# บทที่ 2

# แนวคิดทางทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 แนวคิดทางทฤษฎี

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ แบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลัก ส่วนแรก กล่าวถึงทฤษฎีแบบจำลองการตั้งราคาหลักทรัพย์ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ใช้ในการประมาณค่าความเสี่ยงสำหรับการลงทุนในหลักทรัพย์ ส่วนที่สอง กล่าวถึงทฤษฎีและแนวคิดในการจัดการกับข้อมูลอนุกรมเวลา และส่วนที่สาม กล่าวถึงวิธีการเพื่อให้ได้สมการถดถอยที่ได้ให้ค่าประมาณที่มีคุณสมบัติ

### 1) การประมาณค่าความเสี่ยง,ค่าชดเชยความเสี่ยงและอัตราตอบแทนที่คาดหวังจากหลักทรัพย์ในแบบจำลอง Capital Asset Pricing Model (CAPM)

โดยการนำแบบจำลองการตั้งราคาในหลักทรัพย์ (Capital Asset Pricing Model : CAPM) มาประกอบการศึกษาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อประเมินผลตอบแทน ซึ่งบ่งชี้ถึงผลการดำเนินงานของหน่วยลงทุน โดยในทฤษฎีดังกล่าวเกิดขึ้นจาก Harry Markowitz ค้นพบทฤษฎีกลุ่มสัญญาสมัยใหม่ใน ค.ศ.1952 ต่อมา William F.Sharpe, John Lintner และ Jan Mossin ได้นำทฤษฎีดังกล่าวมาประยุกต์เป็นทฤษฎีการกำหนดราคาสัญญา หรือเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางว่าแบบจำลองการตั้งราคาหลักทรัพย์ (Capital Asset Pricing Model : CAPM) มาเป็นแบบจำลองดุลยภาพของความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนที่คาดหวังกับความเสี่ยงภายใต้แบบจำลองดังกล่าว ความเสี่ยงในที่นี้จะหมายถึง ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Systematic Risk) หรือความเสี่ยงที่ไม่สามารถจำกัดได้โดยการกระจายการลงทุน

**ข้อสมมติฐานของแบบจำลอง การตั้งราคาหลักทรัพย์ (Capital Asset Pricing Model : CAPM)**

1. นักลงทุนแต่ละคนเป็นผู้หลีกเลี่ยงความเสี่ยง มีความคาดหวังอรรถประโยชน์จากการลงทุนสูงสุด
2. นักลงทุนเป็นผู้รับราคาและมีความคาดหวังในผลตอบแทนของสินทรัพย์ที่มีการแจกแจงปกติ
3. สินทรัพย์ที่ไม่มีความเสี่ยงที่นักลงทุนอาจกู้ยืม หรือให้กู้ยืมโดยไม่จำกัดจำนวนด้วยอัตราผลตอบแทนที่ไม่มีความเสี่ยง

4. ปริมาณสินทรัพย์มีจำนวนจำกัด ทำให้สามารถกำหนดราคาซื้อขายและแบ่งแยกเป็นหน่วยย่อยได้ไม่จำกัดจำนวน

5. ตลาดสินทรัพย์ไม่มีการกีดกัน ไม่มีต้นทุนเกี่ยวกับข่าวสารข้อมูล และทุกคนได้รับข่าวสารอย่างสมบูรณ์

6. ตลาดสินทรัพย์เป็นตลาดที่มีลักษณะสมบูรณ์ ไม่มีเรื่องภาษี กฎระเบียบ หรือข้อห้ามในการซื้อขายแบบขายก่อนซื้อ (Short Sale) หมายถึง การขายหุ้นโดยไม่มีหุ้นอยู่ในบัญชี (Port Folio)ของตน

จากสมมติฐานที่กล่าวว่า นักลงทุนต่างมีความคาดหวังจากการลงทุนเหมือนกัน เป็นผู้มีเหตุผล และเป็นผู้หลีกเลี่ยงความเสี่ยง ทำให้นักลงทุนให้ความสนใจลงทุนในสินทรัพย์ที่ไม่มีความเสี่ยงและกลุ่มสินทรัพย์เสี่ยงอยู่บนเส้นกลุ่มหลักทรัพย์ที่มีประสิทธิภาพ นั่นคือนักลงทุนต่างสนใจลงทุนในหลักทรัพย์กลุ่มตลาดเหมือนกัน กลุ่มหลักทรัพย์ตลาด เป็นกลุ่มหลักทรัพย์ที่รวมหลักทรัพย์ทุกประเภท ที่มีผู้ถือครองดุลยภาพ จึงเกิดจากการเปลี่ยนแปลงในน้ำหนักของหลักทรัพย์ที่ถูกกำหนดจากราคาหลักทรัพย์ ถ้าหลักทรัพย์ชนิดหนึ่งราคาต่ำกว่าอีกชนิดหนึ่ง เมื่อเทียบจากความเสี่ยงที่เท่ากัน นักลงทุนจะเลือกซื้อหรือลงทุนในหลักทรัพย์ที่ราคาถูกกว่า ทำให้ราคาหลักทรัพย์นั้นปรับตัวสูงขึ้นและการขายหลักทรัพย์ที่ราคาแพงกว่า จะทำให้ราคาหลักทรัพย์นั้นต่ำหรือลดลง กระบวนการดังกล่าวทำให้ราคาหลักทรัพย์ถูกผลักดันสู่จุดดุลยภาพในที่สุด และผลตอบแทนที่คาดหวังของแต่ละหลักทรัพย์อยู่ในระดับสูงสุด ณ แต่ละระดับความเสี่ยง

แบบจำลอง CAPM นี้เน้นสนใจในคามเสี่ยงที่เป็นระบบของหลักทรัพย์ เนื่องจากอยู่ภายใต้เงื่อนไขว่าหากการกระจายการลงทุนในหลักทรัพย์ให้หลากหลายขึ้นสามารถจำกัดความเสี่ยงที่ไม่เป็นระบบได้ ความเสี่ยงใน CAPM นั้น หมายถึง ความเสี่ยงในระบบ (Systematic Risk) โดยจะใช้ตัว($\beta$) เป็นตัวแทนเมื่อค่าเบต้า ($\beta$) น้อยกว่า 1 หมายความว่าหลักทรัพย์นั้นมีความเสี่ยงมากกว่าหลักทรัพย์ที่มีค่าเบต้า ($\beta$) มากกว่า 1 ความเสี่ยงของแต่ละหลักทรัพย์วัดได้จากการเปรียบเทียบความเสี่ยงของหลักทรัพย์นั้นกับความเสี่ยงในตลาดและการวัดความแปรปรวนของผลตอบแทนของหลักทรัพย์ใดไม่อาจเทียบกับตัวเองได้ เพราะไม่สามารถนำค่าสถิตินี้ไปวัดเปรียบเทียบกับความแปรปรวนของหลักทรัพย์ตัวอื่นได้ จึงใช้การวัดความแปรปรวนของผลตอบแทนของหลักทรัพย์นั้นเทียบกับผลตอบแทนของตลาดความเสี่ยงของหลักทรัพย์แต่ละตัวเป็นค่าความแปรปรวนของหลักทรัพย์และของตลาดจากหลักทรัพย์ใดๆ ค่าเบต้า ($\beta$)

สามารถคำนวณได้จากสูตรคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$\beta_i \text{ (ความเสี่ยง)} = \frac{\text{convariance } (R_i\, R_m)}{\text{variance } (R_m)}$$

ผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์เดียวหรือทั้งกลุ่มหลักทรัพย์นำมาจากโดยความสัมพันธ์ระหว่างอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังและค่าความเสี่ยงของหลักทรัพย์แสดงได้จากสมการ ดังนี้

โดยที่ $R_i = \alpha + b\beta_i$ (2.1)

$R_i$ = อัตราผลตอบแทนที่คาดหวังจากการลงทุนในหลักทรัพย์ i

$\beta_i$ = อัตราความเสี่ยงที่เป็นระบบที่เกิดจากการลงทุนในหลักทรัพย์ i

$\alpha$ = ผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่ไม่มีความเสี่ยง

b = ค่าความชันของเส้นตลาดหลักทรัพย์ (Security Market Line : SML)

นั่นคือ ถ้าความเสี่ยงของหลักทรัพย์เท่ากับความเสี่ยงของตลาด เมื่อ $\beta_i = 1$

$$R_i = \alpha + b(1) \quad (2.2)$$

$$R_i - \alpha = b(1) \quad (2.3)$$

ดังนั้นเกิดความสัมพันธ์ $R_i = R_f + \beta_i(R_m - R_f)$

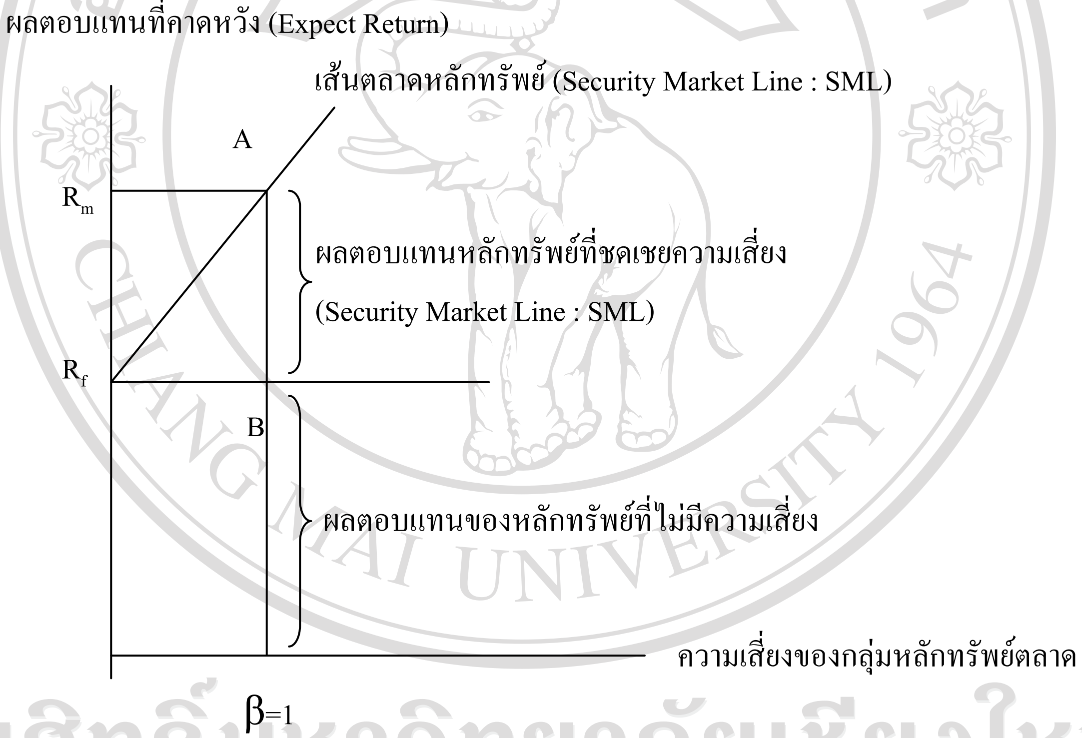
โดยที่ $R_f$ = ผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่ไม่มีความเสี่ยง เมื่อ $\beta_i = 0$ ฉะนั้น $R_f = \alpha$

$R_m$ = ผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์

ความสัมพันธ์ของอัตราผลตอบแทนที่คาดหวังกับความเสี่ยง สามารถกำหนดแสดงเป็นเส้นตลาดหลักทรัพย์ (Security Market Line : SML) โดยเป็นความสัมพันธ์ที่แสดงระดับผลตอบแทนที่ นักลงทุนต้องการ ณ ระดับความเสี่ยงต่างๆ หรือเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของผลตอบแทนที่คาดหวังกับความเสี่ยงต่อการลงทุนในหลักทรัพย์ โดยเส้นตลาดหลักทรัพย์นี้ มีข้อสมมติฐานว่า ตลาดหลักทรัพย์เป็นตลาดที่มีประสิทุธิภาพสูงและอยู่ในดุลยภาพความแตกต่างของผลตอบแทนที่คาดหวังของหลักทรัพย์แต่ละตัวแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเบต้า ($\beta$) ในแต่ละหลักทรัพย์ด้วย ความเสี่ยงที่สูงกว่าของหลักทรัพย์หนึ่ง จะแสดงถึงผลตอบแทนที่สูงกว่า ด้วยความสัมพันธ์ระหว่างความเสี่ยงและผลตอบแทนที่คาดหวังนี้เป็นเส้นตรง ซึ่งถ้าความสัมพันธ์นี้ ไม่เป็นเส้นตรงหรือตลาดหลักทรัพย์ไม่เป็นตลาดที่มีประสิทธิภาพแล้ว การลงทุนในหลักทรัพย์ก็จะไม่มีประสิทธิภาพด้วย โดยหากเป็นเส้นโค้งคว่ำลง

แสดงให้เห็นว่าเมื่อถือหลักทรัพย์ที่มีความเสี่ยงมากขึ้นกลับให้ผลตอบแทนลดลง หรือหากเป็นเส้นโค้งที่หงายขึ้นแสดงให้เห็นเมื่อถือหลักทรัพย์ที่มีความเสี่ยงน้อยจะให้ผลตอบแทนที่มากขึ้น ดังนั้นการที่ความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนที่คาดหวังกับความเสี่ยงเป็นเส้นตรง ผลตอบแทนที่ควรได้รับจากการลงทุนในหลักทรัพย์ใด ควรเท่ากับการถือหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยงบวกผลตอบแทนส่วนเพิ่มจากการถือหลักทรัพย์ที่มีความเสี่ยงเท่านั้น หากมีผลตอบแทนอื่นใดที่มากขึ้นกว่าการลงทุนในหลักทรัพย์นั้นให้ผลตอบแทนที่ผิดปกติ

ความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนที่คาดหวังกับความเสี่ยงในการลงทุนในหลักทรัพย์สามารถแสดงได้ด้วยรูปที่ 2.1 ดังนี้




**รูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนที่คาดหวังกับความเสี่ยงในการลงทุนในหลักทรัพย์**

ที่มา : Donald E. Flscher, Ronald J. Jordan (1995) Securities Analysis and Portfolio Management. 1995. (P.642)

จากภาพความสัมพันธ์ระหว่างความเสี่ยงและผลตอบแทนที่คาดหวังนี้เป็นแบบเส้นตรง และจุด A ให้ผลตอบแทนสูงกว่าจุดบนเส้นตลาดหลักทรัพย์ (SML) ซึ่งแสดงว่าหลักทรัพย์มีราคาซื้อขายในตลาดต่ำกว่าราคาที่สมดุลควรจะเป็น และจุด B คือหลักทรัพย์ที่มีผลตอบแทนต่ำกว่า

หลักทรัพย์อื่นบนเส้นตลาดหลักทรัพย์ (SML) กล่าวคือ ณ ระดับความเสี่ยงหนึ่ง ผู้ลงทุนจะพากันซื้อหลักทรัพย์ A มากขึ้น เมื่อมีอุปสงค์มากขึ้น จะทำให้ราคาหลักทรัพย์ A นี้สูงขึ้น ทำให้อัตราผลตอบแทนลดลงจนสู่สมดุลบนเส้นตลาดหลักทรัพย์ (SML) ส่วนหลักทรัพย์ B ผู้ลงทุนจะไม่ซื้อเนื่องจากผลตอบแทนที่ได้ต่ำกว่าผลตอบแทนที่ต้องการ บนเส้นตลาดหลักทรัพย์ (SML) ทำให้อุปสงค์ลดลงราคาหลักทรัพย์ B จะลดลง จนทำให้อัตราผลตอบแทนเพิ่มขึ้นสู่สภาวะสมดุลบนเส้นตลาดหลักทรัพย์ (Security Market Line : SML)

**การวิเคราะห์อนุกรมเวลา**

ในการทำการศึกษาข้อมูลอนุกรมเวลา ลักษณะข้อมูลพื้นฐานของข้อมูลอนุกรมเวลาใดๆ มีข้อควรพิจารณาคือ ข้อมูลอนุกรมเวลานั้นๆ เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่งหรือไม่ ข้อมูลอนุกรมเวลาที่สามารถนำไปใช้พยากรณ์ได้จะต้องเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง ดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบก่อนว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งหรือไม่ ดังมีรายละเอียดดังนี้

**2) การทดสอบยูนิทรูท (Unit Root Test)**

การทดสอบ Unit root ถือเป็นขั้นตอนแรกในการศึกษาภายใต้วิธี Cointegration and Error Correction Mechanism ขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบตัวแปรทางเศรษฐกิจต่างๆ ที่จะใช้ในสมการเพื่อดูความเป็น Stationary [I(0) ; integrated of order 0] หรือ Non-stationary [ I(d) ; d > 0, Integrated of order d] การศึกษาส่วนใหญ่ที่ผ่านมาจะนิยมการทดสอบ Unit root ที่เสนอโดย Dickey - Fuller test (DF) และ Augmented Dickey – Fuller test (ADF) โดยในที่นี้ได้ใช้วิธี Augmented Dickey – Fuller test (ADF) สมมุติฐานว่าง (null hypothesis) ของการทดสอบ DF (DF test) คือ $H_0 : \rho = 1$ จากสมการ (2.4) ด้านล่าง

$$X_t = \rho X_{t-1} + \varepsilon_t \tag{2.4}$$

โดยที่ $X_t$ คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรอิสระ ณ เวลา t

$X_{t-1}$ คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรอิสระ ณ เวลา t-1

$X_t$ คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรอิสระ ณ เวลา t

$\varepsilon_t$ คือ ความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (Random Error)

$\rho$ คือ สัมประสิทธิ์อัตสัมพันธ์ (Autocorrelation Coefficience)

ถ้าให้ $\rho = 1$

จะได้ $X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t ; \varepsilon_t \sim i\,i\,d\,(0,\sigma^2 \varepsilon_t)$

โดยที่ $\varepsilon_t$ เป็นอนุกรมของตัวแปรสุ่มที่แจกแจงปกติเหมือนกันและเป็นอิสระต่อกันโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และค่าแปรปรวนคงที่ โดยมีสมมติฐานของการทดสอบ Dickey – Fuller คือ

$H_0 : \rho = 1$

$H_a : |\rho| < 1$ ; $-1 < \rho < 1$

ซึ่งเรียกว่าการทดสอบ unit root โดยถ้า $H_a : |\rho| < 1$ $X_t$ จะมีลักษณะนิ่ง (stationary) ; และถ้า $H_0 : \rho = 1$ $X_t$ จะมีลักษณะไม่นิ่ง (nonstationary) อย่างไรก็ตามการทดสอบนี้สามารถทำได้อีกทางหนึ่งซึ่งเหมือนกับสมการ (2.4) กล่าวคือ

$$\Delta X_t = \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (2.5)$$

ซึ่งก็คือ $X_t = (1+\theta)X_{t-1} + \varepsilon_t$ ซึ่งคือสมการที่ (2.4) นั่นเอง โดยที่ $\rho = (1+\theta)$

$H_0 : \theta = 0$

$H_a : |\rho| < 1$ ; $-1 < \rho < 1$

ถ้า $\theta$ ในสมการ (2.5) มีค่าเป็นลบ จะได้ว่า $\rho$ ในสมการ (2.4) จะมีค่าน้อยกว่า 1 ดังนั้นสามารถจะสรุปได้ว่า การปฏิเสธ $H_0 : \theta = 0$ ซึ่งเป็นการยอมรับ $H_a : \theta < 0$ หมายความว่า $\rho < 1$ และ $X_t$ มี integration of order zero นั่นคือ $X_t$ มีลักษณะนิ่ง (stationary) และถ้าเราไม่สามารถปฏิเสธ $H_0 : \theta = 0$ ได้ ก็จะหมายความว่า $X_t$ มีลักษณะไม่นิ่ง (nonstationary)

ถ้า $X_t$ เป็นแนวเดินเชิงสุ่มซึ่งมีความโน้มเอียงทั่วไปรวมอยู่ด้วย (random walk with drift) เราสามารถจะเขียน แบบจำลองได้ดังนี้

$$\Delta X_t = \alpha + \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (2.6)$$

และถ้า $X_t$ เป็นแนวเดินเชิงสุ่มซึ่งมีความโน้มเอียงทั่วไปรวมอยู่ด้วย (random walk with drift) และมีแนวโน้มตามเวลาเชิงเส้น (linear time trend) เราสามารถจะเขียนแบบจำลองได้ดังนี้

$$\Delta X_t = \alpha + \beta t + \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (2.7)$$

โดยที่ t = เวลา ซึ่งก็จะทำการทดสอบ $H_0 : \theta = 0$ โดยมี $H_a : \theta < 0$ โดยสรุปแล้ว Dickey and Fuller ได้พิจารณาสมการถดถอย 3 รูปแบบที่แตกต่างกันในการทดสอบว่ามี unit root หรือไม่ ซึ่ง 3 สมการดังกล่าว ได้แก่

$$\Delta X_t = \theta X_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta X_t = \alpha + \theta X_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta X_t = \alpha + \beta t + \theta X_{t-1} + \varepsilon_t$$

โดยตัวพารามิเตอร์ที่อยู่ในความสนใจในทุกสมการ คือ θ นั่นคือ ถ้า $\theta = 0$; $X_t$ จะมี unit root โดยการเปรียบเทียบค่าสถิติ t (t–statistic) ที่คำนวณได้กับค่าที่เหมาะสมที่อยู่ในตาราง Dickey-Fuller หรือกับ ค่าวิกฤติ MacKinnon

อย่างไรก็ตามค่าวิกฤติ (critical values) จะไม่เปลี่ยนแปลง ถ้าสมการ (2.5) , (2.6) , (2.7) ถูกแทนที่โดยกระบวนการเชิงอัตถดถอย (autoregressive processes)

$$\Delta X_t = \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \phi_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \tag{2.8}$$

$$\Delta X_t = \alpha + \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \phi_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \tag{2.9}$$

$$\Delta X_t = \alpha + \beta t + \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^{P} \phi_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \tag{2.10}$$

จำนวนของ lagged difference terms ที่จะนำเข้ามารวมในสมการนั้นจะต้องมีมากพอที่จะทำให้พจน์ค่าความคลาดเคลื่อน (error terms) มีลักษณะเป็น serially independent และเมื่อนำเอาการทดสอบ DF (Dickey – Fuller (DF) test) มาใช้กับสมการ (2.2.5) – (2.2.7) เราจะเรียกว่าการทดสอบ ADF (augmented Dickey – Fuller (ADF) test) ค่าสถิติทดสอบ ADF (ADF test statistic) มีการแจกแจงเชิงเส้นกำกับ (asymptotic distribution) เหมือนกับสถิติ DF (DF statistic) ดังนั้นก็สามารถใช้ค่าวิกฤติ (critical values) แบบเดียวกัน

**3) แบบจำลองการถดถอยสลับเปลี่ยน (Switching Regression Model)**

แบบจำลองการถดถอยสลับเปลี่ยนเป็นแบบจำลองที่ประกอบด้วย 2 สถานการณ์ สมมุติให้ทั้งสองสถานการณ์เป็นดังนี้ (ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์และอารี วิบูลย์พงศ์, 2543)

สถานการณ์ 1 : $y_{1i} = x'_{1i}\beta_1 + u_{1i}$ ก็ต่อเมื่อ (iff) $\gamma' Z_i \geq u_i$ (2.11)

สถานการณ์ 2 : $y_{2i} = x'_{2i}\beta_2 + u_{2i}$ ก็ต่อเมื่อ (iff) $\gamma' Z_i < u_i$ (2.12)

$u_i \sim (0,\sigma_i^2), u_{1i} \sim (0,\sigma_{1i}^2)$, $u_{2i} \sim (0,\sigma_{2i}^2)$

โดยที่ $y_{1i}$ คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรตาม ณ สถานการณ์ 1

$y_{2i}$ คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรตาม ณ สถานการณ์ 2

$x'_{1i}$ คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรอิสระ ณ สถานการณ์ 1

$x'_{2i}$ คือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรอิสระ ณ สถานการณ์ 2

$\beta_1, \beta_2, \gamma$ คือ ค่าพารามิเตอร์

$u_{1i}$ , $u_{2i}$ , $u_i$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสุ่ม

โดยที่มีข้อสมมุติ (Assumption) ว่า $u_i$ มีความสัมพันธ์กับ $u_{1i}$ และ $u_{2i}$ แบบจำลองนี้เรียกว่า แบบจำลองถดถอยสลับเปลี่ยนด้วยการสลับเปลี่ยนที่การแบ่งกลุ่มถูกกำหนดภายในโครงสร้างของแบบจำลอง (Switching regression model with endogenous switching)

จากสมการ (2.11) จะเห็นได้ว่าเราจะเลือกสมการ (2.11) ถ้าหากว่า $\gamma' Z_i \geq u_i$ และจะเลือกสมการ (2.12) ถ้าหากว่า $\gamma' Z_i < u_i$ ซึ่งก็คือจะเลือกสมการ (2.12) ถ้าไม่ใช่ $\gamma' Z_i \geq u_i$ นั่นเอง จะเห็นได้ว่าในกรณีนี้ เป็นการเลือกว่าจะทำตามสมการ (2.11) หรือสมการ (2.12) ซึ่งเป็นทางเลือกที่มี 2 ทางเลือกหรือเป็นการตัดสินใจที่มี 2 ทางเลือกนั่นเอง โดยที่มีตัวอธิบาย (Explanatory variable) สำหรับการตัดสินใจ ดังกล่าวอยู่แล้วคือ $Z_i$ ลักษณะดังกล่าวนี้ก็สอดคล้องกับแบบจำลองที่เรียกว่าโพรบิต (Probit model) ซึ่งจะเป็นการหาค่าของ $\gamma$ เพื่อทำเป็นฟังก์ชันเกณฑ์ (Criterion function) นั่นเอง ด้วยเหตุนี้จึงได้นิยามตัวแปรหุ่น (Dummy variable) ดังนี้

$I_i = 1$ if $\gamma' Z_i \geq u_i$

$I_i = 0$ Otherwise

ในกรณีที่มีตัวแบ่งแยกตัวอย่างชัดเจน เราก็สามารถกำหนดได้ว่า $I_i$ จะมีค่าเท่ากับ 1 หรือ 0 ได้ เพราะฉะนั้นเราก็สามารถใช้ควรจะเป็นสูงสุดโพรบิต (Probit maximum likelihood) เพื่อหาค่า $\gamma$ ได้โดยให้ $I_i$ เป็นตัวแปรตาม (Dependent variable) และเนื่องจาก $\gamma$ สามารถที่จะประมาณค่าได้ในลักษณะที่เป็นตัวประกอบมาตราส่วน (Scale factor) เท่านั้น เพราะฉะนั้นจึงสมมุติ (Assume) ให้ Var $(u_i) = 1$ นอกจากนี้ก็ยังสมมุติ (Assume) ให้ว่า $u_{1i}$ , $u_{2i}$ และ $u_i$ มีการแจกแจงปกติแบบ 3 ตัวแปร (Trivariate normal distribution) โดยที่เวกเตอร์ค่าเฉลี่ย (Mean vector) มีค่าเท่ากับศูนย์ และเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance matrix)

$$\sum = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{1u} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \sigma_{2u} \\ \sigma_{1u} & \sigma_{2u} & 1 \end{bmatrix} \tag{2.13}$$



ฟังก์ชันความควรจะเป็น (likelihood function) สำหรับแบบจำลองโพรบิต (probit model) นี้สามารถเขียนได้ดังนี้



$$L(\beta_1, \beta_2, \sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_{1u}, \sigma_{2u})$$
$$= \prod \left[\int_{-\infty}^{\gamma' Z_i} g(y_i - \beta_1' x_{1i}, u_i) du_i\right]^{I_i} \left[\int_{\gamma' Z_i}^{\infty} f(y_i - \beta_2' x_{2i}, u_i) du_i\right]^{1-I_i} \tag{2.14}$$



โดยที่ g และ f คือฟังก์ชันความหนาแน่นปกติสองตัวแปร (Density Functions) ของการแจกแจงปกติที่มี 2 ตัวแปรของ $(u_{1i}, u_i)$ และ $(u_{2i}, u_i)$ ตามลำดับและจะเห็นได้ว่า $\sigma_{12}$ ไม่ปรากฏอยู่ในสมการ (2.14) นี้เลย เพราะฉะนั้น $\sigma_{12}$ จึงไม่สามารถประมาณค่าได้มีเพียง $\sigma_{1u}$ และ $\sigma_{2u}$ เท่านั้นที่ประมาณค่าได้ และในกรณีของแบบจำลองตลาดที่ไม่อยู่ในดุลยภาพ (disequilibrium market model) ถ้าปริมาณที่เราสังเกตได้ คือค่าต่ำสุดของอุปสงค์หรือดีมานด์ (demand) และอุปทานหรือซัพพลาย (supply) ดังนั้นฟังก์ชันเกณฑ์หรือฟังก์ชันเกณฑ์หรือฟังก์ชั่นการตัดสินใจ (criterion function)นี้ ก็จะมีนัยว่า $u_i = (u_{2i} - u_{1i})/\sigma$ โดยที่ $\sigma^2 = \mathrm{Var}(u_{2i} - u_{1i})$ ในกรณีนี้ เราสามารถหาค่าของ $\sigma_{12}$ ได้จากค่าประมาณของ $\sigma_1^2$, $\sigma_2^2$ , $\sigma_{1u}$ และ $\sigma_{2u}$ อย่างไรก็ตาม ฟังก์ชันความควรจะเป็น (likelihood function) ซึ่งคือฟังก์ชัน (2.14) เราจะต้องหาค่าของตัวพารามิเตอร์ต่างๆ โดยการทำให้ฟังก์ชัน (2.14) มีค่าสูงสุด (maximization of the likelihood function) การประมาณค่าฟังก์ชันดังสมการที่ (2.14) สามารถหาได้โดยใช้วิธีถดถอยสลับเปลี่ยน 2 ขั้นตอน (Two-Stage Switching Regression Method) เพื่อปรับค่าความคลาดเคลื่อนของฟังก์ชันให้มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ สามารถหาค่าคาดหมาย (expected values) ของ $u_{1i}$ และ $u_{2i}$ ในสมการ (2.11) และ (2.12) ซึ่งสำหรับค่าคาดหมายของ $u_{1i}$ ได้แสดงไว้ดังนี้

$$E\left(u_{1i}\middle|u_i \le \gamma' Z_i\right) = E\left(\sigma_{1u}u_i\middle|u_i \le \gamma' Z_i\right) = -\sigma_{1u}\frac{\phi(\gamma' Z_i)}{\Phi(\gamma' Z_i)} \qquad (2.15)$$

และ

$$E\left(u_{2i}\middle|u_i \ge \gamma' Z_i\right) = E\left(\sigma_{2u}u_i\middle|u_i \ge \gamma' Z_i\right) = \sigma_{2u}\frac{\phi(\gamma' Z_i)}{1-\Phi(\gamma' Z_i)} \qquad (2.16)$$

โดยที่การแจกแจงแบบมีเงื่อนไข (conditional distribution) ของ $u_{1i}$ , $u_{2i}$ เป็นการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับ $\sigma_{1u}u_i$ , $\sigma_{2u}u_i$ และ ความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_1^2 - \sigma_{1u}^2$ , $\sigma_2^2 - \sigma_{2u}^2$ โดย $u_i$ เป็นสิ่งที่กำหนดให้ และความแปรปรวนของ $u_i$ มีค่าเท่ากับ 1 การใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการ (2.11) และ (2.12) จึงให้ค่าประมาณของพารามิเตอร์เหล่านี้มีความเอนเอียง (Bias) และไม่สอดคล้อง (Inconsistent) จึงได้เสนอวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการ (2.11) และ (2.12) ใหม่ โดยการเพิ่มตัวแปร $W_{1i}$ และ $W_{2i}$ เข้าไปในสมการ (2.11) และ (2.12) เพื่อขจัดปัญหาเอนเอียง ซึ่งจะได้สมการใหม่ดังนี้

$$y_{1i} = \beta_1' X_{1i} - \sigma_{1u}W_{1i} + \varepsilon_{1i} \qquad \text{สำหรับ } I_i = 1 \qquad (2.17)$$

$$y_{2i} = \beta_2' X_{2i} + \sigma_{2u}W_{2i} + \varepsilon_{2i} \qquad \text{สำหรับ } I_i = 0 \qquad (2.18)$$

โดยที่ $W_{1i} = \phi(\gamma' Z_i)/\Phi(\gamma' Z_i)$ และ $W_{2i} = \phi(\gamma' Z_i)/[1-\Phi(\gamma' Z_i)]$

โดยที่ $\varepsilon_{1i}$ , $\varepsilon_{2i}$ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนตัวใหม่ที่มีค่าเฉลี่ยแบบมีเงื่อนไข (Conditional Means) เป็นศูนย์

$$\varepsilon_{1i} = u_{1i} + \sigma_{1u}W_{1i}$$

$$\varepsilon_{2i} = u_{2i} - \sigma_{2u}W_{2i}$$

จากวิธีการนี้สามารถจะประมาณค่า $\beta_1$ และ $\beta_2$ ของสมการ (2.11) และ (2.12)ได้ โดยขั้นแรกหาค่า $\gamma$ จากการใช้วิธีความควรจะเป็นสูงสุดโพรบิต (probit maximum likelihood) ด้วยค่าสังเกต $I_i$ ซึ่งจากค่า $\hat{\gamma}$ ที่คำนวณได้ทำให้เราสามารถคำนวณหาค่า $\hat{\gamma}'Z_i$ ได้ ซึ่งในที่สุดเราก็สามารถคำนวณหาค่า $\hat{W}_{1i}$ และ $\hat{W}_{2i}$ ขั้นที่สองก็เป็นการประมาณค่าสมการ (2.17) และ (2.18) ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสามัญ (ordinary least squares) วิธีการนี้จะให้ค่าประมาณของ $\beta_1$, $\beta_2$, $\sigma_{1u}$ และ $\sigma_{2u}$ สำหรับการหาค่าประมาณของ $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$ นั้น ให้พิจารณาความแปรปรวนของ $\varepsilon_{1i}$ และ $\varepsilon_{2i}$ จากสมการ (2.17) และ (2.18) ความแปรปรวนของ $\varepsilon_{1i}$ และ $\varepsilon_{2i}$ ต่างก็มีลักษณะไม่คงที่ (heteroscedastic) ซึ่งโดยหลักการแล้วเราก็ควรที่จะประมาณค่าสมการ (2.17) และ (2.18) โดยวิธีกำลังน้อยที่สุดนัยทั่วไป (Generalized Least Square, GLS) หรือวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบถ่วงน้ำหนัก (weighted least squares) แทนที่จะเป็นวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสามัญ (Ordinary Least Squares, OLS) และในการหาค่า $\mathrm{Var}(\varepsilon_{1i})$ และ $\mathrm{Var}(\varepsilon_{2i})$ ได้แสดงไว้ดังนี้

$$E(u_{1i}|I_i = 1) = -\sigma_{1u}W_{1i}$$

$$E(u_{1i}^2|I_i = 1) = \sigma_1^2 - \sigma_{1u}^2(\gamma'Z_i)W_{1i}$$

$$E(u_{2i}|I_i = 0) = \sigma_{2u}W_{2i}$$

$$E(u_{2i}^2|I_i = 0) = \sigma_2^2 + \sigma_{2u}^2(\gamma'Z_i)W_{2i} \tag{2.19}$$

ซึ่งจะได้ $$E(\varepsilon_{1i}|I_i = 1) = E(\varepsilon_{2i}|I_i = 0) = 0$$

และ $$Var(\varepsilon_{1i}|I_i = 1) = \sigma_1^2 - \sigma_{1u}^2 W_{1i}(\gamma'Z_i + W_{1i}) \tag{2.20}$$

$$Var(\varepsilon_{1i}|I_i = 0) = \sigma_2^2 + \sigma_{2u}^2 W_{2i}(\gamma'Z_i + W_{2i}) \tag{2.21}$$

วิธีหาค่า $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$ ทำดังนี้คือ หลังจากได้ค่า $\hat{\beta}_1$ และ $\hat{\beta}_2$ แล้วเราก็คำนวณหาค่าส่วนที่เหลือ (residuals) ดังนี้

$$\hat{u}_{1i} = y_i - \hat{\beta}_1 X_{1i} \qquad \text{สำหรับ } I_i = 1$$

$$\hat{u}_{2i} = y_i - \hat{\beta}_2 X_{2i} \qquad \text{สำหรับ } I_i = 0$$

ซึ่งจากสมการ (2.19) และ (2.20) เราสามารถประมาณค่า $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$ จาก

$$\hat{\sigma}_1^2 = \frac{1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1} \left[ \hat{u}_{1i}^2 + \hat{\sigma}_{1u}^2 \left( \hat{\gamma}' Z_i \right) \hat{W}_{1i} \right] \tag{2.22}$$

$$\hat{\sigma}_2^2 = \frac{1}{N_2} \sum_{i=1}^{N_2} \left[ \hat{u}_{2i}^2 + \hat{\sigma}_{2u}^2 \left( \hat{\gamma}' Z_i \right) \hat{W}_{2i} \right] \tag{2.23}$$

เมื่อ $N_1$= จำนวนของค่าสังเกต (observations) ในกรณีที่ $I_i = 1$

$N_2$= จำนวนของค่าสังเกต (observations) ในกรณีที่ $I_i = 0$

จะเห็นได้ว่าจากสูตรในสมการ (2.22) และ (2.23) ไม่ได้หมายความว่าค่าของ $\hat{\sigma}_1^2$ และ $\hat{\sigma}_2^2$ จะมีค่าเป็นบวกเสมอ (ทั้งๆ ที่ตามทฤษฎีและคำนิยามแล้วความแปรปรวน (variance) จะต้องมีค่าเป็นบวกเสมอ) อย่างไรก็ตาม มีทางเลือก 2 ทางในการประมาณค่า $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$ โดยที่วิธีการหนึ่งใน 2 วิธีนี้จะทำให้ได้ค่า $\hat{\sigma}_1^2$ และ $\hat{\sigma}_2^2$ มีค่าเป็นบวกเสมอ ซึ่งก็เป็นการเสร็จสมบูรณ์สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยวิธีสองขั้นตอนสำหรับแบบจำลองถดถอยสลับเปลี่ยนที่มีการสลับเปลี่ยนตัวแปรตาม และในการที่จะจัดการเกี่ยวกับปัญหาความไม่คงที่ของความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน $\varepsilon_{1i}$ และ $\varepsilon_{2i}$ ในสมการ (2.17) และ (2.18) นั้น สามารถที่จะทำได้โดยนำค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้มาคำนวณค่าความแปรปรวนในสมการ (2.20) และ (2.21) และใช้วิธีการกำลังสองน้อยที่สุดแบบถ่วงน้ำหนัก (weighted least squares method)

**2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

**ณัฐวุฒิ ซัจเดว์ (2546)** ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงของหลักทรัพย์โดยแยกความเสี่ยงในภาวะตลาดขาขึ้นและภาวะตลาดขาลงด้วยวิธีถดถอยแบบสลับเปลี่ยน สำหรับหลักทรัพย์ในกลุ่มธุรกิจโรงแรมและท่องเที่ยวอัน 4 บริษัท โดยใช้ข้อมูลเป็นรายสัปดาห์ 260 สัปดาห์ เนื่องจากข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาจึงต้องทดสอบความนิ่งและการร่วมกันไปด้วยกัน (Cointegration) รวมทั้ง Error Correction Model ผลการศึกษาพบว่าอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ในกลุ่มธุรกิจโรงแรมและการท่องเที่ยวและอัตราผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเป็นข้อมูลที่มีลักษณะนิ่ง และอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ในกลุ่มธุรกิจโรงแรมและการท่องเที่ยวอัตราผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์มีดุลยภาพระยะยาว เมื่อทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลองถดถอยแบบสลับเปลี่ยน (Switching Regression Model) พบว่าตลาดในช่วงขาขึ้นและช่วงตลาดขาลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในช่วงขาขึ้นนั้นอัตราผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์สามารถอธิบายอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ในกลุ่มธุรกิจโรงแรมและการท่องเที่ยว

ทุกหลักทรัพย์ มีค่าเบต้าน้อยกว่า 1 ทั้งหมด แสดงว่าในช่วงขาขึ้นหลักทรัพย์ที่ทำการศึกษานี้เป็นหลักทรัพย์ที่มีการปรับตัวช้ากว่าตลาดและมีความเสี่ยงน้อยกว่าตลาด ในช่วงขาลงพบว่าอัตราผลตอบแทนของดัชนีตลาดหลักทรัพย์สามารถอธิบายอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ในกลุ่มธุรกิจโรงแรมและการท่องเที่ยวทุกหลักทรัพย์ที่ทำการศึกษาได้ยกเว้นหลักทรัพย์ SHAN และ OHTL ส่วนค่าเบต้าในช่วงขาลงของหลักทรัพย์ทุกตัวมีค่าน้อยกว่า 1 ทั้งหมด แสดงว่าในช่วงขาลงหลักทรัพย์เหล่านี้มีการปรับตัวช้ากว่าตลาดเมื่อเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ในกลุ่มธุรกิจโรงแรมและการท่องเที่ยวกับอัตราผลตอบแทนจากพันธบัตรรัฐบาล พบว่าในช่วงตลาดขาขึ้นหลักทรัพย์เหล่านี้ทุกตัวมีมูลค่าต่ำกว่าดุลยภาพ ส่วนด้านขาลงนั้นมีเพียงหลักทรัพย์ CENT เท่านั้นที่มีมูลค่าต่ำกว่ามูลค่าดุลยภาพ

**อัจฉราภรณ์ อินก้อนวงค์ (2546)** ได้ทำการศึกษาเพื่อทดสอบแบบจำลองเศรษฐมิติสำหรับการตัดสินใจในการลงทุนในหุ้นอาหารและเครื่องดื่มบางหุ้น โดยวิธีการถดถอยสลับเปลี่ยน ซึ่งได้ทำการศึกษาหุ้นในกลุ่มอาหารและเครื่องดื่มจำนวน 4 บริษัท โดยใช้ข้อมูลราคาปิดรายสัปดาห์ 261 สัปดาห์ การศึกษานี้ได้ใช้แบบจำลองการถดถอยแบบสลับเปลี่ยน (Switching Regression Model) ในการประมาณค่าความเสี่ยงเบต้า โดยใช้อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในพันธบัตรรัฐบาลมาหาค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของสินทรัพย์ที่ไม่มีความเสี่ยงและใช้ข้อมูลดัชนีราคาหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยรายสัปดาห์มาคำนวณหาอัตราผลตอบแทนเป็นตัวแทนของอัตราผลตอบแทนของตลาด ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงขาขึ้นหุ้นของบริษัท อกริเพียว โฮลดิ้งส์ จำกัด (มหาชน) และหุ้นของบรัท มาลีสามพราน จำกัด (มหาชน) มีค่าความเสี่ยงเบต้ามากกว่า 1 สรุปได้ว่าหุ้นทั้งสองมีอัตราผลตอบแทนมากกว่าอัตราผลตอบแทนของตลาดของตลาด ส่วนหุ้นของบริษัท เอส แอนด์ พี ซินดิเคท จำกัด (มหาชน) และหุ้นของบริษัท ไทยยูเนี่ยน โฟรเซ่น โปรดักส์ จำกัด (มหาชน) มีค่าความเสี่ยงเบต้าน้อยกว่า 1 จึงสรุปได้ว่า หุ้นทั้งสองมีอัตราผลตอบแทนน้อยกว่าอัตราผลตอบแทนของตลาดส่วนในช่วงขาลงพบว่าหุ้นทั้งหมดมีค่าความเสี่ยงเบต้า น้อยกว่า 1 จึงสรุปได้ว่าหุ้นดังกล่าวมีอัตราผลตอบแทนน้อยกว่าอัตราผลตอบแทนของตลาด และจากการวิเคราะห์มูลค่าหรือราคาหุ้นพบว่าทั้งในสถานการณ์ช่วงขาขึ้นและสถานการณ์ช่วงขาลง หุ้นที่ทำการศึกษาทั้งหมดมีอัตราผลตอบแทนมากกว่าผลตอบแทนดุลยภาพ นั่นคือหุ้นมีราคาต่ำกว่าที่ควรจะเป็น หรือ Under value ในอนาคตราคาของหุ้นดังกล่าว จะมีราคาสูงขึ้น นักลงทุนควรลงทุนในหุ้นเหล่านี้ก่อนที่ราคาจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ จากศึกษาสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันระหว่างสถานการณ์ในช่วงขาขึ้นและสถานการณ์ในช่วงขาลง เนื่องจากสัมประสิทธ์หน้าตัวแปรเลือกเฟ้นของสมการในช่วงขาขึ้นและช่วงขาลงนั้นมีค่าแตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

**ไชยวุฒิ พงศ์เมธีกุล (2548)** ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาค่าความเสี่ยงของหลักทรัพย์ในกลุ่มการเกษตรในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการพิจารณาตัดสินใจเลือกลงทุนของนักลงทุน ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นกลุ่มธุรกิจการเกษตร 4 บริษัท โดยใช้ข้อมูลเป็นรายสัปดาห์ของราคาปิดหลักทรัพย์ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนธันวาคม 2546 รวมเป็นข้อมูลทั้งหมด 260 สัปดาห์ วิธีการศึกษาใช้วิธีการถดถอยแบบสลับเปลี่ยนเพื่อคำนวณหาความเสี่ยงในภาวะขาขึ้นและขาลงของอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์ตามแบบจำลองการตั้งราคา ผลการศึกษาพบว่าหลักทรัพย์กลุ่มธุรกิจการเกษตรทั้ง 4 หลักทรัพย์มีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย มากกว่าอัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ในภาวะขาขึ้นอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์เฉลี่ย มากกว่าอัตราผลตอบแทนตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และในภาวะขาลงอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์ น้อยกว่าอัตราผลตอบแทนของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เมื่อทดสอบข้อมูลอนุกรมเวลาของอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์ โดยวิธียูนิทรูท พบว่าอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ทุกหลักทรัพย์มีลักษณะนิ่ง ผลการทดสอบแบบจำลองการตั้งราคาหลักทรัพย์ พบว่าในภาวะขาขึ้นอัตราผลตอบแทนตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์ CPF LEE GFPT และ CM ณ ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ซึ่งผลตอบแทนตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ ในภาวะขาลงพบว่าอัตราผลตอบแทนตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์ CPF เท่ากับ -0.5637 ซึ่งหมายความว่า ถ้าอัตราผลตอบแทนตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเพิ่มขึ้น จะทำให้อัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์ CPF ลดลง ส่วนหลักทรัพย์ LEE GFPT และ CM พบว่าอัตราผลตอบแทนตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ ผลการประเมินราคาหลักทรัพย์ โดยการเปรียบเทียบกับเส้นตลาดหลักทรัพย์ที่ใช้อัตราผลตอบแทนพันธบัตรชนิด 5 ปี มาเป็นตัวแทนหลักทรัพย์ที่ปราศจากความเสี่ยง พบว่าในภาวะขาขึ้นและขาลงมีค่า $\alpha > (1-\beta_i)R_f$ แสดงว่าหลักทรัพย์ทุกตัวเป็นหลักทรัพย์ที่มีราคาต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นในอนาคตคาดว่าราคาหลักทรัพย์ของกลุ่มนี้ราคาสูงขึ้น นักลงทุนควรที่จะเลือกลงทุนในหลักทรัพย์กลุ่มนี้ก่อนราคาจะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น

**ธีระวุฒิ ธีตรานนท์ (2550)** ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าในรูปแบบตลาดแบบ Semi – Strong Form มีนัยสำคัญที่จะส่งผลต่อการส่งผ่านข้อมูลและข่าวสารด้านราคาจากตลาดล่วงหน้าสู่ตลาดส่งมอบทันที และศึกษาถึงการส่งผ่านราคาของตลาด สินค้าเกษตรล่วงหน้าสู่ตลาดปัจจุบัน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลแบบทุติยภูมิ โดยใช้ข้อมูลตั๋วสัญญาซื้อขายรายวัน จำนวน 780 วัน ทั้งราคาในตลาดล่วงหน้า และตลาดปัจจุบัน และวิเคราะห์โดยใช้วิธี

cointegration เพื่อทดสอบความมีประสิทธิภาพและความสัมพันธ์ของราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ผลการทดสอบความนิ่งตามฤดูกาล (Seasonal Unit root test) มีลักษณะ Non – stationary พบว่า ราคาของยางแผ่นรมควันชั้น 3 จากตลาดส่งมอบทันที ณ ท่าเรือกรุงเทพ มีความสัมพันธ์ระยะยาว กับ ราคาของยางแผ่นรมควันชั้น 3 จากตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย (AFET) ราคาของยางแผ่นรมควันชั้น 3 จากตลาดล่วงหน้าสิงคโปร์ (SICOM) และ ราคาของยางแผ่นรมควันชั้น 3 จากตลาดล่วงหน้าโตเกียว (TOCOM) โดย ราคาของยางแผ่นรมควันชั้น 3 จากตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย (AFET) และราคาของยางแผ่นรมควันชั้น 3 จากตลาดล่วงหน้าสิงคโปร์ (SICOM) มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับราคาของยางแผ่นรมควันชั้น 3 จากตลาดส่งมอบทันที ณ ท่าเรือกรุงเทพ นั่นคือ ประสิทธิภาพของตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย (AFET) และตลาดล่วงหน้าสิงคโปร์ (SICOM) สามารถเป็นตลาดอ้างอิงราคาแก่ตลาดส่งมอบทัน ณ ท่าเรือกรุงเทพ รวมไปถึงยังเป็นแหล่งข้อมูลข่าวสารของตลาดส่งมอบทันทีได้ แต่ในทางตรงกันข้ามประสิทธิภาพของตลาดล่วงหน้าโตเกียว (TOCOM) จะทำให้ตลาดส่งมอบทันที ณ ท่าเรือกรุงเทพเปลี่ยนไปในทิศทางตรงข้าม นั่นคือ ตลาดล่วงหน้าโตเกียว ไม่สามารถใช้อ้างอิงและเป็นแหล่งข่าวสารทางด้านราคาให้กับตลาดส่งมอบทันที ณ ท่าเรือกรุงเทพได้ พบว่า ตลาดล่วงหน้าสิงคโปร์ (SICOM) มีประสิทธิภาพในการส่งผ่านข่าวสารและอ้างอิงราคาให้กับตลาดส่งมอบทันที ณ ท่าเรือกรุงเทพได้ดีกว่าตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย (AFET) ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าตลาดล่วงหน้าสิงคโปร์เป็นตลาดที่มีประสิทธิภาพที่ใช้ในการอ้างอิงราคาของยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดส่งมอบทันที ณ ท่าเรือกรุงเทพได้ดีกว่าตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย (AFET)