บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีลักษณะเป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อต้องการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เพื่อการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้น และวิธีการแปลงข้อมูลโดยใช้ผลต่างอันดับที่หนึ่ง โดยจะศึกษาเปรียบเทียบค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ ของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละวิธี เมื่อความคลาดเคลื่อนมีอัตตสหสัมพันธ์อันดับที่หนึ่ง ซึ่งมีลักษณะที่สนใจศึกษาดังนี้ ลักษณะการแจกแจงของ X มี 3 ลักษณะคือ Simple Time Trend, Stochastic Trend, และ Periodic Trend ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มี 3 ขนาดคือ 20, 30 และ 50 ส่วนค่าสหสัมพันธ์มี 7 ระดับ คือ 0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8 และ 0.9 โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชัน เพื่อหาข้อสรุปในการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เพื่อการพยากรณ์

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลสร้างสถานการณ์ต่างๆ ดังนั้นจึงขอกล่าวถึงวิธีจำลองมอนติคาร์โลก่อน แล้วจึงจะแสดงรายละเอียดขั้นตอนการวิจัยและโปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิจัยเป็นลำดับต่อไป

3.1 วิธีการจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Technique)

เทคนิคที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาในการคำนวณทางคณิตศาสตร์นั้นมีอยู่หลายวิธี วิธีมอนติคาร์โลเป็นวิธีหนึ่งที่จะใช้แก้ปัญหาได้ และเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน หลักสำคัญของเทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชันคือ การใช้เลขสุ่ม (Random Number) มาช่วยหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา ขั้นตอนของวิธีมอนติคาร์โลแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างเลขสุ่ม (Random Number)การใช้เลขสุ่มเป็นสิ่งที่สำคัญมากในวิธีมอนติคาร์โล ทั้งนี้เพราะว่า หลักการของวิธีมอนติคาร์โลนั้นจะใช้เลขสุ่มมาช่วยในการหาคำตอบ วิธีการสร้างเลขสุ่มนั้นมีหลายวิธี แต่วิธีที่ดีนั้นจะให้ลักษณะของเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1) และเป็นอิสระกัน

ขั้นตอนที่ 2 การประยุกต์ปัญหาที่ต้องการศึกษามาใช้กับเลขสุ่ม ซึ่งขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาที่ศึกษา บางปัญหาอาจใช้เลขสุ่มได้โดยตรง ในขณะที่บางปัญหาอาจต้องใช้ขั้นตอนอื่นอีกหลายขั้นตอน โดยที่มีการใช้ตัวเลขสุ่มในบางขั้นตอนเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองกระทำ เมื่อประยุกต์ปัญหาที่สนใจให้ใช้เลขสุ่มได้แล้ว ขั้นต่อไป คือ การทดลอง โดยใช้กระบวนการของเลขสุ่ม (Random Process) มากระทำในลักษณะซ้ำๆ กัน (Replication) เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา

3.2 การวางแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ กำหนดสถานการณ์ต่างๆ สำหรับศึกษาเปรียบเทียบของวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์เพื่อการพยากรณ์ โดยการใช้สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ลักษณะความคลาดเคลื่อนมีอัตสหสัมพันธ์อันดับที่หนึ่ง

เริ่มต้นจากการสร้างค่าความคลาดเคลื่อนที่มีสหสัมพันธ์กัน และตัวแปรอิสระตามรูปแบบที่กำหนด โดยมีระดับสหสัมพันธ์และขนาดตัวอย่างต่างๆ กัน ซึ่งลักษณะการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนที่ต้องการศึกษามีการแจกแจงแบบปกติ นำค่าคลาดเคลื่อนและตัวแปรอิสระที่ได้ไปสร้างตัวแปรตาม จากนั้นจึงทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีการประมาณทั้ง 3 วิธีที่ต้องการศึกษา

นำค่าประมาณพารามิเตอร์จากแต่ละวิธีการไปเข้าสมการพยากรณ์ ทำการพยากรณ์ไปล่วงหน้า 12 คาบเวลา หาค่าเฉลี่ยรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ในแต่ละคาบเวลา จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีการทั้ง 3 วิธี ในแต่ละคาบเวลาตั้งแต่คาบเวลาที่ 1 ถึง 12 คาบเวลา และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นช่วงๆ ในช่วง 3, 6, และ 12 คาบเวลาตามลำดับ

3.3 วิธีการทดลอง

สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาฟอร์แทรน (Fortran) โดยใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ AMDHAL 5850 เพื่อสร้างข้อมูลให้เป็นไปตามการทดลอง ซึ่งวิธีการทดลองแบ่งออก

เป็น 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การสร้างโปรแกรมย่อย (Subroutines) สำหรับการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน
2. การสร้างข้อมูล (X,Y) ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง
3. การประมาณค่าพารามิเตอร์จากแต่ละวิธีการ
4. การหาค่าเฉลี่ยรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ของแต่ละวิธี

รายละเอียดแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

3.3.1 การสร้างโปรแกรมย่อย สำหรับการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน

การสร้างลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนและตัวแปรอิสระตามที่กำหนดในข้อตกลงเบื้องต้น จะต้องใช้ตัวเลขสุ่ม (Random Numbers) ซึ่งมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง(0,1) เป็นพื้นฐานในการสร้าง สำหรับวิธีการผลิตเลขสุ่มจะใช้วิธีการสร้างเลขสุ่มแบบ Multiplicative Congruential Method ซึ่งรายละเอียดของการผลิตและโปรแกรมซึ่งใช้ชื่อว่า RANDOM แสดงไว้ในภาคผนวก ก ส่วนรายละเอียดในการสร้างการแจกแจงแบบปกติมีรายละเอียดเป็นดังนี้

3.3.1.1 การแจกแจงแบบปกติ Box และ Muller (1958) ได้สร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานพร้อมๆ กัน 2 ค่าที่เป็นอิสระต่อกันโดยใช้ตัวเลขผลิต (Generator) Z_1 และ Z_2 ดังนี้

$$Z_1 = (-2\ln R_1)^{1/2}\cos(2\pi R_2)$$

$$Z_2 = (-2\ln R_1)^{1/2}\sin(2\pi R_2)$$

R_1 และ R_2 เป็นตัวเลขสุ่มที่สร้างจาก FUNCTION RANDOM เมื่อได้เลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานแล้วทำการแปลงค่าเลขสุ่มดังกล่าวโดยใช้ฟังก์ชัน

$$Z_1' = \mu + Z_1 * \sigma$$

$$Z_2' = \mu + Z_2 * \sigma$$

จะได้ว่า Z_1' และ Z_2' มีการแจกแจงแบบปกติมีค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน σ^2 และเป็นอิสระกัน สำหรับโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างเลขสุ่มให้มีการแจกแจงแบบปกติ

มีค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน σ^2 คือ SUBROUTINE NORMAL(RMEAN,SD,EX) ซึ่งรายละเอียดของโปรแกรมแสดงไว้ในภาคผนวก ก

3.3.2 การสร้างข้อมูล (X,Y) ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

การสร้างข้อมูล (X,Y) มีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.3.2.1 สร้างค่าความคลาดเคลื่อนตามรูปแบบที่กำหนด ซึ่งมีตัวแบบดังนี้

$$\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + u_t \ , \ t = 1,2,\ldots,n$$

โดยมีระดับสหสัมพันธ์ (ρ) 7 ระดับคือ 0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8 และ 0.9 สำหรับขนาดตัวอย่าง (n) ที่ใช้มี 3 ขนาดคือ 20, 30, และ 50 ซึ่ง u_t เป็นค่าคลาดเคลื่อนสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนเป็น 10 สร้าง ε_t ให้มีการแจกแจงแบบปกติมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนตามที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2

3.3.2.2 สร้างค่า X ซึ่งเป็นตัวแปรที่กำหนดรูปแบบได้ ในการวิจัยครั้งนี้จะศึกษารูปแบบของตัวแปรอิสระ 3 รูปแบบ ดังนี้

$$X_t = t \qquad , \ t = 1,2,\ldots,n$$

$$X_t = t + v_t \qquad , \ t = 1,2,\ldots,n$$

$$X_t = t + \cos(2\pi t/12) \ , \ t = 1,2,\ldots,n$$

เมื่อ $v_t \sim N(0,10)$

3.3.2.3 สร้างค่าตัวแปรตาม Y ตามรูปแบบของสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \ , \ t = 1,2,\ldots,n$$

เมื่อ β_0 และ β_1 เป็นพารามิเตอร์ที่ถูกกำหนดขึ้นมา และ ε_t เป็นค่าคลาดเคลื่อนสุ่มที่สร้างขึ้นมาตามรูปแบบข้างต้น

3.3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์จากแต่ละวิธีการ

เมื่อสร้างข้อมูล (X,Y) ที่มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงและรูปแบบความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนดแล้ว ขั้นต่อไปคือการนำข้อมูล (X,Y) ที่ได้ไปประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้เสนอวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ไว้ 3 วิธีซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.3.1 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

การประมาณค่าพารามิเตอร์ (β_o,β_1) ด้วย (b_o,b_1) โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$b_1 = \frac{\left[n\sum_{t=1}^{n} X_t Y_t - \sum_{t=1}^{n} X_t \sum_{t=1}^{n} Y_t \right]}{\left[n\sum_{t=1}^{n} X_t^2 - \left(\sum_{t=1}^{n} X_t \right)^2 \right]}$$

$$b_o = \bar{Y} - b_1\bar{X}$$

3.3.3.2 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้น

มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (b_o,b_1) มาประมาณค่า ρ ด้วยค่า $\hat{\rho}$ มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\hat{\rho} = \sum_{t=2}^{n} e_t e_{t-1} \;/\; e_t^2$$

โดยที่ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

$\hat{Y}_t = b_o + b_1 X_t$

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดค่าเริ่มต้น $(\hat{\rho}_o,\hat{\Phi}_o,\hat{\beta}_o)$ โดยนำค่าประมาณจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจากขั้นตอนที่ 1 มาใช้ ดังนี้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. $\hat{\rho}_o = \hat{\rho}$
2. $\hat{\phi}_o = b_o(1 - \hat{\rho})$
3. $\hat{\beta}_o = b_1$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่า g_1, g_2, g_3, g_{11}, g_{12}, g_{13}, g_{21}, g_{22}, g_{23}, g_{31}, g_{32}, g_{33} โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$g_1(\rho,\phi,\beta) = \sum_{t=2}^{n} Y_{t-1}Y_t - \hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}Y_t - \hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_tY_{t-1} + 2\hat{\rho}\hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}Y_{t-1}$$

$$- \hat{\rho}\sum_{t=2}^{n} Y_{t-1}^2 - \hat{\phi}\sum_{t=2}^{n} Y_{t-1} + \hat{\phi}\hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1} + \hat{\beta}^2\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}X_t$$

$$- \hat{\rho}\hat{\beta}^2\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}^2$$

$$g_2(\rho,\phi,\beta) = \sum_{t=2}^{n} Y_t - \hat{\rho}\sum_{t=2}^{n} Y_{t-1} - \hat{\phi}(n-1) - \hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_t + \hat{\rho}\hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}$$

$$g_3(\rho,\phi,\beta) = \sum_{t=2}^{n} X_tY_t - \hat{\rho}\sum_{t=2}^{n} (X_{t-1}Y_t + X_tY_{t-1}) + \hat{\rho}^2\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}Y_{t-1}$$

$$- \hat{\phi}\sum_{t=2}^{n} X_t + \hat{\rho}\hat{\phi}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1} - \hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_t^2 + 2\hat{\rho}\hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}X_t$$

$$- \hat{\rho}^2\hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}^2$$

$$g_{11}(\rho,\phi,\beta) = 2\hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}Y_{t-1} - \sum_{t=2}^{n} Y_{t-1}^{2} - \hat{\beta}^{2}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}^{2}$$

$$g_{12}(\rho,\phi,\beta) = -\sum_{t=2}^{n} Y_{t-1} + \hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}$$

$$g_{13}(\rho,\phi,\beta) = -\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}Y_{t} - \sum_{t=2}^{n} X_{t}Y_{t-1} + 2\hat{\rho}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}Y_{t-1}$$

$$+ \hat{\phi}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1} + 2\hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}X_{t} - 2\hat{\rho}\hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}^{2}$$

$$g_{21}(\rho,\phi,\beta) = -\sum_{t=2}^{n} Y_{t-1} + \hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}$$

$$g_{22}(\rho,\phi,\beta) = -n + 1$$

$$g_{23}(\rho,\phi,\beta) = -\sum_{t=2}^{n} X_{t} + \hat{\rho}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}$$

$$g_{31}(\rho,\phi,\beta) = -\sum_{t=2}^{n} (X_{t-1}Y_{t} + X_{t}Y_{t-1}) + 2\hat{\rho}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}Y_{t-1}$$

$$+ \hat{\phi}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1} + 2\hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}X_{t} - 2\hat{\rho}\hat{\beta}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}^{2}$$

$$g_{32}(\rho,\phi,\beta) = -\sum_{t=2}^{n} X_{t} + \hat{\rho}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}$$

$$g_{33}(\rho,\phi,\beta) = -\sum_{t=2}^{n} X_{t}^{2} + 2\hat{\rho}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}X_{t} - \hat{\rho}^{2}\sum_{t=2}^{n} X_{t-1}^{2}$$

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณค่าประมาณพารามิเตอร์ $(\hat{\rho}_1, \hat{\phi}_1, \hat{\beta}_1)$ โดยคำนวณจากสมการดังนี้

$$\begin{bmatrix} \hat{\rho}_1 \\ \hat{\phi}_1 \\ \hat{\beta}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{\rho}_0 \\ \hat{\phi}_0 \\ \hat{\beta}_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & g_{13} \\ g_{21} & g_{22} & g_{23} \\ g_{31} & g_{32} & g_{33} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -g_1 \\ -g_2 \\ -g_3 \end{bmatrix}$$

ขั้นตอนที่ 5 หาความแตกต่างระหว่างค่าประมาณพารามิเตอร์ชุดที่ 1 และชุดที่ 2

ขั้นตอนที่ 6 พิจารณาความแตกต่างจากขั้นตอนที่ 5 โดยจะพิจารณา 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ถ้ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เกณฑ์เท่ากับ 0.00001) จะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ชุดที่ 1 ไม่เป็นค่าประมาณที่เหมาะสม จะกำหนดค่าประมาณที่ได้เป็นค่าเริ่มต้น และย้อนกลับไปทำขั้นตอนที่ 3

กรณีที่ 2 ถ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด จะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ชุดที่ 1 เป็นค่าประมาณพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

3.3.3.3 วิธีการแปลงข้อมูลโดยใช้ผลต่างอันดับที่หนึ่ง

มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แปลงข้อมูล

$$Y'_t = Y_t - Y_{t-1}$$

$$X'_t = X_t - X_{t-1}$$

ขั้นตอนที่ 2 ประมาณค่า β_1 ด้วย b_1

$$b_1 = \sum_{t=2}^{n} X'_t Y'_t \; / \; \sum_{t=2}^{n} (X'_t)^2$$

3.3.4 การหาค่าเฉลี่ยรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์

มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.3.4.1 สร้างค่า Y จริงตามวิธีการที่กล่าวมาข้างต้นไปล่วงหน้า 12 คาบเวลา

3.3.4.2 ประมาณค่า $\hat{Y}$ พยากรณ์ล่วงหน้า 12 คาบเวลา ด้วยวิธีการประมาณค่า 3 วิธี โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามวิธีที่กล่าวมาข้างต้น และมีสมการพยากรณ์ ดังนี้

3.3.4.2.1 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

มีสมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{n+t} = b_o + b_1 X_{n+t} \quad , t = 1, 2, \ldots, 12$$

3.3.4.2.2 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบไม่เป็นเชิงเส้น

มีสมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{n+1} = \hat{\rho} Y_n + \hat{\phi} + \hat{\beta}(X_{n+1} - \hat{\rho} X_n)$$

$$\hat{Y}_{n+t} = \hat{\rho}\hat{Y}_{n+t-1} + \hat{\phi} + \hat{\beta}(X_{n+t} - \hat{\rho} X_{n+t-1}) \quad , t = 2, \ldots, 12$$

3.3.4.2.3 วิธีการแปลงข้อมูลโดยใช้ผลต่างอันดับที่หนึ่ง

มีสมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{n+1} = Y_n + b_1(X_{n+1} - X_n)$$

$$\hat{Y}_{n+t} = \hat{Y}_{n+t-1} + b_1(X_{n+t} - X_{n+t-1}) \quad , t = 2, 3, \ldots, 12$$

3.3.4.3 หาค่าเฉลี่ยรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ของแต่ละคาบเวลาใน 500 รอบ โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$RMSE_i = \left[\sum_{j=1}^{500} \frac{(\hat{Y}_{ij} - Y_{ij})^2}{500} \right]^{1/2} \quad , i = 1, 2, \ldots, 12$$

ซึ่ง Y_{ij} คือค่าจริงของตัวแปรตาม Y ในคาบพยากรณ์ที่ i และ $\hat{Y}_{ij}$ คือค่าพยากรณ์ของตัวแปรตาม Y ในคาบพยากรณ์ที่ i

3.3.4.4 หาค่าเฉลี่ยรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์เฉลี่ยเป็นช่วงๆ ในช่วง 3 , 6, และ 12 คาบเวลา

3.3.4.4.1 ค่าเฉลี่ย 3 คาบเวลา

โดยการหาผลรวมสะสมค่าเฉลี่ยรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ ตั้งแต่คาบเวลาที่ 1 ถึง 3 นำมาหารด้วย 3 ดังมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{AVER RMSE 3} = \sum_{i=1}^{3} \text{RMSE}_i / 3$$

3.3.4.4.2 ค่าเฉลี่ย 6 คาบเวลา

โดยการหาผลรวมสะสมค่าเฉลี่ยรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ ตั้งแต่คาบเวลาที่ 1 ถึง 6 นำมาหารด้วย 6 ดังมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{AVER RMSE 3} = \sum_{i=1}^{6} \text{RMSE}_i / 6$$

3.3.4.4.3 ค่าเฉลี่ย 12 คาบเวลา

โดยการหาผลรวมสะสมค่าเฉลี่ยรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ ตั้งแต่คาบเวลาที่ 1 ถึง 12 นำมาหารด้วย 12 ดังมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{AVER RMSE 3} = \sum_{i=1}^{12} \text{RMSE}_i / 12$$

3.3.4.5 ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีการ โดยเปรียบเทียบในแต่ละคาบเวลาทั้งหมด 12 คาบเวลา จากนั้นจึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นช่วงๆ ในช่วง 3, 6, และ 12 คาบเวลา

3.3.4.6 ทำการทดลองเช่นนี้โดยการเปลี่ยนรูปแบบตัวแปรอิสระและขนาดตัวอย่าง จนกระทั่งครบทุกรูปแบบที่ต้องการศึกษา

รูปที่ 3.1 แสดงผังงานสำหรับหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการพยากรณ์