

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทย ตามตาราง 3.1 เป็นข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ตามวิธีที่กล่าวถึงในบทที่ 2 การคำนวณบางขั้นตอนคำนวณโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

#### 3.1 การหาค่าแนวโน้ม (T)

วิธีการหาค่าแนวโน้มที่ดีที่สุด คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด เพราะค่าแนวโน้มที่ได้จากวิธีนี้จะเป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของอนุกรมเวลาที่ต้องการศึกษา ตามเหตุผลในตอนที่ 2.2 ดังนั้นการหาค่าแนวโน้มในที่นี้จึงใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด จากข้อมูลในตารางที่ 3.1 พิจารณาสมการที่เหมาะสมกับข้อมูล ดังนี้

3.1.1 ถ้าแนวโน้มมีลักษณะเป็นเส้นตรง (Linear Trend)

$$\text{ซึ่งมีสมการ } \hat{Y} = a + bx$$

จากวิธีการคำนวณค่า  $a$  และ  $b$  ที่กล่าวถึงในตอน 2.2.2 จะได้

$$a = 54625.10$$

$$b = 294.54$$

$$\text{ดังนั้นจะได้สมการเส้นตรง } \hat{Y} = 54625.10 + 294.54x$$

(จุดเริ่มต้น 1 ก.ค. 2513  $Y$  = จำนวนนักท่องเที่ยวรายเดือน  $x$  = ½ เดือน)  
เนื่องจากค่าที่ได้ออกมาอยู่ในวันต้นเดือน จะทำการเปรียบเทียบกับค่าข้อมูลจริง ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่วันกลางเดือน วันที่ 15 ของแต่ละเดือน จึงปรับเพื่อให้เป็นวันกลางเดือนของแต่ละเดือน จะได้สมการเส้นตรงใหม่เป็น

3.1.2 ค่าแนวโน้มมีลักษณะเป็นเส้นโค้งเคียว (Parabolic Trend)

ซึ่งมีสมการ  $\hat{Y} = a + bX + cX^2$

จากวิธีการคำนวณค่า a, b และ c ที่กล่าวในตอนที 2.2.2 จะได้

$$a = 52249.17$$

$$b = 294.54$$

$$c = 0.22$$

ดังนั้นจะได้สมการเส้นโค้งเคียว  $\hat{Y} = 52249.17 + 294.54X + 0.22X^2$

(จุดเริ่มต้น 1 ก.ค. 2513 Y = จำนวนนักท่องเที่ยวรวมเดือน X = 1/2 เดือน)

หรือ  $\hat{Y} = 52543.93 + 294.54X + 0.22X^2$

(จุดเริ่มต้น 15 ก.ค. 2513 Y = จำนวนนักท่องเที่ยวรวมเดือน X = 1/2 เดือน)

✓ 3.1.2 ค่าแนวโน้มมีลักษณะเป็นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Trend)

ซึ่งมีสมการ  $\hat{Y} = ab^X$

จากวิธีการคำนวณค่า a และ b ที่กล่าวถึงในตอนที 2.2.2 จะได้

$$a = 44600$$

$$b = 1.007$$

ดังนั้นจะได้สมการเอ็กซ์โพเนนเชียล  $\hat{Y} = (44600)(1.007)^X$

(จุดเริ่มต้น 1 ก.ค. 2513 Y = จำนวนนักท่องเที่ยวรวมเดือน X = 1/2 เดือน)

หรือ  $\hat{Y} = (44912.2)(1.007)^X$

(จุดเริ่มต้น 15 ก.ค. 2513 Y = จำนวนนักท่องเที่ยวรวมเดือน X = 1/2 เดือน)

3.1.4 ค่าแนวโน้มมีลักษณะเป็นเส้นสองโค้ง (Hyperbolic Trend)

ซึ่งมีสมการ  $\hat{Y} = a + bX + cX^2 + dX^3$

จากวิธีการคำนวณค่า a, b, c และ d ที่กล่าวถึงในตอนที 2.2.2 จะได้

$$a = 52249.17, \quad b = 391.74, \quad c = .22, \quad d = -.01$$

ดังนั้นจะได้สมการสองโค้ง  $\hat{Y} = 52249.17 + 391.74X + .22X^2 - .01X^3$

(จุดเริ่มต้น 1 ก.ค. 2513 Y = จำนวนนักท่องเที่ยวรวมเดือน X = 1/2 เดือน)

หรือ  $\hat{Y} = 52641.12 + 391.74x + .22x^2 - .01x^3$   
 (จุดเริ่มต้น 15 ก.ค. 2515 Y = จำนวนนักท่องเที่ยวรายเดือน X = 1/2 เดือน)

การทดสอบโมเดลเพื่อหาค่าแนวโน้มของข้อมูลเดิมโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

การทดสอบโมเดลเพื่อตัดสินใจว่าจะเลือกค่าแนวโน้มใดที่จะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด มีวิธีการทดสอบ 2 วิธี ดังนี้

ก. การทดสอบตามวิธีที่กล่าวถึงในตอน 2.2.4.2 คือ การทดสอบโดยใช้ F-test ตารางที่ 3.2 แสดงค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าแปรปรวนในโมเดลต่าง ๆ เปรียบเทียบกับค่า  $F^*$

	โพลีโนเมียลกำลังหนึ่ง (เส้นตรง)	โพลีโนเมียลกำลังสอง (เส้นโค้งเดียว)	โพลีโนเมียลกำลังสาม (เส้นสองโค้ง)	เอ็กซ์โพเนนเชียล
F	851.66	155.56	2.415	177.37
$F^*$	3.90	3.90	3.90	3.90

$F^*$  คือ F ที่ได้จากรางสถิติ โดยที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = .05$  degree of freedom (1, n - i + 1)

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด      i = กำลังของโพลีโนเมียล

จากตารางที่ 3.2 จะเห็นว่าค่าแนวโน้มเส้นและโค้งเดียว และค่าแนวโน้มเอ็กซ์โพเนนเชียล ไร้ได้ทั้ง 2 กรณี แต่ค่าพยากรณ์หลังของค่าแนวโน้มแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลจะสูงกว่าค่าแนวโน้มเส้นและโค้งเดียว ซึ่งทำให้การพยากรณ์มีโอกาสที่จะผิดพลาด ฉะนั้นจึงเลือกใช้ค่าแนวโน้มลักษณะโค้งเดียว

ข. ทดสอบตามวิธีที่กล่าวถึงในตอน 2.2.4.1 คือการทดสอบโดยใช้ค่า

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าเปรียบเทียบผลต่างกำลังสองของค่าจริง กับค่าประมาณของโมเดลต่าง ๆ

	โพลีโนเมียลกำลังสอง (เส้นโค้งเคียว)	เอ็กซ์โพเนนเชียล
$\Sigma(Y-\hat{Y})^2$	14,564,064,428	43,597,779,272

จากตารางที่ 3.3 แสดงว่า ค่าแนวโน้มลักษณะโค้งเคียว (โพลีโนเมียลกำลังสอง) เป็นค่าแนวโน้มที่ดีที่สุดของข้อมูลเดิม เพราะให้ค่า  $\Sigma(Y-\hat{Y})^2$  น้อยที่สุด ทั้งนี้ สำหรับข้อมูลที่เป็นจำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยเป็นรายเดือน ค่าแนวโน้มที่ดีที่สุด คือ ค่าแนวโน้มที่มีลักษณะโค้งเคียว (Parabolic Trend) ที่มีสมการ

$$\hat{Y} = 52543.93 + 294.54X + 0.22X^2$$

(จุดเริ่มต้น 15 ก.ค. 2513 Y = จำนวนนักท่องเที่ยวรายเดือน X = ๕ เดือน)

### 3.2 การหาค่าดัชนีฤดูกาล (s)

การหาค่าแนวโน้มเพียงค่าเดียวบางครั้งอาจจะไม่เพียงพอที่จะนำไปพยากรณ์ จึงจำเป็นต้องหาค่าดัชนีฤดูกาลมาปรับค่าแนวโน้ม เพื่อให้ค่าที่จะพยากรณ์ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น ในที่นี้การหาค่าดัชนีฤดูกาลจะใช้วิธีที่กล่าวถึงในตอนต้นที่ 2.3.2 เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการหาค่าดัชนีฤดูกาล การสร้างค่าดัชนีฤดูกาลตามวิธีที่กล่าวถึงในตอนต้นที่ 2.3.2 คือ วิธีการใช้อัตราส่วนต่อค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Ratio to Moving Average Method or Percentage of Moving Average Method)

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 12 เดือน ของข้อมูลหารด้วยค่าจริงของเดือนนี้ เป็นอัตราร้อยละ

2506	2507	2508	2509	2510	2511	2512	2513	2514	2515	2516	2517	2518	2519	2520
-	52.46	80.38	78.60	104.68	98.95	93.64	89.82	93.66	98.67	100.82	118.30	105.16	101.82	104.72
-	93.42	88.12	81.39	99.28	93.42	91.41	88.48	91.88	102.03	96.70	95.26	105.37	100.52	103.11
-	108.64	104.36	107.04	118.82	93.62	108.87	101.72	104.47	107.53	100.62	99.97	110.81	103.88	102.81
-	109.74	102.78	105.34	87.19	104.20	113.09	108.91	103.44	98.60	105.08	103.82	97.41	106.22	95.53
-	98.81	100.34	100.68	103.61	97.64	95.23	112.20	96.20	92.92	90.51	88.19	97.14	89.00	93.74
-	84.12	86.92	90.11	72.69	85.02	91.95	96.48	84.86	84.86	85.12	83.85	80.20	81.07	82.29
08.49	101.61	97.05	115.17	86.61	106.40	105.68	119.58	93.38	97.77	106.20	93.36	90.54	95.52	-
94.14	104.53	105.88	104.15	92.21	111.69	97.60	117.36	100.35	98.91	100.65	102.99	105.41	103.34	-
80.83	94.16	97.37	77.71	105.19	87.50	91.70	96.42	88.69	87.00	86.24	84.84	104.77	86.90	-
06.21	116.04	110.24	114.52	116.19	104.03	107.75	88.37	106.02	105.32	99.00	103.62	96.85	98.60	-
10.17	111.61	107.85	111.86	104.59	95.84	100.95	93.06	108.82	114.99	106.89	106.34	103.43	106.83	-
10.17	105.05	106.93	99.66	120.91	100.62	93.77	108.99	104.04	113.76	115.54	114.39	117.70	108.87	-

- หมายถึงข้อมูลที่หายไปเนื่องจากการเฉลี่ยเคลื่อนที่

จากตารางที่ 3.4 หากค่าเฉลี่ยของแต่ละเดือนเป็นอัตราร้อยละ เพื่อให้ได้ค่าถูกต้องมากขึ้น จึงได้ลดค่าสูงสุดและช่วงสุดของแต่ละเดือนออกก่อน แล้วจึงเฉลี่ยแต่ละเดือนจะได้ดัชนีฤดูกาล ดังนี้

ตารางที่ 3.5 แสดงค่าดัชนีฤดูกาลที่ปรับแล้ว และยังไม่ปรับแล้ว

เดือน	ดัชนีฤดูกาล	ดัชนีฤดูกาลที่ปรับแล้ว
ม.ค.	97.07	97.26
ก.พ.	95.30	95.51
มี.ค.	105.00	105.31
เม.ย.	103.45	103.66
พ.ค.	96.30	96.51
มิ.ย.	85.03	85.22
ก.ค.	101.35	101.57
ส.ค.	103.51	103.54
ก.ย.	90.55	90.75
ต.ค.	105.60	105.91
พ.ย.	106.27	106.51
ธ.ค.	107.90	108.22
รวมทั้งปี	1197.35	1200.00

จากดัชนีฤดูกาลดังตารางที่ 3.5 แสดงว่า เดือนมีนาคม และเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน จะมีจำนวนนักท่องเที่ยวเข้ามามาก และเดือนตุลาคมถึงธันวาคม เป็นช่วงที่มีเทศกาลต่าง ๆ มาก เช่น คริสต์มาส ปีใหม่ ฯลฯ ทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้า



ตารางที่ 3.6 แสดงอัตราการย่อยของคาร์วัจเจอร์ (cycle) รวมอยู่กับค่าเหตุการณ์ผิดปกติ (I) โดยการกำจัดค่าแนวโน้ม

$$\text{และดัชนีฤดูกาลออกจากข้อมูลกล่าวคือ } C \times I = \frac{Y}{T \times S}$$

ปี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1970	224.44	193.34	247.36	241.15	178.82	195.58	187.53	153.53	144.32	154.82	153.90	133.27
1971	131.77	131.70	136.04	136.95	129.50	121.89	119.98	116.64	117.05	120.11	111.92	101.45
1972	84.37	92.20	97.38	95.73	98.61	95.49	88.41	93.26	96.99	93.89	91.15	88.80
1973	73.19	77.91	92.26	91.95	95.22	96.67	104.38	93.81	80.45	100.96	97.02	84.06
1974	95.77	90.41	98.01	73.35	92.74	73.66	73.73	76.38	97.99	92.17	82.68	93.88
1975	85.28	83.66	75.74	84.39	84.09	81.86	85.01	87.13	78.20	80.55	74.15	76.95
1976	80.23	79.85	86.45	92.16	84.39	93.04	90.17	82.38	89.11	90.84	86.42	80.69
1977	87.75	90.48	96.21	104.76	115.25	112.80	118.02	113.81	105.58	82.01	84.35	95.29
1978	89.04	86.80	87.86	88.28	89.16	89.37	87.01	87.90	89.89	92.55	94.88	89.82
1979	95.62	101.82	98.23	92.54	95.22	100.68	98.08	99.63	100.93	106.22	116.90	114.76
1980	114.63	114.08	109.22	116.17	107.48	115.33	122.43	123.98	112.16	110.12	117.85	124.82
1981	141.17	114.02	107.62	113.13	102.42	110.30	102.04	109.90	103.95	108.81	110.91	117.30
1982	119.25	121.34	116.29	103.89	110.17	102.29	96.12	108.50	121.24	94.99	99.68	110.00
1983	104.81	104.26	95.79	97.66	87.06	88.61	86.52	93.03	87.03	83.81	89.82	90.21
1984	96.71	97.40	88.55	84.15	89.85	90.54	90.09	97.57	93.03	94.26	105.11	101.50



ตารางที่ 3.7 แสดงอัตราร้อยละของค่าวัฏจักรโดยการปรับอัตราร้อยละของค่าวัฏจักรและเหตุการณ์ปกติตาม  
 ตาราง 3.6 ค่าการเฉลี่ยเคลื่อนที่ดวงน้ำหนักโดยใช้สัมประสิทธิ์ 1, 4, 6, 4, 1

ปี	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เมย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2506	-	-	226.59	221.28	203.42	189.60	177.80	162.44	152.55	150.54	146.99	139.30
2507	133.78	133.23	134.51	133.59	129.27	123.93	120.03	118.12	117.58	115.91	109.95	100.39
2508	93.13	92.34	94.94	96.63	96.40	94.38	92.57	93.16	94.38	93.62	90.49	85.12
2509	80.59	81.88	87.59	92.26	95.15	97.76	97.94	93.74	91.45	93.34	93.65	91.68
2510	91.72	92.19	89.48	85.45	82.26	78.60	77.08	81.94	88.66	90.37	88.97	88.18
2511	86.27	82.77	81.00	81.95	83.14	83.69	84.27	83.63	81.19	78.55	77.08	77.48
2512	79.32	82.18	85.71	88.08	88.99	89.44	88.51	87.21	87.76	88.14	86.34	85.13
2513	87.11	91.51	97.58	104.86	111.00	114.29	114.71	110.75	101.20	91.31	88.21	89.63
2514	89.68	88.25	87.86	88.37	88.78	88.57	88.14	88.56	90.19	92.01	92.77	93.46
2515	95.84	98.04	97.35	95.72	96.34	98.34	99.49	100.30	102.81	107.69	112.56	114.69
2516	114.33	113.18	112.40	112.08	112.66	115.74	119.47	119.23	115.60	114.35	118.76	125.57
2517	126.74	119.83	112.40	109.08	107.56	106.54	106.24	106.40	106.97	108.72	112.07	115.91
2518	118.58	118.21	114.26	109.55	106.13	103.21	103.21	107.36	108.58	104.51	102.76	104.83
2519	105.09	102.23	98.39	94.39	90.09	88.54	88.74	89.05	87.87	87.09	88.67	91.79
2520	94.32	93.74	90.25	87.90	88.53	90.30	92.24	98.92	95.04	97.32	-	-

- หมายถึง ข้อมูลที่หายไปเนื่องจากการเฉลี่ยเคลื่อนที่ดวงน้ำหนัก.

จากตารางที่ 3.7 ได้ค่าวัฏจักร (c) แต่ไม่มีสมการที่จะแทนค่าวัฏจักร ซึ่งจะใช้พยากรณ์ ดังนั้นวิธีหนึ่งที่ทำได้คือ สร้างสมการแนวโน้ม ตามวิธีในตอนที่ 2.2.2 คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด จากค่าวัฏจักรที่แสดงในตารางที่ 3.7 พิจารณาสมการที่ควรจะเหมาะสม ดังนี้

3.3.1 ถ้าแนวโน้มมีลักษณะเส้นตรง

$$\hat{Y} = a + bx$$

จากวิธีการคำนวณค่า a และ b ที่กล่าวถึงในตอนที่ 2.2.2 จะได้

$$a = 102.6927, \quad b = -0.0607$$

ดังนั้นจะใกล้เคียงการเส้นตรง  $\hat{Y} = 102.6927 - 0.0607x$

(จุดเริ่มต้น 1 ก.ค. 2513  $Y =$  อัตราร้อยละของค่าวัฏจักร  $x = \frac{1}{2}$  เดือน)

$$\text{หรือ} \quad \hat{Y} = 102.6320 - 0.0607x$$

(จุดเริ่มต้น 15 ก.ค. 2513  $Y =$  อัตราร้อยละของค่าวัฏจักร  $x = \frac{1}{2}$  เดือน)

3.3.2 ถ้าแนวโน้มมีลักษณะเป็นเส้นโค้งเดียว

$$\hat{Y} = a + bx + cx^2$$

จากการคำนวณค่า a, b และ c ที่กล่าวถึงในตอนที่ 2.2.2 จะได้

$$a = 89.2702, \quad b = -0.0607, \quad c = 0.0013$$

ดังนั้นจะใกล้เคียงการเส้นโค้งเดียว  $Y = 89.2702 - 0.0607x + 0.0013x^2$

(จุดเริ่มต้น 1 ก.ค. 2513  $Y =$  อัตราร้อยละของค่าวัฏจักร  $x = \frac{1}{2}$  เดือน)

$$\text{หรือ} \quad \hat{Y} = 89.2108 - 0.0607x + 0.0013x^2$$

(จุดเริ่มต้น 15 ก.ค. 2513  $Y =$  อัตราร้อยละของค่าวัฏจักร  $x = \frac{1}{2}$  เดือน)

3.3.3 ถ้าแนวโน้มมีลักษณะเป็นสองโค้ง

$$\hat{Y} = a + bx + cx^2 + dx^3$$

จากการคำนวณค่า a, b, c และ d ที่กล่าวถึงในตอนที่ 2.2.2 จะได้

$$a = 89.2702, \quad b = -0.3110, \quad c = 0.0013$$

$$\text{ดังนั้นจะได้อสมการเส้นสองโค้ง } \hat{Y} = 89.2702 + 0.3110x + 0.0013x^2 - 0.00002x^3$$

(จุดเริ่มต้น 1 ก.ค. 2513 Y = อัตรารอยละของค่าวัฏจักร X = ๑/๕ เดือน)

$$\text{หรือ } \hat{Y} = 89.5825 + 0.3110x + 0.0013x^2 - 0.00002x^3$$

(จุดเริ่มต้น 15 ก.ค. 2513 Y = จำนวนอัตรารอยละของค่าวัฏจักร X = ๑/๕ เดือน)

### การทดสอบโมเดลเพื่อหาค่าแนวโน้มของค่าวัฏจักรโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

การทดสอบโมเดลเมื่อตัดสินใจว่าจะเลือกค่าแนวโน้มใดที่จะให้ผลดีที่สุด มีวิธีทดสอบ 2 วิธี ดังนี้

ก. ทดสอบตามวิธีที่กล่าวถึงในตอนต้นที่ 2.2.4.2 คือการทดสอบโดยใช้ F-test

ตารางที่ 3.8 แสดงค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าแปรปรวนโมเดลต่าง ๆ เปรียบเทียบค่า F\*

	โพลีโนเมียลกำลังหนึ่ง (เส้นตรง)	โพลีโนเมียลกำลังสอง (เส้นโค้งเดียว)	โพลีโนเมียลกำลังสาม (เส้นสองโค้ง)
F	117.41	51.61	25.56
F*	3.90	3.90	3.90

F\* คือ ค่า F ที่ได้จากการทดสอบสถิติโดยใช้ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = .05$  degree of freedom (1, n+i-1)

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

i = กำลังของโพลีโนเมียล

จากตารางที่ 3.8 ถึงแม้ว่าค่า  $F$  ของโพลีโนเมียลกำลังสามจะมากกว่าค่า  $F^*$  ตามวิธีที่กล่าวถึงในตอนต้นที่ 2.2.4.2 ต้องการโพลีโนเมียลกำลังสี่ต่อไปแต่การกำหนดโมเดลเป็นโพลีโนเมียลกำลังสี่ ยุ่งยากและไม่เป็นที่นิยมใช้ ดังนั้นจึงพิจารณาถึงกำลังสามเท่านั้น และยอมรับโพลีโนเมียลกำลังสามเป็นรูปแบบที่ดีที่สุดคือค่าแนวโน้มมีลักษณะสองโค้ง

ข. ทดสอบตามวิธีที่กล่าวถึงในตอนต้นที่ 2.2.4.1 คือการทดสอบโดยพิจารณา  
ค่า  $\sum (y - \hat{y})^2$

ตารางที่ 3.9 แสดงค่าเปรียบเทียบผลรวมของผลต่างกำลังสองของค่าจริงกับค่าประมาณโมเดลต่าง ๆ

	โพลีโนเมียลกำลังสอง (เส้นโค้งเดียว)	โพลีโนเมียลกำลังสาม (เส้นสองโค้ง)
$\sum (y - \hat{y})^2$	66,425.96	17,907.05

จากตารางที่ 3.9 แสดงว่าค่าแนวโน้มลักษณะสองโค้ง (โพลีโนเมียลกำลังสาม) เป็นค่าแนวโน้มที่ดีที่สุดของอัตราการยอดขายรายไตรมาส เพราะให้ค่า  $\sum (y - \hat{y})^2$  น้อยที่สุด ดังนั้นสำหรับข้อมูลที่เป็นการยอดขายรายไตรมาสเป็นรายเดือน มีค่าแนวโน้มที่ดีที่สุด คือ ค่าแนวโน้มที่มีลักษณะสองโค้ง (Hyperbolic Trend) ที่มีสมการ

$$\hat{y} = 89.5825 + 0.3110x + 0.0013x^2 - 0.00002x^3$$

(จุดเริ่มต้น 15 ก.ค. 2513  $y =$  อัตรายอดขายรายไตรมาสรายเดือน  $x = \frac{1}{2}$  เดือน)

ตารางที่ 3.10 แสดงค่าคาดหมายของอัตราการย่อยละของวัฏจักร โดยใช้ค่าแนวโน้มที่โมเดลมีลักษณะเป็นสองโค้ง  
(Hyperbolic Trend)

ปี	เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2506	-	-	184.15	180.19	176.32	172.54	168.85	165.26	161.76	158.35	155.02	151.78	
2507	148.63	145.56	142.58	139.68	136.86	134.13	131.47	128.90	126.40	123.98	121.64	119.37	
2508	117.18	115.06	113.02	111.04	109.14	107.31	105.54	103.85	102.22	100.65	99.16	97.72	
2509	96.35	95.04	93.80	92.61	91.48	90.41	89.40	88.45	87.55	86.70	85.91	85.17	
2510	84.48	83.85	83.26	82.72	82.23	81.79	81.39	81.04	80.73	80.47	80.25	80.06	
2511	79.92	79.82	79.76	79.73	79.74	79.78	79.36	79.97	80.12	80.30	80.50	80.74	
2512	81.00	81.30	81.62	81.96	82.33	82.73	83.14	83.58	84.04	84.52	85.02	85.54	
2513	86.07	86.62	87.18	87.76	88.36	88.97	89.58	90.21	90.85	91.49	92.14	92.80	
2514	93.47	94.14	94.81	95.48	96.16	97.05	97.52	98.20	98.87	99.54	100.21	100.87	
2515	101.53	102.18	102.82	103.46	104.08	104.69	105.29	105.88	106.46	107.02	107.56	108.09	
2516	108.60	109.10	109.57	110.02	110.45	110.86	111.25	111.61	111.95	112.26	112.54	112.80	
2517	113.02	113.22	113.39	113.52	113.62	113.69	113.72	113.72	113.68	113.60	113.49	113.33	
2518	113.14	112.90	112.62	112.30	111.93	111.52	111.06	110.56	110.00	109.40	108.74	108.04	
2519	107.28	106.48	105.61	104.70	103.72	102.69	101.60	100.46	99.25	97.98	96.65	95.26	
2520	93.81	92.28	90.70	89.05	87.33	85.54	83.69	81.76	79.76	77.69	-	-	

ตารางที่ 3.11 แสดงค่าคาคหมายอัตราย่อยละของเหตุการณ์ผิดปกติ โดยกำวักก่าแนวโนม คัชนีฤดูกาล

และกำวักจ็กรออกจกข้อมูลเดิม กล่าวคือ 
$$I = \frac{Y}{T \times S \times C}$$

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
506	-	-	134.32	133.83	101.42	113.35	111.06	92.90	89.72	97.77	99.28	87.80
507	88.66	90.48	95.41	98.04	94.62	90.87	91.26	90.49	92.60	96.88	92.01	84.99
508	72.00	80.13	86.16	82.21	90.35	88.98	83.77	89.80	94.88	93.28	91.92	90.87
509	75.96	81.98	98.36	99.29	104.09	106.92	116.76	106.06	91.89	116.45	112.93	98.70
510	113.36	107.82	117.72	88.67	112.78	90.06	90.59	94.25	121.38	114.54	103.03	117.26
511	106.71	104.81	94.96	105.84	105.46	102.61	106.45	108.95	97.60	100.31	92.11	95.30
512	99.05	98.22	105.92	112.44	102.50	112.46	108.46	90.56	106.03	107.48	101.65	94.33
513	101.95	104.46	110.36	119.37	130.43	126.78	131.75	126.16	116.21	89.64	91.54	102.68
514	95.26	92.20	92.67	92.46	92.72	92.09	89.22	89.51	90.92	92.98	94.68	89.04
515	94.18	99.65	95.54	89.44	91.49	96.17	94.10	94.10	94.80	99.25	108.68	106.17
516	105.55	104.56	99.68	105.59	97.31	104.03	110.05	110.08	100.19	98.09	104.72	110.66
517	124.91	100.71	94.91	99.66	90.58	97.02	89.73	96.64	91.44	95.78	97.73	103.50
518	105.40	107.48	103.26	92.51	98.43	91.72	86.55	98.14	110.22	86.83	91.67	101.81
519	97.70	97.92	90.70	93.28	83.94	86.29	85.16	92.60	87.69	85.34	92.93	94.70
520	103.09	105.55	97.63	94.50	102.88	105.84	107.65	119.34	116.64	121.33	-	-

- หมายถึง ข้อมูลที่หายไปเนื่องจากการเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนัก

### 3.4 การหารูปแบบสำหรับใช้พยากรณ์ค่าเหตุการณ์ผิดปกติ (I)

อนุกรมเวลาตัว ๆ ไป จะประกอบด้วยปัจจัย 4 ประเภท คือค่าแนวโน้ม (T) ด้วยฤดูกาล (S) ค่าวัฏจักร (C) และค่าเหตุการณ์ผิดปกติ (I) ในตอนต้นได้กล่าวถึงการหาโมเดลสำหรับพยากรณ์ T, S และ C จึงจำเป็นต้องหารูปแบบสำหรับค่าพยากรณ์ของค่า I ถ้า I ในอนุกรมเวลาหาได้โดยกำจัด T, S และ C ออกจากอนุกรมเวลา โดย  $I = \frac{Y}{T \times S \times C}$  ในที่นี้รูปแบบที่ใช้พยากรณ์ค่า I คือรูปแบบที่กำหนดโดยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนนิงส์

### 3.5 การกำหนดรูปแบบโดยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนนิงส์

ในที่นี้จะกำหนดรูปแบบเพื่อใช้สำหรับพยากรณ์โดยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนนิงส์ สำหรับข้อมูล 3 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 ข้อมูลที่เป็นอัตราร้อยละของค่า I ดังแสดงในตารางที่ 3.11
- ชุดที่ 2 ข้อมูลที่เป็นอัตราร้อยละของค่า CI ดังแสดงในตารางที่ 3.6
- ชุดที่ 3 ข้อมูลเดิมดังแสดงในตารางที่ 3.1

โดยขั้นตอนของการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาโดยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนนิงส์ ประกอบด้วย การกำหนดรูปแบบ การประมาณค่าพารามิเตอร์ การตรวจสอบรูปแบบ และการพยากรณ์ค่าในอนาคต

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นอัตราร้อยละของค่า I ดังแสดงในตารางที่ 3.11 มีขั้นตอนตามลำดับดังต่อไปนี้

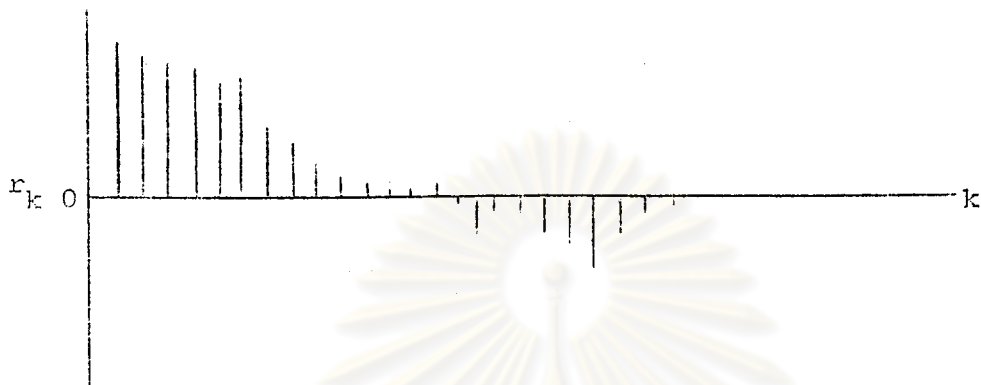
ก. กำหนดรูปแบบ

นำค่า I ดังแสดงในตารางที่ 3.11 มาหารูปแบบโดยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนนิงส์ เริ่มโดยการหาค่า  $r_k$  ดังแสดงในตารางที่ 3.12 รูปที่ 3.1 และ 3.2

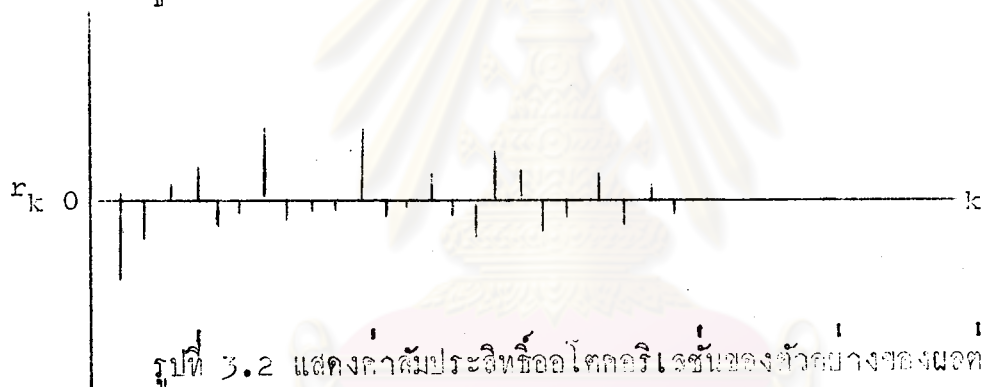
ตารางที่ 3.12 แสดงค่าสัมประสิทธิ์หรือโทคอริเลชันของตัวอย่าง ( $r_k$ ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sqrt{\text{Var } r_k}$ ) ของค่า I

k	ข้อมูลจริง		ข้อมูลจากผลต่าง ครั้งที่ 1	
	$r_k$	$\sqrt{\text{Var } r_k}$	$r_k$	$\sqrt{\text{Var } r_k}$
1	0.641	0.075	-0.262	0.076
2	0.454	0.102	-0.113	0.081
3	0.389	0.113	0.022	0.082
4	0.302	0.120	0.115	0.082
5	0.144	0.124	-0.160	0.082
6	0.123	0.125	-0.112	0.084
7	0.189	0.126	0.219	0.085
8	0.095	0.127	-0.098	0.088
9	0.054	0.128	-0.051	0.089
10	0.068	0.128	-0.019	0.089
11	0.102	0.128	0.169	0.089
12	0.026	0.129	-0.114	0.091
13	0.022	0.129	-0.002	0.092
14	0.013	0.129	-0.139	0.092
15	-0.087	0.129	-0.073	0.093
16	-0.125	0.129	-0.141	0.093
17	-0.074	0.130	0.126	0.094
18	-0.100	0.130	0.038	0.095
19	-0.165	0.130	-0.049	0.095
20	-0.205	0.132	-0.020	0.096
21	-0.230	0.133	0.000	0.096
22	-0.243	0.136	-0.066	0.096
23	-0.194	0.138	0.009	0.096
24	-0.153	0.140	-0.012	0.096
	ค่าเฉลี่ย 99.739		ค่าเฉลี่ย -0.074	





รูปที่ 3.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ออโตคอริเลชันของตัวอย่างจากค่า I



รูปที่ 3.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ออโตคอริเลชันของตัวอย่างของนอตต่าง ครั้ง  
ที่ 1 จากค่า I

จากรูปที่ 3.1 จะเห็นว่าค่า  $r_k$  เมื่อ  $k = 1, 2, \dots, 24$  มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างเร็ว แสดงว่าเป็นอนุกรมเวลาแบบคงที่ การเลือกรูปแบบขึ้นกับการเปรียบเทียบรูปแบบของ  $r_k$  กับรูปแบบของ  $\rho_k$  ตามรูปที่ 2.4 รูปแบบที่เป็นไปได้คือ AR(1) AR(2) และ ARMA (1,1) ซึ่งรูปแบบของ AR(1) คือ

$$(Y_t - \mu) - \phi_1(Y_{t-1} - \mu) = e_t \quad \text{โดยที่ } |\phi_1| < 1$$

รูปแบบของ AR(2) คือ

$$(Y_t - \mu) - \phi_1(Y_{t-1} - \mu) - \phi_2(Y_{t-2} - \mu) = e_t \quad \text{โดยที่ } \begin{aligned} \phi_2 + \phi_1 &< 1 \\ \phi_2 - \phi_1 &< 1 \\ -1 &< \phi_2 < 1 \end{aligned}$$

รูปแบบของ ARMA(1,1) คือ

$$(Y_t - \mu) - \phi_1(Y_{t-1} - \mu) = e_t - \theta_1 e_{t-1} \quad \text{โดยที่ } |\theta_1| < 1 \\ |z_1| < 1$$

ข. การประมาณค่าพารามิเตอร์

ค่าประมาณเบื้องต้นของพารามิเตอร์ กำหนดจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ออโตกริเคชันกับพารามิเตอร์แต่ละรูปแบบ หรือได้จากตารางที่ 2.3 รูปที่ 2.5 รูปที่ 2.6 รูปที่ 2.7 โดยใช้  $r_k$  เป็นค่าประมาณของ  $f_k$

รูปแบบ AR(1) หรือ ARIMA(1,0,0)

$$\mu = 99.739 \quad \text{ค่าประมาณพารามิเตอร์เบื้องต้น } \hat{\phi}_1 = 0.641 \\ \text{ค่าประมาณพารามิเตอร์สุดท้าย } \hat{\phi}_1 = 0.626$$

$$\text{ดังนั้น } Y_t = 99.739 + 0.626(Y_{t-1} - 99.739) + e_t$$

รูปแบบ AR(2) หรือ ARIMA(2,0,0)

$$\mu = 99.739 \quad \text{ค่าประมาณพารามิเตอร์เบื้องต้น } \hat{\phi}_1 = 0.570 \text{ และ } \hat{\phi}_2 = 0.10 \\ \text{ค่าประมาณพารามิเตอร์สุดท้าย } \hat{\phi}_1 = 0.606 \text{ และ } \hat{\phi}_2 = 0.114$$

$$\text{ดังนั้น } Y_t = 99.739 + 0.606(Y_{t-1} - 99.739) + 0.114(Y_{t-2} - 99.739) + e_t$$

รูปแบบ ARMA(1,1) หรือ ARIMA(1,0,1)

$$\mu = 99.739 \quad \text{ค่าประมาณพารามิเตอร์เบื้องต้น } \hat{\phi}_1 = 0.70; \hat{\theta}_1 = 0.10 \\ \text{ค่าประมาณพารามิเตอร์สุดท้าย } \hat{\phi}_1 = 0.691; \hat{\theta}_1 = 0.116$$

$$\text{ดังนั้น } Y_t = 99.739 + 0.691(Y_{t-1} - 99.739) + e_t - 0.116e_{t-1}$$

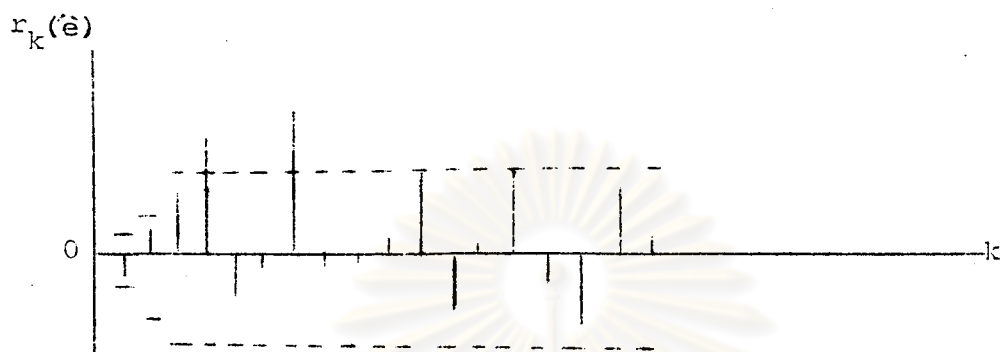
ก. การตรวจสอบรูปแบบ

ตรวจสอบรูปแบบโดยวิธีที่กล่าวถึงในตอนี้ 2.6.4.3.1 คือ

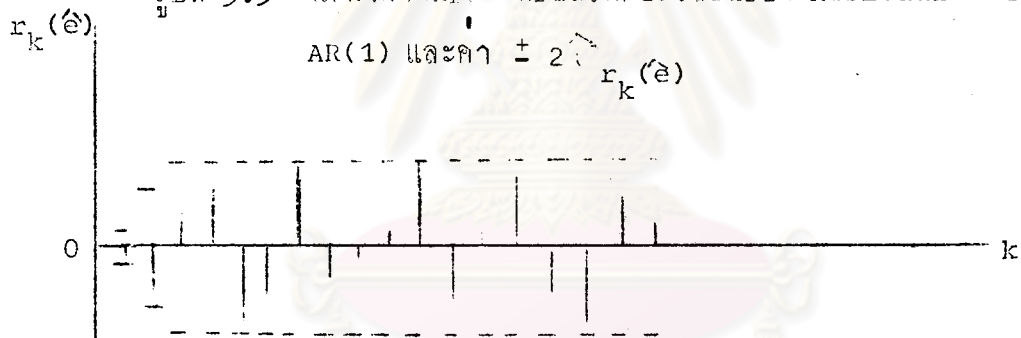
ตรวจสอบสมมติฐานที่ว่า  $r_k(\hat{e}) = 0$  ทุกค่า  $k$

ตารางที่ 3.13 แสดงค่า Residual Autocorrelation ของรูปแบบ  
AR(2) ของค่า I

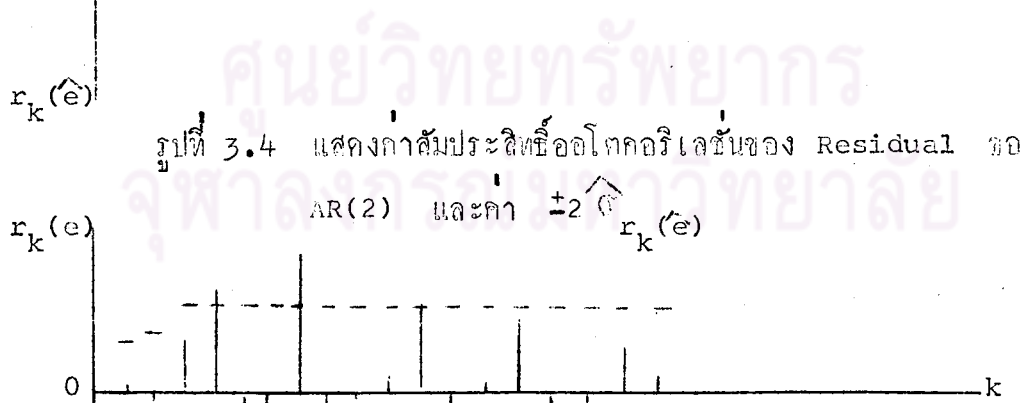
k	$r_k(\hat{e})$	$r_k(\hat{e})$
1	-0.016	0.009
2	-0.075	0.052
3	0.037	0.076
4	0.127	0.076
5	-0.109	0.076
6	-0.074	0.076
7	0.145	0.076
8	-0.050	0.076
9	-0.045	0.076
10	0.023	0.076
11	0.153	0.076
12	-0.091	0.076
13	-0.007	0.076
14	0.120	0.076
15	0.083	0.076
16	-0.136	0.076
17	0.098	0.076
18	0.022	0.076



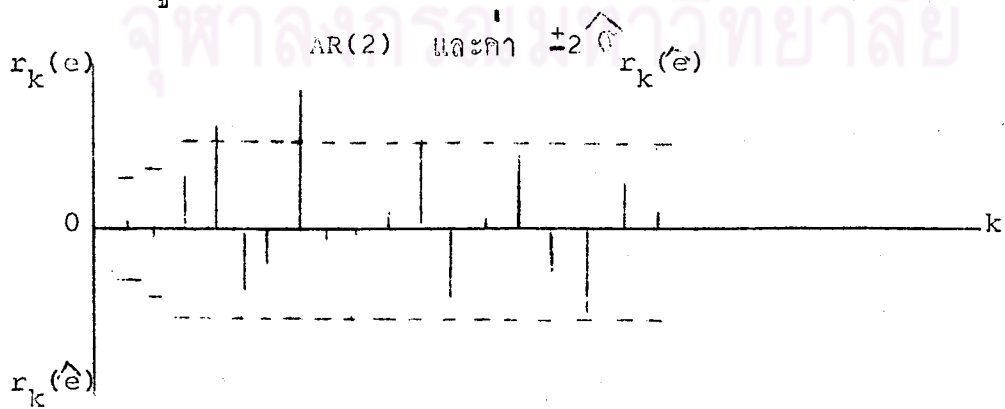
รูปที่ 3.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่ออกนอกกรอบขีดของ Residual ของรูปแบบ



AR(1) และค่า  $\pm 2\hat{\sigma}_{r_k(e)}$



รูปที่ 3.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่ออกนอกกรอบขีดของ Residual ของรูปแบบ



AR(2) และค่า  $\pm 2\hat{\sigma}_{r_k(e)}$

การตรวจสอบรูปแบบจากวิธีที่กล่าวถึงในตอน 2.6.4.3.1 พิจารณารูปที่ 3.4 และตารางที่ 3.13 จะพบว่ารูปแบบ AR(2) เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนี้

การตรวจสอบรูปแบบโดยใช้ ไค-สแควร์ ( $\chi^2$ -test) ที่กล่าวถึงในตอน 2.6.4.3.2

ตารางที่ 3.14 แสดงการเปรียบเทียบค่า  $Q_{(18-a)}$  กับ  $\chi^2_{.95(18-a)}$

	AR(1)	AR(2)	ARMA(1,1)
$Q_{(18-a)}$	28.54	26.27	28.68
$\chi^2_{.95(18-a)}$	26.30	25.00	25.00

$$K = 18, a = \text{จำนวนพารามิเตอร์ในแต่ละรูปแบบ} \quad Q_{(18-a)} = n \sum_{k=1}^2 r_k^2(\hat{e})$$

จากการตรวจสอบรูปแบบวิธีที่กล่าวถึงในตอน 2.6.4.3.2 ตามตารางที่ 3.14 จะพบว่าไม่มีรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนี้ อย่างไรก็ตาม จากการตรวจสอบรูปแบบทั้ง 2 วิธี รูปแบบที่ใช้ได้ดีที่สุดคือ AR(2)

#### ง. การพยากรณ์

รูปแบบที่เหมาะสมของอัตราร้อยละของค่าเหตุการณ์ผิดปกติ (I) โดยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ คือ AR(2) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$Y_t = 99.739 + 0.606(Y_{t-1} - 99.739) + 0.114(Y_{t-2} - 99.739) + e_t$$

ผลจากสมการนี้ จะได้อาคาดหมาย ดังแสดงในตารางที่ 3.15

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นอัตราร้อยละของค่า CI ดังแสดงในตารางที่ 3.6 มีขั้นตอนตามลำดับดังต่อไปนี้

#### ก. การกำหนดรูปแบบ

นำค่า CI ดังแสดงในตาราง 3.6 มาหารูปแบบโดยเทคนิคของ

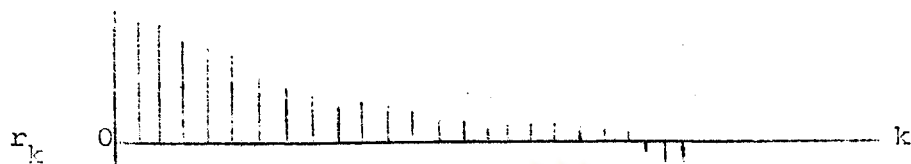
ตารางที่ 3.15 แสดงค่าคาดหมายของอัตราร้อยละของค่าเหตุการณ์ผิดปกติ (I) โดยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์  
จากรูปแบบ AR (2) หรือ ARIMA (2,0,0)

ปี	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เมย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2506	-	-	-	-	-	104.64	108.18	108.15	96.88	92.58	97.35	99.24
2507	92.45	91.66	92.86	96.06	98.22	96.44	93.78	93.59	93.17	94.35	97.19	94.73
2508	89.92	81.24	84.69	89.28	89.99	92.51	92.15	88.84	91.99	95.66	95.27	94.26
2509	93.47	84.32	86.27	96.88	99.31	102.32	104.59	110.87	105.51	95.70	108.97	109.64
2510	100.61	107.88	106.19	111.56	95.08	106.38	95.36	93.09	95.37	112.23	111.17	103.42
2511	110.73	105.96	103.61	97.42	102.89	103.90	102.13	104.13	106.09	99.49	99.84	95.18
2512	96.18	98.82	98.74	103.31	108.14	102.86	107.76	106.47	100.02	103.42	105.15	101.78
2513	96.68	100.46	102.85	106.71	112.85	120.58	119.62	122.22	119.40	112.73	95.50	93.62
2514	100.59	97.36	94.66	94.60	94.52	94.66	94.30	92.49	92.34	93.23	94.64	95.90
2515	92.68	95.15	99.05	97.18	93.02	93.57	96.64	95.92	95.68	96.10	98.88	105.10
2516	104.66	103.99	103.32	100.25	103.28	98.93	102.06	106.48	107.79	101.30	98.79	102.57
2517	106.92	116.24	103.20	96.92	99.14	94.18	97.04	93.36	96.72	94.36	96.39	98.07
2518	101.79	103.60	105.08	102.76	95.76	98.12	94.73	90.83	97.27	105.91	93.11	93.38
2519	100.07	98.73	98.40	94.05	94.79	89.43	89.79	89.37	93.75	91.92	89.76	93.99
2520	95.91	101.20	103.64	99.12	96.32	101.04	103.79	105.23	112.52	112.22	-	-

- หมายถึง ค่าข้อมูลที่หายไปเนื่องจากการกำหนดรูปแบบ

ตารางที่ 3.16 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวขายงู ( $r_k$ ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sqrt{\text{Var } r_k}$ ) ของค่า C I

k	ข้อมูลจริง		ข้อมูลจากผลต่าง ครั้งที่ 1	
	$r_k$	$\sqrt{\text{Var } r_k}$	$r_k$	$\sqrt{\text{Var } r_k}$
1	.871	.075	-.236	.075
2	.806	.118	-.259	.079
3	.730	.146	.233	.083
4	.622	.165	.067	.087
5	.560	.177	-.153	.087
6	.504	.187	-.024	.089
7	.459	.194	.204	.089
8	.413	.200	-.077	.091
9	.388	.205	-.060	.092
10	.360	.209	.011	.092
11	.332	.212	.097	.092
12	.308	.215	.004	.092
13	.283	.218	.036	.092
14	.253	.220	.057	.093
15	.208	.221	-.053	.093
16	.171	.222	-.046	.093
17	.147	.223	.084	.093
18	.117	.224	.023	.093
19	.085	.224	-.004	.094
20	.056	.224	.028	.094
21	.022	.224	-.053	.094
22	-.008	.224	-.079	.094
23	-.017	.224	.086	.094
24	-.029	.224	-.004	.095
	ค่าเฉลี่ย	103.959	ค่าเฉลี่ย	-0.687
	s.d.	27.107	s.d.	10.788



รูปที่ 3.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ออโตคორิเลชันของตัวอย่างจากค่า CI



รูปที่ 3.7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ออโตคอริเลชันของอนุภาคครั้งที่ 1 จากค่า CI

จากรูป 3.6 จะเห็นว่าค่า  $r_k$  เมื่อ  $k = 1, 2, \dots, 24$  มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้า แสดงว่าเป็นอนุกรมเวลาแบบไม่คงที่ ดังนั้นพิจารณาจากรูปแบบที่ 3.7 จะเห็นว่า เป็นอนุกรมเวลาแบบคงที่ นำค่าผลต่างครั้งที่ 1 ไปเลือกรูปแบบ การเลือกรูปแบบขึ้นกับการเปรียบเทียบรูปแบบของ  $r_k$  กับรูปแบบของ  $\rho_k$  ตามรูปที่ 2.4 รูปแบบที่เป็นไปได้คือ ARIMA(1,1,0) ; ARIMA(2,1,0) และ ARIMA(1,1,1)

รูปแบบของ ARIMA(1,1,0) คือ

$$(Y_t - Y_{t-1}) - \phi_1(Y_{t-1} - Y_{t-2}) = e_t \quad \text{โดยที่ } |\phi_1| < 1$$

รูปแบบของ ARIMA(2,1,0) คือ

$$(Y_t - Y_{t-1}) - \phi_1(Y_{t-1} - Y_{t-2}) - \phi_2(Y_{t-2} - Y_{t-3}) = e_t \quad \text{โดยที่ } \begin{aligned} \phi_1 + \phi_2 &< 1 \\ \phi_2 - \phi_1 &< 1 \\ -1 &< \phi_2 < 1 \end{aligned}$$

รูปแบบของ ARIMA(1,1,1) คือ

$$(Y_t - Y_{t-1}) - \phi_1(Y_{t-1} - Y_{t-2}) = e_t - \theta_1 e_{t-1} \quad \text{โดยที่ } \begin{aligned} |\phi_1| &< 1 \\ |\theta_1| &< 1 \end{aligned}$$



## ข. การประมาณค่าพารามิเตอร์

ค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น คำนวณจากความผันผวนระหว่างค่า  
สัมประสิทธิ์ออโตคอรเรลชันกับพารามิเตอร์แต่ละรูปแบบ หรือได้จากตารางที่ 2.3 รูปที่ 2.5  
รูปที่ 2.6 และรูปที่ 2.7 โดยใช้  $r_k$  เป็นค่าประมาณของ  $\hat{\gamma}_k$

รูปแบบ ARIMA(1,1,0)

ค่าประมาณของพารามิเตอร์เบื้องต้น  $\hat{\phi}_1 = -0.236$

ค่าประมาณพารามิเตอร์สุดท้าย  $\hat{\phi}_1 = -0.234$

$$\text{ดังนั้น } Y_t = Y_{t-1} - 0.234(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + e_t$$

รูปแบบ ARIMA(2,1,0)

ค่าประมาณพารามิเตอร์เบื้องต้น  $\hat{\phi}_1 = -0.32$  และ  $\hat{\phi}_2 = -0.30$

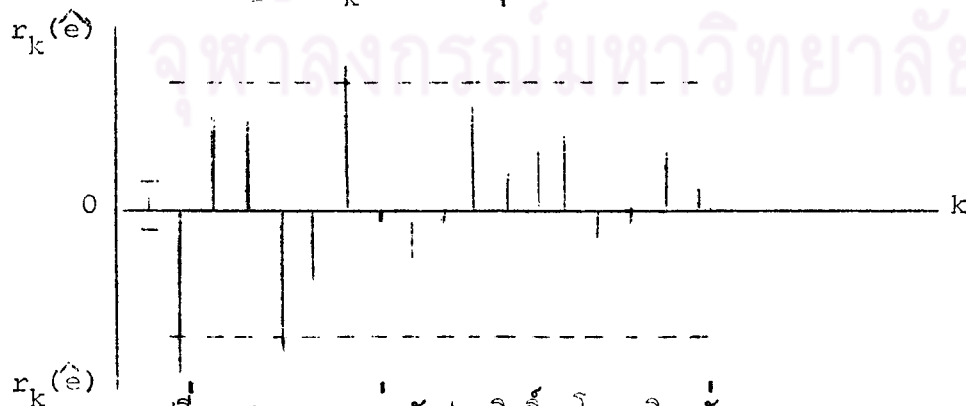
ค่าประมาณพารามิเตอร์สุดท้าย  $\hat{\phi}_1 = -0.26$  และ  $\hat{\phi}_2 = -0.30$

$$\text{ดังนั้น } Y_t = Y_{t-1} - 0.32(Y_{t-1} - Y_{t-2}) - 0.30(Y_{t-2} - Y_{t-3}) + e_t$$

สำหรับรูปแบบ ARIMA(1,1,1) ไม่มีค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น แสดงว่าข้อมูล  
ชุดนี้ใช้รูปแบบนี้ไม่ได้

## ค. การตรวจสอบรูปแบบ

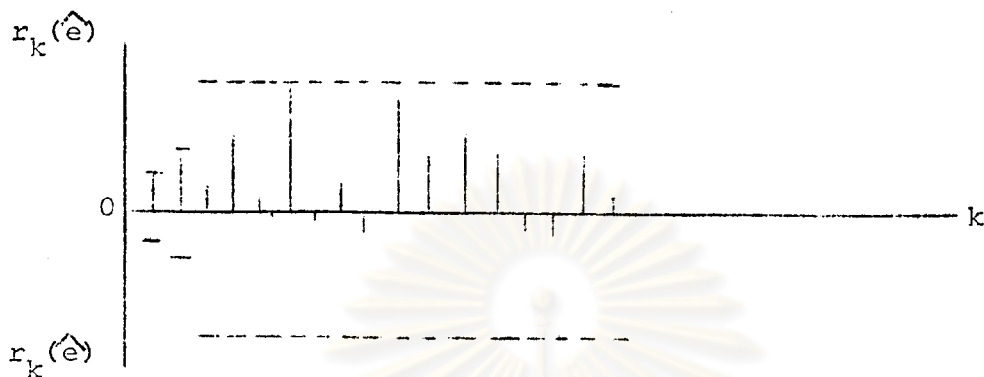
ตรวจสอบรูปแบบโดยวิธีที่กล่าวถึงในตอนที่ 2.6.4.3.1 คือ  
การตรวจสอบสมมติฐาน  $r_k(\hat{e}) = 0$  ทุกค่า  $k$



รูปที่ 3.8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ออโตคอรเรลชันของ Residual ของรูปแบบ

ตารางที่ 3.17 แสดงว่า Residual Autocorrelation ของรูปแบบ  
ARIMA (2,1,0) ของค่า CI

k	$r_k(\hat{\epsilon})$	$\hat{\sigma}_{r_k}(\hat{\epsilon})$
1	0.043	0.022
2	0.049	0.026
3	0.039	0.075
4	0.106	0.075
5	0.017	0.075
6	-0.010	0.075
7	0.159	0.075
8	-0.052	0.075
9	0.061	0.075
10	-0.003	0.075
11	0.157	0.075
12	0.071	0.075
13	0.107	0.075
14	0.091	0.075
15	-0.004	0.075
16	-0.019	0.075
17	0.103	0.075
18	0.058	0.075



รูปที่ 3.9 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของออโตคอรเรลชันของ Residual ของรูปแบบ ARIMA(2,1,0) และค่า  $\pm 2\hat{\sigma}_{r_k(\hat{e})}$

จากการตรวจสอบจากวิธีที่กล่าวถึงในตอน 2.6.4.3.1 พิจารณารูปที่ 3.9 และตามตารางที่ 3.17 จะพบว่ารูปแบบ ARIMA(2,1,0) เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนี้

การตรวจสอบรูปแบบโดยใช้ไค-สแควร์ ( $\chi^2$ -test) ที่กล่าวถึงในตอน

2.6.4.3.2

ตารางที่ 3.18 แสดงการเปรียบเทียบค่า  $Q(18-a)$  กับ  $\chi^2_{.95(18-a)}$

	ARIMA(1,1,0)	ARIMA(2,1,0)
$Q(18-a)$	37.55	26.29
$\chi^2_{.95(18-a)}$	27.50	26.30

$$K = 18, a = \text{จำนวนพารามิเตอร์ในแต่ละรูปแบบ} \quad Q_{(18-a)}^2 = n \sum_{k=1}^{18} r_k^2(\hat{e})$$

จากการตรวจสอบรูปแบบวิธีที่กล่าวถึงในตอน 2.6.4.3.2 ตามตารางที่ 3.18 จะพบว่ารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนี้คือ ARIMA(2,1,0)

จากการตรวจสอบรูปแบบทั้ง 2 วิธี รูปแบบที่ใช้ได้ที่ดีที่สุดคือ ARIMA(2,1,0)

ตารางที่ 3.19 แสดงค่าคาดหมายของอัตราร้อยละของค่าวัฏจักรรวมค่าเหตุผิดปกติ (CI) โดยเทคนิคของ  
บ็อกซ์และเจนกินส์ จากรูปแบบ ARIMA (2,1,0)

ปี	ค.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2506	-	-	-	242.64	226.56	196.89	209.92	184.60	164.78	156.92	154.85	150.99
2507	138.91	138.35	132.17	134.94	135.41	131.16	126.10	122.76	118.08	117.95	119.19	113.13
2508	106.63	91.95	95.19	93.68	94.61	98.36	95.44	91.19	94.12	94.56	93.57	92.79
2509	90.23	77.95	81.37	87.11	87.73	94.46	95.31	101.94	94.24	87.10	99.64	91.89
2510	88.61	96.62	88.29	97.64	77.48	95.10	72.80	79.44	75.67	91.58	87.20	86.89
2511	93.82	84.16	86.66	78.28	84.52	81.57	82.53	84.86	85.63	79.89	82.62	75.11
2512	78.14	78.54	78.97	84.85	88.70	84.70	93.12	88.32	85.27	89.70	88.37	87.05
2513	83.51	87.63	87.65	93.90	100.82	109.96	110.29	117.40	113.34	108.98	90.61	90.81
2514	91.74	87.38	89.26	88.26	87.85	88.80	89.05	87.56	88.38	89.11	91.26	93.48
2515	90.44	95.63	98.47	97.30	95.10	96.23	98.46	97.86	99.97	100.43	104.46	112.54
2516	112.11	115.31	114.26	110.65	115.82	107.65	115.90	118.23	121.45	114.77	114.20	116.45
2517	120.69	134.83	116.18	117.43	113.62	103.92	111.44	101.97	110.33	103.14	109.33	108.91
2518	115.01	116.83	120.21	116.98	108.63	112.26	102.46	100.08	107.13	114.21	97.99	106.34
2519	105.91	103.06	105.96	98.16	99.72	89.26	91.39	86.60	91.96	86.64	86.45	89.22
2520	88.31	94.90	95.27	90.64	87.95	89.69	88.65	90.00	95.76	91.97	95.30	101.92

- หมายถึงค่าข้อมูลที่หายเนื่องจากการกำหนดรูปแบบ

### ง. การพยากรณ์

รูปแบบที่เหมาะสมของอัตราขยายของค่าตัวชี้กรรวมเหตุการณ์ผิดปกติ (CI) โดยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ คือ ARIMA(2,1,0) ซึ่งมีรูปแบบ ดังนี้

$$Y_t = Y_{t-1} - 0.32(Y_{t-1} - Y_{t-2}) - 0.30(Y_{t-2} - Y_{t-3}) + e_t$$

ผลจากสมการนี้จะได้อัตราความยั้งยั้งแสดงในตารางที่ 3.19

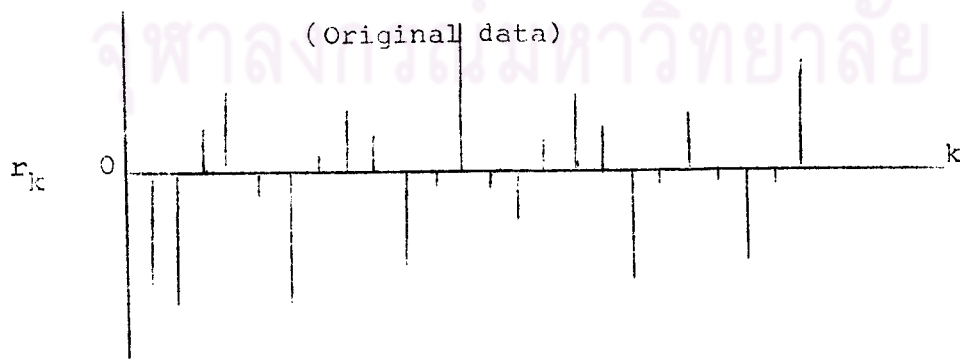
3.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเดิม (Original data) ดังแสดงในตารางที่ 3.1 มีขั้นตอนตามลำดับดังต่อไปนี้

### ก. การกำหนดรูปแบบ

นำค่าข้อมูลเดิม (Y) ดังแสดงในตารางที่ 3.1 มาหาในรูปแบบโดยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ เริ่มโดยการหาค่า  $r_k$  ดังแสดงในตาราง 3.20 และรูปที่ 3.10 รูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ออโตคอร์เรเลชันของตัวอย่างจากค่าข้อมูลเดิม



รูปที่ 3.11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ออโตคอร์เรเลชันของตัวอย่าง ของผลต่างครั้ง

ตารางที่ 3.20 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวอย่าง ( $r_k$ ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sqrt{\text{Var } r_k}$ ) ของข้อมูลเดิม

k	ข้อมูลจริง		ข้อมูลจากผลต่าง ครั้งที่ 1	
	$r_k$	$\sqrt{\text{Var } r_k}$	$r_k$	$\sqrt{\text{Var } r_k}$
1	.964	.075	-.202	.075
2	.935	.126	-.384	.078
3	.933	.160	.125	.088
4	.930	.188	.264	.089
5	.906	.212	-.030	.093
6	.887	.232	-.434	.093
7	.896	.250	.048	.104
8	.899	.268	.169	.104
9	.892	.284	.107	.105
10	.878	.299	-.319	.106
11	.881	.313	-.044	.111
12	.884	.327	.532	.111
13	.860	.340	-.062	.125
14	.839	.352	-.248	.125
15	.833	.362	.020	.128
16	.831	.373	.223	.128
17	.810	.383	.030	.130
18	.790	.392	-.436	.130
19	.797	.401	-.037	.138
20	.803	.410	.293	.138
21	.787	.419	-.013	.141
22	.772	.427	-.263	.141
23	.771	.434	-.068	.144
24	.771	.442	.499	.144
	ค่าเฉลี่ย	54623.43	ค่าเฉลี่ย	605.737

ตารางที่ 3.20 (ข) แสดงค่าสัมประสิทธิ์อัตโนมัติของตัวอย่าง ( $r_k$ ) และด้วย  
เบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sqrt{\text{Var } r_k}$ ) ของข้อมูลที่ได้จากนอตต่าง  $n$  lag  
ที่ 1 และ 12 ของข้อมูลเดิม

$k$	$r_k$	$\sqrt{\text{Var } r_k}$
1	-.318	.077
2	-.211	.085
3	.069	.088
4	.183	.088
5	-.150	.090
6	-.013	.092
7	.177	.092
8	-.257	.094
9	.161	.098
10	-.006	.100
11	-.195	.100
12	-.507	.102
13	.168	.116
14	.218	.118
15	-.154	.120
16	-.076	.121
17	.068	.121
18	.074	.122
19	-.214	.122
20	.180	.124
21	-.116	.126
22	.051	.126

จากรูปที่ 3.10 จะเห็นว่า  $r_k$  ของข้อมูลจริงเมื่อ  $k = 1, 2, 3, \dots$  เปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้า ซึ่งเป็นอนุกรมเวลาแบบไม่คงที่ ดังนั้นพิจารณาแบบที่ 3.11 จะเห็นว่า เป็นอนุกรมเวลาแบบคงที่ นำค่ามาต่างครั้งที่ 1 ไปเลือกรูปแบบ การเลือกรูปแบบขึ้นกับการเปรียบเทียบรูปแบบของ  $r_k$  กับรูปแบบของ  $f_k$  ตามรูปที่ 2.4 รูปแบบที่เข้าไปได้ คือ ARIMA(1,1,0) ARIMA(2,1,0) และรูปแบบที่มีฤดูกาล (Seasonal Model)

รูปแบบของ ARIMA(1,1,0) คือ

$$(Y_t - Y_{t-1}) - \phi_1(Y_{t-1} - Y_{t-2}) = e_t \quad \text{โดยที่ } |\phi_1| < 1$$

รูปแบบของ ARIMA(2,1,0) คือ

$$(Y_t - Y_{t-1}) - \phi_1(Y_{t-1} - Y_{t-2}) - \phi_2(Y_{t-2} - Y_{t-3}) = e_t \quad \text{โดยที่ } \begin{aligned} \phi_1 + \phi_2 &< 1 \\ \phi_2 - \phi_1 &< 1 \\ -1 &< \phi_2 < 1 \end{aligned}$$

รูปแบบที่มีฤดูกาลหรือ ARIMA(0,1,1)  $\times$  ARIMA(0,1,1)<sub>12</sub> คือ

$$Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} + Y_{t-13} = e_t - \theta e_{t-1} - \theta^* e_{t-12} + \theta\theta^* e_{t-13} \quad \text{โดยที่ } \begin{aligned} -1 &< \theta < 1 \\ -1 &< \theta^* < 1 \end{aligned}$$

ข. การประมาณค่าพารามิเตอร์

ค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นคำนวณจาก ความผันผวนของข้อมูลคล-  
ริเคซ์กับพารามิเตอร์แต่ละรูปแบบหรือได้จากตารางที่ 2.3 รูปที่ 2.5 รูปที่ 2.6 รูปที่  
2.7 โดยให้  $r_k$  เป็นค่าประมาณของ  $f_k$

รูปแบบของ ARIMA(1,1,0)

$$\text{ค่าประมาณพารามิเตอร์เบื้องต้น } \hat{\phi}_1 = -0.202$$

$$\text{ค่าประมาณพารามิเตอร์สุดท้าย } \hat{\phi}_1 = -0.192$$

$$\text{ดังนั้น } Y_t = Y_{t-1} - 0.192(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + e_t$$



รูปแบบ ARIMA(2,1,0)

ค่าประมาณพารามิเตอร์เบื้องต้น  $\hat{\phi}_1 = -0.32$  และ  $\hat{\theta}_2 = -0.42$

ค่าประมาณพารามิเตอร์สุดท้าย  $\hat{\phi}_1 = -0.27$  และ  $\hat{\theta}_2 = -0.42$

ดังนั้น  $Y_t = Y_{t-1} - 0.27(Y_{t-1} - Y_{t-2}) - 0.42(Y_{t-2} - Y_{t-3}) + e_t$

รูปแบบ ARIMA(0,1,1) x ARIMA(0,1,1)<sub>12</sub>

ค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นได้จาก  $\hat{\rho}_1 = \frac{-\theta}{1+\theta^2}$  และ  $\hat{\rho}_{12} = \frac{-\theta^*}{1+\theta^{*2}}$   
โดยที่  $-1 < \theta < 1$   
 $-1 < \theta^* < 1$

ค่าประมาณพารามิเตอร์เบื้องต้น  $\hat{\theta} = 0.36$  และ  $\hat{\theta}^* = 0.98$

ค่าประมาณพารามิเตอร์สุดท้าย  $\hat{\theta} = 0.36$  และ  $\hat{\theta}^* = 0.63$

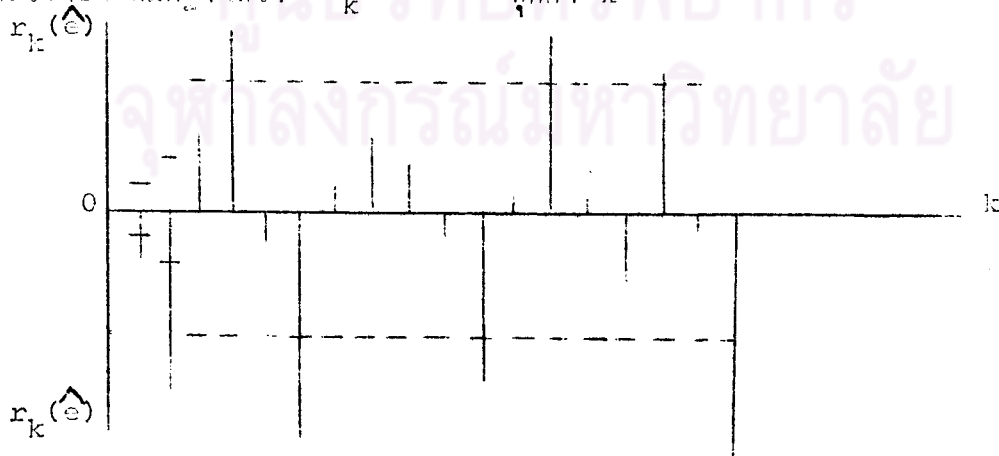
ดังนั้น  $Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + e_t - 0.36e_{t-1} - 0.63e_{t-2} + (0.36)(0.63)e_{t-13}$

สำหรับรูปแบบ ARIMA(1,1,1) ไม่มีค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น แสดงว่าข้อ  
มูลชุดนี้ ในรูปแบบที่ไม่ได้

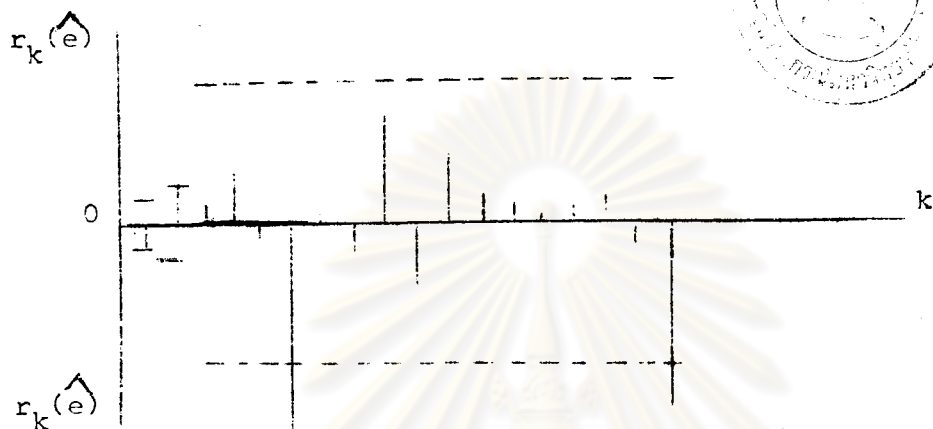
ค. การตรวจสอบรูปแบบ

ตรวจสอบรูปแบบโดยวิธีที่กล่าวถึงในตอนที่ 2.6.4.3.1 คือ

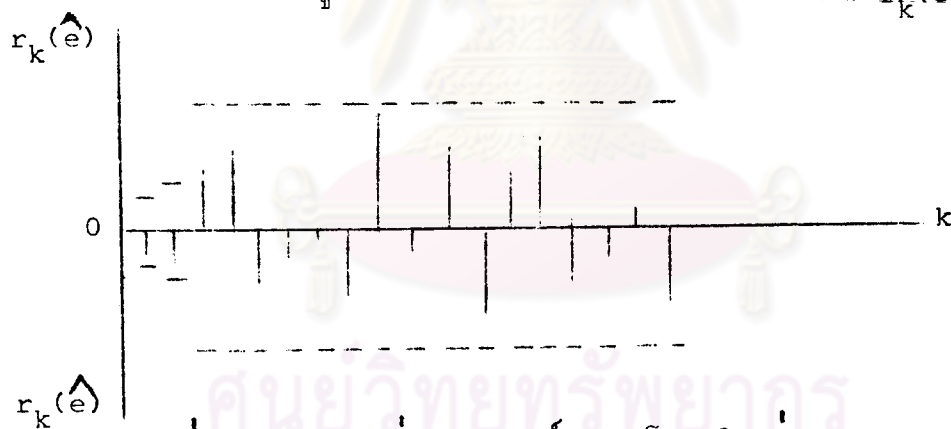
ตรวจสอบสมมติฐานที่ว่า  $r_k(e) = 0$  ทุกค่า k



รูปที่ 3.12 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของออโตคอร์เรลชันของ Residual ของ



รูปที่ 3.13 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของออโตคอรเรลชันของ Residual ของ  
รูปแบบ ARIMA(2,1,0) และค่า  $\pm 2\sigma r_k(e)$



รูปที่ 3.14 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของออโตคอรเรลชันของ Residual ของ  
รูปแบบ ARIMA(0,1,1) x ARIMA(0,1,1)<sub>12</sub> และค่า  
 $\pm 2\sigma r_k(e)$

การตรวจสอบรูปแบบจากวิธีที่กล่าวถึงในตอน 2.6.4.3.1 พิจารณารูปที่ 3.14 และภาพการร่างที่ 3.21 จะพบว่ารูปแบบ ARIMA(0,1,1) x ARIMA(0,1,1)<sub>12</sub> เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้

ตารางที่ 3.21 แสดงค่า Residual Autocorrelation ของรูปแบบ  
ARIMA (0, 1, 1) x (0, 1, 1)<sub>12</sub> ของข้อมูลเดิม

k	$r_k(\hat{e})$	$\hat{r}_k(\hat{e})$
1	-0.013	0.051
2	-0.023	0.063
3	0.077	0.075
4	0.105	0.075
5	-0.092	0.075
6	-0.081	0.075
7	-0.011	0.075
8	-0.108	0.075
9	0.133	0.075
10	-0.038	0.075
11	0.077	0.075
12	-0.103	0.075
13	0.084	0.075
14	0.145	0.075
15	-0.090	0.075
16	-0.069	0.075
17	0.015	0.075
18	-0.081	0.075

การตรวจสอบโดยใช้ โล-สแควร์ ( $\chi^2$ -test) ที่กล่าวถึงในตอน 2.6.4.3.2

ตารางที่ 3.22 แสดงการเปรียบเทียบ  $Q_{(18-a)}$  กับ  $\chi^2_{.95(18-a)}$

	ARIMA(1,1,0)	ARIMA(2,1,0)	ARIMA(0,1,1)xARIMA(0,1,1) <sub>12</sub>
$Q_{(18-a)}$	210.31	102.47	20.32
$\chi^2_{.95(18-a)}$	27.50	26.30	26.30

$K = 18$  ,  $a =$  จำนวนพารามิเตอร์ในแต่ละรูปแบบ  $Q_{(18-a)} = n \sum_{k=1}^{18} r_k^2(\hat{e})$

จากการตรวจสอบรูปแบบวิธีที่กล่าวถึงในตอน 2.6.4.3.2 ตามตาราง 3.22 จะพบว่ารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนี้คือ ARIMA(0,1,1)xARIMA(0,1,1)<sub>12</sub> หรือรูปแบบที่มีฤดูกาล (Seasonal Model)

จากการตรวจสอบรูปแบบทั้ง 2 วิธี รูปแบบที่ใช้ได้ที่ดีที่สุดคือ ARIMA(0,1,1)x

ARIMA(0,1,1)<sub>12</sub>

ง. การพยากรณ์

รูปแบบที่เหมาะสมของข้อมูลเดิมคือจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในประเทศไทยโดยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ คือ ARIMA(0,1,1)xARIMA(0,1,1)<sub>12</sub> ซึ่งมีรูปแบบการตั้งนี้

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + e_t - 0.36e_{t-1} - 0.63e_{t-12} + (0.36)(0.63)e_{t-13}$$

ผลจากสมการนี้จะได้อาคาดหมายดังแสดงในตารางที่ 3.23

ตารางที่ 3.23 แสดงค่าคาดหมายของจำนวนนักท่องเที่ยวโดยใช้เทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ จากรูปแบบ  
ARIMA (0,1,1) x (0,1,1)<sub>12</sub>

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.จ.	พ.ย.	ธ.ค.
506	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
507	-	13,373	21,468	19,839	13,842	16,204	18,248	15,612	15,240	20,178	21,088	18,706
508	17,432	14,685	20,547	19,882	15,157	16,496	19,306	17,413	17,152	22,186	22,071	20,465
509	18,984	17,505	22,015	23,195	20,815	21,019	23,842	26,288	24,373	25,175	28,167	28,110
510	23,444	26,344	30,939	31,330	24,568	25,251	26,109	24,229	22,055	32,859	33,001	29,790
511	31,738	30,078	34,526	28,394	31,629	27,064	31,060	32,851	33,849	35,389	33,794	38,882
512	31,020	31,809	35,727	37,524	39,967	33,639	40,111	42,013	37,219	43,024	43,119	45,133
513	40,584	40,996	46,855	49,953	50,894	52,156	56,254	60,163	50,152	60,587	50,651	50,054
514	52,684	50,232	54,084	55,361	531,30	47,028	54,056	72,905	48,448	51,628	57,016	53,777
515	57,655	57,994	66,655	68,025	63,183	56,832	65,099	67,256	63,434	68,394	75,131	83,788
516	62,531	61,307	64,713	62,915	64,357	75,031	82,713	90,516	86,427	90,535	93,863	97,045
517	97,189	104,337	98,437	94,869	89,513	80,182	91,444	90,116	82,154	90,557	100,428	104,540
518	105,334	94,557	103,893	108,815	92,149	90,315	94,479	95,735	87,618	109,705	104,139	106,745
519	105,750	95,562	101,124	95,684	92,004	77,389	86,600	95,399	87,583	87,964	94,458	104,882
520	93,582	92,616	99,790	97,183	84,763	81,423	94,045	105,766	96,901	101,452	113,062	126,456

- หมายถึง ค่าข้อมูลที่หายไปเนื่องจากการกำหนดรูปแบบ

ตารางที่ 3.24 แสดงค่าคาดหมายของจำนวนนักท่องเที่ยวโดยใช้ค่าแนวโน้มที่โมเดลมีลักษณะเป็นโค้งเดียว  
(Parabolic Trend)

ปี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เมย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
6	6,655	7,086	7,520	7,955	8,392	8,830	9,271	9,713	10,157	10,602	11,050	11,499
7	11,950	12,402	12,857	13,313	13,771	14,231	14,692	15,155	15,620	16,087	16,556	17,026
8	17,498	17,972	18,447	18,925	19,404	19,885	20,367	20,852	21,338	21,826	21,315	22,807
9	23,300	23,795	24,291	24,790	25,290	25,792	26,296	26,801	27,308	27,817	28,328	28,841
0	29,355	29,871	30,389	30,908	31,430	31,953	32,478	33,004	33,533	34,063	34,595	35,128
1	35,664	36,201	36,740	37,280	37,823	38,367	38,913	39,461	40,010	40,561	41,114	41,669
2	42,226	42,784	43,344	43,906	44,469	45,035	45,602	46,171	46,741	47,314	47,888	48,464
3	49,041	49,621	50,202	50,785	51,369	51,956	52,544	53,134	53,726	54,319	54,914	55,511
4	56,110	56,711	57,313	57,917	58,523	59,130	59,740	60,351	60,964	61,578	62,195	62,813
5	63,433	64,054	64,678	65,303	65,900	66,558	67,189	67,821	68,455	69,091	69,728	70,367
6	71,008	71,651	72,296	72,942	73,590	74,240	74,891	75,545	76,200	76,857	77,515	78,176
7	78,838	79,502	80,167	80,835	81,504	82,175	82,847	83,522	84,198	84,876	85,556	86,237
8	86,920	87,605	88,292	88,981	89,671	90,363	91,057	91,752	92,450	93,149	93,850	94,552
9	95,257	95,963	96,671	97,380	98,092	98,805	99,520	100,236	100,955	101,675	102,397	103,121
0	103,846	104,573	105,302	106,033	106,766	107,500	108,236	108,974	109,713	110,455	111,198	111,943

ตารางที่ 3.25 แสดงค่าคาดหมายของจำนวนนักท่องเที่ยว โดยใช้ค่าแนวโน้มจากตาราง 3.24 ปรับด้วยค่าดัชนีฤดูกาล (T x S)

ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
6,475	6,768	7,919	8,246	8,099	7,525	9,417	10,057	9,217	11,229	11,769	12,444
11,626	11,645	13,540	13,800	13,290	12,128	14,923	15,691	14,175	17,038	17,634	18,426
17,024	17,165	19,427	19,618	18,727	16,946	20,687	21,590	19,364	23,116	23,768	24,682
22,669	22,727	25,581	25,697	24,407	21,980	26,709	27,750	24,782	29,461	30,172	31,212
28,559	28,530	32,003	32,039	30,333	27,230	32,988	34,172	30,431	36,076	36,847	38,016
34,698	44,576	38,691	38,644	36,503	32,696	39,524	40,858	36,309	42,958	43,791	45,094
41,082	40,863	45,646	45,513	42,917	38,379	46,318	47,805	42,417	50,110	51,006	52,448
47,712	47,393	52,868	52,644	49,576	44,277	53,369	55,015	48,756	57,529	58,489	60,074
54,589	54,165	60,356	60,037	56,481	50,391	60,678	62,487	55,325	65,217	66,244	67,976
61,714	61,178	68,112	67,693	63,629	56,721	68,244	70,222	62,123	73,144	74,267	76,151
69,084	68,434	76,135	75,612	71,022	63,267	76,067	78,219	69,152	81,399	81,561	84,602
76,701	75,932	84,424	83,794	78,660	70,030	84,148	86,479	76,410	89,892	91,126	93,326
84,564	83,672	92,980	92,238	86,541	77,007	92,487	95,000	83,898	98,654	99,960	102,324
92,676	91,654	101,804	100,944	94,669	84,202	101,082	103,784	91,617	107,684	109,063	111,598
101,032	99,878	110,894	109,914	103,040	91,612	109,935	112,832	99,565	116,983	118,437	121,145

ตารางที่ 3.26 แสดงค่าคาดหมายของจำนวนนักท่องเที่ยวโดยใช้ค่าแนวโน้มปรับด้วยค่าดัชนีที่ถูกกาลตามตาราง 3.25 และปรับด้วยค่าวัฏจักรรวมเหตุการณ์ผิดปกติตามตาราง 3.19 (TxSxCI)

ก่อน												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เมย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ต.ค.	ก.ย.	ท.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
6	-	-	-	20,008	18,349	14,816	19,768	18,565	15,188	17,621	18,224	18,789
7	16,150	16,388	17,896	18,622	17,992	15,907	18,818	19,262	16,738	20,096	21,018	20,845
8	18,153	15,783	16,512	18,378	17,718	16,668	19,744	19,688	18,225	21,858	22,240	22,902
9	20,454	17,716	20,815	<b>22,385</b>	21,412	20,762	25,456	28,288	23,355	25,661	30,063	28,681
0	25,306	27,566	28,255	31,283	23,502	25,896	24,015	27,146	23,027	33,038	32,131	33,032
1	32,545	29,099	33,530	30,251	30,852	26,670	32,619	34,672	31,091	34,319	36,180	33,870
2	32,101	32,094	36,047	38,618	38,067	32,507	43,131	42,221	36,169	44,949	45,074	45,656
3	39,844	41,530	46,339	49,433	49,983	48,687	58,861	64,588	55,260	62,695	52,997	54,553
4	50,080	47,329	53,874	53,989	49,619	44,747	54,034	54,714	48,896	58,115	60,454	63,544
5	55,814	58,505	67,070	65,865	60,511	54,583	67,193	68,719	62,104	73,489	77,579	85,700
6	77,450	78,911	86,992	83,665	82,258	68,107	88,162	92,478	83,985	93,422	93,143	98,519
7	92,570	102,379	98,084	98,399	89,373	72,775	93,775	88,183	84,303	92,715	99,628	101,641
8	97,257	97,754	111,771	107,900	94,009	86,448	94,762	95,076	89,880	112,673	97,951	108,811
9	98,153	94,459	107,872	99,087	94,404	75,159	92,379	89,877	84,251	83,297	94,285	99,568
0	89,221	94,784	105,649	99,626	90,624	82,167	99,457	101,549	95,343	107,589	112,870	123,471

- หมายถึงค่าสูญหายไปเนื่องจากการกำหนดรูปแบบ



ตารางที่ 3.27 แสดงค่าคาดหมายจำนวนนักท่องเที่ยวโดยใช้ค่าแนวโน้มปรับด้วยดัชนีฤดูกาลตามตาราง 3.25 และปรับด้วยค่าวัฏจักรและค่าเหตุการณ์ผิดปกติแยกกันตามตาราง 3.10 และตาราง 3.15 (TxSxCxI)

ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ต.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
-	-	-	-	-	13,669	17,188	17,922	14,484	16,500	17,695	18,726
15,937	15,910	18,007	18,542	17,843	15,926	18,376	19,026	16,110	19,859	20,868	20,831
16,134	15,909	18,560	19,381	18,371	16,863	20,174	19,984	18,171	22,413	22,354	22,737
20,239	18,136	20,680	23,181	22,008	20,178	24,960	26,862	23,117	24,606	28,283	29,183
24,229	25,882	28,156	29,425	23,629	23,668	25,384	25,742	23,417	32,324	32,720	31,325
30,812	37,800	32,191	29,988	30,078	27,203	32,252	33,994	30,700	34,023	35,471	34,699
31,945	32,768	37,055	38,440	38,007	32,810	41,919	42,566	35,630	43,811	45,523	46,007
39,801	41,232	47,375	47,570	49,298	47,682	57,639	60,406	52,798	59,159	51,657	52,517
51,275	49,388	54,471	54,183	51,511	46,435	55,897	56,338	50,390	60,652	62,932	65,910
58,542	59,281	67,454	67,632	61,542	55,984	69,507	71,458	63,216	75,164	79,406	86,355
79,067	77,577	88,809	83,173	80,467	69,524	86,125	92,862	83,646	92,079	91,242	98,468
92,739	99,532	98,261	91,847	88,776	75,044	93,051	91,685	84,494	96,328	98,853	98,076
97,468	98,331	110,320	106,406	93,049	84,523	97,528	95,959	90,333	113,785	101,329	102,774
99,163	96,182	105,754	99,632	93,533	77,188	92,793	92,368	85,259	97,082	95,212	99,657
91,171	92,807	104,950	96,845	86,059	79,574	96,039	97,148	90,006	102,196	-	-

- ค่าที่หายไปเนื่องจากการกำหนดรูปแบบในการพยากรณ์

### 3.6 การหารูปแบบเชิงพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในประเทศไทย โดยวิธีต่าง ๆ

#### 3.6.1 การพยากรณ์จากการหาค่าแนวโน้ม (T)

แนวโน้มที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวเป็นแนวโน้มลักษณะโค้งเดียว ซึ่งมีสมการดังนี้

$$\hat{Y} = 52543.93 + 294.54X + 0.22X^2$$

(จุดเริ่มต้น 15 ก.ค. 2513 Y = จำนวนนักท่องเที่ยวรายเดือน X = ๑/๒ เดือน)  
ค่าแนวโน้มนี้จะใช้เป็นค่าพยากรณ์อย่างหยาบ ๆ กล่าวคือไม่ได้พิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่ประกอบอยู่ในอนุกรมเวลา วิธีพยากรณ์นี้เป็นวิธีที่ใช้อยู่ทั่วไป เพราะสะดวกและง่ายต่อการคำนวณ สามารถหาค่าพยากรณ์ได้อย่างรวดเร็ว ค่าพยากรณ์โดยใช้น้ำแนวโน้มสำหรับข้อมูลชุดนี้ แสดงในตารางที่ 3.24 รูปที่ 3.15

#### 3.6.2 การพยากรณ์จากการหาค่าแนวโน้มและปรับด้วยดัชนีฤดูกาล (Txs)

การพยากรณ์วิธีนี้จะละเอียดกว่าวิธีที่กล่าวไปตอน 3.6.1 เพราะค่าแนวโน้มถูกปรับด้วยดัชนีฤดูกาล ซึ่งจะทำให้ใกล้เคียงกับค่าที่เป็นจริงมาก ทั้งนี้เพราะการเข้ามาของนักท่องเที่ยวจะสัมพันธ์กับฤดูกาล เช่น ฤดูร้อน เดือนที่มีเทศกาลมาก ช่วงกลางปี ฯลฯ ดัชนีฤดูกาลแสดงถึงช่วงเวลาที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามามากหรือน้อย ดัชนีฤดูกาลของจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทย แสดงในตารางที่ 3.5 ดัชนีฤดูกาลนี้จำเป็นมากในการตัดสินใจเกี่ยวกับการเพิ่มหรือขยายการลงทุนให้ถูกต้องตามฤดูกาล เมื่อไรที่ดัชนีฤดูกาลไปปรับค่าแนวโน้ม ดังแสดงในตารางที่ 3.25 รูปที่ 3.16

#### 3.6.3 การพยากรณ์จากการหาค่าแนวโน้มปรับด้วยดัชนีฤดูกาล และค่าวัฏจักร

ซึ่งรวมเหตุการณ์ผิดปกติ (CI) โดยที่ค่า CI กำหนดรูปแบบโดยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งรูปแบบที่ดีที่สุดคือ ARIMA(2,1,0) ซึ่งมีสมการดังนี้

$$Y_t = Y_{t-1} - 0.32(Y_{t-1} - Y_{t-2}) - 0.30(Y_{t-2} - Y_{t-3}) + e_t$$

ค่าพยากรณ์ของค่าวัฏจักรซึ่งรวมเหตุการณ์ผิดปกติ (CI) ซึ่งใช้รูปแบบ ARIMA(2,1,0)

และค่าพยากรณ์โดยใช้ค่าแนวโน้มปรับด้วยดัชนีฤดูกาลและค่าวัฏจักรรวมค่าเหตุการณ์ผิดปกติ (TxSxCI). แสดงในตารางที่ 3.26 รูปที่ 3.17

3.6.4 การพยากรณ์โดยใช้การหาค่าแนวโน้มปรับด้วยค่าวัฏจักรและค่าเหตุการณ์ผิดปกติ (TxSxCxI) การพยากรณ์วิธีนี้ เริ่มพยากรณ์ค่า C จากค่าแนวโน้มของวัฏจักรซึ่งรูปแบบที่ดีที่สุดคือ แนวโน้มที่มีลักษณะสองโค้ง ซึ่งมีสมการดังนี้

$$\hat{Y} = 99.5825 + 0.3110X + 0.0013X^2 - 0.00002X^3$$

(จุดเริ่มต้น 15 ก.ค. 2513 Y = อัตราร้อยละของค่าวัฏจักร X = ๕ เดือน)

ค่าพยากรณ์ของวัฏจักร แสดงในตารางที่ 3.10 ขั้นตอนไปคือ การพยากรณ์ค่าเหตุการณ์ผิดปกติ โดยกำหนดรูปแบบด้วยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนนิงส์ รูปแบบที่เหมาะสมคือ ARIMA (2, 0, 0) ซึ่งมีสมการดังนี้

$$Y_t = 99.739 + 0.606(Y_t - 99.739) + 0.114(Y_{t-1} - 99.739) + e_t$$

จึงค่าพยากรณ์ของเหตุการณ์ผิดปกติ แสดงในตารางที่ 3.15 และพยากรณ์ขั้นสุดท้าย ได้จากการคูณค่าแนวโน้มที่ปรับด้วยดัชนีฤดูกาล ค่าพยากรณ์ของวัฏจักร และค่าพยากรณ์ของเหตุการณ์ผิดปกติ จึงค่าพยากรณ์ขั้นสุดท้ายจะแสดงในตารางที่ 3.27 รูปที่ 3.18

3.6.5 การพยากรณ์โดยใช้เทคนิคของบ็อกซ์และเจนนิงส์กับข้อมูลเดิม รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลชุดนี้ คือรูปแบบที่มีฤดูกาลหรือ ARIMA(0, 1, 1) x ARIMA(0, 1, 1)<sub>12</sub> ซึ่งมีสมการดังนี้

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + e_t - 0.36e_{t-1} - 0.63e_{t-12} + (0.36)(0.63)e_{t-13}$$

ค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีนี้ แสดงในตารางที่ 3.23 รูปที่ 3.19

### 3.7 การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์เพื่อหาวิธีพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาของจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในประเทศไทย

การเปรียบเทียบจะใช้เกณฑ์ของ  $\sum (Y - \hat{Y})^2$  โดยพิจารณาว่าวิธีพยากรณ์ใดที่ให้ค่า  $\sum (Y - \hat{Y})^2$  น้อยที่สุด คือวิธีพยากรณ์ที่ดีที่สุด ในที่นี้จะใช้ปี 2521 เป็นปีเปรียบเทียบ

ตลอดทุกปี ไม่สามารถทำได้เพราะการพยากรณ์บางวิธีค่าคาดหมาย จะหายไป เนื่องจาก  
จากรูปแบบที่กำหนด สำหรับการพยากรณ์แต่ละวิธี กลับจะถึงการพยากรณ์ค่าสุดท้าย ได้  
ทำการตรวจสอบว่าเป็นรูปแบบที่ดีที่สุดสำหรับวิธีนั้น ๆ ภาพพยากรณ์ที่ได้จากแต่ละวิธี ควร  
จะในภาพพยากรณ์ในปีต่อไปใกล้เคียงกับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด จึงทำการเปรียบเทียบ  
ค่าพยากรณ์ในปี 2521 กับค่าจริงที่เกิดขึ้นในปี 2521 โดยพิจารณาจาก  $\sum (y - \hat{y})^2$  ในปี  
2521 ของแต่ละวิธีว่าวิธีไหนจะให้ค่า  $\sum (y - \hat{y})^2$  น้อยที่สุดซึ่งจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการพยากรณ์

ตารางที่ 3.28 แสดงค่าพยากรณ์ในปี 2521 ด้วยวิธีต่าง ๆ เปรียบเทียบกับ  
กับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในปี 2521

ปี 2521	การพยากรณ์โดยวิธี					ข้อมูลจริง
	T	TxS	TxSxCi	TxSxCxI	B&J	
ม.ค.	112689	106935	108732	84463	117422	114599
ก.พ.	113437	108344	109275	79113	114856	118885
มี.ค.	114188	120251	121600	83406	118025	124829
เม.ย.	114939	119146	119800	78577	115114	118278
พ.ค.	115693	111603	112293	69964	108712	107933
มิ.ย.	116449	99328	100004	58084	99999	98613
ก.ค.	117206	119046	119894	67178	113083	118969
ส.ค.	117965	122141	122973	65150	122442	129791
ก.ย.	118725	107743	108505	54109	108963	111306
ต.ค.	119488	126550	127449	59592	119544	125708
พ.ย.	120252	128080	128978		128199	140865
ธ.ค.	121018	130966	131885		131907	144063

เมื่อค่าจริงปี 2521 เกิดขึ้น ทำให้สามารถหาค่า  $\sum (y - \hat{y})^2$  ของแต่ละวิธีได้  $\sum (y - \hat{y}_T)^2$  หมายถึง ผลรวมของผลต่างระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์โดย

การใช้แนวโน้มยกกำลังสอง

$\sum (y - \hat{y}_{TxS})^2$  หมายถึง ผลรวมของผลต่างระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์โดย

การใช้ค่าแนวโน้มปรับด้วยดัชนีฤดูกาลยกกำลังสอง

$\sum (y - \hat{y}_{TxSxCi})^2$  หมายถึง ผลรวมของผลต่างระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์

โดยการใช้ค่าแนวโน้มปรับด้วยดัชนีฤดูกาล และค่าวัฏจักร ซึ่งรวมกับเหตุการณ์ผิดปกติยกกำลังสอง

$\sum (y - \hat{y}_{TxSxCxI})^2$  หมายถึง ผลรวมของผลต่างระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์

โดยการใช้ค่าแนวโน้มปรับด้วยดัชนีฤดูกาล ค่าวัฏจักร และค่าเหตุการณ์ผิดปกติ โดยแยกพยากรณ์ค่าวัฏจักร และเหตุการณ์ผิดปกติออกจากกันยกกำลังสอง

$\sum (y - \hat{y}_{B\&J})^2$  หมายถึง ผลรวมของผลต่างระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์โดย

ใช้เทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ยกกำลังสอง

ตารางที่ 3.29 แสดงการเปรียบเทียบผลรวมของผลต่างของค่าจริงและค่าพยากรณ์จากวิธีต่าง ๆ ยกกำลังสอง

ปี	$\sum (y - \hat{y}_T)^2$ (12ค่า)	$\sum (y - \hat{y}_{TxS})^2$ (12ค่า)	$\sum (y - \hat{y}_{TxSxCi})^2$ (12ค่า)	$\sum (y - \hat{y}_{TxSxCxI})^2$ (10ค่า)	$\sum (y - \hat{y}_{B\&J})^2$ (12ค่า)
2521	1,726,709,424	578,244,006	508,283,079	23,369,808,439	523,367,553

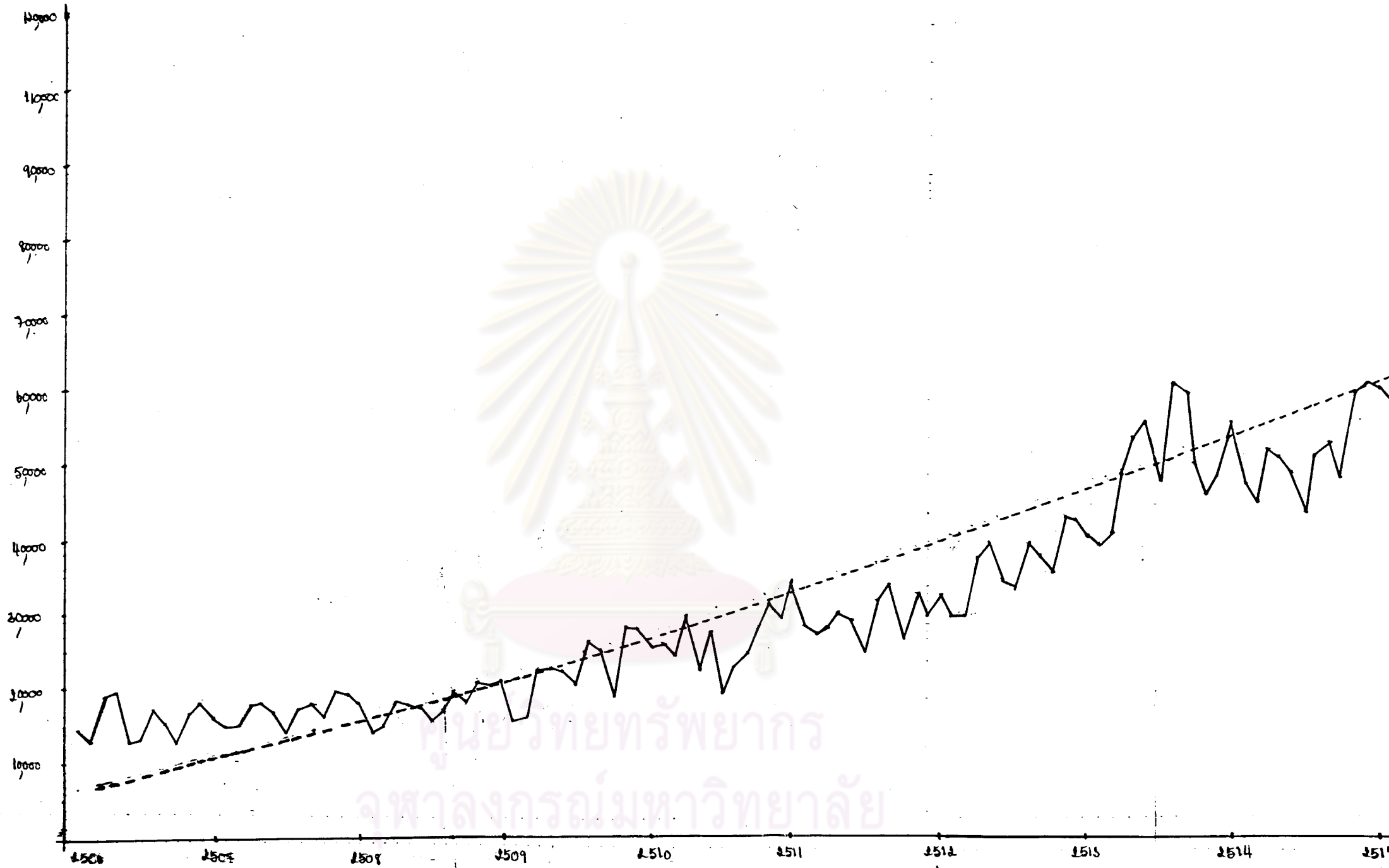
จากการเปรียบเทียบค่า  $\sum (y - \hat{y})^2$  ในปี 2521 จากตารางที่ 3.29 ได้ค่า

$\sum (y - \hat{y})^2$  ที่น้อยที่สุดแสดงว่าการพยากรณ์เพราะที่จะใช้รูปแบบ  $TxSxCi$  ดีกว่า

จะใหม่คือที่สุดและค่า  $\sum (Y - \hat{Y}_{i\&J})^2$  มีค่าน้อยลงมา แสดงว่าการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ใหม่คือ เกิดบจะหาเทียบกับค่าที่พยากรณ์โดย  $T_x S \times C I$  ดังนั้น ถ้าต้องการได้ค่าพยากรณ์ที่รวดเร็ว และค่าพยากรณ์ที่ได้ไม่แตกต่างจากค่าพยากรณ์โดยใช้  $T_x S \times C I$  ควรเลือกใช้เทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ การพยากรณ์โดยใช้ค่า  $T_x S$  ซึ่งค่า  $\sum (Y - \hat{Y}_{T_x S})^2$  มีค่าน้อยลงมาเห็นกับคัมสาม การพยากรณ์โดยใช้  $T_x S$  นี้ไม่ได้แตกต่าง จากการวิธีพยากรณ์โดย  $T_x S \times C I$  หรือวิธีเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์มากนัก แต่เสียค่าใช้จ่ายในการทำการพยากรณ์น้อยกว่า 2 วิธีข้างต้น วิธีพยากรณ์โดยการใส่ค่า  $T_x S$  เหมาะสำหรับธุรกิจประเภทที่ต้องการค่าพยากรณ์ที่รวดเร็ว และวิธีนี้ยังพยากรณ์ได้ใกล้เคียงกว่าการพยากรณ์ด้วยค่าแนวโน้มเพียงอย่างเดียว ส่วนการพยากรณ์โดยการใส่ค่า  $T_x S \times C \times I$  เป็นวิธีที่ใหม่ไม่คี่ นอกจากการคำนวณซึ่งมีหลายขั้นตอน ทำให้ยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง และค่าพยากรณ์ที่ได้จะต่ำกว่าค่าจริงมาก ซึ่งไม่เหมาะสำหรับ การทำการพยากรณ์ของภาครัฐ ไม่คี่พอส่วนการพยากรณ์โดยใช้ค่าแนวโน้มแต่เพียงอย่างเดียว จะให้ผลดีในกรณีที่ข้อมูลไม่มีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่นข้อมูลรายปี ฯลฯ แต่ถ้าวหากข้อมูลใดที่มีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ค่าพยากรณ์จากการหาแนวโน้มเพียงอย่างเดียว จะให้ผลใกล้เคียงความจริงน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

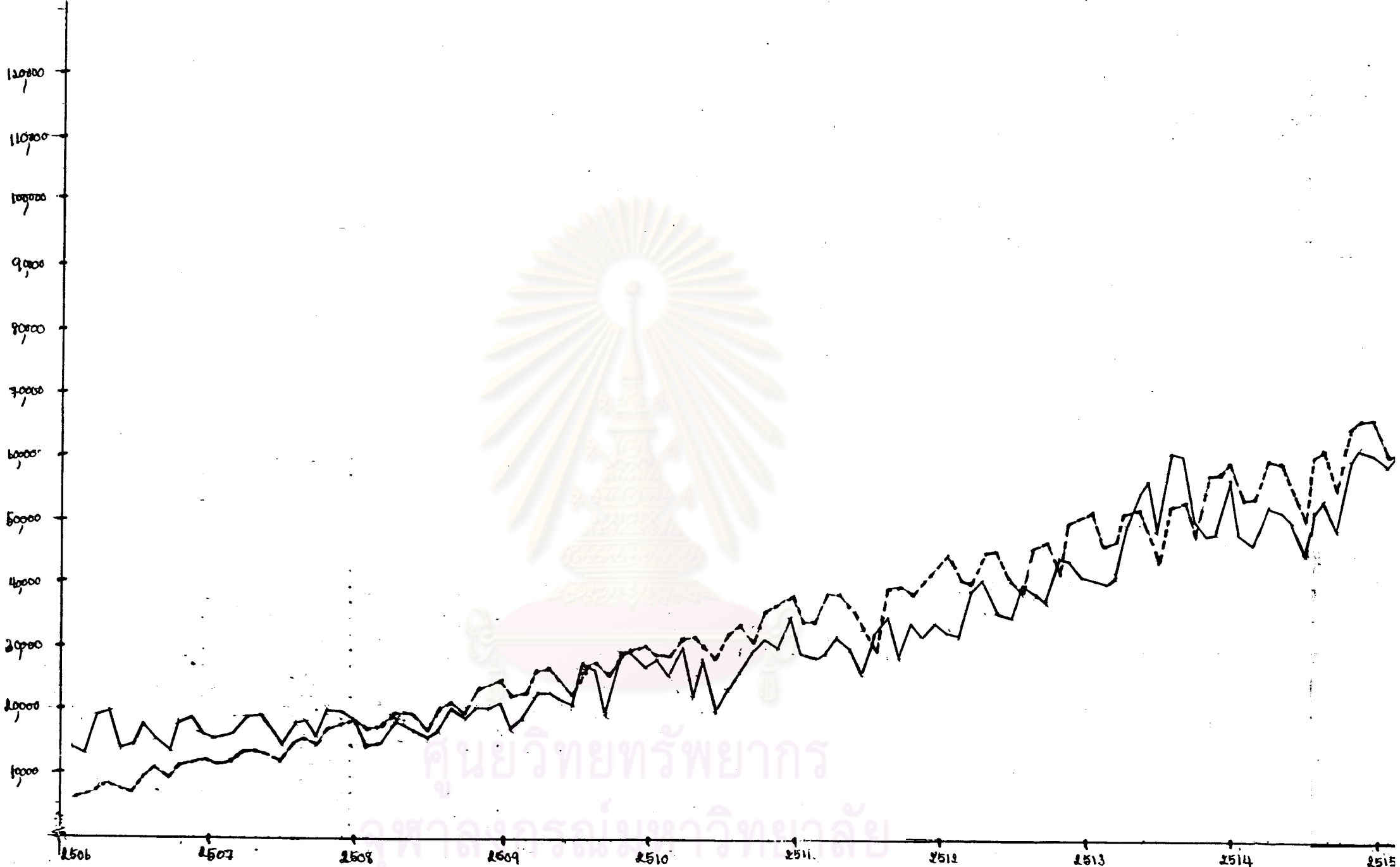
ดัชนีดัชนีการนำเข้า



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.15 แสดงการเปลี่ยนแปลงดัชนีนำเข้าสินค้ารวมกับค่าดัชนีการนำเข้า  
— แสดงกับค่าจริงของมูลค่า  
--- แสดงกับค่าการประมาณ

จำนวนนักท่องเที่ยว



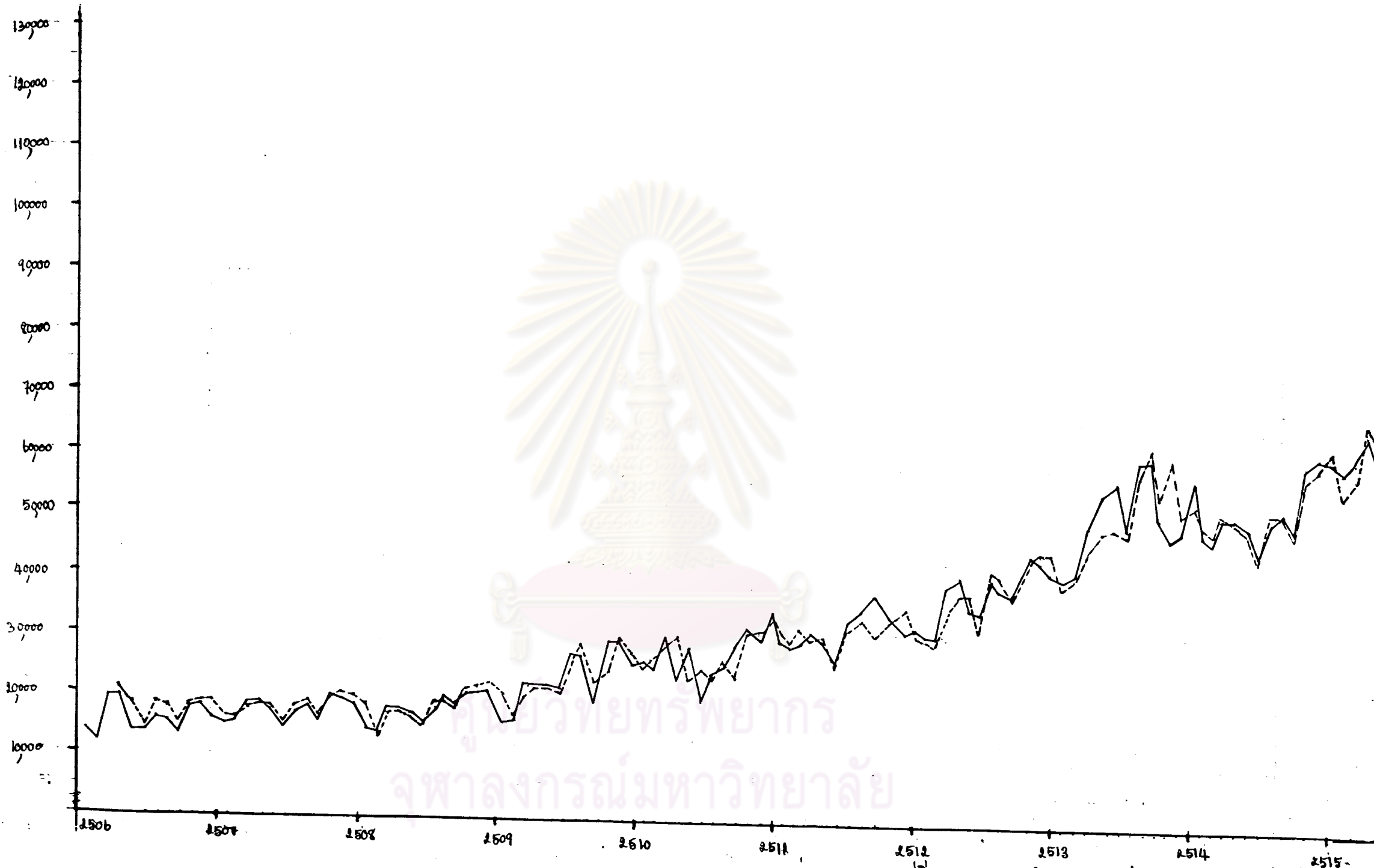
ศูนย์วิทยทรัพยากร

ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์

รูปที่ 3.16 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวกับค่าคาดหมาย  
 — นักท่องเที่ยว ค่าเฉลี่ยของนักท่องเที่ยว  
 - - - แสดงถึง ค่าคาดหมาย



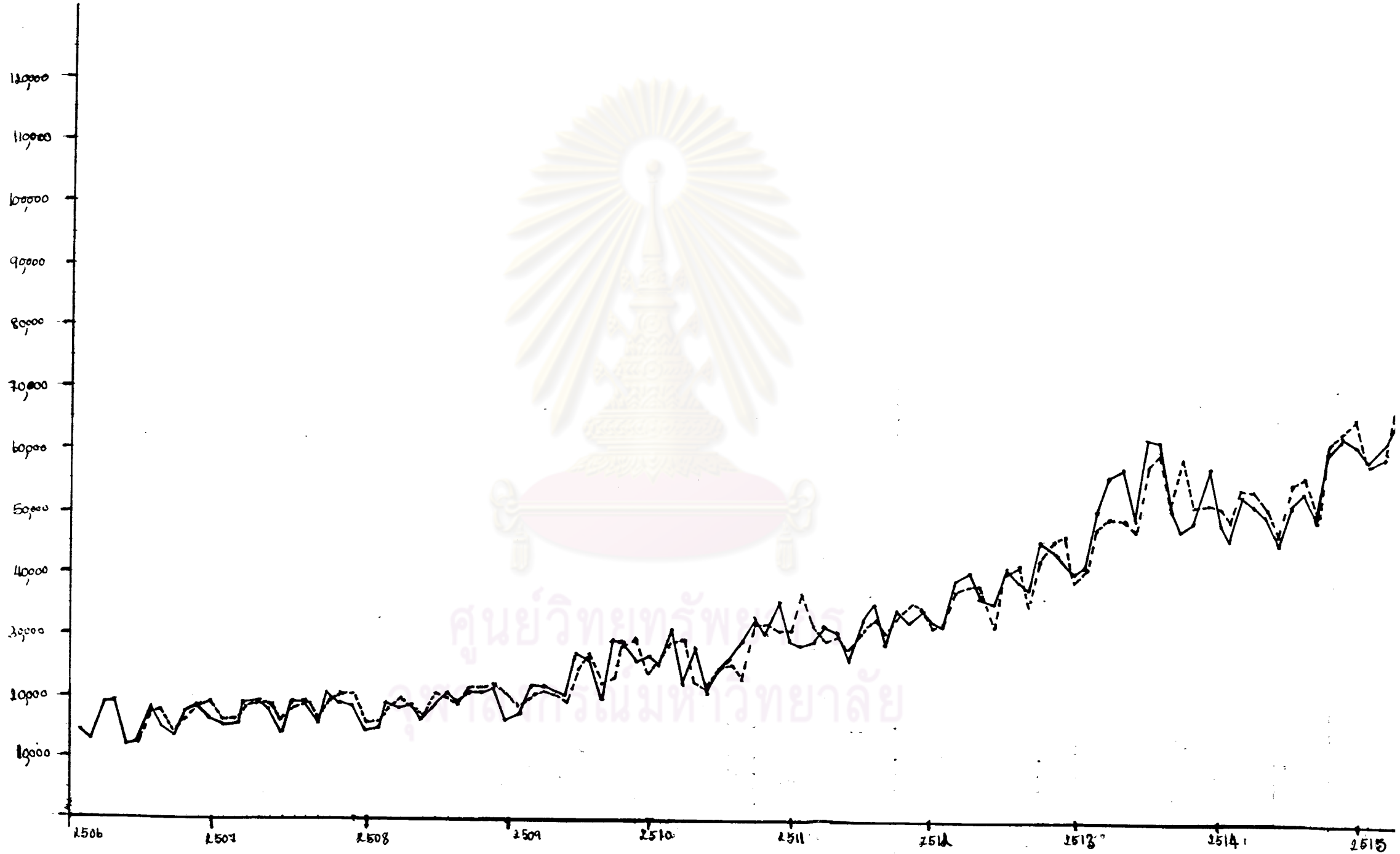
ปริมาณน้ำทิ้ง



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.17 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลกับค่าคาดหมาย  
 — แสดงค่าครัวเรือน  
 --- แสดงค่าอาคารพาณิชย์

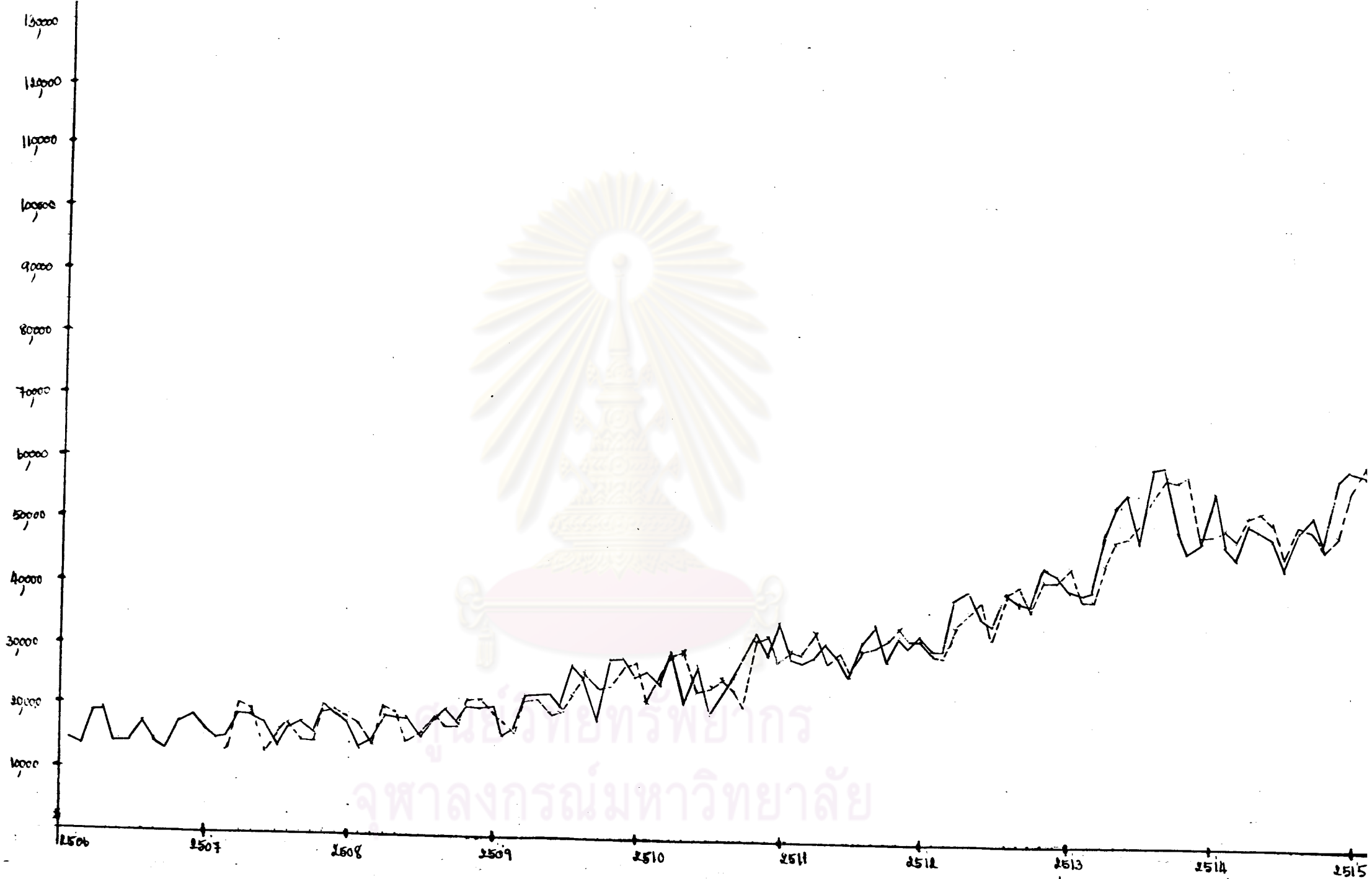
ปริมาณน้ำที่ส่งมอบ



ศูนย์วิทยุพัชราภรณ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ๑-๑๑ แสดงการเปรียบเทียบค่าส่งมอบของน้ำดื่มกับน้ำประปาที่  
— แสดงกับค่าส่งมอบของน้ำดื่ม  
- - - แสดงกับค่าส่งมอบของน้ำประปา

จำนวนนักท่องเที่ยว



ศูนย์วิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.19 แสดงจำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติและนักท่องเที่ยวชาวไทย  
— นักท่องเที่ยวต่างชาติ  
- - - นักท่องเที่ยวชาวไทย