การประมาณค่าความผันผวนของอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนในประเทศไทย

Volatility Estimation of Rate of Return of ESG Bonds in Thailand

กัญญารัตน์ ไชยสงคราม และ วรรณกิตติ์ วรรณศิลป์
Kanyarut Chaisongkram and Wannakiti Wannasilp

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
Corresponding Author: Kanyarut.c64@rsu.ac.th
Received: July 27, 2023. **Revised:** August 25, 2023. **Accepted:** August 27, 2023.

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบในการประมาณค่าอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน(ESG Bonds) จากตัวแปรถดถอย และวิเคราะห์ลักษณะของความผันผวนของอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายวันของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน รวม 877 ค่าสังเกต ตั้งแต่วันที่ 5 เดือนมกราคม ปีพ.ศ. 2564 ถึง วันที่ 4 เดือนมิถุนายน ปีพ.ศ. 2566

ผลการศึกษาพบว่าตัวแบบที่เหมาะสมในการประมาณค่าอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาล พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ และหุ้นกู้เอกชน คือแบบจำลอง ARIMA(1,1,0) ARIMA(1,1,2) และ ARIMA(1,1,3) ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ลักษณะของความผันผวนของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนพบว่า ตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาลมีลักษณะความผันผวนที่คงที่ แต่สำหรับตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจและหุ้นกู้เอกชนนั้นมีลักษณะความผันผวนที่ไม่คงที่ ซึ่งลักษณะของความผันผวนเป็นไปตามแบบจำลอง GARCH(2,2) และARCH(2) ตามลำดับ

คำสำคัญ : ตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน ความผันผวนของอัตราผลตอบแทน

Abstract

The objectives of the study were to create a model for estimating the sustainable return rates of Environmental, Social, and Governance (ESG) Bonds from the regression variables, and to analyze the characteristics of the variability of return rates for sustainable debt securities in Thailand. The study utilized a daily time series dataset of return rates for sustainable debt securities, comprising 877 observations from January 5th, 2021 to June 4th, 2023.

The study results revealed that the appropriate models for estimating the sustainable return rates of different types of debt securities, including government bonds, state enterprise bonds, and corporate debentures, were respectively the ARIMA(1,1,0), ARIMA(1,1,2), and ARIMA(1,1,3) models. Additionally, through the analysis of the volatility characteristics of return rates for sustainable debt securities, it was found that government bond securities exhibit constant volatility, whereas state enterprise bond securities and corporate debentures showed non-constant volatility. The volatility patterns aligned with the GARCH(2,2) and ARCH(2) models, respectively.

Keywords: ESG Bond, Volatility of Rate of Return

บทนำ

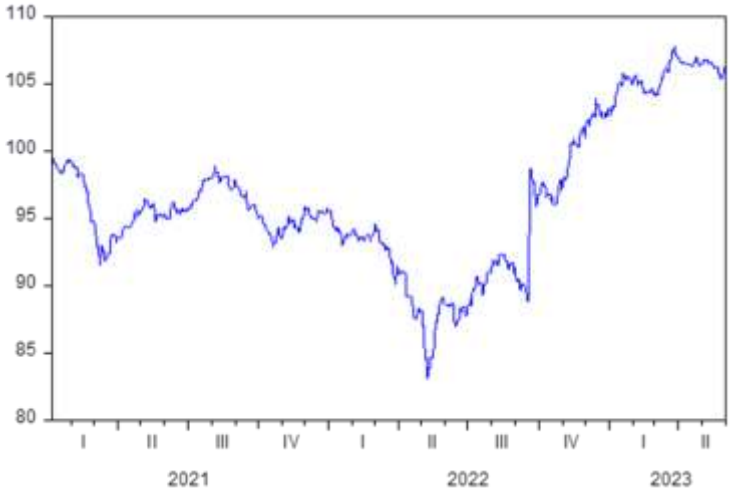
การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นเนื่องมาจากมลภาวะในอากาศหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศ ทำให้ระบบโลกเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างรวดเร็วจนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ปัจจุบันหลากหลายประเทศได้ตระหนักถึงความสำคัญของการลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อน โดยรัฐบาลของประเทศต่างๆ รวม 197 ประเทศได้ให้สัตยาบันในอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(United Nations Framework Convention on Climate Change : UNFCCC) ซึ่งเป็นเวทีการเจรจาระหว่างประเทศในระดับพหุภาคีที่ประเทศสมาชิกองค์การสหประชาชาติ รวมทั้งประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นภาคีอนุสัญญา UNFCCC ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา และลดผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ซึ่งในการลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อนในประเทศไทยนั้น จะต้องร่วมมือกันทั้งภาครัฐ และเอกชน รวมทั้งต้องการใช้เงินทุนจำนวนมหาศาลในการแก้ไขปัญหานี้ (อรมน ทรัพย์ทวีธรรม, 2562)

ตลาดตราสารหนี้เป็นตลาดสำคัญอีกอย่างหนึ่งในระบบการเงินของประเทศ และเป็นแหล่งระดมทุนแหล่งหนึ่งที่ได้รับความสนใจจากรัฐบาลและบริษัทเอกชน ซึ่งในต่างประเทศมีการระดมทุนโดยการออกตราสารหนี้สีเขียวหรือ Green bond ในการแก้ไขปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ โดยประเทศแรกที่ออกตราสารหนี้ประเภทนี้คือประเทศโปแลนด์ในปี พ.ศ.2559 และมีอีกหลายประเทศที่ออกตราสารหนี้สีเขียว (Green bond) ได้แก่ สหรัฐอเมริกา แคนนาดา สเปน เยอรมันนี โคลอมเบีย อินเดีย จีน เกาหลีใต้ มาเลเซีย อินโดนีเซีย เป็นต้น ซึ่งในบางประเทศจะมีการออกตราสารหนี้สีเขียวรวมอยู่ในตราสารด้านความยั่งยืน (Environmental Social and Governance Bond : ESG Bond) (สมาคมตราสารหนี้ไทย, 2566) สำหรับใน

ประเทศไทยนั้นมีการระดมทุนเพื่อร่วมกันในการแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนในประเทศไทยที่ได้รับความสนใจ คือการออกตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน หรือ ESG Bond ซึ่งในประเทศไทยมีการออกตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนครั้งแรกในปี พ.ศ.2562 และมูลค่าการออกตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนได้เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี จากกระแสความตื่นตัวในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ณัฐพร ศรีทอง, 2564)

ตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนมีลักษณะคล้ายกับตราสารหนี้ปกติทั่วไป มีความแตกต่างกันเพียงวัตถุประสงค์ของการระดมทุนที่มุ่งตอบโจทย์สิ่งแวดล้อม (Green Bond) สังคม (Social Bond) และความยั่งยืน (Sustainability Bond) ซึ่งผู้ระดมทุนจะนำเงินไปใช้เพื่อดำเนินโครงการต่าง ๆ ภายใต้แนวคิดการเติบโตอย่างยั่งยืน มุ่งพัฒนาสิ่งแวดล้อม สังคม และการมีบรรษัทภิบาลที่ดี โดยสมาคมตลาดตราสารหนี้ประเทศไทยไทยได้แบ่งประเภทตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1. ตราสารหนี้เพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (Green Bond) 2. ตราสารหนี้เพื่อพัฒนาสังคม (Social Bond) 3. ตราสารหนี้เพื่อความยั่งยืน (Sustainability Bond) และ 4. ตราสารหนี้ส่งเสริมความยั่งยืน (Sustainability-Linked Bond) ซึ่งตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนจะเป็นผลดีในแง่ของผู้ระดมทุนแล้ว ยังสามารถเป็นเครื่องมือช่วยลดความเสี่ยงทางการเงินสำหรับผู้ลงทุน โดยผู้ลงทุนสามารถตัดสินใจเลือกลงทุนในกิจการที่มีความรับผิดชอบทั้งต่อการเงินและสิ่งแวดล้อม (ณัฐพร ศรีทอง, 2564)

จะเห็นได้ว่า ตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนเป็นตัวเลือกทั้งในด้านการระดมทุนและการลงทุนที่สำคัญในการสร้างสัมพันธภาพระหว่างผลกำไรทางการเงินรวมถึงการพิจารณาถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และสังคม ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะได้ตระหนักถึงปัญหาของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมานาน แต่ในแง่ของการระดมทุนโดยตราสารหนี้ที่ตอบโจทย์ด้านสิ่งแวดล้อม (Green Bond) เป็นระยะเวลา 4 ปีนับตั้งแต่การออกตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนครั้งแรก หากพิจารณาจากลักษณะของอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2564 ถึง พ.ศ. 2566 พบว่ามีลักษณะค่อนข้างผันผวนดังภาพที่ 1 มีลักษณะของแนวโน้ม (Trend) และความไม่คงที่ของข้อมูล ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับผันผวนของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน มีเพียงการศึกษาเกี่ยวกับความเต็มใจที่จะยอมรับส่วนต่างของผลตอบแทนพันธบัตรรัฐบาลเพื่อความยั่งยืน (กรวีร์ วิเวก และณัฏฐณิชา ฉายรัศมี, 2566) สำหรับการศึกษาในต่างประเทศพบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับการคาดการณ์ความผันผวนและไม่แน่นอนของราคาและผลตอบแทนในตลาดตราสารหนี้สีเขียว (Green bond) (Baris Kocaarslan, 2021; Juan C. Reboredo, 2018; Mobeen Ur Rehman, Ibrahim D. Raheem, Rami Zeitun, Xuan Vinh Vo, Nasir Ahmad, 2023; Walid Mensi, Muhammad Shafiullah, Xuan Vinh Vo, Sang Hoon Kang, 2022; Xiong Wang, Jingyao Li, Xiaohang Ren; 2022, Yufei Xia et al., 2022) ซึ่งมีการใช้เครื่องมือในการศึกษาที่มีความหลากหลายและแตกต่างกัน เช่น แบบจำลอง ARMA GARCH ANN-GARCH GARCH-X และ DVEC-GARCH นอกจากนี้ ยังพบการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าตัวแบบและวิเคราะห์ความผันผวนจากตัวแบบอื่นๆ เช่น แบบจำลอง ARIMA ARCH GARCH TGARCH EGARCH (อภิวิชญ์ จามีกรกุล , 2566; Puntawith Kittisuwan, Rujimaphat Korchitwisarn, Jakkrich Jearviriyaboonya, 2022)



ภาพที่ 1 ลักษณะอัตราผลตอบแทนของ ESG Bond

ดังนั้นเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับนักลงทุนจะได้มีข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการลงทุน และเป็นประโยชน์ต่อการระดมทุนเพื่อการลดผลกระทบของสภาวะโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมอากาศ การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นที่จะวิเคราะห์ความผันผวนของอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน (ESG Bond) ในประเทศไทย โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ประเภทตามลักษณะของผู้ออกตราสาร ได้แก่ รัฐบาล รัฐวิสาหกิจ และเอกชน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างตัวแบบในการประมาณค่าอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนจากตัวแปรถดถอย
2. เพื่อวิเคราะห์ลักษณะความผันผวนของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนตามประเภทของผู้ออกตราสารหนี้

การทบทวนวรรณกรรม

จากกระแสความตื่นตัวในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ทำให้ตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน (ESG Bond) ซึ่งประกอบด้วย Green bond, Social bond Sustainability bond และ Sustainability-Linked Bond มีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยตราสารหนี้ทั้ง 4 ประเภทนั้นมีความแตกต่างกัน ดังนี้

1. ตราสารหนี้เพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (Green Bond) หมายถึง ตราสารหนี้ที่ผู้ออกตราสารต้องการระดมทุนเพื่อนำเงินไปลงทุนหรือชำระคืนหนี้สินเดิม (Re-financing) ในโครงการที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น โครงการพลังงานหมุนเวียน สร้างอาคารเพื่อสิ่งแวดล้อม การขนส่งที่ใช้พลังงานสะอาด การเกษตรที่ยั่งยืนต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น
2. ตราสารหนี้เพื่อพัฒนาสังคม (Social Bond) จะนำเงินที่ระดมทุนได้ไปใช้ในโครงการพัฒนาสังคม เช่น โครงการเพื่อลดปัญหาการว่างงาน ส่งเสริมความเท่าเทียมในสังคม ความมั่นคงและยั่งยืนด้านอาหาร การเข้าถึงสาธารณูปโภค สาธารณสุข ที่อยู่อาศัย การศึกษา เป็นต้น

3. ตราสารหนี้เพื่อความยั่งยืน (Sustainability Bond) คือ ส่วนผสมระหว่าง Green Bond และ Social Bond ซึ่งมุ่งหวังทั้งการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและพัฒนาสังคมควบคู่กันไป

4. ตราสารหนี้ส่งเสริมความยั่งยืน (Sustainability-Linked Bond) เป็นตราสารหนี้รูปแบบใหม่ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลกระทบเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมเหมือนกัน แต่เงื่อนไขการให้ผลตอบแทน (ดอกเบี้ย) จะขึ้นอยู่กับผลสำเร็จของตัวชี้วัดหรือเป้าหมายโดยรวมของบริษัทผู้ออกที่จะทำให้เกิดความยั่งยืนต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม (ณัฐพร ศรีทอง, 2564)

สำหรับในบางประเทศมีการออกตราสารหนี้ที่มุ่งเน้นการลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นไปลักษณะรูปแบบของตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน (ESG Bond) เช่น ประเทศเอกวาดอร์ได้ออก Social bond หรือตราสารหนี้เพื่อสังคมไปเมื่อเดือนมกราคม ปี 2020 และเม็กซิโกเสนอขาย Sustainability-Linked Bond (SLB) หรือตราสารหนี้ส่งเสริมความยั่งยืนในเดือนกันยายนปี 2020 ที่ผ่านมา สำหรับในภูมิภาคอาเซียนในปี 2020 ประเทศมาเลเซียเริ่มมีโครงการระดมทุนที่เชื่อมโยงกับเป้าหมายความยั่งยืน (Sustainability Linked Financing) โดยผลตอบแทนจะขึ้นอยู่กับผลสำเร็จของโครงการในการช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการลด carbon footprint การปล่อยกู้เพื่อส่งเสริมความยั่งยืนในครั้งนี้ถือเป็นการพัฒนาตลาดตราสารหนี้และเงินกู้เพื่อความยั่งยืนของมาเลเซียให้มีรูปแบบการกู้ยืมที่หลากหลายมากขึ้น

ซึ่งสามารถคำนวณอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนได้จาก

$$TR_t = TR_{t-1} \times \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(P_{i,t} + A_{i,t} + G_{i,t}\right) \times N_{i,t-1}}{\sum_{i=1}^{n}\left(P_{i,t-1} + A_{i,t-1}\right) \times N_{i,t-1}}$$

โดยที่ TR คือ Total Return index

P คือ Clean Price ของตราสารหนี้

A คือ Accrued Interest ของตราสารหนี้

G คือ ดอกเบี้ยที่จ่ายต่องวดในกรณีที่วัน Settlement(t+1) ตรงกับวันแรกของXI Period

N คือ ปริมาณคงค้างของตราสารหนี้

n คือ จำนวนตราสารหนี้ในดัชนี

นอกจากนี้ตราสารหนี้ประเภท Climate bond ซึ่งเน้นการระดมทุนเพื่อลดโลกร้อน หรือ Blue bond ที่ระดมทุนเพื่อดูแลฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเลก็ถือเป็นส่วนหนึ่งของ Green bond

จากการศึกษางานวิจัยผ่านมาพบว่ามีการศึกษาจำนวนมากในช่วงปี 2018 ถึง ปี 2023 ที่ศึกษาเกี่ยวกับตราสารหนี้ที่ระดุมทุนที่มีวัตถุประสงค์ในการลดผลกระทบจากสภาวะโลกร้อน และแก้ไขการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยแต่ละงานวิจัยมีการศึกษาในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งหนึ่งในนั้นมีการศึกษาเกี่ยวกับความผันผวนของอัตราผลตอบแทนและราคาตราสารหนี้สีเขียว (Green bond) โดยเป็นความผันผวนที่เกิดจากตัวมันเอง และเกิดจากปัจจัยทางเศรษฐกิจอื่นๆ (Baris Kocaarslan, 2021; Juan C. Reboredo, 2018; Mobeen Ur Rehman, Ibrahim D. Raheem, Rami Zeitun, Xuan Vinh Vo, Nasir Ahmad, 2023; Walid Mensi, Muhammad Shafiullah, Xuan Vinh Vo, Sang Hoon Kang, 2022;

Xiong Wang, Jingyao Li, Xiaohang Ren, 2022, Yufei Xia et al., 2022) โดยวิธีการในการวิเคราะห์ความผันผวนนั้นมีหลากหลายวิธี ได้แก่ GRACH ARMA vector moving average ARDL ARCH ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ความผันผวนของดัชนีตราสารหนี้สีเขียวมาจากปัจจัยภายนอกอื่นๆมากกว่าตัวมันเอง (Yufei Xia et al., 2022) โดยมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาความผันผวนของราคาน้ำมันส่งผลต่อพันธบัตรสีเขียว (Xiong Wang, Jingyao Li, Xiaohang Ren, 2022) และตลาดตราสารหนี้สีเขียวมีลักษณะการเคลื่อนไหวคล้ายตลาดหุ้นและตลาดสินค้าพลังงาน (Juan C. Reboredo, 2018) ตราสารหนี้สีเขียวกับตราสารหนี้ทั่วไปมีความสัมพันธ์ที่สูงกว่าพันธบัตรสีเขียวกับสินค้าพลังงานและตลาดหุ้น (Baris Kocaarslan, 2021) ปัจจัยที่มีผลต่อความผันผวนของตลาดตราสารหนี้สีเขียวคือตลาดพลังงาน และเมื่อเกิดผลกระทบจากเหตุการณ์วิกฤติโดยเฉพาะการการระบาดใหญ่ของโควิด-19 ตลาดตราสารหนี้สีเขียวสามารถป้องกันความเสี่ยง (Walid Mensi, Muhammad Shafiullah, Xuan Vinh Vo, Sang Hoon Kang, 2022) และยังพบว่าในตลาดขาขึ้นผลของการเกิดเหตุการณ์ของอุปสงค์น้ำมันสามารถคาดการดัชนีพันธบัตรสีเขียวทั้งหมด (Mobeen Ur Rehman, Ibrahim D. Raheem ,Rami Zeitun ,Xuan Vinh Vo , Nasir Ahmad, 2023) นอกจากนี้ ยังพบว่าในการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์รูปแบบและทิศทางของความผันผวนของชนิดของสินทรัพย์ในตลาดการเงินไม่ว่าจะเป็นการศึกษาในตลาดตราสารหนี้หรือตลาดทุน ผู้วิจัยมีวิธีในการศึกษาที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ผู้วิจัย	ชนิดของสินทรัพย์	แบบจำลองที่ศึกษา
กัญสุดา นิ่มอนุสสรณ์กุล เริงชัย ตันสุชาติ (2553)	ตลาดหลักทรัพย์, ตลาดพันธบัตร, ตลาดอัตราแลกเปลี่ยน	VARMA-AGARCH
สุรชัย จันทร์จรัส ลัดดาวรรณ อาจพรม (2556)	มูลค่ากองทุนรวมหุ้นระยะยาว	ARIMA-GARCH
สุรชัย จันทร์จรัส ทวีโชค ปุญญนิรันดร์ (2557)	ราคายางแท่ง เอส ที อาร์ 20 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้า	GARCH, single exponential smoothing technique
สุรชัย จันทร์จรัส เมริษา เทพบรรหาร (2557)	set 50 index futures	ARMA, GARCH-X
นรเศรษฐ ศรีธานี (2560)	SET50Index Futures	DVEC-GARCH
ชลธิชา ประดิษฐกุล สุจรรย์พินธ์ สุวรรณพันธ์ (2561)	อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์	Moving Average, Convergence/Divergence, Exponential Moving Average, Relative Strength Index
ศิริขวัญ เจริญวิริยะกุล ยุทธนา เศรษฐปราโมทย์ (2563)	ราคาน้ำมัน, อัตราแลกเปลี่ยน, ผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย	DCC-GARCH
เกสินี หมื่นไธสง (2564)	ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	ARIMA
สโรชา อนุกูล	ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3	GARCH, GARCH-X

ผู้วิจัย	ชนิดของสินทรัพย์	แบบจำลองที่ศึกษา
เยาวเรศ เชาวนพูนผล กรรณิกา แซ่ลิ่ว (2565)		
อภิวิชญ์ จามีกรกุล (2566)	ราคาสกุลเงินดิจิทัล	ARIMA, THE GARCH, THE EGARCH, THE GJR-GARCH
Panatda Sirikhord Parinya Maglin (2017)	SET50 Index Futures	GARCH
Dr.Pongsutti Phuensane, Nontharat Chinnoraset, Dr.Surachai Chancharat, Dr.NongnitChancharat (2018)	ผลตอบแทนในตลาดหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานและสาธารณูปโภค	ARMA, GARCH-M
Suthasinee Suwannapak, Sineenat Huhttarak, Surachai Chancharat, Nongnit Chancharat (2019)	ดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์	OLS, GARCH, EGARCH, TGARCH, PARCH
Wichit Khangphukhieo, Preut Thanarat, Piyapatr Busababadhin (2019)	ดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET)	ANN-GARCH
Pumchan Suphakan, Sirikwan Jaroenwiriyakul (2020)	ดัชนีราคาหุ้น	GARCH
Pitipat Nittayakamolphun, Thanchanok Bejrananda, Panjamapon Pholkerd (2022)	คริปโทเคอร์เรนซี Cryptocurrencies	DCC-GARCH
Puntawith Kittisuwan, Rujimaphat Korchitwisarn, Jakkrich Jearviriyaboonya (2022)	Cryptocurrencies	ARCH, GARCH, TGARCH, EGARCH

วิธีดำเนินการวิจัย

1.ขั้นตอนการวิจัย

การประมาณค่าความผันผวนของอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนในประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองอนุกรมเวลา สามารถแบ่งขั้นตอนการศึกษาได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในอดีตของตัวแปรที่นำมาศึกษาโดยพิจารณาจากทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time series data) สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ใช้ข้อมูลผลรวมอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน (ESG Bond) ประเภทรัฐบาล รัฐวิสาหกิจ และเอกชน ซึ่งเป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายรายวัน ตั้งแต่วันที่ 5 เดือนมกราคม ปีพ.ศ. 2564 ถึง วันที่ 4 เดือนมิถุนายน ปีพ.ศ. 2566 โดยทำการรวมรวบข้อมูลจากสมาคมตลาดตราสารหนี้ไทย

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์แบบจำลองอนุกรมเวลา ARIMA ARCH GARCH

2.1 การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (Unit Root test)

ในการศึกษาข้อมูลอนุกรมเวลาต้องทำการทดสอบความนิ่งของข้อมูลอนุกรมเวลาก่อน เนื่องจากถ้าข้อมูลไม่มีลักษณะนิ่ง จะเกิดปัญหาความสัมพันธ์ไม่แท้จริง(Spurious regression)ระหว่างตัวแปรอนุกรมเวลาทั้งสองตัวแปร ซึ่งจะเห็นได้จากสมการถดถอยระหว่างตัวแปรอนุกรมเวลาทั้งสองตัวแปรส่วนมากจะได้ค่า R^2 สูง และค่าสถิติ t มีนัยสำคัญ ทั้งที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองดังกล่าวในทางทฤษฎีแล้วจะไม่มีความหมายในทางเศรษฐศาสตร์ โดยข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง (Stationary) ลักษณะของค่าเฉลี่ย (Means) และความแปรปรวนจะต้องมีค่าคงที่ (Constant) เมื่อเวลาเปลี่ยนไป ในขณะที่ค่าความแปรปรวนร่วมเกี่ยว (Covariance) ระหว่างสองคาบเวลาจะขึ้นอยู่กับช่องว่าง (Gap) ระหว่างคาบเวลาเท่านั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับเวลาที่เกิดขึ้นจริง หากข้อมูลไม่มีลักษณะดังกล่าวจะถือว่าข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่ง (Non-stationary) การทดสอบว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งหรือไม่นั้น พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเอง (Autocorrelation coefficient function : ACF) Augmented Dicky Fuller (ADF) โดยการตรวจสอบข้อมูลอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะนิ่งหรือไม่ โดยการทดสอบยูนิทรูท (Unit root test)

2.2 การวิเคราะห์แบบจำลอง ARIMA ซึ่งมีลำดับในการวิเคราะห์ดังนี้

2.2.1 กำหนดแบบจำลอง (Identification) เพื่อพิจารณาแบบจำลองว่าควรมี AR(p) และ MA(q) เท่าใดโดยพิจารณาจาก ACF และ PACF

2.2.2 ขั้นตอนการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter estimation) คือการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของ AR และ MA เพื่อนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์ที่จะนำไปใช้ประมาณค่า

2.2.3 ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้อง (Diagnostics checking) คือการตรวจสอบรูปแบบที่นำมาใช้ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่จากค่า R^2 ค่า AIC และ SC และทดสอบว่าไม่เกิดปัญหา

Auto correlation และ ปัญหา Heteroskedasticity หากเกิดปัญหาดังกล่าวจะทำการทดสอบในแบบจำลอง ARCH และ GARCH

2.3 การวิเคราะห์แบบจำลอง ARCH และ GARCH ซึ่งมีลำดับในการวิเคราะห์ดังนี้

2.3.1 การวิเคราะห์แบบจำลอง GARCH โดยการนำสมการที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ตอนที่1 ของอนุกรมเวลา ARMA (p,q) มาใช้สำหรับการหาตัวแบบความผันผวน โดยการทดสอบสมการดังกล่าวว่ามี ARCH หรือไม่

2.3.2 จากนั้นพิจารณาแต่ละตัวแบบโดยหลังจากการวิเคราะห์ ARIMA โดยตัวแบบ ARCH - GARCH ประมาณค่าความล่าp และq เพื่อใช้ใน GARCH (p,q) โดยประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการด้วยวิธี Maximum Likelihood และพิจารณาค่าพารามิเตอร์ที่ได้ว่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าค่าที่ได้ไม่ตรงตามเงื่อนไขก็จะเปลี่ยนค่า p และq จนกว่าจะได้ค่าที่ตรงตามเงื่อนไข

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 2 เป็นการคำนวณ โดยใช้ตัวแบบจำลองต่างๆ ได้แก่ ARIMA ARCH GARCH เปรียบเทียบกันเพื่อเลือกแบบจำลองที่เหมาะสำหรับการประมาณความผันผวนของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน (ESG Bond)

ขั้นตอนที่ 4 นำผลจากผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3 หากความสัมพันธ์นั้นมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็จะนำผลการศึกษานั้นไปอธิบายตามวัตถุประสงค์

ผลการวิจัย

การประมาณค่าความผันผวนของอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน (ESG Bond) ในประเทศไทยโดยใช้แบบจำลองอนุกรมเวลา ผลการศึกษาเป็นดังนี้

1. ผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูล

การศึกษาในครั้งนี้อาศัยข้อมูลอนุกรมเวลามาใช้ในการศึกษา ซึ่งข้อมูลอาจมีลักษณะไม่นิ่งและทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และให้ผลการศึกษาได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ดังนั้น ก่อนการนำข้อมูลไปวิเคราะห์และให้ผลการศึกษาจึงต้องมีการทดสอบความนิ่งของข้อมูลเพื่อดูว่าข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษามีลักษณะนิ่งหรือไม่ ก่อนจะมีการนำข้อมูลไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป ซึ่งการทดสอบความนิ่งของข้อมูลในครั้งนี้ทดสอบด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) โดยแบ่งรูปแบบตามโครงสร้างได้เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ None Intercept และ Trend and Intercept ซึ่งผลการทดสอบดังตาราง 1 โดยสรุปแล้ว ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษามีลักษณะนิ่งที่ระดับ I(1) ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 กล่าวคือข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าต้องทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ Order of Integration

ตาราง 1 ผลการทดสอบ Unit Root ด้วยวิธีการทดสอบ Augmented Dickey-Fuller

ตัวแปร	Level			1 st difference		
	None	intercept	Trend and intercept	None	intercept	Trend and intercept
รัฐบาล	0.3169	-0.7726	-1.7416	-30.6080***	-30.5971***	-30.6826***
รัฐวิสาหกิจ	-0.6877	-2.2573	-1.8314	-14.3048***	-14.3138***	-14.3806***
เอกชน	0.8440	-1.0381	-1.5214	-26.3460***	-26.3559***	-26.3510***

หมายเหตุ: *** คือระดับนัยสำคัญ 0.01

2. ผลการศึกษาความผันผวนของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาล

2.1 ผลการประมาณค่าสมการเฉลี่ย

ตาราง 2 ผลการประมาณค่าอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาล

	ARIMA(1,1,0)	ARMA(1,1,1)	ARMA(1,1,2)	ARMA(2,1,1)
Log likelihood	2973.900	2970.067	2966.508	2966.508
Akaike info criterion	-6.792914	-6.789627	-6.786959	-6.786959
Schwarz criterion	-6.782002	-6.773244	-6.765094	-6.765094
ปัญหา	no	no	no	no
ARCH	no	no	no	no

ผลการประมาณค่าสมการเฉลี่ยพบว่า แบบจำลองที่เหมาะสมในการประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงของอัตราตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาล เมื่อพิจารณาค่า Log likelihood , Akaike info criterion และ Schwarz criterion คือ แบบจำลอง ARIMA(1,1,0) ดังตาราง 2 โดยไม่พบปัญหา autocorrelation และ Heteroskedasticity กล่าวคือความผันผวนของการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาลมีลักษณะนิ่ง ซึ่งสามารถเขียนสมการประมาณค่าอัตราตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาลได้ดังนี้

แบบจำลอง ARIMA(1,1,0)

$$\Delta GOV = 0.000105 + -0.030070\Delta GOV_{t-1} \qquad \text{L L } (1)$$

(0.383302) (-0.889371)

โดยที่ GOV คือ อัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาล

ผลการประมาณค่าแบบจำลองพบว่า ค่า t –statistics มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤติ ณ ระดับความเชื่อมั่น 90% ทำให้ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาลในอดีตไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาลในปัจจุบัน

3. ผลการศึกษาความผันผวนของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจ

3.1 ผลการประมาณค่าสมการเฉลี่ย

ตาราง 3 ผลการประมาณค่าอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจ

	ARIMA(1,1,1)	ARIMA(1,1,2)	ARIMA(1,1,3)	ARIMA(2,1,1)
Log likelihood	4302.241	4304.82	4302.283	4304.82
Akaike info criterion	-9.83808	-9.852966	-9.856154	-9.852966
Schwarz criterion	-9.821696	-9.831102	-9.828799	-9.831102
significant	0	4	5	4
ปัญหา	Hetero	Hetero	Auto,Hetro	Hetero
ARCH	yes	yes	yes	yes

ตาราง 4 ผลการประมาณค่าอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจ (ต่อ)

	ARIMA(2,1,2)	ARMA(3,1,1)	ARMA(4,1,4)
Log likelihood	4302.283	4302.283	4302.907
Akaike info criterion	-9.856154	-9.856154	-9.893795
Schwarz criterion	-9.828799	-9.828799	-9.844376
significant	2	3	2
ปัญหา	Auto,Hetro	Hetero	Hetero
ARCH	yes	yes	yes

ผลการประมาณค่าสมการเฉลี่ยพบว่า แบบจำลองที่เหมาะสมในการประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงอัตราตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจ เมื่อพิจารณาค่า Log likelihood , Akaike info criterion, Schwarz criterion และระดับความเชื่อมั่นของตัวแปรถดถอย คือ แบบจำลอง ARIMA(1,1,2) ดังตาราง 3 โดยไม่พบปัญหาautocorrelation แต่พบปัญหาHeteroskedasticity แสดงว่าความแปรปรวนไม่คงที่ จึงทำการประมาณค่าสมการความแปรปรวน โดยแบบจำลอง ARCH และ GARCH ต่อไป

3.2 ผลการประมาณค่าความแปรปรวน

ตาราง 5 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจ

	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1,1)	GARCH(2,2)
Log likelihood	4318.448	4320.143	4398.811	4414.287
Akaike info criterion	-9.879607	-9.881199	-10.06142	-10.0923
Schwarz criterion	-9.84681	-9.842936	-10.02316	-10.0431
Significant in mean	4	4	4	4
Significant in variance	2	3	3	4
ปัญหา	no	no	Auto	no

ผลการประมาณค่าความแปรปรวนอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจ พบว่า แบบจำลองที่เหมาะสมในการประมาณค่าความแปรปรวนของอัตราตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจ เมื่อพิจารณาค่า Log likelihood , Akaike info criterion และ Schwarz criterion คือ แบบจำลอง GARCH(2,2) โดยไม่พบปัญหาautocorrelation และ Heteroskedasticity ซึ่งสามารถเขียนสมการค่าเฉลี่ยและสมการความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจได้ดังนี้

สมการค่าเฉลี่ย

$$\Delta SOE = 0.000577 + 11.2452\Delta SOE_{t-1} - 11.1195\varepsilon_{t-1} - 0.9282\varepsilon_{t-2} \qquad \text{L L } (2)$$

(1.9812)** (1.9810)** (-1.9589)* (-1.8896)*

โดยที่ SOE คือ อัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจ

ε คือ ความคลาดเคลื่อน

สมการความแปรปรวน

$$h_t = 6.79\times10^{-8} - 0.0222h_{t-1} + 0.8944h_{t-2} + 0.1002\mu_{t-1}^2 + 0.0019\mu_{t-2}^2 \qquad \text{L L } (3)$$

(4.0063)*** (-2.2170)** (89.8276)*** (10.2641)*** (0.2448)

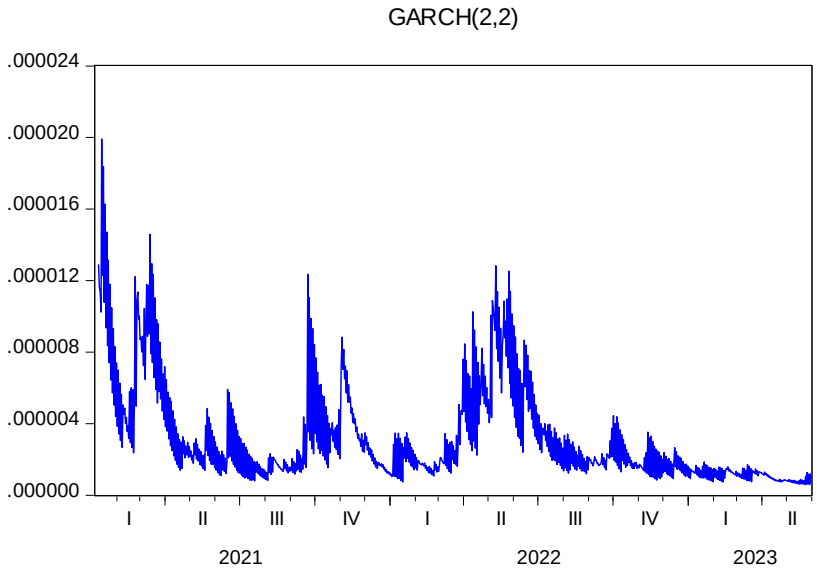
โดยที่ h คือ ค่าความแปรปรวน

μ คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

หมายเหตุ: *,**,*** คือระดับนัยสำคัญ 0.1, 0.05 และ0.01 ตามลำดับ

ผลการประมาณค่าของแบบจำลอง GARCH(2,2) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจสามารถอธิบายได้ด้วย ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของแต่ตัวมันเอง (Autoregressive) โดยการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภท

พันธบัตรรัฐวิสาหกิจหนึ่งวันที่ผ่านมาร้อยละ 1 ทำให้การเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 11.25 ในทิศทางเดียวกัน รวมทั้งค่าความคลาดเคลื่อนในอดีตก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจในปัจจุบันเช่นกันดังสมการ (2) สำหรับสมการความแปรปรวนพบว่า ความผันผวนแปรผันตามเวลาประกอบด้วยค่าคงที่ (6.79×10^{-8}) ค่าความแปรปรวนในอดีต (-0.222,0.8944) และค่าความคลาดเคลื่อนในอดีต (0.1002) ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กล่าวคือเมื่อเราพยากรณ์ความแปรปรวนในระยะสั้นไปข้างหน้าเรื่อยๆ จะพบว่าค่าความแปรปรวนระยะสั้นค่อยๆ เข้าใกล้ค่าความแปรปรวนในระยะยาว 2.84×10^{-6} ซึ่งสามารถแสดงกราฟความความผันผวนอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลักษณะความผันผวนอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจ

4. ผลการศึกษาความผันผวนของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทหุ้นกู้เอกชน

4.1 ผลการประมาณค่าสมการเฉลี่ย

ตาราง 6 ผลการประมาณค่าอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทหุ้นกู้เอกชน

	ARIMA(1,1,1)	ARMA(1,1,2)	ARMA(2,1,1)
Log likelihood	4551.826	4548.013	4548.013
Akaike info criterion	-10.40921	-10.41011	-10.41011
Schwarz criterion	-10.39283	-10.38825	-10.38825
significant	0	3	2
ปัญหา	Auto,Hetero	Auto,Hetero	Hetero
ARCH	yes	yes	yes

ตาราง 7 ผลการประมาณค่าอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทหุ้นกู้เอกชน(ต่อ)

	ARMA(2,1,2)	ARMA(1,1,3)	ARMA(3,1,1)
Log likelihood	4548.663	4548.663	4548.663
Akaike info criterion	-10.42125	-10.42125	-10.42125
Schwarz criterion	-10.39389	-10.39389	-10.39389
significant	5	5	3
ปัญหา	Hetero	Hetero	Auto,Hetero
ARCH	yes	yes	yes

ผลการประมาณค่าสมการเฉลี่ยพบว่า แบบจำลองที่เหมาะสมในการประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงอัตราตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทหุ้นกู้เอกชน เมื่อพิจารณาค่า Log likelihood, Akaike info criterion, Schwarz criterion และระดับความเชื่อมั่นของตัวแปรถดถอย คือ แบบจำลองARIMA(1,1,3) ดังตาราง 7 โดยไม่พบปัญหาautocorrelation แต่พบปัญหา Heteroskedasticity แสดงว่าความแปรปรวนไม่คงที่ จึงทำการประมาณค่าสมการความแปรปรวน โดยแบบจำลอง ARCH และ GARCH ต่อไป

ตาราง 8 ผลการประมาณค่าแบบจำลองความแปรปรวน

	ARCH(1)	ARCH(2)	GARCH(1,1)	GARCH(2,2)
Log likelihood	4574.968	4578.136	4604.895	4414.287
Akaike info criterion	-10.47699	-10.48196	-10.54334	-10.0923
Schwarz criterion	-10.43869	-10.43819	-10.49957	-10.0431
Significant in mean	5	5	5	5
Significant in variance	2	3	3	4
ปัญหา	no	no	Auto,hetro	Auto

ผลการประมาณค่าความแปรปรวน พบว่า แบบจำลองที่เหมาะสมในการประมาณค่าความแปรปรวนของอัตราตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทเอกชน เมื่อพิจารณาค่า Log likelihood, Akaike info criterion และ Schwarz criterion คือ แบบจำลอง ARCH(2) โดยไม่พบปัญหา autocorrelation และ Heteroskedasticity ซึ่งสามารถเขียนสมการค่าเฉลี่ยและสมการความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทหุ้นกู้เอกชนได้ดังนี้

สมการค่าเฉลี่ย

$$\Delta COR = -0.0031 + 73.1997\Delta COR_{t-1} - 73.0301\varepsilon_{t-1} - 8.7107\varepsilon_{t-2} - 0.9744\varepsilon_{t-3} \quad (4)$$

(-3.9477)*** (4.0176)*** (-4.0077)*** (-3.9910)*** (-3.5859)***

โดยที่ COR คือ อัตราอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทดัชนีหุ้นกู้เอกชน

ε คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

สมการความแปรปรวน

$$h_t = 1.33\times10^{-6} + 0.1519\mu_{t-1}^2 + 0.0602\mu_{t-2}^2 \quad (5)$$

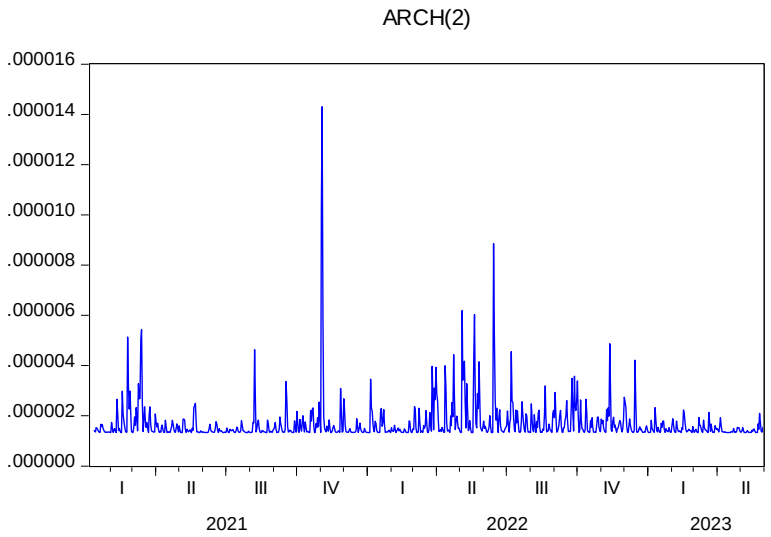
(34.9544)*** (4.07987)*** (2.2582)**

โดยที่ h คือ ค่าความแปรปรวน

μ คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

หมายเหตุ: *,**,*** คือระดับนัยสำคัญ 0.1, 0.05 และ0.01 ตามลำดับ

ผลการประมาณค่าของแบบจำลอง ARCH(2) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทหุ้นกู้เอกชนสามารถอธิบายได้ด้วย ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของแต่ตัวมันเอง (Autoregressive) โดยการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทหุ้นกู้เอกชนหนึ่งวันที่ผ่านมาร้อยละ 1 ทำให้การเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 73.20 ในทิศทางเดียวกัน รวมทั้งค่าความคลาดเคลื่อนในอดีตก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทหุ้นกู้เอกชนในปัจจุบันเช่นกันดังสมการ(4) สำหรับสมการความแปรปรวนพบว่า ความผันผวนแปรผันตามเวลาประกอบด้วยค่าคงที่ ($1.33\text{x}10^{-6}$) และค่าความคลาดเคลื่อนในอดีต (0.1519,0.0602) ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กล่าวคือ เมื่อเราพยากรณ์ไปข้างหน้าไกลขึ้นเรื่อยๆ ค่าพยากรณ์ความแปรปรวนระยะสั้นจะเข้าใกล้ค่า$1.68\text{x}10^{-6}$ ซึ่งสามารถแสดงกราฟความความผันผวนอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทหุ้นกู้เอกชนดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะความผันผวนอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทหุ้นกู้เอกชน

อภิปรายผลการวิจัย

การประมาณค่าความผันผวนของอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนในประเทศไทย พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมในการประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาล พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ และหุ้นกู้เอกชน คือแบบจำลอง ARIMA(1,1,0) ARIMA(1,1,2) และ ARIMA(1,1,3) ตามลำดับ ซึ่งจากแบบจำลองประมาณค่าตัวแปรถดถอยพบว่า การเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจและหุ้นกู้เอกชนในอดีตส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจและหุ้นกู้เอกชนในปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในประเภทพันธบัตรรัฐบาลพบว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนในอดีตไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนในปัจจุบันซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Yufei Xia et al., (2022) ที่ว่าปัจจัยอื่นๆมีผลต่ออัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้สีเขียวมากกว่าอัตราผลตอบแทนของตัวมันเอง และจากการวิเคราะห์ลักษณะของความผันผวนของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนพบว่า ตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาลมีลักษณะความผันผวนที่คงที่ แต่สำหรับตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจและหุ้นกู้เอกชนนั้นมีลักษณะความผันผวนที่ไม่คงที่ ซึ่งลักษณะของความผันผวนเป็นไปตามแบบจำลอง GARCH(2,2) และ ARCH(2) ตามลำดับ ซึ่งจากแบบจำลอง GARCH(2,2) พบว่าเมื่อเราประมาณความแปรปรวนในระยะสั้นไปข้างหน้าเรื่อยๆ จะพบว่าค่าความแปรปรวนระยะสั้นค่อยๆ เข้าใกล้ค่าความแปรปรวนในระยะยาว 2.84×10^{-6} (ภูมิฐาน รังคกูลนุวัฒน์, 2556) ซึ่งจากผลการศึกษาหากทราบลักษณะพฤติกรรมของนักลงทุนว่ามีลักษณะที่มีความการลงทุนในตลาดที่มีความผันผวนที่สูง หรือต่ำ ผู้ระดมทุนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนจะสามารถออกตราสารได้ตามความต้องการของผู้ลงทุน รวมทั้งสามารถประมาณการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน จากการเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนในอดีตเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจให้กับนักลงทุน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการประยุกต์ใช้ผลการวิจัย

จากผลการประมาณค่าผันผวนของอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนในประเทศไทย จะเห็นว่าเป็นประโยชน์กับผู้ลงทุนที่ต้องการส่งเสริมโครงการภายใต้แนวคิดการเติบโตอย่างยั่งยืน มุ่งพัฒนาสิ่งแวดล้อม สังคม และการมีบรรษัทภิบาลที่ดี รวมถึงปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งหากผู้ที่ไม่ต้องการลงทุนในสินทรัพย์ที่มีความผันผวนคงที่ก็เลือกลงทุนในตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐบาล แต่สำหรับผู้ที่ต้องการลงทุนในตราสารที่มีความผันผวนสูง(ไม่คงที่)ก็สามารถลงทุนในตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนประเภทพันธบัตรรัฐวิสาหกิจและหุ้นกู้เอกชน ซึ่งสามารถประมาณค่าความผันผวนได้จากแบบจำลอง GARCH(2,2) และ ARCH(2) ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การประมาณค่าความผันผวนของอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ด้านความยั่งยืนในประเทศไทย เป็นการศึกษาความผันผวนที่มากจากค่าการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนในอดีตของตัวมันเอง ซึ่งในการศึกษาครั้งต่อไปสามารถศึกษาความผันผวนที่มาจากปัจจัยอื่นๆ เช่น ราคาสินค้าพลังงาน อัตราดอกเบี้ย ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ เป็นต้น รวมทั้งการศึกษาด้านความเสี่ยงของอัตราผลตอบแทนของตราสารหนี้ด้านความยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

กรวีร์ วิเวก, ณัฏฐณิชา ฉายรัศมี. (2023). ความเต็มใจที่จะยอมรับส่วนต่างของผลตอบแทนพันธบัตรรัฐบาลเพื่อความยั่งยืน. **วารสารสังคมศาสตร์ปัญญาพัฒน์, 5(1),** 171-186.

กัญสุดา นิ่มอนุสสรณ์กุล, เริงชัย ตันสุชาติ. (2553). แบบจำลองอัตราผลตอบแทนและความผันผวนของตลาดหลักทรัพย์ตลาดพันธบัตรและตลาดอัตราแลกเปลี่ยนสำหรับประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่น. **CHIANG MAI UNIVERSITY JOURNAL OF ECONOMICS, 14(1),** 70-90.

เกสินี หมื่นไธสง. (2564). ผลกระทบความผันผวนของราคาข้าวโพดที่ส่งผลต่ออุปทานการผลิตไก่เนื้อของไทย. **วารสารชุมชนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 15(3),** 116-130.

ชลธิชา ประดิษฐกุล, สุจรรย์ พินธ์สุวรรณพันธ์. (2561). การทดสอบความสามารถในการทำกำไรจาก ความผันผวนของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยโดยใช้การวิเคราะห์ทางเทคนิค. **วารสารบัณฑิตวิจัย, 9(1),** 235-248.

ภูมิฐาน รังคกูลนุวัฒน์ (2556). **การวิเคราะห์อนุกรมเวลาสำหรับเศรษฐศาสตร์และธุรกิจ.** (พิมพ์ครั้งที่ 1). วี.พริ้นท์(1991) จำกัด. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณัฐพร ศรีทอง (2564). **ส่องทิศทาง ESG Bond:อนาคตการระดมทุนและการลงทุนที่ตอบโจทย์ความยั่งยืน.** สืบค้น มิถุนายน 8, 2566 จากhttps://krungthai.com/Download/economyresources/EconomyResourcesDownload_654Research_Note_10_02_64.pdf

นรเศรษฐ ศรีธานี. (2560). ประสิทธิผลของการป้องกันความเสี่ยงจากความผันผวนของผลตอบแทนจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยโดยอาศัยสัญญาฟิวเจอร์ส. **BU Academic Review, 16(2),** 101-116.

ศิริขวัญ เจริญวิริยะกุล, ยุทธนา เศรษฐปราโมทย์. (2563). ความผันผวนของราคาน้ำมันอัตราแลกเปลี่ยนและผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย: วิธีพลวัต. **วารสารบริหารธุรกิจเศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร, 15(1),** 135-149.

สมาคมตราสารหนี้ไทย (2566). **Bond Knowledge**. สืบค้น สิงหาคม 21, 2566 จาก https://www.thaibma.or.th/EN/Investors/Individual/BondBlog.aspx

สโรชา อนุกูล, เยาวเรศ เชาวนพูนผล, กรรณิกา แซ่ลิ่ว. (2565). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความผันผวนของราคายางแผ่นรมควันชั้น3 ของประเทศไทย. **วารสารเกษตร, 38(3),** 345-356.

สุรชัย จันทร์จรัส, ทวีโชค ปุญญนิรันดร์. (2557). การพยากรณ์ความผันผวนของราคายางแท่งเอสทีอาร์20 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 8(3),** 95-104.

สุรชัย จันทร์จรัส, เมริษา เทพบรรหาร. (2557). การประมาณค่าความผันผวนของอัตราผลตอบแทนของสัญญาฟิวเจอร์สที่อ้างอิงกับดัชนีเซท50โดยใช้แบบจำลอง GARCH-X. **Sripatum Review of Humanities and Social Sciences, 14(1),** 61-72.

สุรชัย จันทร์จรัส, ลัดดา วรรณอาจพรม. (2556). การประมาณค่าความผันผวน และการพยากรณ์มูลค่ากองทุนรวมหุ้นระยะยาว. **Silpakorn University Journal,** 73-92.

อภิวิชญ์ จามีกรกุล. (2566). การพยากรณ์ความผันผวนของราคาสกุลเงินดิจิทัล Binance Coin และ Doge Coin. **Procedia of Multidisciplinary Research, 1(5),** 43-43.

อรมน ทรัพย์ทวีธรรม (2562). **มารู้จักความตกลง UNFCC ลดก๊าซเรือนกระจก.** สืบค้น มิถุนายน 8, 2566 จาก https://www.prachachat.net/columns/news-284544

Khangphukhieo, W., Thanarat, P., & Busababadhin, P. (2019). Forecasting volatility of SET with artificial neural network-GARCH models. **Journal of Applied Science and Emerging Technology, 18(1),** 49-61.

Kittisuwan, P., Korchitwisarn, R., & Jearviriyaboonya, J. (2022). Measuring the Return and Volatility of Cryptocurrencies: A Case Study of Thailand. **KKBS Journal of Business Administration and Accountancy, 6(1),** 1-15.

Kocaarslan, B. (2021). How does the reserve currency (US dollar) affect the diversification capacity of green bond investments?. **Journal of Cleaner Production, 307,** 127275.

Mensi, W., Shafiullah, M., Vo, X. V., & Kang, S. H. (2022). Spillovers and connectedness between green bond and stock markets in bearish and bullish market scenarios. **Finance Research Letters, 49,** 103120.

Nittayakamolphun, P., Bejrananda, T., & Pholkerd, P. (2022). The Dynamic Relationship of Volatilities and Hedging between Cryptocurrencies and Other Financial Assets**. Applied Economics Journal, 29(1),** 78-99.

Phuensane, P., Chinnoraset, N., Chancharat, S., & Chancharat, N. (2018). Volatility of Stock Returns in the Stock Exchange of Thailand: The Case of Energy and Utilities Group. **KKU Research Journal (Graduate Studies) Humanities and Social Sciences, 6(3),** 97-104.

Pumchan, S., & Jaroenwiriyakul, S. (2020). The Analysis for Volatility of Returns in Stock Exchange of Thailand, USA, UK and Japan. **KKU Research Journal (Graduate Studies) Humanities and Social Sciences, 8(2),** 88-97.

Reboredo, J. C. (2018). Green bond and financial markets: Co-movement, diversification and price spillover effects. **Energy Economics, 74,** 38-50.

Rehman, M. U., Raheem, I. D., Zeitun, R., Vo, X. V., & Ahmad, N. (2023). Do oil shocks affect the green bond market?. **Energy Economics, 117,** 106429.

Sirikhord, P., & Maglin, P. (2017). Factors Affecting Price's Fluctuation of the SET50 Index Futures in Thailand Derivative Market during the Year 2011-2015. **Journal of Accountancy and Management, 9(1),** 106-120.

Suwannapak, S., Huhttarak, S., Chancharat, S., & Chancharat, N. (2019). Test of the Day-of-the-Week Effect on Stock Market Volatility: The Case of the SET50 Index. **KKU Research Journal (Graduate Studies) Humanities and Social Sciences, 7(3),** 134-145.

Wang, X., Li, J., & Ren, X. (2022). Asymmetric causality of economic policy uncertainty and oil volatility index on time-varying nexus of the clean energy, carbon and green bond. **International Review of Financial Analysis, 83,** 102306.

Xia, Y., Ren, H., Li, Y., Xia, J., He, L., & Liu, N. (2022). Forecasting green bond volatility via novel heterogeneous ensemble approaches. **Expert Systems with Applications, 204,** 117580.