รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2542). **การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS for Windows**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กานต์ กุณาศล. (2525). **การคาดคะเนความต้องการครูระดับประถมศึกษาของจังหวัดกาญจนบุรี ปี พ.ศ. 2524-2529**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกศิณี กมลรัตน์. (2529). **การศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัตติณา วัฒนาชยากูล. (2513). **การคาดคะเนความต้องการครูระดับประถมศึกษาของประเทศไทยระหว่างปีการศึกษา 2515-2519**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทรงศิริ แต้สมบัติ. (2539). **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ**. กรุงเทพมหานคร: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ทัศนีย์ อินทนู. (2543). **การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ร่วมและการพยากรณ์เดี่ยวในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มีและไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธิดารัตน์ จันทวี. (2539). **การพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพื่อการผลิตไฟฟ้าระยะสั้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงนุช อินทรวงษ์โชติ. (2538). **การสร้างแบบจำลองเศรษฐมิติทางการศึกษาเพื่อประเมินความต้องการครูโรงเรียนมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2538-2550**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2513). **การหาสูตรเศรษฐมิติทางการศึกษา และการเร่งรัดพัฒนาประเทศไทยโดยไม่ต้องรับความช่วยเหลือจากต่างประเทศ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภาพร สิงหทัต. (2518). **การคาดคะเนความต้องการครูระดับประถมศึกษาของประเทศไทยระหว่างปีการศึกษา 2518-2528**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทนา วิทวุฒิศักดิ์. (2532). **ห้องสมุดและการศึกษาค้นคว้า**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : ดี.ดี. บุ๊กสโตร์.

นิตย์ ฝ่าม. (2528). **การศึกษาตัวแบบพยากรณ์แบบอุปสงค์การบริหารโทรศัพท์ในประเทศไทยในอนาคต**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิตยา ภัสสรศิริ. (2514). **การใช้สูตรเศรษฐมิติทางการศึกษาประเมินกำลังคนในสาขาวิทยาศาสตร์และสาขาอื่นของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บำเพ็ญ ปิดชิด. (2540). **การประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ๊อกซ์และเจนกิ้นส์ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มีและไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2513). **การหาสูตรเศรษฐมิติทางการศึกษาและกระสวนความเจริญที่สมดุลย์สำหรับประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุษบา พิกุลผล. (2522). **การเปรียบเทียบรูปแบบที่ใช้คาดคะเนจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในประเทศไทยโดยใช้การวิเคราะห์อนุกรมเวลากับเทคนิคของบอกซ์และเจนกิ้นส์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย..

พรรณมาศ คันฉาย. (2513). **การหาสูตรเศรษฐมิติทางการศึกษาและการเร่งรัดพัฒนาประเทศไทยโดยได้รับการช่วยเหลือจากต่างประเทศ**. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณพร วิเชียรวงศ์. (2521). **การคาดคะเนความต้องการครูในอำเภอธัญบุรี จังหวัดประทุมธานี**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันพร เหลืองอาภาพงศ์. (2520). **การใช้วิธีการกำหนดรูปแบบอนุกรมเวลาของบ๊อกซ์และเจนกิ้นส์เพื่อคาดคะเนปริมาณการส่งออกของสินค้าเกษตรกรรมที่สำคัญของไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัลลภ โรจนศิริวณิชย์. (2528). **การพยากรณ์และการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงราคาหลักทรัพย์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2514). **การใช้สูตรเศรษฐมิติทางการศึกษาประเมินกำลังคนสาขาเกษตรกรรมอุตสาหกรรม และบริการในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อมรรัตน์ ปรารมย์. (2539). **การหาค่าพยากรณ์ร่วมโดยการให้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรุณี หงษ์ศิริวัฒน์. (2543). **การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่คงที่และไม่คงที่จากโมเดลอริมา โมเดลอริมาอินเตอร์เวนชันและโมเดลการถดถอย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกภาพ ยานะวิมุติ. (2543). **การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่ไม่คงที่ระหว่างเทคนิคบ๊อกซ์และเจนกิ้นส์ที่ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างและตัวบ่งชี้นำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อังคณา พัฒนผลไพบูลย์. (2531). **การสร้างรูปแบบจำลองเศรษฐมิติคาดคะเนจำนวนครูโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2531-2540**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัจฉรา จันทร์ฉาย. (2542). **การพยากรณ์เพื่อการตัดสินใจทางธุรกิจ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Attwell D. N. and Smith J. Q. (1991). A Bayesian Forecasting Model for Sequential Bidding. **Jounal of Forecasting** 10: 565-577.

Batchelor, R. and Dua, P. (1995). Forecaster Diversity and the Benefits of Combining Forecasts. **Management Science** 41: 68-75.

Bowerman, B. L. and O'Connell, R. T. (1993). **Forecasting and Time Series ; An Applied Approach**. 3rd Ed. California : Wadsworth.

de Alba, E. and Mendoza, M. (2001). Forecasting an Accumulated Series Based on Partial Accumulation: A Bayesian Method for Short Series With Seasonal Patterns. **Journal of Business & Economic Statistics** 19: 95-102.

Delurgio, S. A., Sr. (1998). **Forecasting Principles and Applications**. Singapore: McGraw-Hill.

Fildes R. (1984). Bayesian Forecasting. In S. Makridakis, et al (eds), **The Forecasting Accuracy of Major Time Series Method**, pp. 221-238. New York : John Wiley & Sons.

Granger, C. J. and Newbold, P. (1986). **Forecasting Economic Time Series**. California: Academic Press.

Guerrero, V. M. and Elizondo, J. (1997). Forecasting a Cumulative Variable Using Its Partially Accumulated Data. **Management Science** 43: 879-889.

Lenk, P. J. (1992). Hierarchical Bayes Forecasts of Multinomial Dirichlet Data Applied to Coupon Redemptions. **Journal of Forecasting**, 603-619.

Lewis, C. D. (1982). **Industrial and Business Forecasting Methods**. London: Butterworth.

Makridakis, S. et al. (1982). The Accuracy of Extrapolation (Time Series) Methods : Results of a Forecasting Competition. **Jounal of Forecasting** 1: 111-153.

Makridakis, S. and Winkler, R.L. (1983). Averages of Forecasts: Some Empirical Results. **Management Science** 29: 987-996.

Makridakis, S. Wheelwright, S. C. and Hyndman, R. J. (1998). **Forecasting: Methods and Application**. New York: John Wiley and Sons.

Montgomery D. C., Johnson L. A. and Gardiner J. S. (1990). **Forecasting and Time Series Analysis** 2nd Ed. New York: McGraw-Hill.

Newbold, P. and Granger, C. W. J. (1974). Experience with Forecasting Univariate Time Series and Combination of Forecasts. **Journal of the Royal Statistical Society, Ser. A** 137: 131-164.

O'Donovan, T. M. (1983). **Short Term Forecasting : An Introduction to the Box_Jenkins Approach to Forecasting**. New York: John Wiley and Sons.

Oliver R. M. (1987). Bayesian Forecasting With Stable Seasonal Patterns. **Journal of Business & Economic Statistics** 5: 77-85.

Pammer S. E., Fong D. K. H. and Arnold S. F. (2000). Forecasting the Penetration of a New Product-A Bayesian Approach. **Journal of Business & Economic Statistics** 18: 428-435.

Settimi R. and Smith J. Q. (2000). A Comparison of Approximate Bayesian Forecasting Methods for Non-Gaussian Time Series. **Jounal of Forecasting** 19: 135-148.

Winkler, R.L. and Makridakis, S. (1983). The Combination of Forecasts. **Jounal of the Royal Statistical Society, Ser. A** 146:150-157.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือขอความร่วมมือในการคัดลอกข้อมูล

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร.218-2680

ที่ ทม.0302(2770.0603)223 **วันที่** 2 มกราคม 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการศูนย์บรรณสารสนเทศ

ด้วย นางสาวอัจฉราวรรณ ทองไสย นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา สาขาวิชาสถิติการศึกษา อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มีและไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล ระหว่างการพยากรณ์ด้วยวิธีของเบย์ วิธีบ๊อกซ์-เจนกิ้นส์ และวิธีการพยากรณ์ร่วม" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา บวรกิติวงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบบันทึกข้อมูลทุติยภูมิจากปริมาณการยืมสิ่งพิมพ์ ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป (ตามเอกสารแนบ)

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวอัจฉราวรรณ ทองไทย ได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ที่ ทม.0302(2770.0603)224

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

2 มกราคม 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวอัจฉราวรรณ ทองไสย นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา สาขาวิชาสถิติการศึกษา อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มีและไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาลระหว่างการพยากรณ์ด้วยวิธีของเบย์ วิธีบ๊อกซ์-เจนกิ้นส์ และวิธีการพยากรณ์ร่วม" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา บวรกิติวงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบบันทึกข้อมูลทุติยภูมิจากสมุดสถิติรายปี ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวอัจฉราวรรณ ทองไทย ได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ
โทร.218-2680

ภาคผนวก ข

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย

ตาราง 44 ปริมาณ (เล่ม) การยืมหนังสือภาษาไทย (BOOK1)

ปีการศึกษา / เดือน	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544
มิถุนายน	4,415	4,181	1,312	2,983	3,587	5,570	6,027	5,352
กรกฎาคม	4,557	3,176	2,760	3,464	5,205	5,750	6,236	6,462
สิงหาคม	4,908	3,922	3,160	4,074	5,110	6,450	6,079	7,100
กันยายน	4,623	3,732	3,081	4,322	5,238	6,620	6,683	5,520
ตุลาคม	1,712	1,226	182	1,031	1,678	1,194	1,149	-
พฤศจิกายน	3,957	3,928	908	4,436	4,780	6,415	6,282	-
ธันวาคม	3,019	3,501	2,257	3,763	3,913	4,850	5,192	-
มกราคม	3,388	3,140	3,040	3,094	5,268	5,906	6,746	-
กุมภาพันธ์	2,534	4,052	2,843	3,962	5,566	6,202	4,155	-
มีนาคม	2,087	3,571	402	647	1,070	1,294	1,506	-
เมษายน	1,283	4,795	408	805	986	600	850	-
พฤษภาคม	651	4,087	84	283	317	293	676	-

ตาราง 45 ปริมาณ (เล่ม) การยืมหนังสือภาษาอังกฤษ (BOOK2)

ปีการศึกษา / เดือน	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544
มิถุนายน	511	384	371	537	839	876	996	943
กรกฎาคม	562	384	495	563	766	937	938	1,101
สิงหาคม	596	587	404	646	776	913	907	1,263
กันยายน	532	473	362	557	614	933	811	731
ตุลาคม	469	333	114	394	332	228	247	-
พฤศจิกายน	195	517	481	719	647	1,266	1,120	-
ธันวาคม	479	507	441	643	497	634	937	-
มกราคม	519	488	421	505	677	674	1,080	-
กุมภาพันธ์	461	449	411	618	627	650	710	-
มีนาคม	368	321	132	214	236	288	367	-
เมษายน	274	257	136	291	265	266	315	-
พฤษภาคม	178	502	16	138	90	143	274	-

ตาราง 46 ปริมาณ (เล่ม) การยืมวิทยานิพนธ์ (BOOK3)

ปีการศึกษา เดือน	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544
มิถุนายน	8,122	8,526	9,446	6,318	5,954	4,597	6,073	6,309
กรกฎาคม	9,434	9,638	9,289	5,859	6,095	6,109	7,232	7,225
สิงหาคม	10,912	10,474	10,324	7,253	6,670	5,803	7,342	8,010
กันยายน	10,428	9,821	9,328	6,653	6,250	6,015	7,809	6,281
ตุลาคม	7,238	6,039	2,344	6,763	4,435	5,659	3,532	-
พฤศจิกายน	10,846	11,128	10,642	7,421	5,997	9,798	7,782	-
ธันวาคม	10,780	7,419	7,648	5,565	5,957	7,519	5,752	-
มกราคม	10,715	8,598	9,626	4,560	7,028	8,067	6,342	-
กุมภาพันธ์	11,053	8,823	8,735	6,018	6,072	7,665	4,411	-
มีนาคม	8,635	10,349	5,238	6,672	5,757	5,674	5,442	-
เมษายน	5,833	11,373	4,778	5,734	1,310	3,147	3,945	-
พฤษภาคม	4,444	12,313	2,155	2,124	1,531	1,687	2,521	-

ตาราง 48 จำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา (STUDENT1)

ปีการศึกษา	จำนวนคน	ปีการศึกษา	จำนวนคน	ปีการศึกษา	จำนวนคน	ปีการศึกษา	จำนวนคน
2480	1,139,595	2496	2,849,444	2512	5,382,394	2528	7,151,054
2481	1,333,526	2497	2,735,447	2513	5,634,782	2529	7,160,494
2482	1,559,387	2498	2,742,007	2514	5,921,149	2530	7,100,226
2483	1,833,967	2499	2,832,609	2515	6,151,354	2531	7,009,604
2484	2,045,774	2500	2,913,489	2516	6,385,468	2532	6,987,240
2485	2,324,980	2501	3,096,761	2517	6,543,164	2533	6,955,492
2486	2,531,204	2502	3,145,285	2518	6,686,477	2534	6,906,336
2487	2,586,685	2503	3,256,496	2519	6,810,747	2535	6,757,437
2488	2,444,519	2504	3,396,651	2520	6,955,623	2536	6,576,886
2489	2,477,822	2505	3,472,989	2521	6,939,664	2537	6,289,768
2490	2,374,704	2506	4,291,235	2522	7,272,289	2538	5,962,613
2491	2,532,271	2507	4,500,374	2523	7,392,563	2539	5,910,332
2492	2,603,755	2508	4,640,122	2524	7,449,219	2540	5,927,902
2493	2,625,805	2509	4,800,001	2525	7,413,517	2541	5,935,577
2494	2,661,455	2510	4,983,093	2526	7,272,153	2542	5,959,336
2495	2,616,052	2511	5,122,728	2527	7,233,541	2543	6,012,047

ตาราง 47 จำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (STUDENT2)

ปีการศึกษา	จำนวนคน	ปีการศึกษา	จำนวนคน	ปีการศึกษา	จำนวนคน	ปีการศึกษา	จำนวนคน
2480	45,910	2496	100,931	2512	519,145	2528	2,243,373
2481	45,111	2497	123,679	2513	511,929	2529	2,184,850
2482	50,418	2498	144,467	2514	584,153	2530	2,110,209
2483	54,050	2499	174,765	2515	665,088	2531	2,083,237
2484	54,093	2500	248,176	2516	768,864	2532	2,119,487
2485	54,711	2501	245,092	2517	860,530	2533	2,227,991
2486	52,859	2502	273,810	2518	956,427	2534	2,448,812
2487	55,970	2503	320,001	2519	1,053,625	2535	2,717,439
2488	48,074	2504	319,464	2520	1,112,554	2536	3,047,163
2489	49,377	2505	334,600	2521	1,489,939	2537	3,386,240
2490	49,496	2506	302,991	2522	1,529,564	2538	3,684,008
2491	54,122	2507	311,664	2523	1,614,465	2539	3,926,889
2492	59,549	2508	316,238	2524	1,990,866	2540	4,097,331
2493	63,704	2509	334,927	2525	2,138,197	2541	3,382,528
2494	74,626	2510	358,221	2526	2,191,713	2542	3,409,059
2495	92,541	2511	394,419	2527	2,242,965	2543	3,428,201

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีของเบย์

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีของเบย์

1. ปริมาณการยืมหนังสือภาษาไทย (BOOK1)

ขั้นที่ 1 การกำหนดโมเดล จากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาล ในตอนที่ 2.2.1 พบว่า ข้อมูลปริมาณการยืมหนังสือภาษาไทย (BOOK1) มีแนวโน้มเส้นตรงและฤดูกาลโดยมีการรวมตัวแบบบวก ดังนั้นโมเดลที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลนี้ คือ

$$y_t = b_1 + b_2\, t + b_3 \sin\frac{2\pi t}{12} + b_4 \cos\frac{2\pi t}{12} + \varepsilon_t$$

ขั้นที่ 2 กำหนดค่าเริ่มต้น ผู้วิจัยนำข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการยืมหนังสือภาษาไทย (BOOK1) ไปวิเคราะห์การถดถอยเพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น จากผลการวิเคราะห์กำหนดค่าเริ่มต้นได้ดังนี้

$$\bar{\mathbf{b}}' = \begin{bmatrix} 35.924 \\ 0.522 \\ 8.509 \\ 14.899 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{V}' = \begin{bmatrix} 52.500 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.266 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 25.271 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 21.829 \end{bmatrix}$$

และ $\sigma_\varepsilon^2 = 535.112$

ขั้นที่ 3 การคำนวณค่าภายหลัง ผู้วิจัยใช้วิธี least-square จากการคำนวณได้ค่าภายหลังดังนี้

จาก $\mathbf{Z}' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 1 & 2 & \cdots & 24 \\ \sin\frac{2\pi}{12} & \sin\frac{4\pi}{12} & \cdots & \sin\frac{48\pi}{12} \\ \cos\frac{2\pi}{12} & \cos\frac{4\pi}{12} & \cdots & \cos\frac{48\pi}{12} \end{bmatrix}$

และ $\mathbf{Y}' = \begin{bmatrix} 11.94 & 64.15 & \cdots & 55.20 \end{bmatrix}$

จะได้ $\mathbf{G} = \mathbf{Z}'\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 24 & 300 & -0.003 & -0.012 \\ 300 & 4900 & -44.908 & 11.714 \\ -0.003 & -44.908 & 12.006 & -0.003 \\ -0.012 & 11.714 & -0.003 & 11.994 \end{bmatrix}$

$$\mathbf{g} = \mathbf{Z'Y} = \begin{bmatrix} 1027.690 \\ 13276.340 \\ 77.188 \\ 184.724 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{G}^{-1} = \begin{bmatrix} 0.203 & -0.013 & -0.048 & 0.013 \\ -0.013 & 0.001 & 0.004 & -0.001 \\ -0.048 & 0.004 & 0.098 & -0.004 \\ 0.013 & -0.001 & -0.004 & 0.084 \end{bmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{b}} = \mathbf{G}^{-1}\mathbf{g} = \begin{bmatrix} 35.924 \\ 0.552 \\ 8.509 \\ 14.899 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V} = \mathbf{G}^{-1}\sigma_{\varepsilon}^{2} = \begin{bmatrix} 108.440 & -6.891 & -25.748 & 6.831 \\ -6.891 & 0.551 & 2.060 & -0.545 \\ -25.748 & 2.060 & 52.272 & -2.024 \\ 6.831 & -0.545 & -2.024 & 45.152 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V}^{-1} = \begin{bmatrix} 0.045 & 0.561 & 0.000 & 0.000 \\ 0.561 & 9.157 & -0.084 & 0.022 \\ 0.000 & -0.084 & 0.022 & 0.000 \\ 0.000 & 0.022 & 0.000 & 0.022 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V}^{*-1} = \mathbf{V}^{-1} + \mathbf{V}^{-1} = \begin{bmatrix} 0.064 & 0.561 & 0.000 & 0.000 \\ 0.561 & 12.910 & -0.084 & 0.022 \\ 0.000 & -0.084 & 0.062 & 0.000 \\ 0.000 & 0.022 & 0.000 & 0.068 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V}^{*} = \begin{bmatrix} 25.430 & -1.115 & -1.506 & 0.366 \\ -1.115 & 0.127 & 0.172 & -0.041 \\ -1.506 & 0.172 & 16.360 & -0.054 \\ 0.366 & -0.041 & -0.054 & 14.671 \end{bmatrix}$$

$$\bar{\mathbf{b}}' = \begin{bmatrix} 35.926 \\ 0.552 \\ 8.509 \\ 14.899 \end{bmatrix}$$

ทำให้ได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{y}_{24+\tau} = M(24+\tau) = 35.926 + 0.552(24+\tau) + 8.509\sin\left[\frac{2\pi(24+\tau)}{12}\right] + 14.899\cos\left[\frac{2\pi(24+\tau)}{12}\right]$$

เมื่อ $\tau = 1, 2, 3, \ldots, 12$

2. ปริมาณการยืมหนังสือภาษาอังกฤษ (BOOK2)

ขั้นที่ 1 การกำหนดโมเดล จากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาล ในตอนที่ 2.2.1 พบว่า ข้อมูลปริมาณการยืมหนังสือภาษาอังกฤษ (BOOK2) มีแนวโน้มเส้นตรงและฤดูกาลโดยมีการรวมตัวแบบบวก ดังนั้นโมเดลที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลนี้ คือ

$$y_t = b_1 + b_2\, t + b_3 \sin\frac{2\pi t}{12} + b_4 \cos\frac{2\pi t}{12} + \varepsilon_t$$

ขั้นที่ 2 กำหนดค่าเริ่มต้น ผู้วิจัยนำข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการยืมหนังสือภาษาอังกฤษ (BOOK2) ไปวิเคราะห์การถดถอยเพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น จากผลการวิเคราะห์กำหนดค่าเริ่มต้นได้ดังนี้

$$\bar{\mathbf{b}}' = \begin{bmatrix} 5.364 \\ 0.134 \\ 1.019 \\ 2.056 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{V}' = \begin{bmatrix} 1.077 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.006 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.519 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.449 \end{bmatrix}$$

และ $\sigma_\varepsilon^2 = 10.991$

ขั้นที่ 3 การคำนวณค่าภายหลัง ผู้วิจัยใช้วิธี least-square จากการคำนวณได้ค่าภายหลังดังนี้ จาก

$$\mathbf{Z}' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \ldots & 1 \\ 1 & 2 & \ldots & 24 \\ \sin\frac{2\pi}{12} & \sin\frac{4\pi}{12} & \ldots & \sin\frac{48\pi}{12} \\ \cos\frac{2\pi}{12} & \cos\frac{4\pi}{12} & \ldots & \cos\frac{48\pi}{12} \end{bmatrix}$$

และ $\mathbf{Y}' = \begin{bmatrix} 2.28 & 12.66 & \ldots & 7.31 \end{bmatrix}$

จะได้ $\mathbf{G} = \mathbf{Z}'\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 24 & 300 & -0.003 & -0.012 \\ 300 & 4900 & -44.908 & 11.714 \\ -0.003 & -44.908 & 12.006 & -0.003 \\ -0.012 & 11.714 & -0.003 & 11.994 \end{bmatrix}$

$\mathbf{g} = \mathbf{Z}'\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 168.890 \\ 2243.800 \\ 6.196 \\ 26.160 \end{bmatrix}$

$\mathbf{G}^{-1} = \begin{bmatrix} 0.203 & -0.013 & -0.048 & 0.013 \\ -0.013 & 0.001 & 0.004 & -0.001 \\ -0.048 & 0.004 & 0.098 & -0.004 \\ 0.013 & -0.001 & -0.004 & 0.084 \end{bmatrix}$

$\hat{\mathbf{b}} = \mathbf{G}^{-1}\mathbf{g} = \begin{bmatrix} 5.364 \\ 0.134 \\ 1.019 \\ 2.056 \end{bmatrix}$

$\mathbf{V} = \mathbf{G}^{-1}\sigma_{\varepsilon}^{2} = \begin{bmatrix} 2.227 & -0.142 & -0.529 & 0.140 \\ -0.142 & 0.011 & 0.042 & -0.011 \\ -0.529 & 0.042 & 1.074 & -0.042 \\ 0.140 & -0.011 & -0.042 & 0.927 \end{bmatrix}$

$\mathbf{V}^{-1} = \begin{bmatrix} 2.934 & 27.295 & 0.000 & -0.001 \\ 27.295 & 445.819 & -4.086 & 1.066 \\ 0.000 & -4.086 & 1.092 & 0.000 \\ -0.001 & 1.066 & 0.000 & 1.094 \end{bmatrix}$

$\mathbf{V}^{*-1} = \mathbf{V}^{-1} + \mathbf{V}^{-1} = \begin{bmatrix} 3.112 & 27.295 & 0.000 & -0.001 \\ 27.295 & 628.434 & -4.086 & 1.066 \\ 0.000 & -4.086 & 3.020 & 0.000 \\ -0.001 & 1.066 & 0.000 & 3.321 \end{bmatrix}$

$$\mathbf{V}' = \begin{bmatrix} 0.522 & -0.023 & -0.031 & 0.008 \\ -0.023 & 0.003 & 0.004 & -0.001 \\ -0.031 & 0.004 & 0.336 & -0.001 \\ 0.008 & -0.001 & -0.001 & 0.301 \end{bmatrix}$$

$$\bar{\mathbf{b}}' = \begin{bmatrix} 5.364 \\ 0.134 \\ 1.019 \\ 2.056 \end{bmatrix}$$

ทำให้ได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{y}_{24+\tau} = M(24+\tau) = 5.364 + 0.134(24+\tau) + 1.019\sin\left[\frac{2\pi(24+\tau)}{12}\right] + 2.0563\cos\left[\frac{2\pi(24+\tau)}{12}\right]$$

เมื่อ $\tau = 1, 2, 3, \ldots, 12$

3. ปริมาณการยืมวิทยานิพนธ์ (BOOK3)

ขั้นที่ 1 การกำหนดโมเดล จากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาล ในตอนที่ 2.2.1 พบว่า ข้อมูลปริมาณการยืมวิทยานิพนธ์ (BOOK3) มีแนวโน้มเส้นตรงและฤดูกาลโดยมีการรวมตัวแบบบวก ดังนั้นโมเดลที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลนี้ คือ

$$y_t = b_1 + b_2\, t + b_3 \sin\frac{2\pi t}{12} + b_4 \cos\frac{2\pi t}{12} + \varepsilon_t$$

ขั้นที่ 2 กำหนดค่าเริ่มต้น ผู้วิจัยนำข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการยืมวิทยานิพนธ์ (BOOK3) ไปวิเคราะห์การถดถอยเพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น จากผลการวิเคราะห์กำหนดค่าเริ่มต้นได้ดังนี้

$$\bar{\mathbf{b}}' = \begin{bmatrix} 60.676 \\ -0.079 \\ 8.688 \\ 10.605 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{V}' = \begin{bmatrix} 36.232 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.184 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 17.465 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 15.087 \end{bmatrix}$$

และ $\sigma_\varepsilon^2 = 369.815$

ขั้นที่ 3 การคำนวณค่าภายหลัง ผู้วิจัยใช้วิธี least-square จากการคำนวณได้ค่าภายหลังดังนี้

จาก $\mathbf{Z}' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 2 & \dots & 24 \\ \sin\frac{2\pi}{12} & \sin\frac{4\pi}{12} & \dots & \sin\frac{48\pi}{12} \\ \cos\frac{2\pi}{12} & \cos\frac{4\pi}{12} & \dots & \cos\frac{48\pi}{12} \end{bmatrix}$

และ $\mathbf{Y}' = \begin{bmatrix} 36.59 & 97.98 & \dots & 62.81 \end{bmatrix}$

จะได้ $\mathbf{G} = \mathbf{Z}'\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 24 & 300 & -0.003 & -0.012 \\ 300 & 4900 & -44.908 & 11.714 \\ -0.003 & -44.908 & 12.006 & -0.003 \\ -0.012 & 11.714 & -0.003 & 11.994 \end{bmatrix}$

$\mathbf{g} = \mathbf{Z}'\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 1432.240 \\ 17547.680 \\ 107.643 \\ 125.518 \end{bmatrix}$

$\mathbf{G}^{-1} = \begin{bmatrix} 0.203 & -0.013 & -0.048 & 0.013 \\ -0.013 & 0.001 & 0.004 & -0.001 \\ -0.048 & 0.004 & 0.098 & -0.004 \\ 0.013 & -0.001 & -0.004 & 0.084 \end{bmatrix}$

$\hat{\mathbf{b}} = \mathbf{G}^{-1}\mathbf{g} = \begin{bmatrix} 60.676 \\ -0.079 \\ 8.688 \\ 10.605 \end{bmatrix}$

$\mathbf{V} = \mathbf{G}^{-1}\sigma_{\varepsilon}^{2} = \begin{bmatrix} 74.943 & -4.763 & -17.794 & 4.721 \\ -4.763 & 0.381 & 1.424 & -0.376 \\ -17.794 & 1.424 & 36.125 & -1.399 \\ 4.721 & -0.376 & -1.399 & 31.204 \end{bmatrix}$

$$\mathbf{V}^{-1} = \begin{bmatrix} 0.065 & 0.811 & 0.000 & 0.000 \\ 0.811 & 13.250 & -0.121 & 0.032 \\ 0.000 & -0.121 & 0.032 & 0.000 \\ 0.000 & 0.032 & 0.000 & 0.032 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V}''^{-1} = \mathbf{V}'^{-1} + \mathbf{V}^{-1} = \begin{bmatrix} 0.092 & 0.081 & 0.000 & 0.000 \\ 0.811 & 18.679 & -0.121 & 0.032 \\ 0.000 & -0.121 & 0.090 & 0.000 \\ 0.000 & 0.032 & 0.000 & 0.099 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V}'' = \begin{bmatrix} 17.564 & -0.770 & -1.040 & 0.253 \\ -0.770 & 0.088 & 0.119 & -0.028 \\ -1.040 & 0.119 & 11.306 & -0.037 \\ 0.253 & -0.028 & -0.037 & 10.139 \end{bmatrix}$$

$$\bar{\mathbf{b}}'' = \begin{bmatrix} 60.676 \\ -0.079 \\ 8.688 \\ 10.605 \end{bmatrix}$$

ทำให้ได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{y}_{24+\tau} = M(24+\tau) = 60.676 - 0.079(24+\tau) + 8.688\sin\left[\frac{2\pi(24+\tau)}{12}\right] + 10.605\cos\left[\frac{2\pi(24+\tau)}{12}\right]$$

เมื่อ $\tau = 1, 2, 3, \ldots, 12$

4. จำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา (STUDENT1)

ขั้นที่ 1 การกำหนดโมเดล จากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาล ในตอนที่ 2.2.2 พบว่า ข้อมูลจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา (STUDENT1) มีแนวโน้มแบบเส้นโค้ง ดังนั้นโมเดลที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลนี้ คือ

$$y_t = b_1 + b_2 t + b_3 t^2 + \varepsilon_t$$

ขั้นที่ 2 กำหนดค่าเริ่มต้น ผู้วิจัยนำข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนนักเรียนระดับประถมศึกษา (STUDENT1) ไปวิเคราะห์การถดถอยเพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น จากผลการวิเคราะห์กำหนดค่าเริ่มต้นได้ดังนี้

$$\bar{\mathbf{b}}' = \begin{bmatrix} 67.559 \\ -0.459 \\ -0.004 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{V}' = \begin{bmatrix} 0.147 & 0 & 0 \\ 0 & 0.023 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

และ $\sigma_{\varepsilon}^2 = 2.636$

ขั้นที่ 3 การคำนวณค่าภายหลัง ผู้วิจัยใช้วิธี least-square จากการคำนวณได้ค่าภายหลังดังนี้

จาก $\mathbf{Z}' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 & 1 \\ -19 & -17 & \dots & 17 & 19 \\ 361 & 289 & \dots & 289 & 361 \end{bmatrix}$

และ $\mathbf{Y}' = \begin{bmatrix} 74.49219 & 74.13517 & \dots & 60.12047 \end{bmatrix}$

จะได้ $\mathbf{G} = \mathbf{Z}'\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 20 & 0 & 2660 \\ 0 & 2660 & 0 \\ 2660 & 0 & 634676 \end{bmatrix}$

$$\mathbf{g} = \mathbf{Z}'\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 1339.708 \\ -1220.535 \\ 176970.297 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{G}^{-1} = \begin{bmatrix} 0.11297 & 0.00000 & -0.00047 \\ 0.00000 & 0.00000 & 0.00000 \\ -0.00047 & 0.00000 & 0.00000 \end{bmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{b}} = \mathbf{G}^{-1}\mathbf{g} = \begin{bmatrix} 37.559 \\ -0.459 \\ -0.004 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V} = \mathbf{G}^{-1}\sigma_{\varepsilon}^2 = \begin{bmatrix} 0.298 & 0.000 & 0.001 \\ 0.000 & 0.001 & 0.000 \\ -0.001 & 0.000 & 0.000 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V}^{-1} = \begin{bmatrix} 9.115 & 0.000 & -245.811 \\ 0.000 & 1051.917 & 0.000 \\ 309.592 & 0.000 & 73868.575 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V}''^{-1} = \mathbf{V}'^{-1} + \mathbf{V}^{-1} = \begin{bmatrix} 9.115 & 0.000 & -245.811 \\ 0.000 & 1051.917 & 0.000 \\ 309.592 & 0.000 & 286886.327 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V}'' = \begin{bmatrix} 0.107 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.001 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 \end{bmatrix}$$

$$\bar{\mathbf{b}}'' = \begin{bmatrix} 67.559 \\ -0.459 \\ -0.004 \end{bmatrix}$$

ทำให้ได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{y}_{20+\tau} = M(20+\tau) = 67.559 - 0.459(20+\tau) - 0.004(20+\tau)^2 \text{ เมื่อ } \tau = 1, 2, 3, 4, 5$$

5. จำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (STUDENT2)

ขั้นที่ 1 การกำหนดโมเดล จากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาล ในตอนที่ 2.2.2 พบว่า ข้อมูลจำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (STUDENT2) มีแนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ดังนั้นโมเดลที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลนี้ คือ

$$y_t = b_1 b_2^{\,t} \varepsilon_t$$

ซึ่งแปลงให้เป็นโมเดลแบบบวก โดยการหาลอการิทึม ดังนี้

$$\ln y_t = (\ln b_1) + (\ln b_2)\, t + \ln \varepsilon_t$$

$$y'_t = b'_1 + b'_2\, t + \varepsilon'_t$$

ขั้นที่ 2 กำหนดค่าเริ่มต้น ผู้วิจัยนำข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (STUDENT2) ไปวิเคราะห์การถดถอยเพื่อกำหนดค่าเริ่มต้น จากผลการวิเคราะห์กำหนดค่าเริ่มต้นได้ดังนี้

$$\bar{\mathbf{b}}' \begin{bmatrix} 2.894 \\ 0.037 \end{bmatrix}, \qquad \mathbf{V}' = \begin{bmatrix} 0.00148 & 0 \\ 0 & 0.00001 \end{bmatrix}$$

และ $\sigma_\varepsilon^2 = 0.14$

ขั้นที่ 3 การคำนวณค่าภายหลัง ผู้วิจัยใช้วิธี least-square จากการคำนวณได้ค่าภายหลังดังนี้

จาก $\mathbf{Z}' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 2 & \dots & 20 \end{bmatrix}$

และ $\mathbf{Y}' = \begin{bmatrix} 2.99 & 3.06 & \dots & 3.53 \end{bmatrix}$

จะได้ $\mathbf{G} = \mathbf{Z}'\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 20 & 210 \\ 210 & 2870 \end{bmatrix}$

$$\mathbf{g} = \mathbf{Z}'\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 65.690 \\ 714.480 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{G}^{-1} = \begin{bmatrix} 0.216 & -0.016 \\ -0.016 & 0.002 \end{bmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{b}} = \mathbf{G}^{-1}\mathbf{g} = \begin{bmatrix} 2.894 \\ 0.037 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V} = \mathbf{G}^{-1}\sigma_{\varepsilon}^{2} = \begin{bmatrix} 0.00302 & -0.00022 \\ -0.00022 & 0.00002 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V}^{-1} = \begin{bmatrix} 1428.571 & 15000.000 \\ 15000.000 & 205000.000 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V}^{*-1} = \mathbf{V}^{*-1} + \mathbf{V}^{-1} = \begin{bmatrix} 2103.221 & 15000.000 \\ 15000.000 & 304722.992 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V}^{*} = \begin{bmatrix} 0.001 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 \end{bmatrix}$$

$$\bar{\mathbf{b}}^{*} = \begin{bmatrix} 2.894 \\ 0.037 \end{bmatrix}$$

ทำให้ได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{y}'_{20+\tau} = M'(20+\tau) = 2.894 + 0.037(20+\tau) \quad \text{เมื่อ} \quad \tau = 1, 2, 3, 4, 5$$

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีบ๊อกซ์-เจนกิ้นส์
โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

Arıma

```
MODEL:  MOD_1

Model Description:

Variable:   BOOK1
Regressors: NONE

Non-seasonal differencing: 1
    Seasonal differencing: 1
Length of Seasonal Cycle: 12

Parameters:
AR1         _________  < value originating from estimation >
MA1         _________  < value originating from estimation >
SAR1        _________  < value originating from estimation >

95.00 percent confidence intervals will be generated.

Split group number: 1  Series length: 88
Number of cases skipped at end because of missing values: 12
Melard's algorithm will be used for estimation.

Termination criteria:
Parameter epsilon: .001
Maximum Marquardt constant: 1.00E+09
SSQ Percentage: .001
Maximum number of iterations: 10

Initial values:

AR1         .61045
MA1         .99716
SAR1       -.38030

Marquardt constant = .001
Adjusted sum of squares = 11012.098

              Iteration History:

  Iteration   Adj. Sum of Squares    Marquardt Constant

          1             10989.436           10.0000000
          2             10881.804            1.0000000
          3             10777.096             .1000000
          4             10722.043             .0100000
          5             10696.686             .0010000
          6             10692.345             .0001000
          7             10692.135             .0000100
```

Conclusion of estimation phase.
Estimation terminated at iteration number 8 because:
Sum of squares decreased by less than .001 percent.

FINAL PARAMETERS:

Number of residuals	75
Standard error	11.854671
Log likelihood	-292.4158
AIC	590.83161
SBC	597.78407

Analysis of Variance:

	DF	Adj. Sum of Squares	Residual Variance
Residuals	72	10692.124	140.53323

Variables in the Model:

	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
AR1	.42522198	.14403821	2.952147	.00425803
MA1	.88512283	.08756876	10.107746	.00000000
SAR1	-.47990009	.10143280	-4.731212	.00001083

Covariance Matrix:

	AR1	MA1	SAR1
AR1	.02074700	.00836995	.00100283
MA1	.00836995	.00766829	.00065429
SAR1	.00100283	.00065429	.01028861

Correlation Matrix:

	AR1	MA1	SAR1
AR1	1.0000000	.6635842	.0686389
MA1	.6635842	1.0000000	.0736614
SAR1	.0686389	.0736614	1.0000000

The following new variables are being created:

Name	Label
FIT_1	Fit for BOOK1 from ARIMA, MOD_1 NOCON
ERR_1	Error for BOOK1 from ARIMA, MOD_1 NOCON
LCL_1	95% LCL for BOOK1 from ARIMA, MOD_1 NOCON
UCL_1	95% UCL for BOOK1 from ARIMA, MOD_1 NOCON
SEP_1	SE of fit for BOOK1 from ARIMA, MOD_1 NOCON

Arima

```
MODEL:  MOD_2

Model Description:

Variable:   BOOK2
Regressors: NONE

Non-seasonal differencing: 1
    Seasonal differencing: 1
Length of Seasonal Cycle: 12

Parameters:
MA1         ________  < value originating from estimation >

95.00 percent confidence intervals will be generated.

Split group number: 1  Series length: 88
No missing data.
Melard's algorithm will be used for estimation.

Termination criteria:
Parameter epsilon: .001
Maximum Marquardt constant: 1.00E+09
SSQ Percentage: .001
Maximum number of iterations: 10

Initial values:

MA1         .73316

Marquardt constant = .001
Adjusted sum of squares = 219.01361

              Iteration History:

  Iteration    Adj. Sum of Squares    Marquardt Constant

          1              218.71832             .00100000
          2              218.62033             .00010000
          3              218.58059             .00001000
          4              218.56262             .00000100
          5              218.55400             .00000010
          6              218.54964             .00000001
          7              218.54738             .00000000
```

```
Conclusion of estimation phase.
Estimation terminated at iteration number 8 because:
   Sum of squares decreased by less than .001 percent.

FINAL PARAMETERS:

Number of residuals  75
Standard error       1.7075855
Log likelihood       -146.52699
AIC                  295.05398
SBC                  297.37147

            Analysis of Variance:

               DF  Adj. Sum of Squares    Residual Variance

Residuals      74            218.54618            2.9158484

           Variables in the Model:

                B         SEB     T-RATIO   APPROX. PROB.

MA1     .78504238   .07419483   10.580823        .0000000

Covariance Matrix:

                MA1

MA1       .00550487

Correlation Matrix:

                MA1

MA1       1.0000000

The following new variables are being created:

  Name         Label

  FIT_1        Fit for BOOK2 from ARIMA, MOD_2 NOCON
  ERR_1        Error for BOOK2 from ARIMA, MOD_2 NOCON
  LCL_1        95% LCL for BOOK2 from ARIMA, MOD_2 NOCON
  UCL_1        95% UCL for BOOK2 from ARIMA, MOD_2 NOCON
  SEP_1        SE of fit for BOOK2 from ARIMA, MOD_2 NOCON

12 new cases have been added.
```

Arima

```
MODEL:  MOD_3

Model Description:

Variable:   BOOK3
Regressors: NONE

Non-seasonal differencing: 1
    Seasonal differencing: 1
Length of Seasonal Cycle: 12

Parameters:
MA1         _________  < value originating from estimation >
SAR1        _________  < value originating from estimation >
SAR2        _________  < value originating from estimation >

95.00 percent confidence intervals will be generated.

Split group number: 1  Series length: 88
No missing data.
Melard's algorithm will be used for estimation.

Termination criteria:
Parameter epsilon: .001
Maximum Marquardt constant: 1.00E+09
SSQ Percentage: .001
Maximum number of iterations: 10

Initial values:

MA1          .24861
SAR1        -.61332
SAR2        -.38320

Marquardt constant = .001
Adjusted sum of squares = 281.18341

              Iteration History:

  Iteration    Adj. Sum of Squares    Marquardt Constant

          1             265.58571             .00100000
          2             261.61563             .00010000
          3             260.15858             .00001000
          4             259.55962             .00000100
          5             259.30533             .00000010
          6             259.19569             .00000001
          7             259.14812             .00000000
          8             259.12744             .00000000
          9             259.11844             .00000000
```

```
Conclusion of estimation phase.
Estimation terminated at iteration number 10 because:
   Maximum number of iterations was exceeded.

FINAL PARAMETERS:

Number of residuals  75
Standard error       1.7722372
Log likelihood       -153.08803
AIC                  312.17606
SBC                  319.12852

            Analysis of Variance:

               DF  Adj. Sum of Squares    Residual Variance

Residuals      72           259.11452            3.1408248

           Variables in the Model:

                 B         SEB      T-RATIO   APPROX. PROB.

MA1       .56889468   .09277001    6.1323122       .00000004
SAR1     -.86569255   .10931000   -7.9196099       .00000000
SAR2     -.38691066   .10526779   -3.6754895       .00045380

Covariance Matrix:

                MA1         SAR1         SAR2

MA1        .00860628   -.00022569    .00066349
SAR1      -.00022569    .01194868    .00719171
SAR2       .00066349    .00719171    .01108131

Correlation Matrix:

                MA1         SAR1         SAR2

MA1       1.0000000    -.0222559     .0679413
SAR1      -.0222559    1.0000000     .6249952
SAR2       .0679413     .6249952    1.0000000

The following new variables are being created:

  Name         Label

  FIT_1        Fit for BOOK3 from ARIMA, MOD_3 NOCON
  ERR_1        Error for BOOK3 from ARIMA, MOD_3 NOCON
  LCL_1        95% LCL for BOOK3 from ARIMA, MOD_3 NOCON
  UCL_1        95% UCL for BOOK3 from ARIMA, MOD_3 NOCON
  SEP_1        SE of fit for BOOK3 from ARIMA, MOD_3 NOCON

12 new cases have been added.
```

Arima

```
MODEL:  MOD_4

Model Description:

Variable:   STUDENT1
Regressors: NONE

Non-seasonal differencing: 2
No seasonal component in model.

Parameters:
MA1         ________  < value originating from estimation >

95.00 percent confidence intervals will be generated.

Split group number: 1  Series length: 64
No missing data.
Melard's algorithm will be used for estimation.

Termination criteria:
Parameter epsilon: .001
Maximum Marquardt constant: 1.00E+09
SSQ Percentage: .001
Maximum number of iterations: 10

Initial values:

MA1        .60340

Marquardt constant = .001
Adjusted sum of squares = 128.58871

             Iteration History:

  Iteration   Adj. Sum of Squares    Marquardt Constant

          1             128.30129             .00100000
          2             128 29571             .00010000
```

```
Conclusion of estimation phase.
Estimation terminated at iteration number 3 because:
   Sum of squares decreased by less than .001 percent.

FINAL PARAMETERS:

Number of residuals  62
Standard error       1.443941
Log likelihood       -110.51835
AIC                  223.03669
SBC                  225.16382

            Analysis of Variance:

               DF  Adj. Sum of Squares    Residual Variance

Residuals      61            128.29559            2.0849657

           Variables in the Model:

                B         SEB     T-RATIO   APPROX. PROB.

MA1     .64597802   .10093860   6.3997124       .00000002

Covariance Matrix:

                MA1

MA1       .01018860

Correlation Matrix:

                MA1

MA1      1.0000000

The following new variables are being created:

  Name         Label

  FIT_1        Fit for STUDENT1 from ARIMA, MOD_4 NOCON
  ERR_1        Error for STUDENT1 from ARIMA, MOD_4 NOCON
  LCL_1        95% LCL for STUDENT1 from ARIMA, MOD_4 NOCON
  UCL_1        95% UCL for STUDENT1 from ARIMA, MOD_4 NOCON
  SEP_1        SE of fit for STUDENT1 from ARIMA, MOD_4 NOCON

5 new cases have been added.
```

Arima

```
MODEL:  MOD_5

Model Description:

Variable:   STUDENT2
Regressors: NONE

Non-seasonal differencing: 2
No seasonal component in model.

Parameters:
AR1         _______  < value originating from estimation >
MA1         _______  < value originating from estimation >

95.00 percent confidence intervals will be generated.

Split group number: 1  Series length: 64
No missing data.
Melard's algorithm will be used for estimation.

Termination criteria:
Parameter epsilon: .001
Maximum Marquardt constant: 1.00E+09
SSQ Percentage: .001
Maximum number of iterations: 10

Initial values:

AR1         .09865
MA1         .65049

Marquardt constant = .001
Adjusted sum of squares = 133.13617

              Iteration History:

  Iteration   Adj. Sum of Squares    Marquardt Constant

          1             129.25598              .001000
          2             123.86798              .000100
          3             123.65576            10.000000
          4             123.12213             1.000000
          5             122.88767              .100000
          6             122.88591              .010000
```

```
Conclusion of estimation phase.
Estimation terminated at iteration number 7 because:
   Sum of squares decreased by less than .001 percent.

FINAL PARAMETERS:

Number of residuals  62
Standard error       1.4085005
Log likelihood       -109.18198
AIC                  222.36396
SBC                  226.61823

            Analysis of Variance:

               DF  Adj. Sum of Squares    Residual Variance

Residuals      60           122.88590           1.9838737

           Variables in the Model:

                B         SEB     T-RATIO   APPROX. PROB.

AR1     .28883615   .13496989    2.140004       .03643004
MA1     .95988017   .05686934   16.878694       .00000000

Covariance Matrix:

                AR1         MA1

AR1       .01821687   .00322721
MA1       .00322721   .00323412

Correlation Matrix:

                AR1         MA1

AR1      1.0000000    .4204475
MA1       .4204475   1.0000000


The following new variables are being created:

  Name         Label

  FIT_1        Fit for STUDENT2 from ARIMA, MOD_5 NOCON
  ERR_1        Error for STUDENT2 from ARIMA, MOD_5 NOCON
  LCL_1        95% LCL for STUDENT2 from ARIMA, MOD_5 NOCON
  UCL_1        95% UCL for STUDENT2 from ARIMA, MOD_5 NOCON
  SEP_1        SE of fit for STUDENT2 from ARIMA, MOD_5 NOCON

5 new cases have been added.
```

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอัจฉราวรรณ ทองไสย เกิดเมื่อวันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2517 ที่อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) เกียรตินิยมอันดับ 1 สาขาคณิตศาสตร์ จากสถาบันราชภัฏนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2539 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา สาขาสถิติการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2543 ปัจจุบันรับราชการ ตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 4 โรงเรียนนาจะหลวย (กรป.กลางอุปถัมภ์) อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี