

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย เพื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์เดี่ยวและวิธีการพยากรณ์ร่วม ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มีและไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล พร้อมทั้งตรวจสอบผลการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวซึ่งประกอบด้วย วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย (SMA) วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว (SES) วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล 2 ครั้งตามแบบของบราวน์ (DES) วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล 2 ครั้งตามแบบของโฮลท์ (LES) วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล 3 ครั้งตามแบบของบราวน์ (TES) วิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลท์-วินเทอร์ (HWS) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (REG) และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (B-J) กับวิธีการพยากรณ์ร่วมโดยการให้น้ำหนักแบบ Newbold และ Granger 2 แบบ ใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบจากการวัดค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

#### ลักษณะและแหล่งที่มาของข้อมูล

ฐานข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ 2 ฐาน ฐานแรก คือ ปริมาณการพิมพ์ ซึ่งแยกเป็นหนังสือภาษาไทย หนังสือภาษาอังกฤษ และวิทยานิพนธ์ ของศูนย์บรรณสารสนเทศทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ปีการศึกษา 2537 ถึง เดือนตุลาคม ปีการศึกษา 2542 รวมเป็นอนุกรมเวลารายเดือน 65 เดือน เนื่องจากข้อมูลปริมาณการพิมพ์นี้เป็นข้อมูลทางการศึกษาที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นซ้ำกันในแต่ละช่วงเวลา จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล และฐานข้อมูลฐานที่สอง คือ จำนวนครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ที่ปฏิบัติงานในระหว่างปีการศึกษา 2528-2541 เป็นอนุกรมเวลารายปี 14 ปี เนื่องจากข้อมูลจำนวนครูนี้เป็นข้อมูลรายปีที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงไม่ซ้ำกันในแต่ละปี และในปัจจุบันนี้ครูวิทยาศาสตร์และครูคณิตศาสตร์เป็นสาขาที่ขาดแคลน จึงควรมีการพยากรณ์เพื่อเป็นประโยชน์ในการกำหนดนโยบายด้านบุคลากร ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลจำนวนครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ที่ปฏิบัติงานในระหว่างปีการศึกษา 2528-2541 เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล

แหล่งที่มาของข้อมูล ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิจาก 2 แหล่ง คือ บันทึกสถิติรายเดือนของศูนย์บรรณสารสนเทศทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และหนังสือสถิติของกองแผนงาน กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบบันทึกข้อมูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ดังตาราง 12-13

ตาราง 12 แบบบันทึกข้อมูลปริมาณการเยี่ยมสิ่งพิมพ์ประเภท.....(เล่ม)

ปีการศึกษา / เดือน	2537	2538	2539	2540	2541	2542
มิถุนายน						
.						
.						
.						
พฤษภาคม						

ตาราง 13 แบบบันทึกข้อมูลจำนวนครู..... (คน)

ปีการศึกษา	จำนวนคน
2528	
.	
.	
.	
2541	

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ขั้นการติดต่อขอความร่วมมือ ผู้วิจัยติดต่อขอความร่วมมือไปยังเจ้าหน้าที่บรรณารักษ์ ของศูนย์บรรณสารสนเทศทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เพื่อขอบันทึกข้อมูลปริมาณการยืมสิ่งพิมพ์ และติดต่อขอความร่วมมือไปยังเจ้าหน้าที่กองแผนงาน กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อขอข้อมูลจำนวนครุวิทยศาสตร์และคณิตศาสตร์

2. ขั้นตอนการสำรวจและบันทึกข้อมูล ผู้วิจัยสำรวจและบันทึกข้อมูลปริมาณการยืมสิ่งพิมพ์ ในช่วงเดือนมิถุนายน 2537 ถึง เดือนตุลาคม 2542 ของศูนย์บรรณสารสนเทศทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และข้อมูลจำนวนครุวิทยศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2528-2541

3. ขั้นตอนการบรรณาธิกรณ (edit) ข้อมูล ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทั้งหมด

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ออกเป็น 6 ตอน โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows version 9.01, SAS version 6.12 และ Microsoft office 97 (Excel) วิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในแต่ละตอนมีรายละเอียดดังนี้

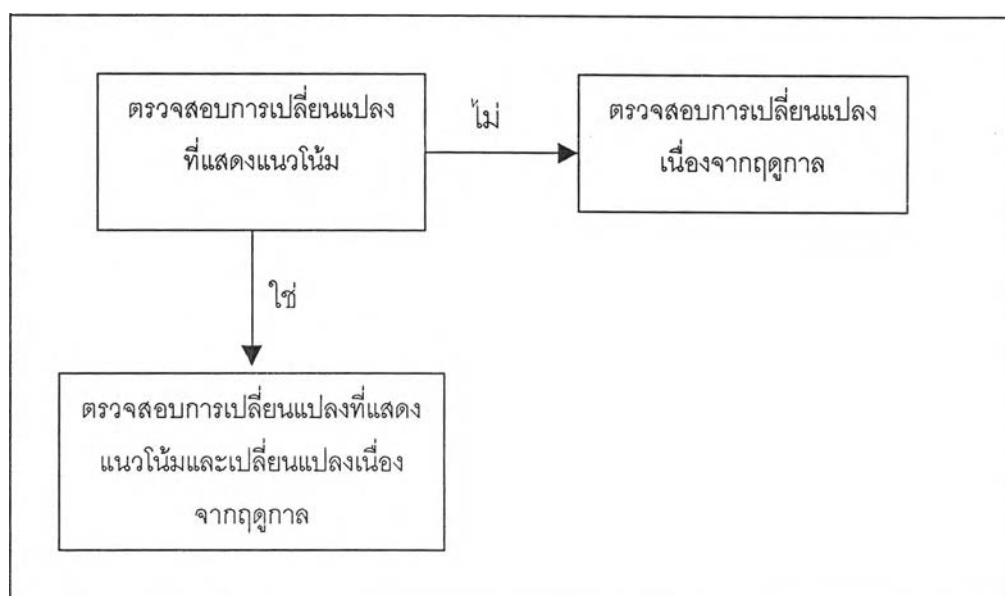
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และค่าการกระจายของข้อมูล

ตอนที่ 2 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้ม และ/หรือการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล ผู้วิจัยแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนแรก เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้ม และ/หรือการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล สำหรับข้อมูลรายเดือน และตอนที่สอง เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้มเพียงอย่างเดียว สำหรับข้อมูลรายปี มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 2.1 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้ม และ/หรือการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน โดยการนำข้อมูลอนุกรมเวลามาพล็อตกราฟ เพื่อดูลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา และตรวจสอบโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลอนุกรมเวลา มีการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้มและ/หรือการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาลจริงหรือไม่ โดยตรวจสอบทั้งรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้ม และ/หรือการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาลโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย ต้องตรวจสอบตามขั้นตอนดังนี้ คือ

1. ตรวจสอบว่ามีแนวโน้มหรือไม่เมื่อมีฤดูกาลอยู่แล้ว โดยการทดสอบแบบ partial t-test จากรูปแบบแนวโน้มและฤดูกาล
2. หากพบว่ามีแนวโน้มจากผลการตรวจสอบสมมติฐานในข้อที่ 1 จึงตรวจสอบว่ามีฤดูกาลด้วยหรือไม่ โดยการทดสอบแบบ partial F-test จากรูปแบบแนวโน้มและฤดูกาล
3. หากพบว่าไม่มีแนวโน้มจากผลการตรวจสอบสมมติฐานในข้อที่ 1 จะตรวจสอบว่ามีฤดูกาลอย่างเดียวหรือไม่ โดยการทดสอบแบบ overall F-test จากรูปแบบฤดูกาล ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มและ/หรือฤดูกาล

ตอนที่ 2.2 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้ม สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลารายปี โดยการนำข้อมูลอนุกรมเวลามาพล็อตกราฟ เพื่อดูลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา และตรวจสอบโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้มจริงหรือไม่ โดยการทดสอบแบบ partial t-test

เมื่อตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลแล้ว ก็จะนำมาพิจารณาเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวยัง 7 วิธี ยกเว้นวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล หรือจากทั้ง 6 วิธี ยกเว้นวิธีการปรับให้เรียบแบบไฮลท์-วินเทอร์และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล เพื่อแบ่งวิธีการพยากรณ์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล และกลุ่มที่ไม่ค่อยเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล

ตอนที่ 3 พยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีการพยากรณ์เดี่ยว เพื่อหาสมการการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละวิธี โดยสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาลจะพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เดี่ยวทั้ง 8 วิธี และสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาลจะพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เดี่ยวเพียง 6 วิธีเท่านั้น เนื่องจากข้อมูลนี้มีข้อจำกัดที่เป็นข้อมูลรายปี และมีค่าสังเกต 14 ค่า ทำให้ไม่สามารถใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบไฮลท์-วินเทอร์และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ มาพยากรณ์ได้ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 พยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล 2 ครั้งตามแบบของไฮลท์ วิธีการปรับให้เรียบแบบไฮลท์-วินเทอร์ และวิธีการวิเคราะห์การถดถอย โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows version 9.01 ส่วนวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล 2 ครั้งตามแบบของบราวน์ และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล 3 ครั้งตามแบบของบราวน์ ใช้โปรแกรม SAS version 6.12 เพื่อหาสมการการพยากรณ์ แล้วนำเสนอผลการพยากรณ์ 10 ช่วงเวลาล่วงหน้า โดยการพล็อตกราฟ

ขั้นที่ 2 พยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows version 9.01 ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 2.1 การกำหนดรูปแบบ โดยพิจารณาจากผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่แสดงแนวโน้ม และ/หรือฤดูกาล ในตอนที่ 2 แล้วจึงนำมากำหนดค่าผลต่าง และ/หรือผลต่างฤดูกาลในคอเรลโลแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบจากลักษณะของฟังก์ชันอัตตะสสัมพันธ์และฟังก์ชันอัตตะสสัมพันธ์บางส่วน

ขั้นที่ 2.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์

ขั้นที่ 2.3 การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ โดยพิจารณาจากคอเรลโลแกรมของความคลาดเคลื่อน การทดสอบค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบด้วยการทดสอบแบบ partial t-test พิจารณาจากค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน และทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบ Box-Ljung Chi-Square Statistic

$$Q'_m = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{I_k^2(e_t)}{n-k}$$

ขั้นที่ 2.4 นำรูปแบบไปใช้ในการพยากรณ์ 10 ช่วงเวลาล่วงหน้า แล้วนำเสนอโดยการพล็อตกราฟ

ตอนที่ 4 พยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีการพยากรณ์รวม โดยใช้ Microsoft office 97 (Excel) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งวิธีการพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี ยกเว้นวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล หรือแบ่งวิธีการพยากรณ์ทั้ง 6 วิธี ยกเว้นวิธีการปรับให้เรียบแบบไฮลท์-วินเทอร์และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีวิธีที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลมาก กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีวิธีที่ไม่ค่อยเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลหรือไม่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่รวมวิธีการพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล หรือ 6 วิธี สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล

ขั้นที่ 2 คำนวณหาค่าน้ำหนักของแต่ละวิธีทั้ง 3 กลุ่ม จากสูตรดังนี้

$$1. w_i = \frac{\left( \sum_{t=n-U}^{n-1} e_t(i)^2 \right)^{-1}}{\sum_{j=1}^p \left( \sum_{t=n-U}^{n-1} e_t(j)^2 \right)^{-1}}$$

$$2. w_i = \beta \frac{\left[ \left( \sum_{t=n-U-1}^{n-2} e_t(i)^2 \right)^{-1} \right]}{\left[ \sum_{j=1}^p \left( \sum_{t=n-U}^{n-2} e_t(j)^2 \right)^{-1} \right]} + (1-\beta) \frac{\left[ \left( \sum_{t=n-U}^{n-1} e_t(i)^2 \right)^{-1} \right]}{\left[ \sum_{j=1}^p \left( \sum_{t=n-U}^{n-1} e_t(j)^2 \right)^{-1} \right]}, 0 < \beta < 1$$

$$\text{โดยที่ } e_t(i) = \frac{[y_t - \hat{y}_t(i)]}{y_t}, i = 1, 2, 3, \dots, p$$

ดังนั้นจะได้วิธีการพยากรณ์รวม 6 วิธี คือ วิธีที่ 1 (C1) ได้จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลมากมารวมกันโดยให้น้ำหนักในสูตรที่ 1 วิธีที่ 2 (C2) ได้จากวิธีที่ไม่ค่อยเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลหรือไม่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลมารวมกันโดยให้น้ำหนักในสูตรที่ 1 วิธีที่ 3 (C3) ได้จากการนำวิธีการพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี (หรือ 6 วิธี) มารวมกันโดยให้น้ำหนักในสูตรที่ 1 วิธีที่ 4 (C4) ได้จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลมากมารวมกันโดยให้น้ำหนักในสูตรที่ 2 วิธีที่ 5 (C5) ได้จากวิธีที่ไม่ค่อยเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลหรือไม่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลมารวมกันโดยให้น้ำหนักในสูตรที่ 2 และ

วิธีที่ 6 (C6) ได้จากการนำวิธีการพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี (หรือ 6 วิธี) มารวมกันโดยให้น้ำหนักในสูตรที่ 2

ขั้นที่ 3 คำนวณหาค่าพยากรณ์จากสูตร

$$\hat{y}_t = \sum_{i=1}^p w_i \hat{y}_t^{(i)}$$

เมื่อ  $\hat{y}_t^{(i)}$  = ค่าพยากรณ์ ณ เวลาที่  $t$  วิธีพยากรณ์ที่  $i$

$\hat{y}_t$  = ค่าพยากรณ์ ณ เวลาที่  $t$

$w_i$  = น้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่  $i$

$p$  = จำนวนวิธีการพยากรณ์

กำหนดให้  $\alpha$  มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n-1$  และ  $\beta$  มีค่าเท่ากับ .1, .2, ..., .9 เพื่อหาค่า น้ำหนักที่ทำให้ค่าพยากรณ์มีค่าความคลาดเคลื่อน SSE ต่ำที่สุด

ขั้นที่ 4 นำเสนอผลการพยากรณ์ 10 ช่วงเวลาล่วงหน้า โดยการพล็อต กราฟ

ตอนที่ 5 ตรวจสอบผลการพยากรณ์ โดยนำผลจากการพยากรณ์ในตอนที่ 3 และ ตอนที่ 4 มาเปรียบเทียบกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 พล็อตกราฟค่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่เกิดขึ้นจริง กับค่าผลการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เดี่ยวทั้ง 8 วิธี และวิธีการพยากรณ์ร่วม 6 วิธี รวมเป็น 14 วิธี สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล และสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล จะมีวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 6 วิธี เนื่องจากไม่สามารถใช้วิธีการปรับ ให้เรียบแบบไฮลท์-วินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ได้ และวิธีการพยากรณ์ร่วม 6 วิธี รวมเป็น 12 วิธี

ขั้นที่ 2 คำนวณค่าความคลาดเคลื่อน MAPE และ MSE ในการพยากรณ์ แต่ละวิธีจากสูตร

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right|}{n} \times 100$$

$$\text{MSE} = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n}$$

เมื่อ  $\hat{y}_t$  = ค่าพยากรณ์ ณ เวลาที่  $t$

$y_t$  = ข้อมูลจริง ณ เวลาที่  $t$

$n$  = จำนวนข้อมูล

ขั้นที่ 3 เปรียบเทียบผลความคลาดเคลื่อน ของการพยากรณ์เดี่ยวและ  
การพยากรณ์รวม

ตอนที่ 6 เลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อน MAPE และ MSE  
น้อยที่สุดสำหรับข้อมูลแต่ละชุด เพื่อนำมาพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาในอีก 10 ช่วงเวลาล่วงหน้า