รายงานผลการวิจัย

ตัวแบบผสมเชิงเส้นสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ ที่มีฤดูกาลรวมอยู่ด้วย ประยุกต์ใช้กับผลผลิตยางพารา ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

Linear Mixed Models for Spatial Time Series Data with Seasonality Applied to Rubber Yields in Southern Provinces of Thailand

นายพิเชฐ จิรประเสริฐวงศ์

นายภิรมย์ ตั้งจิตเพียรผล

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายได้ประจำปีงบประมาณพ.ศ. 2559

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง ตัวแบบผสมเชิงเส้นสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ที่มีฤดูกาลรวมอยู่ด้วยประยุกต์ใช้กับผลผลิตยางพาราในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยการสนับสนุน และความช่วยเหลือจากหลายๆ ท่าน คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ. สุภัทรา โกไศยกานนท์ อธิการบดี ผศ.ดร.วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยของอาจารย์มาตั้งแต่เริ่มต้น และขอขอบคุณ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่เผยแพร่ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้ทุนสนับสนุน ในการทำงานวิจัยฉบับนี้

คณะผู้วิจัย

ชื่อเรื่อง : ตัวแบบผสมเชิงเส้นสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ที่มีฤดูกาลรวมอยู่ด้วย ประยุกต์ใช้กับผลผลิตยางพาราในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย
ผู้วิจัย : นายพิเชฐ จิรประเสริฐวงศ์ นายภิรมย์ ตั้งจิตเพียรผล
พ.ศ. : 2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ นำเสนอตัวแบบผสมเชิงเส้น (Linear mixed model หรือ LMM) สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ที่มีฤดูกาลรวมอยู่ด้วย ประยุกต์ใช้ตัวแบบที่นำเสนอกับข้อมูลผลผลิตยางพารา ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย พยากรณ์ผลผลิตยางพารา ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย และเพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่นำเสนอกับตัวแบบที่ใช้อยู่ทั่วไป คือ ตัวแบบ Holt-Winters additive exponential smoothing model (Holt-Winters ES) และ ตัวแบบ Seasonal autoregressive integrated moving average model (SARIMA) ตัวแบบที่นำเสนอคือตัวแบบผสมเชิงเส้น ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่เป็นแบบ Conditional autoregressive model (CAR model) และอิทธิพลของฤดูกาลแบบใช้ตัวแปรหุ่น (Dummy variables) และแบบฟูเรียร์ (Fourier) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ ใช้วิธีการของเบย์ ค่าประมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อเดือน ถูกนำไปใช้ในการพยากรณ์ผลผลิตยางพาราในแต่ละเดือน ตัวแปรตามคือ ปริมาณผลผลิตยางพารารายเดือนในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย อิทธิพลที่นำมาพิจารณาคือ อิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาล ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิระดับจังหวัด ผลการศึกษาพบว่า อิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาล มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพาราในแต่ละเดือน ตัวแบบที่นำเสนอที่ใช้ตัวแปรหุ่นแสดงอิทธิพลของฤดูกาลมีความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวแบบที่มีเทอมของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์ ตัวแบบ Holt-Winters ES และตัวแบบ SARIMA โดยมีค่า Mean absolute error (MAE) ต่ำที่สุด ทั้งช่วงของข้อมูลที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ และ ช่วงของข้อมูลที่ใช้สำหรับตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ตัวแบบที่นำเสนอที่ใช้ตัวแปรหุ่นแสดงอิทธิพลของฤดูกาล จึงควรได้รับการพิจารณานำไปใช้เป็นอันดับแรก

คำสำคัญ: ตัวแบบผสมเชิงเส้น การพยากรณ์ผลผลิตยางพารา, ผลผลิตยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย, ข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่, อิทธิพลเชิงพื้นที่, อิทธิพลของฤดูกาล

Title : Linear mixed model for Spatial Time Series Data with Seasonality Applied to Rubber Yields in Southern Provinces of Thailand
Researcher : Mr. Pichet Jiraprasertwong Mr. Pirom Thangchitpianpol
Year : 2016

Abstract

The objectives of this research are to propose a linear mixed model (LMM) for spatial time series with a seasonal component, to apply the proposed model to monthly rubber yields in southern provinces of Thailand, to forecast rubber yields in southern provinces of Thailand and to compare the performance of the proposed model to the Holt-Winters Additive Exponential smoothing model (Holt-Winters ES) and the seasonal autoregressive integrated moving average model (SARIMA). The proposed model is a linear mixed model (LMM) with spatial effects following a conditional autoregressive model (CAR model). Seasonal dummy variables and Fourier terms are two methods used to account for the seasonal effects. A Bayesian method is used for parameter estimation. The estimated monthly yields are used to forecast the monthly rubber yields. The dependent variables are the monthly rubber yields in each province. The effects considered are spatial effects, heterogeneity effects, and seasonal effects. The data are secondary data at a provincial level. The results show that the effects influencing on the amount of rubber yields are spatial, heterogeneity, and seasonal effects. The proposed model with sesonal dummy variables is the most appropriate model copared to the LMM with Fourier sesonal effects, Holt-Withers ES and SARIMA. The mean absolute errors (MAE) are smallest in both model fitting and model validating parts. The proposed model with sesaonal dummy variables should be the first consideration for forecasting spatial time series with a seasonal component.

Keywords: Linear mixed model, Rubber yield forecasting, Rubber yields in southern provinces of Thailand, Spatial time series data, Spatial effects, Seasonal effects

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	16
3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล	16
3.2 ขอบเขตของการวิจัย	16
3.3 ขั้นตอนของการดำเนินการวิจัย	17
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	21
4.1 ลักษณะทั่วไปของข้อมูลที่ใช้ศึกษา	21
4.2 อิทธิพลของฤดูกาลที่มีต่อผลต่อผลผลิตยางพารา ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย	22
4.3 ค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพารา ในประเทศไทย	43
4.4 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่	103

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
4.5 ค่าประมาณอิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่	104
4.6 การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบที่นำเสนอ	105
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	107
5.1 สรุปผลการวิจัย	107
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	108
5.3 ข้อเสนอแนะ	110
บรรณานุกรม	111
ภาคผนวก	114
ประวัติผู้วิจัย	153

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อเดือนต่อจังหวัด	22
2	ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ตัวแปรหุ่น ที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา	37
3	ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของฤดูกาลแบบฟูเรียร์ที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา	43
4	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดกระบี่	43
5	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดกระบี่	47
6	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดชุมพร	47
7	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดชุมพร	50
8	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดตรัง	51
9	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดตรัง	54
10	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดนครศรีธรรมราช	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช	58
12	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดนราธิวาส	58
13	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดนราธิวาส	61
14	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดปัตตานี	62
15	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดปัตตานี	65
16	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดพังงา	66
17	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดพังงา	69
18	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดพัทลุง	69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดพัทลุง	72
20	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดภูเก็ต	73
21	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดภูเก็ต	76
22	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดยะลา	76
23	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดยะลา	74
24	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดระนอง	79
25	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดระนอง	80
26	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพาราเมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่นช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดสงขลา	83

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
27	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดสงขลา	86
28	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดสตูล	87
29	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดสตูล	90
30	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี	90
31	ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี	93
32	ค่า MAE ของของตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบแปรหุ่นและแบบฟูเรียร์ ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์	94
33	ค่า MAE ของของตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่นและแบบฟูเรียร์ ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ	95
34	อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัด ที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลใช้ตัวแปรหุ่น	103
35	อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ ที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลใช้ตัวแปรหุ่น	104
36	เปรียบเทียบค่า MAE ของข้อมูลผลผลิตยางพารา ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

37 เปรียบเทียบ ค่า MAE ของข้อมูลผลผลิตยางพารา ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ 106

ตารางภาคผนวกที่

1 ค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพารา (ตัน) เมื่อฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น 115

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	History Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	23
2	History Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	24
3	History Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	24
4	History Plot ของ β_3 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	24
5	History Plot ของ β_4 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	25
6	History Plot ของ β_5 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	25
7	History Plot ของ β_6 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	25
8	History Plot ของ β_7 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	26
9	History Plot ของ β_8 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	26
10	History Plot ของ β_9 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	26
11	History Plot ของ β_{10} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	27
12	History Plot ของ β_{11} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	27
13	Kernel Density Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	27
14	Kernel Density Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	28
15	Kernel Density Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	28
16	Kernel Density Plot ของ β_3 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	28
17	Kernel Density Plot ของ β_4 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	28
18	Kernel Density Plot ของ β_5 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	29
19	Kernel Density Plot ของ β_6 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	29
20	Kernel Density Plot ของ β_7 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	29
21	Kernel Density Plot ของ β_8 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	29
22	Kernel Density Plot ของ β_9 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	30
23	Kernel Density Plot ของ β_{10} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	30
24	Kernel Density Plot ของ β_{11} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	30
25	Trace Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	Trace Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	31
27	Trace Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	31
28	Trace Plot ของ β_3 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	31
29	Trace Plot ของ β_4 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	32
30	Trace Plot ของ β_5 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	32
31	Trace Plot ของ β_6 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	32
32	Trace Plot ของ β_7 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	32
33	Trace Plot ของ β_8 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	33
34	Trace Plot ของ β_9 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	33
35	Trace Plot ของ β_{10} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	33
36	Trace Plot ของ β_{11} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	33
37	Autocorrelation Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	34
38	Autocorrelation Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	34
39	Autocorrelation Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	34
40	Autocorrelation Plot ของ β_3 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	35
41	Autocorrelation Plot ของ β_4 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	35
42	Autocorrelation Plot ของ β_5 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	35
43	Autocorrelation Plot ของ β_6 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	35
44	Autocorrelation Plot ของ β_7 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	36
45	Autocorrelation Plot ของ β_8 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	36
46	Autocorrelation Plot ของ β_9 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	36
47	Autocorrelation Plot ของ β_{10} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	36
48	Autocorrelation Plot ของ β_{11} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	37
49	History Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์	39
50	History Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์	39
51	History Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
52	Kernel Density Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์	40
53	Kernel Density Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์	40
54	Kernel Density Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์	40
55	Trace Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์	41
56	Trace Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์	41
57	Trace Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์	41
58	Autocorrelation Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์	42
59	Autocorrelation Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์	42
60	Autocorrelation Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์	42
61	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดกระบี่ โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	96
62	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดชุมพร โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	96
63	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดตรัง โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	97
64	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	97
65	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดนราธิวาส โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	98
66	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดปัตตานี โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	98
67	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดพังงา โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	99
68	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดพัทลุง โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	99

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
69	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดภูเก็ต โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	100
70	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดยะลา โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	100
71	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดระนอง โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	101
72	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดสงขลา โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	101
73	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดสตูล โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	102
74	ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น	102

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่คือข้อมูลที่เก็บรวบรวมในแต่ละพื้นในแต่ละช่วงเวลาที่เท่ากันต่อเนื่องกันไป พบได้ทั่วไป เช่น ข้อมูลผลผลิตด้านการเกษตรรายเดือนในแต่ละจังหวัด ข้อมูลผู้ป่วยโรคต่อต่อรายเดือนในแต่ละจังหวัด ข้อมูลปริมาณมลพิษในอากาศรายวันในแต่ละพื้นที่ในเขตเมืองใหญ่ หรือในจังหวัดที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ เป็นต้น การวิเคราะห์ข้อมูลประเภทนี้จึงต้องใช้ทั้งการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ และการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งข้อมูลอนุกรมเวลามีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ค่าแนวโน้ม (Trend) การเปลี่ยนแปลงฤดูกาล (Seasonal) การเปลี่ยนแปลงตามวัฏจักร (Cyclical) และการเปลี่ยนแปลงผิดปกติ (Irregular) แนวโน้มหมายถึง การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะยาวว่าน่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง ฤดูกาลหมายถึง การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งจะเกิดขึ้นซ้ำๆ กัน ในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละปี วัฏจักรหมายถึง การเคลื่อนไหวของข้อมูลที่มีลักษณะซ้ำๆ กัน คล้ายกับความผันแปรตามฤดูกาลต่างกันที่ระยะเวลาของการเคลื่อนไหวของข้อมูลจะมีระยะเวลานานกว่าหนึ่งปี ค่าผิดปกติ หมายถึงการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ลักษณะของข้อมูลที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะของเหตุการณ์ที่เราไม่ได้คาดการณ์เอาไว้ล่วงหน้า ข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาคือข้อมูลผลผลิตด้านการเกษตรที่เก็บรวบรวมโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) รายงานข้อมูลผลผลิตการเกษตรทุกปี เช่นผลผลิตข้าว ยางพารา ข้าวโพด อ้อย และน้ำมันปาล์ม ข้อมูลนี้สร้างแรงจูงใจให้ผู้วิจัยศึกษาค้นหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ เนื่องจากค่าพยากรณ์มีความสำคัญในการใช้กำหนดเป้าหมาย วางแผน และตัดสินใจดำเนินงานต่างๆ ของเกษตรกร ผู้บริหารภาครัฐ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่างๆ ตัวแบบที่ใช้

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ มีผู้นำเสนอมาแล้วนั้นมีจำนวนมาก เช่น Bernardinelli et al. (1995) นำเสนอตัวแบบเบย์ ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของแนวโน้ม เป็นอิทธิพลเชิงสุ่มรวมอยู่ด้วย ประยุกต์ใช้กับข้อมูลจำนวนผู้ป่วยในแต่ละพื้นที่ Conway (2010) นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านอสังหาริมทรัพย์ และ Yelland (2010) นำเสนอตัวแบบเบย์สำหรับพยากรณ์ปริมาณความต้องการชิ้นส่วน อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ Tongkhow, and Kantanantha (2013) นำเสนอตัวแบบการพยากรณ์ที่มี แนวโน้ม ฤดูกาล Auto regression และค่าผิดปกติ รวมอยู่ด้วย โดยให้ แนวโน้ม มีการแจกแจงแบบ Weibull ใช้ตัวแปรหุ่น สำหรับฤดูกาล ใช้ Binary selection สำหรับ ค่าผิดปกติ และ Auto regression แสดงความสัมพันธ์เชิงเวลา ประยุกต์ใช้กับข้อมูลราคาผักในประเทศไทย Diaconoa (2012) ศึกษาปริมาณผลผลิตและคุณภาพของข้าวสาลีดูรัมที่มีการผันแปรเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ โดยใช้วิธีการทางสถิติเชิงภูมิศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจากแต่ละพื้นที่ทางภูมิศาสตร์

ตัวแบบที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ส่วนใหญ่มีพื้นฐานมาจากตัวแบบ Generalized linear mixed model (GLMM) และตัวแบบตัวแบบ Linear mixed model (LMM) ซึ่งเป็นกรณีเฉพาะกรณีหนึ่งของตัวแบบ GLMM เมื่อตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปกติ ทั้งสองตัวแบบใช้กับข้อมูลที่ตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กัน West, Welch, and Galecki (2007) ความสัมพันธ์ของข้อมูลเกิดได้หลายสาเหตุ เช่นเกิดจากการวัดซ้ำบนหน่วยตัวอย่างเดียวกันตามเวลา ในตัวแบบ LMM ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามประกอบด้วยเทอมที่เป็นอิทธิพลคงที่ และอิทธิพลเชิงสุ่ม โดยที่อิทธิพลเชิงสุ่ม อาจแยกเป็นอิทธิพลสุ่มเชิงพื้นที่ และอิทธิพลสุ่มรูปแบบอื่นๆ อิทธิพลสุ่มเชิงพื้นที่มีหลายรูปแบบ แต่วิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือตัวแบบ Conditioanal auto regressive model (CAR model) (Besag, York and Molli, 1991) ซึ่งค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มเชิงพื้นที่นั้น เป็นฟังก์ชั่นของค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่มที่อยู่ในพื้นที่ที่อยู่ติดกัน (Besag, 1974) การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีการของเบย์ได้รับความนิยมอย่างสูงในปัจจุบันเนื่องจากสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบที่มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตามที่กล่าวข้างต้นข้อมูลปริมาณผลผลิตด้านการเกษตรสร้างแรงจูงใจให้สนใจทำงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยเลือกศึกษาการพยากรณ์ผลผลิตยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย เนื่องจากยางพารา

เป็นพืชเศรษฐกิจของที่สำคัญของประเทศไทย ภาคใต้มีศักยภาพในการปลูกยางพาราสูงสุด โดยในปี 2555 ภาคใต้มีเนื้อที่กรีดยางทั้ง สิ้น 9.9 ล้านไร่ (หรือคิดเป็นร้อยละ 72 ของเนื้อที่กรีดทั้งประเทศ) และผลผลิตทั้งสิ้น 2.7 ล้านตัน (หรือคิดเป็นร้อยละ 75 ของผลผลิตทั้งหมด) ทั้งนี้ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร คาดว่าในปี 2556 ภาคใต้จะมีเนื้อที่กรีดยางเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.3 และผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.7 เนื่องจากปริมาณน้ำฝนเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโต (ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย 2,000-2,700 มิลลิเมตร) (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2556)

เนื่องจากการพยากรณ์มีความสำคัญต่อการวางแผนและการตัดสินใจต่างๆ และตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่แบบ CAR model รวมอยู่ด้วยยังไม่มีการประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตยางพารามาก่อน งานวิจัยนี้จึงนำเสนอตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณผลผลิตยางพาราในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทยโดยใช้ ตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่แบบ CAR model รวมอยู่ด้วย รวมทั้งอิทธิพลเชิงฤดูกาลทั้งแบบตัวแปร Dummy และแบบฟูเรียร์ (Fourier term) เพื่อได้ตัวแบบพยากรณ์ข้อมูลที่มีความแม่นยำมากที่สุดโดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบซึ่งพิจารณาจากผลการเปรียบเทียบค่า Mean absolute error (MAE) กับตัวแบบที่นิยมใช้และแม่นยำมากที่สุดในปัจจุบันคือตัวแบบ Holt-Winters ES และ SARIMA

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อนำเสนอตัวแบบผสมเชิงเส้นสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ที่มีฤดูกาลรวมอยู่ด้วย

1.2.2 เพื่อประยุกต์ใช้ตัวแบบที่นำเสนอกับข้อมูลผลผลิตยางพารา ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

1.2.3 เพื่อพยากรณ์ผลผลิตยางพารา ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่นำเสนอกับตัวแบบที่ใช้อยู่ทั่วไป คือ ตัวแบบ Holt-Winters ES และตัวแบบ SARIMA

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัยคือ อิทธิพลของฤดูกาล อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อเดือน ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะผลผลิตยางพารารายเดือน ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย จำนวน 14 จังหวัด ตั้งแต่ปี 2548 ถึงปี 2553 รวม 72 เดือน ตัวแบบที่นำมาเปรียบเทียบกับตัวแบบที่นำเสนอ คือ Holt-Winters additive exponential smoothing ซึ่งเป็นตัวแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

ประชากร คือ ผลผลิตยางพารารายเดือน ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผลผลิตยางพารารายเดือน ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย ปี 2548 ถึงปี 2553 รวม 72 เดือน

ตัวแปรต้น ฤดูกาล อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่

ตัวแปรตามคือ ผลผลิตยางพาราเฉลี่ยแต่ละเดือน ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ตัวแบบการพยากรณ์ผลผลิตยางพาราที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการวางแผน ตัดสินใจด้านการผลิตยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย

1.5.2 ได้ตัวแบบที่สามารถพยากรณ์ผลผลิตยางพาราในแต่จังหวัด ในภาคใต้ของไทยได้ในคราวเดียวกัน

1.5.3 สามารถประยุกต์ใช้ตัวแบบที่นำเสนอกับผลผลิตพืชเศรษฐกิจอื่นๆ

1.6. นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ภาคใต้ คือพื้นที่จังหวัด กระบี่ ชุมพร ตรัง นครศรีธรรมราช นราธิวาส ปัตตานี พังงา พัทลุง ภูเก็ต ยะลา ระนอง สงขลา สตูล สุราษฎร์ธานี

1.6.2 ผลผลิตยางพารา หมายถึงน้ำยางพาราสดที่ได้จากการกรีดยางพารา

1.6.3 ข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ หมายถึงข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบ Conditional autoregressive model (CAR model)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการทำวิจัยเรื่อง ตัวแบบผสมเชิงเส้นสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ที่มีฤดูกาลรวมอยู่ด้วย ประยุกต์ใช้กับผลผลิตยางพาราในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ตัวแบบผสมเชิงเส้น (Linear mixed model หรือ LMM)

2.1.2 ตัวแบบ Conditional autoregressive model (CAR model)

2.1.3 ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ (Fourier)

2.1.4 ตัวแบบเบย์ (Bayesian model)

2.1.5 ยางพาราไทย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ตัวแบบผสมเชิงเส้น (Linear mixed model หรือ LMM)

West et al. (2007) อธิบายตัวแบบตัวแบบผสมเชิงเส้น (LMM) สรุปได้ดังนี้

กำหนดการแจกแจงแบบมีเงื่อนไขของเวกเตอร์ของตัวแปรตาม $\mathbf{y}$ เมื่อกำหนดค่าเวกเตอร์ของตัวแปรสุ่ม $\mathbf{b}$ ที่แสดงอิทธิพลเชิงสุ่มที่มีอิทธิพลต่อเวกเตอร์ของตัวแปร $\mathbf{y}$ แทนด้วย $\mathbf{y}|\mathbf{b}$ ให้ $i=1,...,m$, $j=1,...,n_i$ และ $y_{ij}|\mathbf{b} \overset{\text{iid}}{\sim} N(\mu_{ij},\sigma^2)$ ค่าคาดหวังคือ $E(y_{ij}|\mathbf{b})=\mu_{ij}$ โดยที่

$$\mu_{ij}=\mathbf{x}_{ij}{}^T\boldsymbol{\beta}+\mathbf{z}_{ij}{}^T\mathbf{b},$$

เมื่อ $\mathbf{x}_{ij}^{T}$ คือสมาชิกในแถวที่ i ของเมตริกซ์ปัจจัยคงที่ (Fixed effects) $\boldsymbol{\beta}$ คือเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่เป็นค่าคงที่ $\mathbf{z}_{ij}^{T}$ คือสมาชิกในแถวที่ i ของเมตริกซ์ปัจจัยเชิงสุ่ม (Radom effects) $\mathbf{b}$ คือเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแปรสุ่ม μ_{ij} คือค่าคาดหวัง หรือค่าเฉลี่ยของการแจกแจงแบบมีเงื่อนไขของ $y_{ij}\,|\,\mathbf{b}$ เนื่องจาก $\mathbf{b}$ เป็นตัวแสุ่มจึงต้องกำหนดรูปแบบของการแจกแจงให้ $\mathbf{b}$ ด้วย โดยทั่วไปจะกำหนดการแจกแจงของ $\mathbf{b}$ เป็น $\mathbf{b} \sim \mathrm{N}(\mathbf{0}, \mathbf{B})$ ค่าความแปรปรวนของ $y_{ij}\,|\,\mathbf{b}$ คือ $\mathrm{var}(y_{ij}\,|\,\mathbf{b}) = \sigma^2$ ซึ่งมีค่าคงที่

สำหรับตัวแบบ LMM เมื่อนำไปใช้กับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ สามารถเพิ่มตัวแปรที่แสดงอิทธิพลเชิงพื้นที่ได้ดังนี้

$$\mu_{ij} = \mathbf{x}_{ij}^{T}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{z}_{ij}^{T}\mathbf{b} + v_i$$

เมื่อ v_i แทนอิทธิพลเชิงพื้นที่

อิทธิพลเชิงพื้นที่ ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ ตัวแบบ Conditional autoregressive model (CAR)

2.1.2 ตัวแบบ Conditional artoegression model (CAR model)

ตัวแบบ CAR model มีรูปแบบดังนี้ (Banerjee et al., 2004)

กำหนดให้ $\mathbf{v} = (v_1, ..., v_m)^T$ เป็นเวกเตอร์ของอิทธิพลเชิงสุ่มที่เปลี่ยนแปลงไปตามพื้นที่ $i,\ i = 1, ..., m$ การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของ v_i นิยามดังนี้

$$v_i \,|\, \mathbf{v}_{(-i)} \sim \mathrm{N}\left(\sum_{j=1}^{m} b_{ij} v_j, \tau_i^{\,2} \right) \text{เมื่อ } v_{(-i)} = \left\{ v_j : j \neq i \right\}$$

$\tau_i^{\,2}$ คือความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไข b_{ij} คือค่าคงที่ โดยที่ $b_{ii} = 0$ สำหรับ $i = 1, ..., m$. กำหนดให้ $\mathbf{B} = (b_{ij})$ และ $\mathbf{D} = \mathrm{diag}(\tau_1^{\,2}, ..., \tau_m^{\,2})$ โดย Brook's Lemma สามารถเขียนการแจกแจงร่วมของ v ทุกตัวได้ดังนี้

$$\mathbf{v} \sim N\left(\mathbf{0}, (\mathbf{I}-\mathbf{B})^{-1}\mathbf{D}\right)$$

หรือ

$$\mathrm{p}(\mathbf{v}) \propto \exp\left\{-\frac{1}{2}\mathbf{v}^T\mathbf{D}^{-1}(\mathbf{I}-\mathbf{B})\mathbf{v}\right\}$$

$\mathrm{E}(\mathbf{v}) = \mathbf{0}$ และ $\mathrm{var}(\mathbf{v}) = (\mathbf{I}-\mathbf{B})^{-1}\mathbf{D}$

$\mathbf{D}^{-1}(\mathbf{I}-\mathbf{B})$ จะเป็นเมตริกซ์สมมาตรก็ต่อเมื่อ $\frac{b_{ij}}{\tau_i^{\,2}} = \frac{b_{ji}}{\tau_j^{\,2}}$ สำหรับทุกๆ i, j ดังนั้นจึงกำหนดให้

$$b_{ij} = \frac{w_{ij}}{w_{i+}} \text{ และ } \tau_i^{\,2} = \frac{\tau^2}{w_{i+}}$$

จะได้

$$v_i \mid \mathbf{v}_{(-i)} \sim \mathrm{N}\left(\sum_{j=1}^{m}\frac{w_{ij}v_j}{w_{i+}}, \frac{\tau^2}{w_{i+}}\right)$$

และ

$$\mathbf{v} \sim N\left(\mathbf{0}, \tau^2(\mathbf{D}_w - \mathbf{W})^{-1}\right)$$

หรือ

$$\mathrm{p}(\mathbf{v}) \propto \exp\left\{-\frac{1}{2\tau^2}\mathbf{v}^T(\mathbf{D}_w - \mathbf{W})\mathbf{v}\right\}$$

$\mathbf{W} = (w_{ij})$ คือเมตริกซ์แสดงน้ำหนักของแต่ละพื้นที่ นิยามดังนี้

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ if subregions } i \text{ and j share a common boundary, } i \neq j \\ 0 \text{ otherwise} \end{cases}$$

w_{ij} = 1 ถ้าพื้นที่ i และ j อยู่ติดกัน โดยที่ $i \neq j$

w_{ij} = 0 ถ้า พื้นที่ i และ j ไม่ได้อยู่ติดกัน

$\mathbf{D}_w = \text{diag}(w_{i+})$ เป็นเมตริซ์ทแยงมุม ที่มีสมาชิกในแนวเส้นทะแยงมุมหลัก (i,i) เท่ากับ $w_{i+} = \sum_j w_{ij}$

เนื่องจาก $(\mathbf{D}_w - \mathbf{W})$ เป็นเมตริกซ์ที่ไม่มีอินเวอร์ส ดังนั้น $p(\mathbf{v})$ จึงไม่มีสมบัติเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็น เรียการแจกแจง $\mathbf{v}$ นี้ว่า Improper CAR model สามารถแก้ปัญหาเพื่อให้ $p(\mathbf{v})$ มีสมบัติเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นได้ โดยการเพิ่มพารามิเตอร์ ρ ดังนี้ $\text{var}(\mathbf{v}) = \tau^2(\mathbf{D}_w - \rho\mathbf{W})^{-1}$ การแจกแจงความน่าจะเป็นของ $v_i \mid \mathbf{v}_{(-i)}$ จะมีรูปแบบเป็น

$$v_i \mid \mathbf{v}_{(-i)} \sim \mathrm{N}\left(\rho\sum_{j=1}^{m} \frac{w_{ij}v_j}{w_{i+}}, \frac{\tau^2}{w_{i+}} \right)$$

และ

$$\mathbf{v} \sim N\left(\mathbf{0}, \tau^2(\mathbf{D}_w - \rho\mathbf{W})^{-1}\right)$$

เรียกการแจกแจง $\mathbf{v}$ นี้ว่า Proper CAR model

อย่างไรก็ตามในกรณีไม่ได้ใช้ตัวแบบ CAR model วิเคราะห์ข้อมูลโดยตรง การใช้ Improper CAR model จึงยังคงนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะใช้ Improper CAR model สำหรับวิเคราะห์อิทธิพลเชิงพื้นที่ นั่นคือ ไม่มีพารามิเตอร์ ρ ในตัวแบบ

2.1.3 ฤดูกาลแบบฟูเรียร์ (Fourier)

ฟังก์ชันคาบ (Periodic function) ที่มีขนาดคาบเท่ากับ m สามารถประมาณค่าได้โดยใช้อนุกรมฟูเรียร์ (Fourier) ดังนี้

$$f(t) \approx \sum_{k=1}^{K} \left\{ \sin\left(\frac{2\pi kt}{m}\right) + \cos\left(\frac{2\pi kt}{m}\right) \right\}$$

ค่าประมาณของฟังก์ชันจะถูกต้องมากขึ้นเมื่อ K มีขนาดใหญ่

เมื่อนำอนุกรมฟูเรียร์มาประยุกต์ใช้แสดงอิทธิพลของฤดูกาลในตัวแบบการถดถอย (Regression) สามารถเขียนอยู่ในรูปแบบดังนี้

$$Y_t = \sum_{k=1}^{K} \left\{ \alpha_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{m}\right) + \beta_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{m}\right) \right\}$$

และเมื่อให้ $K = 1$ จะได้

$Y_t = \alpha \sin\left(\frac{2\pi t}{m}\right) + \beta \cos\left(\frac{2\pi t}{m}\right)$ ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ โดยกำหนดให้ขนาดคาบ $m = 12$ เดือน

2.1.4 ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น (Dummy variables)

สำหรับฤดูกาลที่มีจำนวนคาบขนาด 12 เดือน กำหนดให้ $D_1, D_2, ..., D_{11}$ เป็นตัวแปรหุ่นในตัวแบบสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่เป็นข้อมูลรายเดือน ตัวแปรหุ่นในตัวแบบการถดถอย (Regression) สามารถเขียนอยู่ในรูปแบบดังนี้

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 D_{1t} + \beta_2 D_{2t} + ... + \beta_{11} D_{11t}$$

D_{1t} =1 เมื่อ t =เดือนมกราคม และ D_{1t} =0 เมื่อ t =เดือนอื่นๆ

D_{2t} =1 เมื่อ t =กุมภาพันธ์ และ D_{1t} =0 เมื่อ t =เดือนอื่นๆ

.

.

.

D_{11t} =1 เมื่อ t =พฤศจิกายน และ D_{1t} =0 เมื่อ t =เดือนอื่นๆ

และ $D_{1t}=0, D_{2t}=0,...,D_{11t}=0$ เมื่อ t =ธันวาคม เป็นเดือนที่ใช้อ้างอิง (Reference month)

2.1.5 ตัวแบบเบย์ (Bayesian model)

Congdon (2006) อธิบายตัวแบบเบย์ไว้ สรุปได้ดังนี้

กำหนดให้ $\mathbf{y}$ เป็นเวกเตอร์ของค่าสังเกต $\mathbf{y}=(y_1,...,y_m)$ และ $\boldsymbol{\theta}$ เป็นเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ $\boldsymbol{\theta}=(\theta_1,...,\theta_k)$ ซึ่งไม่ทราบค่า

กำหนดให้ $\mathrm{f}(\mathbf{y}|\boldsymbol{\theta})$ แทนฟังก์ชันความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของ $\mathbf{y}$ เมื่อกำหนด $\boldsymbol{\theta}$ ให้ และ $\pi(\boldsymbol{\theta})$ คือ ฟังก์ชันการแจกแจงเบื้องต้น (prior) ของ $\boldsymbol{\theta}$ ฟังก์ชันโพสทีเรีย (posterior) ของ $\boldsymbol{\theta}$ คือ

$$\pi(\boldsymbol{\theta}|\mathbf{y})=\frac{\mathrm{f}(\mathbf{y}|\boldsymbol{\theta})\pi(\boldsymbol{\theta})}{\int \mathrm{f}(\mathbf{y}|\boldsymbol{\theta})\pi(\boldsymbol{\theta})\mathrm{d}\boldsymbol{\theta}}.$$

เป้าหมายของการอนุมานแบบเบย์คือ การสร้างฟังก์ชันโพสทีเรีย เพื่อใช้สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ ตัวอย่างเช่น ค่าเฉลี่ยของ θ เมื่อกำหนดค่า $\mathbf{y}$ หรือ $\mathrm{E}(\theta|\mathbf{y})$ หาได้จาก

$$\begin{aligned}\mathrm{E}(\theta|\mathbf{y}) &= \int \theta\pi(\theta|\mathbf{y})\mathrm{d}\theta \\ &= \frac{\int \theta \mathrm{f}(\mathbf{y}|\theta)\pi(\theta)\mathrm{d}\theta}{\int \mathrm{f}(\mathbf{y}|\theta)\pi(\theta)\mathrm{d}\theta}.\end{aligned}$$

และสามารถหาค่าความแปรปรวนของ θ เมื่อกำหนดรู้ค่า $\mathbf{y}$ หรือ $\mathrm{var}(\theta|\mathbf{y})$ ได้เช่นเดียวกัน

สำหรับตัวแบบผสมเชิงเส้น (LMM) ภายใต้โครงสร้างของเบย์ ต้องสมมติการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของ $\boldsymbol{\beta}$ และ $\mathbf{D}$ และเมตริกซ์ของความแปรปรวนร่วม (covariance matrix) ของ $\mathbf{b}$ ตัวอย่างเช่น สมมติให้ ฟังก์ชันการแจกแจงเบื้องต้นของ $\boldsymbol{\beta}$ และ $\mathbf{D}$ เป็นค่าคงที่ นั่นคือ

$\boldsymbol{\pi(\beta, D)} \propto$ ค่าคงที่ เป้าหมายของการอนุมานแบบเบย์คือการสร้าง ฟังก์ชันโพสทีเรียของ $\boldsymbol{\beta}, \mathbf{D}$ และ $\mathbf{b}$ สมมติให้ $\boldsymbol{(\beta, D)}$ มีฟังก์ชันการแจกแจงเบื้องต้นเป็น $\boldsymbol{\pi(\beta, D)}$ ฟังก์ชันโพสทีเรียของ $\boldsymbol{\beta}$ และ $\mathbf{D}$ คือ

$$\pi(\boldsymbol{\beta}, \mathbf{D} \mid \mathbf{y}) = \frac{\prod_{i=1}^{m} \int \mathrm{f}(y_i \mid \boldsymbol{\beta}, b_i)\mathrm{f}(b_i \mid \mathbf{D})\pi(\boldsymbol{\beta}, \mathbf{D})\mathrm{d}b_i}{\int \prod_{i=1}^{m} \int \mathrm{f}(y_i \mid \boldsymbol{\beta}, b_i)\mathrm{f}(b_i \mid \mathbf{D})\pi(\beta, \mathbf{D})\mathrm{d}b_i \mathrm{d}\boldsymbol{\beta}\mathrm{d}\mathbf{D}}$$

เมื่อ $\mathbf{y} = [y_i],\ i = 1, \ldots, m$ และ $\mathrm{f}(y_i \mid \boldsymbol{\beta}, b_i)$ คือการแจกแจงแบบมีเงื่อนไขของ y_i เมื่อกำนดค่า $\boldsymbol{\beta}$ และ b_i โดยที่

$$\mathrm{f}(\mathbf{b} \mid \mathbf{D}) = \frac{1}{(2\pi)^{d/2} \mid \mathbf{D} \mid^{1/2}} \exp\left(-\frac{1}{2}\mathbf{b}^T \mathbf{D}^{-1}\mathbf{b}\right)$$

ถ้าสมมติให้ $\boldsymbol{\pi(\beta, D)}$ เป็นค่าคงที่ ฟังก์ชันโพสทีเรียของ b_i คือ

$$\mathrm{f}(b_i \mid \mathbf{y}) = \frac{\prod_{i=1}^{m} \mathrm{f}(y_i \mid \boldsymbol{\beta}, b_i)\mathrm{f}(b_i \mid \mathbf{D})\pi(\boldsymbol{\beta}, \mathbf{D})\mathrm{d}\boldsymbol{\beta} d\mathbf{D}}{\int \prod_{i=1}^{m} \int \mathrm{f}(y_i \mid \boldsymbol{\beta}, b_i)\mathrm{f}(b_i \mid \mathbf{D})\pi(\beta, \mathbf{D})\mathrm{d}b_i \mathrm{d}\boldsymbol{\beta}\mathrm{d}\mathbf{D}}$$

การคำนวณค่าพารามิเตอร์ในฟังก์ชันโพสทีเรียโดยตรงทำได้ยาก เนื่องจากปัญหาการอินทิกรัล จึงแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการของ มาร์คอฟ เชน มอนติ คาร์โล Markov Chain Monte Carlo (MCMC)

วิธีการ MCMC ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือการสุ่มตัวอย่างแบบกิบส์ (Gibbs sampling) วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกิบส์ (Casella and George,1992) มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนด $t = 0$ และกำหนดค่าเริ่มต้นให้ $\boldsymbol{\theta}^0 = (\theta^0{}_1, \ldots, \theta_k{}^0)$.

2) สุ่มค่าพารามิเตอร์แต่ละตัวใน $\boldsymbol{\theta}$ ดังนี้

สุ่มค่า $\theta_1^{(t+1)}$ จาก $\pi(\theta_1 \mid \theta_2^{(t)}, \ldots, \theta_k^{(t)}, \mathbf{y})$

สุ่มค่า $\theta_2^{(t+1)}$ จาก $\pi(\theta_2 \mid \theta_1^{(t+1)}, \theta_3^{(t)} \ldots, \theta_k^{(t)}, \mathbf{y})$

...

สุ่มค่า $\theta_k^{(t+1)}$ จาก $\pi(\theta_k \mid \theta_1^{(t+1)}, \theta_3^{(t+1)} ..., \theta_k^{(t+1)}, \mathbf{y})$

3) ให้ $t = t+1$. ถ้า $t < T$ เมื่อ T คือจำนวนตัวอย่างที่ต้องการ ให้กลับไปทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2 แต่ถ้า $t = T$ ให้หยุดทำการสุ่มตัวอย่าง

4) นำค่า $(\theta^0{}_1, ..., \theta_k{}^0)$ ที่หาได้ในแต่ละตัวอย่าง มาหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

2.1.6 ยางพาราไทย

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2556) รายงานธุรกิจยางพาราในภาคใต้ไว้ดังนี้ ยางพารา เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศทั้งในแง่การจ้างงานและการส่งออก โดยเกิดการจ้างงานแก่เกษตรกรกว่า 6 ล้านคน และนับเป็นสินค้าส่งออก 1 ใน 10 ของสินค้าส่งออกที่สำคัญ ของไทย ที่สามารถสร้างรายได้เข้าประเทศกว่า 8,746 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ในปี 2555 ประกอบกับไทยมีศักยภาพด้านการเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก ซึ่งแหล่งปลูกยางพาราที่สำคัญของไทยคือ ภาคใต้ เนื่องจากทำเลที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น สภาพแวดล้อมเหมาะสมกับการปลูกยางพารามากกว่าภาคอื่นๆ ในประเทศ ทั้งดิน ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลม เป็นต้น ตลอดจนรัฐบาลมีโครงการพัฒนาศักยภาพสถาบันเกษตรกรเพื่อรักษาเสถียรภาพราคายาง และยุทธศาสตร์พัฒนายางพารา โดยสนับสนุนการขยายเนื้อที่ปลูกยางพารา ทำให้เนื้อที่ปลูกยางพารา ของไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อรองรับแนวโน้มความต้องการใช้ยางพาราภายในประเทศและต่างประเทศที่เพิ่มขึ้น อันเป็นแรงขับเคลื่อนในการรองรับอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่สำคัญต่างๆ ตามมา เช่น ยางยานพาหนะ ถุงมือยาง ผลิตภัณฑ์ยางที่ใช้ทางเภสัชกรรม หลอดและท่อ เป็นต้น จึงนับว่ายางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพของไทย

เมื่อพิจารณาสภาพภูมิประเทศเป็นรายภาคของประเทศไทย พบว่า ภาคใต้มีศักยภาพในการปลูกยางพาราสูงสุด โดยในปี 2555 ภาคใต้มีเนื้อที่กรีดยางทั้ง สิ้น 9.9 ล้านไร่ (หรือคิดเป็นร้อยละ 72 ของเนื้อที่กรีดทั้งประเทศ) และผลผลิตทั้งสิ้น 2.7 ล้านตัน (หรือคิดเป็นร้อยละ 75 ของผลผลิตทั้งหมด) ทั้งนี้ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร คาดว่าในปี 2556 ภาคใต้จะมีเนื้อที่กรีดยางเพิ่มขึ้นร้อย

ละ 2.3 และผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.7 เนื่องจากปริมาณน้ำฝนเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโต (ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย 2,000-2,700 มิลลิเมตร) เกษตรกรดูแล และบำรุงรักษาต้นยางพาราเป็นอย่างดี ตลอดจนจำนวนวันกรีดเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นปัจจัยหนุนเพื่อสร้างโอกาสด้านการค้าและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับยางพารา และเป็นการสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร ชาวสวนยางเพิ่มขึ้นด้วย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kosanan and Kantanantha (2014) นำเสนอตัวแบบที่ใช้พยากรณ์ผลผลิตยางพาราในประเทศไทย ได้แก่ตัวแบบ Autoregressive integrated moving average (ARIMA), Artificial neural network (ANN) และ Support vector machine (SVM) และพบว่าตัวแบบ ANN ให้ค่า Mean absoulute errror (MAE) ต่ำที่สุด

Pallawala and Jayasundara (2013) พยากรณ์มูลค่าในอนาคตของผลผลิตยางพาราในประเทศศรีลังกา โดยใช้ตัวแบบ SARIMA

Kahforoushan, Zarif and Mashahir (2010) ศึกษาการพยากรณ์ผลผลิตทางด้านการเกษตร ซึ่งได้แก่ การปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ การประมง และการปลูกป่า โดยใช้วิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ได้แก่ วิธีปรับเรียบเอ็กโปเนนเชียลโดยวิธี Holt-Winters แบบไม่มีฤดูกาล (Holt-Winters (no seasonal) Exponential Smooting Model) วิธีบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Model) วิธีโครงข่ายปราสาทเทียม (Artificial Neural Network Model) และ วิธีARIMA (ARIMA Model) และใช้ ค่า MAE MSE และMAPE เปรียบเทียบผลการพยากรณ์แต่ละวิธี

Chawla and Jha (2009) นำเสนอตัวแบบที่ใช้พยากรณ์ผลผลิตยางพาราในประเทศอินเดีย ได้แก่ตัวแบบ Trend Method, Holt's Method, Winter's Method และARIMA Model และพบว่า Winter's Method ให้ค่า (Mean absolute percentage error หรือ MAPE) ต่ำที่สุด

Sumer et al. (2009) ศึกษาการใช้ตัวแบบ ARIMA, SARIMA และ ตัวแบการถดถอย (Regression Model) ที่มีฤดูกาล (Seasonal) เป็นตัวแปรซ่อนเร้น (Latent variable) ในการพยากรณ์ ปริมาณความต้องการกระแสไฟฟ้าพบว่าตัวแบการถดถอยที่มีฤดูกาลเป็นตัวแปรซ่อนเร้นพยากรณ์ได้แม่นยำกว่า ARIMA และSARIMA

Mendoza and de Alba (2006) ศึกษาการวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีเบย์ เมื่อมีข้อมูลจำนวนน้อย ค่าที่พยากรณ์เป็นค่าสะสมของตัวแปรต่อเนื่องที่เป็นค่าบวกโดยทราบค่าสะสมของข้อมูลมาส่วนหนึ่งแล้ว ตัวแบบที่ถูกนำเสนอเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่ารวมทั้งหมดกับค่ารวมมาแล้วบางส่วนของตัวแปรภายใต้อิทธิพลของฤดูกาลแบบคงที่ (stable seasonality) ผลการศึกษาพบว่าตัวแบบที่นำเสนอเหมาะสมเมื่อมีข้อมูลจำนวนน้อย และตัวแบบมาตรฐานทั่วไปไม่เหมาะสม

Iqbal et al. (2005) ใช้ตัวแบบ Autoregressive integrated moving average (ARIMA) สำหรับ พยากรณ์ผลผลิตและพื้นที่เพราะปลูกข้าวสาลีในประเทศปากีสถานเพื่อใช้เป็นข้อมูลให้กับรัฐบาลในการกำหนดนโยบาย

Mishra and Desai (2005) ใช้ตัวแบบ Seasonal autoregressive integrated moving average (SARIMA) ในการพยากรณ์ภัยแล้ง (Drought) โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นค่าดัชนีมาตรฐานของหยาดน้ำที่ตกมาจากชั้นบรรยากาศ (Precipitation)

Clayton and Keldor (1987) โดยใช้ตัวแบบผสมเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Genralized linear mixed model หรือ GLMM) ที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อมูลเป็นแบบ CAR model สำหรับวิเคราะห์อัตราการเกิดโรค และสร้างแผนที่โรค และมีผู้นำไปใช้อย่างกว้างขวาง อาทิ Tsutakawa (1988) และ Cressie and Chan (1989) รวมทั้ง Cressie (1992)

จากตัวอย่างงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าในประเทศไทยยังไม่มีการนำตัวแบบผสมเชิงเส้น ที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาล มาประยุกต์ใช้กับข้อมูลผลผลิตยางพารามาก่อน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับการทำงานวิจัยเรื่อง ตัวแบบผสมเชิงเส้นสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ที่มีฤดูกาลรวมอยู่ด้วย ประยุกต์ใช้กับผลผลิตยางพาราในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล
3.2 ขอบเขตของการวิจัย
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ใช้ศึกษาเป็นข้อมูลรายเดือน ในดับจังหวัดถาคใต้ของประเทศไทย 2548-2553 จำนวน 72 เดือน ได้จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ข้อมูล 66 เดือนแรก ใช้สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ ที่เหลืออีก 6 เดือนสุดท้าย ใช้สำหรับทดสอบความแม่นยำของตัวแบบ ประสิทธิภาพของตัวแบบพิจาณาจากค่าพยากรณ์ผิดพลาดเปรียบเทียบกับตัวแบบ Holt-Winters Additive Exponential Smoothing เกณฑ์ที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบคือ ค่า Mean Absolute Error (MAE) ตัวแบบที่มีค่า MAE น้อยกว่า เป็นตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากกว่า

3.2 ขอบเขตของการวิจัย

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผลผลิตยางพารารายเดือน ในจังหวัดภาคใต้ ของประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผลผลิตยางพารารายเดือน ปี 2548 ถึงปี 2553 ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

3.2.2 ตัวแปรสำหรับการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ อิทธิพลของฤดูกาล อิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงเชิงพื้นที่

ตัวแปรตาม คือ ผลผลิตยางพารารายเดือน ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.3.1 ศึกษาหัวเรื่อง ต่อไปนี้

3.3.1.1 ยางพาราไทย

3.3.1.2 ตัวแบบ LMM ซึ่งเป็นตัวแบบที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่ตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กัน

3.3.1.2 ตัวแบบ Conditional autoregressive (CAR model)

3.3.1.3 การประมาณค่าด้วยวิธีการของเบย์

3.3.1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยางพารา

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.3.2.1 การวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ศึกษา ใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาผลผลิตยางพารา ใช้วิธีการของเบย์ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาล รายละเอียดตัวแบบที่นำเสนอแสดงดังต่อไปนี้

ให้ Y_{ij} แทนผลผลิตในจังหวัดที่ i เดือนที่ j เมื่อ $i = 1,...,14$ และ $j = 1,...,72$

$$y_{ij} \sim \mathrm{N}(\mu_{ij}, \tau_y^{\,2})$$

ตัวแบบที่มีอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ตัวแปรหุ่นและที่ใช้ฟูเรียร์ ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม มีรูปแบบดังนี้

1) อิทธิพลของฤดูกาลใช้ตัวแปรหุ่น

$$\mu_{ij} = \beta_0 + b_{1i} + b_{2ij} + \beta_1 * Jan + \beta_2 * Feb + \beta_3 * Mar + \beta_4 * Apr + \beta_5 * May + \beta_6 * June + \beta_7 * Jul + \beta_8 * Aug + \beta_9 * Sep + \beta_{10} * Oct + \beta_{11} * Dec + v_i$$

เมื่อ μ_{ij} คือค่าเฉลี่ยของ Y_{ij} นั่นคือ $\mathrm{E}(Y_{ij}) = \mu_{ij}$

b_{1i} คืออิทธิพลเชิงสุ่มอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่

b_{2ij} คืออิทธิพลเชิงสุ่มภายในจังหวัดเดียวกันที่เกิดจากการวัดซ้ำ

β_0 คือ Intercept

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8\ \beta_9, \beta_{10}, \beta_{11}$ คือคือขนาดของอิทธิพล ของฤดูกาลเดือน ม.ค. ถึง พ.ย. ตามลำดับเดือน ธ.ค. เป็นเดือนที่ใช้อ้างอิง (Reference month)

v_i คืออิทธิพลเชิงพื้นที่ มีการแจกแจงแบบ CAR model

2) อิทธิพลของฤดูกาลใช้ฟูเรีย์

$$\mu_{ij} = \beta_0 + b_{1i} + b_{2ij} + \beta_1 * \sin\left(2\pi + \frac{j}{12}\right) + \beta_2 * \cos\left(2\pi + \frac{j}{12}\right) + v_i$$

เมื่อ β_1, β_2 คือขนาดของอิทธิพลของฟังก์ชัน sine และ cosine ตามลำดับ

CAR model มีรูปแบบดังนี้

$$v_i \mid \mathbf{v}_{(-i)} \sim \mathrm{N}\left(\sum_{k=1}^{m} \frac{w_{ik} v_j}{w_{i+}}, \frac{\tau_v^{\,2}}{w_{i+}}\right)$$

และ

$$\mathbf{v} \sim \mathrm{N}\left(\mathbf{0}, \tau_v^{\,2} (\mathbf{D}_w - \mathbf{W})^{-1}\right)$$

หรือ

$$\mathrm{p}(\mathbf{v}) \propto \exp\left\{-\frac{1}{2\tau_v^{\,2}} \mathbf{v}^T (\mathbf{D}_w - \mathbf{W}) \mathbf{v}\right\}$$

$\mathbf{W} = (w_{ik})$ คือเมตริกซ์แสดงน้ำหนักของแต่ละพื้นที่ นิยามดังนี้

$$w_{ik} = \begin{cases} 1 \text{ if subregions } i \text{ and j share a common boundary, } i \neq k \\ 0 \text{ otherwise} \end{cases}$$

w_{ik} = 1 ถ้าพื้นที่ i และ k อยู่ติดกัน โดยที่ $i \neq k$

w_{ik} = 0 ถ้า พื้นที่ i และ k ไม่ได้อยู่ติดกัน

$\mathbf{D}_w = \text{diag}(w_{i+})$ เป็นเมตริซ์ทแยงมุม ที่มีสมาชิกในแนวเส้นทะแยงมุมหลัก (i,i) เท่ากับ $w_{i+} = \sum_k w_{ik}$

ภายใต้วิธีการของเบย์ กำหนดการแจกแจงเบื้องต้น (Prior) ที่เป็น Non-informative คือ ไม่มีมผลต่อ Posterior ดังนี้

$$\beta_0, \beta_1, ..., \beta_{11} \sim \text{N}(0, 100\ 000)$$

$$b_{1i} \sim \text{N}(0.0, {\tau_{b1}}^2)$$

$$b_{2ij} \sim \text{N}(0, {\tau_{b2}}^2)$$

$${\tau_{b1}}^2 \sim \text{InvGamma}(1, 0.1)$$

$${\tau_{b2}}^2 \sim \text{InvGamma}(1, 0.1)$$

$${\tau_y}^2 \sim \text{InvGamma}(1, 0.1)$$

$${\tau_v}^2 \sim \text{InvGamma}(1, 0.1)$$

การประมาณค่าพารามิเตอร์ ใช้การประมาณแบบเบย์ โดยการเขียนโปรแกรมใน OpenBUGS และ R ซึ่งใช้ Gibbs sampling MCMC ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการทำงานวิจัยเรื่อง ตัวแบบผสมเชิงเส้นสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ที่มีฤดูกาลรวมอยู่ด้วย ประยุกต์ใช้กับผลผลิตยางพาราในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย ในครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อ นำเสนอตัวแบบผสมเชิงเส้นสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ที่มีฤดูกาลรวมอยู่ด้วย ประยุกต์ใช้ตัวแบบที่นำเสนอกับข้อมูลผลผลิตยางพารา ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย พยากรณ์ผลผลิตยางพารา ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย และเปรียบเทียบตัวแบบที่นำเสนอกับตัวแบบที่ใช้อยู่ทั่วไป คือ ตัวแบบ Holt-Winters ES และตัวแบบ SARIMA ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ผลผลิตยางพารารายรายเดือน ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทยจำนวน 14 จังหวัด ระหว่างปี 2548 – 2553 รวม 72 เดือน รวบรวมจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยข้อมูล 66 เดือนแรกใช้สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ และ 6 เดือนหลังใช้สำหรับทดสอบความแม่นยำของตัวแบบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงได้ดังรายละเอียดในแต่ละข้อต่อไปนี้

4.1 ลักษณะทั่วไปของข้อมูลที่ใช้ศึกษา
4.2 อิทธิพลของฤดูกาลที่มีต่อผลต่อผลผลิตยางพารา ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย
4.3 ค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพารา ในประเทศไทย
4.4 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่
4.5 ค่าประมาณอิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่
4.6 การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบที่นำเสนอ

4.1 ลักษณะทั่วไปของข้อมูลที่ใช้ศึกษา

ผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อเดือนต่อจังหวัดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลผลิตยางพารา เฉลี่ยต่อเดือนต่อจังหวัด

จังหวัด	ผลผลิตยางพารา (ตัน)	
	ค่าเฉลี่ยต่อเดือน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กระบี่	11,153.92	4,369.71
ชุมพร	8,637.24	3,913.64
ตรัง	27,623.28	9,693.08
นครศรีธรรมราช	24,580.61	13,964.69
นราธิวาส	20,459.35	8,227.54
ปัตตานี	5,291.15	1,802.74
พังงา	12,222.44	4,400.68
พัทลุง	11,154.85	3,863.73
ภูเก็ต	2,031.79	1,038.40
ยะลา	19,840.06	7,514.36
ระนอง	2,023.62	1,124.24
สงขลา	29,697.34	14,887.04
สตูล	5,403.02	1,916.74
สุราษฎร์ธานี	34,944.00	13,826.37
รวมทุกจังหวัด	15,361.62	6,467.35

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่าจังหวัดในภาคใต้ที่มีผลผลิตยางพาราสูงสุด 5 อันดับแรกเรียงตามลำดับจากมากไปน้อยคือ กระบี่ (11,153.92) ตามด้วย ชุมพร (8,637.24) ตรัง (27,623.28) นครศรีธรรมราช (24,580.61) และนราธิวาส (20,459.35)

4.2 อิทธิพลของฤดูกาลที่มีต่อผลต่อผลผลิตยางพารา ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

4.2.1 อิทธิพลของฤดูกาลที่แสดงด้วยตัวแปรหุ่น

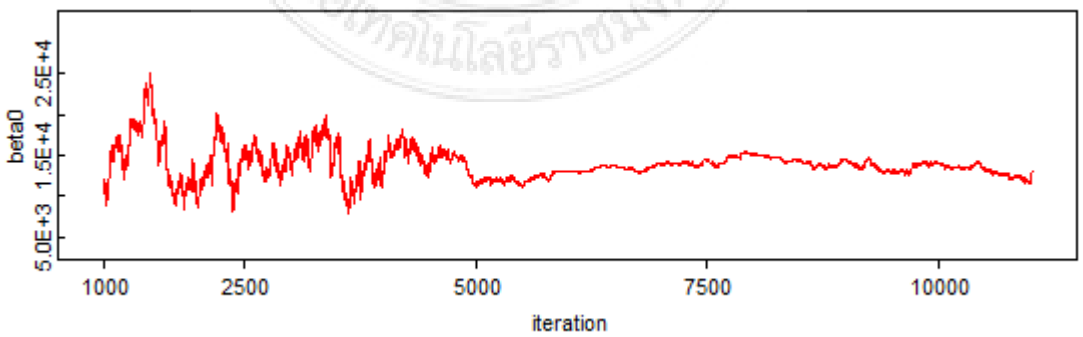
ตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ตัวแปรหุ่น ที่นำเสนอมีรูปแบบดังนี้

$$\mu_{ij} = \beta_0 + b_{1i} + b_{2ij} + \beta_1 * Jan + \beta_2 * Feb + \beta_3 * Mar + \beta_4 * Apr + \beta_5 * May + \beta_6 * June + \beta_7 * Jul + \beta_8 * Aug + \beta_9 * Sep + \beta_{10} * Oct + \beta_{11} * Dec + v_i$$

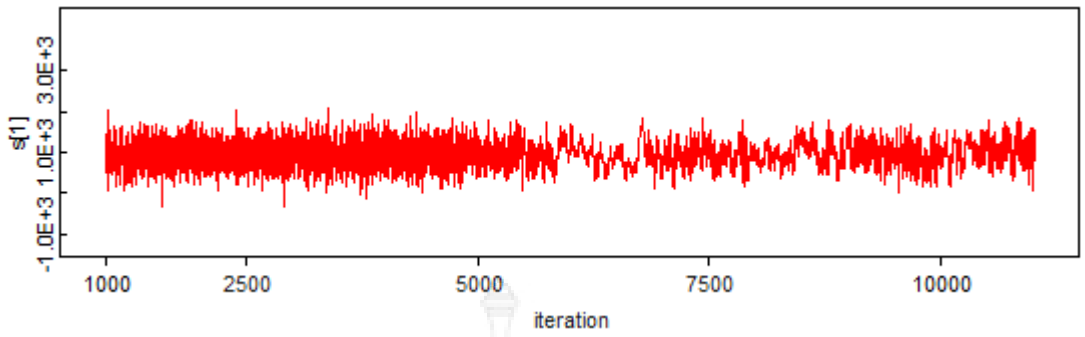
การประมาณค่าพารามิเตอร์ใช้วิธีการของเบย์ ก่อนที่จะได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว จะต้องตรวจสอบการลู่เข้าของ MCMC ของการแจกแจงของพารามิเตอร์แต่ละตัวเสียก่อนว่า มีการลู่เข้าหรือไม่ ถ้า MCMC มีการลู่เข้าแสดงว่าค่าประมาณพารามิเตอร์นั้นเชื่อถือได้

4.2.1 1 การลู่เข้าของ MCMC

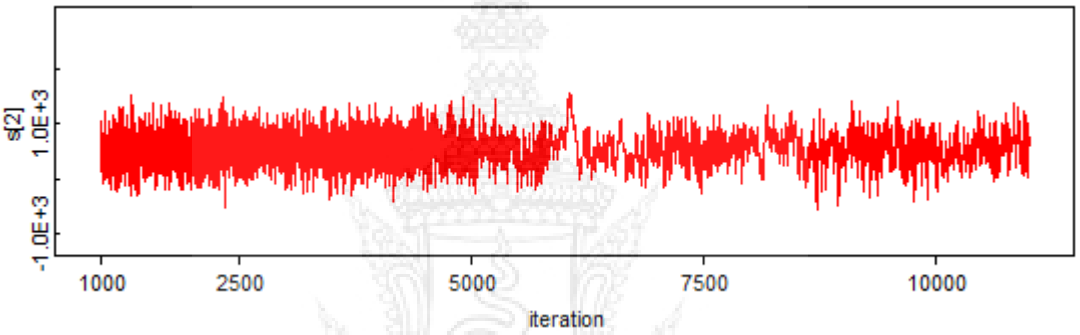
การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาล ด้วยวิธีการของเบย์ ที่ใช้การจำลองสถานการณ์แบบ MCMC นั้น จะต้องตรวจสอบการลู่เข้าสู่การแจงแจกใดการแจกแจงหนึ่งของพารามิเตอร์แต่ละตัว โดยพิจารณาจากกราฟของ History Plot, Kernel Density Plot, Trace Plot, และ Autocorrelation Plot จากการจำลองสถานการณ์ MCMC 15,000 รอบ โดยตัด 5000 รอบแรกทิ้ง ได้กราฟ History Plot ดังภาพที่ 1-12, Kernel Density Plot ดังภาพที่ 13-24, Trace plot ดังภาพที่ 25-36 และ Autocorrelation Plot ดังภาพที่ 37-48



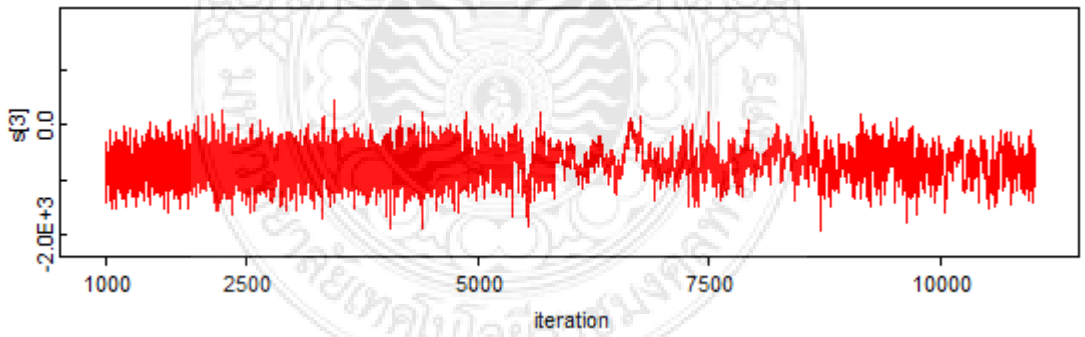
ภาพที่ 1 History Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



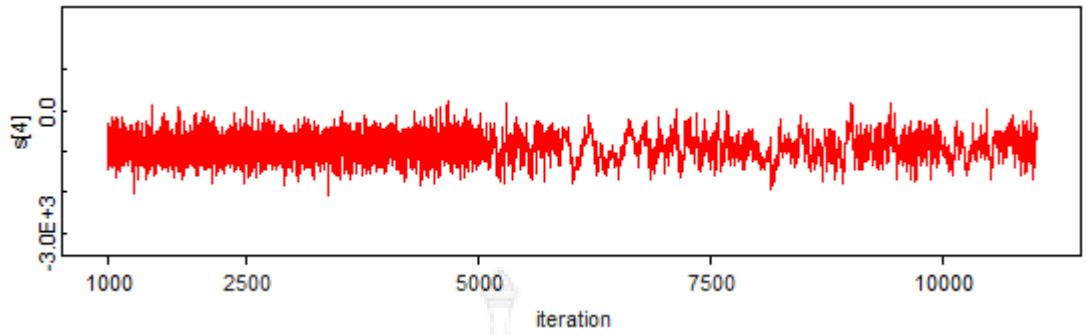
ภาพที่ 2 History Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



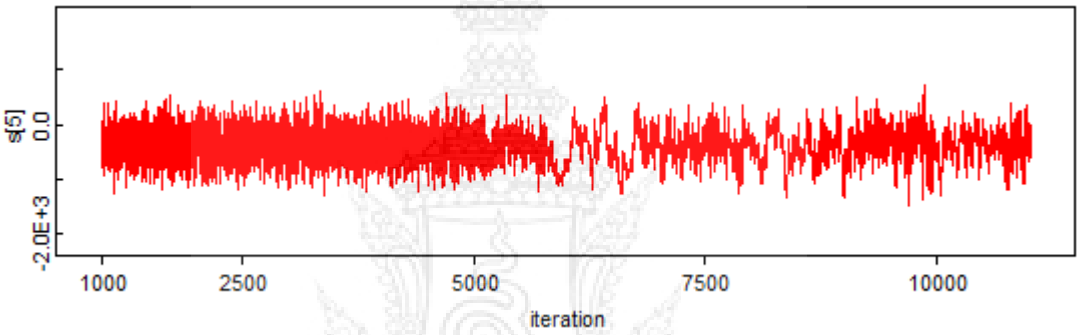
ภาพที่ 3 History Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



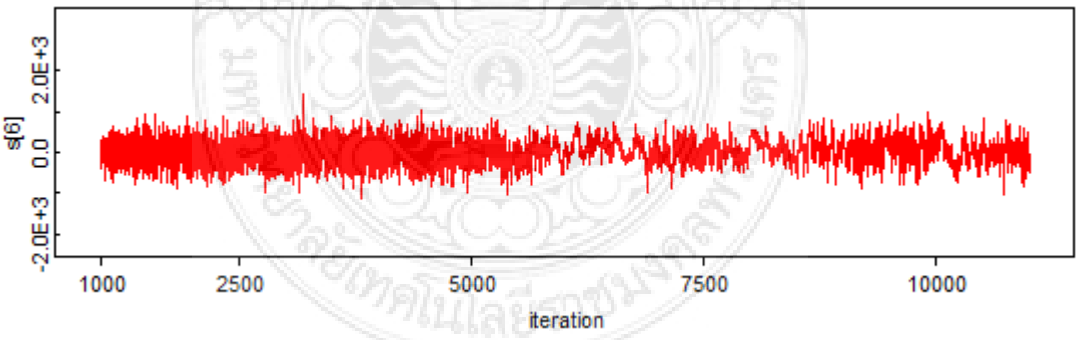
ภาพที่ 4 History Plot ของ β_3 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



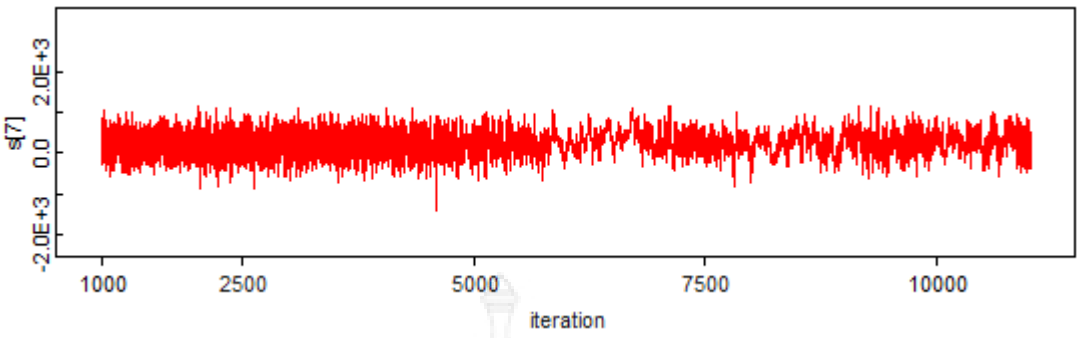
ภาพที่ 5 History Plot ของ β_4 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



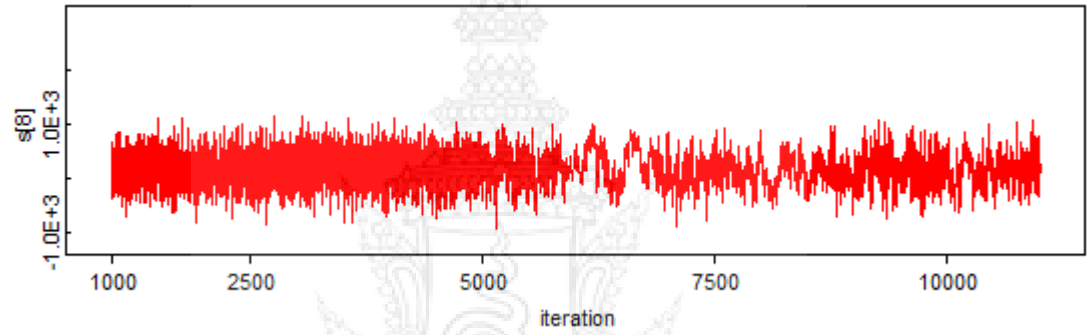
ภาพที่ 6 History Plot ของ β_5 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



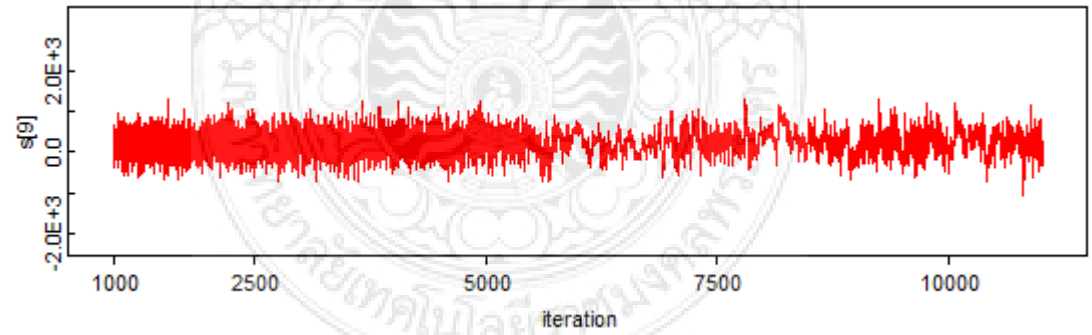
ภาพที่ 7 History Plot ของ β_6 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



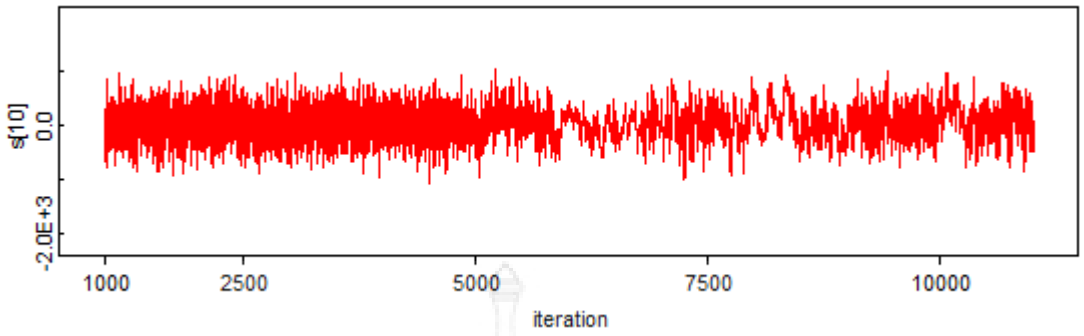
ภาพที่ 8 History Plot ของ β_7 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



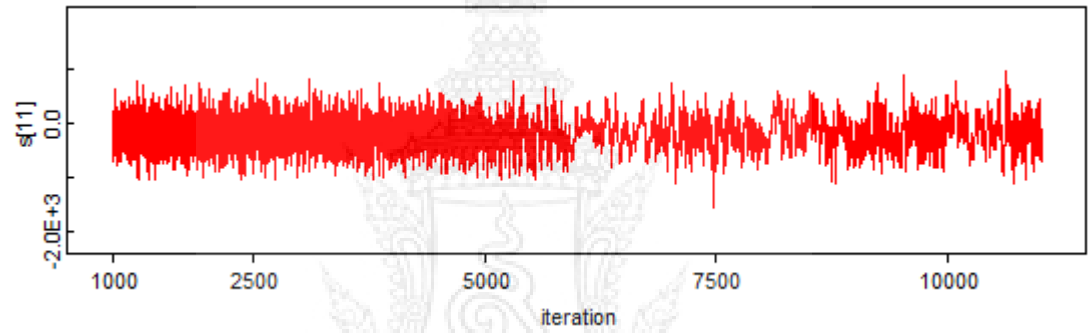
ภาพที่ 9 History Plot ของ β_8 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



ภาพที่ 10 History Plot ของ β_9 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น

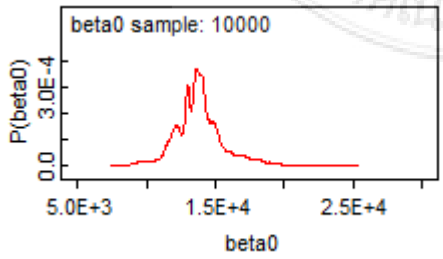


ภาพที่ 11 History Plot ของ β_{10} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น

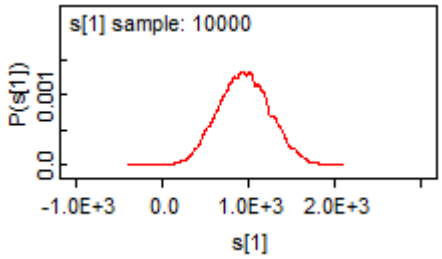


ภาพที่ 12 History Plot ของ β_{11} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น

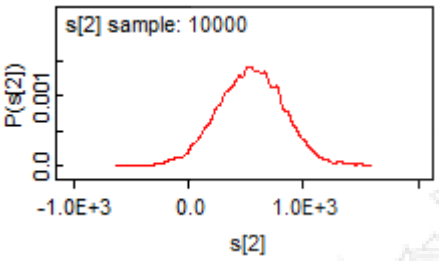
จากภาพที่ 1 ถึงภาพที่ 12 กราฟของ History Plot แกว่งขึ้นลง เป็นแนวเส้นตรง แสดงว่า พารามิเตอร์แต่ละตัวลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง สามารถหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นได้



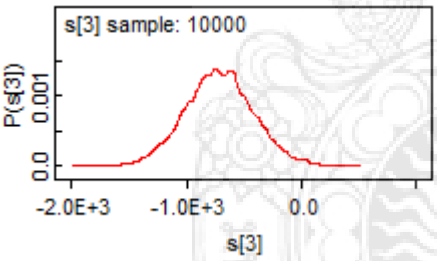
ภาพที่ 13 Kernel Density Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



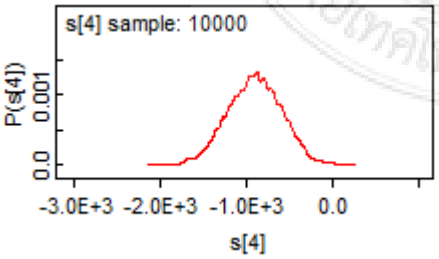
ภาพที่ 14 Kernel Density Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



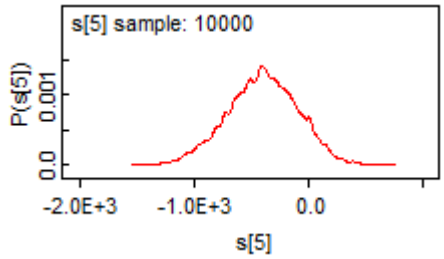
ภาพที่ 15 Kernel Density Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



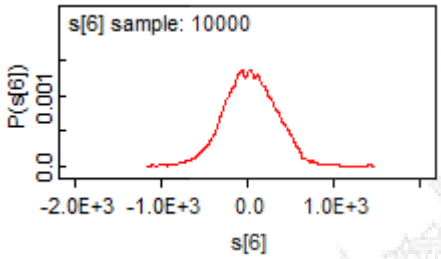
ภาพที่ 16 Kernel Density Plot ของ β_3 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



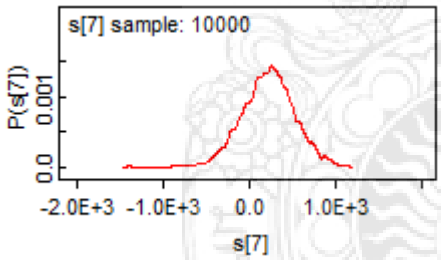
ภาพที่ 17 Kernel Density Plot ของ β_4 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



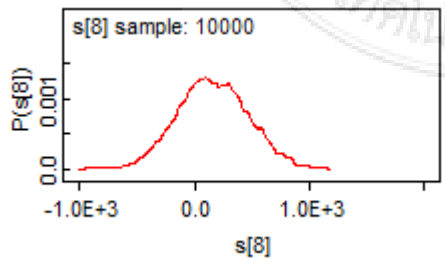
ภาพที่ 18 Kernel Density Plot ของ β_5 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



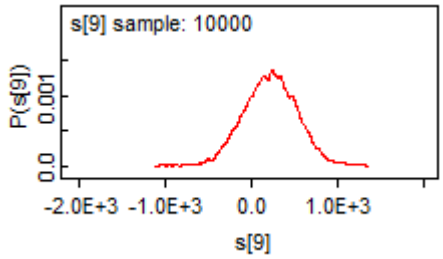
ภาพที่ 19 Kernel Density Plot ของ β_6 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



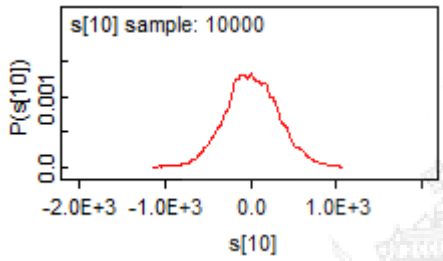
ภาพที่ 20 Kernel Density Plot ของ β_7 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



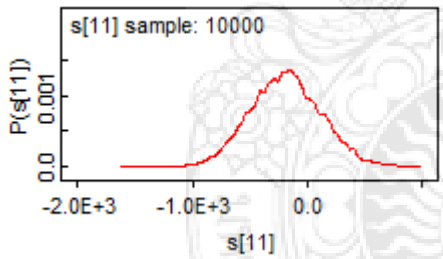
ภาพที่ 21 Kernel Density Plot ของ β_8 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



ภาพที่ 22 Kernel Density Plot ของ β_9 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น

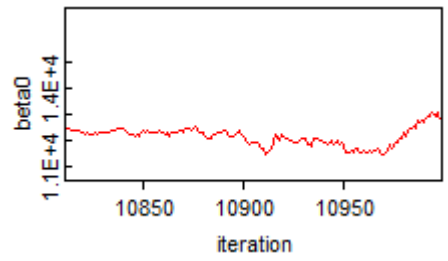


ภาพที่ 23 Kernel Density Plot ของ β_{10} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น

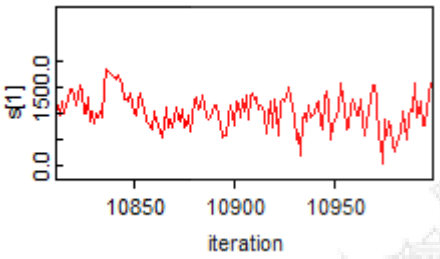


ภาพที่ 24 Kernel Density Plot ของ β_{11} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น

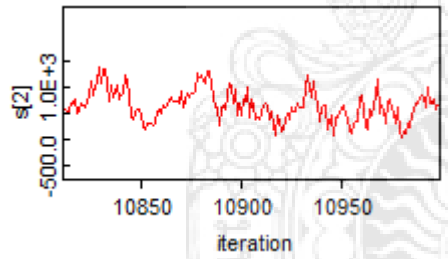
จากภาพที่ 13 ถึงภาพที่ 24 กราฟของ Kernel Density Plot เรียบ ไม่ขลุขละ แสดงว่า พารามิเตอร์แต่ละตัวลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง สามารถหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นได้



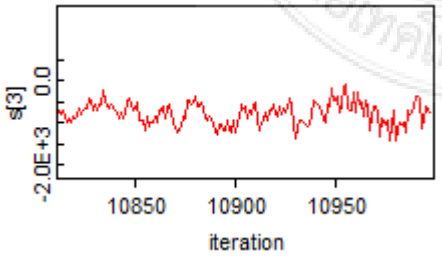
ภาพที่ 25 Trace Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



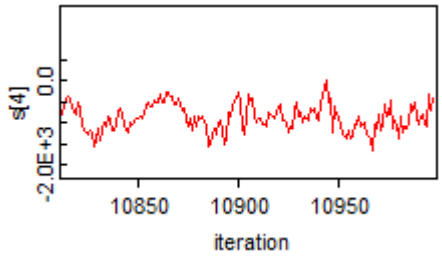
ภาพที่ 26 Trace Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



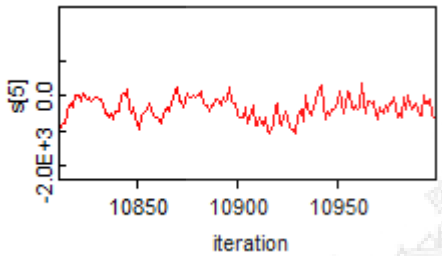
ภาพที่ 27 Trace Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



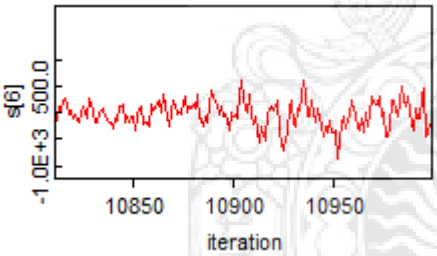
ภาพที่ 28 Trace Plot ของ β_3 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



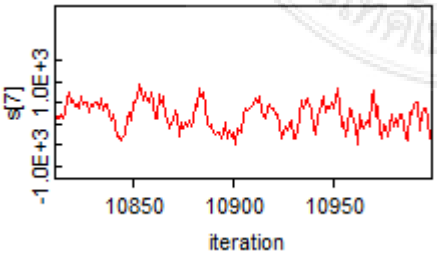
ภาพที่ 29 Trace Plot ของ β_4 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



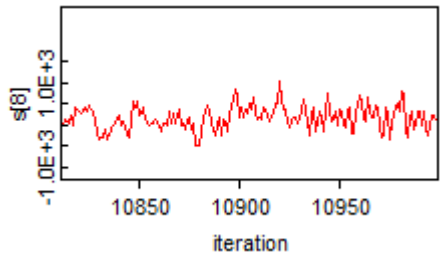
ภาพที่ 30 Trace Plot ของ β_5 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



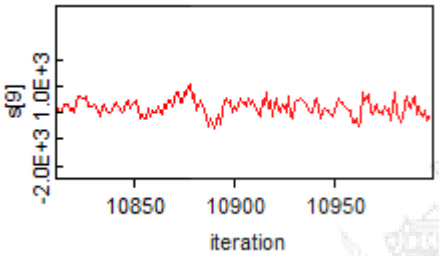
ภาพที่ 31 Trace Plot ของ β_6 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



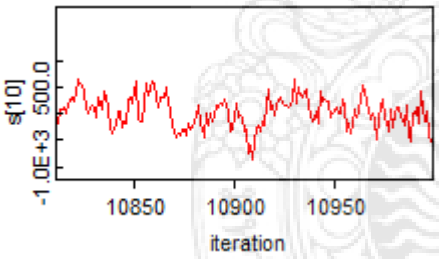
ภาพที่ 32 Trace Plot ของ β_7 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



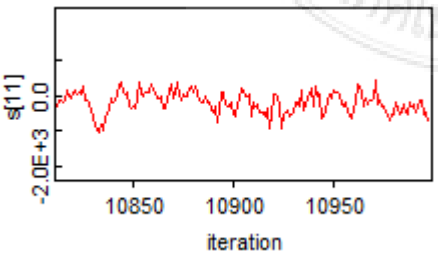
ภาพที่ 33 Trace Plot ของ β_8 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



ภาพที่ 34 Trace Plot ของ β_9 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น

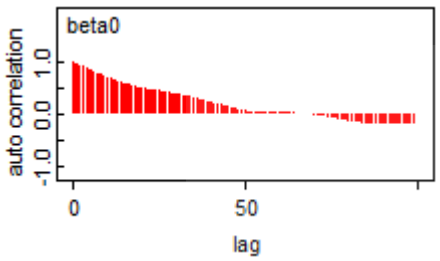


ภาพที่ 35 Trace Plot ของ β_{10} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น

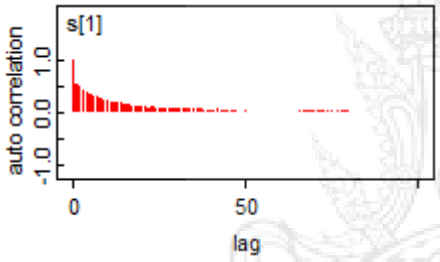


ภาพที่ 36 Trace Plot ของ β_{11} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น

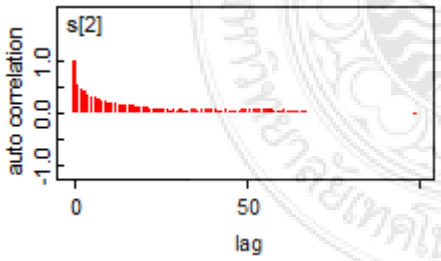
จากภาพที่ 25 ถึงภาพที่ 36 กราฟของ Trace Plot แกว่งขึ้นลง เป็นแนวเส้นตรง แสดงว่า พารามิเตอร์แต่ละตัวลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง สามารถหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นได้



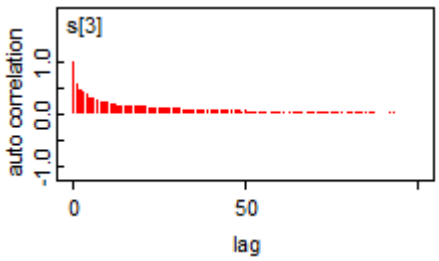
ภาพที่ 37 Autocorrelation Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



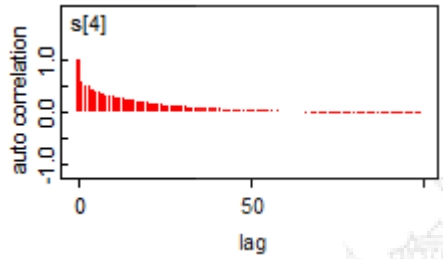
ภาพที่ 38 Autocorrelation Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



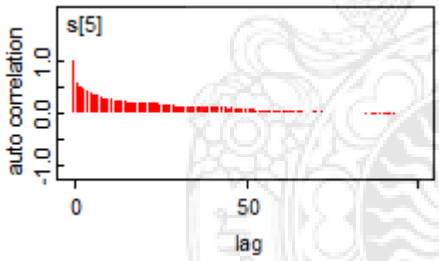
ภาพที่ 39 Autocorrelation Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



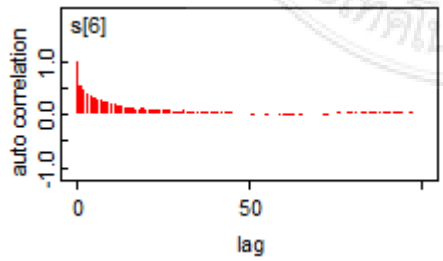
ภาพที่ 40 Autocorrelation Plot ของ β_3 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



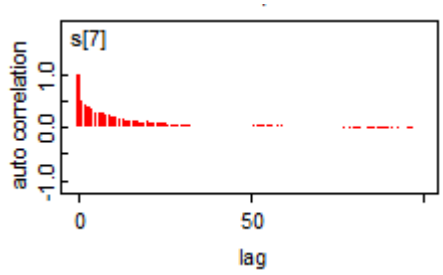
ภาพที่ 41 Autocorrelation Plot ของ β_4 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



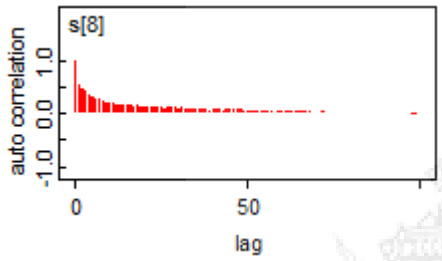
ภาพที่ 42 Autocorrelation Plot ของ β_5 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



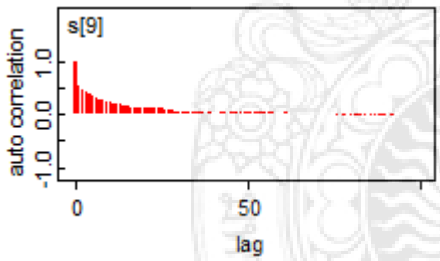
ภาพที่ 43 Autocorrelation Plot ของ β_6 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



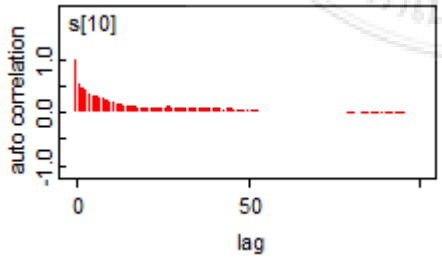
ภาพที่ 44 Autocorrelation Plot ของ β_7 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



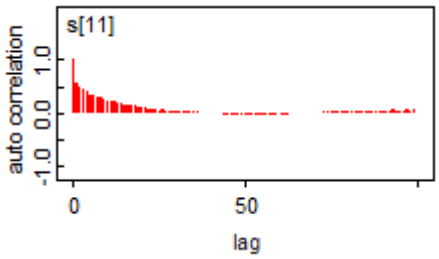
ภาพที่ 45 Autocorrelation Plot ของ β_8 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



ภาพที่ 46 Autocorrelation Plot ของ β_9 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



ภาพที่ 47 Autocorrelation Plot ของ β_{10} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



ภาพที่ 48 Autocorrelation Plot ของ β_{11} ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น

จากภาพที่ 37 ถึงภาพที่ 48 กราฟของ Autocorrelation Plot ลดลงอย่างรวดเร็ว แสดงว่า พารามิเตอร์แต่ละตัวลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง อย่างรวดเร็ว สามารถหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นได้

4.2.1.2 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของฤดูกาลที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา

การวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของฤดูกาลที่มีต่อผลผลิตยางพารา โดยใช้ตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ตัวแปรหุ่น ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ตัวแปรหุ่น ที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
β_0 (Intercept)	13,900.00	1,946.00	10,380.00	18,510.00
β_1 (ม.ค.)	947.80	299.30	380.10	1,544.00
β_2 (ก.พ.)	545.90	290.20	-17.84	1,114.00
β_3 (มี.ค.)	-717.10	297.60	-1,299.00	-126.10
β_4 (เม.ย.)	-897.90	310.60	-1,503.00	-314.10
β_5 (พ.ค.)	-399.60	305.00	-1,017.00	170.10
β_6 (มิ.ย.)	28.57	291.10	-546.10	580.70
β_7 (ก.ค.)	229.70	295.90	-355.50	807.00

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
β_8 (ส.ค.)	159.20	301.30	-416.40	758.10
β_9 (ก.ย.)	221.60	303.40	-365.30	804.70
β_{10} (ต.ค.)	17.46	300.80	-565.10	622.80
β_{11} (พ.ย.)	-187.00	302.40	-761.90	407.80
ธ.ค. (อ้างอิง)	.	.	.	.

จากตารางที่ 2 พบว่าผลผลิตยางพาราเฉลี่ยเดือน ม.ค.กว่าเดือน ธ.ค. 947.80 ตัน เดือน มค. มากกว่าเดือน ธ.ค. 947.80 ตัน เดือน ก.พ. มากกว่าเดือน ธ.ค. 545.90 ตัน เดือน มี.ค. น้อยกว่าเดือน ธ.ค. 717.10 ตัน เดือน เม.ย.น้อยกว่าเดือน ธ.ค. 897.90 ตัน เดือน พ.ค. น้อยกว่าเดือน ธ.ค. 399.60 ตัน เดือน มิ.ย. มากกว่าเดือน ธ.ค. 28.57 ตัน เดือน ก.ค. มากกว่าเดือน ธ.ค. 229.70 ตัน เดือน ส.ค. มากกว่าเดือน ธ.ค. 159.20 ตัน เดือน ก.ย. มากกว่าเดือน ธ.ค. 221.60 ตัน เดือน ต.ค. มากกว่าเดือน ธ.ค. 17.46 ตัน เดือน พ.ย. น้อยกว่าเดือน ธ.ค. 187.00 ตัน

เมื่อเรียงลำดับขนาดอิทธิพลของฤดูกาลที่มีต่อผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อเดือนจากมากสุดไปน้อยสุด เรียงลำดับได้ดังนี้ ม.ค. ก.พ. ก.ค. ก.ย. สค. มิ.ย. ต.ค. ธ.ค. พ.ย. พ.ค. มี.ค. และ เม.ย. ตามลำดับ

4.2.2 อิทธิพลของฤดูกาลที่แสดงด้วยฟูเรียร์

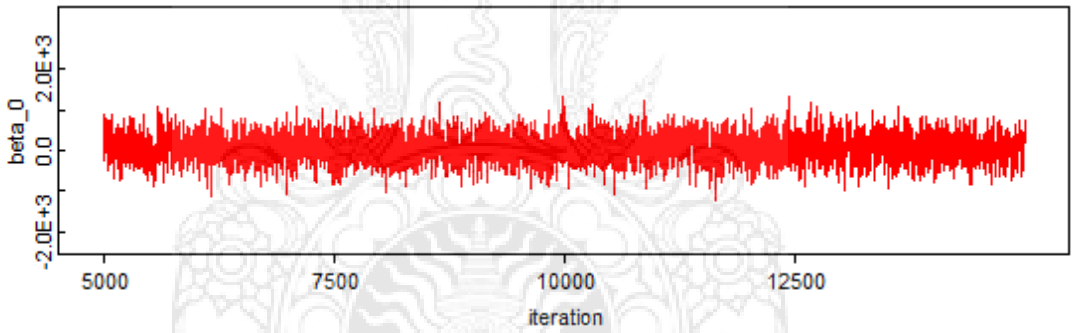
ตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ฟูเรียร์ คือ

$$\mu_{ij} = \beta_0 + b_{1i} + b_{2ij} + \beta_1 * \sin\left(2\pi + \frac{j}{12}\right) + \beta_2 * \cos\left(2\pi + \frac{j}{12}\right) + v_i$$

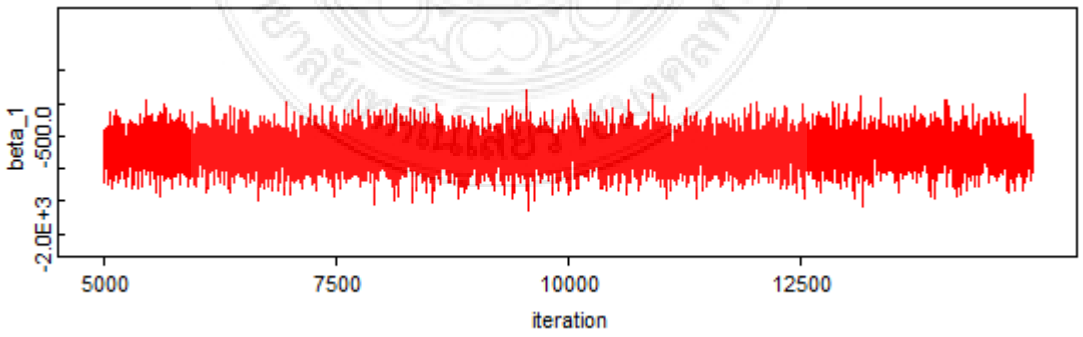
เช่นเดียวกันกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ตัวแปรหุ่น จะต้องตรวจสอบการลู่เข้าของ MCMC ของการแจกแจงของพารามิเตอร์แต่ละตัวเสียก่อนว่า มีการลู่เข้าหรือไม่

4.2.2.1 การลู่เข้าของ MCMC

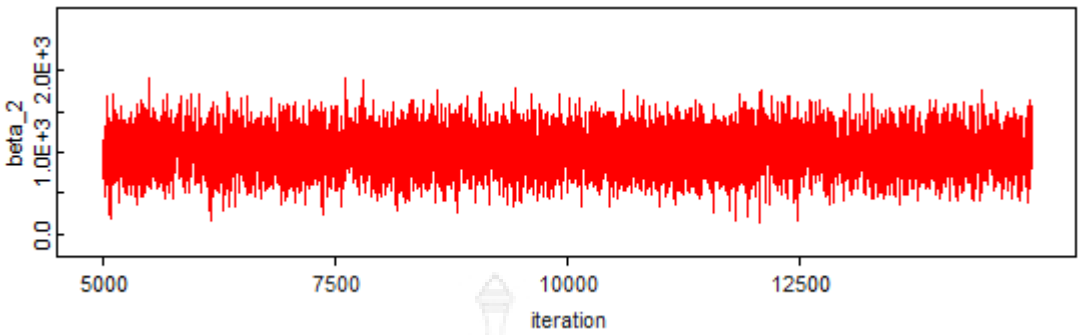
การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัว ตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ฟูเรียร์ ด้วยวิธีการของเบย์ ใช้การจำลองสถานการณ์ MCMC 15,000 รอบ โดยตัด 5000 รอบแรกทิ้ง การลู่เข้าสู่การแจงแจกใดการแจกแจงหนึ่งของพารามิเตอร์แต่ละตัว แสดงด้วยกราฟของ History Plot ดังภาพที่ 49-51, Kernel Density Plot ดังภาพที่ 52-54, Trace Plot ดังภาพที่ 55-57 และ Autocorrelation Plot ดังภาพที่ 58-60



ภาพที่ 49 History Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์

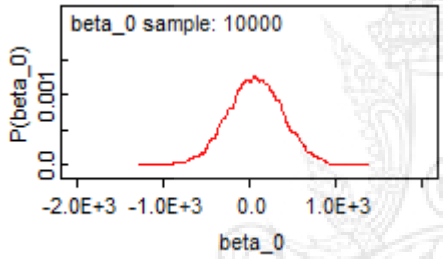


ภาพที่ 50 History Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์

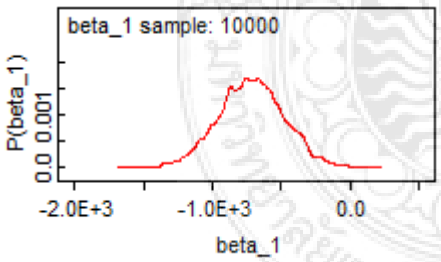


ภาพที่ 51 History Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์

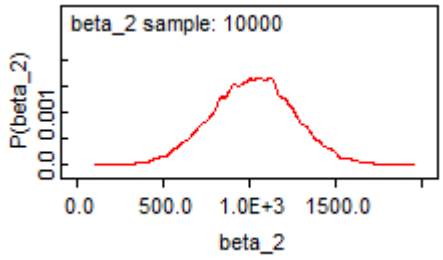
จากภาพที่ 49 ถึงภาพที่ 51 กราฟของ History Plot แกว่งขึ้นลง เป็นแนวเส้นตรง แสดงว่า พารามิเตอร์แต่ละตัวลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง สามารถหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นได้



ภาพที่ 52 Kernel desity plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์

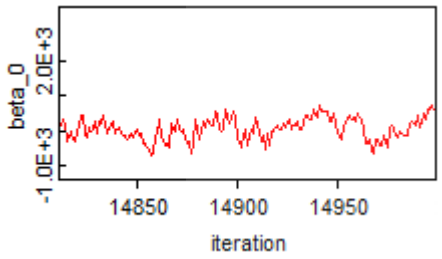


ภาพที่ 53 Kernel desity plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์

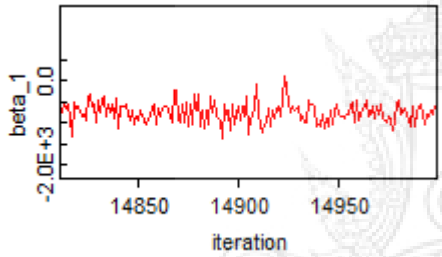


ภาพที่ 54 Kernel desity plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์

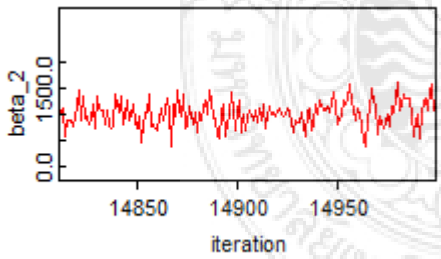
จากภาพที่ 52 ถึงภาพที่ 54 กราฟของ Kernel Density Plot เรียบ ไม่ขลุขละ แสดงว่า พารามิเตอร์แต่ละตัวลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง สามารถหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นได้



ภาพที่ 55Trace Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์

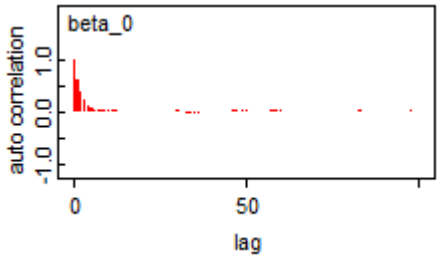


ภาพที่ 56 Trace Plot ของ β_7 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์

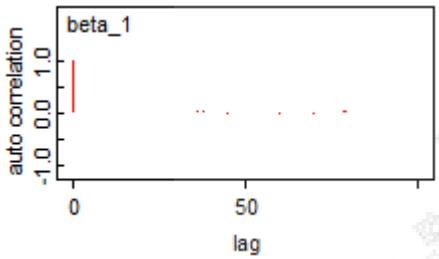


ภาพที่ 57 Trace Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์

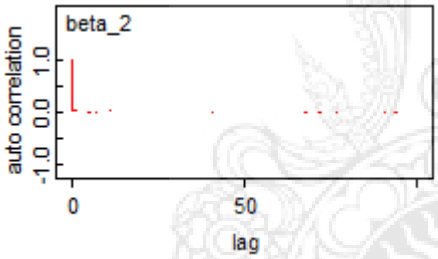
จากภาพที่ 55 ถึงภาพที่ 57 กราฟของ Trace Plot แกว่งขึ้นลง เป็นแนวเส้นตรง แสดงว่า พารามิเตอร์แต่ละตัวลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง สามารถหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นได้



ภาพที่ 58 Autocorrelation Plot ของ β_0 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์



ภาพที่ 59 Autocorrelation Plot ของ β_1 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์



ภาพที่ 60 Autocorrelation Plot ของ β_2 ที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นฟูเรียร์

จากภาพที่ 58 ถึงภาพที่ 60 กราฟของ Autocorrelation Plot ลดลงอย่างรวดเร็ว แสดงว่า พารามิเตอร์แต่ละตัวลู่เข้าหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่ง อย่างรวดเร็ว สามารถหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นได้

4.2.2 2 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของฤดูกาลแบบฟูเรียร์ที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา

การวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของฤดูกาลที่มีต่อผลผลิตยางพารา โดยใช้ตัวตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ฟูเรียร์ ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าประมาณขนาดอิทธิพลของฤดูกาลแบบฟูเรียร์ที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
β_0 (Intercept)	65.72	6.726	65.1	699.8
β_1 (sin)	-716.3	2.669	-717	-248.9
β_2 (cos)	1018	2.374	1021	1488

จากตารางที่ 2 พบว่าอิทธิพลของฤดูกาลที่มีต่อผลผลิตยางพารา อิทธิพลของฟังก์ชัน sine (-716.3) มีค่าน้อยกว่าของฟังก์ชัน cosine (1018)

4.3 ค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพารา ในประเทศไทย

ค่าของข้อมูลผลผลิตยางพาราจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 66 ในแต่ละจังหวัด และ ช่วงที่ใช้สำหรับตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ เดือนที่ 67 ถึงเดือนที่ 72 ในแต่ละจังหวัด ของตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ตัวแปรหุ่น และแบบฟูเรียร์ แสดงในตารางที่ 4-31 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดกระบี่

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	18,701	15,080	3,621	16480	2,221
2	16,830	13,850	2,980	15090	1,740
3	3,312	6,998	3,686	5705	2,393
4	3,896	7,074	3,178	6072	2,176
5	10,579	10,270	309	10660	81
6	9,350	9,754	404	9977	627

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
7	14,805	12,670	2,135	13630	1,175
8	16,363	13,750	2,613	14690	1,673
9	12,467	12,170	297	12060	407
10	8,405	10,440	2,035	9336	931
11	9,963	11,230	1,267	10320	357
12	10,909	11,590	681	11010	101
13	16,793	14,140	2,653	15220	1,573
14	10,592	10,840	248	10970	378
15	7,048	8,834	1,786	8186	1,138
16	5,603	7,916	2,313	7187	1,584
17	10,347	10,150	197	10510	163
18	12,323	11,210	1,113	11940	383
19	12,569	11,600	969	12170	399
20	12,173	11,730	443	11880	293
21	11,137	11,530	393	11240	103
22	12,105	12,210	105	11810	295
23	13,850	13,120	730	12890	960
24	11,778	12,000	222	11570	208
25	15,436	13,500	1,936	14330	1,106
26	10,528	10,810	282	10950	422
27	7,000	8,803	1,803	8152	1,152
28	5,729	7,969	2,240	7262	1,533
29	10,322	10,130	192	10490	168

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
30	12,428	11,260	1,168	11990	438
31	10,787	10,740	47	11020	233
32	10,992	11,140	148	11140	148
33	12,742	12,300	442	12320	422
34	13,112	12,690	422	12470	642
35	13,658	13,010	648	12780	878
36	13,987	13,070	917	13060	927
37	15,226	13,390	1,836	14190	1,036
38	5,537	8,413	2,876	7616	2,079
39	2,768	6,750	3,982	5369	2,601
40	8,305	9,215	910	8988	683
41	9,689	9,831	142	10080	391
42	11,074	10,610	464	11120	46
43	11,074	10,860	214	11200	126
44	11,074	11,180	106	11180	106
45	12,458	12,170	288	12090	368
46	13,842	13,060	782	12940	902
47	16,611	14,430	2,181	14740	1,871
48	20,763	16,320	4,443	17550	3,213
49	18,137	14,810	3,327	16110	2,027
50	6,884	9,051	2,167	8513	1,629
51	2,912	6,825	3,913	5453	2,541
52	4,501	7,392	2,891	6457	1,956

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
53	5,295	7,685	2,390	7183	1,888
54	9,664	9,921	257	10190	526
55	11,385	11,010	375	11390	5
56	11,782	11,520	262	11670	112
57	13,636	12,740	896	12850	786
58	13,768	13,010	758	12910	858
59	16,682	14,470	2,212	14780	1,902
60	17,740	14,870	2,870	15540	2,200
61	15,973	13,770	2,203	14690	1,283
62	13,522	12,270	1,252	12940	582
63	635	5,724	5,089	3964	3,329
64	2,741	6,519	3,778	5279	2,538
65	8,279	9,145	866	9126	847
66	15,583	12,780	2,803	14100	1,483
Mean absolute error (MAE)			1,533		1,051

ตารางที่ 5 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดกระบี่

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	14,904	10,860	4,044	11380	3,524
68	11,306	11,510	204	11330	24
69	11,661	12,050	389	11410	251
70	10,950	12,550	1,600	11260	310
71	7,650	12,540	4,890	10990	3,340
72	7,530	12,290	4,760	11150	3,620
Mean absolute error (MAE)			2,648		1,845

ตารางที่ 6 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดชุมพร

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	18,902	13,890	5,012	17,070	1,832
2	21,063	14,580	6,483	5,510	15,553
3	4,276	6,165	1,889	5,610	1,334
4	4,501	6,075	1,574	6,967	2,466
5	6,301	6,876	575	4,853	1,448
6	2,925	5,375	2,450	5,134	2,209
7	3,240	5,766	2,526	8,961	5,721
8	9,001	8,882	119	5,390	3,611

ตารางที่ 6 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
9	3,601	6,592	2,991	6,513	2,912
10	5,400	7,669	2,269	8,238	2,838
11	8,100	9,027	927	12,480	4,380
12	14,401	11,960	2,441	12,610	1,791
13	14,117	11,570	2,547	9,780	4,337
14	10,036	9,263	773	5,139	4,897
15	3,741	5,911	2,170	5,385	1,644
16	4,145	5,902	1,757	8,893	4,748
17	9,228	8,280	948	9,723	495
18	10,249	8,898	1,351	9,175	1,074
19	9,329	8,719	610	9,446	117
20	9,711	9,210	501	9,367	344
21	9,599	9,480	119	9,619	20
22	10,115	9,936	179	9,601	514
23	10,160	10,020	140	8,927	1,233
24	9,004	9,342	338	11,180	2,176
25	11,966	10,530	1,436	9,365	2,601
26	9,451	8,993	458	5,195	4,256
27	3,803	5,938	2,135	5,255	1,452
28	3,978	5,814	1,836	7,321	3,343
29	6,875	7,164	289	9,274	2,399
30	9,544	8,553	991	8,223	1,321
31	7,905	8,029	124	8,453	548

ตารางที่ 6 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
32	8,235	8,522	287	9,026	791
33	9,091	9,244	153	9,803	712
34	10,379	10,070	309	9,953	426
35	10,719	10,300	419	10,270	449
36	11,121	10,390	731	10,390	731
37	10,777	9,957	820	8,837	1,940
38	8,622	8,581	41	5,549	3,073
39	4,311	6,183	1,872	4,764	453
40	3,233	5,460	2,227	7,092	3,859
41	6,466	6,968	502	7,939	1,473
42	7,544	7,584	40	8,002	458
43	7,544	7,844	300	9,394	1,850
44	9,699	9,218	481	10,130	431
45	10,777	10,050	727	10,090	687
46	10,777	10,260	517	10,030	747
47	10,777	10,320	457	14,350	3,573
48	17,243	13,330	3,913	11,590	5,653
49	12,566	10,800	1,766	6,960	5,606
50	5,808	7,227	1,419	4,350	1,458
51	2,537	5,339	2,802	4,358	1,821
52	2,590	5,145	2,555	8,599	6,009
53	8,708	8,032	676	8,957	249

ตารางที่ 6 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
54	9,109	8,358	751	9,855	746
55	10,348	9,207	1,141	9,824	524
56	10,348	9,524	824	9,957	391
57	10,454	9,883	571	9,762	692
58	10,320	10,050	270	9,712	608
59	10,348	10,120	228	11,210	862
60	12,460	11,020	1,440	12,110	350
61	13,387	11,220	2,167	6,668	6,719
62	5,411	7,035	1,624	4,316	1,095
63	2,481	5,308	2,827	3,826	1,345
64	1,798	4,762	2,964	8,080	6,282
65	7,955	7,688	267	10,510	2,555
66	11,448	9,488	1,960	8,923	2,525
Mean absolute error (MAE)			1,333		2,284

ตารางที่ 7 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดชุมพร

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	10,734	8,372	2,362	8,773	1,961
68	11,516	9,002	2,514	8,794	2,722

ตารางที่ 7 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
69	13,608	9,627	3,981	8,623	4,985
70	9,914	10,020	106	8,450	1,464
71	9,397	10,130	733	8,617	780
72	8,314	9,868	1,554	8,617	303
Mean absolute error (MAE)			1,875		2,036

ตารางที่ 8 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดตรัง

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	57,398	42,240	15,158	47,650	9,748
2	51,658	39,150	12,508	43,700	7,958
3	10,164	18,820	8,656	15,760	5,596
4	10,762	18,890	8,128	16,100	5,338
5	21,524	24,030	2,506	23,440	1,916
6	20,330	23,550	3,220	22,750	2,420
7	39,461	33,050	6,411	35,520	3,941
8	31,091	29,330	1,761	29,970	1,121
9	32,286	30,230	2,056	30,780	1,506
10	11,958	20,640	8,682	17,220	5,262
11	16,741	23,000	6,259	20,320	3,579
12	31,447	29,980	1,467	30,120	1,327

ตารางที่ 8 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
13	37,167	32,470	4,697	34,250	2,917
14	23,652	25,630	1,978	25,130	1,478
15	16,894	22,080	5,186	20,210	3,316
16	20,273	23,490	3,217	22,420	2,147
17	30,409	28,320	2,089	29,330	1,079
18	35,477	30,890	4,587	32,790	2,687
19	33,788	30,320	3,468	31,760	2,028
20	30,409	29,020	1,389	29,510	899
21	28,720	28,500	220	28,390	330
22	27,030	27,910	880	27,190	160
23	21,962	25,510	3,548	23,770	1,808
24	30,410	29,490	920	29,450	960
25	33,910	30,920	2,990	32,070	1,840
26	24,222	25,910	1,688	25,520	1,298
27	17,763	22,490	4,727	20,830	3,067
28	20,992	23,830	2,838	22,920	1,928
29	25,836	26,130	294	26,270	434
30	29,066	27,780	1,286	28,520	546
31	27,451	27,240	211	27,540	89
32	25,836	26,820	984	26,470	634
33	27,451	27,900	449	27,570	119
34	29,066	28,890	176	28,570	496
35	30,681	29,720	961	29,550	1,131

ตารางที่ 8 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
36	30,682	29,620	1,062	29,620	1,062
37	33,386	30,660	2,726	31,720	1,666
38	26,709	27,110	401	27,180	471
39	NA	26,360	-	26,780	-
40	16,695	21,740	5,045	20,050	3,355
41	23,370	24,920	1,550	24,660	1,290
42	33,386	29,860	3,526	31,420	1,966
43	33,386	30,120	3,266	31,500	1,886
44	40,064	33,650	6,414	35,880	4,184
45	43,402	35,590	7,812	38,120	5,282
46	33,386	30,970	2,416	31,390	1,996
47	23,370	26,180	2,810	24,700	1,330
48	26,709	27,690	981	26,980	271
49	40,844	34,260	6,584	36,680	4,164
50	38,930	33,000	5,930	35,260	3,670
51	6,382	16,980	10,598	13,260	6,878
52	13,721	20,320	6,599	18,060	4,339
53	23,613	25,020	1,407	24,820	1,207
54	29,357	27,920	1,437	28,750	607
55	36,377	31,560	4,817	33,430	2,947
56	33,505	30,510	2,995	31,550	1,955
57	24,889	26,650	1,761	25,830	941
58	15,955	22,570	6,615	19,850	3,895

ตารางที่ 8 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
59	21,060	25,090	4,030	23,160	2,100
60	34,463	31,440	3,023	32,130	2,333
61	40,140	33,930	6,210	36,210	3,930
62	31,299	29,310	1,989	30,220	1,079
63	13,749	20,550	6,801	18,130	4,381
64	11,682	19,350	7,668	16,720	5,038
65	21,666	24,100	2,434	23,520	1,854
66	30,051	28,260	1,791	29,190	861
Mean absolute error (MAE)			3,732		2,395

ตารางที่ 9 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดตรัง

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	31,505	26,710	4,795	27,750	3,755
68	33,287	27,380	5,907	27,670	5,617
69	28,366	27,940	426	27,690	676
70	22,990	28,450	5,460	27,440	4,450
71	20,760	28,400	7,640	27,280	6,520
72	19,933	28,160	8,227	27,420	7,487
Mean absolute error (MAE)			5,409		4,751

ตารางที่ 10 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	62,155	42,970	19,185	49,770	12,385
2	88,268	55,250	33,018	66,910	21,358
3	16,918	20,510	3,592	19,240	2,322
4	18,389	20,990	2,601	20,160	1,771
5	14,712	19,170	4,458	17,860	3,148
6	20,228	21,920	1,692	21,670	1,442
7	44,134	33,730	10,404	37,560	6,574
8	13,240	19,140	5,900	17,090	3,850
9	11,034	18,390	7,356	15,680	4,646
10	1,839	14,180	12,341	9,483	7,644
11	7,355	16,890	9,535	13,070	5,715
12	16,183	21,010	4,827	18,990	2,807
13	40,097	32,320	7,777	35,160	4,937
14	25,737	25,070	667	25,510	227
15	10,978	17,630	6,652	15,320	4,342
16	11,347	17,590	6,243	15,480	4,133
17	23,400	23,330	70	23,650	250
18	28,074	25,720	2,354	26,890	1,184
19	28,105	26,000	2,105	26,950	1,155
20	28,443	26,480	1,963	27,180	1,263
21	28,566	26,860	1,706	27,280	1,286

ตารางที่ 10 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
22	27,552	26,580	972	26,540	1,012
23	27,798	26,740	1,058	26,630	1,168
24	27,398	26,450	948	26,440	958
25	42,389	33,420	8,969	36,670	5,719
26	24,154	24,280	126	24,460	306
27	9,258	16,810	7,552	14,120	4,862
28	9,342	16,640	7,298	14,150	4,808
29	23,761	23,530	231	23,910	149
30	26,819	25,130	1,689	26,010	809
31	28,587	26,210	2,377	27,260	1,327
32	24,378	24,520	142	24,460	82
33	20,535	23,000	2,445	21,940	1,405
34	21,012	23,430	2,418	22,210	1,198
35	22,976	24,420	1,444	23,400	424
36	27,324	26,400	924	26,390	934
37	38,108	31,360	6,748	33,820	4,288
38	20,520	22,540	2,020	22,020	1,500
39	5,863	15,160	9,297	11,920	6,057
40	5,863	14,960	9,097	11,850	5,987
41	5,863	14,880	9,017	12,040	6,177
42	17,588	20,670	3,082	19,920	2,332
43	23,451	23,750	299	23,870	419
44	23,451	24,080	629	23,880	429

ตารางที่ 10 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
45	23,451	24,390	939	23,890	439
46	35,176	30,260	4,916	31,580	3,596
47	35,176	30,310	4,866	31,490	3,686
48	58,627	41,520	17,107	47,120	11,507
49	35,301	30,010	5,291	31,990	3,311
50	23,438	23,960	522	24,000	562
51	12,442	18,340	5,898	16,260	3,818
52	15,046	19,390	4,344	17,940	2,894
53	18,808	21,140	2,332	20,560	1,752
54	22,570	23,070	500	23,210	640
55	23,727	23,880	153	24,060	333
56	29,225	26,860	2,365	27,680	1,545
57	28,646	26,900	1,746	27,310	1,336
58	23,148	24,450	1,302	23,600	452
59	19,676	22,830	3,154	21,240	1,564
60	37,327	31,250	6,077	33,040	4,287
61	37,318	30,980	6,338	33,330	3,988
62	28,318	26,300	2,018	27,240	1,078
63	13,209	18,700	5,491	16,770	3,561
64	9,304	16,620	7,316	14,120	4,816
65	20,178	21,800	1,622	21,520	1,342
66	29,017	26,180	2,837	27,470	1,547
Mean absolute error (MAE)			4,702		3,073

ตารางที่ 11 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	30,805	24,460	6,345	24,710	6,095
68	33,872	25,070	8,802	24,630	9,242
69	28,366	25,700	2,666	24,840	3,526
70	21,873	26,120	4,247	24,450	2,577
71	18,035	26,160	8,125	24,310	6,275
72	15,001	25,870	10,869	24,460	9,459
Mean absolute error (MAE)			6,842		6,196

ตารางที่ 12 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดนราธิวาส

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	31,840	26,200	5,640	28,320	3,520
2	50,943	35,110	15,833	40,820	10,123
3	9,870	14,980	5,110	13,170	3,300
4	10,613	15,110	4,497	13,640	3,027
5	12,735	16,080	3,345	15,190	2,455
6	7,960	13,880	5,920	12,200	4,240
7	23,349	21,580	1,769	22,410	939
8	30,247	25,220	5,027	26,970	3,277
9	28,655	24,780	3,875	25,890	2,765

ตารางที่ 12 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
10	5,307	13,730	8,423	10,400	5,093
11	8,490	15,310	6,820	12,460	3,970
12	7,112	14,540	7,428	11,610	4,498
13	27,377	24,070	3,307	25,320	2,057
14	21,426	20,860	566	21,260	166
15	16,665	18,260	1,595	17,700	1,035
16	11,903	15,750	3,847	14,470	2,567
17	13,094	16,260	3,166	15,420	2,326
18	16,665	18,080	1,415	17,920	1,255
19	21,426	20,650	776	21,160	266
20	21,426	20,960	466	21,170	256
21	23,807	22,440	1,367	22,730	1,077
22	21,426	21,490	64	21,090	336
23	21,426	21,550	124	21,010	416
24	21,426	21,450	24	21,090	336
25	26,215	23,520	2,695	24,580	1,635
26	23,718	21,970	1,748	22,770	948
27	19,974	19,870	104	19,890	84
28	16,228	17,820	1,592	17,330	1,102
29	17,477	18,370	893	18,360	883
30	19,974	19,680	294	20,140	166
31	23,719	21,750	1,969	22,670	1,049
32	23,094	21,770	1,324	22,260	834

ตารางที่ 12 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
33	21,222	21,200	22	21,040	182
34	19,974	20,820	846	20,130	156
35	19,349	20,550	1,201	19,630	281
36	18,725	20,140	1,415	19,310	585
37	25,537	23,170	2,367	24,140	1,397
38	25,537	22,850	2,687	23,990	1,547
39	17,877	18,850	973	18,530	653
40	NA	18,770	-	19,420	-
41	20,429	19,800	629	20,290	139
42	20,429	19,910	519	20,410	19
43	22,983	21,400	1,583	22,170	813
44	25,537	22,950	2,587	23,870	1,667
45	30,644	25,740	4,904	27,270	3,374
46	33,198	27,180	6,018	28,890	4,308
47	12,768	17,380	4,612	15,310	2,542
48	20,429	20,970	541	20,470	41
49	30,545	25,590	4,955	27,450	3,095
50	33,344	26,620	6,724	29,180	4,164
51	24,181	21,890	2,291	22,650	1,531
52	6,109	12,960	6,851	10,630	4,521
53	12,218	15,850	3,632	14,840	2,622
54	17,818	18,640	822	18,680	862
55	23,417	21,610	1,807	22,470	947

ตารางที่ 12 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
56	27,999	24,150	3,849	25,510	2,489
57	30,544	25,680	4,864	27,180	3,364
58	25,454	23,440	2,014	23,760	1,694
59	14,000	17,980	3,980	16,100	2,100
60	8,909	15,400	6,491	12,780	3,871
61	25,657	23,240	2,417	24,210	1,447
62	25,741	22,940	2,801	24,150	1,591
63	13,365	16,650	3,285	15,480	2,115
64	5,962	12,870	6,908	10,540	4,578
65	9,139	14,350	5,211	12,810	3,671
66	25,231	22,230	3,001	23,630	1,601
Mean absolute error (MAE)			3,088		1,969

ตารางที่ 13 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดนราธิวาส

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	26,249	19,480	6,769	20,720	5,529
68	25,894	20,310	5,584	20,650	5,244
69	25,693	20,900	4,793	20,650	5,043
70	24,509	21,310	3,199	20,400	4,109
71	14,374	21,330	6,956	20,250	5,876

ตารางที่ 13 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
72	14,990	21,070	6,080	20,380	5,390
Mean absolute error (MAE)			5,564		5,199

ตารางที่ 14 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดปัตตานี

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	7,885	6,821	1,064	7,353	532
2	8,130	6,621	1,509	7,351	779
3	1,396	3,053	1,657	2,478	1,082
4	1,642	2,962	1,320	2,616	974
5	4,271	4,172	99	4,504	233
6	4,599	4,423	176	4,863	264
7	7,556	6,116	1,440	6,900	656
8	5,913	5,656	257	5,794	119
9	4,271	5,178	907	4,714	443
10	4,927	5,712	785	5,067	140
11	2,957	4,797	1,840	3,709	752
12	1,972	4,232	2,260	3,084	1,112
13	6,952	6,377	575	6,748	204
14	5,056	5,148	92	5,327	271
15	3,792	4,221	429	4,049	257
16	3,162	3,685	523	3,603	441

ตารางที่ 14 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
17	4,424	4,257	167	4,605	181
18	5,056	4,672	384	5,166	110
19	5,056	4,922	134	5,217	161
20	5,688	5,545	143	5,651	37
21	5,688	5,881	193	5,681	7
22	5,688	6,076	388	5,572	116
23	6,318	6,426	108	5,924	394
24	6,318	6,344	26	5,993	325
25	7,056	6,426	630	6,804	252
26	5,773	5,487	286	5,827	54
27	4,811	4,696	115	4,755	56
28	3,849	4,030	181	4,060	211
29	4,491	4,276	215	4,690	199
30	5,132	4,721	411	5,202	70
31	5,966	5,373	593	5,814	152
32	5,773	5,591	182	5,705	68
33	5,902	5,979	77	5,799	103
34	5,292	5,888	596	5,305	13
35	5,132	5,858	726	5,161	29
36	4,972	5,675	703	5,085	113
37	6,716	6,264	452	6,579	137
38	6,716	5,931	785	6,439	277
39	4,701	4,648	53	4,668	33

ตารางที่ 14 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
40	NA	3,761	0	4,530	0
41	5,372	4,710	662	5,273	99
42	5,373	4,828	545	5,385	12
43	6,044	5,392	652	5,864	180
44	6,716	6,041	675	6,347	369
45	8,059	7,011	1,048	7,248	811
46	8,731	7,559	1,172	7,643	1,088
47	3,358	5,009	1,651	3,948	590
48	5,373	5,863	490	5,354	19
49	8,295	7,026	1,269	7,644	651
50	8,958	7,009	1,949	7,928	1,030
51	5,640	5,108	532	5,303	337
52	1,194	2,742	1,548	2,295	1,101
53	3,052	3,585	533	3,717	665
54	4,247	4,278	31	4,630	383
55	5,840	5,298	542	5,729	111
56	6,304	5,845	459	6,068	236
57	7,964	6,966	998	7,157	807
58	7,299	6,866	433	6,668	631
59	4,380	5,503	1,123	4,660	280
60	3,185	4,807	1,622	3,934	749
61	6,652	6,223	429	6,569	83
62	6,465	5,796	669	6,303	162

ตารางที่ 14 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
63	3,283	3,959	676	3,762	479
64	1,519	2,898	1,379	2,513	994
65	3,391	3,745	354	3,916	525
66	6,232	5,218	1,014	5,957	275
Mean absolute error (MAE)			681		364

ตารางที่ 15 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดปัตตานี

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	5,886	4,476	1,410	5,682	204
68	5,666	5,181	485	5,585	81
69	7,108	5,865	1,243	5,688	1,420
70	6,429	6,307	122	5,435	994
71	3,879	6,341	2,462	5,126	1,247
72	3,074	5,994	2,920	5,430	2,356
Mean absolute error (MAE)			1,440		1,050

ตารางที่ 16 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดพังงา

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	20,714	16,620	4,094	18,210	2,504
2	19,679	15,770	3,909	17,350	2,329
3	3,884	7,839	3,955	6,472	2,588
4	5,352	8,338	2,986	7,383	2,031
5	8,631	9,864	1,233	9,710	1,079
6	18,989	14,990	3,999	16,740	2,249
7	12,084	11,900	184	12,220	136
8	10,357	11,390	1,033	11,070	713
9	16,399	14,630	1,769	15,060	1,339
10	9,322	11,410	2,088	10,330	1,008
11	18,126	15,730	2,396	16,090	2,036
12	19,592	16,310	3,282	17,110	2,482
13	16,742	14,680	2,062	15,540	1,202
14	12,131	12,120	11	12,370	239
15	8,077	9,861	1,784	9,246	1,169
16	8,418	9,820	1,402	9,403	985
17	13,462	12,200	1,262	12,910	552
18	14,127	12,640	1,487	13,490	637
19	14,700	13,160	1,540	13,940	760
20	13,446	12,890	556	13,090	356
21	12,704	12,830	126	12,590	114
22	14,344	13,850	494	13,620	724
23	13,833	13,660	173	13,220	613

ตารางที่ 16 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
24	12,750	13,010	260	12,580	170
25	13,888	13,310	578	13,650	238
26	10,798	11,510	712	11,480	682
27	7,556	9,635	2,079	8,890	1,334
28	7,459	9,369	1,910	8,777	1,318
29	12,259	11,610	649	12,100	159
30	13,234	12,210	1,024	12,910	324
31	11,522	11,620	98	11,840	318
32	10,757	11,590	833	11,320	563
33	12,774	12,880	106	12,650	124
34	12,983	13,190	207	12,730	253
35	13,094	13,300	206	12,740	354
36	12,830	13,050	220	12,660	170
37	17,673	15,140	2,533	16,170	1,503
38	8,836	10,540	1,704	10,190	1,354
39	4,417	8,113	3,696	6,813	2,396
40	5,891	8,597	2,706	7,750	1,859
41	11,782	11,380	402	11,810	28
42	11,782	11,480	302	11,930	148
43	13,254	12,480	774	12,970	284
44	11,782	12,080	298	11,980	198
45	11,782	12,390	608	11,990	208
46	14,727	14,030	697	13,890	837
47	14,727	14,100	627	13,830	897

ตารางที่ 16 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
48	20,618	16,810	3,808	17,810	2,808
49	17,152	14,900	2,252	15,840	1,312
50	6,045	9,203	3,158	8,321	2,276
51	3,515	7,658	4,143	6,215	2,700
52	4,640	7,984	3,344	6,908	2,268
53	8,154	9,626	1,472	9,423	1,269
54	10,685	10,970	285	11,240	555
55	11,810	11,770	40	12,030	220
56	12,934	12,640	294	12,760	174
57	14,762	13,840	922	13,980	782
58	17,433	15,320	2,113	15,690	1,743
59	17,575	15,460	2,115	15,720	1,855
60	15,887	14,530	1,357	14,650	1,237
61	17,236	14,930	2,306	15,890	1,346
62	12,631	12,360	271	12,680	49
63	4,873	8,333	3,460	7,099	2,226
64	1,999	6,721	4,722	5,162	3,163
65	10,585	10,800	215	11,020	435
66	14,477	12,790	1,687	13,720	757
Mean absolute error (MAE)			1,561		1,072

ตารางที่ 17 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดพังงา

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	15,426	11,060	4,366	12,570	2,856
68	14,183	11,670	2,513	12,610	1,573
69	14,387	12,400	1,987	12,560	1,827
70	13,849	12,720	1,129	12,520	1,329
71	10,498	12,790	2,292	12,190	1,692
72	9,987	12,520	2,533	12,320	2,333
Mean absolute error (MAE)			2,470		1,935

ตารางที่ 18 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดพัทลุง

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	14,942	13,240	1,702	13,980	962
2	14,032	12,500	1,532	13,260	772
3	3,021	6,867	3,846	5,535	2,514
4	3,248	6,761	3,513	5,631	2,383
5	12,862	11,350	1,512	12,180	682
6	16,211	13,060	3,151	14,510	1,701
7	17,151	13,770	3,381	15,190	1,961
8	13,643	12,410	1,233	12,880	763
9	15,721	13,730	1,991	14,290	1,431
10	7,796	10,120	2,324	8,912	1,116

ตารางที่ 18 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
11	7,406	9,995	2,589	8,628	1,222
12	3,249	7,852	4,603	5,933	2,684
13	17,067	14,270	2,797	15,410	1,657
14	13,369	12,170	1,199	12,810	559
15	8,533	9,508	975	9,183	650
16	7,111	8,622	1,511	8,212	1,101
17	7,965	8,967	1,002	8,927	962
18	12,089	11,060	1,029	11,800	289
19	12,800	11,680	1,120	12,310	490
20	12,800	11,990	810	12,310	490
21	12,800	12,320	480	12,350	450
22	12,089	12,190	101	11,790	299
23	8,533	10,520	1,987	9,372	839
24	17,067	14,530	2,537	15,100	1,967
25	14,911	13,230	1,681	13,920	991
26	12,598	11,790	808	12,300	298
27	9,801	10,140	339	10,040	239
28	7,703	8,900	1,197	8,572	869
29	9,241	9,582	341	9,801	560
30	11,201	10,650	551	11,210	9
31	13,021	11,780	1,241	12,460	561
32	13,581	12,400	1,181	12,830	751
33	12,811	12,320	491	12,340	471
34	12,598	12,430	168	12,180	418

ตารางที่ 18 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
35	11,341	11,890	549	11,220	121
36	11,201	11,700	499	11,200	1
37	14,059	12,830	1,229	13,380	679
38	14,059	12,500	1,559	13,300	759
39	9,841	10,140	299	10,060	219
40	NA	10,010	0	10,190	0
41	11,247	10,560	687	11,080	167
42	11,247	10,680	567	11,250	3
43	12,653	11,600	1,053	12,230	423
44	14,059	12,610	1,449	13,160	899
45	16,871	14,280	2,591	15,040	1,831
46	18,277	15,180	3,097	15,870	2,407
47	7,030	9,809	2,779	8,386	1,356
48	11,247	11,730	483	11,230	17
49	15,120	13,340	1,780	14,140	980
50	14,633	12,770	1,863	13,630	1,003
51	11,950	11,170	780	11,480	470
52	2,561	6,434	3,873	5,167	2,606
53	5,731	7,881	2,150	7,429	1,698
54	8,414	9,313	899	9,335	921
55	11,218	10,910	308	11,260	42
56	14,145	12,660	1,485	13,190	955
57	13,169	12,490	679	12,580	589
58	9,877	11,120	1,243	10,290	413

ตารางที่ 18 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
59	6,951	9,754	2,803	8,344	1,393
60	8,170	10,240	2,070	9,221	1,051
61	13,913	12,760	1,153	13,310	603
62	11,409	11,210	199	11,510	101
63	8,089	9,297	1,208	8,919	830
64	2,828	6,564	3,736	5,374	2,546
65	3,709	6,924	3,215	6,101	2,392
66	11,075	10,580	495	11,110	35
Mean absolute error (MAE)			1,541		919

ตารางที่ 19 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดพัทลุง

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	12,482	10,790	1,692	11,310	1,172
68	12,004	11,460	544	11,210	794
69	12,938	12,080	858	11,270	1,668
70	10,451	12,460	2,009	11,100	649
71	7,387	12,570	5,183	10,830	3,443
72	5,186	12,290	7,104	11,140	5,954
Mean absolute error (MAE)			2,898		2,280

ตารางที่ 20 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดภูเก็ต

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	5,665	4,084	1,581	4,800	865
2	6,373	4,079	2,294	5,141	1,232
3	1,061	1,208	147	1,171	110
4	1,180	1,060	120	1,193	13
5	945	883	63	1,239	294
6	1,416	1,228	188	1,678	262
7	1,180	1,362	182	1,571	391
8	1,888	2,033	145	2,026	138
9	3,069	2,918	151	2,829	240
10	537	1,915	1,378	1,059	522
11	1,039	2,221	1,182	1,360	321
12	3,264	3,162	102	2,871	393
13	3,686	3,118	568	3,491	195
14	2,266	2,108	158	2,407	141
15	1,101	1,236	135	1,198	97
16	1,472	1,184	288	1,404	68
17	2,128	1,445	683	1,988	140
18	2,478	1,738	740	2,342	136
19	2,428	1,972	456	2,414	14
20	2,309	2,236	73	2,294	15
21	2,266	2,543	277	2,279	13
22	2,348	2,798	450	2,296	52
23	2,385	2,857	472	2,266	119

ตารางที่ 20 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
24	2,277	2,696	419	2,245	32
25	3,255	2,921	334	3,228	27
26	2,212	2,077	135	2,406	194
27	1,153	1,259	106	1,219	66
28	1,272	1,107	165	1,246	26
29	1,944	1,343	601	1,861	83
30	2,375	1,706	669	2,286	89
31	2,175	1,849	326	2,267	92
32	2,248	2,211	37	2,250	2
33	2,269	2,531	262	2,279	10
34	2,303	2,763	460	2,254	49
35	2,373	2,862	489	2,244	129
36	2,439	2,778	339	2,318	121
37	2,826	2,708	118	2,917	91
38	942	1,468	526	1,550	608
39	705	1,049	344	922	217
40	1,594	1,256	338	1,509	85
41	1,649	1,221	428	1,689	40
42	1,704	1,378	326	1,896	192
43	2,012	1,786	226	2,112	100
44	2,120	2,174	54	2,205	85
45	1,884	2,350	466	2,024	140
46	2,048	2,646	598	2,072	24
47	2,726	3,036	310	2,452	274

ตารางที่ 20 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
48	3,342	3,209	133	2,904	438
49	2,667	2,633	34	2,802	135
50	1,185	1,601	416	1,676	491
51	445	926	481	787	342
52	593	781	188	806	213
53	974	900	74	1,273	299
54	1,651	1,338	313	1,810	159
55	1,863	1,701	162	2,018	155
56	2,032	2,116	84	2,128	96
57	2,286	2,544	258	2,318	32
58	2,413	2,830	417	2,342	71
59	2,466	2,905	439	2,297	169
60	2,593	2,854	261	2,446	147
61	2,259	2,427	168	2,522	263
62	1,648	1,833	185	1,995	347
63	552	958	406	843	291
64	120	552	432	498	378
65	1,962	1,376	586	1,914	48
66	2,058	1,543	515	2,083	25
Mean absolute error (MAE)			2,064		192

ตารางที่ 21 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดภูเก็ต

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	2,431	1,747	684	2,483	52
68	2,349	2,421	72	2,402	53
69	2,140	3,034	894	2,436	296
70	2,190	3,463	1,273	2,352	162
71	1,026	3,506	2,480	2,087	1,061
72	969	3,237	2,268	2,288	1,319
Mean absolute error (MAE)			1,279		491

ตารางที่ 22 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดยะลา

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	36,941	28,370	8,571	31,490	5,451
2	38,313	28,690	9,623	32,260	6,053
3	7,311	13,410	6,099	11,270	3,959
4	7,696	13,380	5,684	11,500	3,804
5	16,008	17,350	1,342	17,150	1,142
6	23,088	20,870	2,218	22,000	1,088
7	24,627	21,880	2,747	23,100	1,527
8	23,641	21,730	1,911	22,400	1,241
9	18,470	19,540	1,070	19,000	530

ตารางที่ 22 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
10	6,157	13,830	7,673	10,770	4,613
11	9,235	15,350	6,115	12,750	3,515
12	5,541	13,460	7,919	10,380	4,839
13	26,668	23,390	3,278	24,700	1,968
14	22,224	20,930	1,294	21,620	604
15	13,334	16,330	2,996	15,290	1,956
16	8,889	13,960	5,071	12,280	3,391
17	8,889	13,910	5,021	12,460	3,571
18	15,557	17,230	1,673	17,010	1,453
19	21,112	20,170	942	20,730	382
20	21,112	20,500	612	20,740	372
21	21,112	20,810	302	20,750	362
22	18,890	19,960	1,070	19,210	320
23	17,781	19,470	1,689	18,430	649
24	26,668	23,640	3,028	24,370	2,298
25	24,545	22,370	2,175	23,250	1,295
26	21,039	20,350	689	20,800	239
27	18,117	18,640	523	18,460	343
28	14,026	16,430	2,404	15,690	1,664
29	16,363	17,510	1,147	17,390	1,027
30	19,870	19,310	560	19,860	10
31	22,207	20,700	1,507	21,480	727
32	21,623	20,750	873	21,090	533
33	20,454	20,500	46	20,290	164

ตารางที่ 22 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
34	19,285	20,140	855	19,460	175
35	18,701	19,920	1,219	19,000	299
36	17,532	19,250	1,718	18,320	788
37	25,347	22,750	2,597	23,800	1,547
38	25,347	22,430	2,917	23,660	1,687
39	17,744	18,450	706	18,220	476
40	NA	18,140	0	18,830	0
41	20,277	19,410	867	19,980	297
42	20,277	19,510	767	20,130	147
43	22,812	21,000	1,812	21,870	942
44	25,347	22,540	2,807	23,530	1,817
45	30,416	25,290	5,126	26,910	3,506
46	32,951	26,740	6,211	28,530	4,421
47	12,673	17,020	4,347	14,990	2,317
48	20,277	20,570	293	20,120	157
49	30,065	25,040	5,025	26,930	3,135
50	32,570	25,920	6,650	28,440	4,130
51	22,548	20,780	1,768	21,380	1,168
52	5,011	12,080	7,069	9,713	4,702
53	11,775	15,280	3,505	14,340	2,565
54	17,037	17,950	913	18,000	963
55	22,548	20,880	1,668	21,670	878
56	24,553	22,160	2,393	23,000	1,553
57	29,313	24,780	4,533	26,190	3,123

ตารางที่ 22 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
58	28,060	24,380	3,680	25,280	2,780
59	15,784	18,510	2,726	17,090	1,306
60	11,274	16,230	4,956	14,150	2,876
61	26,318	23,240	3,078	24,450	1,868
62	25,983	22,750	3,233	24,070	1,913
63	16,358	17,780	1,422	17,280	922
64	6,265	12,690	6,425	10,540	4,275
65	13,947	16,340	2,393	15,780	1,833
66	23,701	21,170	2,531	22,390	1,311
Mean absolute error (MAE)			2,941		1,833

ตารางที่ 23 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดยะลา

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	25,244	18,920	6,324	19,940	5,304
68	23,531	19,610	3,921	19,870	3,661
69	26,396	20,210	6,186	19,850	6,546
70	26,420	20,540	5,880	19,770	6,650
71	15,517	20,620	5,103	19,620	4,103
72	13,155	20,370	7,215	19,740	6,585
Mean absolute error (MAE)			5,772		5,475

ตารางที่ 24 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดระนอง

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	6,008	4,233	1,775	5,040	968
2	5,829	3,810	2,019	4,756	1,073
3	1,148	1,241	93	1,241	93
4	1,149	1,022	127	1,181	32
5	1,023	912	111	1,261	238
6	255	659	404	876	621
7	1,124	1,344	220	1,528	404
8	1,179	1,673	494	1,551	372
9	1,278	2,039	761	1,639	361
10	511	1,894	1,383	1,056	545
11	2,556	2,918	362	2,349	207
12	4,782	3,900	882	3,900	882
13	3,851	3,190	661	3,579	272
14	1,688	1,817	129	2,049	361
15	1,006	1,183	177	1,128	122
16	1,173	1,031	142	1,200	27
17	2,119	1,428	691	2,012	107
18	2,292	1,630	662	2,241	51
19	2,161	1,822	339	2,260	99
20	2,358	2,253	105	2,365	7
21	2,269	2,529	260	2,337	68
22	2,271	2,749	478	2,212	59
23	2,206	2,751	545	2,128	78

ตารางที่ 24 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
24	2,068	2,573	505	2,107	39
25	2,840	2,691	149	2,936	96
26	1,669	1,807	138	2,006	337
27	823	1,077	254	1,032	209
28	812	875	63	946	134
29	1,378	1,084	294	1,498	120
30	1,844	1,416	428	1,948	104
31	1,742	1,613	129	1,922	180
32	1,850	2,016	166	1,998	148
33	2,095	2,437	342	2,159	64
34	2,188	2,709	521	2,180	8
35	2,322	2,804	482	2,217	105
36	2,490	2,784	294	2,374	116
37	3,518	3,020	498	3,382	136
38	1,642	1,792	150	2,010	368
39	1,055	1,197	142	1,166	111
40	938	932	6	1,022	84
41	1,055	911	144	1,289	234
42	1,290	1,152	138	1,554	264
43	1,759	1,643	116	1,931	172
44	1,876	2,017	141	2,056	180
45	2,111	2,438	327	2,192	81
46	2,346	2,764	418	2,278	68
47	2,581	2,933	352	2,385	196

ตารางที่ 24 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
48	3,284	3,165	119	2,911	373
49	3,212	2,869	343	3,142	70
50	951	1,454	503	1,530	579
51	761	1,047	286	1,002	241
52	571	747	176	781	210
53	1,232	1,015	217	1,416	184
54	1,851	1,438	413	1,974	123
55	2,056	1,771	285	2,139	83
56	2,360	2,256	104	2,324	36
57	2,289	2,543	254	2,302	13
58	2,623	2,908	285	2,470	153
59	2,908	3,097	189	2,610	298
60	2,980	3,032	52	2,678	302
61	2,800	2,686	114	2,902	102
62	1,939	1,940	1	2,168	229
63	104	742	638	530	426
64	0	473	473	419	419
65	2,117	1,423	694	1,968	149
66	2,969	1,961	1,008	2,694	275
Mean absolute error (MAE)			381		225

ตารางที่ 25 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดระนอง

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	3,890	1,617	2,273	2,219	1,671
68	2,774	2,156	618	2,209	565
69	2,307	2,817	510	2,280	27
70	2,916	3,219	303	2,022	894
71	1,583	3,242	1,659	1,777	194
72	1,246	3,057	1,811	1,965	719
Mean absolute error (MAE)			1,196		678

ตารางที่ 26 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดสงขลา

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	75,866	52,240	23,626	60,570	15,296
2	100,294	63,680	36,614	76,630	23,664
3	20,083	24,660	4,577	23,010	2,927
4	24,545	26,610	2,065	25,930	1,385
5	26,776	27,630	854	27,550	774
6	13,388	21,300	7,912	18,800	5,412
7	44,628	36,620	8,008	39,610	5,018
8	17,851	24,020	6,169	21,890	4,039
9	22,314	26,490	4,176	24,830	2,516
10	2,917	17,350	14,433	11,930	9,013

ตารางที่ 26 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
11	3,894	17,870	13,976	12,480	8,586
12	4,462	18,040	13,578	12,940	8,478
13	46,922	38,240	8,682	41,380	5,542
14	25,481	27,590	2,109	27,030	1,549
15	20,604	24,940	4,336	23,390	2,786
16	14,561	21,800	7,239	19,330	4,769
17	16,963	22,910	5,947	21,120	4,157
18	30,942	29,750	1,192	30,480	462
19	32,762	30,900	1,862	31,750	1,012
20	35,201	32,410	2,791	33,360	1,841
21	35,201	32,710	2,491	33,340	1,861
22	33,381	32,040	1,341	32,090	1,291
23	28,721	29,840	1,119	28,930	209
24	43,282	36,760	6,522	38,670	4,612
25	38,460	34,180	4,280	35,780	2,680
26	32,967	31,210	1,757	32,000	967
27	27,473	28,250	777	27,950	477
28	18,865	23,890	5,025	22,200	3,335
29	22,528	25,590	3,062	24,760	2,232
30	29,304	28,950	354	29,400	96
31	33,700	31,370	2,330	32,370	1,330
32	35,897	32,720	3,177	33,820	2,077
33	33,700	31,990	1,710	32,380	1,320
34	32,967	31,840	1,127	31,830	1,137

ตารางที่ 26 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
35	30,403	30,670	267	30,030	373
36	30,037	30,370	333	29,890	147
37	36,664	33,310	3,354	34,600	2,064
38	36,664	32,990	3,674	34,440	2,224
39	25,663	27,360	1,697	26,730	1,067
40	NA	28,180	-	28,660	-
41	29,331	28,860	471	29,310	21
42	29,331	28,980	351	29,410	79
43	32,997	31,000	1,997	31,920	1,077
44	36,664	33,110	3,554	34,330	2,334
45	43,996	36,940	7,056	39,200	4,796
46	47,663	38,930	8,733	41,560	6,103
47	18,332	24,840	6,508	22,050	3,718
48	29,331	30,030	699	29,440	109
49	39,635	34,770	4,865	36,580	3,055
50	41,585	35,360	6,225	37,700	3,885
51	29,564	29,240	324	29,310	254
52	5,198	17,270	12,072	13,110	7,912
53	14,944	21,930	6,986	19,740	4,796
54	23,066	25,960	2,894	25,260	2,194
55	29,889	29,510	379	29,870	19
56	37,361	33,420	3,941	34,820	2,541
57	34,762	32,480	2,282	33,090	1,672
58	29,239	30,040	801	29,360	121

ตารางที่ 26 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
59	18,518	24,930	6,412	22,160	3,642
60	21,118	26,070	4,952	23,970	2,852
61	38,080	34,000	4,080	35,540	2,540
62	33,051	31,240	1,811	32,070	981
63	21,331	25,280	3,949	23,880	2,549
64	13,011	21,050	8,039	18,300	5,289
65	15,897	22,400	6,503	20,380	4,483
66	30,102	29,340	762	29,940	162
Mean absolute error (MAE)			4,867		3,120

ตารางที่ 27 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดสงขลา

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	30,841	28,860	1,981	29,760	1,081
68	32,873	29,540	3,333	29,670	3,203
69	33,415	30,200	3,215	29,790	3,625
70	21,793	30,570	8,777	29,550	7,757
71	18,145	30,630	12,485	29,370	11,225
72	16,444	30,310	13,866	29,620	13,176
Mean absolute error (MAE)			7,276		6,678

ตารางที่ 28 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดสตูล

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	10,579	8,175	2,404	9,185	1,394
2	8,992	7,087	1,905	7,976	1,016
3	3,471	4,126	655	3,882	411
4	3,627	3,968	341	3,941	314
5	4,940	4,541	399	4,980	40
6	6,271	5,306	965	5,993	278
7	7,494	6,138	1,356	6,891	603
8	3,967	4,786	819	4,528	561
9	5,730	5,947	217	5,706	24
10	1,940	4,327	2,387	3,143	1,203
11	1,586	4,214	2,628	2,826	1,240
12	1,352	3,971	2,619	2,745	1,393
13	7,166	6,532	634	6,925	241
14	4,997	5,162	165	5,339	342
15	3,257	4,032	775	3,749	492
16	4,560	4,420	140	4,553	7
17	5,212	4,677	535	5,182	30
18	5,212	4,791	421	5,307	95
19	5,863	5,382	481	5,795	68
20	5,863	5,689	174	5,802	61
21	5,863	6,005	142	5,804	59
22	5,212	5,908	696	5,315	103
23	5,863	6,267	404	5,665	198

ตารางที่ 28 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
24	6,079	6,267	188	5,918	161
25	6,894	6,407	487	6,720	174
26	5,035	5,167	132	5,376	341
27	3,827	4,281	454	4,126	299
28	4,267	4,284	17	4,371	104
29	5,580	4,846	734	5,444	136
30	5,909	5,133	776	5,741	168
31	5,580	5,238	342	5,621	41
32	5,252	5,396	144	5,370	118
33	5,580	5,872	292	5,621	41
34	5,909	6,257	348	5,778	131
35	5,909	6,306	397	5,722	187
36	5,909	6,180	271	5,766	143
37	6,524	6,233	291	6,491	33
38	5,219	5,274	55	5,489	270
39	NA	4,905	0	4,903	0
40	3,264	3,789	525	3,734	470
41	4,567	4,386	181	4,740	173
42	6,524	5,431	1,093	6,202	322
43	6,524	5,676	848	6,245	279
44	7,829	6,647	1,182	7,090	739
45	8,481	7,255	1,226	7,532	949
46	6,524	6,530	6	6,178	346
47	4,567	5,657	1,090	4,816	249

ตารางที่ 28 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
48	5,219	5,851	632	5,318	99
49	8,626	7,241	1,385	7,900	726
50	7,631	6,429	1,202	7,099	532
51	1,460	3,149	1,689	2,582	1,122
52	3,318	3,838	520	3,757	439
53	4,512	4,353	159	4,708	196
54	5,972	5,164	808	5,779	193
55	7,366	6,077	1,289	6,791	575
56	6,901	6,186	715	6,499	402
57	5,043	5,613	570	5,253	210
58	3,849	5,265	1,416	4,416	567
59	4,446	5,602	1,156	4,713	267
60	7,233	6,823	410	6,630	603
61	7,673	6,767	906	7,246	427
62	6,348	5,827	521	6,229	119
63	2,870	3,822	952	3,477	607
64	1,502	2,957	1,455	2,518	1,016
65	2,281	3,274	993	3,237	956
66	8,176	6,232	1,944	7,239	937
Mean absolute error (MAE)			774		395

ตารางที่ 29 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดสตูล

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	8,248	5,264	2,984	5,754	2,494
68	6,137	5,879	258	5,690	447
69	6,237	6,573	336	5,808	429
70	6,529	7,078	549	5,620	909
71	5,425	7,072	1,647	5,343	82
72	3,887	6,687	2,800	5,677	1,790
Mean absolute error (MAE)			1,429		1,025

ตารางที่ 30 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
1	66,563	50,470	16,093	56,180	10,383
2	79,876	56,550	23,326	64,900	14,976
3	28,575	31,470	2,895	30,420	1,845
4	25,717	29,870	4,153	28,490	2,773
5	37,333	35,420	1,913	36,350	983
6	32,953	33,420	467	33,550	597
7	31,618	33,050	1,432	32,760	1,142
8	28,456	31,850	3,394	30,650	2,194
9	34,290	34,970	680	34,560	270

ตารางที่ 30 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
10	23,046	29,750	6,704	27,020	3,974
11	21,524	29,090	7,566	25,980	4,456
12	27,240	31,710	4,470	29,790	2,550
13	61,741	48,130	13,611	52,990	8,751
14	32,449	33,660	1,211	33,440	991
15	13,399	24,140	10,741	20,420	7,021
16	22,438	28,300	5,862	26,310	3,872
17	34,156	33,890	266	34,250	94
18	41,998	37,800	4,198	39,560	2,438
19	42,275	38,190	4,085	39,850	2,425
20	41,860	38,300	3,560	39,540	2,320
21	39,738	37,600	2,138	38,180	1,558
22	39,691	37,800	1,891	38,040	1,651
23	39,553	37,780	1,773	37,900	1,653
24	37,846	36,860	986	36,820	1,026
25	51,728	43,290	8,438	46,380	5,348
26	30,241	32,600	2,359	31,980	1,739
27	12,538	23,740	11,202	19,810	7,272
28	21,448	27,820	6,372	25,670	4,222
29	31,344	32,540	1,196	32,410	1,066
30	35,603	34,720	883	35,340	263
31	31,068	32,790	1,722	32,420	1,352
32	30,792	32,970	2,178	32,240	1,448
33	36,115	35,850	265	35,740	375

ตารางที่ 30 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
34	36,667	36,330	337	36,060	607
35	37,810	36,960	850	36,730	1,080
36	38,916	37,350	1,566	37,520	1,396
37	64,228	49,300	14,928	54,610	9,618
38	42,818	38,660	4,158	40,320	2,498
39	8,564	21,820	13,256	17,200	8,636
40	8,564	21,600	13,036	17,120	8,556
41	21,409	27,740	6,331	25,800	4,391
42	21,409	27,850	6,441	25,950	4,541
43	34,255	34,320	65	34,520	265
44	42,818	38,780	4,038	40,160	2,658
45	34,255	34,940	685	34,530	275
46	42,818	39,300	3,518	40,140	2,678
47	42,818	39,370	3,448	40,080	2,738
48	64,228	49,580	14,648	54,350	9,878
49	31,484	33,530	2,046	32,960	1,476
50	28,126	31,570	3,444	30,540	2,414
51	22,249	28,410	6,161	26,270	4,021
52	22,668	28,420	5,752	26,470	3,802
53	36,102	34,830	1,272	35,570	532
54	44,078	38,790	5,288	40,940	3,138
55	40,719	37,430	3,289	38,790	1,929
56	41,139	37,950	3,189	39,050	2,089
57	48,695	41,940	6,755	44,100	4,595

ตารางที่ 30 (ต่อ)

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
58	40,299	38,080	2,219	38,480	1,819
59	21,829	29,230	7,401	26,180	4,351
60	42,398	39,060	3,338	39,840	2,558
61	45,616	40,340	5,276	42,280	3,336
62	44,410	39,440	4,970	41,380	3,030
63	10,988	22,990	12,002	18,790	7,802
64	8,629	21,630	13,001	17,160	8,531
65	30,625	32,190	1,565	31,940	1,315
66	39,461	36,550	2,911	37,950	1,511
Mean absolute error (MAE)			5,079		3,350

ตารางที่ 31 ค่าจริง ค่าพยากรณ์ ค่าผิดพลาด ของข้อมูลผลผลิตยางพารา เมื่อใช้ฤดูกาลแบบฟูเรียร์และแบบตัวแปรหุ่น ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

เดือนที่	ค่าผลผลิตจริง	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์		ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	
		ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด	ค่าพยากรณ์	ค่าผิดพลาด
67	38,830	34,760	4,070	35,270	3,560
68	39,939	35,450	4,489	35,030	4,909
69	46,103	36,020	10,083	35,150	10,953
70	37,504	36,450	1,054	34,900	2,604
71	31,699	36,510	4,811	34,660	2,961
72	30,595	36,230	5,635	34,930	4,335
Mean absolute error (MAE)			5,024		4,887

จากตารางที่ 4-31 พบว่าค่าพยากรณ์ และค่ามีทิศทางเดียวกัน และมีค่าใกล้เคียงกับค่าของข้อมูลจริง ทั้งในช่วงข้อมูลที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามามิเตอร์ และช่วงข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ

ค่า Mean Absolute Error (MAE) ของข้อมูลผลผลิตยางพาราช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ และช่วงที่ใช้ตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ตัวแปรหุ่นและแบบฟูเรียร์แสดงในตารางที่ 32 และตารางที่ 33

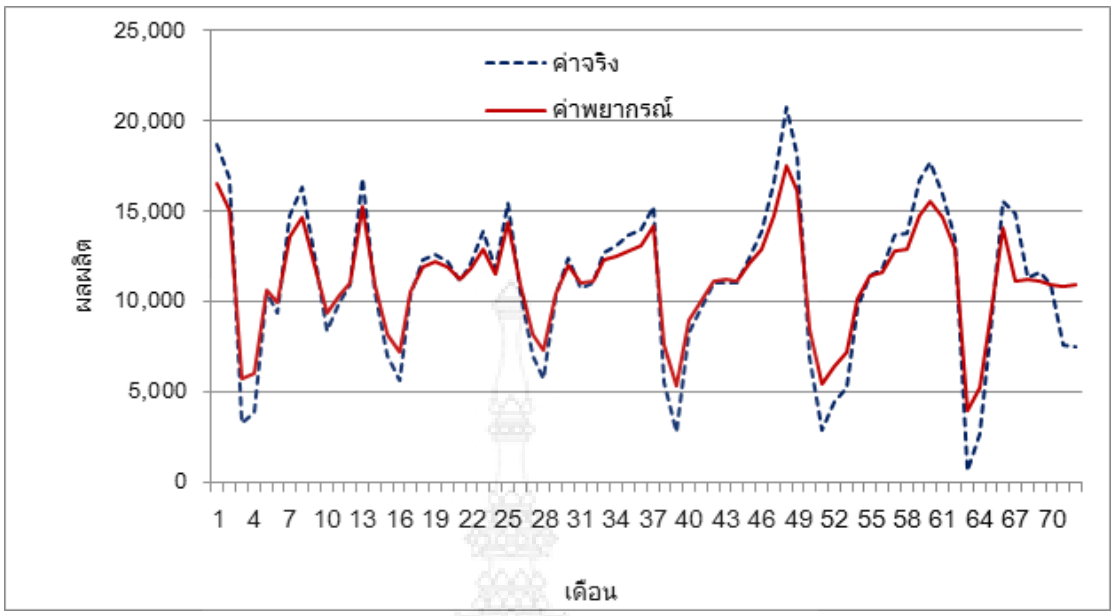
ตารางที่ 32 ค่า MAE ของของตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบแปรหุ่นและแบบฟูเรียร์ ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์

จังหวัด	Mean Absolute Error (MAE)	
	ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์
กระบี่	1,051	1,533
ชุมพร	2,284	1,333
ตรัง	2,395	3,732
นครศรีธรรมราช	3,073	4,702
นราธิวาส	1,969	3,088
ปัตตานี	364	681
พังงา	1,072	1,561
พัทลุง	919	1,541
ภูเก็ต	192	2,064
ยะลา	1,833	2,941
ระนอง	225	381
สงขลา	3,120	4,867
สตูล	395	774
สุราษฎร์ธานี	3,350	5,079

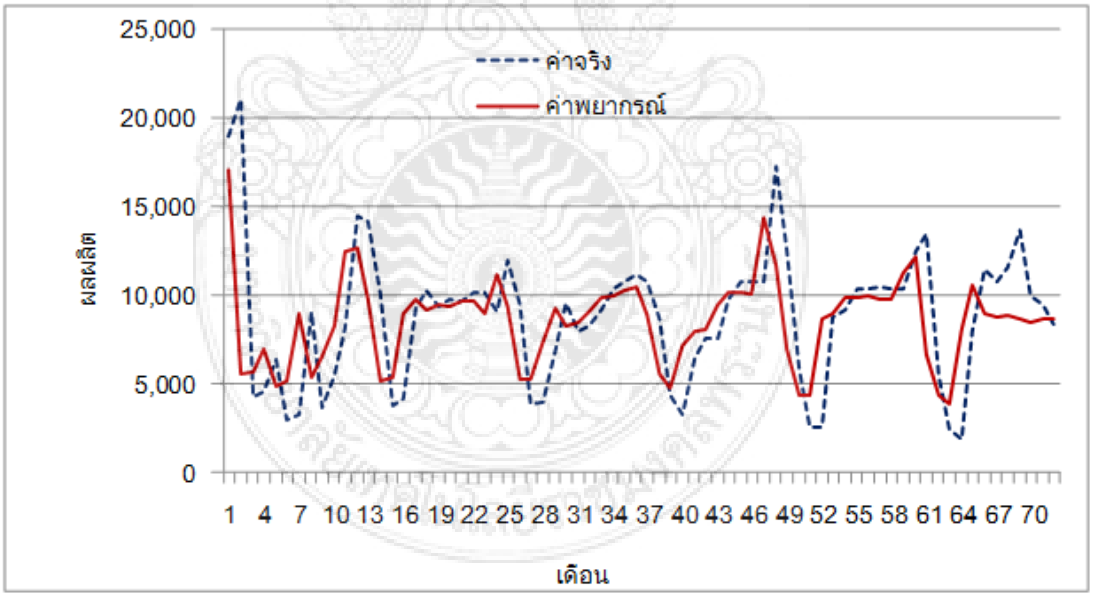
ตารางที่ 33 ค่า MAE ของของตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่นและแบบฟูเรียร์ ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ

จังหวัด	Mean Absolute Error (MAE)	
	ฤดูกาลแบบตัวแปรหุ่น	ฤดูกาลแบบฟูเรียร์
กระบี่	1,845	2,648
ชุมพร	2,036	1,875
ตรัง	4,751	5,409
นครศรีธรรมราช	6,196	6,842
นราธิวาส	5,199	5,564
ปัตตานี	1,050	1,440
พังงา	1,935	2,470
พัทลุง	2,280	2,898
ภูเก็ต	491	1,279
ยะลา	5,475	5,772
ระนอง	678	1,196
สงขลา	6,678	7,276
สตูล	1,025	1,429
สุราษฎร์ธานี	4,887	5,024

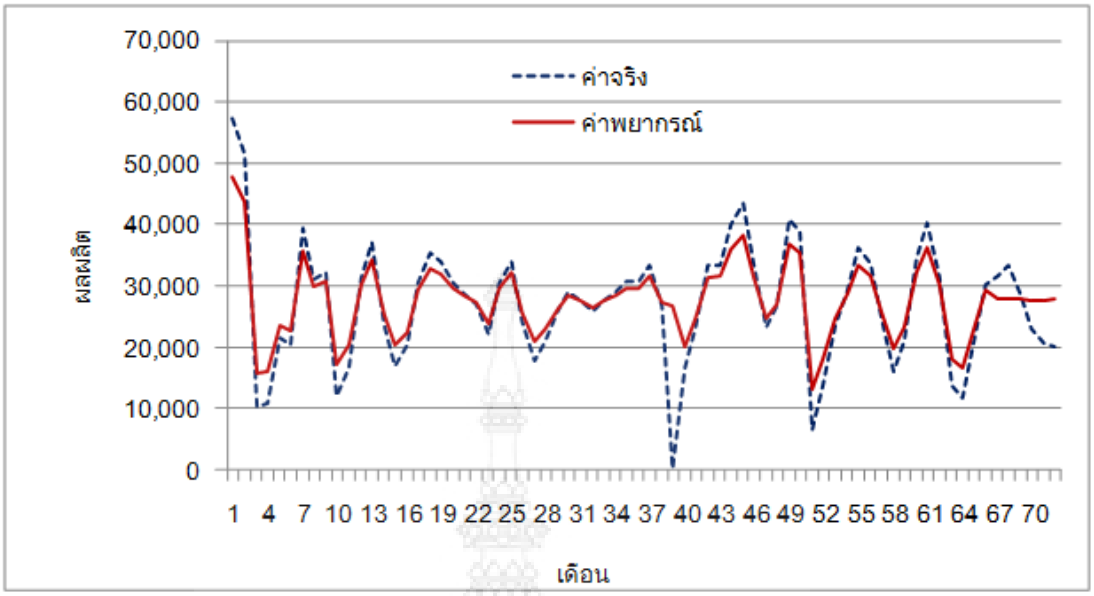
จากตารางที่ 32 และ 33 พบว่า ค่า MAE ของตัวแบบที่แสดงอิทธิพลของฤดูกาลด้วยตัวแปรหุ่นมีความเหมาะสมกว่า ที่ใช้ฟูเรียร์ จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้พยากรณ์ผลผลิตยางพาราต่อไป ภาพที่ 61-74 แสดงค่าพยากรณ์ และข้อมูลผลผลิตจริงของแต่ละจังหวัดจากตัวแบบตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ตัวแปรหุ่น



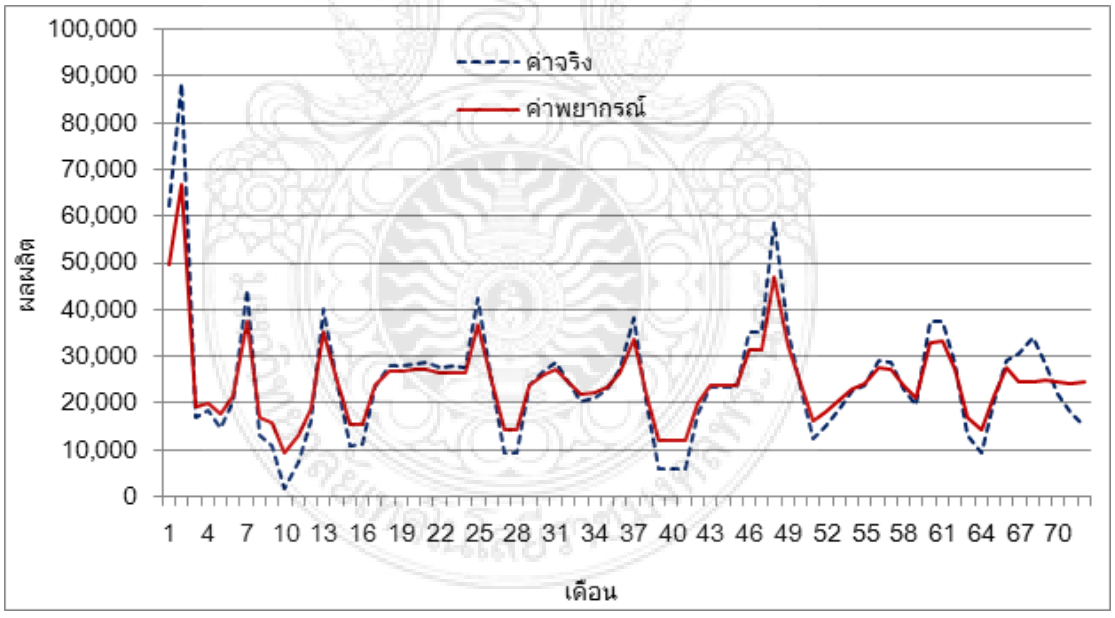
ภาพที่ 61 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดกระบี่ โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



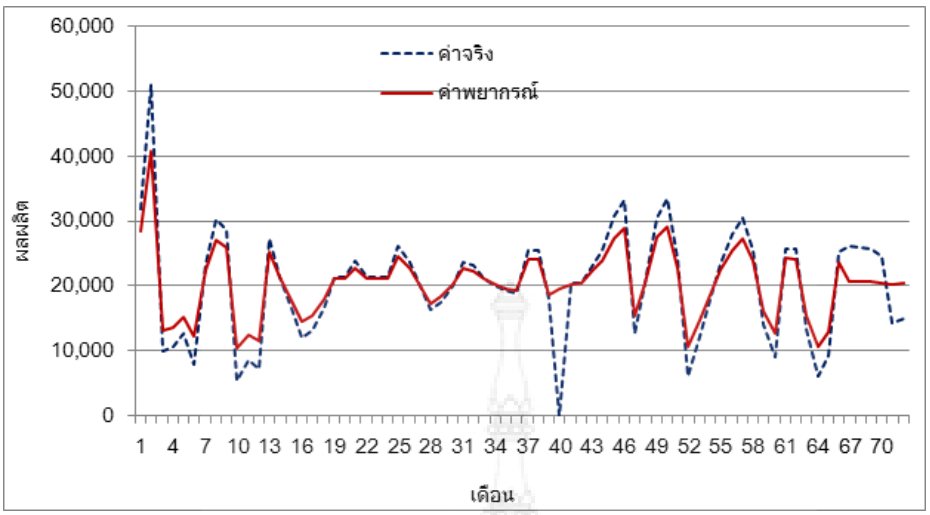
ภาพที่ 62 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดชุมพร โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



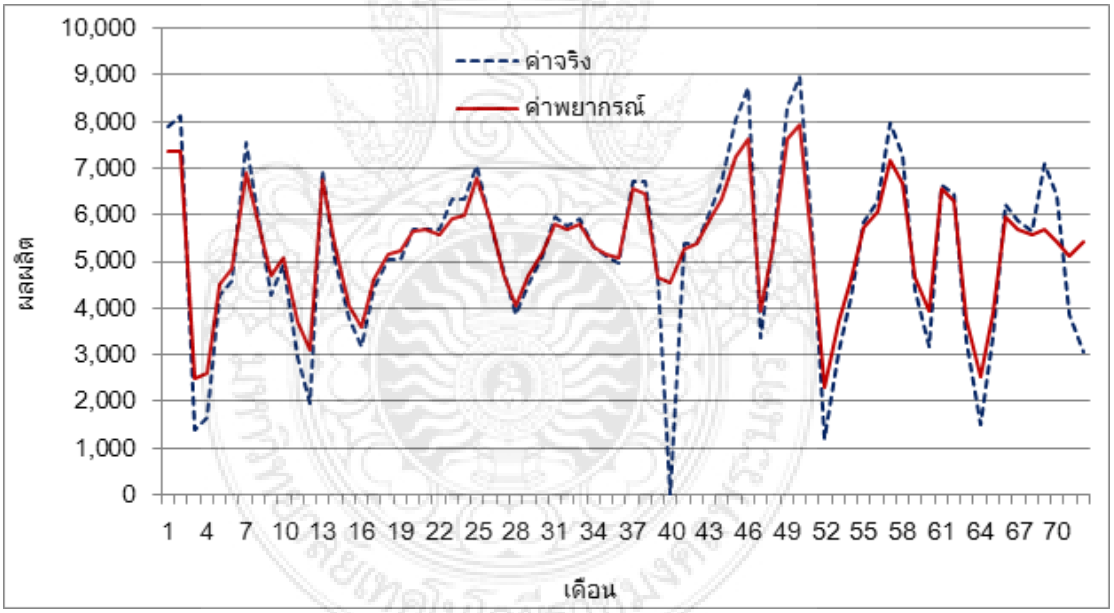
ภาพที่ 63 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดตรัง โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



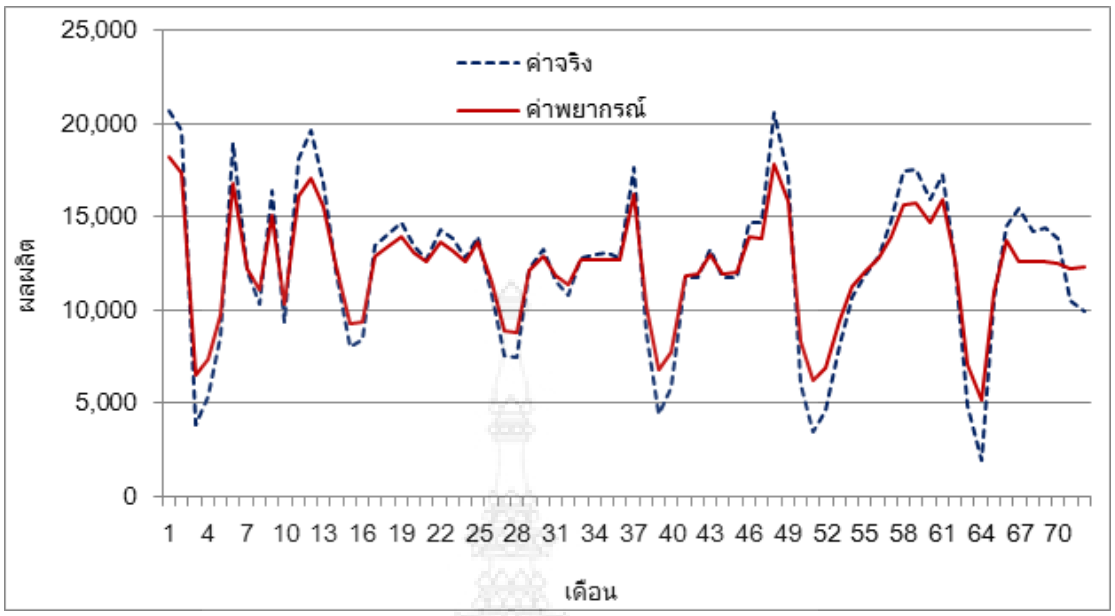
ภาพที่ 64 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



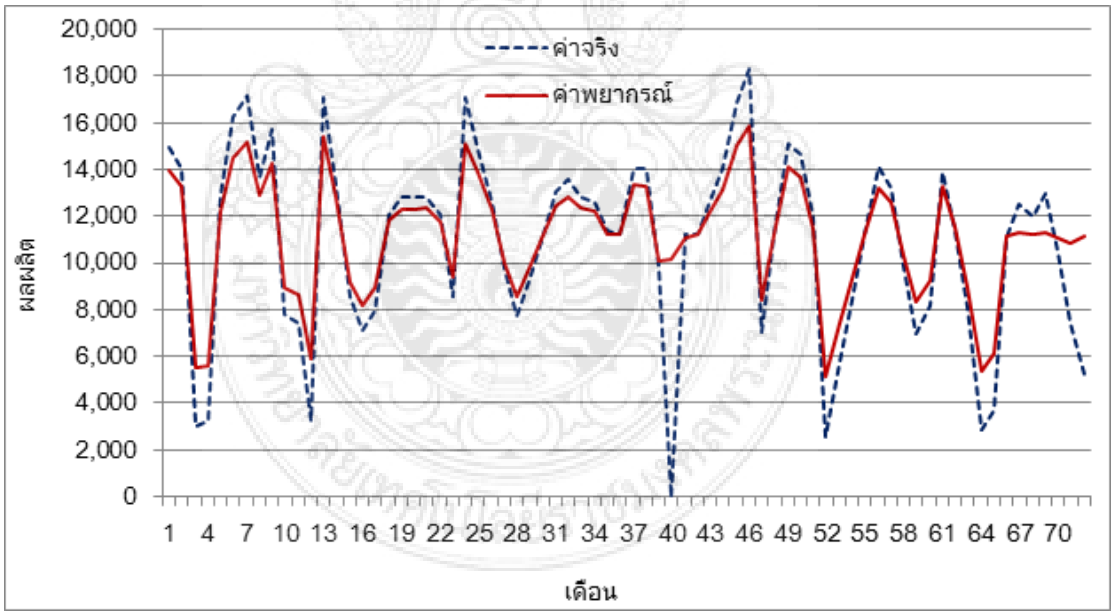
ภาพที่ 65 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดนราธิวาส โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



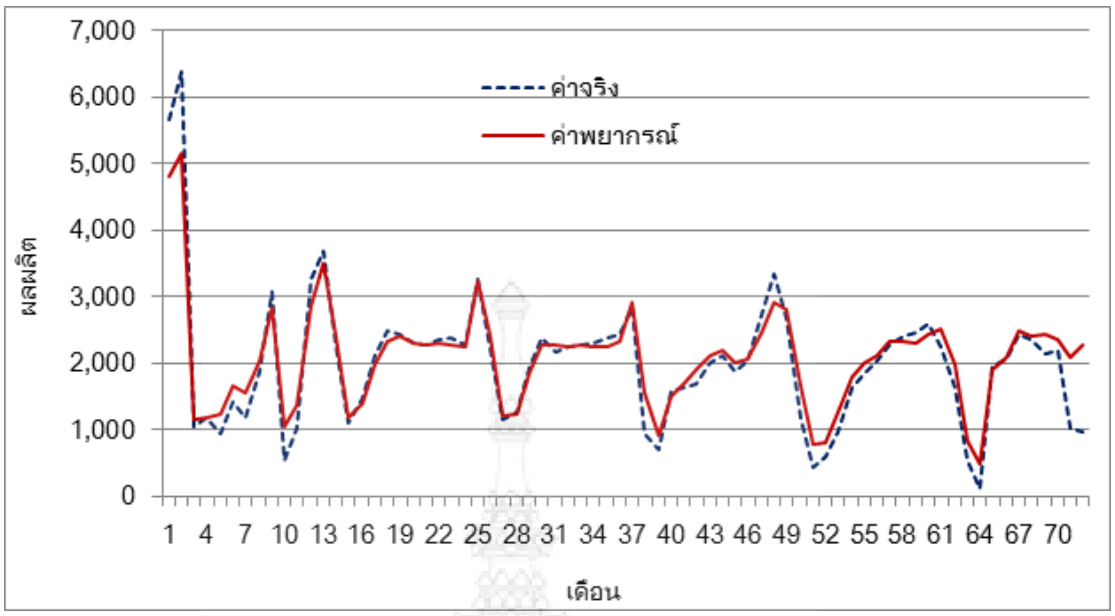
ภาพที่ 66 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดปัตตานี โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



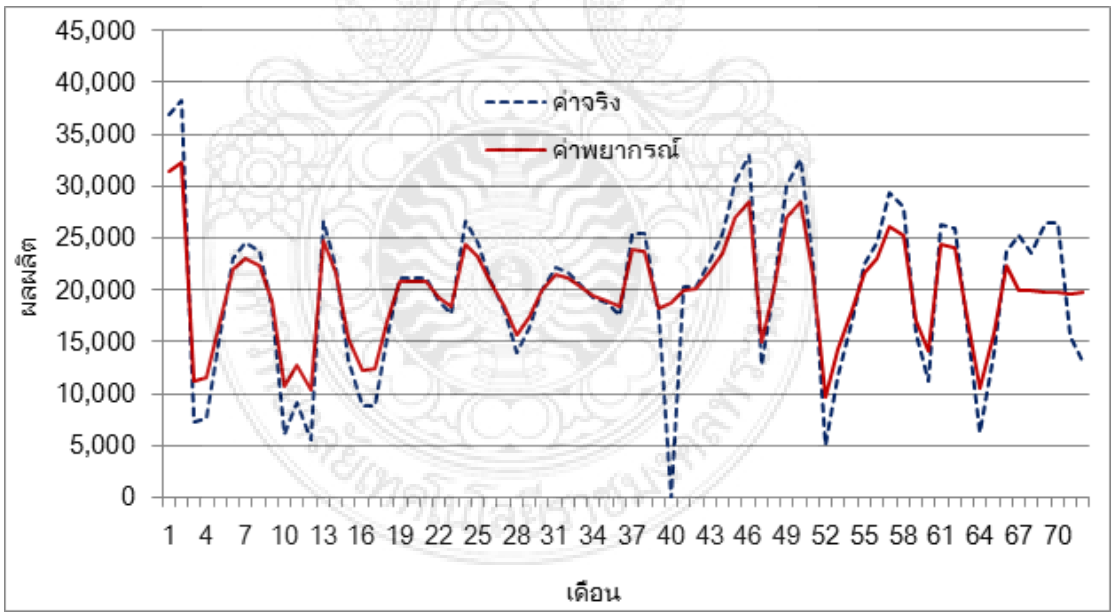
ภาพที่ 67 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดพังงา โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



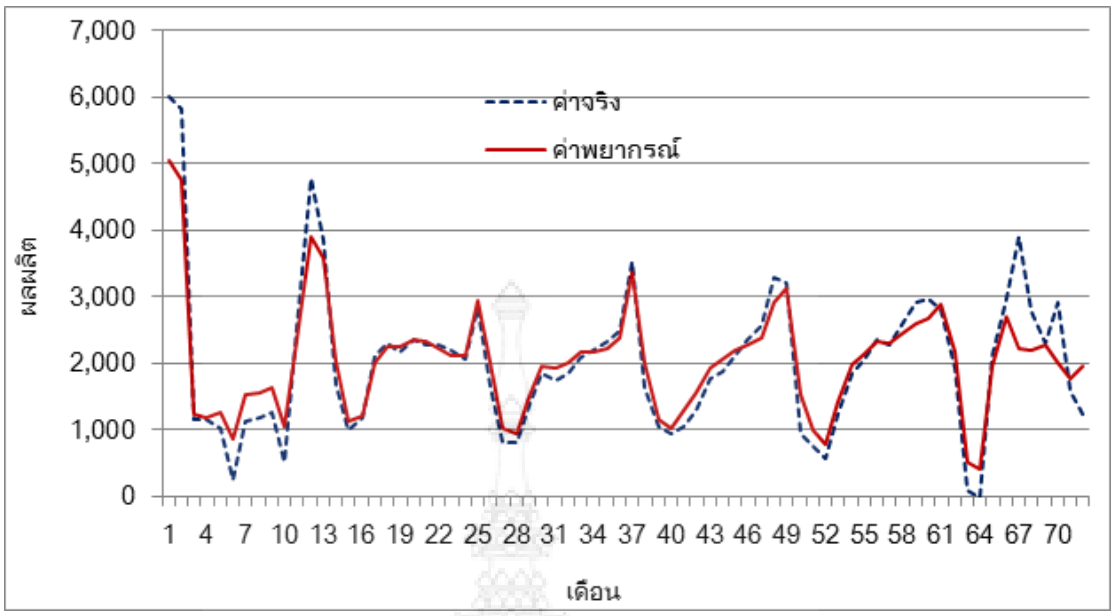
ภาพที่ 68 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดพัทลุง โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



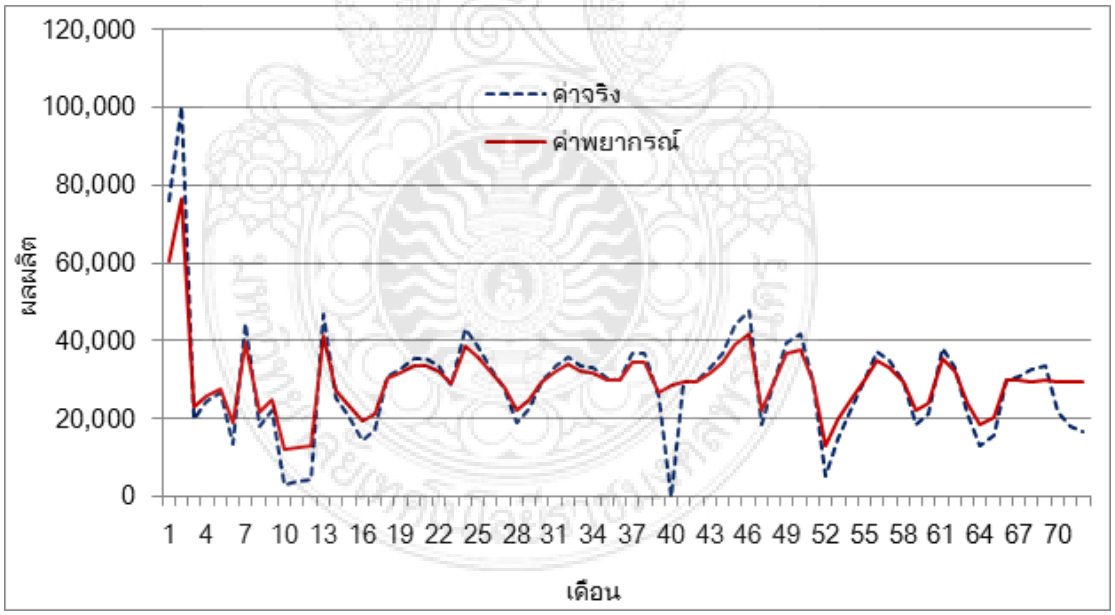
ภาพที่ 69 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดภูเก็ต โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



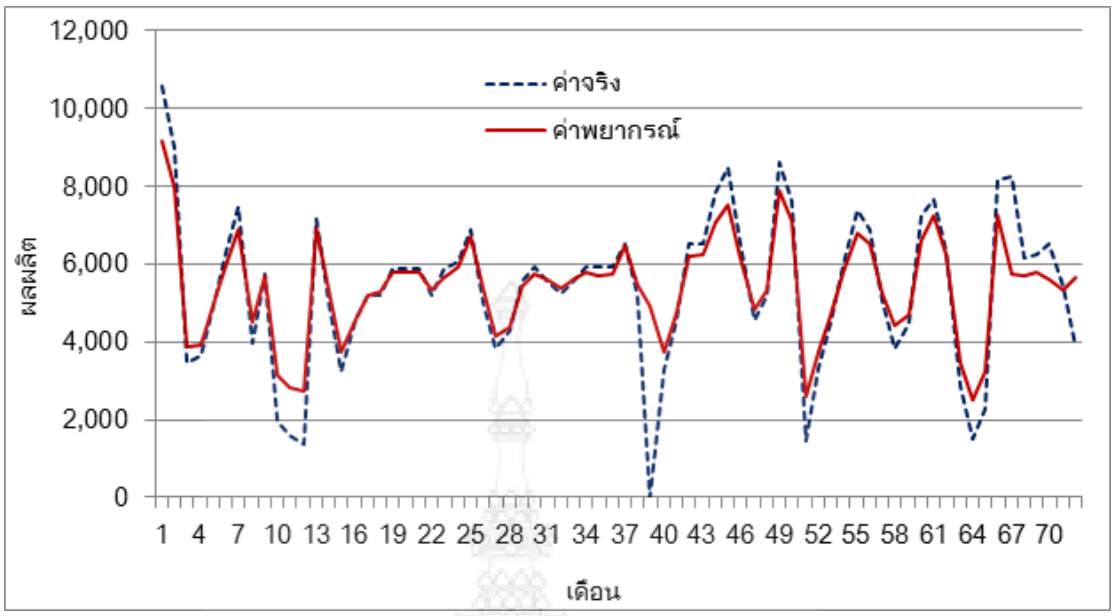
ภาพที่ 70 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดยะลา โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



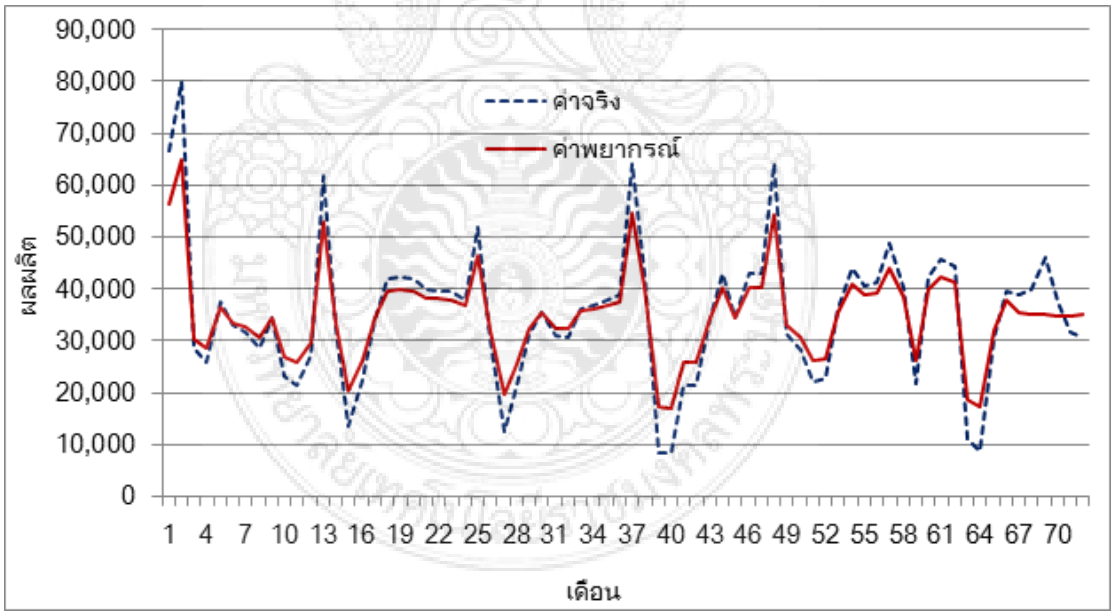
ภาพที่ 71 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดระนอง โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



ภาพที่ 72 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดสงขลา โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



ภาพที่ 73 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดสตูล โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น



ภาพที่ 74 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพาราทั้งหมด ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น

4.4 ค่าประมาณอิทธิพลเชิงพื้นที่

อิทธิพลเชิงพื้นที่ในตัวแบบ LMM ที่ใช้ตัวแปรหุ่นแสดงอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ตัวแปรหุ่นของแต่ละจังหวัดที่มีผลผลิตยางพาราในประเทศไทย แสดงในตารางที่ 34

ตารางที่ 34 อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัด ที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลใช้ตัวแปรหุ่น

จังหวัด	อิทธิพลเชิงพื้นที่			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% Credible Inteval	
นราธิวาส	3,973	4,905	-880	14,660
สงขลา	3,398	3,057	-656	8,404
พัทลุง	3,033	3,536	-1,327	11,080
ตรัง	2,990	3,147	-1,616	9,028
ยะลา	2,581	2,852	-1,087	8,038
นครศรีธรรมราช	1,187	2,931	-2,065	9,201
ชุมพร	731	3,752	-5,344	9,190
ปัตตานี	699	5,352	-11,070	10,040
กระบี่	-213	2,436	-5,226	4,775
สตูล	-642	3,500	-7,906	6,937
สุราษฎร์ธานี	-725	2,859	-5,585	6,177
ระนอง	-4,257	3,979	-12,240	450
พังงา	-4,594	4,680	-14,860	290
ภูเก็ต	-8,160	6,772	-17,380	1,206

จากตารางที่ 34 พบว่า อิทธิพลเชิงพื้นที่ของจังหวัดที่มีต่อผลผลิตยางพาราในประเทศไทยสูงสุด 5 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด คือ นราธิวาส (3,973) สงขลา (3,398) พัทลุง (3,033) ตรัง (2,990) และยะลา (2,581) ตามลำดับ

4.5 ค่าประมาณอิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่

ค่าประมาณอิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ ในตัวแบบ LMM ที่ใช้ตัวแปรหุ่นแสดงอิทธิพลของฤดูกาลที่ใช้ตัวแปรหุ่น แสดงในตารางที่ 35

ตารางที่ 35 อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ ที่มีผลต่อผลผลิตยางพารา โดยที่อิทธิพลของฤดูกาลใช้ตัวแปรหุ่น

จังหวัด	อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่			
	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% Credible Interval	
สุราษฎร์ธานี	21,750	3,746	13,860	27,600
สงขลา	12,240	3,226	7,612	19,620
ตรัง	10,600	3,631	4,403	17,710
นครศรีธรรมราช	9,406	3,518	905	14,660
ยะลา	3,249	3,081	-1,893	9,645
พังงา	3,059	5,742	-6,706	13,740
นราธิวาส	2,530	4,899	-8,167	10,340
กระบี่	-2,473	3,424	-8,319	3,709
ภูเก็ต	-3,471	7,644	-17,230	7,035
พัทลุง	-5,845	3,576	-14,320	1,128
ชุมพร	-5,965	4,573	-14,740	1,643
ระนอง	-7,641	4,835	-16,770	912
สตูล	-7,697	3,944	-14,520	417
ปัตตานี	-9,177	5,613	-18,580	2,896

จากตารางที่ 35 พบว่า อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพล เชิงพื้นที่ของจังหวัดที่มีต่อผลผลิตยางพาราในประเทศไทยสูงสุด 5 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด คือ สุราษฎร์ธานี (21,750) สงขลา (12,240) ตรัง (10,600) นครศรีธรรมราช (9,406) และยะลา (3,249) ตามลำดับ

4.6 การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบที่นำเสนอ

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบใช้ค่า Mean absolute error (MAE) เป็นเกณฑ์ ตัวแบบที่มีค่า MAE ต่ำกว่า เป็นตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากกว่า การเปรียบเทียบค่า MAE นั้นทำการเปรียบเทียบทั้งช่วงการประมาณค่าพารามิเตอร์ และช่วงตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ ซึ่งแสดงในตารางที่ 36 และ 37 ตามลำดับ

ตารางที่ 36 เปรียบเทียบค่า MAE ของข้อมูลผลผลิตยางพารา ช่วงที่ใช้สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์

จังหวัด	Mean Absolute Error (MAE)			
	ตัวแปรหุ่น	ฟูเรียร์	Holt-Winters ES	SARIMA
กระบี่	1,051	1,533	2,923.44	2,027
ชุมพร	2,284	1,333	2,387.97	1,917
ตรัง	2,395	3,732	7,529.13	6,620
นครศรีธรรมราช	3,073	4,702	9,709.21	9,028
นราธิวาส	1,969	3,088	6,315.86	5,546
ปัตตานี	364	681	1,403.47	1,137
พังงา	1,072	1,561	3,104.60	2,600
พัทลุง	919	1,541	3,092.55	2,494
ภูเก็ต	192	2,064	597.15	557
ยะลา	1,833	2,941	5,900.21	4,522
ระนอง	225	381	602.17	577
สงขลา	3,120	4,867	9,900.84	9,809
สตูล	395	774	1,494.63	1,449
สุราษฎร์ธานี	3,350	5,079	10,354.55	9,168

จากตารางที่ 36 พบว่า ค่า MAE ของตัวแบบที่นำเสนอที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่นต่ำกว่าตัวแบบ Holt-Winters ES และ SARIMA ในทุกจังหวัด แสดงว่า ตัวแบบที่นำเสนอมีประสิทธิภาพดีกว่า

ตารางที่ 37 เปรียบเทียบค่า MAE ของข้อมูลผลผลิตยางพารา ช่วงที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ

จังหวัด	Mean absolute error (MAE)			
	ตัวแปรหุ่น	ฟูเรียร์	Holt-Winters ES	SARIMA
กระบี่	1,845	2,648	3,481	4,879
ชุมพร	2,036	1,875	2,454	1,852
ตรัง	4,751	5,409	2,907	5,207
นครศรีธรรมราช	6,196	6,842	7,157	12,943
นราธิวาส	5,199	5,564	1,570	2,266
ปัตตานี	1,050	1,440	1,535	1,323
พังงา	1,935	2,470	2,956	3,486
พัทลุง	2,280	2,898	2,831	1,869
ภูเก็ต	491	1,279	698	723
ยะลา	5,475	5,772	2,182	1,387
ระนอง	678	1,196	1,175	1,695
สงขลา	6,678	7,276	3,309	13,660
สตูล	1,025	1,429	1,931	1,509
สุราษฎร์ธานี	4,887	5,024	4,962	5,961

จากตารางที่ 37 พบว่า จำนวนจังหวัดที่มี ค่า MAE ของตัวแบบที่นำเสนอที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น ต่ำกว่าตัวแบบ Holt-Winters Additive ES และ SARIMA มีจำนวนมากกว่า คือมี 9 จังหวัดจากทั้งหมด 14 จังหวัด คิดเป็นร้อยละ 64 แสดงว่าตัวแบบที่นำเสนอมีประสิทธิภาพดีกว่า

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ตัวแบบผสมเชิงเส้นสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ที่มีฤดูกาลรวมอยู่ด้วย ประยุกต์ใช้กับผลผลิตยางพาราในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอตัวแบบผสมเชิงเส้นสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาเชิงพื้นที่ที่มีฤดูกาลรวมอยู่ด้วย ประยุกต์ใช้ตัวแบบที่นำเสนอกับข้อมูลผลผลิตยางพารา ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย พยากรณ์ผลผลิตยางพารา ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย และเพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่นำเสนอกับตัวแบบที่ใช้อยู่ทั่วไป คือ ตัวแบบ Holt-Winters additive exponential smoothing model (Holt-Winters ES) และ ตัวแบบ Seasonal autoregressive integrated moving average model (SARIMA) ตัวแบบที่นำเสนอคือตัวแบบผสมเชิงเส้น (Linear mixed model หรือ LMM) ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่เป็นแบบ Conditional autoregressive model (CAR model) และอิทธิพลของฤดูกาลแบบใช้ตัวแปรหุ่น (Dummy variables) และแบบที่มีเทอมเป็นฟูเรียร์ (Fourier term) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ ใช้วิธีการของเบย์ ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ผลผลิตยางพารารายรายเดือน ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทยจำนวน 14 จังหวัด ระหว่างปี 2548 – 2553 รวม 72 เดือน แบ่งข้อมูลออกเป็นสองช่วง 66 เดือนแรกเพื่อใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ 6 เดือนสุดท้ายใช้สำหรับตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ แสดงตามลำดับดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้คือ ผลผลิตยางพารารายเดือน ในจังหวัดภาคใต้ ของประเทศไทย ปี 2548-2553 มีค่าเฉลี่ยต่อเดือนจังหวัด 15,361.62 ตัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6,467.35 ตัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวแบบ LMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาล รวมอยู่ด้วยพบว่า อิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลอื่นๆ ที่ไม่ใช่อิทธิพลเชิงพื้นที่ และอิทธิพลของฤดูกาล มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพาราเฉลี่ยแต่ละเดือน ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย ขนาดของอิทธิพลของฤดูกาลเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ มค. ก.พ. ก.ค. ก.ย. ส.ค. มิ.ย. ต.ค. ธ.ค. พ.ย. พ.ค. มี.ค. และ เม.ย. ตามลำดับ และขนาดของอิทธิพลเชิงพื้นที่ 5 อันดับสูงสุดเรียงลำดับ

จากมากไปน้อยได้ดังนี้ อิทธิพลเชิงพื้นที่ของจังหวัดที่มีต่อผลผลิตยางพาราในประเทศไทยสูงสุด 5 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด คือ นราธิวาส (3,973) สงขลา (3,398) พัทลุง(3,033) ตรัง (2,990) และยะลา (2,581) ตามลำดับ ผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบโดยใช้ค่า MAE เป็นเกณฑ์ พบว่าตัวแบบที่นำเสนอมีประสิทธิภาพมากกว่าตัวแบบที่แสดงอิทธิพลของฤดูกาลด้วยฟูเรียร์ Holt-Winters ES และ SARIMA

5.2 อภิปรายผล

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของภาคใต้และของประเทศไทย โดยเฉพาะน้ำยาง (Latex) ซึ่งเป็นผลิตผลที่ได้จากท่อลำเลียงอาหารในส่วนเปลือกของต้นยางพารา สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ยางชนิดต่างๆ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท ตั้งแต่อุตสาหกรรมหนัก เช่น การผลิตยางรถยนต์ ไปจนถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในครัวเรือน น้ำยางที่ได้จากต้นยางพารามีคุณสมบัติบางอย่างที่ยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber) ไม่สามารถทำให้เหมือนได้ ประเทศไทยเป็นผู้ผลิต และส่งออกอันดับหนึ่งของโลก ก่อให้เกิดกิจกรรมต่อเนื่องทั้งภาคการผลิต ภาคอุตสาหกรรม และภาคการตลาด เกี่ยวข้องกับทุกภาคส่วนทั้งเกษตรกร ผู้ประกอบการ และภาครัฐ กระจายอยู่ทั่วประเทศ ผลผลิตพืชเศรษฐกิจโดยทั่วไปจะผันแปรตามฤดูกาล บางชนิดให้ผลผลิตสูงในฤดูฝน บางชนิดให้ผลผลิตสูงในฤดูร้อน แตกต่างกันออกไป

สำหรับยางพารา ในแต่ละรอบปีเมื่อพ้นฤดูฝน และย่างเข้าสู่ต้นฤดูหนาว เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเปิดกรีดยางมากที่สุดช่วงหนึ่ง เนื่องเพราะช่วงฤดูหนาวจะทำให้น้ำยางไหลนานและได้รับผลผลิตน้ำยางเป็นจำนวนมากกว่าช่วงอื่น ๆ เป็นอย่างมากและเห็นชัดเจน และการเปิดกรีดในช่วงนี้หน้ายางจะปลอดภัยจากการเข้าทำลายของเชื้อรา ฤดูกาล มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพาราในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย เป็นดังนี้เพราะว่ามีบางฤดูกาลไม่สามารถกรีดยางได้เช่น ในช่วงฤดูฝนของทุกปี หากมีฝนตกชุกหรือติดต่อกันนาน เกษตรกรไม่สามารถกรีดยางได้ นอกจากจะไม่สามารถกรีดยางได้แล้ว การระบาดของโรคยางก็เป็นปัญหาสำคัญโรคที่มักจะเกิดกับต้นยางในช่วงฤดูฝน และในแต่ละฤดูกาล ภูมิอากาศ จะแตกต่างกัน อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับยางพารา คือ ประมาณ 25 – 28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของประเทศไทยโดยเฉลี่ยจะไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส ดังนั้นถ้าอุณภูมิยิ่งสูงขึ้น ผลผลิตยางพาราจะยิ่งต่ำลง ปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,250 มิลลิเมตรต่อปี และมีจำนวนวันฝนตก 120-150 วันต่อปี

พื้นที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตยางพาราเฉลี่ยแต่ละเดือน ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย ที่เป็นดังนี้เพราะว่าสภาพภูมิศาสตร์ของแต่ละจังหวัดแตกต่างกัน สภาพพื้นที่และลักษณะดินที่เหมาะต่อการปลูกยางพารามีลักษณะดังนี้ เป็นพื้นที่ที่ความลาดชันไม่เกิน 35 องศา ถ้าความลาดชันเกินกว่า 15 องศาการปลูกต้องทำแบบขั้นบันได หน้าดิน ลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร มีการระบายน้ำดี ไม่มีชั้นหินหรือชั้นดินดาน ระดับน้ำใต้ดิน ต่ำกว่าระดับผิวดินมากกว่า 1 เมตร เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงร่วนทราย ไม่เป็นดินเกลือหรือดินเค็ม ไม่เป็นพื้นที่นาหรือที่ลุ่มน้ำขัง สีของดินควรมีสีสม่ำเสมอตลอดหน้าตัดดิน ดินไม่มีชั้นกรวดอัดแน่นหรือแผ่นหินแข็งในระดับต่ำกว่าหน้าดินไม่ถึง 1 เมตร เพราะจะทำให้ต้นยางไม่สามารถใช้น้ำในระดับรากแขนงในฤดูแล้งได้ และหากช่วงแล้งยาวนานจะทำให้ ต้นยางตายจากยอดลงไป ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร ถ้าสูงกว่านี้อัตราการเจริญเติบโตของต้นยางจะลดลง และมีค่า pH ระหว่าง 4.5-5.5 ไม่เป็นดินด่าง

ตัวแบบที่นำเสนอที่ใช้ตัวแปรหุ่นแสดงอิทธิพลของฤดูกาลมีความเหมาะสมกว่าที่ใช้ฟูเรียร์แสดงอิทธิพลของฤดูกาล ที่เป็นดังนี้เพราะว่าฟูเรียร์เหมาะสำหรับช่วงฤดูกาลที่เป็นช่วงยาวนาน เช่น ใช้กับข้อมูล รายชั่วโมงหรือรายวัน ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลยาวนานกว่า 12 คาบ

ตัวแบบที่นำเสนอมีประสิทธิภาพดีกว่าตัวแบบ Holt-Winters Additive Exponential Smoothing และ ตัวแบบ SARIMA เพราะว่าตัวแบบที่นำเสนอมีความยืดหยุ่นสูง สามารถเพิ่มตัวแปรที่เป็นอิทธิพลได้อีกหลายประเภท เช่น อิทธิพลเชิงพื้นที่ อิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งสอดคล้องกับสภาพความจริงของข้อมูลมากที่สุด ในกรณีของข้อมูลอิทธิพลเชิงพื้นที่นั้น เป็นไปตามหลักความจริงที่ว่าข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจากจังหวัดที่อยู่ใกล้กันย่อมมีความสัมพันธ์กันมากกว่าจังหวัดที่อยู่ไกลกัน ซึ่งอิทธิพลเชิงสุ่มนี้ไม่สามารถมีได้ในตัวแบบ Holt-Winters Additive Exponential Smoothing และ SARIMA ซึ่งมีได้เฉพาะอิทธิพลของฤดูกาล และตัวแบบที่นำเสนอยังสามารถพยากรณ์ผลผลิตยางพาราในแต่ละจังหวัดได้ในคราวเดียวกัน ในขณะที่ตัวแบบ Holt-Winters Additive Exponential Smoothing และ SARIMA ต้องแยกกันพยากรณ์ทีละจังหวัด

นอกจากนั้นการประมาณค่าด้วยวิธีการของเบย์ยังได้เปรียบในด้านที่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบที่มีความซับซ้อนได้ โดยที่วิธีการที่การที่ใช้กันอยู่ทั่วไปเช่น Maximum likelihood ไม่สามารถนำมาใช้ได้ โดยใช้หลักของ MCMC ผลการศึกษานี้มีประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องกับเรื่องยางพารา ทั้งผู้บริหารหน่วยงานของรัฐ และเกษตรกร สามารถนำไปใช้ประกอบการวางแผนตัดสินใจปลูกยางพาราได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลระดับจังหวัด ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จึงเป็นการแสดงให้เห็นภาพโดยรวม ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาในระดับพื้นที่ที่เล็กลงเช่น ระดับอำเภอ เป็นต้น

5.3.2 อาจพิจารณาเพิ่มอิทธิพลอื่นๆ เข้าไปในตัวแบบ เช่น สารอาหารในดิน สภาพแวดล้อม แนวโน้ม และ Autoregression

5.3.3 นำตัวแบบ ไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลผลผลิตพืชไร่อื่นๆ หรือประเภทอื่นที่มีลักษณะเดียวกัน เช่น ปาล์ม อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น

บรรณานุกรม

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2556. ธุรกิจยางพาราในภาคใต้. แหล่งที่มา: http://www.ksmecare.com.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติยางไทย. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/main.php?filename=index.

Banerjee, S, B. P. Carlin and A. E. Gelfand. 2004. Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data. Chapman and Hall/CRC Press, FL.

Bernardinelli, L, D. Clayton, C. Pascutto, C. Montomoli, M. Ghislandi and M. Songini. 1995. Bayesian analysis of space-time variation in disease risk. Statistics in Medicine 14: 2433-2443.

Besag, J. 1974. Spatial Interaction and the Statistical Analysis of Lattice Systems. Journal of the Royal Statistical Society Series B 36(2): 192–236.

Besag, J, J. York and A. Molli. 1991. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. Annals of the Institute of Statistical Mathematics 43: 1-21.

Casella, G. and E. George. 1992. Explaining the Gibbs Sampler. Amer. Statistician 46: 167-174.

Chawla, D. and V.S. Jha. 2009. Forecasting production of natural rubber in India. Paradigm, 13(1).

Clayton, D. and J. Keldor. 1987. Empirical Bayes estimates of age-standardized relative risks for use in disease mapping. Biometrics 43: 671-681.

Congdon, P. 2006. Bayesian Statistical Modelling. 2nd ed. John Wiley and Sons, NY.

Conway, D, C.Q Li, J. Wolch, C. Kahle, and M. Jerrett. 2010. A spatial autocorrelation approach for examining the effects of urban green space on residential property values. The Journal of Real Estate Finance and Economics 41(2): 150-169.

Cressie, N., 1992. Smoothing regional maps using empirical Bayes predictors. Geograph. Anal. 24: 75-95.

Cressie, N., N.H. Chan. 1989. Spatial modeling of regional variables. J. Amer. Statist. Assoc. 84: 393-401.

Diaconoa, M, A. Castrignanob, A. Troccolic, D. De Benedettob, B. Bassod and P. Rubino. 2012. Spatial and temporal variability of wheat grain yield and quality in a Mediterranean environment: A multivariate geostatistical approach. Field Crops Research 131: 49–62.

Iqbal, N., K. Bakhsh, A. Maqbool and A.S. Ahmad. 2005. Use of the ARIM Model for Forecasting What Area and Production in Pakistan. Journal of Agriculture & Social Sciences 1(2): 120-122.

Kosanan, O. and N. Kantanantha. 2014. Thailand's Para Rubber Production Forecasting Comparison. Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2014 Vol II, IMECS 2014, March 12 - 14, 2014, Hong Kong.

Kahforoushan, E., M. Zarif and E.B. Mashahir. 2010. Prediction of added value of agricultural subsections using artificial neural networks: Box-Jenkins and Holt-Winters methods. Journal of Development and Agricultural Economics 2(4): 115-121.

MacDuffie, J. P., K. Sethuraman, M.L. Fisher.1996. Product Variety and Manufacturing Performance: Evidence from the International Automotive Assembly Plant Study. Management Science 42 (3):350-369.

Mendoza, M. and E. de Alba. (2006). Forecasting an accumulated series based on partial accumulation: A new Bayesian method for short series with seasonal patterns. International Journal of Forecasting 4: 781-798.

Pallawala, P. K. B. N. M. and D. D. M. Jayasundara. 2013. Forecasting the future values of rubber yield and Cost of Products by fitting the best time series models. European International Journal of Science and Technology 2(5): 30–44.

Sumer, K.K., O. Goktas and A. Hepsag. 2009.The application of seasonal latent variable in forecasting electricity demand as and alternative method. Energy Policy 37(4): 1317-1322.

Tongkhow, P and N. Kantanantha. 2013. Bayesian models for time series with covariates, trend, seasonality, autoregression and outliers. Journal of Computer Science 9(3): 291-298.

Tsutakawa, R.K., 1988. Mixed model for analysing geographic variability in mortality rates. J. Amer. Statist.Assoc. 83: 37-42.

West, B. T, K. B. Welch, and A. T. Galecki. 2007. Linear mixed models: A practical guide to using statistical software. Chapman and Hall/CRC, NY.

Yelland, P. M. 2010. Bayesian Forecasting of Part Demand. International Journal of Forecasting 26: 374-396.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าพยากรณ์ผลผลิตยางพารา (ตัน) เมื่อฤดูกาลเป็นตัวแปรหุ่น

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
กระบี่	1	16,480	3,265	281.00	9,898	17,970	20,570
กระบี่	2	15,090	2,734	218.90	9,321	16,180	18,770
กระบี่	3	5,705	3,476	305.50	1,400	4,039	12,590
กระบี่	4	6,072	3,197	275.10	2,017	4,588	12,530
กระบี่	5	10,660	1,684	19.38	7,147	10,630	14,260
กระบี่	6	9,977	1,845	82.25	6,622	9,715	14,120
กระบี่	7	13,630	2,231	149.70	8,765	14,260	17,130
กระบี่	8	14,690	2,726	216.00	8,875	15,740	18,450
กระบี่	9	12,060	1,745	51.94	8,119	12,240	15,370
กระบี่	10	9,336	2,023	119.30	6,011	8,883	13,850
กระบี่	11	10,320	1,726	48.49	7,030	10,170	14,200
กระบี่	12	11,010	1,671	20.52	7,643	10,960	14,740
กระบี่	13	15,220	2,590	200.30	9,891	16,180	18,930
กระบี่	14	10,970	1,766	49.03	7,451	10,840	14,850
กระบี่	15	8,186	2,205	145.00	4,761	7,603	12,990
กระบี่	16	7,187	2,631	203.60	3,426	6,204	12,820
กระบี่	17	10,510	1,683	24.64	7,118	10,440	14,290
กระบี่	18	11,940	1,732	49.80	8,215	12,090	15,320
กระบี่	19	12,170	1,735	53.43	8,401	12,330	15,460
กระบี่	20	11,880	1,734	40.02	7,998	12,010	15,260
กระบี่	21	11,240	1,661	20.19	7,865	11,210	14,850
กระบี่	22	11,810	1,739	41.45	8,014	11,920	15,280
กระบี่	23	12,890	2,095	123.40	8,204	13,380	16,290
กระบี่	24	11,570	1,674	29.24	8,005	11,650	14,870
กระบี่	25	14,330	2,214	142.50	9,480	14,900	17,770
กระบี่	26	10,950	1,695	53.72	7,815	10,780	14,780
กระบี่	27	8,152	2,198	146.10	4,726	7,541	12,920

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
กระบี่	28	7,262	2,581	198.10	3,554	6,336	12,700
กระบี่	29	10,490	1,698	26.44	7,044	10,410	14,260
กระบี่	30	11,990	1,724	54.46	8,100	12,160	15,310
กระบี่	31	11,020	1,679	32.40	7,711	10,920	14,660
กระบี่	32	11,140	1,660	19.79	7,869	11,090	14,670
กระบี่	33	12,320	1,756	59.92	8,487	12,500	15,680
กระบี่	34	12,470	1,864	82.34	8,248	12,750	15,860
กระบี่	35	12,780	2,019	113.80	8,338	13,220	16,250
กระบี่	36	13,060	2,049	120.90	8,543	13,510	16,470
กระบี่	37	14,190	2,105	132.60	9,486	14,710	17,600
กระบี่	38	7,616	3,125	266.80	3,597	6,211	14,010
กระบี่	39	5,369	3,695	330.60	943	3,538	12,620
กระบี่	40	8,988	1,857	86.75	5,729	8,693	13,210
กระบี่	41	10,080	1,744	48.96	6,724	9,929	13,930
กระบี่	42	11,120	1,708	14.05	7,563	11,100	14,710
กระบี่	43	11,200	1,657	24.13	7,754	11,160	14,770
กระบี่	44	11,180	1,664	17.71	7,719	11,130	14,850
กระบี่	45	12,090	1,706	47.55	8,180	12,260	15,320
กระบี่	46	12,940	1,996	115.60	8,503	13,380	16,280
กระบี่	47	14,740	2,929	241.20	8,727	15,980	18,680
กระบี่	48	17,550	4,395	409.90	9,254	19,920	22,470
กระบี่	49	16,110	3,050	257.00	9,845	17,440	20,070
กระบี่	50	8,513	2,625	207.20	4,886	7,561	14,070
กระบี่	51	5,453	3,608	322.20	1,066	3,714	12,520
กระบี่	52	6,457	2,981	249.60	2,539	5,162	12,600
กระบี่	53	7,183	2,874	237.20	3,306	6,012	13,090
กระบี่	54	10,190	1,792	67.82	6,808	9,969	14,190

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
กระบี่	55	11,390	1,679	15.26	7,899	11,390	14,930
กระบี่	56	11,670	1,697	24.64	8,074	11,700	15,180
กระบี่	57	12,850	1,931	98.10	8,561	13,200	16,350
กระบี่	58	12,910	1,992	111.00	8,543	13,310	16,360
กระบี่	59	14,780	2,919	241.90	8,761	15,990	18,740
กระบี่	60	15,540	3,237	281.50	9,031	17,020	19,660
กระบี่	61	14,690	2,364	166.70	9,486	15,440	18,350
กระบี่	62	12,940	1,831	76.98	8,795	13,200	16,190
กระบี่	63	3,964	4,532	423.60	-1,122	1,483	12,510
กระบี่	64	5,279	3,644	324.60	840	3,499	12,430
กระบี่	65	9,126	1,970	110.40	5,725	8,725	13,440
กระบี่	66	14,100	2,530	190.20	8,718	14,970	17,730
กระบี่	67	11,380	6,363	83.24	-2,067	11,390	24,730
กระบี่	68	11,330	6,386	78.53	-2,186	11,330	24,940
กระบี่	69	11,410	6,366	78.45	-2,515	11,380	25,010
กระบี่	70	11,260	6,456	78.73	-2,538	11,260	25,280
กระบี่	71	10,990	6,504	101.10	-3,039	11,010	24,770
กระบี่	72	11,150	6,353	82.05	-2,416	11,160	24,550
ชุมพร	1	15,770	4,289	396.10	7,552	18,050	20,660
ชุมพร	2	17,070	5,322	506.80	7,364	20,170	22,610
ชุมพร	3	5,510	2,280	158.00	2,045	4,826	10,590
ชุมพร	4	5,610	2,174	141.00	2,131	5,020	10,400
ชุมพร	5	6,967	1,852	85.86	3,740	6,665	11,000
ชุมพร	6	4,853	2,968	247.70	865	3,613	11,000
ชุมพร	7	5,134	2,932	243.10	1,204	3,894	11,170
ชุมพร	8	8,961	1,647	15.73	5,527	8,975	12,470
ชุมพร	9	5,390	2,811	227.60	1,562	4,275	11,290

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ชุมพร	10	6,513	2,184	141.80	3,163	5,930	11,320
ชุมพร	11	8,238	1,705	24.36	4,814	8,169	11,910
ชุมพร	12	12,480	2,943	245.30	6,468	13,730	16,410
ชุมพร	13	12,610	2,536	194.50	7,191	13,490	16,250
ชุมพร	14	9,780	1,733	38.73	5,996	9,876	13,440
ชุมพร	15	5,139	2,432	179.60	1,562	4,342	10,340
ชุมพร	16	5,385	2,282	159.50	1,958	4,712	10,490
ชุมพร	17	8,893	1,727	44.70	5,047	9,036	12,270
ชุมพร	18	9,723	1,796	69.00	5,672	9,947	13,090
ชุมพร	19	9,175	1,679	28.95	5,361	9,248	12,530
ชุมพร	20	9,446	1,703	38.04	5,806	9,532	12,970
ชุมพร	21	9,367	1,674	31.96	5,663	9,444	12,760
ชุมพร	22	9,619	1,793	63.60	5,578	9,815	12,980
ชุมพร	23	9,601	1,805	72.34	5,621	9,834	12,990
ชุมพร	24	8,927	1,682	19.47	5,379	8,947	12,550
ชุมพร	25	11,180	1,933	99.02	6,880	11,540	14,590
ชุมพร	26	9,365	1,703	18.14	5,731	9,397	12,850
ชุมพร	27	5,195	2,454	180.70	1,575	4,375	10,490
ชุมพร	28	5,255	2,311	160.80	1,783	4,560	10,330
ชุมพร	29	7,321	1,792	62.17	3,951	7,134	11,260
ชุมพร	30	9,274	1,719	39.29	5,532	9,390	12,750
ชุมพร	31	8,223	1,722	44.62	4,814	8,111	12,010
ชุมพร	32	8,453	1,694	31.60	5,099	8,387	12,160
ชุมพร	33	9,026	1,648	17.68	5,545	9,037	12,600
ชุมพร	34	9,803	1,796	74.64	5,708	10,060	13,020
ชุมพร	35	9,953	1,935	95.90	5,573	10,300	13,320
ชุมพร	36	10,270	1,950	104.90	6,020	10,640	13,530

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ชุมพร	37	10,390	1,755	51.22	6,467	10,540	13,690
ชุมพร	38	8,837	1,676	31.98	5,465	8,751	12,440
ชุมพร	39	5,549	2,302	158.00	2,039	4,873	10,550
ชุมพร	40	4,764	2,563	196.50	1,124	3,857	10,240
ชุมพร	41	7,092	1,869	80.24	3,702	6,839	11,320
ชุมพร	42	7,939	1,724	51.10	4,679	7,784	11,810
ชุมพร	43	8,002	1,753	60.63	4,687	7,811	12,050
ชุมพร	44	9,394	1,728	42.22	5,578	9,522	12,740
ชุมพร	45	10,130	1,854	82.68	5,991	10,390	13,360
ชุมพร	46	10,090	1,901	92.65	5,722	10,410	13,580
ชุมพร	47	10,030	1,900	95.73	5,806	10,360	13,370
ชุมพร	48	14,350	4,045	369.00	6,516	16,470	19,010
ชุมพร	49	11,590	2,077	125.80	7,072	12,070	14,980
ชุมพร	50	6,960	2,202	147.30	3,494	6,339	11,800
ชุมพร	51	4,350	2,823	230.20	625	3,206	10,270
ชุมพร	52	4,358	2,785	225.10	565	3,252	10,230
ชุมพร	53	8,599	1,652	22.07	5,164	8,637	11,980
ชุมพร	54	8,957	1,647	27.39	5,435	9,016	12,330
ชุมพร	55	9,855	1,769	65.19	5,876	10,070	13,140
ชุมพร	56	9,824	1,825	67.43	5,793	10,040	13,220
ชุมพร	57	9,957	1,786	67.70	5,957	10,160	13,330
ชุมพร	58	9,762	1,836	72.20	5,614	9,991	13,160
ชุมพร	59	9,712	1,862	80.83	5,581	9,990	13,040
ชุมพร	60	11,210	2,282	158.10	6,262	11,880	14,770
ชุมพร	61	12,110	2,323	161.30	7,017	12,820	15,610
ชุมพร	62	6,668	2,315	161.80	3,149	5,956	11,640
ชุมพร	63	4,316	2,874	235.50	485	3,155	10,320

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ชุมพร	64	3,826	3,057	258.00	-169	2,496	10,100
ชุมพร	65	8,080	1,667	26.10	4,717	8,028	11,690
ชุมพร	66	10,510	2,041	117.60	6,071	10,940	13,940
ชุมพร	67	8,923	6,364	83.64	-4,822	8,945	22,430
ชุมพร	68	8,773	6,422	95.57	-5,154	8,823	22,430
ชุมพร	69	8,794	6,392	90.37	-4,920	8,880	22,390
ชุมพร	70	8,623	6,449	100.70	-5,078	8,678	22,360
ชุมพร	71	8,450	6,463	94.03	-5,144	8,420	22,180
ชุมพร	72	8,617	6,420	93.65	-5,367	8,660	22,340
ตรัง	1	47,650	12,490	1,242.00	27,120	56,070	58,540
ตรัง	2	43,700	10,210	1,011.00	26,630	50,420	52,880
ตรัง	3	15,760	7,288	711.30	8,723	11,190	28,360
ตรัง	4	16,100	6,975	679.50	9,316	11,750	28,270
ตรัง	5	23,440	2,929	242.00	19,550	22,210	29,530
ตรัง	6	22,750	3,499	308.00	18,480	21,080	29,730
ตรัง	7	35,520	5,278	501.60	25,900	38,590	41,050
ตรัง	8	29,970	2,206	146.70	25,080	30,570	33,420
ตรัง	9	30,780	2,555	194.20	25,360	31,690	34,480
ตรัง	10	17,220	6,846	666.50	10,590	12,990	29,280
ตรัง	11	20,320	4,839	455.70	15,040	17,600	29,240
ตรัง	12	30,120	2,354	168.30	24,990	30,860	33,570
ตรัง	13	34,250	4,078	372.90	26,360	36,380	38,970
ตรัง	14	25,130	2,516	189.90	21,460	24,260	30,390
ตรัง	15	20,210	4,521	422.20	15,200	17,690	28,660
ตรัง	16	22,420	3,199	273.20	18,250	20,990	28,870
ตรัง	17	29,330	2,162	142.10	24,570	29,910	32,800
ตรัง	18	32,790	3,774	340.80	25,410	34,700	37,270

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ตรัง	19	31,760	3,086	261.10	25,410	33,100	35,840
ตรัง	20	29,510	2,063	118.60	24,870	29,950	32,910
ตรัง	21	28,390	1,729	44.61	24,570	28,510	31,850
ตรัง	22	27,190	1,672	28.14	23,830	27,110	30,770
ตรัง	23	23,770	2,808	229.00	20,080	22,630	29,660
ตรัง	24	29,450	2,046	122.90	24,960	29,930	32,860
ตรัง	25	32,070	2,873	233.20	26,020	33,240	35,910
ตรัง	26	25,520	2,338	167.60	21,990	24,820	30,620
ตรัง	27	20,830	4,210	387.20	15,990	18,580	28,880
ตรัง	28	22,920	2,931	243.00	19,080	21,700	28,970
ตรัง	29	26,270	1,779	58.14	22,800	26,100	30,180
ตรัง	30	28,520	1,775	67.98	24,500	28,750	31,830
ตรัง	31	27,540	1,643	15.73	24,200	27,510	30,950
ตรัง	32	26,470	1,887	82.40	22,900	26,210	30,700
ตรัง	33	27,570	1,666	20.99	24,180	27,510	31,140
ตรัง	34	28,570	1,815	66.36	24,490	28,760	32,040
ตรัง	35	29,550	2,199	144.60	24,560	30,140	32,970
ตรัง	36	29,620	2,142	136.30	24,870	30,180	33,060
ตรัง	37	31,720	2,704	212.80	26,030	32,760	35,460
ตรัง	38	27,180	1,766	59.53	23,890	26,990	31,200
ตรัง	39	26,780	6,321	83.40	13,450	26,750	40,340
ตรัง	40	20,050	4,537	423.80	15,050	17,530	28,540
ตรัง	41	24,660	2,307	161.30	21,190	23,950	29,710
ตรัง	42	31,420	2,983	248.10	25,220	32,670	35,420
ตรัง	43	31,500	2,940	243.80	25,400	32,720	35,470
ตรัง	44	35,880	5,541	529.60	25,830	39,140	41,670
ตรัง	45	38,120	6,909	673.00	26,020	42,390	44,890

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ตรัง	46	31,390	2,984	250.30	25,240	32,680	35,290
ตรัง	47	24,700	2,375	170.80	21,130	23,950	29,800
ตรัง	48	26,980	1,703	38.58	23,470	26,860	30,740
ตรัง	49	36,680	5,555	530.80	26,630	39,940	42,410
ตรัง	50	35,260	4,944	467.20	26,070	38,090	40,630
ตรัง	51	13,260	8,890	876.10	5,026	7,490	28,280
ตรัง	52	18,060	5,755	553.50	12,140	14,640	28,410
ตรัง	53	24,820	2,251	152.20	21,210	24,190	29,880
ตรัง	54	28,750	1,826	78.75	24,620	29,000	31,990
ตรัง	55	33,430	4,070	371.30	25,570	35,560	38,150
ตรัง	56	31,550	2,986	249.30	25,410	32,820	35,490
ตรัง	57	25,830	2,040	122.40	22,500	25,360	30,400
ตรัง	58	19,850	5,213	495.10	14,310	16,840	29,430
ตรัง	59	23,160	3,153	268.50	19,120	21,770	29,640
ตรัง	60	32,130	3,395	298.10	25,330	33,720	36,390
ตรัง	61	36,210	5,248	498.50	26,630	39,230	41,760
ตรัง	62	30,220	2,153	139.10	25,440	30,770	33,670
ตรัง	63	18,130	5,824	559.60	12,100	14,670	28,530
ตรัง	64	16,720	6,599	639.90	10,220	12,680	28,450
ตรัง	65	23,520	2,872	236.60	19,690	22,340	29,510
ตรัง	66	29,190	1,996	111.90	24,770	29,610	32,440
ตรัง	67	27,750	6,412	97.83	14,070	27,760	41,640
ตรัง	68	27,670	6,443	92.82	13,850	27,720	41,190
ตรัง	69	27,690	6,448	97.15	13,720	27,750	41,230
ตรัง	70	27,440	6,544	92.60	13,120	27,520	41,110
ตรัง	71	27,280	6,424	85.76	13,450	27,300	41,060
ตรัง	72	27,420	6,434	86.11	13,640	27,460	41,100

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
นครศรีธรรมราช	1	49,770	15,780	1,574.00	24,310	60,630	63,110
นครศรีธรรมราช	2	66,910	27,070	2,710.00	24,230	86,030	88,840
นครศรีธรรมราช	3	19,240	3,361	293.30	15,010	17,670	25,960
นครศรีธรรมราช	4	20,160	2,827	228.10	16,310	19,020	26,090
นครศรีธรรมราช	5	17,860	4,326	401.80	12,990	15,540	26,080
นครศรีธรรมราช	6	21,670	2,470	185.40	18,020	20,830	27,030
นครศรีธรรมราช	7	37,560	8,472	832.90	23,110	42,990	45,470
นครศรีธรรมราช	8	17,090	5,155	490.10	11,640	14,110	26,520
นครศรีธรรมราช	9	15,680	6,103	588.90	9,495	11,990	26,510
นครศรีธรรมราช	10	9,483	9,840	972.40	519	2,998	25,940
นครศรีธรรมราช	11	13,070	7,438	727.30	5,916	8,425	26,030
นครศรีธรรมราช	12	18,990	3,936	357.80	14,350	16,990	26,590
นครศรีธรรมราช	13	35,160	6,490	629.00	23,790	39,120	41,620
นครศรีธรรมราช	14	25,510	1,668	34.30	21,800	25,600	28,840
นครศรีธรรมราช	15	15,320	5,728	550.00	9,419	11,930	25,620
นครศรีธรรมราช	16	15,480	5,487	525.50	9,755	12,250	25,350
นครศรีธรรมราช	17	23,650	1,700	35.53	20,270	23,550	27,450
นครศรีธรรมราช	18	26,890	2,230	151.80	22,010	27,510	30,400
นครศรีธรรมราช	19	26,950	2,215	147.70	22,020	27,570	30,570
นครศรีธรรมราช	20	27,180	2,313	162.50	22,130	27,870	30,720
นครศรีธรรมราช	21	27,280	2,332	165.80	22,260	27,980	30,850
นครศรีธรรมราช	22	26,540	2,117	132.00	21,850	27,050	29,990
นครศรีธรรมราช	23	26,630	2,208	147.60	21,780	27,240	30,170
นครศรีธรรมราช	24	26,440	2,063	126.00	21,860	26,920	29,870
นครศรีธรรมราช	25	36,670	7,441	727.30	23,770	41,340	43,790
นครศรีธรรมราช	26	24,460	1,731	43.39	21,070	24,340	28,220
นครศรีธรรมราช	27	14,120	6,409	620.90	7,749	10,230	25,490

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
นครศรีธรรมราช	28	14,150	6,329	612.20	7,843	10,280	25,330
นครศรีธรรมราช	29	23,910	1,642	21.68	20,510	23,850	27,440
นครศรีธรรมราช	30	26,010	1,971	102.90	21,470	26,390	29,350
นครศรีธรรมราช	31	27,260	2,331	165.80	22,230	27,990	30,710
นครศรีธรรมราช	32	24,460	1,705	22.08	20,870	24,430	27,950
นครศรีธรรมราช	33	21,940	2,441	179.50	18,370	21,130	27,220
นครศรีธรรมราช	34	22,210	2,252	149.70	18,710	21,580	27,170
นครศรีธรรมราช	35	23,400	1,732	58.40	20,020	23,250	27,170
นครศรีธรรมราช	36	26,390	2,047	120.40	21,740	26,820	29,830
นครศรีธรรมราช	37	33,820	5,685	545.30	23,660	37,170	39,650
นครศรีธรรมราช	38	22,020	2,555	194.70	18,230	21,120	27,510
นครศรีธรรมราช	39	11,920	7,823	766.70	4,463	6,934	25,310
นครศรีธรรมราช	40	11,850	7,748	759.30	4,485	6,914	25,160
นครศรีธรรมราช	41	12,040	7,981	783.30	4,521	6,941	25,740
นครศรีธรรมราช	42	19,920	3,404	298.30	15,690	18,310	26,740
นครศรีธรรมราช	43	23,870	1,748	56.43	20,630	23,690	27,730
นครศรีธรรมราช	44	23,880	1,736	56.71	20,570	23,710	27,740
นครศรีธรรมราช	45	23,890	1,779	58.74	20,510	23,700	28,050
นครศรีธรรมราช	46	31,580	4,848	457.50	22,570	34,310	36,870
นครศรีธรรมราช	47	31,490	4,956	468.70	22,390	34,310	36,860
นครศรีธรรมราช	48	47,120	14,680	1,464.00	23,280	57,180	59,650
นครศรีธรรมราช	49	31,990	4,498	419.60	23,510	34,470	36,960
นครศรีธรรมราช	50	24,000	1,805	71.67	20,730	23,760	28,030
นครศรีธรรมราช	51	16,260	5,126	485.60	10,790	13,340	25,590
นครศรีธรรมราช	52	17,940	4,028	368.90	13,280	15,820	25,740
นครศรีธรรมราช	53	20,560	2,807	226.80	16,760	19,450	26,400
นครศรีธรรมราช	54	23,210	1,847	83.14	19,850	22,940	27,400

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
นครศรีธรรมราช	55	24,060	1,688	45.31	20,820	23,920	28,000
นครศรีธรรมราช	56	27,680	2,584	197.20	22,180	28,610	31,420
นครศรีธรรมราช	57	27,310	2,342	169.30	22,310	28,050	30,830
นครศรีธรรมราช	58	23,600	1,776	60.60	20,230	23,430	27,600
นครศรีธรรมราช	59	21,240	2,589	197.60	17,580	20,310	26,800
นครศรีธรรมราช	60	33,040	5,746	550.40	22,710	36,450	38,990
นครศรีธรรมราช	61	33,330	5,329	508.60	23,620	36,420	38,940
นครศรีธรรมราช	62	27,240	2,171	141.60	22,440	27,790	30,720
นครศรีธรรมราช	63	16,770	4,813	452.40	11,580	14,060	25,720
นครศรีธรรมราช	64	14,120	6,320	612.30	7,874	10,270	25,300
นครศรีธรรมราช	65	21,520	2,375	170.50	17,940	20,760	26,630
นครศรีธรรมราช	66	27,470	2,539	194.20	22,040	28,380	31,140
นครศรีธรรมราช	67	24,710	6,415	80.33	10,920	24,670	38,370
นครศรีธรรมราช	68	24,630	6,314	82.46	11,110	24,680	38,130
นครศรีธรรมราช	69	24,840	6,352	86.29	11,590	24,760	38,450
นครศรีธรรมราช	70	24,450	6,476	87.02	10,590	24,470	38,170
นครศรีธรรมราช	71	24,310	6,453	84.52	10,640	24,320	37,860
นครศรีธรรมราช	72	24,460	6,358	82.40	11,090	24,460	38,410
นราธิวาส	1	28,320	4,787	450.20	19,490	31,000	33,570
นราธิวาส	2	40,820	12,920	1,285.00	19,730	49,530	52,100
นราธิวาส	3	13,170	4,510	421.20	8,240	10,700	21,570
นราธิวาส	4	13,640	4,145	380.10	8,912	11,450	21,480
นราธิวาส	5	15,190	3,530	312.10	10,900	13,500	22,190
นราธิวาส	6	12,200	5,586	536.00	6,479	8,886	22,230
นราธิวาส	7	22,410	2,067	121.00	17,770	22,880	25,830
นราธิวาส	8	26,970	4,438	412.90	18,700	29,400	31,920
นราธิวาส	9	25,890	3,843	347.80	18,360	27,860	30,460

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
นราธิวาส	10	10,400	6,684	649.80	3,837	6,280	22,110
นราธิวาส	11	12,460	5,294	503.60	6,823	9,397	22,190
นราธิวาส	12	11,610	5,925	571.60	5,650	8,044	22,170
นราธิวาส	13	25,320	3,061	258.30	18,950	26,660	29,280
นราธิวาส	14	21,260	1,666	25.79	17,610	21,320	24,740
นราธิวาส	15	17,700	2,126	131.80	14,310	17,180	22,500
นราธิวาส	16	14,470	3,670	328.30	10,020	12,650	21,660
นราธิวาส	17	15,420	3,424	298.60	11,120	13,820	22,290
นราธิวาส	18	17,920	2,307	161.40	14,340	17,220	22,980
นราธิวาส	19	21,160	1,688	37.57	17,450	21,270	24,400
นราธิวาส	20	21,170	1,688	36.02	17,550	21,260	24,580
นราธิวาส	21	22,730	2,139	135.70	17,990	23,250	26,180
นราธิวาส	22	21,090	1,712	44.01	17,400	21,220	24,450
นราธิวาส	23	21,010	1,746	55.11	17,050	21,180	24,380
นราธิวาส	24	21,090	1,705	44.21	17,260	21,210	24,430
นราธิวาส	25	24,580	2,633	207.30	19,000	25,570	28,370
นราธิวาส	26	22,770	2,035	118.00	18,130	23,250	26,020
นราธิวาส	27	19,890	1,666	21.88	16,240	19,930	23,280
นราธิวาส	28	17,330	2,175	143.40	13,840	16,750	22,040
นราธิวาส	29	18,360	1,979	109.60	15,020	17,950	22,850
นราธิวาส	30	20,140	1,694	27.13	16,690	20,070	23,860
นราธิวาส	31	22,670	2,133	132.90	17,990	23,190	26,230
นราธิวาส	32	22,260	2,018	106.60	17,740	22,650	25,730
นราธิวาส	33	21,040	1,690	29.53	17,400	21,110	24,420
นราธิวาส	34	20,130	1,682	26.01	16,710	20,070	23,840
นราธิวาส	35	19,630	1,713	39.32	16,200	19,520	23,390
นราธิวาส	36	19,310	1,787	74.42	16,020	19,070	23,250

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
นราธิวาส	37	24,140	2,435	179.30	18,880	24,940	27,760
นราธิวาส	38	23,990	2,552	195.60	18,590	24,910	27,550
นราธิวาส	39	18,530	1,834	82.38	15,270	18,260	22,630
นราธิวาส	40	19,420	6,341	72.28	5,860	19,480	32,900
นราธิวาส	41	20,290	1,673	23.75	16,670	20,340	23,680
นราธิวาส	42	20,410	1,653	16.45	16,920	20,420	23,960
นราธิวาส	43	22,170	1,948	104.00	17,760	22,550	25,450
นราธิวาส	44	23,870	2,658	211.60	18,330	24,870	27,560
นราธิวาส	45	27,270	4,580	427.50	18,690	29,790	32,330
นราธิวาส	46	28,890	5,737	550.20	18,560	32,320	34,730
นราธิวาส	47	15,310	3,610	320.50	10,990	13,540	22,470
นราธิวาส	48	20,470	1,677	17.75	17,000	20,430	24,110
นราธิวาส	49	27,450	4,262	393.70	19,340	29,750	32,270
นราธิวาส	50	29,180	5,531	529.30	19,190	32,440	35,030
นราธิวาส	51	22,650	2,516	193.40	17,300	23,540	26,260
นราธิวาส	52	10,630	5,971	574.50	4,588	7,057	21,270
นราธิวาส	53	14,840	3,736	337.00	10,400	12,990	22,140
นราธิวาส	54	18,680	1,979	113.40	15,340	18,270	23,050
นราธิวาส	55	22,470	2,026	120.90	17,870	22,930	25,830
นราธิวาส	56	25,510	3,558	317.00	18,410	27,250	29,820
นราธิวาส	57	27,180	4,562	426.30	18,720	29,720	32,260
นราธิวาส	58	23,760	2,717	215.90	18,110	24,790	27,520
นราธิวาส	59	16,100	3,174	268.70	12,000	14,690	22,450
นราธิวาส	60	12,780	5,180	493.90	7,276	9,790	22,270
นราธิวาส	61	24,210	2,511	184.40	18,890	25,060	27,880
นราธิวาส	62	24,150	2,636	206.00	18,560	25,130	27,930
นราธิวาส	63	15,480	3,190	272.30	11,360	14,070	21,940

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
นราธิวาส	64	10,540	6,052	583.00	4,434	6,895	21,320
นราธิวาส	65	12,810	4,944	467.30	7,543	10,010	21,890
นราธิวาส	66	23,630	2,619	203.10	18,080	24,590	27,380
นราธิวาส	67	20,720	6,419	95.32	7,066	20,660	34,560
นราธิวาส	68	20,650	6,468	76.16	6,895	20,610	34,730
นราธิวาส	69	20,650	6,433	83.04	7,141	20,630	34,710
นราธิวาส	70	20,400	6,403	78.06	6,907	20,430	34,160
นราธิวาส	71	20,250	6,338	79.29	6,692	20,240	33,940
นราธิวาส	72	20,380	6,348	82.86	7,054	20,420	34,070
ปัตตานี	1	7,353	1,792	68.85	3,369	7,562	10,760
ปัตตานี	2	7,351	1,916	98.97	3,000	7,711	10,660
ปัตตานี	3	2,478	2,168	141.50	-1,040	1,911	7,233
ปัตตานี	4	2,616	2,093	126.00	-753	2,134	7,395
ปัตตานี	5	4,504	1,692	33.75	1,035	4,426	8,130
ปัตตานี	6	4,863	1,681	37.89	1,497	4,760	8,614
ปัตตานี	7	6,900	1,876	88.00	2,622	7,202	10,220
ปัตตานี	8	5,794	1,680	25.71	2,193	5,843	9,262
ปัตตานี	9	4,714	1,737	58.49	1,397	4,532	8,579
ปัตตานี	10	5,067	1,668	26.46	1,706	5,023	8,718
ปัตตานี	11	3,709	1,932	99.27	330	3,364	8,016
ปัตตานี	12	3,084	2,205	146.50	-404	2,477	8,014
ปัตตานี	13	6,748	1,678	29.46	3,143	6,820	10,170
ปัตตานี	14	5,327	1,707	39.11	1,917	5,220	9,065
ปัตตานี	15	4,049	1,718	39.69	672	3,961	7,805
ปัตตานี	16	3,603	1,782	59.17	253	3,423	7,490
ปัตตานี	17	4,605	1,679	31.27	1,170	4,534	8,187
ปัตตานี	18	5,166	1,679	24.09	1,748	5,137	8,768

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ปัตตานี	19	5,217	1,692	27.43	1,708	5,162	8,841
ปัตตานี	20	5,651	1,728	17.54	1,933	5,681	9,236
ปัตตานี	21	5,681	1,697	17.43	2,036	5,691	9,263
ปัตตานี	22	5,572	1,664	22.76	1,960	5,628	9,046
ปัตตานี	23	5,924	1,737	50.94	2,007	6,086	9,223
ปัตตานี	24	5,993	1,719	44.57	2,121	6,114	9,449
ปัตตานี	25	6,804	1,695	35.38	2,992	6,899	10,170
ปัตตานี	26	5,827	1,677	17.41	2,303	5,816	9,382
ปัตตานี	27	4,755	1,669	18.21	1,248	4,775	8,188
ปัตตานี	28	4,060	1,690	31.74	736	3,973	7,711
ปัตตานี	29	4,690	1,695	23.60	1,318	4,620	8,509
ปัตตานี	30	5,202	1,680	18.87	1,632	5,169	8,812
ปัตตานี	31	5,814	1,714	26.23	2,033	5,889	9,241
ปัตตานี	32	5,705	1,648	19.96	2,183	5,725	9,127
ปัตตานี	33	5,799	1,674	22.62	2,224	5,834	9,237
ปัตตานี	34	5,305	1,636	16.27	1,781	5,303	8,682
ปัตตานี	35	5,161	1,675	18.16	1,664	5,132	8,893
ปัตตานี	36	5,085	1,644	24.45	1,636	5,053	8,512
ปัตตานี	37	6,579	1,681	24.68	3,006	6,619	10,160
ปัตตานี	38	6,439	1,715	37.12	2,690	6,547	9,749
ปัตตานี	39	4,668	1,644	14.51	1,122	4,685	8,172
ปัตตานี	40	4,530	6,399	95.62	-9,213	4,513	18,040
ปัตตานี	41	5,273	1,685	23.06	1,735	5,304	8,847
ปัตตานี	42	5,385	1,664	18.70	1,844	5,389	8,830
ปัตตานี	43	5,864	1,655	25.91	2,327	5,929	9,221
ปัตตานี	44	6,347	1,754	49.90	2,504	6,493	9,763
ปัตตานี	45	7,248	1,918	104.60	2,992	7,613	10,650

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ปัตตานี	46	7,643	2,209	141.50	2,830	8,228	11,130
ปัตตานี	47	3,948	1,824	76.81	426	3,726	7,958
ปัตตานี	48	5,354	1,645	19.16	1,861	5,369	8,707
ปัตตานี	49	7,644	1,870	85.44	3,474	7,932	10,960
ปัตตานี	50	7,928	2,113	131.90	3,227	8,459	11,410
ปัตตานี	51	5,303	1,732	44.98	1,440	5,433	8,617
ปัตตานี	52	2,295	2,179	139.60	-1,128	1,732	7,132
ปัตตานี	53	3,717	1,881	87.93	306	3,436	7,838
ปัตตานี	54	4,630	1,732	51.22	1,281	4,471	8,549
ปัตตานี	55	5,729	1,710	23.25	1,910	5,791	9,182
ปัตตานี	56	6,068	1,672	35.52	2,309	6,162	9,329
ปัตตานี	57	7,157	1,973	105.40	2,744	7,547	10,490
ปัตตานี	58	6,668	1,876	84.20	2,459	6,955	10,060
ปัตตานี	59	4,660	1,706	36.15	1,331	4,547	8,396
ปัตตานี	60	3,934	1,895	93.59	659	3,606	8,194
ปัตตานี	61	6,569	1,651	19.94	3,117	6,591	10,080
ปัตตานี	62	6,303	1,710	26.50	2,696	6,383	9,731
ปัตตานี	63	3,762	1,787	61.32	420	3,583	7,752
ปัตตานี	64	2,513	2,088	128.50	-913	2,019	7,096
ปัตตานี	65	3,916	1,790	68.74	609	3,678	7,928
ปัตตานี	66	5,957	1,704	41.57	2,265	6,078	9,384
ปัตตานี	67	5,682	6,410	85.63	-7,883	5,621	19,320
ปัตตานี	68	5,585	6,373	100.00	-8,131	5,591	18,940
ปัตตานี	69	5,688	6,465	85.43	-8,075	5,657	19,550
ปัตตานี	70	5,435	6,501	105.40	-8,367	5,362	19,450
ปัตตานี	71	5,126	6,459	79.59	-8,844	5,175	19,180
ปัตตานี	72	5,430	6,449	93.89	-8,345	5,417	19,230

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
พังงา	1	18,210	3,611	322.70	11,120	19,980	22,550
พังงา	2	17,350	3,354	292.20	10,660	18,920	21,460
พังงา	3	6,472	3,681	330.10	2,060	4,668	13,660
พังงา	4	7,383	3,042	256.80	3,422	6,086	13,570
พังงา	5	9,710	2,137	139.40	6,350	9,147	14,390
พังงา	6	16,740	3,316	287.80	10,120	18,270	20,850
พังงา	7	12,220	1,728	24.55	8,597	12,160	16,010
พังงา	8	11,070	1,876	90.52	7,734	10,770	15,240
พังงา	9	15,060	2,389	170.40	9,843	15,820	18,650
พังงา	10	10,330	2,090	128.20	6,891	9,827	15,060
พังงา	11	16,090	3,080	261.80	9,836	17,440	20,120
พังงา	12	17,110	3,565	315.40	10,140	18,870	21,410
พังงา	13	15,540	2,228	152.50	10,600	16,200	18,950
พังงา	14	12,370	1,690	37.03	9,078	12,260	16,220
พังงา	15	9,246	2,250	148.70	5,744	8,607	14,130
พังงา	16	9,403	2,071	127.60	5,925	8,918	13,910
พังงา	17	12,910	1,823	69.56	8,765	13,130	16,320
พังงา	18	13,490	1,842	82.68	9,362	13,770	16,800
พังงา	19	13,940	1,924	95.35	9,710	14,250	17,350
พังงา	20	13,090	1,733	45.29	9,209	13,220	16,480
พังงา	21	12,590	1,688	19.21	8,843	12,630	16,090
พังงา	22	13,620	1,896	91.41	9,475	13,930	16,950
พังงา	23	13,220	1,835	79.41	9,058	13,470	16,590
พังงา	24	12,580	1,676	25.43	8,953	12,630	15,950
พังงา	25	13,650	1,688	33.12	9,986	13,750	17,110
พังงา	26	11,480	1,883	87.68	8,179	11,190	15,730
พังงา	27	8,890	2,370	169.10	5,272	8,140	13,970

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
พังงา	28	8,777	2,367	170.60	5,192	8,030	13,860
พังงา	29	12,100	1,682	25.49	8,457	12,160	15,580
พังงา	30	12,910	1,686	44.72	9,195	13,060	16,210
พังงา	31	11,840	1,724	43.18	8,454	11,710	15,730
พังงา	32	11,320	1,817	74.29	7,942	11,090	15,340
พังงา	33	12,650	1,670	21.27	9,049	12,690	16,020
พังงา	34	12,730	1,723	34.14	8,893	12,820	16,330
พังงา	35	12,740	1,726	46.77	8,872	12,870	16,070
พังงา	36	12,660	1,656	31.29	9,076	12,750	15,940
พังงา	37	16,170	2,521	190.60	10,840	17,060	19,830
พังงา	38	10,190	2,389	171.20	6,601	9,412	15,400
พังงา	39	6,813	3,462	305.00	2,639	5,171	13,820
พังงา	40	7,750	2,896	236.20	3,752	6,577	13,850
พังงา	41	11,810	1,637	14.64	8,436	11,800	15,310
พังงา	42	11,930	1,713	27.79	8,332	11,890	15,610
พังงา	43	12,970	1,723	37.69	9,196	13,080	16,520
พังงา	44	11,980	1,672	32.97	8,446	11,920	15,580
พังงา	45	11,990	1,700	29.45	8,402	11,910	15,790
พังงา	46	13,890	1,987	108.10	9,595	14,290	17,250
พังงา	47	13,830	2,022	114.50	9,330	14,260	17,170
พังงา	48	17,810	3,925	357.70	10,330	19,820	22,340
พังงา	49	15,840	2,388	171.10	10,580	16,580	19,390
พังงา	50	8,321	3,338	288.90	4,138	6,781	15,020
พังงา	51	6,215	3,802	343.60	1,748	4,299	13,720
พังงา	52	6,908	3,332	289.90	2,715	5,368	13,590
พังงา	53	9,423	2,308	160.10	5,935	8,732	14,460
พังงา	54	11,240	1,789	67.99	7,914	11,000	15,330

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
พังงา	55	12,030	1,691	34.67	8,772	11,940	15,760
พังงา	56	12,760	1,676	29.22	8,943	12,840	16,240
พังงา	57	13,980	1,935	99.88	9,619	14,350	17,290
พังงา	58	15,690	2,760	220.30	9,951	16,770	19,510
พังงา	59	15,720	2,849	233.60	9,833	16,900	19,560
พังงา	60	14,650	2,262	157.20	9,686	15,310	18,220
พังงา	61	15,890	2,411	173.00	10,720	16,650	19,510
พังงา	62	12,680	1,651	16.91	9,292	12,650	16,210
พังงา	63	7,099	3,303	284.70	2,943	5,578	13,750
พังงา	64	5,162	4,325	400.20	321	2,840	13,370
พังงา	65	11,020	1,727	56.31	7,809	10,840	14,820
พังงา	66	13,720	1,927	98.27	9,339	14,070	17,110
พังงา	67	12,570	6,481	93.45	-1,179	12,500	26,540
พังงา	68	12,610	6,435	102.50	-934	12,550	26,280
พังงา	69	12,560	6,489	110.70	-1,290	12,470	26,390
พังงา	70	12,520	6,448	103.40	-1,471	12,400	26,400
พังงา	71	12,190	6,436	99.97	-1,517	12,110	25,960
พังงา	72	12,320	6,439	99.37	-1,407	12,290	26,170
พัทลุง	1	13,980	2,060	122.50	9,381	14,450	17,410
พัทลุง	2	13,260	1,937	98.31	8,933	13,620	16,640
พัทลุง	3	5,535	3,598	320.20	1,125	3,770	12,620
พัทลุง	4	5,631	3,473	304.60	1,333	3,969	12,550
พัทลุง	5	12,180	1,880	90.65	7,978	12,470	15,510
พัทลุง	6	14,510	2,710	214.10	8,786	15,520	18,280
พัทลุง	7	15,190	2,961	247.60	9,092	16,470	19,090
พัทลุง	8	12,880	1,933	99.69	8,618	13,240	16,230
พัทลุง	9	14,290	2,461	183.20	8,965	15,100	17,920

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
พัทลุง	10	8,912	2,196	145.40	5,417	8,314	13,750
พัทลุง	11	8,628	2,227	154.90	5,241	7,983	13,430
พัทลุง	12	5,933	3,782	342.70	1,372	4,027	13,230
พัทลุง	13	15,410	2,685	211.20	9,754	16,420	19,220
พัทลุง	14	12,810	1,800	73.35	8,735	13,050	16,090
พัทลุง	15	9,183	1,852	82.55	5,905	8,908	13,370
พัทลุง	16	8,212	2,198	140.40	4,770	7,648	13,170
พัทลุง	17	8,927	2,066	121.80	5,409	8,471	13,560
พัทลุง	18	11,800	1,705	40.77	8,015	11,920	15,220
พัทลุง	19	12,310	1,805	64.42	8,266	12,520	15,580
พัทลุง	20	12,310	1,755	62.69	8,297	12,510	15,550
พัทลุง	21	12,350	1,758	63.71	8,532	12,520	15,750
พัทลุง	22	11,790	1,739	43.03	7,927	11,910	15,340
พัทลุง	23	9,372	1,992	108.60	6,082	8,989	13,880
พัทลุง	24	15,100	3,026	252.80	8,902	16,400	19,110
พัทลุง	25	13,920	2,055	122.00	9,244	14,380	17,310
พัทลุง	26	12,300	1,721	40.16	8,583	12,400	15,820
พัทลุง	27	10,040	1,694	33.18	6,699	9,921	13,820
พัทลุง	28	8,572	2,004	111.90	5,147	8,173	13,180
พัทลุง	29	9,801	1,799	70.67	6,440	9,559	13,850
พัทลุง	30	11,210	1,661	17.80	7,729	11,210	14,880
พัทลุง	31	12,460	1,786	72.94	8,507	12,680	15,760
พัทลุง	32	12,830	1,951	96.60	8,492	13,170	16,260
พัทลุง	33	12,340	1,763	61.98	8,423	12,520	15,760
พัทลุง	34	12,180	1,767	59.26	8,436	12,350	15,570
พัทลุง	35	11,220	1,640	19.26	7,683	11,260	14,610
พัทลุง	36	11,200	1,653	15.54	7,690	11,200	14,650

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
พัทลุง	37	13,380	1,882	86.29	9,039	13,690	16,710
พัทลุง	38	13,300	1,941	99.84	8,883	13,650	16,660
พัทลุง	39	10,060	1,688	30.19	6,622	9,965	13,870
พัทลุง	40	10,190	6,411	86.93	-3,537	10,210	24,060
พัทลุง	41	11,080	1,687	24.38	7,361	11,160	14,470
พัทลุง	42	11,250	1,668	15.93	7,789	11,240	14,760
พัทลุง	43	12,230	1,722	55.36	8,487	12,400	15,480
พัทลุง	44	13,160	2,042	117.40	8,621	13,620	16,630
พัทลุง	45	15,040	2,867	232.90	9,092	16,200	18,920
พัทลุง	46	15,870	3,427	304.20	9,021	17,520	20,050
พัทลุง	47	8,386	2,411	173.40	4,743	7,620	13,610
พัทลุง	48	11,230	1,655	17.53	7,774	11,230	14,740
พัทลุง	49	14,140	2,112	129.40	9,420	14,630	17,580
พัทลุง	50	13,630	2,070	124.20	9,068	14,130	16,920
พัทลุง	51	11,480	1,750	63.76	7,684	11,670	14,800
พัทลุง	52	5,167	3,726	334.40	724	3,298	12,360
พัทลุง	53	7,429	2,752	217.20	3,572	6,384	13,170
พัทลุง	54	9,335	2,069	122.90	5,870	8,882	13,870
พัทลุง	55	11,260	1,629	18.40	7,890	11,250	14,730
พัทลุง	56	13,190	2,045	119.70	8,685	13,640	16,610
พัทลุง	57	12,580	1,848	77.96	8,505	12,840	15,990
พัทลุง	58	10,290	1,776	58.79	7,016	10,100	14,280
พัทลุง	59	8,344	2,402	174.30	4,768	7,567	13,570
พัทลุง	60	9,221	2,099	132.40	5,920	8,679	13,910
พัทลุง	61	13,310	1,834	76.27	9,272	13,560	16,740
พัทลุง	62	11,510	1,679	20.16	8,031	11,470	15,040
พัทลุง	63	8,919	1,951	103.90	5,600	8,548	13,370

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
พัทลุง	64	5,374	3,613	320.40	1,008	3,594	12,470
พัทลุง	65	6,101	3,452	303.40	1,833	4,485	12,910
พัทลุง	66	11,110	1,663	18.24	7,578	11,090	14,640
พัทลุง	67	11,310	6,464	85.52	-2,896	11,370	24,840
พัทลุง	68	11,210	6,481	95.40	-2,584	11,320	25,080
พัทลุง	69	11,270	6,377	87.20	-2,385	11,360	24,740
พัทลุง	70	11,100	6,400	80.34	-2,766	11,150	24,640
พัทลุง	71	10,830	6,428	85.88	-3,050	10,910	24,630
พัทลุง	72	11,140	6,353	92.62	-2,448	11,180	24,890
ภูเก็ต	1	4,800	1,986	111.10	322	5,211	8,022
ภูเก็ต	2	5,141	2,300	159.00	171	5,823	8,673
ภูเก็ต	3	1,171	1,665	25.00	-2,176	1,116	4,793
ภูเก็ต	4	1,193	1,686	17.94	-2,456	1,190	4,810
ภูเก็ต	5	1,239	1,722	37.89	-2,143	1,121	5,043
ภูเก็ต	6	1,678	1,694	35.56	-1,582	1,574	5,452
ภูเก็ต	7	1,571	1,757	54.89	-1,860	1,411	5,555
ภูเก็ต	8	2,026	1,708	23.06	-1,461	1,979	5,727
ภูเก็ต	9	2,829	1,715	32.44	-961	2,930	6,347
ภูเก็ต	10	1,059	1,802	71.53	-2,318	829	5,173
ภูเก็ต	11	1,360	1,697	42.19	-2,008	1,246	4,998
ภูเก็ต	12	2,871	1,743	51.21	-975	3,018	6,175
ภูเก็ต	13	3,491	1,703	31.65	-197	3,558	7,017
ภูเก็ต	14	2,407	1,717	24.04	-1,081	2,344	6,158
ภูเก็ต	15	1,198	1,658	19.78	-2,268	1,156	4,806
ภูเก็ต	16	1,404	1,669	16.06	-2,146	1,442	4,889
ภูเก็ต	17	1,988	1,648	21.50	-1,552	2,040	5,371
ภูเก็ต	18	2,342	1,648	19.78	-1,137	2,380	5,798

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ภูเก็ต	19	2,414	1,698	17.36	-1,044	2,412	6,065
ภูเก็ต	20	2,294	1,645	15.67	-1,225	2,305	5,747
ภูเก็ต	21	2,279	1,673	15.91	-1,281	2,278	5,659
ภูเก็ต	22	2,296	1,633	16.72	-1,183	2,308	5,717
ภูเก็ต	23	2,266	1,654	21.95	-1,376	2,311	5,630
ภูเก็ต	24	2,245	1,669	18.64	-1,178	2,242	5,773
ภูเก็ต	25	3,228	1,664	19.44	-259	3,232	6,797
ภูเก็ต	26	2,406	1,651	28.16	-902	2,330	6,088
ภูเก็ต	27	1,219	1,704	17.08	-2,396	1,201	4,848
ภูเก็ต	28	1,246	1,691	16.15	-2,369	1,260	4,698
ภูเก็ต	29	1,861	1,656	16.83	-1,658	1,886	5,384
ภูเก็ต	30	2,286	1,682	17.57	-1,278	2,317	5,787
ภูเก็ต	31	2,267	1,654	18.97	-1,027	2,218	5,697
ภูเก็ต	32	2,250	1,669	16.77	-1,220	2,241	5,773
ภูเก็ต	33	2,279	1,724	17.68	-1,320	2,266	5,899
ภูเก็ต	34	2,254	1,650	19.40	-1,421	2,277	5,822
ภูเก็ต	35	2,244	1,658	25.72	-1,204	2,285	5,735
ภูเก็ต	36	2,318	1,648	18.46	-1,297	2,359	5,717
ภูเก็ต	37	2,917	1,677	19.10	-501	2,891	6,469
ภูเก็ต	38	1,550	1,824	75.86	-1,831	1,295	5,681
ภูเก็ต	39	922	1,685	31.26	-2,450	846	4,631
ภูเก็ต	40	1,509	1,683	21.34	-2,009	1,529	5,062
ภูเก็ต	41	1,689	1,676	15.53	-1,846	1,675	5,185
ภูเก็ต	42	1,896	1,699	24.79	-1,492	1,813	5,733
ภูเก็ต	43	2,112	1,713	20.67	-1,480	2,078	5,802
ภูเก็ต	44	2,205	1,702	20.95	-1,363	2,167	5,866
ภูเก็ต	45	2,024	1,689	25.56	-1,527	1,967	5,656

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ภูเก็ต	46	2,072	1,671	16.07	-1,397	2,055	5,615
ภูเก็ต	47	2,452	1,700	39.75	-1,260	2,557	5,842
ภูเก็ต	48	2,904	1,744	53.91	-1,066	3,084	6,379
ภูเก็ต	49	2,802	1,671	23.32	-616	2,747	6,383
ภูเก็ต	50	1,676	1,791	67.23	-1,718	1,474	5,696
ภูเก็ต	51	787	1,702	46.45	-2,447	648	4,597
ภูเก็ต	52	806	1,714	32.98	-2,563	722	4,567
ภูเก็ต	53	1,273	1,707	35.66	-2,184	1,153	5,016
ภูเก็ต	54	1,810	1,712	26.57	-1,644	1,735	5,537
ภูเก็ต	55	2,018	1,694	27.05	-1,554	1,951	5,605
ภูเก็ต	56	2,128	1,688	19.57	-1,301	2,097	5,698
ภูเก็ต	57	2,318	1,691	16.16	-1,193	2,299	5,955
ภูเก็ต	58	2,342	1,648	20.14	-1,210	2,366	5,830
ภูเก็ต	59	2,297	1,699	29.07	-1,328	2,366	5,794
ภูเก็ต	60	2,446	1,651	25.09	-1,079	2,484	5,925
ภูเก็ต	61	2,522	1,706	38.60	-830	2,420	6,172
ภูเก็ต	62	1,995	1,704	47.05	-1,234	1,834	5,941
ภูเก็ต	63	843	1,687	39.09	-2,527	730	4,548
ภูเก็ต	64	498	1,746	49.36	-2,825	342	4,417
ภูเก็ต	65	1,914	1,695	18.77	-1,646	1,932	5,344
ภูเก็ต	66	2,083	1,684	15.42	-1,464	2,062	5,686
ภูเก็ต	67	2,483	6,422	80.95	-11,300	2,399	16,130
ภูเก็ต	68	2,402	6,408	92.05	-10,980	2,330	16,330
ภูเก็ต	69	2,436	6,329	80.01	-10,930	2,367	16,150
ภูเก็ต	70	2,352	6,361	76.34	-10,890	2,219	16,010
ภูเก็ต	71	2,087	6,383	86.50	-11,250	1,984	15,850
ภูเก็ต	72	2,288	6,356	86.58	-11,110	2,218	15,820

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ยะลา	1	31,490	7,104	693.50	19,130	35,920	38,370
ยะลา	2	32,260	7,823	766.90	18,840	37,220	39,710
ยะลา	3	11,270	5,307	505.50	5,656	8,187	20,960
ยะลา	4	11,500	5,092	482.20	6,075	8,596	20,840
ยะลา	5	17,150	2,206	148.00	13,680	16,530	22,020
ยะลา	6	22,000	2,162	140.00	17,190	22,580	25,420
ยะลา	7	23,100	2,566	196.50	17,570	24,010	26,740
ยะลา	8	22,400	2,282	159.00	17,340	23,090	25,890
ยะลา	9	19,000	1,800	70.04	15,700	18,770	22,970
ยะลา	10	10,770	6,081	587.20	4,598	7,105	21,570
ยะลา	11	12,750	4,754	446.70	7,596	10,080	21,510
ยะลา	12	10,380	6,322	611.80	4,112	6,553	21,590
ยะลา	13	24,700	3,036	253.60	18,470	26,000	28,700
ยะลา	14	21,620	1,872	81.46	17,290	21,900	25,080
ยะลา	15	15,290	2,997	249.40	11,310	14,040	21,510
ยะลา	16	12,280	4,607	430.20	7,157	9,731	20,980
ยะลา	17	12,460	4,831	453.60	7,221	9,763	21,420
ยะลา	18	17,010	2,474	185.30	13,420	16,160	22,350
ยะลา	19	20,730	1,732	48.22	16,860	20,880	24,150
ยะลา	20	20,740	1,729	50.55	16,820	20,900	24,110
ยะลา	21	20,750	1,736	48.78	16,880	20,880	24,220
ยะลา	22	19,210	1,710	42.94	15,860	19,090	22,980
ยะลา	23	18,430	1,846	80.37	15,140	18,150	22,590
ยะลา	24	24,370	3,363	292.20	17,660	25,940	28,600
ยะลา	25	23,250	2,320	162.20	18,180	23,960	26,770
ยะลา	26	20,800	1,684	31.81	16,990	20,900	24,150
ยะลา	27	18,460	1,735	45.73	15,010	18,320	22,300

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ยะลา	28	15,690	2,692	212.40	11,900	14,680	21,320
ยะลา	29	17,390	2,122	133.00	13,980	16,850	22,140
ยะลา	30	19,860	1,645	15.22	16,440	19,860	23,330
ยะลา	31	21,480	1,928	94.77	17,090	21,810	24,820
ยะลา	32	21,090	1,787	70.88	17,060	21,310	24,390
ยะลา	33	20,290	1,666	26.56	16,670	20,360	23,660
ยะลา	34	19,460	1,711	28.95	16,050	19,380	23,170
ยะลา	35	19,000	1,699	41.38	15,650	18,870	22,730
ยะลา	36	18,320	1,954	100.40	14,950	17,950	22,830
ยะลา	37	23,800	2,563	196.10	18,330	24,710	27,470
ยะลา	38	23,660	2,690	213.10	18,090	24,710	27,400
ยะลา	39	18,220	1,755	59.46	14,920	18,040	22,080
ยะลา	40	18,830	6,407	106.50	5,050	18,880	32,480
ยะลา	41	19,980	1,702	39.25	16,140	20,110	23,250
ยะลา	42	20,130	1,673	22.42	16,580	20,190	23,600
ยะลา	43	21,870	2,063	119.70	17,220	22,350	25,310
ยะลา	44	23,530	2,822	230.10	17,650	24,670	27,370
ยะลา	45	26,910	4,758	445.60	18,120	29,580	32,090
ยะลา	46	28,530	5,841	561.10	18,040	32,010	34,490
ยะลา	47	14,990	3,404	297.40	10,790	13,380	21,780
ยะลา	48	20,120	1,675	24.10	16,530	20,170	23,650
ยะลา	49	26,930	4,299	397.10	18,700	29,240	31,790
ยะลา	50	28,440	5,482	523.70	18,490	31,660	34,140
ยะลา	51	21,380	2,241	150.20	16,430	22,000	24,860
ยะลา	52	9,713	6,205	598.30	3,444	5,983	20,700
ยะลา	53	14,340	3,681	329.80	9,949	12,520	21,590
ยะลา	54	18,000	2,061	122.90	14,620	17,540	22,650

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ยะลา	55	21,670	1,955	108.80	17,280	22,070	25,010
ยะลา	56	23,000	2,594	197.30	17,460	23,930	26,700
ยะลา	57	26,190	4,290	397.00	18,060	28,490	31,050
ยะลา	58	25,280	3,877	352.00	17,690	27,250	29,780
ยะลา	59	17,090	2,350	165.20	13,580	16,370	22,210
ยะลา	60	14,150	3,999	365.70	9,427	12,090	21,840
ยะลา	61	24,450	2,872	235.50	18,490	25,640	28,260
ยะลา	62	24,070	2,943	242.60	17,930	25,290	28,080
ยะลา	63	17,280	2,030	119.30	13,860	16,840	21,810
ยะลา	64	10,540	5,676	544.80	4,670	7,185	20,780
ยะลา	65	15,780	2,849	234.00	11,920	14,580	21,750
ยะลา	66	22,390	2,339	168.50	17,260	23,120	25,920
ยะลา	67	19,940	6,448	96.83	6,071	20,010	33,590
ยะลา	68	19,870	6,374	97.28	5,910	19,980	33,340
ยะลา	69	19,850	6,381	98.87	6,276	19,940	33,650
ยะลา	70	19,770	6,488	91.43	5,878	19,750	33,780
ยะลา	71	19,620	6,431	88.75	5,557	19,620	33,060
ยะลา	72	19,740	6,363	93.12	6,329	19,780	33,210
ระนอง	1	5,040	2,056	125.50	441	5,540	8,359
ระนอง	2	4,756	2,152	137.40	105	5,287	8,244
ระนอง	3	1,241	1,654	17.03	-2,167	1,203	4,777
ระนอง	4	1,181	1,687	18.98	-2,312	1,158	4,777
ระนอง	5	1,261	1,686	35.87	-2,144	1,187	4,984
ระนอง	6	876	1,847	79.69	-2,541	602	4,982
ระนอง	7	1,528	1,736	55.21	-1,821	1,373	5,433
ระนอง	8	1,551	1,708	48.54	-1,753	1,395	5,355
ระนอง	9	1,639	1,745	49.44	-1,787	1,472	5,680

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ระนอง	10	1,056	1,798	70.82	-2,359	829	5,156
ระนอง	11	2,349	1,650	30.49	-1,217	2,415	5,720
ระนอง	12	3,900	2,012	115.20	-454	4,307	7,364
ระนอง	13	3,579	1,713	35.25	-278	3,683	7,033
ระนอง	14	2,049	1,749	47.19	-1,252	1,908	6,001
ระนอง	15	1,128	1,671	22.24	-2,361	1,079	4,694
ระนอง	16	1,200	1,632	15.95	-2,203	1,205	4,683
ระนอง	17	2,012	1,666	22.18	-1,576	2,057	5,452
ระนอง	18	2,241	1,649	19.17	-1,331	2,275	5,536
ระนอง	19	2,260	1,667	20.80	-1,221	2,227	5,908
ระนอง	20	2,365	1,655	16.88	-1,010	2,362	5,851
ระนอง	21	2,337	1,694	16.38	-1,223	2,309	6,079
ระนอง	22	2,212	1,711	17.46	-1,491	2,241	5,713
ระนอง	23	2,128	1,659	17.11	-1,365	2,168	5,493
ระนอง	24	2,107	1,629	16.11	-1,284	2,105	5,493
ระนอง	25	2,936	1,671	20.34	-427	2,879	6,452
ระนอง	26	2,006	1,743	46.53	-1,423	1,873	5,821
ระนอง	27	1,032	1,696	29.49	-2,215	938	4,778
ระนอง	28	946	1,698	24.22	-2,477	883	4,654
ระนอง	29	1,498	1,684	21.43	-2,066	1,450	5,162
ระนอง	30	1,948	1,705	19.23	-1,546	1,895	5,631
ระนอง	31	1,922	1,704	29.50	-1,533	1,855	5,629
ระนอง	32	1,998	1,653	25.16	-1,418	1,935	5,689
ระนอง	33	2,159	1,707	17.50	-1,281	2,136	5,774
ระนอง	34	2,180	1,680	23.13	-1,286	2,196	5,685
ระนอง	35	2,217	1,680	21.93	-1,220	2,244	5,781
ระนอง	36	2,374	1,651	21.36	-1,170	2,409	5,735

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ระนอง	37	3,382	1,704	23.14	-374	3,451	6,800
ระนอง	38	2,010	1,724	47.23	-1,357	1,864	5,950
ระนอง	39	1,166	1,656	20.71	-2,230	1,126	4,826
ระนอง	40	1,022	1,662	19.23	-2,433	987	4,481
ระนอง	41	1,289	1,684	33.83	-2,030	1,193	5,176
ระนอง	42	1,554	1,726	39.92	-2,001	1,443	5,383
ระนอง	43	1,931	1,720	28.43	-1,572	1,874	5,661
ระนอง	44	2,056	1,660	26.58	-1,261	1,986	5,677
ระนอง	45	2,192	1,691	19.38	-1,416	2,173	5,760
ระนอง	46	2,278	1,695	17.89	-1,303	2,299	5,792
ระนอง	47	2,385	1,678	31.84	-1,240	2,454	5,862
ระนอง	48	2,911	1,720	53.15	-796	3,040	6,316
ระนอง	49	3,142	1,639	15.33	-448	3,155	6,649
ระนอง	50	1,530	1,838	75.26	-1,852	1,291	5,622
ระนอง	51	1,002	1,683	34.40	-2,253	906	4,791
ระนอง	52	781	1,686	34.09	-2,612	691	4,480
ระนอง	53	1,416	1,699	28.11	-2,054	1,342	5,181
ระนอง	54	1,974	1,631	21.15	-1,322	1,914	5,568
ระนอง	55	2,139	1,641	18.77	-1,263	2,112	5,722
ระนอง	56	2,324	1,641	12.98	-1,273	2,342	5,787
ระนอง	57	2,302	1,638	17.48	-1,197	2,295	5,800
ระนอง	58	2,470	1,697	24.24	-1,252	2,522	6,056
ระนอง	59	2,610	1,723	43.87	-1,070	2,718	6,128
ระนอง	60	2,678	1,689	39.52	-1,061	2,796	5,960
ระนอง	61	2,902	1,639	18.48	-516	2,862	6,356
ระนอง	62	2,168	1,708	34.29	-1,197	2,084	5,858
ระนอง	63	530	1,792	59.60	-2,804	337	4,605

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
ระนอง	64	419	1,733	56.04	-2,910	249	4,375
ระนอง	65	1,968	1,682	22.93	-1,622	2,008	5,454
ระนอง	66	2,694	1,707	39.29	-1,079	2,810	6,105
ระนอง	67	2,219	6,479	102.30	-11,820	2,256	15,900
ระนอง	68	2,209	6,535	103.60	-11,550	2,215	16,360
ระนอง	69	2,280	6,281	85.77	-11,150	2,341	15,400
ระนอง	70	2,022	6,397	90.98	-11,610	2,113	15,650
ระนอง	71	1,777	6,465	81.43	-12,130	1,917	15,600
ระนอง	72	1,965	6,413	94.61	-11,740	2,015	15,610
สงขลา	1	60,570	19,450	1,944.00	29,480	74,080	76,690
สงขลา	2	76,630	30,020	3,007.00	29,390	97,940	100,800
สงขลา	3	23,010	4,074	373.30	18,310	20,880	30,830
สงขลา	4	25,930	2,462	178.90	22,280	25,160	31,230
สงขลา	5	27,550	1,981	103.80	24,210	27,180	31,980
สงขลา	6	18,800	7,108	692.90	11,890	14,380	31,230
สงขลา	7	39,610	6,571	637.60	28,080	43,640	46,070
สงขลา	8	21,890	5,361	511.90	16,340	18,750	31,590
สงขลา	9	24,830	3,605	320.40	20,480	23,060	32,010
สงขลา	10	11,930	11,540	1,145.00	1,749	4,207	30,980
สงขลา	11	12,480	11,000	1,091.00	2,680	5,165	30,800
สงขลา	12	12,940	10,870	1,077.00	3,250	5,715	30,900
สงขลา	13	41,380	7,208	702.90	28,870	45,900	48,400
สงขลา	14	27,030	2,618	198.60	23,280	26,080	32,560
สงขลา	15	23,390	3,915	354.70	18,810	21,380	30,970
สงขลา	16	19,330	6,258	605.70	13,090	15,520	30,390
สงขลา	17	21,120	5,513	525.90	15,400	17,860	31,100
สงขลา	18	30,480	1,770	59.91	26,420	30,690	33,840

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
สงขลา	19	31,750	2,128	131.00	27,060	32,250	35,340
สงขลา	20	33,360	2,857	232.40	27,470	34,510	37,240
สงขลา	21	33,340	2,865	234.50	27,370	34,520	37,210
สงขลา	22	32,090	2,335	165.70	27,000	32,810	35,630
สงขลา	23	28,930	1,678	32.63	25,440	28,860	32,650
สงขลา	24	38,670	6,089	587.20	27,870	42,330	44,790
สงขลา	25	35,780	3,767	339.50	28,460	37,680	40,250
สงขลา	26	32,000	2,056	125.40	27,390	32,480	35,370
สงขลา	27	27,950	1,806	61.02	24,500	27,770	32,070
สงขลา	28	22,200	4,554	425.70	17,160	19,690	30,820
สงขลา	29	24,760	3,296	285.30	20,570	23,250	31,420
สงขลา	30	29,400	1,664	19.76	25,880	29,360	32,980
สงขลา	31	32,370	2,344	167.00	27,260	33,110	35,880
สงขลา	32	33,820	3,119	263.50	27,490	35,190	37,940
สงขลา	33	32,380	2,363	169.40	27,270	33,090	35,960
สงขลา	34	31,830	2,193	147.20	26,960	32,430	35,280
สงขลา	35	30,030	1,705	46.75	26,100	30,190	33,260
สงขลา	36	29,890	1,666	25.18	26,340	29,950	33,400
สงขลา	37	34,600	3,129	262.80	28,220	35,980	38,610
สงขลา	38	34,440	3,245	279.40	27,870	35,920	38,520
สงขลา	39	26,730	2,175	138.90	23,340	26,170	31,510
สงขลา	40	28,660	6,465	85.58	14,800	28,670	42,430
สงขลา	41	29,310	1,710	14.18	25,670	29,300	33,090
สงขลา	42	29,410	1,664	23.12	25,950	29,380	33,040
สงขลา	43	31,920	2,172	139.30	27,100	32,480	35,440
สงขลา	44	34,330	3,395	297.30	27,520	35,930	38,510
สงขลา	45	39,200	6,308	609.50	27,960	43,020	45,500

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
สงขลา	46	41,560	7,900	774.80	28,040	46,610	49,040
สงขลา	47	22,050	5,009	473.40	16,710	19,190	31,290
สงขลา	48	29,440	1,695	19.70	25,980	29,390	33,120
สงขลา	49	36,580	4,261	391.70	28,480	38,830	41,460
สงขลา	50	37,700	5,171	491.50	28,270	40,710	43,140
สงขลา	51	29,310	1,728	36.54	25,430	29,410	32,710
สงขลา	52	13,110	10,180	1,008.00	3,960	6,381	30,140
สงขลา	53	19,740	6,291	609.40	13,440	15,920	30,900
สงขลา	54	25,260	3,253	281.20	21,160	23,760	31,860
สงขลา	55	29,870	1,673	16.75	26,350	29,890	33,400
สงขลา	56	34,820	3,651	326.50	27,630	36,620	39,220
สงขลา	57	33,090	2,712	213.20	27,360	34,110	36,870
สงขลา	58	29,360	1,690	20.68	25,860	29,310	32,990
สงขลา	59	22,160	4,922	464.80	16,860	19,380	31,240
สงขลา	60	23,970	3,996	363.80	19,310	21,900	31,740
สงขลา	61	35,540	3,623	323.80	28,320	37,300	39,910
สงขลา	62	32,070	2,087	125.70	27,440	32,560	35,540
สงขลา	63	23,880	3,621	323.10	19,560	22,080	30,970
สงขลา	64	18,300	6,893	670.40	11,510	14,020	30,300
สงขลา	65	20,380	5,918	569.20	14,280	16,830	31,000
สงขลา	66	29,940	1,665	27.07	26,360	30,000	33,440
สงขลา	67	29,760	6,457	87.31	15,880	29,770	43,740
สงขลา	68	29,670	6,383	90.40	16,090	29,700	43,380
สงขลา	69	29,790	6,371	94.33	16,170	29,800	43,450
สงขลา	70	29,550	6,450	91.80	16,160	29,530	43,360
สงขลา	71	29,370	6,398	86.03	15,780	29,360	42,980
สงขลา	72	29,620	6,432	97.02	15,890	29,620	43,340

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
สตูล	1	9,185	2,449	180.90	3,947	9,988	12,850
สตูล	2	7,976	2,097	128.00	3,305	8,459	11,410
สตูล	3	3,882	1,750	57.11	420	3,722	7,668
สตูล	4	3,941	1,736	43.71	526	3,807	7,832
สตูล	5	4,980	1,629	20.83	1,540	4,965	8,465
สตูล	6	5,993	1,696	36.56	2,308	6,105	9,321
สตูล	7	6,891	1,843	79.56	2,811	7,160	10,260
สตูล	8	4,528	1,855	75.91	1,187	4,278	8,696
สตูล	9	5,706	1,669	18.78	2,082	5,715	9,145
สตูล	10	3,143	2,255	153.30	-401	2,489	8,128
สตูล	11	2,826	2,298	157.90	-636	2,155	7,858
สตูล	12	2,745	2,423	180.20	-834	1,926	7,875
สตูล	13	6,925	1,717	35.53	3,191	7,016	10,380
สตูล	14	5,339	1,737	46.62	1,934	5,213	9,105
สตูล	15	3,749	1,768	66.15	382	3,543	7,673
สตูล	16	4,553	1,709	12.65	895	4,547	8,209
สตูล	17	5,182	1,648	15.66	1,731	5,191	8,741
สตูล	18	5,307	1,680	20.84	1,806	5,272	8,904
สตูล	19	5,795	1,668	16.75	2,271	5,816	9,304
สตูล	20	5,802	1,676	16.48	2,306	5,819	9,366
สตูล	21	5,804	1,667	18.26	2,431	5,818	9,310
สตูล	22	5,315	1,653	21.86	1,879	5,286	8,905
สตูล	23	5,665	1,699	28.56	1,947	5,748	9,145
สตูล	24	5,918	1,675	32.77	2,397	5,972	9,446
สตูล	25	6,720	1,667	25.80	3,040	6,772	10,160
สตูล	26	5,376	1,702	43.01	2,115	5,256	9,175
สตูล	27	4,126	1,702	41.80	786	4,014	7,860

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
สตูล	28	4,371	1,681	19.14	882	4,323	7,907
สตูล	29	5,444	1,675	24.88	1,815	5,496	8,841
สตูล	30	5,741	1,693	26.85	1,903	5,822	9,097
สตูล	31	5,621	1,688	11.81	2,058	5,604	9,173
สตูล	32	5,370	1,697	22.48	1,923	5,320	8,990
สตูล	33	5,621	1,670	18.58	2,080	5,610	9,212
สตูล	34	5,778	1,682	24.44	2,170	5,822	9,305
สตูล	35	5,722	1,653	33.44	2,147	5,797	9,106
สตูล	36	5,766	1,671	24.71	2,240	5,812	9,251
สตูล	37	6,491	1,663	11.52	3,024	6,503	9,924
สตูล	38	5,489	1,696	37.81	2,128	5,380	9,212
สตูล	39	4,903	6,485	95.69	-8,585	4,850	18,780
สตูล	40	3,734	1,732	58.11	388	3,531	7,632
สตูล	41	4,740	1,657	28.28	1,324	4,684	8,300
สตูล	42	6,202	1,734	45.41	2,382	6,323	9,638
สตูล	43	6,245	1,727	37.34	2,425	6,345	9,641
สตูล	44	7,090	1,892	93.58	2,821	7,406	10,360
สตูล	45	7,532	2,057	120.90	2,975	8,007	10,970
สตูล	46	6,178	1,754	48.32	2,229	6,320	9,513
สตูล	47	4,816	1,698	35.86	1,482	4,715	8,528
สตูล	48	5,318	1,665	20.20	1,992	5,288	8,877
สตูล	49	7,900	1,926	97.10	3,618	8,227	11,390
สตูล	50	7,099	1,805	71.70	3,070	7,328	10,330
สตูล	51	2,582	2,172	141.40	-882	2,002	7,458
สตูล	52	3,757	1,766	57.43	501	3,582	7,729
สตูล	53	4,708	1,690	29.35	1,397	4,616	8,498
สตูล	54	5,779	1,662	28.65	2,060	5,846	9,090

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
สตูล	55	6,791	1,863	75.24	2,650	7,042	10,270
สตูล	56	6,499	1,772	57.23	2,535	6,688	9,906
สตูล	57	5,253	1,687	30.99	1,804	5,171	8,947
สตูล	58	4,416	1,822	71.02	1,058	4,180	8,630
สตูล	59	4,713	1,711	37.84	1,219	4,612	8,399
สตูล	60	6,630	1,778	76.14	2,630	6,888	9,920
สตูล	61	7,246	1,766	55.07	3,271	7,430	10,670
สตูล	62	6,229	1,709	22.12	2,480	6,277	9,681
สตูล	63	3,477	1,846	82.37	25	3,221	7,523
สตูล	64	2,518	2,125	132.90	-952	1,993	7,276
สตูล	65	3,237	2,047	121.40	-79	2,774	7,845
สตูล	66	7,239	2,050	120.10	2,580	7,695	10,610
สตูล	67	5,754	6,460	104.60	-8,224	5,741	19,440
สตูล	68	5,690	6,477	95.79	-7,930	5,695	19,540
สตูล	69	5,808	6,461	101.00	-7,873	5,735	19,600
สตูล	70	5,620	6,339	94.64	-7,736	5,530	19,280
สตูล	71	5,343	6,379	85.85	-8,354	5,286	19,000
สตูล	72	5,677	6,465	90.23	-8,089	5,628	19,690
สุราษฎร์ธานี	1	56,180	13,260	1,319.00	34,520	65,170	67,640
สุราษฎร์ธานี	2	64,900	19,070	1,905.00	34,300	78,140	80,680
สุราษฎร์ธานี	3	30,420	2,892	236.30	26,520	29,230	36,430
สุราษฎร์ธานี	4	28,490	3,894	352.00	23,980	26,470	36,010
สุราษฎร์ธานี	5	36,350	2,100	126.10	31,730	36,810	39,910
สุราษฎร์ธานี	6	33,550	1,855	82.29	30,190	33,290	37,660
สุราษฎร์ธานี	7	32,760	2,214	146.50	29,280	32,160	37,680
สุราษฎร์ธานี	8	30,650	3,235	279.40	26,480	29,160	37,170
สุราษฎร์ธานี	9	34,560	1,702	37.88	31,190	34,450	38,340

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
สุราษฎร์ธานี	10	27,020	5,280	502.70	21,530	23,940	36,640
สุราษฎร์ธานี	11	25,980	5,855	563.40	19,990	22,490	36,400
สุราษฎร์ธานี	12	29,790	3,640	324.60	25,420	27,980	36,960
สุราษฎร์ธานี	13	52,990	11,230	1,114.00	34,300	60,460	62,950
สุราษฎร์ธานี	14	33,440	2,071	126.10	30,020	32,960	38,120
สุราษฎร์ธานี	15	20,420	9,008	888.00	12,070	14,540	35,630
สุราษฎร์ธานี	16	26,310	5,174	490.90	20,860	23,340	35,830
สุราษฎร์ธานี	17	34,250	1,642	20.97	30,790	34,210	37,750
สุราษฎร์ธานี	18	39,560	3,480	307.40	32,670	41,240	43,830
สุราษฎร์ธานี	19	39,850	3,520	310.00	32,900	41,540	44,250
สุราษฎร์ธานี	20	39,540	3,392	294.90	32,750	41,120	43,770
สุราษฎร์ธานี	21	38,180	2,604	201.40	32,600	39,110	41,930
สุราษฎร์ธานี	22	38,040	2,664	208.80	32,400	39,040	41,700
สุราษฎร์ธานี	23	37,900	2,675	210.70	32,270	38,910	41,650
สุราษฎร์ธานี	24	36,820	2,076	129.50	32,120	37,340	40,190
สุราษฎร์ธานี	25	46,380	7,029	685.50	34,120	50,770	53,220
สุราษฎร์ธานี	26	31,980	2,719	219.60	28,360	30,900	37,710
สุราษฎร์ธานี	27	19,810	9,356	923.60	11,250	13,680	35,560
สุราษฎร์ธานี	28	25,670	5,604	536.20	19,880	22,380	35,850
สุราษฎร์ธานี	29	32,410	2,114	134.40	29,080	31,860	37,140
สุราษฎร์ธานี	30	35,340	1,693	35.84	31,750	35,440	38,680
สุราษฎร์ธานี	31	32,420	2,395	171.60	28,850	31,650	37,620
สุราษฎร์ธานี	32	32,240	2,489	185.20	28,630	31,400	37,670
สุราษฎร์ธานี	33	35,740	1,711	48.38	31,960	35,870	39,110
สุราษฎร์ธานี	34	36,060	1,857	79.02	31,880	36,320	39,420
สุราษฎร์ธานี	35	36,730	2,162	138.20	31,870	37,300	40,120
สุราษฎร์ธานี	36	37,520	2,401	173.20	32,260	38,320	41,020

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
สุราษฎร์ธานี	37	54,610	12,280	1,221.00	34,430	62,880	65,350
สุราษฎร์ธานี	38	40,320	3,609	320.90	33,140	42,070	44,650
สุราษฎร์ธานี	39	17,200	11,070	1,098.00	7,352	9,825	35,470
สุราษฎร์ธานี	40	17,120	10,980	1,088.00	7,396	9,818	35,360
สุราษฎร์ธานี	41	25,800	5,820	559.80	19,870	22,310	36,210
สุราษฎร์ธานี	42	25,950	5,980	576.20	19,860	22,360	36,630
สุราษฎร์ธานี	43	34,520	1,707	34.75	31,110	34,420	38,250
สุราษฎร์ธานี	44	40,160	3,706	333.80	32,900	42,010	44,560
สุราษฎร์ธานี	45	34,530	1,719	36.37	31,120	34,430	38,260
สุราษฎร์ธานี	46	40,140	3,785	340.50	32,830	42,030	44,650
สุราษฎร์ธานี	47	40,080	3,867	349.50	32,570	42,060	44,640
สุราษฎร์ธานี	48	54,350	12,670	1,260.00	33,610	62,940	65,360
สุราษฎร์ธานี	49	32,960	2,456	186.90	29,380	32,120	38,230
สุราษฎร์ธานี	50	30,540	3,502	310.00	26,220	28,870	37,550
สุราษฎร์ธานี	51	26,270	5,341	509.90	20,640	23,170	35,970
สุราษฎร์ธานี	52	26,470	5,108	485.10	21,080	23,530	35,860
สุราษฎร์ธานี	53	35,570	1,809	70.98	31,560	35,800	38,980
สุราษฎร์ธานี	54	40,940	4,304	397.10	32,760	43,240	45,790
สุราษฎร์ธานี	55	38,790	2,936	243.30	32,750	40,010	42,780
สุราษฎร์ธานี	56	39,050	3,104	263.00	32,720	40,420	43,020
สุราษฎร์ธานี	57	44,100	6,060	584.50	33,280	47,730	50,260
สุราษฎร์ธานี	58	38,480	2,874	234.70	32,520	39,640	42,370
สุราษฎร์ธานี	59	26,180	5,761	552.30	20,220	22,750	36,530
สุราษฎร์ธานี	60	39,840	3,654	324.70	32,760	41,630	44,240
สุราษฎร์ธานี	61	42,280	4,523	422.00	33,730	44,750	47,300
สุราษฎร์ธานี	62	41,380	4,179	384.50	33,440	43,580	46,100
สุราษฎร์ธานี	63	18,790	10,010	990.60	9,712	12,170	35,530

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	เดือนที่	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc
สุราษฎร์ธานี	64	17,160	10,920	1,083.00	7,441	9,891	35,360
สุราษฎร์ธานี	65	31,940	2,367	165.70	28,350	31,200	37,090
สุราษฎร์ธานี	66	37,950	2,542	195.10	32,610	38,860	41,560
สุราษฎร์ธานี	67	35,270	6,368	90.39	21,750	35,150	48,870
สุราษฎร์ธานี	68	35,030	6,422	80.14	21,440	35,030	48,740
สุราษฎร์ธานี	69	35,150	6,406	86.44	21,610	35,090	48,770
สุราษฎร์ธานี	70	34,900	6,322	91.53	21,180	34,920	48,460
สุราษฎร์ธานี	71	34,660	6,457	88.54	20,980	34,650	48,230
สุราษฎร์ธานี	72	34,930	6,374	93.57	21,570	34,830	48,870

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล: นายพิเชฐ จิรประเสริฐวงศ์
(Mr.Pichet Jiraprasertwong)
ตำแหน่ง: อาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
การศึกษา: ค.อ.ม. (เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ-สกุล: นายภิรมย์ ตั้งจิตเพียรผล
(Mr. Pirom Thangchitpianpol)
ตำแหน่ง: อาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
การศึกษา: วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ