

บทที่ 5

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้อาศัยกรอบแนวคิดตามทฤษฎีตลาดมีประสิทธิภาพในบทที่ 3 ที่กล่าวว่า ตลาดจะมีประสิทธิภาพได้นั้น ราคาต้องสะท้อนข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่ในขณะนั้นอย่างเต็มที่และทันที เพื่อให้ราคาตลาดที่เกิดขึ้นจริงเคลื่อนไหวเข้าสู่มูลค่าที่แท้จริงได้รวดเร็ว ถ้าหากมีข้อมูลข่าวสารใดเผยแพร่ต่อสาธารณชนแล้วราคาสามารถปรับตัวตามข้อมูลข่าวสารได้อย่างรวดเร็วแม่นยำ และมีเหตุมีผลไม่ใช่ปรับตัวเกินกว่าราคาที่ควรจะเป็น (Overreaction) ความมีประสิทธิภาพของตลาดก็ย่อมมีมากตามไปด้วย ภายใต้การศึกษานี้ได้นำแบบจำลองที่เรียกว่า Partial Adjustment Model With Noise มาใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคาหลักทรัพย์ (price adjustment coefficient) เพื่อวัดความเร็วในการปรับตัวของราคาหลักทรัพย์ที่มีต่อข้อมูลข่าวสารใหม่

5.1 แบบจำลอง Partial Adjustment Model With Noise ¹

แบบจำลองมีแนวความคิดพื้นฐานที่ว่า ราคาหลักทรัพย์ที่เกิดขึ้นจริงในตลาด ณ ขณะใดขณะหนึ่ง จะแตกต่างจากมูลค่าที่แท้จริงของหลักทรัพย์ (Intrinsic Value) ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ข้อมูลข่าวสารที่ผ่านเข้ามามายังราคาหลักทรัพย์ ดังนั้นราคาจึงต้องมีการปรับตัวเพื่อลดความแตกต่างจากมูลค่าที่แท้จริงจนกระทั่งเข้าสู่มูลค่าที่แท้จริง ซึ่งตามแบบจำลองจะพิจารณาจากอัตราผลตอบแทนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์เมื่อเปรียบเทียบกับราคาหลักทรัพย์ในช่วงเวลาก่อนหน้า และสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าที่แท้จริงของหลักทรัพย์เมื่อเปรียบเทียบกับราคาหลักทรัพย์ในช่วงเวลาก่อนหน้า ดังนี้

$$P_t - P_{t-1} = g [V_t - P_{t-1}] + u_t \quad (5.1)$$

โดยที่

V_t = มูลค่าที่แท้จริง (intrinsic value) อยู่ในรูป Logarithms

¹ Amihud , Y., H. Mandelson, "Trading mechanisms and stock returns : An empirical investigation," *Journal of Finance* 42 (1987) : 536-538. และ Damodaran , A., "A simple measure of price adjustment coefficient," *Journal of Finance* 48 (1993) : 388-393.

P_t = ราคาตลาดของหลักทรัพย์ อยู่ในรูป Logarithms

g = สัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคาหลักทรัพย์ (price adjustment coefficient) มีค่า $0 < g < 2$

u_t = ตัวรบกวน (noise term)

แบบจำลองนี้ ใช้ประมาณค่า Price Adjustment Coefficient เพื่อดูความรวดเร็วของการปรับตัวของราคาหลักทรัพย์ต่อข่าวสารข้อมูลผ่านความแปรปรวนของผลตอบแทนของหลักทรัพย์ในช่วงเวลาต่างๆ ทั้งนี้เพราะว่า ความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่เกิดขึ้น แสดงถึงความไม่แน่นอนของอัตราผลตอบแทนซึ่งเป็นผลมาจากความผันผวนในราคาหลักทรัพย์เมื่อข้อมูลข่าวสารใหม่ๆ ผ่านเข้ามา กระทั่งแบบจำลองนี้สามารถใช้อธิบายพฤติกรรมราคาอย่างง่าย ซึ่งบอกว่า ราคาหลักทรัพย์ที่ถูกต้องจะต้องสะท้อนถึงมูลค่าที่แท้จริงของหลักทรัพย์นั้น ไม่ว่าจะมีความสัมพันธ์กับหลักทรัพย์นั้นอย่างไร เพราะทุกคนรับรู้ข่าวสารได้เหมือนกันหมด เท่ากับว่าเป็นตลาดแข่งขันสมบูรณ์ (Perfect Market) นั่นคือราคาปรับตัวได้เต็มที่จนทำให้ค่า g ในสมการที่ 5.1 มีค่าเป็น 1 ดังนั้นจะได้ว่า

$$P_t = V_t + u_t \quad (5.2)$$

ถึงแม้ ค่า $g = 1$ นั่นคือตลาดมีประสิทธิภาพ ราคาหลักทรัพย์ปรับตัวได้รวดเร็วและเต็มที่ต่อข้อมูลข่าวสารที่ได้รับก็ยังสามารถมีความแตกต่างระหว่างมูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic Value) และราคาตลาดของหลักทรัพย์ (Observed Price) ซึ่งเกิดจากปัจจัยภายนอกอื่นๆ² ได้แก่ ปัจจัยที่เกี่ยวกับการตีความข้อมูลข่าวสารต่างๆ (Information) หรือปัจจัยที่เกี่ยวกับโครงสร้างของตลาด จนทำให้ราคาหลักทรัพย์ไม่สามารถปรับตัวสะท้อนมูลค่าที่แท้จริงของหลักทรัพย์ได้ถูกต้อง จึงเกิดความแตกต่างดังกล่าวขึ้น

ปัจจัยภายนอกที่ไม่ได้แจกแจงออกมาเป็นตัวแปรอิสระในที่นี้รวมไว้อยู่ในตัวรบกวน u_t ดังสมการที่ 5.1 ตัวรบกวนนี้มีคุณสมบัติ White Noise คือ

- 1) $E u_t = 0$
- 2) $E u_t u_{t-1} = 0$ ความผิดพลาดในแต่ละช่วงเวลาไม่เกี่ยวข้องกัน
- 3) $E u_t^2 = \sigma_u^2$
- 4) $E x_t u_t = 0$ ตัวแปรอิสระกับตัวรบกวนไม่มีความสัมพันธ์กัน
- 5) การแจกแจงของ u_t เป็นการแจกแจงแบบปกติ $u_t \sim N(0, \sigma_u^2)$

² Black, Fisher, "Noise," *Journal of Finance* 41 (July 1986) : 529-534.

นอกจากนี้ตัวรบกวนยังถูกกำหนดขึ้นจากปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ดังนี้

1) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลข่าวสาร (Information-Related Factors) หรือผลของการซื้อขายหลักทรัพย์โดยไม่พิจารณาข้อมูลข่าวสาร (Noise Trading) ได้แก่

- ความผิดพลาดจากการวิเคราะห์แปลความหมายของข้อมูลข่าวสารที่ได้รับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะขาดความรู้ความเข้าใจในการวิเคราะห์ที่ตีพอ หรือบางกรณีได้รับข้อมูลข่าวสารยังไม่ครบถ้วนแล้วตีความไปเอง ซึ่งเรียกว่า noisy information

- ความต้องการสภาพคล่องชั่วคราวในการซื้อขายหลักทรัพย์ของนักลงทุน และ Traders (transitory liquidity needs of traders and investors = liquidity trading)

2) ปัจจัยเกี่ยวกับโครงสร้างตลาด (Market-Structure-Related Factors) หรือ เรียกว่า (Impact of Trading Mechanism) ได้แก่

- ความไม่แน่นอนของคำสั่งซื้อและคำสั่งขายที่เข้ามาในตลาด (the random arrival of buy and sell orders to market) นั่นคือ คำสั่งซื้อหรือคำสั่งขายจะเข้ามาสู่ตลาดอย่างสุ่มและขนาดของคำสั่งอาจจะเล็กหรือใหญ่ก็ได้ ถ้าช่วงไหนมีการสั่งซื้อเข้ามาเยอะเท่ากับว่ามีความต้องการหลักทรัพย์นั้นมาก ราคาหลักทรัพย์ก็มีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้นเนื่องจากเกิดอุปสงค์ส่วนเกิน (Excess Demand) ในทางตรงข้ามถ้าช่วงไหนมีคำสั่งขายมาก ราคาหลักทรัพย์จะมีแนวโน้มปรับตัวลงเนื่องจากเกิดอุปทานส่วนเกิน (Excess Supply)

- สภาวะการปรับหุ่นภายในกลุ่มการลงทุน (Portfolio) ของ Dealer (the transitory state of dealers' inventory positions) ถ้าหากช่วงใดที่ dealer อยู่ในระหว่างเปลี่ยนแปลงหุ่นภายในกลุ่มการลงทุน เช่น ขายหุ้นบางตัว หรือซื้อหุ้นบางตัว ก็จะส่งผลกระทบต่อปรับตัวของราคาหลักทรัพย์

- the discreteness of stock prices

- delayed price discovery

- ช่วงห่างของราคาเสนอซื้อและราคาเสนอขาย (bid-ask spread) ถ้าราคาเสนอซื้อเสนอขายมีการแกว่งตัวขึ้นลงในช่วงกว้างๆจะทำให้ราคาหลักทรัพย์ที่เกิดขึ้นจริงในตลาดมีโอกาสผันผวนมาก ความแปรปรวนในอัตราผลตอบแทนก็ย่อมสูงด้วยซึ่งตรงกับงานวิจัยของ Amihud และ Mendelson³ ที่พบว่า bid-ask spread มีผลต่อความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ด้วย

แต่เนื่องจากในโลกของความเป็นจริง การรับรู้ข่าวสารข้อมูลไม่สามารถกระจายได้ทั่วถึงอาจมีการผูกขาดข้อมูล จึงเป็นเหตุให้การปรับตัวของราคานั้นไม่สมบูรณ์ไม่สะท้อนถึงมูลค่าที่แท้จริงได้ถูกต้อง ดังนั้นค่า β ซึ่งแสดงถึงการปรับตัวของราคาหลักทรัพย์ อาจไม่เท่ากับ 1 จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 2 โดยถ้า

³ Ibid.

1) $0 < g < 1$ หมายความว่า ราคาหลักทรัพย์นั้นปรับตัวได้เพียงบางส่วนเมื่อเทียบกับมูลค่าที่แท้จริงของหลักทรัพย์

2) $g = 1$ หมายความว่า ราคาหลักทรัพย์นั้นปรับตัวได้เต็มที่เมื่อเทียบกับมูลค่าที่แท้จริงของหลักทรัพย์

3) $g > 1$ หมายความว่า ราคาหลักทรัพย์นั้นปรับตัวมากเกินไปเมื่อเทียบกับมูลค่าที่แท้จริงของหลักทรัพย์

ภายใต้แบบจำลองนี้ มีข้อสมมติที่สำคัญ 3 ข้อ คือ

1) มูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic Value) เป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระและมีการกระจายที่แน่นอน (i.i.d. หรือ independent and identically distributed) และเป็นไปตาม random walk

2) ตัวรบกวน (Noise Term) และ มูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic Value) เป็นอิสระต่อกัน

3) สัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคา (Price Adjustment Coefficient) มีค่าเข้าสู่ 1 เสมอ เมื่อช่วงเวลาการคำนวณผลตอบแทน (return interval) เพิ่มขึ้น

และด้วยเหตุที่ว่า เราไม่สามารถหาค่ามูลค่าที่แท้จริง (intrinsic value V_t) ได้โดยตรง แต่เรารู้ค่าราคาตลาดของหลักทรัพย์ (ได้แก่ P_t, P_{t-1}) ดังนั้น การประมาณค่า g สามารถคำนวณได้ผ่านการหาค่าความแปรปรวนของผลตอบแทน ($Var(R_t)$) จากสมการ 5.1 ผลต่างของราคาหลักทรัพย์ใน 1 ช่วงเวลา ($P_t - P_{t-1}$) ก็คืออัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ เมื่อคำนวณค่าความแปรปรวน (take variance) จะได้⁴

$$Var(R_t) = \frac{g}{2-g} v^2 + \frac{2}{2-g} \sigma^2 \tag{5.3}$$

หรือจัดรูปใหม่จะได้

$$Var(R_t) = v^2 + 2\sigma^2 + [(\frac{g}{2-g} - 1)v^2 + (\frac{2}{2-g} - 2)\sigma^2] \tag{5.4}$$

โดยที่

$Var(R_t)$ = ความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนจากราคาตลาดของหลักทรัพย์ (observed return variance)

v^2 = ความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนจากมูลค่าที่แท้จริง (variance of the intrinsic value process)

⁴ ดูวิธีการ derived สมการ จากภาคผนวก ข

σ^2 = ความแปรปรวนของตัวรบกวน(variance of the noise term)

สมการที่ 5.3 แสดงให้เห็นว่า ความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทน ($\text{Var}(R_t)$) โดยไม่แยกส่วน ผลของการปรับตัวของราคา (price adjustment effect) ให้เห็นชัดเจน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

- (1) ความแปรปรวนที่เกิดจากความผันผวนของมูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic variance (V^2) term)
- (2) ความแปรปรวนที่เกิดจากความผันผวนของตัวรบกวน (Noise (σ^2) term)

สำหรับเทอมแรก เมื่อ $0 < g < 1$ ค่า ความแปรปรวนที่เกิดจากความผันผวนของมูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic return variance (V^2)) จะส่งผลต่อความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนจากราคาตลาดของหลักทรัพย์ (Observed return variance) เพียงบางส่วน เมื่อ $g = 1$ การผันผวนของผลตอบแทนตามมูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic value return) จะส่งผลต่อ ผลตอบแทนตามราคาตลาดของหลักทรัพย์ (Observed return) เต็มที่ เมื่อ $g > 1$ การผันผวนของผลตอบแทนตามราคาตลาดของหลักทรัพย์ (Observed return) จะมากกว่าการผันผวนของผลตอบแทนตามมูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic value return) ส่วนเทอมที่สองจะเป็น increasing function ของความแปรปรวนของตัวรบกวน (noise variance) และสัมประสิทธิ์การปรับตัว (adjustment coefficient (g)) ถ้า g มีค่ามาก ตัวรบกวนก็จะมีผลต่อความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนจากราคาตลาดของหลักทรัพย์ (Observed return variance) มาก

สมการที่ 5.4 แสดงให้เห็นว่า ความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทน ($\text{Var}(R_t)$) ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

- (1) ความแปรปรวนที่เกิดจากความผันผวนของมูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic variance (V^2) term)
- (2) ความแปรปรวนที่เกิดจากความผันผวนของตัวรบกวน (Noise (σ^2) term)
- (3) ผลของการปรับตัวในราคาหลักทรัพย์ (Price Adjustment effect term)

ถ้าราคาปรับตัวช้าต่อข้อมูลข่าวสาร หรือ $g < 1$ ส่วนที่เป็นผลของการปรับตัวในราคาหลักทรัพย์ (Price Adjustment effect) ก็จะเป็นลบ และทำให้ความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนจากราคาตลาดของหลักทรัพย์ (Observed return variance) มีค่าต่ำลง แต่ถ้ายืดปรับตัวต่อข้อมูลข่าวสารมากเกินไป (Overreaction) หรือ $g > 1$ แล้วผลของการปรับตัวในราคาหลักทรัพย์ (Price Adjustment effect) ก็จะเป็นบวก ทำให้ความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนจากราคาตลาดของหลักทรัพย์ (Observed return variance) มีค่าสูงขึ้น

จากสมการที่ 5.3 จะวัดค่า g จากความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนจากราคาตลาดของหลักทรัพย์ (Observed return variance) ในช่วงความยาวเวลาที่แตกต่างกัน เช่น 1 วัน , 2 วัน ,..... โดยกำหนดให้ R_{jt} เป็นผลตอบแทนในเวลา t ตามช่วงของเวลา j ซึ่งเขียนได้ดังสมการ

$$\text{Var}(R_{jt}) = \frac{g_j}{2 - g_j} jv^2 + \frac{2}{2 - g_j} \sigma^2 \quad (5.5)$$

โดยที่

$\text{Var}(R_{jt})$ = ความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนจากราคาตลาดของ
หลักทรัพย์ในแต่ละช่วงของผลตอบแทนตามอนุกรมเวลา
(variance in observed return time series of
return of interval j)

g_j = สัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคาในแต่ละช่วงของผลตอบแทน
(price adjustment coefficient for j-interval returns)

สมการที่ 5.5 แสดงให้เห็นว่า เมื่อเวลาผ่านไปนานๆตัวรบกวนจะมีบทบาทน้อยลงในการกำหนด
ความแปรปรวนของผลตอบแทน ทั้งนี้เพราะว่าในช่วงเวลาดังกล่าวข้อมูลข่าวสารอาจจะถูกเปิดเผยออกมา
เรื่อยๆทำให้นักลงทุนมีความรอบรู้มากขึ้น การซื้อขายหลักทรัพย์ก็จะมีเหตุมีผลมากขึ้นเท่ากับราคาจะ
สะท้อนข้อมูลได้มากขึ้นด้วย

เมื่อประมาณค่าความแปรปรวน (variance) สำหรับช่วงผลตอบแทน (return interval) ต่างๆ
($j=1,2,\dots,k$) และถ้ากำหนดให้ k เป็นช่วงผลตอบแทน (return interval) ที่เหมาะสมและยาวนานพอที่
จะทำให้ $g_k = 1$ จะได้ว่า

$$\text{Var}(R_{kt}) = kv^2 + 2\sigma^2 \quad (5.6)$$

จากสมการที่ 5.6 จะเห็นว่าเมื่อ $g = 1$ แล้ว ความแปรปรวนของผลตอบแทนตามราคาตลาดเกิด
จากผลรวมของความแปรปรวนของผลตอบแทนตามมูลค่าที่แท้จริง (value return variance) กับความ
แปรปรวนของตัวรบกวน⁵ และจะเรียกความแปรปรวนของหลักทรัพย์ที่ได้นี้ว่า Equivalent Variance ดัง
นั้น ผลต่างของความแปรปรวนในช่วงผลตอบแทนที่ j ใดๆ (j-interval returns) และ equivalent
variance ในช่วงผลตอบแทนที่ k (k-interval returns) สามารถเขียนได้ ดังนี้

⁵ Black(1986) กล่าวว่าความผันผวนในราคา(volatility of price) จะมากกว่าความผันผวนในมูลค่าที่แท้จริง
(volatility of value)

$$\text{Var}(R_{jt}) - \frac{\text{Var}(R_{kt})}{k} = v^2 \left[\frac{g_j}{(2-g_j)} j - 1 \right] + 2\sigma^2 \left[\frac{1}{(2-g_j)} - \frac{1}{k} \right] \quad (5.7)$$

โดยที่

$$\sigma^2 = -\text{Cov}(R_{kt}, R_{kt-1}) \quad (5.8)^6$$

$$v^2 = \frac{\text{Var}(R_{kt}) + 2\text{Cov}(R_{kt}, R_{kt-1})}{k} \quad (5.9)$$

เมื่อแทนค่า v^2 และ σ^2 ในสมการ 5.7 จะได้

$$g_j = \frac{2 \left[\frac{\text{Var}(R_{jt})}{j} + \frac{\text{Var}(R_{kt})}{k} (j-1) + \frac{\text{Cov}(R_{kt}, R_{kt-1})}{j} \right]}{\frac{\text{Var}(R_{jt})}{j} + \frac{\text{Var}(R_{kt})}{k} (2j-1) + \frac{2\text{Cov}(R_{kt}, R_{kt-1})}{j}} \quad (5.10)$$

สมการ 5.10 จะใช้ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคา (price adjustment coefficient) ของแต่หลักทรัพย์ สำหรับ ช่วงของผลตอบแทน (return interval) ตั้งแต่ $j=1,2,\dots,k-1$ วัน และไม่ต้องการข้อมูลข่าวสารนอกเหนือจากที่มีอยู่ ณ ช่วงผลตอบแทนนั้นๆ

⁶ Amihud and Mendelson(1987) ได้แสดงไว้ว่า

$$\text{COV}(R_t, R_{t-1}) = \frac{g}{2-g} [(1-g)v^2 - \sigma^2]$$

$$\text{CORR}(R_t, R_{t-1}) = \frac{g[(1-g)v^2 - \sigma^2]}{gv^2 + 2\sigma^2}$$

เครื่องหมายของ autocovariance หรือ autocorrelation ขึ้นอยู่กับ adjustment process กับ noise (σ^2)

- 1) noise จะเป็นลบเสมอ
- 2) adjustment process จะขึ้นอยู่กับค่า g

2.1 ถ้า $0 < g < 1$ (partial adjustment) จะเป็นบวก และ autocorrelation จะเป็นลบ เมื่อ $\sigma^2 > (1-g)v^2$ และเป็นบวกเมื่อ $\sigma^2 < (1-g)v^2$

2.2 ถ้า $g > 1$ (overreaction) จะเป็นลบ และ autocorrelation จะเป็นลบด้วย

ดังนั้นถ้า $g = 1$ แล้ว autocovariance และ autocorrelation จะเป็นลบ และ $\text{COV}(R_t, R_{t-1}) = -\sigma^2$

5.2 วิธีการศึกษา

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคา (price adjustment coefficient) หรือค่า g นั้นจะใช้ข้อมูลราคาหลักทรัพย์แต่ละหลักทรัพย์ในแต่ละวันมาคำนวณผลตอบแทนในช่วงเวลาต่างๆ (interval return) ของระยะเวลาตั้งแต่ 16 มิถุนายน 2531 ถึง 16 พฤษภาคม 2534 กับ 16 มิถุนายน 2534 ถึง 25 พฤษภาคม 2537 และหลักทรัพย์นั้นจะต้องยังไม่ถูกเพิกถอนให้ออกจากตลาด ภายในสิ้นระยะเวลาแต่ละช่วง โดยไม่สนใจว่า ณ วันที่ตลาดเปิดทำการซื้อขายหลักทรัพย์นั้นจะมีการซื้อขายหรือไม่ และกำหนดจำนวนช่วงเวลา (Limit interval) ที่คาดว่าราคาหลักทรัพย์นั้นจะเข้าสู่มูลค่าที่แท้จริง (Intrinsic value) ซึ่ง ณ ช่วงเวลานี้ราคาหลักทรัพย์จะปรับตัวต่อข้อมูลข่าวสารได้อย่างสมบูรณ์ (ค่า $g=1$) การประมาณค่า g ในสมการที่ 5.10 จะมีขั้นตอน ดังนี้

1. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคา (price adjustment coefficient (g)) ของตลาด

1) คำนวณหาอัตราผลตอบแทนแต่ละหลักทรัพย์ ในช่วงผลตอบแทน ตั้งแต่ 1,2,....., k วัน พร้อมกับคำนวณค่าผลตอบแทนเฉลี่ยของแต่ละหลักทรัพย์ในแต่ละช่วงผลตอบแทน การคำนวณผลตอบแทนจะเป็น ดังนี้

$$R_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$$

2) คำนวณหาความแปรปรวนของอัตราผลตอบแทนแต่ละหลักทรัพย์ในช่วงผลตอบแทน ตั้งแต่ 1,2,....., k ภายในช่วงเวลาที่ศึกษาช่วงละ 720 วัน (ประมาณ 3 ปี) ตามสูตร ดังนี้

$$\text{Var}(R_{jt}) = \frac{1}{\left(\frac{n}{j} - 1\right)} \sum_{t=1}^{n/j} (R_{jt} - \hat{R}_j)^2$$

โดยที่

n = จำนวนวันทำการ (trading days) ทั้งหมดในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

j = ความถี่ในการคำนวณอัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ (intervaling frequency) โดย $j = 1, 2, \dots, 20$

R_{jt} = อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ในช่วงความถี่ที่ j ใดๆ

ณ เวลา t ใดๆภายในช่วงเวลาที่ศึกษา (return in interval t)

^

R_j = อัตราผลตอบแทนเฉลี่ยของช่วงความถี่ที่ j ตลอด
ระยะเวลาที่ศึกษา (average return for j -interval
returns over time period)

3) คำนวณหาความแปรปรวนร่วมของอัตราผลตอบแทนแต่ละหลักทรัพย์ของ
ช่วงผลตอบแทนที่ k วัน ภายในช่วงเวลาที่ศึกษาช่วงละ 720 วัน (ประมาณ 3 ปี) ตามสูตร ดังนี้

$$\text{Cov}(R_{kt}, R_{kt-1}) = \frac{1}{\left(\frac{n}{k} - 1\right)} \left[\sum_{t=1}^{n/k} (R_{kt} - \hat{R}_k)(R_{kt-1} - \hat{R}_k) \right]$$

4) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคา (price adjustment coefficient (g_j))
ของแต่ละหลักทรัพย์ ในช่วงผลตอบแทน ตั้งแต่ 1,2,...,k ภายในช่วงเวลาที่ศึกษาช่วงละ 720 วัน
(ประมาณ 3 ปี) ตามสูตร ในสมการ 5.10

** ถ้า - ค่า g_j ที่คำนวณได้ ≤ 0 ค่า $g_j = 0.01$

ถ้า - ค่า g_j ที่คำนวณได้ ≥ 2 ค่า $g_j = 2$

5) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคา (price adjustment coefficient (g_j))
ของตลาดในช่วงผลตอบแทน ตั้งแต่ 1,2,...,k โดยการหาค่าเฉลี่ย (mean) ของ g_j ของทุกหลักทรัพย์
พร้อมทั้งหาค่า median และ standard deviation ของค่า g_j ของตลาดด้วย

6) ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคา (price adjustment
coefficient (g_j)) ของตลาด ในแต่ละช่วงผลตอบแทน ตั้งแต่ 1,2,...,k ภายในแต่ละช่วงเวลาที่ศึกษา โดย
ใช้ t-test เพื่อดูว่า ค่า g ที่คำนวณได้แตกต่างจาก 1 ซึ่งเกินค่า g ที่ราคาปรับตัวได้เต็มที่ อย่างมีนัยสำคัญ
หรือไม่ และทำการทดสอบสถิติ non-parametric วิธี Sign Test เพื่อดูว่าค่า g ของก่อนและหลังใช้ระบบ
การซื้อขายด้วยคอมพิวเตอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

**2. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคา (price adjustment coefficient (g_j)) ของ
ตลาด โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามมูลค่าของหลักทรัพย์ตามราคาตลาด**

1) คำนวณมูลค่าตามราคาตลาดของแต่ละหลักทรัพย์เฉลี่ยตั้งแต่ปีพ.ศ.2534-2537

2) แบ่งกลุ่มของหลักทรัพย์ออกเป็น 3 กลุ่ม เรียงตามมูลค่าตามราคาตลาดของ
หลักทรัพย์ คือ กลุ่มที่มีมูลค่าตามราคาตลาดมากไปจนถึงกลุ่มที่มีมูลค่าตามราคาตลาดน้อย

3) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคา (price adjustment coefficient (g_j)) เฉลี่ย (mean) ของแต่ละกลุ่มที่แบ่งตามข้อ 2) ในช่วงผลตอบแทน ตั้งแต่ 1,2,...,k ภายในช่วงเวลาการศึกษา พร้อมทั้งหาค่า median และ standard deviation ของค่า g_j ของแต่ละกลุ่มด้วย

4) ทดสอบนัยสำคัญว่าค่า g แต่ละขนาดที่คำนวณได้ต่างจาก 1 อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ด้วย t-test และใช้ non-parametric วิธี Sign Test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่า g แต่ละขนาด ก่อนและหลังใช้คอมพิวเตอร์ และใช้ non-parametric วิธี Friedman Test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่า g ระหว่างกลุ่มบริษัททั้ง 3 ขนาด ทั้งก่อนและหลังใช้คอมพิวเตอร์

3. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคา (price adjustment coefficient (g_j)) ของตลาด โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามความแปรปรวนของผลตอบแทน

1) คำนวณความแปรปรวนแต่ละหลักทรัพย์ของแต่ละช่วงการศึกษาทั้งสองช่วง

2) แบ่งกลุ่มของหลักทรัพย์ในแต่ละช่วงการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม เรียงตามความแปรปรวนของผลตอบแทนรายวัน (Daily Variance) ของหลักทรัพย์ คือ กลุ่มที่ความแปรปรวนต่ำ (Low Variance) ไปจนถึงกลุ่มที่ความแปรปรวนสูง (High Variance)

3) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การปรับตัวของราคา (price adjustment coefficient (g_j)) เฉลี่ย (mean) ของแต่ละกลุ่มที่แบ่งตามข้อ 2) ในช่วงผลตอบแทน ตั้งแต่ 1,2,...,k ภายในช่วงเวลาการศึกษา พร้อมทั้งหาค่า median และ standard deviation ของค่า g_j ของแต่ละกลุ่มด้วย

4) ทดสอบนัยสำคัญว่าค่า g แต่ละกลุ่มที่คำนวณได้ต่างจาก 1 อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ด้วย t-test และใช้ non-parametric วิธี Sign Test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่า g แต่ละกลุ่ม ก่อนและหลังใช้คอมพิวเตอร์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า g ระหว่างกลุ่มบริษัททั้งสองทั้งก่อนและหลังใช้คอมพิวเตอร์