# การประมาณความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนของหลักทรัพย์พลังงานทดแทนและผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์ด้วยวิธีสเตทสเปซ

# The Estimation of Relationship between Return on Renewable Energy Stocks and Market Return: A State-Space Approach

**วงศกร อรุโณทยานันท์**[1] และ ผทัยรัตน์ ภาสน์พิพัฒน์กุล[2]
**Wongsakorn Arunotayanun**[1] and Pathairat Paspipatkul[2]

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ทำการประมาณความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์พลังงานทดแทนและตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยและด้วยแบบจำลอง multi-factor CAPM โดยใช้วิธีการประมาณค่าแบบสเตทสเปซ ซึ่งกำหนดให้ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลา ตัวแปรอิสระที่นำมาใช้ในการศึกษาได้แก่ดัชนีSET100, MSCI, กลุ่มTECH, หมวดENERG และดัชนีราคาน้ำมันดิบWTI ตัวแปรตามได้แก่ DEMCO, SPCG, IFEC และ GUNKUL โดยใช้ข้อมูลราคาปิดรายสัปดาห์ระหว่างปีพ.ศ. 2554-2558 รวมทั้งสิ้น 260 สัปดาห์ การศึกษาพบว่าดัชนี SET100 มีค่าเบต้าสูงกว่าตัวแปรอิสระอื่น ๆ แสดงว่าอัตราผลตอบแทนของดัชนี SET100 มีความสัมพันธ์กับอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์พลังงานทดแทนมากที่สุด อัตราผลตอบแทนของดัชนีMSCI มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทน IFEC และ GUNKULมาก ในขณะที่ค่าเบต้าของอัตราผลตอบแทนในดัชนีหมวดENERG สูงกว่าดัชนีราคาน้ำมันดิบโลก WTI แสดงให้เห็นว่านักลงทุนสนใจปัจจัยภายในประเทศมากกว่า นอกจากนี้การที่ค่าเบต้าของดัชนีกลุ่ม TECH มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับตัวแปรอื่นๆ แสดงให้เห็นว่านักลงทุนในประเทศไทยไม่ได้คิดว่าหลักทรัพย์พลังงานทดแทนคือกลุ่มเทคโนโลยีเหมือนกับนักลงทุนในต่างประเทศ

**คำสำคัญ:** ความสัมพันธ์, พลังงานทดแทน, สเตทสเปซ, ตลาดหลักทรัพย์

## ABSTRACT

This study estimates relationship between return on renewable energy stocks and market return. The study proposes multi-factor CAPM using state-space approach that allow coefficients to vary over time. Independent variables that use in this research are return on SET100 index, MSCI index, TECH industry index, ENERG sector index and WTI crude oil price while dependent variables are return on renewable energy stock registered in Thai stock market namely DEMCO, SPCG, IFEC and GUNKUL. The data are weekly closing prices collected from Stock Exchange of Thailand, 260-weeks from 2011 to 2015. The research found that return on SET100 index are extremely higher related to return on renewable energy stocks than other factors, so it has strong influence to return on renewable energy stocks. MSCI index, influence to IFEC and GUNKUL. On the other hand, beta of ENERG index seems to be more

impact to renewable stocks than WTI because Thai investor would rather think about domestic-aside factor than global factor. Moreover, beta of TECH industry are far too less in comparison to other factors, thus Thai investor does not agree that renewable energy is kind of technology as foreign investor did in their research.

Key Words: Relationship, Renewable Energy, State Space, Stock Exchange of Thailand

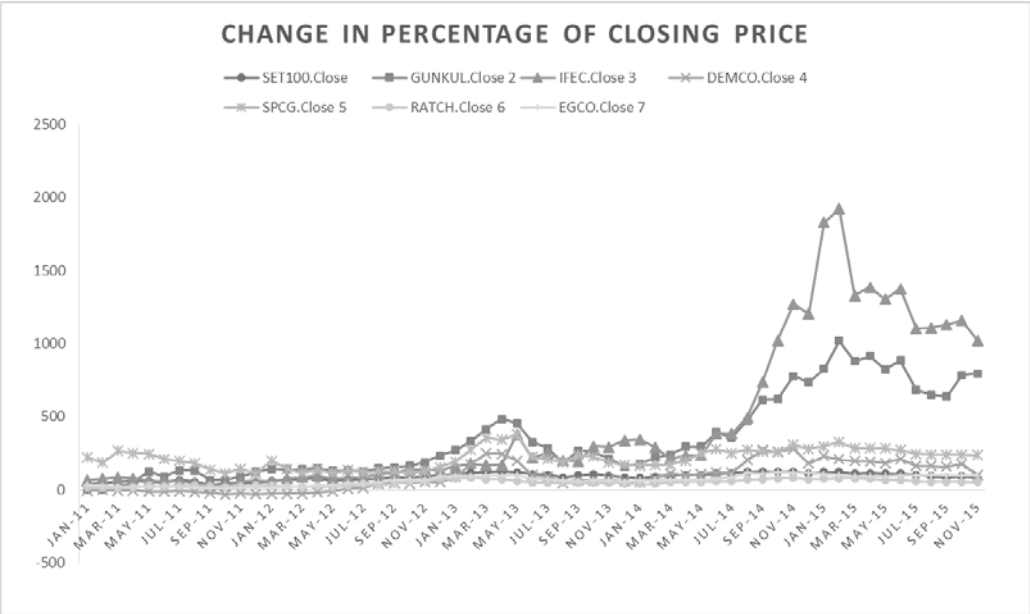
## ที่มาและความสำคัญ

การขยายตัวทางด้านจำนวนประชากรโลกทำให้เกิดความเติบโตด้านเศรษฐกิจในแต่ละภูมิภาค และการเติบโตทั้งทางด้านเศรษฐกิจและการผลิตดังกล่าวทำให้ความต้องการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ข้อมูลทางสถิติด้านการบริโภคพลังงานทุกประเภทแสดงให้เห็นถึงการเติบโตที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่ปีค.ศ. 1989 ที่มีการใช้พลังงานอยู่ที่ระดับ50 ล้านตันต่อปี ปรับตัวขึ้นมาอยู่ที่ราวๆ 250ล้านตันต่อปี ในปีค.ศ. 2013 (BP Statistics Review of World Energy, 2014) โดยส่วนใหญ่แล้วพลังงานจากแหล่งธรรมชาติต่าง ๆ ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน ถูกนำเอามาใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้าซึ่งเป็นสาธารณูปโภคพื้นฐานที่สำคัญของระบบเศรษฐกิจ องค์การพลังงานระหว่างประเทศ International Energy Agency (IEA) กล่าวว่าบริษัทที่ลงทุนด้านพลังงานทดแทนมีโอกาสเติบโตได้อย่างรวดเร็วด้วยอัตราการเติบโตมากกว่า 7% ต่อปี ในช่วง 2 ทศวรรษที่กำลังจะมาถึง(International Energy Agency, 2009) ในหลายประเทศจึงเริ่มหันมาให้ความสนใจกระบวนการผลิตพลังงานสะอาดมากขึ้น รวมไปถึงประเทศไทยที่เริ่มมีการพัฒนาไปสู่การใช้พลังงานแบบสะอาดในสัดส่วนที่มากขึ้นตามไปด้วย

ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (2558) กล่าวถึงปริมาณการผลิตและการรับซื้อของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในปีพ.ศ. 2558ที่ผ่านมามีจำนวนทั้งสิ้น 177,580 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง โดยเป็นการนำเข้าพลังงานจากประเทศเพื่อนบ้านถึง 104,244.68 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นสัดส่วนการนำเข้าประมาณ 60% ในขณะที่การผลิตส่วนภายในประเทศมาจากการใช้ความร้อนจากก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน 27.1% และ 8.5% ตามลำดับ และส่วนที่เหลือมาจากพลังงานทดแทน เช่น พลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ ลม ชีวมวล และขยะ แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยยังคงมีการพึ่งพาเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าแบบเดิม แต่เริ่มมีการพัฒนาไปสู่การใช้พลังงานแบบสะอาดในสัดส่วนที่มากขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2559 ที่ผ่านมาประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทนในรูปของพลังงานความร้อนมากที่สุด โดยมีสัดส่วนร้อยละ 64 ของการใช้พลังงานทดแทนทั้งหมด ในลำดับต่อมา ได้แก่ เชื้อเพลิงชีวภาพ และไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 19.7 และ 16.3 ตามลาดับ

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน(2557) ระบุว่าทิศทางและยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศคือการลดสัดส่วนการนำเข้าไฟฟ้า และออกแผนแม่บทเพื่อการพัฒนาพลังงานทดแทน(AEDP – Alternative Energy Development Plan) ปีพ.ศ. 2555-2573 โดยระบุว่าจะสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ ประมาณ 30 โรง ได้แก่ โรงไฟฟ้าถ่านหินสะอาด โรงไฟฟ้าความร้อนร่วม โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ พลังงานหมุนเวียน และการรับซื้อพลังงานแสงอาทิตย์จากภาคเอกชน ทำให้เกิดกระแสการลงทุนเกี่ยวกับพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยเฉพาะบริษัทมหาชนซึ่งจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

จึงทำให้เกิดการเก็งกำไรในหลักทรัพย์ที่มีข่าวว่าจะลงทุนในธุรกิจพลังงานทดแทนทำให้ราคาหลักทรัพย์ปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ความเสี่ยงและผลตอบแทนที่คาดหวังถูกบิดเบือนไปจากเดิมเป็นอย่างมาก




ที่มา: จากการคำนวณ

**ภาพที่ 1** อัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์พลังงานทดแทนและตลาดหลักทรัพย์นับตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 – ธันวาคม พ.ศ. 2558

ข้อมูลราคาปิดดังแสดงในภาพที่ 1.3 แสดงให้เห็นว่าราคาหลักทรัพย์ที่เกี่ยวกับพลังงานทดแทนมีการปรับตัวเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับดัชนีSET100 โดยเฉพาะ DEMCO, IFEC, SPCG และ GUNKUL แต่ยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าการปรับตัวขึ้นของหลักทรัพย์พลังงานทดแทนในประเทศไทยขึ้นอยู่กับปัจจัยใด และเมื่อทำการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ Sadorsky (2012)กล่าวว่าอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนมีความสัมพันธ์กับอัตราผลตอบแทนกลุ่มเทคโนโลยีมากกว่าราคาน้ำมัน Bohl, Kaufmann, and Stephan (2013) สรุปว่าการปรับตัวขึ้นของราคาหลักทรัพย์พลังงานทดแทนในเยอรมันนั้นเป็นเพียงเหตุการณ์ฟองสบู่เท่านั้นโดยเฉพาะบริษัทที่ลงทุนในโซล่าร์เซล พลังงานลม และชีวมวล นอกจากนี้ Inchauspe, Ripple, and Trück (2015) ได้ทำการประมาณค่าความเสี่ยงจากการลงทุนในกลุ่มหลักทรัพย์พลังงานทดแทน Wilderhill New Energy Global Innovation Index (NEX) พบว่าราคาน้ำมันส่งผลต่ออัตราผลตอบแทนจากากรลงทุนในหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนมาตั้งแต่ปี 2007 แต่ค่อย ๆ ลดความสำคัญลงในเวลาต่อมา และยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของดัชนีหลักทรัพย์กลุ่มเทคโนโลยีส่งผลโดยตรงต่ออัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ

การประเมินราคาทรัพย์สินประเภททุน (Capital Asset Pricing Model: CAPM)ซึ่งพัฒนาโดย Sharp (1964) และLintner (1965) สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังเปรียบเทียบกับความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ (Systematic Risk) ที่ไม่สามารถกำจัดออกไปได้ด้วยการกระจายการลงทุน แบบจำลอง CAPM สามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

$$E(R_i) = R_f + [E(R_m) - R_f]\beta_{im} \quad : \ i = 1, 2, \dots, n$$

โดยที่

$E(R_i)$ = อัตราผลตอบแทนที่นักลงทุนคาดหวัง

$R_f$ = อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยง

$E(R_m)$ = อัตราผลตอบแทนรวมของตลาด

$\beta_{im}$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงอย่างเป็นระบบของหลักทรัพย์ i ในตลาด m

ในอีกกรณีหนึ่งอาจจะเรียกกลุ่มตัวแปร $E(R_m) - R_f$ ว่าเป็นส่วนชดเชยความเสี่ยง หรือ Risk Premium *($R_p$)* ก็ได้ ซึ่งจะสามารถเขียนสมการในรูปแบบใหม่ได้เป็น

$$E(R_i) = R_f + R_p\beta_{im} \quad : \ i = 1, 2, \dots, n$$

ความเสี่ยงในการลงทุนหมายถึงความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Systematic Risk) โดยมีสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงที่เรียกว่าค่าเบต้า (Beta Coefficient :β) เป็นตัวอธิบายระดับความเสี่ยงและทิศทางของการเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่สนใจเมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงอัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์ ในเวลาต่อมา Fama and French (1992) ได้พัฒนาแบบจำลอง three-factor model และพบว่าความเสี่ยงไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวแปรความเสี่ยงตลาดเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับตัวแปรทางเศรษฐกิจอื่น ๆ ด้วย ถึงแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะไม่ได้ส่งผลกระทบโดยตรง แต่มีผลกระทบทางอ้อมโดยผ่านพื้นฐานของหลักทรัพย์นั้น ๆ ในเวลาต่อมาจึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองเป็น multi factor CAPM ซึ่งมีตัวแปรมากขึ้นแทนที่จะจำกัดอยู่แค่ 3 ตัวแปร ดังนั้นจะสามารถเขียนแบบจำลอง Extension of CAPM ได้ดังนี้

$$R_{i,t} = \alpha + \beta_i R_{m,t} + \beta_x R_{x,t} + \beta_y R_{y,t} + \cdots + e_t$$

โดยที่

$\beta_x$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงอย่างเป็นระบบจากตัวแปร x

$R_{x,t}$ = อัตราผลตอบแทนของตัวแปร x ณ เวลา t

$\beta_y$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงอย่างเป็นระบบจากตัวแปร y

$R_{y,t}$ = อัตราผลตอบแทนของตัวแปร y ณ เวลา t

$e_t$ = ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่เป็นอิสระต่อกันและเหมือนกัน (Independent and Identical Distribution) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีความแปรรวนคงที่ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $e_t \sim \mathrm{N}(0, \sigma_{e_t}^2)$

จากแบบจำลอง multi-factor CAPM จะสามามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งในและนอกตลาดได้ โดยนักลงทุนสามารถนำแบบจำลองไปใช้วางแผนในการลงทุนได้เหมาะสมกับสถานการณ์มากขึ้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนของหลักทรัพย์พลังงานทดแทนกับผลตอบแทนตลาดหลักทรัพย์ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร และมี สมมติฐานว่า อัตราผลตอบแทนในดัชนี SET100, ดัชนีMSCI Thailand, การเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันดิบโลก อัตราผลตอบแทนในกลุ่มพลังงานและสาธารณูปโภค และอัตราผลตอบแทนในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีน่าจะส่งผลต่ออัตราผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับจากการลงทุนในหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยโดยใช้แบบจำลอง multi factor CAPM และใช้วิธีการประมาณค่าแบบ State Space เพื่อประมาณความสัมพันธ์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาได้อย่างเหมาะสม

## วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) เพื่อประมาณความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์พลังงานทดแทนกับอัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์

2) เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์พลังงานทดแทน

## ขอบเขตของการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลดัชนีหลักทรัพย์ดังนี้ ดัชนี SET100,ดัชนีMSCI, ดัชนีหมวดTECH, ดัชนีกลุ่ม ENERG และ ราคาน้ำมันWTI ในส่วนหลักทรัพย์พลังงานทดแทนที่นำมาศึกษาได้แก่ DEMCO, SPCG, IFEC และ GUNKUL โดยใช้ราคาปิดรายสัปดาห์จำนวน 260 สัปดาห์เริ่มตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 โดยที่ตัวแปรตามคือหลักทรัพย์พลังงานทดแทนซึ่งจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยและมีรายได้หลักมาจากธุรกิจพลังงานทดแทนทุกประเภท ทางด้านตัวแปรอิสระได้ใช้ดัชนีของหลักทรัพย์ในประเทศไทยเป็นตัวแทนของกลุ่มอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในการศึกษาความสัมพันธ์ และดัชนีราคาน้ำมันดิบ WTI เพื่อแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงในราคาน้ำมันดิบโลก

## วิธีการศึกษา

แบบจำลองการประเมินราคาทรัพย์สินประเภททุน (Capital Asset Pricing Model: CAPM)ซึ่งพัฒนาโดย Sharp (1964) และLintner (1965) ถูกสร้างขึ้นเพื่อคำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่นักลงทุนคาดว่าจะได้รับ โดยมีสมมุติฐานคือค่าความเสี่ยง หรือเบต้า($\beta$) มีค่าคงที่ แต่ในความเป็นจริงแล้วค่าเบต้าไม่ควรจะมีค่าคงที่เนื่องจากตลาดหลักทรัพย์มีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา ความสัมพันธ์ต่าง ๆ จึงมีค่าไม่คงที่ ดังนั้นต้องมีการคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงตามเวลาด้วย การใช้วิธีการประมาณค่าแบบ state space จึงมีความเหมาะสมเพราะเป็นวิธีที่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าความสัมพันธ์แบบ time varying จะช่วยให้แบบจำลองมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น วิธีการศึกษามีขั้นตอนดังนี้

1) **กำหนดอัตราผลตอบแทนปราศจากความเสี่ยง**จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าRoll and Ross(1980), Fama and French(1993), Engle and Rothchild(1992) และCarhart(1997และใช้อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลสหรัฐ เป็นตัวแทนของอัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง(Risk Free Rate) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้อัตราดอกเบี้ยอ้างอิงระยะสั้นตลาดกรุงเทพ (BIBOR) รายสัปดาห์จากธนาคารแห่งประเทศไทยเป็นตัวแทนของอัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยงในการศึกษาวิจัย ซึ่งสามารถคำนวณเป็นอัตราคิดลดได้ดังสมการ

$$I_t = \frac{r}{n} \qquad (1)$$

เมื่อ

r = อัตราดอกเบี้ยรายปีที่กำหนด

n = จำนวนงวดต่อปี (1ปี =52สัปดาห์)

2) **คำนวณอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน** ทำการคำนวณอัตราผลตอบแทนในหลักทรัพย์กลุ่มพลังงานทดแทน, SET100, MSCI Thailand, กลุ่มอุตสาหกรรมเทคโนโลยี (TECH), หมวดพลังงานและ

สาธารณูปโภค (ENERG) และ น้ำมันดิบWTI Crude Oil โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาจากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยดังสมการ

$$R_{i,t} = \frac{R_{i,t} - R_{i,t-1}}{R_{i,t-1}} \quad (2)$$

$$\mathrm{R_{SET100,t}} = \frac{\mathrm{R_{SET100,t} - R_{SET100,t-1}}}{\mathrm{R_{SET100,t-1}}} - \mathrm{I_t} \quad (3)$$

$$\mathrm{R_{MSCI,t}} = \frac{\mathrm{R_{MSCI,t} - R_{MSCI,t-1}}}{\mathrm{R_{MSCI,t-1}}} - \mathrm{I_t} \quad (4)$$

$$\mathrm{R_{TECH,t}} = \frac{\mathrm{R_{TECH,t} - R_{TECH,t-1}}}{\mathrm{R_{TECH,t-1}}} - \mathrm{I_t} \quad (5)$$

$$\mathrm{R_{ENERG,t}} = \frac{\mathrm{R_{ENERG,t} - R_{ENERG,t-1}}}{\mathrm{R_{ENERG,t-1}}} - \mathrm{I_t} \quad (6)$$

$$\mathrm{R_{WTI,t}} = \frac{\mathrm{R_{WTI,t} - R_{WTI,t-1}}}{\mathrm{R_{WTI,t-1}}} - \mathrm{I_t} \quad (7)$$

เมื่อ

$I_t$ = อัตราดอกเบี้ย BIBOR ต่อปี คิดเป็นรายสัปดาห์
$R_{i,t}$ = อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์ i ณ เวลา t
$R_{SET100}$ = อัตราผลตอบแทนของดัชนี SET 100ณ เวลา t
$R_{MSCI,t}$ = อัตราผลตอบแทนของดัชนี MSCI ณ เวลา t
$R_{TECH,t}$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงอย่างเป็นระบบของดัชนีกลุ่ม TECH
$R_{ENERG,t}$= อัตราผลตอบแทนของดัชนีหมวด ENERG ณ เวลา t
$R_{WTI,t}$ = อัตราผลตอบแทนของราคาน้ำมันWTI Crude oil ณ เวลา t

3) **ทดสอบคุณสมบัติความนิ่ง (Stationary)** การทดสอบความนิ่งของข้อมูลเป็นการทดสอบว่าตัวแปรอัตราผลตอบแทนมีลักษณะนิ่ง [Integrated of Order 0 = I (0)] หรือไม่นิ่ง [Integrated of Order d = I (d), d<0] โดยใช้วิธี ADF (Augmented Dicky-Fuller test) โดย การทดสอบความนิ่ง (stationary) ของข้อมูล

1. การทดสอบความนิ่งของอัตราผลตอบแทนของแต่ละหลักทรัพย์
$$\Delta \mathrm{R_{i,t}} = \alpha_1 + \alpha_2 T + \delta R_{i,t-1} + \sum_{i=1}^{p} \emptyset_i \Delta R_{i,t-i} + \varepsilon_t \quad (8)$$
2. การทดสอบความนิ่งของอัตราผลตอบแทนของ SET100
$$\Delta \mathrm{R_{SET100,t}} = \alpha_1 + \alpha_2 T + \delta R_{SET100,t-1} + \sum_{i=1}^{p} \emptyset_i \Delta R_{SET100,t-i} + \varepsilon_t \quad (9)$$
3. การทดสอบความนิ่งของอัตราผลตอบแทนของ MSCI
$$\Delta \mathrm{R_{MSCI,t}} = \alpha_1 + \alpha_2 T + \delta R_{MSCI,t-1} + \sum_{i=1}^{p} \emptyset_i \Delta R_{MSCI,t-i} + \varepsilon_t \quad (10)$$
4. การทดสอบความนิ่งของอัตราผลตอบแทนของ TECH
$$\Delta \mathrm{R_{TECH,t}} = \alpha_1 + \alpha_2 T + \delta R_{TECH,t-1} + \sum_{i=1}^{p} \emptyset_i \Delta R_{TECH,t-i} + \varepsilon_t \quad (11)$$
5. การทดสอบความนิ่งของอัตราผลตอบแทนของ ENERG
$$\Delta \mathrm{R_{ENERG,t}} = \alpha_1 + \alpha_2 T + \delta R_{ENERG,t-1} + \sum_{i=1}^{p} \emptyset_i \Delta R_{ENERG,t-i} + \varepsilon_t \quad (12)$$
6. การทดสอบความนิ่งของอัตราผลตอบแทนของ WTI

$$\Delta R_{WTI,t} = \alpha_1 + \alpha_2 T + \delta R_{WTI,t-1} + \sum_{i=1}^{p} \emptyset_i \Delta R_{WTI,t-i} + \varepsilon_t \quad (13)$$

กำหนดให้สมมุติฐานในการทดสอบคุณสมบัติความนิ่ง ดังนี้

$$H_0: \theta = 0 \ (Non\ Stationary)$$

$$H_1: \theta < 0 \ (Stationary)$$

ถ้าผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลัก $H_0$ แสดงว่าอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่คำนวณได้มีลักษณะไม่นิ่ง (Nonstationary) แต่ถ้าปฏิเสธสมมุติฐานหลัก $H_0$ และยอมรับสมมุติฐานรอง $H_1$ แสดงว่าอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์มี ลักษณะนิ่ง (stationary)

4) **สร้างแบบจำลองการตั้งราคาสินทรัพย์ประเภททุน** สามารถเขียนแบบจำลอง State Space multi-factor CAPM ที่มีตัวแปรอิสระ 5 ตัว ได้แก่ $\alpha$ , $\beta_{MSCI}$, $\beta_{SET100}$ $\beta_{TECH}$, $\beta_{ENERG}$ และ $\beta_{WTI}$ ได้ดังนี้

$$R_{i,t} = \alpha_t + \Sigma_{k=1}^{5} \beta_{k,t} R_{k,t} + e_t \quad , \quad e_t \sim nid(0, \sigma_e^2) \quad (14)$$

$$\alpha_{t+1} = \alpha_t + \tau_{t,\alpha} \quad , \ \tau_t \ iid\ (0, \sigma_{\tau\alpha}^2) \quad (15)$$

$$\beta_{k,t+1} = \beta_{k,t} + \tau_{t,\beta} \quad , \ \tau_t \sim iid\ (0, Q) \quad (16)$$

โดยที่ $\alpha_t$ และ $\beta_{k,t}$ ที่มีค่า k=1,...,5 คือค่าความเสี่ยงที่ผันแปรตามเวลาของแบบจำลอง $R_{k,t}$ คืออัตราผลตอบแทนของตัวแปรตามทั้ง 5 ตัว ซึ่งคำนวณได้จากสมการ (2) (3) (4) (5) (6) และ (7) $\tau_{t,\alpha}$ และ $\tau_{t,\beta}$ คือค่า error term ที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน และมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ$\sigma_e^2$ ,$\sigma_{\tau\alpha}^2$ และ diagonal covariance matrix Q สามารถเขียนความสัมพันธ์ข้างต้นให้อยู่ในรูปของ state space matrix ได้ดังนี้

Measurement equation: $R_{i,t} = H_t B_t + e_t \ , e_t \sim \mathrm{N}(0, \sigma_{e,t})$ (17)

State equation: $B_{t+1} = F B_t + v_t \ , v_t \sim \mathrm{N}(0, Q_t)$ (18)

State space form: $\begin{pmatrix} B_{t+1} \\ R_{i,t} \end{pmatrix} = \emptyset_t B_t + u_t$ (19)

โดยที่

$$H_t = [1. R_{MSCI,t} . R_{SET100}. R_{TECH,t}. R_{ENERG,t}. R_{WTI,t}.]$$

$$B_t = [\alpha_t . \beta_{MSCI,i} . \beta_{SET100,i}. \beta_{TECH,i}. \beta_{ENERG,i}. \beta_{WTI,i}]'$$

$$F = \mathrm{I}_{6x6}$$

$$v_t = \mathrm{I}_{6x6} [\tau_{\alpha,t}. \tau_{MSCI,t}. \tau_{SET100,t}. \tau_{TECH,t}. \tau_{ENERG,t}. \tau_{WTI,t}]$$

$$Q_t = [\sigma_{\tau_{\alpha,t}}. \sigma_{\tau_{MSCI,t}} . \sigma_{\tau_{SET100,t}}. \sigma_{\tau_{TECH,t}}. \sigma_{\tau_{ENERG,t}}. \sigma_{\tau_{WTI,t}}]$$

$$\emptyset_t = [T_t H_t]'$$

$$u_t = [Q_t \varepsilon_t]'$$

จากสมการปริภูมิดังแสดงในสมการ (17)และ(18) ประกอบไปด้วยตัวแปรที่ไม่สามารถสังเกตการณ์ได้จึงได้ทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธี Kalman filter ซึ่งเป็นเทคนิคการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้ข้อมูลแบบทวนซ้ำ(recursive) เริ่มจากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความเสี่ยงของตัวแปรstate ด้วยวิธี Ordinary least square (OLS) จาก static model สมการที่ (14) เพื่อให้ได้ค่าเริ่มต้นก่อนแล้วจึงใช้ Kalman filter ทำการประมาณค่า สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก Durbin and Koopman(2001)

## ผลการศึกษา

**1) ค่าสถิติพรรณนาของชุดข้อมูลที่นำมาทดสอบ** โดยที่ตัวแปรอิสระคือ ดัชนีSET100, ดัชนีMSCI, ดัชนี TECH, ดัชนี ENERG และ ดัชนี WTI Crude Oil Price และตัวแปรตามคือ หลักทรัพย์ DEMCO, SPCG, IFEC และ GUNKUL ได้ผลดังนี้

**ตารางที่ 1** ค่าสถิติพรรณนาของอัตราผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์และหลักทรัพย์ที่นำมาศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2554 - ธันวาคม พ.ศ.2558 รวมเป็นระยะเวลา 5 ปี

| | Mean | Min | Max | Standard Deviation |
|---|---|---|---|---|
| SET100 | 0.00055 | -0.07898 | 0.06873 | 0.00151 |
| MSCI | -0.00041 | -0.13770 | 0.09609 | 0.00200 |
| TECH | 0.00193 | -0.12755 | 0.08556 | 0.00191 |
| ENERG | -0.00139 | -0.10298 | 0.07684 | 0.00172 |
| WTI | -0.00348 | -0.15902 | 0.12707 | 0.00238 |
| DEMCO | 0.00123 | 0.00000 | -0.24256 | 0.23508 |
| SPCG | 0.00018 | -0.00483 | -0.25241 | 0.24667 |
| IFEC | 0.00647 | 0.00640 | -0.25131 | 0.30441 |
| GUNKUL | 0.00789 | 0.00000 | -0.16586 | 0.19671 |

ที่มา: จากการคำนวณ

จากผลการคำนวณค่าสถิติพรรณนาของชุดข้อมูลที่นำมาทดสอบในระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2554 - ธันวาคม พ.ศ.2558 รวมเป็นระยะเวลา 5 ปี มีจำนวนข้อมูลทั้งสิ้น 260 สัปดาห์ สามารถคำนวณหาอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยได้ดังนี้ ค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนจากากรลงทุนในSET100เท่ากับ 0.5%, ค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนจากากรลงทุนในMSCIเท่ากับ -0.41%, ค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนจากากรลงทุนในหมวดTECHเท่ากับ 0.19%, ค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในกลุ่มENERG Iเท่ากับ -0.13% และค่าเฉลี่ยของอัตราผลตอบแทนจากากรลงทุนในWTIเท่ากับ -0.34% โดยจะสังเกตว่าอัตราผลตอบแทนโดนส่วนใหญ่มีค่าน้อย เนื่องจากราคาดัชนีช่วงระยะเวลาที่นำมาศึกษานั้นมีความผันผวนสูงมาก มีผลทำให้อัตราผลตอบแทนมีลักษณะไม่คงที่ด้วย โดยจากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือ Standard Deviation ของแต่ละตัวแปรมีค่าสูง แสดงให้เห็นถึงความผันผวนของชุดข้อมูล

**2) ผลการทดสอบยูนิทรูท** เมื่อนำเอาตัวแปรอิสระมาทำการทดสอบยูนิทรูทค่าสถิติ ADF test ทั้งสามรูปแบบ คือแบบปราศจากจุดตัดแกนและแนว โน้ม (none), มีจุดตัดแกนและแนวโน้ม (with trend and intercept) และมีจุดตัดแต่ไม่มีแนวโน้ม (with intercept but without trend) พบว่าตัวแปรทุกตัวมีค่า ADF test น้อยกว่าค่าสถิติMackinnon Critical ณ ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 หมายความว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก($H_0$) ดังนั้นข้อมูลดัชนีตลาดหลักทรัพย์และราคาหลักทรัพย์ที่ทำการศึกษานั้นมีลักษณะนิ่งแล้ว มีสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้ $H_0 : \theta = 0$ : Non-Stationary และ $H_1 : |\theta| < 1$ : Stationary

**ตารางที่ 2** ผลการทดสอบ Unit root test ของข้อมูลอัตราผลตอบแทนในดัชนีหลักทรัพย์ โดยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) ณ ระดับ order of integration (0)

| | **ตัวแปร** | | | | | **ค่าสถิติ Mackinnon** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SET100 | MSCI | TECH | ENERG | WTI | 0.01 | 0.05 | 0.1 |
| ไม่มี | -15.136 | -15.838 | -15.646 | -15.605 | -15.106 | -2.58 | -1.95 | -1.62 |
| มีจุดตัดแต่ไม่มีแนวโน้ม | -15.145 | -15.815 | -15.721 | -15.576 | -15.125 | -3.44 | -2.87 | -2.57 |
| จุดตัดแกนและแนวโน้ม | -15.172 | -15.809 | -15.710 | -15.619 | -15.104 | -3.98 | -3.42 | -3.13 |

ที่มา: จากการคำนวณ

**ตารางที่ 3** ผลการทดสอบ Unit root test ของข้อมูลอัตราผลตอบแทนในหลักทรัพย์พลังงานทดแทนโดยวิธี Augmented Dickey-Fuller (ADF) ณ ระดับ order of integration (0)

| | **ตัวแปร** | | | | **ค่าสถิติ Mackinnon** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DEMCO | SPCG | IFEC | GUNKUL | 0.01 | 0.05 | 0.1 |
| ไม่มี | -14.419 | -14.997 | -14.703 | -15.380 | -2.58 | -1.95 | -1.62 |
| มีจุดตัดแต่ไม่มีแนวโน้ม | -14.3966 | -14.9688 | -14.774 | -15.588 | -3.98 | -3.42 | -3.13 |
| จุดตัดแกนและแนวโน้ม | -14.404 | -14.937 | -14.747 | -15.615 | -3.44 | -2.87 | -2.57 |

ที่มา: จากการคำนวณ

**3) ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ด้วยวิธีสเตทสเปซ** จากการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์พลังงานทดแทนและอัตราผลตอบแทนตลาดหลักทรัพย์ด้วยวิธีสเตทสเปซดังแสดงในตารางที่ 3.2 พบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวในแบบจำลอง multi-factor CAPM มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยยะสำคัญ เนื่องจากค่า p-value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าตัวแปรดังกล่าวมีนัยยะสำคัญทางสถิติระดับ 99%

**ตารางที่ 4** แสดงค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์ได้จากการประมาณค่าด้วยวิธีสเตทสเปซ

| | DEMCO | SPCG | IFEC | GUNKUL |
|---|---|---|---|---|
| (Intercept) | 0.006065*** | -0.002295*** | 0.006087*** | 0.006065*** |
| beta_SET100 | 1.552958*** | 1.30307*** | 0.36968*** | 1.31143*** |
| beta_MSCI | 0.069125*** | 0.02301*** | 0.51442*** | 0.13653*** |
| beta_TECH | -0.01070*** | -0.20220*** | 0.09140*** | -0.01070*** |
| beta_ENERG | -0.62974*** | -0.53769*** | -0.20791*** | -0.51057*** |
| beta_WTI | -0.27647*** | -0.06223*** | -0.12374*** | -0.27647*** |

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ: * หมายถึงนัยยะสำคัญระดับ 90%
** หมายถึงนัยยะสำคัญระดับ 95%,
*** หมายถึงนัยยะสำคัญระดับ 99%

ข้อมูลดังแสดงในตารางแสดงให้เห็นว่าอัตราผลตอบแทนในดัชนี SET100และENERG ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์ DEMCO, SPCG และ GUNKUL มากที่สุดในและมีทิศทางเป็นบวก เนื่องจากเป็นหลักทรัพย์ที่รวมอยู่ในดัชนี SET100 โดยมีค่า 1.552958, 1.30307 และ1.31143 ตามลำดับ เมื่อดัชนีตลาดเพิ่มขึ้น ราคาหลักทรัพย์ดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเช่นกัน กล่าวคือมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ในขณะที่หลักทรัพย์ IFEC มีความสัมพันธ์กับอัตราผลตอบแทนของ MSCI และ SET100 โดยมีค่าเท่ากับ 0.51422 และ 0.36968 ตามลำดับ เนื่องจาก IFEC เป็นหลักทรัย์ที่รวมอยู่ในการคำนวณดัชนี MSCI ทำให้ตกเป็นเป้าหมายการซื้อของกองทุนที่มีนโยบายลงทุนในดัชนี MSCI ดังนั้นราคาหลักทรัพย์ IFEC และดัชนี MSCI มีความสัมพันธ์กันกันมากกว่าหลักทรัพย์อื่นๆ การเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาน้ำมันดิบโลก WTI ส่งผลต่อผลตอบแทนของ DEMCO และ GUNKUL เท่ากับ -0.27647 เท่ากัน ในขณะที่มีความสัมพันธ์กับ IFEC และ SPCG เพียง -0.12374 และ -0.06223 นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของดัชนีTECH มีความสัมพันธ์กับหลักทรัพย์พลังงานทดแทนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับตัวแปรอื่นๆ โดยค่าเบต้าTECH เฉลี่ยที่ได้จากการประมาณของ DEMCO, SPCG, IFEC และ GUNKUL มีค่าเท่ากับ -0.01070, -0.20220, -0.09140 และ 0.01070 ตามลำดับ

**4) ความสัมพันธ์ระหว่างหลักทรัพย์พลังงานทดแทน และดัชนีราคาน้ำมันโลก WTI** จากการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนของดัชนีน้ำมันดิบโลก WTI และอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์พลังงานทดแทนด้วยวิธีการสเตทสเปซพบว่าหลักทรัพย์ GUNKUL มีความสัมพันธ์กับดัชนีWTI มากที่สุด โดยมีค่าเบต้าเฉลี่ยประมาณ 0.276 และมีเครื่องหมายเป็นลบแสดงถึงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม เมื่ออัตราผลตอบแทนในดัชนีราคาน้ำมันโลก WTI เพิ่มขึ้น 1% อัตราผลตอบแทนในหลักทรัพย์ GUNKUL จะลดลง 0.27% นอกจากนี้ผลจากการประมาณค่าความสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของราคาน้ำมันโลกส่งผลในทางตรงกันข้ามต่อหลักทรัพย์พลังงานทดแทน ในช่วงที่ราคาน้ำมันดิบโลกมีการปรับตัวลดลงตั้งแต่ช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 จากระดับ 107.5 ดอลลาร์สหรัฐต่อบาร์เรล ลงสู่ 75.6 ดอลลาร์สหรัฐต่อบาร์เรลในเดือนพฤศจิกายนปีเดียวกัน ราคาของหลักทรัพย์ GUNKUL และ IFEC ปรับตัวเพิ่มขึ้นสวนทางกัน และมีมูลค่าการซื้อขายที่เพิ่มมากขึ้น หมายความว่านักลงทุนหันมาซื้อหลักทรัพย์ดังกล่าวมากขึ้น มีผลทำให้ค่าเบต้า WTI

หลักทรัพย์พลังงานทดแทนเริ่มติดลบน้อยลงเรื่อย ๆ มีผลทำให้นักลงทุนได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์พลังงานทดแทนมากขึ้นด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Faff and Brailsford(1999), Kumar et. al. (2012) Sadorsky(2012) และ Managi and Okimoto (2013) ที่สรุปว่าอัตราผลตอบแทนจากน้ำมันและอัตราผลตอบแทนในกลุ่มหลักทรัพย์พลังงานทดแทนมีความสัมพันธ์กันน้อยลงเรื่อย ๆ แสดงให้เห็นว่านักลงทุนมองว่าปัจจัยอื่นๆ มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าราคาน้ำมันซึ่งเป็นสินค้าทดแทนกันในทางตรง

5) **ความสัมพันธ์ระหว่างหลักทรัพย์พลังงานทดแทน และดัชนีกลุ่ม ENERG** จากการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีกลุ่ม ENERG และหลักทรัพย์พลังงานทดแทนด้วยวิธีการสเตทสเปซพบว่าหลักทรัพย์ GUNKUL และSPCG มีค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์กับดัชนีกลุ่ม ENERG มากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ -0.53 และ- 0.51 ตามลำดับ และมีเครื่องหมายเป็นลบแสดงถึงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม หลักทรัพย์ DEMCOและ IFEC มีค่าเบต้าเฉลี่ยเท่ากับ -0.30 และ -0.21 การเปลี่ยนแปลงของเบต้า ENERG ของIFEC มีแนวโน้มที่แตกต่างออกไปจากหลักทรัพย์อื่นๆ เนื่องจากหลักทรัพย์ IFEC ถูกจัดอยู่ในหมวดหุ้นร้อนแรงจึงถูกจับตาดูการเคลื่อนไหวของราคาจากตลาดหลักทรัพย์เป็นพิเศษ (ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย, 2558) ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี ENERG และหลักทรัพย์ IFEC มีลักษณะเป็นวัฏจักรที่ชัดเจน แตกต่างไปจากหลักทรัพย์พลังงานทดแทนอื่น ๆ ที่นำมาศึกษา ผลการศึกษาในครั้งนี้ให้ข้อสรุปสอดคล้องกับงานวิจัยของ Faff and Brailsford(1999) และ Managi and Okimoto (2013) ที่สรุปว่าอัตราผลตอบแทนจากน้ำมันและอัตราผลตอบแทนในกลุ่มหลักทรัพย์พลังงานทดแทนมีความสัมพันธ์กัน และมีค่ามากกว่าเบต้า WTI เนื่องจากนักลงทุนสนใจปัจจัยภายในประเทศมากกว่าปัจจัยภายนอกประเทศ

**6) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีหมวด TECH และหลักทรัพย์พลังงานทดแทน** จากการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีหมวด TECH และหลักทรัพย์พลังงานทดแทนด้วยวิธีการสเตทสเปซพบว่าหลักทรัพย์ SPCG มีค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์กับดัชนีหมวด TECH มากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ -0.20 ในขณะที่หลักทรัพย์ DEMCOและ IFEC มีค่าเบต้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.15 และ 0.09 และมีเครื่องหมายเป็นบวกแสดงถึงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน สังเกตว่าค่าเบต้า TECH โดยเฉลี่ยมีค่าน้อยมาก หมายความว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงในหมวด TECHมีความสัมพันธ์กับอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์พลังงานทดแทนน้อยกว่าตัวแปรอื่น ๆ ผลการศึกษาที่ได้จึงขัดแย้งกับข้อสรุปSadorsky(2008), Kuma et.al(2012) และ Managi and Okimoto(2013) ที่กล่าวว่าอัตราผลตอบแทนในกลุ่มเทคโนโลยี และอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์พลังงานทดแทนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน เพราะนักลงทุนคิดว่าพลังงานทดแทนคือเทคโนโลยีรูปแบบหนึ่ง แต่นักลงทุนในประเทศไทยไม่ได้คิดแบบเดียวกันกับนักลงทุนในภูมิภาคอื่น ๆ ทำให้การเปลี่ยนแปลงของหลักทรัพย์พลังงานและดัชนีมีความสัมพันธ์กันน้อยกว่าตัวแปรอื่น ๆ

7) **ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีMSCI และหลักทรัพย์พลังงานทดแทน** จากการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีMSCI และหลักทรัพย์พลังงานทดแทนด้วยวิธีการสเตทสเปซพบว่าหลักทรัพย์ IFEC มีค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์กับดัชนีMSCIมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.51 และมีเครื่องหมายเป็นบวกแสดงถึงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน หลักทรัพย์ DEMCOและ GUNKUL มีค่าเบต้าเฉลี่ยใกล้เคียงกันแต่มีความสัมพันธ์กันน้อยกว่า IFEC ข้อมูลจากMSCI Thailand(2558) แสดงให้เห็นว่า IFEC ถูกคัดเลือกให้เข้ามาอยู่ในการคำนวณดัชนี MSCI ตั้งแต่ช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 ทำให้ค่าเบต้าMSCI ของIFEC เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 0.2 เทียบเท่า

กับหลักทรัพย์อื่น ๆ มาเป็น0.9 และมีแนวโน้มจะสูงอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เพิ่มขึ้นเมื่อสถานการณ์เปลี่ยนแปลงไป การที่ค่าเบต้าIFECปรับตัวเพิ่มขึ้นจาก 0 แปลว่าแทบจะไม่มีความสัมพันธ์กันเลย มาอยู่ในระดับ 0.8 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์แบบฉับพลัน จากตัวแปรที่แทบจะไม่มีผล กลับมาส่งผลอย่างมีนัยยะสำคัญต่ออัตราการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากดัชนี MSCI มีการเปลี่ยนแปลงรายการหลักทรัพย์ที่เข้ามารวมอยู่ในการคำนวณอยู่ตลอดเวลา ทำให้หลักทรัพย์ที่ถูกรวมอยู่ในการคำนวณเป็นเป้าหมายของการซื้อสะสมเนื่องจากมีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์ของMSCI ในขณะที่ GUNKUL เคยอยู่ในการคำนวณของดัชนี MSCI เมื่อปี พ.ศ.2555 และถูกถอดออกไปทำให้ค่าเบต้ามีการแกว่งขึ้นลงเป็นแนวโน้มอย่างชัดเจน และในช่วงต้นปี พ.ศ.2555 GUNKUL ถูกนับรวมเข้าในการคำนวณดัชนี MSCIอีกครั้งหนึ่ง ทำให้ค่าเบต้ากลับมามีความสัมพันธ์เข้าใกล้ 1 หมายความว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนของMSCI มีค่าใกล้เคียงกับอัตราผลตอบแทนของGUNKUL พอดี

8) **ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีSET100 และหลักทรัพย์พลังงานทดแทน** จากการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีSET100 และหลักทรัพย์พลังงานทดแทนด้วยวิธีการสเตทสเปซพบว่าหลักทรัพย์ GUNKUL และ SPCG มีค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์กับดัชนีSET 100 มากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.31 และ 1.30 ตามลำดับ และมีเครื่องหมายเป็นบวกแสดงถึงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน หลักทรัพย์ DEMCOและ IFEC มีค่าเบต้าเฉลี่ยเท่ากับ 1.03 และ 0.36 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าแต่ยังคงมีเครื่องหมายเป็นบวกเช่นเดียวกัน จากข้อสรุปตามแบบจำลองประเมินมูลค่าสินทรัพย์ประเภททุน (CAPM )ที่พัฒนาโดย Sharp (1964) และLintner (1965) กล่าวว่า หากค่าเบต้าของตัวแปรอิสระมีค่ามากกว่า 1 หมายความว่าหลักทรัพย์นั้นมีลักษณะเป็นหุ้นร้อนแรง (aggressive stocks) ดังนั้นเมื่อดัชนีตลาดหลักทรัพย์เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 1% จะมีผลทำให้อัตราผลตอบแทนของ DEMCO, SPCG และ GUNKUL เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ประมาณ 1-1.3% มากกว่าตลาดหลักทรัพย์ทำให้เกิดการเก็งกำไรระยะสั้น และมีโอกาสปรับตัวลดลงรุนแรงกว่ากลุ่มอื่น ๆ ได้เช่นกัน ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้หลักทรัพย์พลังงานทดแทนที่นำมาศึกษาถูกขายทำกำไรเป็นลำดับแรก เมื่อดัชนีตลาดหลักทรัพย์เริ่มปรับตัวลดลงจากเหตุการณ์รัฐประหารในปี พ.ศ. 2556 ซึ่งทำให้นโยบายด้านพลังงานทดแทนถูกระงับไปชั่วคราว ค่าเบต้าSET100 ของหลักทรัพย์พลังงานทดแทนจึงลดลงเข้าใกล้ 0 จนกระทั่งถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 กล่าวคือนักลงทุนตัดสินใจซื้อขายหุ้นกลุ่มพลังงานทดแทนโดยไม่สนใจการเคลื่อนไหวของดัชนี SET100 มีผลทำให้ราคาหลักทรัพย์ผันผวนมาก จึงกล่าวได้ว่าดัชนี SET100 เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อการตัดสินใจลงทุนของนักลงทุนได้ดีเนื่องจากมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ทุกตัว

**9) ค่า Alpha ของแบบจำลอง multi-factor CAPM**ค่า alpha ในแบบจำลอง Sharp-Lintner CAPM บอกถึงอัตราผลตอบแทนเกินปกติ (risk-adjusted return) กล่าวคือเป็นอัตราผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุนที่ปรับค่าด้วยผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยงออกไปแล้ว หากค่าalpha ที่ได้มีค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยง (BIBOR) หมายความว่านักลงทุนจะยังคงได้รับกำไรเกินปกติ จากการศึกษาพบว่าหลักทรัพย์ DEMCO และ SPCG มีค่า alpha เท่ากับ-0.17% และ -0.25% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่านักลงทุนไม่ได้รับกำไรเกินปกติจากการลงทุน และยังต้องวางแผนการลงทุนเพื่อชดเชยผลตอบแทนอีกด้วย อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของค่า alpha มีน้อยมาก ทั้งนี้เป็นเพราะนักลงทุนมีมุมมองที่เป็นกลางต่ออัตราผลตอบแทนจากากรลงทุนเมื่อเทียบกับอัตราดอกเบี้ยในประเทศไทย

## สรุปและข้อเสนอแนะ

**1) สรุปผลการศึกษา** การศึกษาวิจัยในครั้งนี้พบว่าอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในดัชนีหลักทรัพย์ของประเทศไทยส่งผลต่ออัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในหลักทรัพย์พลังงานทดแทนในทิศทางที่แตกต่างกัน โดยตัวแปรที่นำมาใช้ในการศึกษาได้แก่ ดัชนีSET100 ดัชนีMSCI THAILAND ดัชนีกลุ่มTECH ดัชนีหมวดENERG และดัชนีราคาน้ำมันดิบโลกWTI ทางด้านหลักทรัพย์ที่นำมาศึกษาได้แก่ DEMCO, SPCG, IFEC และ GUNKUL โดยใช้ข้อมูลจากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และธนาคารแห่งประเทศไทยเป็นรายสัปดาห์ โดยเริ่มตั้งแต่ เดือน มกราคม พ.ศ. 2554 จนถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558 คิดเป็น 260 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงของดัชนี SET100, MSCI, ENERG มีความสัมพันธ์กับอัตราผลตอบแทนในหลักทรัพย์พลังงานทดแทนมากที่สุดตามลำดับ แต่ดัชนีTECH และราคาน้ำมันดิบโลกWTI นั้นส่งผลต่อหลักทรัพย์พลังงานทดแทนในระดับที่น้อยกว่าโดยเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตามผลจากการศึกษายังพบว่า นักลงทุนมีมุมมองที่เป็นกลางต่อภาพรวมของการลงทุนในพลังงานทดแทน เนื่องจากค่าalpha ที่ได้จากการประมาณค่าในแบบจำลอง CAPM มีค่าใกล้เคียง 0 ทำให้นักลงทุนไม่มองโลกในแง่ร้ายจนไม่กล้าลงทุน หรือมองโลกในแง่ดีจนเกิดการลงทุนแบบเก็งกำไรจนเกินไป

**2) ข้อเสนอแนะ**การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้แนวคิดการประมาณค่าแบบที่อนุญาตให้ค่าความสัมพันธ์หรือเบต้ามีการเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลาแทนที่จะเป็นการกำหนดให้มีค่าคงที่ ทำให้ค่าที่ได้จากการประมาณมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้น ดังนั้นจึงเสนอให้ผู้วิจัยที่สนใจการประมาณค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ได้พิจารณาใช้แนวคิดดังกล่าวเพื่อให้ผลการทดสอบมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น การศึกษาในครั้งนี้มุ่งเป้าไปที่การศึกษาหลักทรัพย์พลังงานทดแทน แต่เนื่องจากว่าในประเทศไทยยังไม่มีการจัดกลุ่มดัชนีสำหรับพลังงานทดแทนโดยเฉพาะจึงทำให้ข้อมูลมีการกระจัดกระจาย ข้อมูลมีน้อยเกินไป และไม่สามารถเปรียบเทียบกับกลุ่มดัชนีของตัวเองได้ ผู้วิจัยจึงขอเสนอว่าหากมีการศึกษาในครั้งต่อไปควรจัดกลุ่มหลักทรัพย์เป็นดัชนีหลักทรัพย์โดยอ้างอิงตามแนวทางการของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยจะทำให้เห็นภาพรวมของกลุ่มอุตสาหกรรมได้ชัดเจนมากขึ้น

## เอกสารอ้างอิง


การไฟฟ้าฝ่ายผลิต.(2558). *การผลิตและการซื้อพลังงานไฟฟ้า.* เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2558, จาก http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=116

Bohl, M. T., Kaufmann, P., & Stephan, P. M. (2013). From hero to zero: Evidence of performance reversal and speculative bubbles in German renewable energy stocks. *Energy Economics, 37,* 40-51. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2013.01.006

BP Statistics Review of World Energy. (2014). British Petroleum Reports and Publications, London. Retrieved Dec 15,2015 from http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html

Carhart, M.M., 1997. On persistence in mutual fund performance. J. Financ. 52 (1), 57–82.
Commandeur, J., Koopman, J.S., 2007. An Introduction to State Space Time Series Analysis. *1st ed. Oxford University Press*, Oxford.

Engle, R.F., Ng, V.M., Rothchild, M., 1992. A multi-dynamic factor model for stock returns.

*J. Econ. 52,* 245–266.

Faff, R., Brailsford, T., 1999. Oil price risk and the Australian market. *J. Energy Financ. Dev. 4 (1),* 69–78.

Fama, Eugene F. and Kenneth R. French. (1992). "The Cross-Section of Expected Stock Returns." *Journal of Finance*. 47:2, pp. 427–65.

Fama, Eugene F. and Kenneth R. French. (1993). "Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds." *Journal of Financial Economics*.33:1, pp. 3–56.

Inchauspe, J., Ripple, R. D., & Trück, S. (2015). The dynamics of returns on renewable energy companies: A state-space approach. *Energy Economics, 48*, 325-335. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2014.11.013

International Energy Agency, 2009. World Energy Outlook. IEA, Paris.

Koopman, S., Shepherd, N., Doornik, J., 2008. Statistical Algorithm for Models in Statespace Form. 1st ed. Timberlake, London.

Lintner, J. (1965). The Valuation of Risk Assets and the selection of risky Investment in Stock Portfolios and Capital Budget Review of Economics and Statistics, 47(1), 13-17.

Managi, S., Okimoto, T., 2013. Does the price of oil interact with clean energy prices in the stock market? *Jpn World Econ. 27*, 1–9.

Sadorsky, P., 2012. Correlations and volatility spillovers between oil prices and the stock prices of clean energy and technology companies. *Energy Econ. 34 (1)*, 248–255.

Sharp, W. F. (1964). Capital Asset Price : A Theory of Market Equilibrium under Condition of Risk. *Journal of Finance, 19(3),* 425-442.

Roll, R., Ross, S., 1980. An empirical investigation of the arbitrage pricing theory. *J. Financ. 35 (5)*, 1073–1103.