่าที่เหมาะสม จะทำให้บางลูกบอลทับซ้อนกันในขณะที่บางลูกบอลไม่ทับซ้อน สร้างเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่เป็นเอกลักษณ์ของชุดข้อมูลนั้นๆ ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 2.2 แสดง Persistent Homology 0-, 1-, 2-, 3-dimensional จากซ้ายไปขวา

ในปัจจุบัน การนำ TDA มาประยุกต์ใช้ในการประเมินความเสี่ยงทางการเงินนั้นยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการวิจัย ซึ่งเอกสารที่มีอยู่ในปัจจุบันมักจะมุ่งเน้นไปที่การสร้างแบบจำลองเป็นหลัก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการประเมินความเสี่ยงทางการเงิน โดยการแนะนำการประเมินความเสี่ยงเชิงทอพอโลยีแบบใหม่ เรียกว่า Topological VaR Distance (TVaRD) ซึ่งประยุกต์ใช้กับข้อมูลราคาหลักทรัพย์

TVaRD ให้ข้อมูลเชิงลึกที่เป็นประโยชน์และมีศักยภาพในการเป็นส่วนเสริมเครื่องมือทางการเงินที่มีอยู่ในการประเมินความเสี่ยงทางการเงิน สามารถให้มุมมองที่เฉพาะเจาะจงในการทำความเข้าใจความเสี่ยง โดยเฉพาะในช่วงสภาวะตลาดไม่ปกติ สามารถทำหน้าที่เป็นระบบเตือนภัยล่วงหน้า โดยจับความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตลาดที่ไม่สามารถมองเห็นได้ผ่านการประเมินความเสี่ยงแบบดั้งเดิม ซึ่งจะช่วยให้นักลงทุนสามารถตัดสินใจและบริหารความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการประเมินความเสี่ยงแบบใหม่ด้วยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทอพอโลยี (TDA) นำไปสู่การประเมินความเสี่ยงแบบทอพอโลยี เรียกว่า Topological VaR Distance (TVaRD)
2. เพื่อศึกษา TVaRD ในการใช้เป็นส่วนเสริมการประเมินความเสี่ยงแบบดั้งเดิม ได้แก่ มูลค่าความเสี่ยง (VaR) และมูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (CVaR)
3. เพื่อศึกษา TVaRD ในการทำหน้าที่เป็นระบบเตือนภัยล่วงหน้า ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ผ่านการประเมินความเสี่ยงแบบดั้งเดิม

3. การดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาการประเมินความเสี่ยงทางการเงินด้วยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทอพอโลยี นำไปสู่การประเมินความเสี่ยงทางการเงินแบบใหม่ เรียกว่า Topological VaR Distance (TVaRD) เพื่อเป็นส่วนเสริมหรือสนับสนุนทางเลือกใหม่ในการประเมินความเสี่ยงทางการเงิน นอกเหนือจาก VaR และ CVaR ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลราคาหลักทรัพย์ 5 หลักทรัพย์ ได้แก่ CPF.BK, CBG.BK, SAUCE.BK, ICHI.BK และ SAPPE.BK แบบรายวันย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2566 เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ TVaRD ปีต่อปี โดยกำหนดช่วงข้อมูลในการศึกษา ซึ่งแต่ละช่วงข้อมูลประมาณ 252 รายการสอดคล้องกับจำนวนวันซื้อขายภายในระยะเวลา 1 ปี

3.1 ใช้ Google Colaboratory ในการดึงข้อมูลราคาหลักทรัพย์แบบรายวันย้อนหลัง 5 ปี จาก yahoo finance โดยกำหนดช่วงข้อมูลในการศึกษา เช่น ปี พ.ศ. 2562 กำหนดช่วงข้อมูลตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562, ปี พ.ศ. 2563 กำหนดช่วงข้อมูลตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2563 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2563 เป็นต้น

3.2 ปรับข้อมูลให้เป็นค่ามาตรฐานอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 (Normalized Value) ตามตารางที่ 1 เพื่อเตรียมข้อมูลให้เหมาะสม ซึ่งช่วยในการทำให้ข้อมูลเป็นไปในรูปแบบที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ง่ายและทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีประสิทธิภาพมากขึ้น

$$Normalized\ Value_t = \frac{P_t - Min(P)}{Max(P) - Min(P)} \quad (1)$$

โดยที่ P คือ ราคาหลักทรัพย์ ณ ช่วงเวลา t
$Min(P)$ คือ ราคาหลักทรัพย์ต่ำที่สุด
$Max(P)$ คือ ราคาหลักทรัพย์สูงที่สุด

3.3 ข้อมูลที่ได้จากการปรับให้เป็นค่ามาตรฐาน จากข้อ 3.2 นำมาคำนวณหาอัตราผลตอบแทน ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลอัตราผลตอบแทนแบบรายวัน r_t ของหลักทรัพย์ ตามสมการที่ 2

$$r_t = \frac{Normalized\ Value_t\ -\ Normalized\ Value_{t-1}}{Normalized\ Value_{t-1}} \quad (2)$$

3.4 นำอัตราผลตอบแทนมาคำนวณหามูลค่าความเสี่ยง (VaR) ตามสมการที่ 3

$$VaR_\alpha = r_{(1-\alpha)n} \quad (3)$$

โดยที่ VaR_α คือ ค่าความเสี่ยงที่คงที่ที่ระดับความเชื่อมั่น α
r คือ อัตราผลตอบแทน
α คือ ระดับความความเชื่อมั่น
n คือ จำนวนข้อมูล

3.5 นำอัตราผลตอบแทนมาคำนวณหามูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (CVaR) ตามสมการที่ 4

$$CVaR_{\alpha} = \frac{1}{(1-\alpha)n} \sum_{i=1}^{(1-\alpha)n} r_i \quad (4)$$

โดยที่ $CVaR_{\alpha}$ คือ ค่าความเสี่ยงที่เกินค่าที่ระดับความเชื่อมั่น α
r คือ อัตราผลตอบแทน
α คือ ค่าความเชื่อมั่น
n คือ จำนวนข้อมูล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทอพอโลยี

1) ใช้ GUDHI library เป็น Open Source ที่พัฒนาด้วยภาษา C++ และใช้ interface ของภาษา Python เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทอพอโลยีเพื่อคำนวณ Persistent Homology ของอัตราผลตอบแทนแบบรายวัน ซึ่ง Persistent Homology เป็นวิธีการทอพอโลยีที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างของข้อมูลหรือในที่นี้คืออัตราผลตอบแทนแบบรายวัน ทำได้โดยการสร้าง Vietoris-Rips complex (VR_{ϵ}) ตามสมการที่ 5 ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้ในการสร้างโครงสร้างทางทอพอโลยี แล้วแยกลักษณะทางทอพอโลยีออก หมายถึง การดึงข้อมูลสำคัญออกมาเพื่อนำเสนอ

$$VR_{\epsilon} = \{\sigma \subseteq X \mid diam(\sigma) \leq \varepsilon\} \quad (5)$$

โดยที่ ε คือ พารามิเตอร์ควบคุม
X คือ ชุดข้อมูล
σ คือ จุดข้อมูลใน X
$diam(\sigma)$ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของ σ

2) สร้างแผนภาพสภาวะตลาดปกติ (Baseline Persistence Diagrams) แสดงให้เห็นภาพรวมของลักษณะทอพอโลยีแบบหลายมิติที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะตลาดปกติ

3) จำลองสถานการณ์ภายใต้สภาวะตลาดไม่ปกติ โดยสุ่มตัวอย่างข้อมูล 50% และคำนวณ Persistent Homology อีกครั้ง เป็นการทดสอบเพื่อช่วยในการทำความเข้าใจโครงสร้างทอพอโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรในสถานการณ์ที่แตกต่างกันหรือที่เรียกว่า สถานการณ์แรงกดดันที่สุ่มขึ้น

4) สร้างแผนภาพสภาวะตลาดไม่ปกติ (Stress Persistence Diagrams) สำหรับสถานการณ์แรงกดดันหรือสภาวะตลาดไม่ปกติ และเปรียบเทียบกับแผนภาพสภาวะตลาดปกติ (Baseline Persistence Diagrams)

3.7 คำนวณ Euclidean Distance ระหว่างแผนภาพสภาวะตลาดปกติและแผนภาพสภาวะตลาดไม่ปกติ ซึ่งการคำนวณนี้สามารถนำมาใช้ในการประเมินความเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างทอพอโลยีของข้อมูลในสถานการณ์แรงกดดัน โดยการใช้ Euclidean Distance ที่เป็นการวัดเชิงปริมาณ นำไปสู่การนำเสนอการประเมินความเสี่ยงทางการ

แบบใหม่ เรียกว่า Topological VaR Distance (TVaRD) ตามสมการที่ 6 เพื่อจับลักษณะทอพอโลยีของข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใดภายใต้สภาวะตลาดไม่ปกติ

$$TVaRD = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(a_i - b_i)^2} \quad (6)$$

โดยที่ a_i คือ ภายใต้สภาวะปกติ

b_i คือ ภายใต้สภาวะไม่ปกติ

n คือ จำนวนลักษณะทางทอพอโลยี

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาของข้อมูลราคาหลักทรัพย์ 5 หลักทรัพย์ ได้แก่ CPF.BK, CBG.BK, SAUCE.BK, ICHI.BK และ SAPPE.BK ได้ผลดังนี้

1) CPF.BK มีค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนสูงสุดในปี พ.ศ. 2562 (mean 0.0219) แต่ต่ำสุดในปี พ.ศ. 2564 (mean 0.0037) มีความแปรปรวนสูงสุดในปี พ.ศ. 2565 (std 0.1985) และต่ำสุดในปี พ.ศ. 2563 (std 0.1069) ค่าสูงสุดของอัตราผลตอบแทนในปี พ.ศ. 2565 สูงถึง 1.4815 ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลสถิติของอัตราผลตอบแทนของ CPF.BK

CPF.BK	**พ.ศ. 2562**	**พ.ศ. 2563**	**พ.ศ. 2564**	**พ.ศ. 2565**	**พ.ศ. 2566**
count	243	242	240	240	242
mean	0.0219	0.0054	0.0037	0.0125	0.0045
std	0.1847	0.1069	0.1248	0.1985	0.1378
min	-0.4906	-0.4983	-0.4665	-0.4969	-0.5185
25%	-0.0849	-0.0336	-0.0573	-0.0846	-0.0578
50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
75%	0.1118	0.0396	0.0409	0.0792	0.0513
max	0.9302	0.6338	1.0837	1.4815	0.5333

2) CBG.BK มีค่าเฉลี่ยที่ค่อนข้างคงที่และไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเทียบกับหลักทรัพย์ตัวอื่น มีความแปรปรวนสูงสุดในปี พ.ศ. 2564 (std 0.1735) ค่าสูงสุดของอัตราผลตอบแทนในปี พ.ศ. 2564 สูงถึง 1.7500 ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลสถิติของอัตราผลตอบแทนของ CBG.BK

CBG.BK	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563	พ.ศ. 2564	พ.ศ. 2565	พ.ศ. 2566
count	243	242	240	240	242
mean	0.0110	0.0078	0.0121	0.0003	0.0042
std	0.0621	0.1056	0.1735	0.0837	0.1100
min	-0.1824	-0.4913	-0.4000	-0.3689	-0.3383
25%	-0.0168	-0.0286	-0.0599	-0.0354	-0.0422
50%	0.0000	0.0000	-0.0056	0.0000	0.0000
75%	0.0242	0.0297	0.0452	0.0310	0.0487
max	0.3930	0.7792	1.7500	0.4545	0.3716

3) SAUCE.BK มีค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนสูงสุดในปี พ.ศ. 2562 (mean 0.0397) แต่ลดลงในปีต่อมา มีความแปรปรวนสูงสุดในปี พ.ศ. 2562 (std 0.3041) ค่าสูงสุดของอัตราผลตอบแทนในปี พ.ศ. 2562 สูงถึง 2.1053 ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลสถิติของอัตราผลตอบแทนของ SAUCE.BK

SAUCE.BK	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563	พ.ศ. 2564	พ.ศ. 2565	พ.ศ. 2566
count	243	242	240	240	242
mean	0.0397	0.0104	0.0166	0.0067	0.0118
std	0.3041	0.1268	0.1293	0.1549	0.0912
min	-0.7595	-0.5381	-0.4412	-0.4091	-0.3125
25%	0.0000	-0.0207	-0.0403	-0.0556	-0.0211
50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
75%	0.0917	0.0410	0.0605	0.0500	0.0289
max	2.1053	0.9836	0.7895	1.5000	0.4924

4) ICHI.BK มีค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนค่อนข้างคงที่และต่ำสุด เมื่อเทียบกับหลักทรัพย์ตัวอื่น มีความแปรปรวนค่อนข้างสูงในปี พ.ศ. 2564 (std 0.1378) ค่าสูงสุดของอัตราผลตอบแทนในปี พ.ศ. 2564 สูงถึง 1.0345 ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลสถิติของอัตราผลตอบแทนของ ICHI.BK

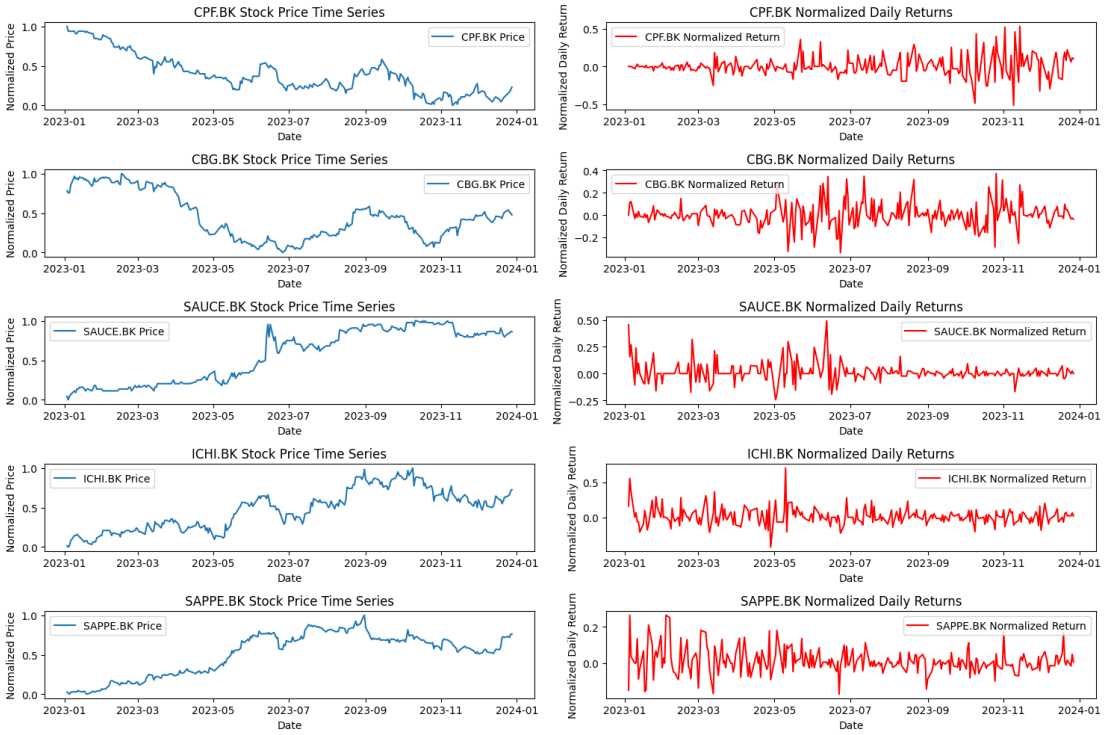
ICHI.BK	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563	พ.ศ. 2564	พ.ศ. 2565	พ.ศ. 2566
count	243	242	240	240	242
mean	0.0084	0.0080	0.0098	0.0071	0.0152
std	0.0656	0.0785	0.1378	0.1126	0.1232
min	-0.1713	-0.3330	-0.2667	-0.4513	-0.4245
25%	-0.0342	-0.0328	-0.0544	-0.0358	-0.0574
50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
75%	0.0385	0.0477	0.0421	0.0421	0.0746
max	0.2949	0.3944	1.0345	0.8403	0.7042

5) SAPPE.BK มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างคงที่และไม่เปลี่ยนแปลงมาก มีความแปรปรวนสูงสุดในปี พ.ศ. 2563 (std 0.1377) ค่าสูงสุดของอัตราผลตอบแทนในปี พ.ศ. 2563 สูงถึง 0.9554 ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อมูลสถิติของอัตราผลตอบแทนของ SAPPE.BK

SAPPE.BK	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563	พ.ศ. 2564	พ.ศ. 2565	พ.ศ. 2566
count	243	242	240	240	242
mean	0.0090	0.0081	0.0132	0.0091	0.0103
std	0.0648	0.1377	0.1101	0.0774	0.0696
min	-0.1796	-0.3955	-0.3071	-0.2304	-0.1723
25%	-0.0289	-0.0507	-0.0546	-0.0349	-0.0258
50%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
75%	0.0319	0.0528	0.0618	0.0479	0.0425
max	0.3934	0.9554	0.7309	0.5360	0.2653

ในรูปที่ 1 เป็นตัวอย่างของการแสดงราคาหลักทรัพย์และอัตราผลตอบแทนรายวันปี พ.ศ. 2566 ของ 5 หลักทรัพย์



รูปที่ 1 ราคาหลักทรัพย์และอัตราผลตอบแทนรายวันของปี พ.ศ. 2566

จากรูปที่ 1 ในปี พ.ศ. 2566 ราคาหลักทรัพย์ CPF.BK มีแนวโน้มลดลงในช่วงต้นปี แต่มีการฟื้นตัวเล็กน้อยในช่วงปลายปี ผลตอบแทนรายวันมีความผันผวนสูงในช่วงต้นปีและลดลงในช่วงปลายปี, ราคาหลักทรัพย์ CBG.BK มีการเคลื่อนไหวขึ้นลง แต่มีการฟื้นตัวในช่วงปลายปี ผลตอบแทนรายวันมีความผันผวนสูงในช่วงต้นปีและลดลงในช่วงปลายปี, ราคาหลักทรัพย์ SAUCE.BK มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดปี ผลตอบแทนรายวันมีความผันผวนสูงในช่วงต้นปีและลดลงในช่วงปลายปี, ราคาหลักทรัพย์ ICHI.BK มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดปี ผลตอบแทนรายวันมีความผันผวนค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับหุ้นตัวอื่น, ราคาหลักทรัพย์ SAPPE.BK มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดปี ผลตอบแทนรายวันมีความผันผวนสูงในช่วงต้นปีและลดลงในช่วงปลายปี

4.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าความเสี่ยง (VaR) และมูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (CVaR)

4.2.1 มูลค่าความเสี่ยง (VaR) ของ 5 หลักทรัพย์ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 มูลค่าความเสี่ยง (VaR) ณ ระดับความเชื่อมั่น 95%

	พ.ศ. 2562	**พ.ศ. 2563**	**พ.ศ. 2564**	**พ.ศ. 2565**	**พ.ศ. 2566**
CPF.BK	-33.33%	-13.22%	-18.51%	-33.33%	-30.00%
CBG.BK	-8.73%	-14.14%	-25.00%	-14.28%	-27.27%
SAUCE.BK	-50.00%	-14.63%	-25.00%	-25.00%	-16.66%
ICHI.BK	-14.28%	-16.04%	-19.51%	-21.42%	-20.00%
SAPPE.BK	-9.61%	-23.91%	-16.12%	-21.73%	-11.84%

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่า CBG.BK ในปี พ.ศ. 2562 VaR เท่ากับ -8.73% และในปี พ.ศ. 2566 VaR เท่ากับ -27.27% ซึ่งมูลค่าความเสี่ยงเพิ่มขึ้นอย่างมากถึง 212.23%, SAUCE.BK ในปี พ.ศ. 2562 VaR เท่ากับ -50.00% และในปี พ.ศ. 2566 VaR เท่ากับ -16.66% ซึ่งมูลค่าความเสี่ยงลดลงอย่างมากถึง 66.68%, SAPPE.BK ในปี พ.ศ. 2562 VaR เท่ากับ -9.61% และในปี พ.ศ. 2566 VaR เท่ากับ -11.84% ซึ่งมูลค่าความเสี่ยงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย 23.20%

4.2.2 มูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (CVaR) ของ 5 หลักทรัพย์ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 7 มูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (CVaR) ณ ระดับความเชื่อมั่น 95%

	พ.ศ. 2562	**พ.ศ. 2563**	**พ.ศ. 2564**	**พ.ศ. 2565**	**พ.ศ. 2566**
CPF.BK	-51.07%	-39.03%	-50.38%	-51.71%	-55.39%
CBG.BK	-17.87%	-46.13%	-40.28%	-34.78%	-43.83%
SAUCE.BK	-77.80%	-35.70%	-45.60%	-45.95%	-22.55%
ICHI.BK	-38.91%	-52.52%	-27.36%	-45.83%	-31.25%
SAPPE.BK	-12.11%	-46.21%	-28.36%	-40.13%	-36.74%

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่า CBG.BK ในปี พ.ศ. 2562 CVaR เท่ากับ -17.87% และในปี พ.ศ. 2566 CVaR เท่ากับ -43.83% ซึ่งมูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขเพิ่มขึ้นอย่างมากถึง 145.32%, SAUCE.BK ในปี พ.ศ. 2562 CVaR เท่ากับ -77.80% และในปี พ.ศ. 2566 CVaR เท่ากับ -22.55% ซึ่งมูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขลดลงอย่างมากถึง 71.02%, SAPPE.BK ในปี พ.ศ. 2562 CVaR เท่ากับ -12.11% และในปี พ.ศ. 2566 CVaR เท่ากับ -36.74% ซึ่งมูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไขเพิ่มขึ้นอย่างมากถึง 203.41%

4.3 ผลการวิเคราะห์ Topological VaR Distance (TVaRD) ของ 5 หลักทรัพย์ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 Topological VaR Distance (TVaRD)

	TVaRD				
	พ.ศ. 2562	**พ.ศ. 2563**	**พ.ศ. 2564**	**พ.ศ. 2565**	**พ.ศ. 2566**
CPF.BK	28.6146	67.7896	38.1619	20.6385	37.5397
CBG.BK	418.2152	551.5513	272.0398	182.0352	327.4312
SAUCE.BK	5.8796	28.0576	42.4253	28.2447	83.7319
ICHI.BK	38.3426	58.1981	24.3305	30.5715	36.4816
SAPPE.BK	67.3759	52.0428	42.4777	164.046	404.2511

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่า CBG.BK ในปี พ.ศ. 2562 TVaRD เท่ากับ 418.2152 และในปี พ.ศ. 2566 TVaRD เท่ากับ 327.4312 ซึ่งลดลง 21.72%, SAUCE.BK ในปี พ.ศ. 2562 TVaRD เท่ากับ 5.8796 และในปี พ.ศ. 2566 TVaRD เท่ากับ 83.7319 ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมากถึง 1324.14%, SAPPE.BK ในปี พ.ศ. 2562 TVaRD เท่ากับ 67.3759 และในปี พ.ศ. 2566 TVaRD เท่ากับ 404.2511 ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมากถึง 500.06%

5. การอภิปรายผล

จากการศึกษาการประเมินความเสี่ยงแบบดั้งเดิมและการประเมินความเสี่ยงแบบทอพอโลยี ได้แก่ มูลค่าความเสี่ยง (VaR), มูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (CVaR) และ Topological VaR Distance (TVaRD) ทำการศึกษาข้อมูลราคาหลักทรัพย์ของหมวดธุรกิจอาหารและเครื่องดื่ม จำนวน 5 หลักทรัพย์ ได้แก่ CPF.BK, CBG.BK, SAUCE.BK, ICHI.BK และ SAPPE.BK โดยรวบรวมข้อมูลราคาหลักทรัพย์แบบรายวันย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2566 ตามตารางที่ 9 จากการศึกษาพบว่า

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2562 กับ พ.ศ. 2566

	พ.ศ. 2562			**พ.ศ. 2566**		
	VaR	**CVaR**	**TVaRD**	**VaR**	**CVaR**	**TVaRD**
CPF.BK	-33.33%	-51.07%	28.6146	-30.00%	-55.39%	37.5397
CBG.BK	-8.73%	-17.87%	418.2152	-27.27%	-43.83%	327.4312
SAUCE.BK	-50.00%	-77.80%	5.8796	-16.66%	-22.55%	83.7319
ICHI.BK	-14.28%	-38.91%	38.3426	-20.00%	-31.25%	36.4816
SAPPE.BK	-9.61%	-12.11%	67.3759	-11.84%	-36.74%	404.2511

1) TVaRD ของ CPF.BK เพิ่มขึ้นจาก 28.6146 เป็น 37.5397 แสดงถึงความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้น แม้ว่า VaR จะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และ CVaR จะลดลงเล็กน้อย การเพิ่มขึ้นของ TVaRD สะท้อนถึงความเสี่ยงที่มากขึ้น

2) TVaRD ของ CBG.BK ลดลงจาก 418.2152 เป็น 327.4312 แสดงถึงการลดลงของความเสี่ยง ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของ CVaR แต่ VaR กลับแสดงความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้น นั่นหมายความว่า TVaRD สะท้อนถึงความเสี่ยงที่ลดลงแม้ว่า VaR จะเพิ่มขึ้น

3) TVaRD ของ SAUCE.BK เพิ่มขึ้นอย่างมากจาก 5.8796 เป็น 83.7319 ซึ่งแสดงถึงการเพิ่มขึ้นของความเสี่ยง แม้ว่า VaR และ CVaR จะลดลงอย่างมาก การเพิ่มขึ้นของ TVaRD สะท้อนถึงการกระจายของผลตอบแทนที่มีความผันผวนมากขึ้น

4) TVaRD ของ ICHI.BK ลดลงเล็กน้อยจาก 38.3426 เป็น 36.4816 ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงเล็กน้อยของ CVaR แต่ VaR กลับแสดงความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังนั้น TVaRD จึงสะท้อนถึงความเสี่ยงที่มีความคงที่

5) TVaRD ของ SAPPE.BK เพิ่มขึ้นอย่างมากจาก 67.3759 เป็น 404.2511 สอดคล้องกับการลดลงของ CVaR ที่แสดงถึงความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้น แม้ว่า VaR จะลดลงเล็กน้อย ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของ TVaRD สะท้อนถึงการกระจายของผลตอบแทนที่มีความเสี่ยงมากขึ้น

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การประเมินความเสี่ยงทางการเงินภายใต้สภาวะตลาดปกติ มูลค่าความเสี่ยง (VaR) สามารถประเมินจำนวนเงินขาดทุนน้อยที่สุดที่นักลงทุนจะสูญเสียจากการลงทุน แต่ไม่สามารถประเมินจำนวนเงินขาดทุนเป็นจำนวนที่แน่นอนได้ และเมื่อมีโอกาสที่นักลงทุนจะสูญเสียเงินจากการลงทุนแล้ว นักลงทุนยังสามารถประเมินจำนวนเงินขาดทุนเฉลี่ยจากการลงทุนได้ โดยใช้มูลค่าความเสี่ยงแบบมีเงื่อนไข (CVaR) ในการประเมินจำนวนเงินขาดทุนเฉลี่ยได้อีก แต่การประเมินความเสี่ยงทางการเงินแบบดั้งเดิมนี้ อาจจะประเมินความเสี่ยงมากเกินไปหรือต่ำเกินไป ซึ่งส่งผลต่อการจัดสรรเงินลงทุนในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม ดังนั้น VaR และ CVaR ยังไม่สามารถอธิบายความซับซ้อนของตลาดการเงินในช่วงที่มีเหตุการณ์รุนแรงหรือภายใต้สภาวะตลาดไม่ปกติได้ โดย Topological VaR Distance (TVaRD) จะรวบรวมโครงสร้างที่ซับซ้อนของพฤติกรรมตลาดการเงินที่มักถูกมองข้ามและไม่สามารถมองเห็นได้ผ่านการประเมินความเสี่ยงทางการเงินแบบดั้งเดิม

จากการศึกษาพบว่า Topological VaR Distance (TVaRD) สามารถใช้เป็นส่วนเสริมการประเมินความเสี่ยงแบบดั้งเดิม ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของข้อมูลราคาหลักทรัพย์ได้ เนื่องจาก TVaRD ให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเสี่ยงและนำเสนอมุมมองความเสี่ยงที่เหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถทำหน้าที่เป็นระบบเตือนภัยล่วงหน้าและเป็นส่วนเสริมการประเมินความเสี่ยงแบบดั้งเดิมได้ ยกตัวอย่างผลการศึกษาของ SAPPE.BK ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา TVaRD เพิ่มขึ้นอย่างมากจาก 67.3759 เป็น 404.2511 สอดคล้องกับการลดลงของ VaR จากร้อยละ -9.61 เป็นร้อยละ -11.84 และการลดลงของ CVaR จากร้อยละ -12.11 เป็นร้อยละ -36.74 ซึ่งการลดลงของ VaR และ CVaR แสดงถึงความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของ TVaRD แสดงถึงความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

สำหรับข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป อาจทำการขยายการศึกษาการใช้ TVaRD กับเครื่องมือทางการเงินและสภาวะตลาดที่หลากหลายยิ่งขึ้น และการปรับวิธีการคำนวณให้เหมาะสมเพื่อให้สามารถประเมินความเสี่ยงแบบเรียลไทม์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร ปั่นโภชา อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางอันเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าอิสระ รวมทั้งการตรวจตราและแก้ไขเนื้อหาตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Aktas et al., (2019). ***Persistence homology of networks: methods and applications.*** Applied Network Science.

Amit Kumar Jha., (2023**).** ***Topological Risk Measures in Financial Markets.***Quantitative Analyst at UBS.

Carlsson., G. (2009**).** ***Topology and Data***. Bulletin of the American Mathematical Society.

Emmett, K., Schweinhart, B. (2016). ***Persistent Homology of Complex Networks for Dynamic State Detection***. Phys. Rev. E.

Lum, P.Y., Singh, G., & Lehman, A. (2013). ***Extracting insights from the shape of complex data using topology.*** Scientific Reports.

Peter Tsung-Wen Yen., & Siew Ann Cheong., (2021). ***Using Topological Data Analysis and Persistent Homology to Analyze the Stock Markets in Singapore and Taiwa.*** Nanyang Technological University, Taiwa.

Porras, Jd. (2018**).** ***Understanding the shape of data*****.** Quant Dare.