

การวัดความเสี่ยงและการพยากรณ์
ผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทย
Risk Measure and Forecasting a Return on Investment
in Thailand Government Bonds

กมล บุษบา*, ภูติท องศ์ตระกูล และธนิษธรณ์ สารพรรณ
สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
Kamon Budsaba*, Phudit Ongtragoon and Danindhorn Saraphan
Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Technology,
Thammasat University

Received: July 18, 2021 ; Accepted: January 31, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีวัดความเสี่ยงและพยากรณ์ผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทย ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิของผลตอบแทนพันธบัตรรัฐบาลไทยรายวันตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 จนถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2563 จากเว็บไซต์สมาคมตราสารหนี้ไทย จากนั้นทดสอบการแจกแจงของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยเพื่อหาวิธีการวัดความเสี่ยงที่เหมาะสมของอัตราผลตอบแทนที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % 95% และ 99% ส่วนการพยากรณ์ผลตอบแทนจากการลงทุนใช้ตัวแบบอาร์มาที่เลือกจากค่าสังเกตเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมด้วยเกณฑ์ข้อสนเทศของเบส์โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 26 ผลการวิจัยพบว่ามูลค่าความเสี่ยงมีเงื่อนไขเหมาะสมกับข้อมูลอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทย สำหรับการพยากรณ์ผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทย ให้ค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากโดยพิจารณาจากค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยที่มีค่าไม่ถึงร้อยละ 1

คำสำคัญ : การทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟ; มูลค่าความเสี่ยงมีเงื่อนไข; ตัวแบบอาร์มา; เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของเบส์

Abstract

This research aims to find an appropriate risk measure and forecast the return on investment in Thai government bonds. Secondary data of return on investment in Thai government bonds from January 1, 2007, to October 31, 2020, were collected from the Thai Bond Market Association website. Goodness of fit was performed to find the distribution of the rate of return on investment in Thai government bonds to find the suitable measure of risk at 90, 95, and 99 confidence levels. The

forecasting of a return of investment in Thai government bonds was done by ARMA-model selected from the appropriate forecasting model selection command using Bayesian information criterion in SPSS version 26. It was found that the conditional value at risk is a suitable risk measure for the rate of return on investment in Thai government bonds dataset. For forecasting the return on investment in the Thai government bonds, the predicted value is very close to the actual value, according to the mean absolute percentage error, which is less than 1 percent.

Keywords: conditional value at risk; ARMA-model; Bayesian information criterion

1. บทนำ

ในการดำเนินธุรกิจทั่วไปเมื่อมีความจำเป็นต้องการเงินทุนเพื่อใช้ในการขยายกิจการ อาจทำได้โดยการลงทุนในหลักทรัพย์ องค์กรที่มีเงินทุนจำนวนมากมักลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยซึ่งเป็นที่ตราสารทางการเงินที่มีความเสี่ยงต่ำและมีผลตอบแทนที่แน่นอนแต่ก็อาจมีความเสี่ยงที่อาจจะทำให้ผลกำไรลดลงจากวิกฤตต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงมีความสำคัญในการหาเครื่องมือวัดความเสี่ยงหรือความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ จากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทย

มูลค่าความเสี่ยง (Value at Risk หรือ VaR) คือค่าวัดความเสี่ยงมาตรฐานเชิงตัวเลขที่ใช้สำหรับบริหารความเสี่ยงทางการเงิน โดยทั่วไปหมายถึงจำนวนเงินทุนที่จำเป็นหรือพึงมีที่จะรับรองด้วยความเป็นไปได้สูงว่าบริษัทหรือกิจการจะไม่ล้มละลาย ในทางปฏิบัติระดับความเป็นไปได้ที่บริษัทจะไม่ล้มละลายอาจมีค่าสูง เช่น 99% สำหรับการลงทุนนั้น มูลค่าความเสี่ยงหมายถึงค่าวัดความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับพอร์ตการลงทุนซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์ ภายในช่วงระยะเวลาหนึ่งข้างหน้า เช่น 1 วัน ภายใต้ระดับความเชื่อมั่นหนึ่ง ๆ ในเชิงทฤษฎีสถิติศาสตร์ ถ้าให้ X เป็นตัวแปรสุ่มที่แทนความสูญเสีย มูลค่าความเสี่ยงของ X ที่ระดับ $100p\%$ เขียนแทนด้วย $VaR_p(X)$ หรือ π_p คือ

เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ $100p$ หรือ ควอนไทล์ที่ p ของการแจกแจงของ X (Klugman *et al.*, 2012) (Saowanee Chatpaisansuk, 2543) ได้ศึกษาถึงความเสี่ยงของการขาดทุนจากการลงทุนหลักทรัพย์ภายในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยใช้เทคนิคมูลค่าความเสี่ยงโดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณหาอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์จำนวน 20 หลักทรัพย์ซึ่งอยู่ในกลุ่ม SET50 ที่มีปริมาณการซื้อขายมาก จากการศึกษาพบว่าเทคนิคมูลค่าความเสี่ยงเป็นเครื่องมือในการวัดความเสี่ยงของการขาดทุน หรือมูลค่าความเสียหายสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นจากการลงทุน และยังสามารถใช้เทคนิคมูลค่าความเสี่ยงในการบริหารพอร์ตการลงทุนให้มีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการภายใต้ระยะเวลาที่นักลงทุนกำหนด

(Maria Bohdalova, 2007) กล่าวว่าแนวคิดหลักของการวัดความเสี่ยงในภาคการเงินและภาคอุตสาหกรรมคือวิธีการวัดความเสี่ยงตามความน่าจะเป็นที่เรียกว่ามูลค่าความเสี่ยง หากเลือกวิธีการหามูลค่าความเสี่ยงอย่างรอบคอบให้เหมาะสมกับข้อมูลที่ใช้และการคำนวณสามารถทำให้ลดต้นทุนโดยรวมและเวลาในการคำนวณ นอกจากนี้ (Yasuhiro Yamai and Toshinao Yoshida, 2005) ได้แสดงให้เห็นว่าความเสี่ยงที่เกินระดับความเชื่อมั่นที่กำหนดอาจทำให้เกิดปัญหา

ร้ายแรงได้ จึงต้องใช้มูลค่าความเสี่ยงที่มากกว่าระดับความเชื่อมั่นหรือก็คือมูลค่าความเสี่ยงมีเงื่อนไขเพื่อให้ได้ความแม่นยำในระดับเดียวกัน

(Paphanan Luankosolchai, 2558) ได้ทำการศึกษาแบบจำลองการวัดมูลค่าความเสี่ยงและ มูลค่าความเสี่ยงมีเงื่อนไขโดยวิธีแปรปรวนด้วยวิธีถ่วงเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก แบบเลขชี้กำลัง และการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลในอดีต จากการศึกษาพบว่าทั้งตัวแบบจำลองและช่วงความเชื่อมั่นส่งผลต่อคุณภาพแบบจำลองที่ใช้ในการอธิบายความเสี่ยงของอัตราผลตอบแทนของดัชนีผลตอบแทน ดังนั้นการเลือกใช้วิธีในการหามูลค่าความเสี่ยงนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล

คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการวัดความเสี่ยงที่เหมาะสมและการพยากรณ์ผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาลไทย โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ (1) เพื่อหาวิธีการวัดความเสี่ยงจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทย (2) เพื่อพยากรณ์ผลตอบแทนจากการลงทุนพันธบัตรรัฐบาลไทย

2. วิธีการ

2.1 ขอบเขตการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิของผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาลไทยรายวัน ตั้งเดือนมกราคม พ.ศ. 2550 จนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 ที่เผยแพร่ในเว็บไซต์ของสมาคมตลาดตราสารหนี้ไทย (www.thaibma.or.th) ข้อมูลนำเสนอในรูปแบบของผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาลไทยคำนวณโดยสมมติว่าผู้ลงทุนถือพันธบัตรรัฐบาลไทยดังกล่าวจนถึงวันครบกำหนดไถ่ถอนเป็นเวลา 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน 1 ปี 2 ปี 3 ปีจนถึง 18 ปี ใช้โปรแกรม Microsoft Excel for Office 365 version 32 bit ในการหามูลค่าความเสี่ยงมีเงื่อนไขและใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 26 ในการ

พยากรณ์ด้วยตัวแบบอาร์มาที่ถูกเลือกมาจากคำสั่งการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมโดยใช้เกณฑ์ข้อสนเทศของเบส์

2.2 วิธีการวิจัย

2.2.1 การทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov test)

เป็นการทดสอบภาวะสารูปดีแบบไม่อิงพารามิเตอร์ที่เสนอโดยคอลโมโกรอฟและพัฒนาต่อโดยสมิร์นอฟ ในกรณีประชากรเดียวใช้สถิติทดสอบดังนี้

$$d = \max \{ |F(x) - F_n(x)| \}$$

โดยที่ $F(x)$ คือ ฟังก์ชันการแจกแจงภายใต้สมมุติฐานว่าง และ $F_n(x)$ คือ ฟังก์ชันการแจกแจงเชิงประจักษ์ (empirical distribution function) ของตัวอย่าง จากนั้นสามารถเปรียบเทียบค่าสถิติ d กับค่าวิกฤตจากการแจกแจงคอลโมโกรอฟ หรือใช้การแจกแจงนี้ในการหาค่าพี (p-value)

2.2.2 มูลค่าความเสี่ยงมีเงื่อนไข (Conditional Value at Risk)

เป็นค่าวัดความเสี่ยงมาตรฐานชนิดหนึ่งที่เหมาะสมกับการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมักใช้กับการแจกแจงหางหนา ถ้าให้ X เป็นตัวแปรสุ่มแทนความสูญเสีย มูลค่าความเสี่ยงมีเงื่อนไขของ X ที่ระดับ $100p\%$ เขียนแทนด้วย $CVaR_p(X)$ คือ ค่าคาดหวังของความสูญเสียเมื่อกำหนดว่าความสูญเสียนั้นเกินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ $100p$ หรือ ควอนไทล์ที่ p (π_p) ของ การ แจ ก แจ ง ของ X นั้น คือ $CVaR_p(X) = E(X | X > \pi_p)$ (Klugman *et al.*, 2012) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่ามูลค่าความเสี่ยงด้านหาง (Tail Value at Risk) ค่าวัดความเสี่ยงนี้มีสมบัติการวัดความเสี่ยงเชิงสอดคล้อง (Coherent Measure of Risk) ครบ 4 ข้อ ดังนี้

ถ้าให้ $\rho(\cdot)$ แทนฟังก์ชันที่ใช้วัดความเสี่ยงของตัวแปรสุ่มความสูญเสีย X และ Y ใด ๆ

2.2.2.1 สมบัติ Subadditivity : $\rho(X+Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$ หรือค่าวัดความเสี่ยงของความเสียหายจากการลงทุนในหลายพอร์ตการลงทุนรวมกันต้องไม่มากไปกว่าผลรวมของค่าวัดความเสี่ยงของความเสียหายจากการลงทุนในแต่ละพอร์ตการลงทุน

2.2.2.2 สมบัติ Monotonicity : ถ้า $X \leq Y$ แล้ว $\rho(X) \leq \rho(Y)$ หรือถ้าความเสียหายจากการลงทุนในพอร์ตหนึ่ง (X) ไม่มากกว่าความเสียหายจากการลงทุนในอีกพอร์ตหนึ่ง (Y) แล้วค่าวัดความเสี่ยงของความเสียหายจากการลงทุนในพอร์ตหนึ่ง ($\rho(X)$) ต้องไม่มากไปกว่า ค่าวัดความเสี่ยงของความเสียหายจากการลงทุนในอีกพอร์ตหนึ่ง ($\rho(Y)$)

2.2.2.3 สมบัติ Positive Homogeneity : สำหรับค่าคงตัวที่เป็นบวก c , $\rho(cX) = c\rho(X)$ หรือฟังก์ชันที่ใช้วัดความเสี่ยงไม่ขึ้นกับสกุลเงินที่วัดความเสี่ยง นั่นคือถ้าความเสียหายจากการลงทุนในพอร์ตเพิ่มเป็นสองเท่าแล้วค่าวัดความเสี่ยงของความเสียหายจากการลงทุนในพอร์ตต้องเพิ่มเป็นสองเท่าด้วย

2.2.2.3.4 สมบัติ Transition Invariance : สำหรับค่าคงตัวที่เป็นบวก c , $\rho(X+c) = \rho(X) + c$ หรือถ้าเพิ่มความเสียหายจากการลงทุนในพอร์ตหนึ่งด้วยปริมาณที่แน่นอน ค่าวัดความเสี่ยงของความเสียหายใหม่จากการลงทุนในพอร์ตนี้จะเท่ากับค่าวัดความเสี่ยงของความเสียหายเดิมจากการลงทุนในพอร์ตรวมกับค่าความเสียหายที่เป็นปริมาณที่แน่นอน

อนึ่ง มูลค่าความเสี่ยง $VaR_p(X)$ ของตัวแปรสุ่มความสูญเสีย X ที่ระดับ $100p\%$ มีสมบัติการวัดความเสี่ยงเชิงสอดคล้องครบ 4 ข้อ

สำหรับตัวแปรสุ่ม X ที่มีการแจกแจงปกติเท่านั้น (Klugman et al., 2012)

2.2.3 เกณฑ์สารสนเทศของเบส์ (Bayesian Information Criterion : BIC)

เป็นเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสมอีกเกณฑ์หนึ่งที่ได้รับจากเกณฑ์สารสนเทศของอะกะอิเกะ (Akaike's Information Criterion : AIC) โดยนำขนาดตัวอย่างมาพิจารณาด้วย

$$BIC = n \ln \left(\frac{SSE}{n} \right) + \frac{2(p+2)n\hat{\sigma}^2}{SSE} - \frac{2n^2\hat{\sigma}^4}{SSE}$$

เมื่อ p คือ จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ

n คือ จำนวนข้อมูลที่น่ามาพิจารณา

SSE คือ ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนของตัวแบบที่พิจารณา

$\hat{\sigma}^2$ คือ ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวแบบเต็มรูป (full model)

2.2.4 ตัวแบบอาร์มา (ARIMA)

ตัวแบบอาร์มาหรือตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่ (AutoRegressive Integrated Moving Average : ARIMA) คือตัวแบบสำหรับการวิเคราะห์ผลต่างอันดับ d ของอนุกรมเวลาที่ไมคงที่ ซึ่งมีทั้งพจน์การถดถอยในตัวและการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ p, q เขียนแทนด้วย ARIMA (p, d, q)

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - B)^d Z_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) u_t$$

เมื่อ $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ คือ พารามิเตอร์ของตัวแบบการถดถอยในตัว

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ คือ พารามิเตอร์ของตัวแบบการเฉลี่ยเคลื่อนที่

B คือ ตัวดำเนินการย้อนกลับ โดย

$$B^j(a_t) = a_{t-j}$$

d คือ อันดับผลต่างของอนุกรมเวลา Z_t

p คือ อันดับการถดถอยในตัว

q คือ อันดับการเฉลี่ยเคลื่อนที่

Z_t คือ ตัวแปรค่าสังเกต ณ เวลา t และมี
ความสัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อน u_t

ถ้า $p=0$ ตัวแบบ $ARIMA(p, d, q)$ จะ
เป็นตัวแบบรวมการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ q สำหรับ
ผลต่างอันดับ d ของอนุกรมเวลา เขียนแทนด้วย
 $ARIMA(0, d, q)$ เรียกว่า ตัวแบบรวมการเฉลี่ย
เคลื่อนที่ (d, q) (integrated moving average
model (d, q)) เขียนแทนด้วย $IMA(d, q)$

ถ้า $q=0$ ตัวแบบ $ARIMA(p, d, q)$ จะ
เป็นตัวแบบรวมการถดถอยในตัวอันดับ p สำหรับ
ผลต่างอันดับ d ของอนุกรมเวลา เขียนแทนด้วย
 $ARIMA(p, d, 0)$ เรียกว่า ตัวแบบรวมการถดถอย
ในตัว (p, d) (autoregressive integrated model
 (p, d)) เขียนแทนด้วย $ARI(p, d)$

2.2.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

2.2.4.1 รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิของ
ผลตอบแทนพันธบัตรรัฐบาลไทยรายวันตั้งแต่ 1
มกราคม พ.ศ. 2550 จนถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2563
จากเว็บไซต์สมาคมตราสารหนี้ไทย

2.2.4.2 ทดสอบการแจกแจงของ
อัตราผลตอบแทน (rate of return) ของพันธบัตร
รัฐบาลไทยตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ.2550 จนถึง 31
ตุลาคม พ.ศ. 2563 ด้วยการทดสอบภาวะสารูปติ
ของคอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟ

2.2.4.3 ถ้าการแจกแจงของอัตรา
ผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาลไทยใกล้เคียงแบบ
ปกติคำนวณมูลค่าความเสี่ยง ($Var_p(X)$) แต่ถ้า
การแจกแจงของอัตราผลตอบแทนของพันธบัตร
รัฐบาลไทยไม่ได้มีการแจกแจงปกติ จะคำนวณมูลค่า
ความเสี่ยงมีเงื่อนไข $CVaR_p(X)$ ตามขั้นตอน
ต่อไปนี้

2.2.4.3.1 หาอัตราผลตอบแทน
ข้อมูลในปัจจุบันเทียบกับในอดีต

2.2.4.3.2 เรียงอัตราผลตอบแทน
ที่ได้จาก 2.2.4.3.1 จากน้อยไปมาก

2.2.4.3.3 หาเปอร์เซ็นต์ไทล์ตาม
ระดับนัยสำคัญที่กำหนด ในที่นี้คือ p เท่ากับ 0.10,
0.05, และ 0.01

2.2.4.3.4 คำนวณมูลค่าความ
เสี่ยงมีเงื่อนไขโดยการเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนที่
เกินระดับนัยสำคัญที่กำหนด หรือเกินเปอร์เซ็นต์
ไทล์ที่ $100p$

2.2.4.3 พยากรณ์ผลตอบแทนโดยใช้
ตัวแบบอาร์มา ตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.2.4.3.1 ใช้ Expert Modeler
Criterion ในการคัดเลือกตัวแบบที่มีความเหมาะสม
ที่สุด โดยใช้หลักเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อ
ข้อสนเทศของเบส์

2.2.4.3.2 กำหนดระยะเวลาที่
พยากรณ์ต่อจากข้อมูลจริงที่รวบรวมมาจนถึงวันที่
30 กันยายน 2563 อีก 20 วันทำการ (20 วันทำการ
ในช่วง1-31 ตุลาคม 2563)

2.2.5 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับค่า
จริงของผลตอบแทนเพื่อวัดความแม่นยำของการ
พยากรณ์โดยการหาร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์
เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

$$\text{ดังนั้น } MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

เมื่อ A_t คือ ค่าข้อมูลจริงที่เวลา t

F_t คือ ค่าพยากรณ์ที่เวลา t

n คือ จำนวนข้อมูล

2.2.6. สรุปผลการวิจัย

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ตัวอย่างฮิสโทแกรมของอัตราผลตอบแทนจาก
การลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยเมื่อวันครบ
กำหนดไถ่ถอนเป็นเวลา 6 เดือนแสดงในภาพที่ 1

จากฮิสโทแกรมดังกล่าวมีหลักฐานเพียงพอที่จะแสดงให้เห็นว่าการแจกแจงของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยมีแนวโน้มที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติ

Table 1 One-sample Kolmogorov - Smirnov test for normality

Maturity	Kolmogorov values	df	p-values
1 M	.157	3379	< .0001
3 M	.157	3379	< .0001
6 M	.164	3379	< .0001
1 Y	1.55	3379	< .0001
2 Y	.98	3379	< .0001
3 Y	.105	3379	< .0001
4 Y	.082	3379	< .0001
5 Y	.093	3379	< .0001
6 Y	.091	3379	< .0001
7 Y	.081	3379	< .0001
8 Y	.074	3379	< .0001
9 Y	.067	3379	< .0001
10 Y	.067	3379	< .0001
11 Y	.058	3379	< .0001
12 Y	.050	3379	< .0001
13 Y	.048	3379	< .0001
14 Y	.045	3379	< .0001
15 Y	.051	3379	< .0001
16 Y	.049	3379	< .0001
17 Y	.047	3379	< .0001
18 Y	.047	3379	< .0001

Table 1 เป็นการทดสอบการแจกแจงปกติด้วยการทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทย

Table 2 Conditional value at risk of a return rate of investment in Thai government bonds at 90, 95, and 99 confidence levels.

Maturity	CVaR(90)	CVaR(95)	CVaR(99)
1 M	-0.0176592	-0.0272933	-0.0632693
3 M	-0.0174673	-0.0269673	-0.0620764
6 M	<u>-0.0165160</u>	-0.0255326	-0.0594292
1 Y	-0.0165537	<u>-0.0252941</u>	-0.0576477
2 Y	-0.0216208	-0.0314453	-0.0633389
3 Y	-0.0232345	-0.0326095	-0.0611974
4 Y	-0.0257528	-0.0354763	-0.0654397
5 Y	-0.0265581	-0.0363515	-0.0658515
6 Y	-0.0260795	-0.0357835	-0.0654544
7 Y	-0.0261232	-0.0358735	-0.0649833
8 Y	-0.0264571	-0.0361186	-0.0657589
9 Y	-0.0271100	-0.0372800	-0.0672400
10 Y	-0.0262007	-0.0359604	-0.0634636
11 Y	-0.0231084	-0.0318703	-0.0570567
12 Y	-0.0218148	-0.0301378	-0.0537676
13 Y	-0.0220669	-0.0306854	-0.0554114
14 Y	-0.0215382	-0.0297444	-0.0547898
15 Y	-0.0205039	-0.0287047	-0.0544079
16 Y	-0.0194241	-0.0274188	-0.0521625
17 Y	-0.0190396	-0.0267170	<u>-0.0501508</u>
18 Y	-0.0191264	-0.0266433	-0.0507176

Note: The bold numbers are the maximum value and the underlined numbers are the minimum number in each confidence level.

เมื่อวันครบกำหนดได้ถอนเป็นเวลา 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน 1 ปี 2 ปี 3 ปีจนถึง 18 ปี จะเห็นว่าค่า p-value ในทุกกรณีมีค่าน้อยกว่า 0.0001 สรุปได้ว่าข้อมูลอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยเมื่อวันครบกำหนดได้ถอนเป็น

เวลา 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน 1 ปี 2 ปี 3 ปีจนถึง 18 ปี ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

การคำนวณมูลค่าความเสียมี่เงื่อนไขของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยแสดงในTable 2 มูลค่าความเสียมี่เงื่อนไขจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลใช้ข้อมูลในอดีตตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 จนถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2563 จากTable 2 จะเห็นว่า

ที่ระดับความเชื่อมั่น 90% มูลค่าความเสียมี่สูงสุดคือพันธบัตรรัฐบาลไทยที่มีอายุไถ่ถอน 9 ปี มีค่าเท่ากับ 27.11 บาท หมายความว่า ด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 90 เมื่อลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยที่มีอายุไถ่ถอน 9 ปี ซึ่งมีราคาหน่วยละ 1000 บาท จะขาดทุนมากที่สุดหน่วยละ 27.11 บาท

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มูลค่าความเสียมี่สูงสุดคือพันธบัตรรัฐบาลไทยที่มีอายุไถ่ถอน 9 ปี มีค่าเท่ากับ 37.28 บาท หมายความว่า ด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยที่มีอายุไถ่ถอน 9 ปี ซึ่งมีราคาหน่วยละ 1000 บาท จะขาดทุนมากที่สุดหน่วยละ 37.28 บาท

ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% มูลค่าความเสียมี่สูงสุดคือพันธบัตรรัฐบาลไทยที่มีอายุไถ่ถอน 9 ปี มีค่าเท่ากับ 67.24 บาท หมายความว่า ด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 99 เมื่อลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยที่มีอายุไถ่ถอน 9 ปี ซึ่งมีราคาหน่วยละ 1000 บาท จะขาดทุนมากที่สุดหน่วยละ 67.24 บาท

ที่ระดับความเชื่อมั่น 90% มูลค่าความเสียมี่ต่ำสุดคือพันธบัตรรัฐบาลไทยที่มีอายุไถ่ถอน 6 เดือน มีค่าเท่ากับ 16.52 บาท หมายความว่า ด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 90 เมื่อลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยที่มีอายุไถ่ถอน 6 เดือน ซึ่งมีราคาหน่วยละ 1000 บาท จะขาดทุนน้อยที่สุดหน่วยละ 16.52 บาท

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มูลค่าความเสียมี่ต่ำสุดคือพันธบัตรรัฐบาลไทยที่มีอายุไถ่ถอน 1 ปี มี

ค่าเท่ากับ 25.29 บาท หมายความว่า ด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยที่มีอายุไถ่ถอน 1 ปี ซึ่งมีราคาหน่วยละ 1000 บาท จะขาดทุนน้อยที่สุดหน่วยละ 25.29 บาท

ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% มูลค่าความเสียมี่ต่ำสุดคือพันธบัตรรัฐบาลไทยที่มีอายุไถ่ถอน 17 ปี มีค่าเท่ากับ 50.15 บาท หมายความว่า ด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 99 เมื่อลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยที่มีอายุไถ่ถอน 1 ปี ซึ่งมีราคาหน่วยละ 1000 บาท จะขาดทุนน้อยที่สุดหน่วยละ 50.15 บาท

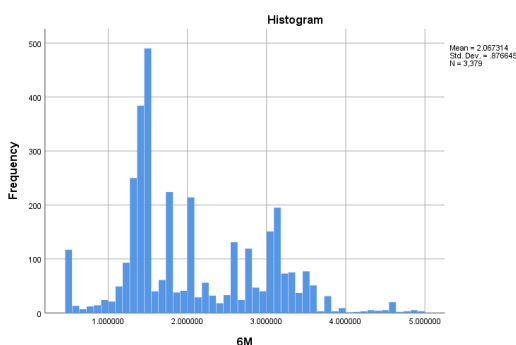


Figure 1 Histogram of the rate of return on investment of the 6-month Thai government bond.



Figure 2 Actual and forecast return on investment of the 6-month Thai government bond.

จากการนำข้อมูลผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลมาใช้ในการพยากรณ์ด้วยตัวแบบอาร์มา จำแนกตามวันครบกำหนดไถ่ถอนเป็นเวลา

1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน 1 ปี 2 ปี 3 ปีจนถึง 18 ปี แสดงใน Table 3 ซึ่งรายละเอียดในแต่ละวันครบกำหนดได้ก่อนประกอบด้วย ตัวแบบอาร์มาและพารามิเตอร์ของตัวแบบ ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (coefficient of determination) หรือ R^2 ในรูปร้อยละ ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของชุดข้อมูลฝึกฝน (training data set) และชุดข้อมูล

ทดสอบ (testing data set) เช่น ตัวแบบพยากรณ์ผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลที่มีอายุได้ก่อน 1 เดือน คือ ARIMA (1,1,14) มีค่า R^2 เท่ากับ 99.95% ค่า MAPE สำหรับชุดข้อมูลฝึกฝนเท่ากับ 0.42% และสำหรับชุดข้อมูลทดสอบเท่ากับ 0.03%

Table 3 ARIMA-model, R^2 and mean of absolute error percentage (MAPE) of training and testing data

Maturity	ARIMA(p,d,q)	R^2 (%)	MAPE (%)	
			Training Data Set 1/1/2007 - 9/30/2020	Testing Data Set 10/1/2020 - 10/31/2020
1 M	ARIMA(1,1,14)	0.999523	0.419590	0.033199
3 M	ARIMA(0,2,10)	0.999571	0.436671	0.014884
6 M	ARIMA(0,2,9)	0.999579	0.403694	0.021408
1 Y	ARIMA(2,1,2)	0.999564	0.389991	0.017964
2 Y	ARIMA(2,1,16)	0.999398	0.606837	0.004514
3 Y	ARIMA(3,1,3)	0.999188	0.698978	0.009047
4 Y	ARIMA(1,1,8)	0.998817	0.816138	0.008244
5 Y	ARIMA(1,1,10)	0.998577	0.886828	0.010766
6 Y	ARIMA(0,1,7)	0.998612	0.865845	0.008206
7 Y	ARIMA(3,1,7)	0.998552	0.857505	0.007378
8 Y	ARIMA(2,1,7)	0.998380	0.878148	0.014168
9 Y	ARIMA(1,1,10)	0.998209	0.898211	0.007711
10 Y	ARIMA(1,1,10)	0.998213	0.864079	0.006118
11 Y	ARIMA(1,1,2)	0.998511	0.740942	0.008318
12 Y	ARIMA(1,1,13)	0.998724	0.696704	0.009436
13 Y	ARIMA(1,1,13)	0.998766	0.700260	0.014520
14 Y	ARIMA(4,1,9)	0.998770	0.683787	0.019045
15 Y	ARIMA(1,1,7)	0.998831	0.634850	0.022364
16 Y	ARIMA(1,1,7)	0.998866	0.597182	0.005018
17 Y	ARIMA(1,1,7)	0.998875	0.584466	0.004396
18 Y	ARIMA(1,1,7)	0.998866	0.588277	0.005008

เป็นที่น่าสังเกตว่า ค่า R^2 ของทุกตัวแบบมีค่าสูงมากไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99 และค่า MAPE ของข้อมูลชุดทดสอบมีค่าไม่เกินร้อยละ 1 ตัวอย่างกราฟแสดงค่าผลตอบแทนจริงและค่าพยากรณ์ผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาล ระหว่างวันที่ 1-31 ตุลาคม 2563 (จำนวน 20 วันทำการ) เมื่อวันครบกำหนดไถ่ถอนคือ 6 เดือน 6 ปี 9 ปี และ 18 ปี แสดงในภาพที่ 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าค่าจริงและค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกันมากโดยเส้นกราฟของข้อมูลผลตอบแทนจริงซ้อนทับกับข้อมูลผลตอบแทนที่ได้จากการพยากรณ์

4. สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีวัดความเสี่ยงที่เหมาะสมและการพยากรณ์ผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทย จากการทดสอบภาวะสารรูปดีด้วยคอลโมโกรอฟ-สมิร์นอฟ แสดงให้เห็นว่าข้อมูลอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไม่ได้มีการแจกแจงปกติ จึงต้องวัดความเสี่ยงโดยใช้มูลค่าความเสี่ยงมีเงื่อนไขของข้อมูลอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 จนถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ซึ่งวิธีนี้มีสมบัตินิการวัดความเสี่ยงเชิงสอดคล้องครบทั้ง 4 ข้อ

จากการพยากรณ์ผลตอบแทนจากการลงทุนโดยใช้ตัวแบบอาร์มา พบว่าค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยของการพยากรณ์ผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลไทยไม่ว่าจะมีอายุไถ่ถอน 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน 1 ปี 2 ปี จนถึง 18 ปี มีค่าไม่เกินร้อยละ 1 นั่นคือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีความแม่นยำสูง โดยผลตอบแทนที่ได้จากการพยากรณ์ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่าผลตอบแทนจริงเล็กน้อย

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลรายวันที่มีจำนวนมาก ซึ่งเหมาะสมกับการวัดความเสี่ยงโดยใช้ข้อมูลในอดีตมาหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ในกรณีที่ข้อมูลมีจำนวนน้อย การหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์อาจให้ผลไม่ดีเท่าที่ควร อาจใช้วิธีการหามูลค่าความเสี่ยงโดยวิธีอื่น เช่น วิธีเชิงพารามิเตอร์ (parametric method) ซึ่งมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณโดยสมมุติว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติ อย่างไรก็ตามข้อมูลทางการเงินส่วนใหญ่มักไม่ได้มีการแจกแจงปกติ ผู้ใช้จึงควรทดสอบการแจกแจงของข้อมูลก่อนการเลือกใช้เครื่องมือวัดความเสี่ยง นอกจากนี้ในการพยากรณ์ข้อมูลด้วยตัวแบบอาร์มานั้นไม่ควรพยากรณ์ล่วงหน้าในระยะเวลายาว การปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน เช่น ทุก ๆ เดือน แล้วใช้ตัวแบบนี้ในการพยากรณ์จะทำให้การพยากรณ์มีความแม่นยำขึ้น

5. References

Research and Development Division, The Thai Bond Dealing Centre, Getting to know Value at Risk, Available Source: <http://www.thaibma.or.th/pdf/Article/VaR.pdf>, July 17, 2021. (in Thai)

Klugman, S. A., Panjer, H. H., and Willmot, G. E., 2012, Loss Models From Data to Decisions, 4th Ed., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ.

Saowanee Chatpaisansuk, 2000, Risk Measuring of Loss from Investing in Securities Within the Stock Exchange of Thailand Using Value-at-Risk Techniques, Thammasat University, Bangkok. (in Thai)

Maria Bohdalova, 2007, A Comparison of Value-at-Risk Methods for Measurement of the

- Financial Risk, Comenius University, Bratislava.
- Yasuhiro Yamai, Toshinao Yoshida, 2005, Value-at-risk Versus Expected Shortfall: A Practical Perspective, Bank of Japan, Tokyo.
- Paphanan Luankosolchai, 2015, A Comparison of Value at Risk and Conditional Value at Risk for Industry Total Return Index, Thammasat University, Bangkok. (in Thai)
- Office of The Royal Society, 2018, Statistics Dictionary, Chulalongkorn University Printing House, Bangkok. (in Thai)