บทที่ 4

การวิเคราะห์หาตัวแบบที่เหมาะสม

การพยากรณ์จะแยกพยากรณ์ในแต่ละเขตย่อย เพราะจะให้ประโยชน์แก่องค์การโทรศัพท์ฯ ในด้านการวางแผนมากกว่า และคาดว่าการแยกพยากรณ์แต่ละเขตย่อยแล้วนำมารวมกันตามวิธี Breakdown Method จะให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำกว่าการพยากรณ์รวม

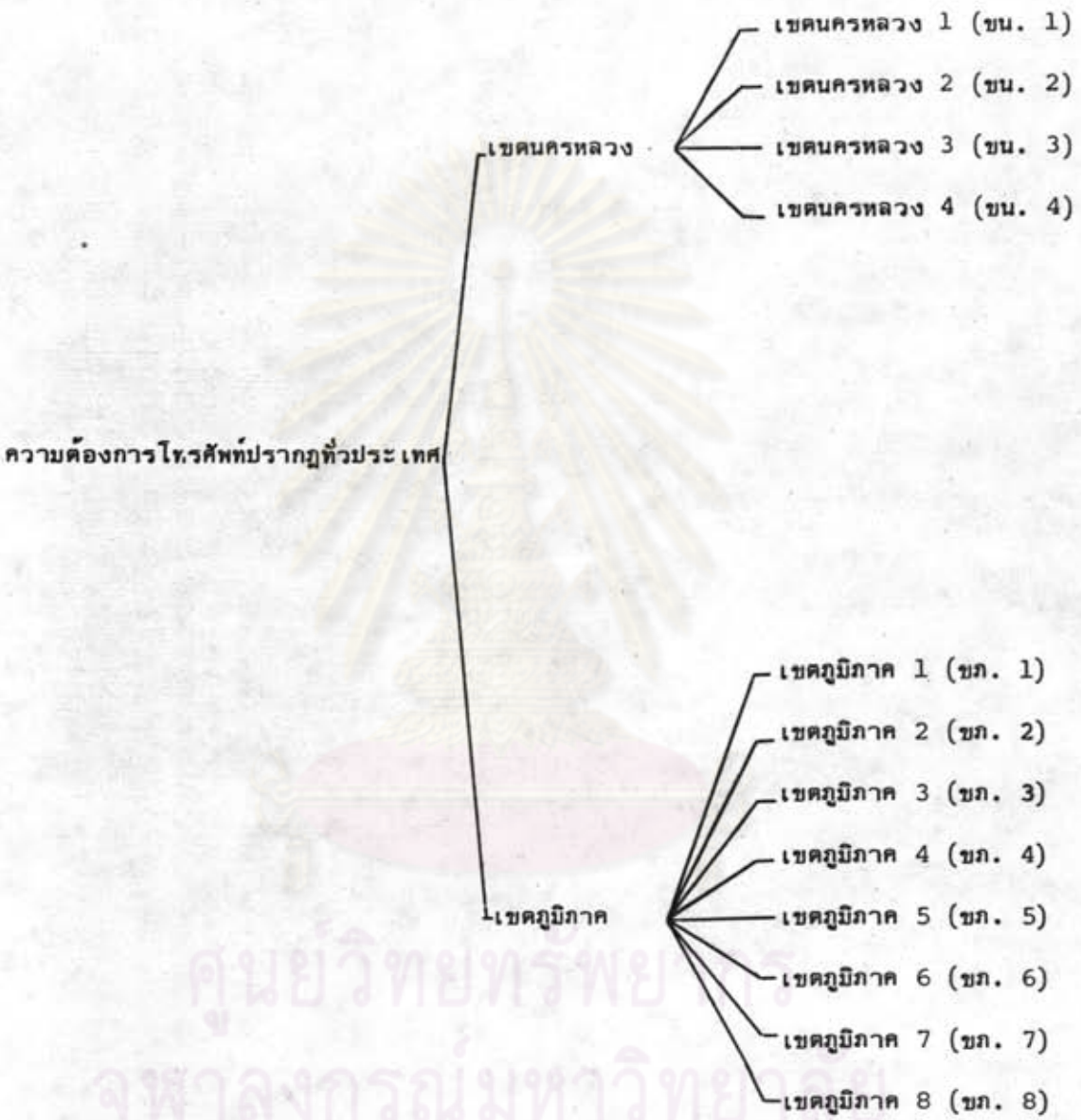
ได้กล่าวถึงสถานภาพของการติดตั้งโทรศัพท์ในประเทศไทย ว่าอยู่ในช่วงต้นๆ ของกราฟรูป 2.5 คือ ยังอยู่ในช่วงที่มีอัตราการเพิ่มอยู่ในรูปเส้นตรงหรือเอกซ์โปเนนเชียล ดังนั้นวิธีพยากรณ์ที่ใช้จึงเลือกวิธีพยากรณ์ที่เหมาะกับค่าสังเกตุที่มีตัวแบบเป็นเส้นตรง ได้แก่ วิธีวิเคราะห์ความถดถอย (Regression) วิธีหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเส้นตรง (Linear Moving Average) เทคนิคทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล 2 ชั้น (Double Exponential Smoothing) และเทคนิคทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบ 2 พารามิเตอร์ (Holt) ส่วนการวิเคราะห์กราฟว่าควรเป็นแบบเอกซ์โปเนนเชียลหรือเส้นตรงจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป 8 CURVES[1] โดยการพิจารณาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

การวิเคราะห์หาตัวแบบที่เหมาะสม ได้ดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

---

[1] Pricha Pantumsinchai, Hassan and Ishwar, Basic Program for Production and Operation Management, Englewood Cliffs, N.J. 07632 : Prentice-Hall, 1983

ขั้นที่ 1 แยกพยากรณ์ในแต่ละเขตย่อยนครหลวงและภูมิภาค ดังแสดงในรูป 4.1



รูป 4.1 แสดงการแยกเขตย่อยของเขตนครหลวงและเขตภูมิภาค

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นที่ 2 ใช้เทคนิคดังต่อไปนี้ในการพยากรณ์ในแต่ละเขตย่อยทั้งเขตนครหลวงและเขตภูมิภาค

1) การวิเคราะห์ความถดถอยแบบหลายตัวแปร (Multiple Regression Analysis) โดยพิจารณาปัจจัย (Factor) ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่ควรนำเข้าสมการ

$$\hat{Y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + ... + b_kx_k$$

Y = ตัวแปรไม่อิสระ (Dependent Variable)

X_i = ตัวแปรอิสระ (Independent Variable), $i = 1,2,3,..., k$

เนื่องจากมีตัวแปรอิสระหลายตัวหรือมีปัจจัย (Factor) ที่มีอิทธิพลหลายตัว จึงใช้วิธีวิเคราะห์ความถดถอยแบบง่าย (Simple Regression ซึ่งใช้ตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว) โดยทดลองนำตัวแปรอิสระทีละตัวเข้าตัวแบบวิธีนี้ เพื่อพิจารณาเลือกตัวแปรอิสระที่ดีที่สุดเพียง 3-4 ตัว โดยพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Stand Error Estimate)

เมื่อเลือกตัวแปรอิสระที่ดีที่สุด 3-4 ตัวแล้ว ก็นำมาใช้เป็นตัวแปรอิสระในวิธีวิเคราะห์ความถดถอยแบบหลายตัวแปร (Multiple Regression ใช้ตัวแปรอิสระหลายตัว) การเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่ตัวแบบจะใช้วิธี All Possible Regression กล่าวคือ ทดลองนำตัวแปรอิสระทีละ 1 ตัว 2 ตัว 3 ตัว 4 ตัว โดยสลับกันเข้าตัวแบบจนครบทุกตัว ทำให้เกิดตัวแบบหลายสมการ แต่ละสมการจะแสดงความสัมพันธ์กับตัวแปรต่างกัน ตัวอย่างเช่น

$$\hat{Y} = a + bx_1, \quad \hat{Y} = a + bx_2, \quad \hat{Y} = a + bx_3$$

$$\hat{Y} = a + b_1x_1 + b_2x_2, \quad \hat{y} = a + b_1x_1 + b_2x_3,$$
$$\hat{Y} = a + b_1x_2 + b_2x_3$$

$$\hat{Y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$$

แล้วจะเลือกเพียงหนึ่งสมการที่ดีที่สุด โดยพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ความผิดพลาดกำลังสอง (MSE)

2) การพยายามเลือกรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่สามารถเข้ากับชุดของค่าสังเกตได้เหมาะสมที่สุด ซึ่งมีทั้งหมด 8 รูปแบบ คือ

1) $Y = a + bx$

2) $Y = ae^{bx}$

3) $Y = ax^{b}$

4) $Y = a + \frac{b}{x}$

5) $Y = \frac{1}{a + bx}$

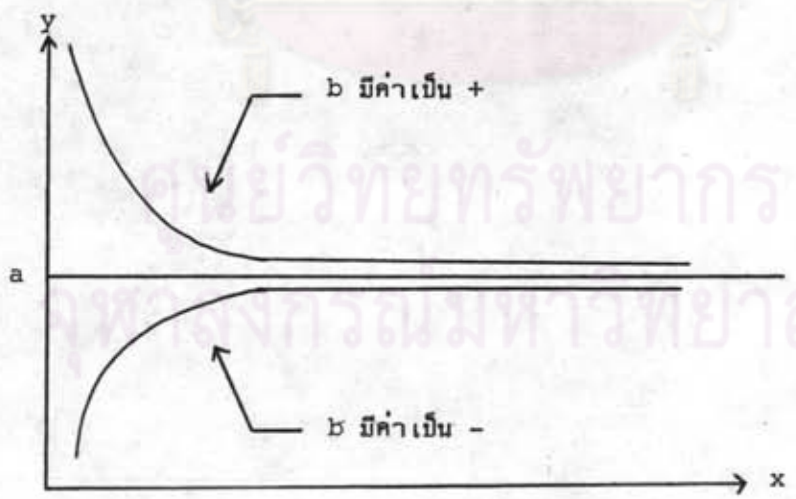
6) $Y = \frac{x}{ax + b}$

7) $Y = a + b \log x$

8) $Y = e^{(a + \frac{b}{x})}$

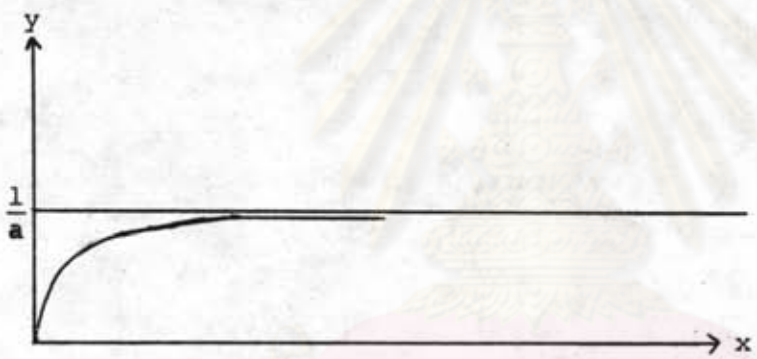
ตัวแบบที่ 1 ก็คือ สมการเส้นตรงธรรมดา ตัวแบบที่ 2 และ 3 ก็คือ สมการเอกซ์โปเนนเชียล ส่วนตัวแบบอื่นๆ มีลักษณะดังต่อไปนี้

ตัวแบบที่ 4 $Y = a + \frac{b}{x}$

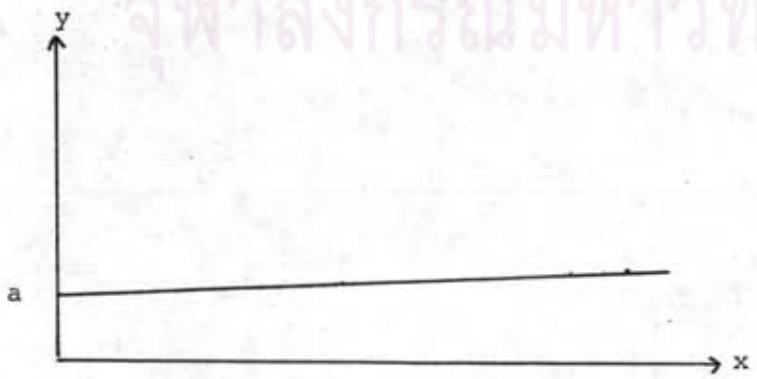


ตัวแบบที่ 5 $Y = \frac{1}{(a + bx)}$, มี limit เข้าสู่ศูนย์

ตัวแบบที่ 6 $Y = \frac{1}{ax + b}$, $\lim_{x \to \infty} y = \frac{1}{a}$



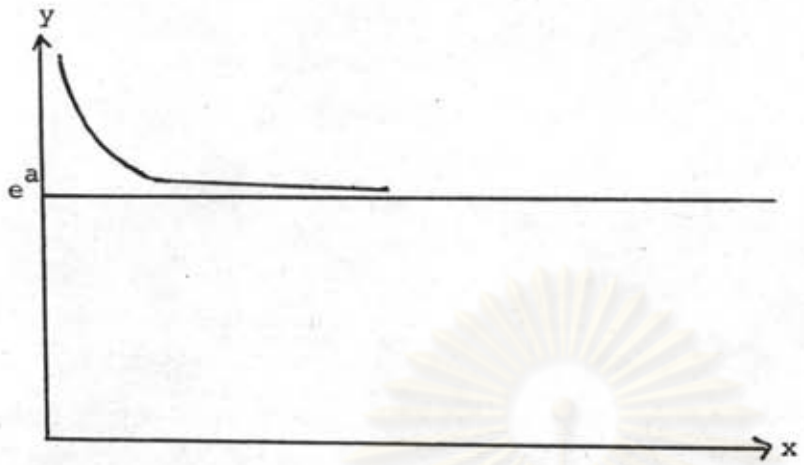
ตัวแบบที่ 7 $Y = a + b \log x$



คือ เส้นตรงที่เพิ่มช้ามาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวแบบที่ 8 $Y = e^{(a + \frac{b}{x})}$, $\lim_{x \to \infty} y = e^{a}$



แต่จากการศึกษารูปแบบความต้องการโทรศัพท์แล้ว ควรจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือเอกซ์โปเนนเชียล ดังนั้นรูปแบบคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้มีเพียง 3 แบบ คือ ตัวแบบที่ 1,2,3 ส่วนตัวแบบอื่นๆ จะโค้งเข้าหาจุดอิ่มตัว ไม่เหมาะกับรูปแบบของความต้องการโทรศัพท์ ซึ่งเพิ่งจะอยู่ช่วงต้นๆ ของวงจรชีวิต (Life Cycle) เท่านั้น ส่วนตัวแปรอิสระจะใช้ปัจจัยที่ดีที่สุดที่ผ่านการพิจารณาจากขั้นที่ 1 หรือเวลา

3) ใช้วิธีพยากรณ์อื่นๆ ที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสม่ำเสมอ คือ เทคนิคอนุกรมเวลา (Time Series) ได้แก่วิธี

ก) วิธีหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเส้นตรง (Linear Moving Average)

ข) เทคนิคทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบ 2 ชั้น (Double Exponential Smoothing)

ค) เทคนิคทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบ 2 พารามิเตอร์ (Holt)

<u>ขั้นที่ 3</u> เปรียบเทียบความแม่นยำที่ได้จากเทคนิคต่างๆ ในขั้นที่ 2 แล้วเลือกเทคนิคที่มีความแม่นยำสูงสุดเป็นตัวแบบที่นำไปใช้ในการพยากรณ์ โดยมีหลักเกณฑ์ในการเลือกเทคนิคดังนี้ คือ พิจารณาเลือกเทคนิคที่มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำสุด และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ต่ำสุด ในบางกรณีที่มีเทคนิคที่มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำสุด แต่อัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ไม่ใช่ค่าต่ำสุด

จะพิจารณาเลือกค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำสุดเป็นสำคัญ

ขั้นที่ 4 นำค่าพยากรณ์ของแต่ละเขตย่อยของนครหลวงและภูมิภาคมารวมกัน เป็นเขตนครหลวง เขตภูมิภาครวมและรวมทั้งประเทศ แล้วเปรียบเทียบความแม่นยำกับวิธีที่ทำการพยากรณ์รวมของเขตนครหลวง เขตภูมิภาคและทั่วประเทศ แล้วเลือกวิธีที่มีความแม่นยำสูงสุดเป็นตัวแบบที่นำไปใช้ในการพยากรณ์ โดยหลักเกณฑ์การเลือกวิธีพยากรณ์เช่นเดียวกับขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 พยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ช่อนเร้น ด้วยวิธีเลียนแบบตัวแบบในอดีต (Historical Analogy) โดยประมาณจากเขตที่มีชุมสายโทรศัพท์ที่มีลักษณะความเป็นอยู่ใกล้เคียงกับเขตที่ต้องการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากจำนวนประชากรและรายได้

ขั้นที่ 6 นำค่าพยากรณ์ "ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ" จากขั้นที่ 4 รวมกับค่าพยากรณ์ "ความต้องการโทรศัพท์ช่อนเร้น" จากขั้นที่ 5 เป็นค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ทั้งหมดใน 5 ปีข้างหน้า

เนื่องจากวิธีวิเคราะห์ความถดถอยค่อนข้างยาว และเมื่อใช้วิธีนี้กับความต้องการโทรศัพท์ปรากฏแล้ว จะพบว่าการเพิ่มตัวแปรมากขึ้น ทำให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ลดลงเพียงเล็กน้อย และค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) สูงขึ้นเพียงเล็กน้อย และตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ระหว่างกันเองด้วย (Multicollinearity) ดังตารางที่แสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ในภาคผนวก ค. ดังนั้นการใช้ตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวจะเหมาะสมกว่า ก็คือ วิธีวิเคราะห์ความถดถอยแบบง่ายที่ใช้ตัวแปรอิสระตัวเดียว ซึ่งใช้สมการเดียวกันกับรูปแบบคณิตศาสตร์รูปที่ 1 ของโปรแกรมสำเร็จรูป "8 CURVES"[1] ดังนั้นจึงนำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความถดถอยไปไว้ในภาคผนวก ค. โดยแต่ละเขตประกอบด้วย 3 ตาราง ตารางที่ 1 จะเป็น

Pantumsinchai,

[1] Pricha Pantumsinchai, Hassen and Ishwar, Basic Programs for Production and Operations Management, (Englewood Cliffs, N.J. 07632 : Prentice-Hally, 1983)

การวิเคราะห์ถดถอยแบบตัวแปรอิสระเดียว (Simple Regression) เพื่อเป็นการเลือกปัจจัยที่สำคัญเพียง 3-4 ตัวเข้าสู่การวิเคราะห์ถดถอยแบบตัวแปรอิสระหลายตัว (Multiple Regression) เป็นตารางที่ 2 ซึ่งจะแสดงการทดสอบความถูกต้องของค่าพารามิเตอร์ (t-test) และทดสอบความถูกต้องของสมการโดยค่าเอฟ (F-test) โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้ คือ พิจารณาเปรียบเทียบกับค่า t ที่เปิดจากตารางที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาแห่งเสรี (Degree of Freedom, d.f) เท่ากับจำนวนข้อมูล-จำนวนตัวแปร ซึ่งในที่นี้มีจำนวนข้อมูลเท่ากับ 7 ตัว ดังนั้นสำหรับสมการที่มีตัวแปรอิสระตัวเดียว ค่า t-test ต้องสูงกว่า $t_{(5,\ \frac{0.05}{2})} = 2.571$, สำหรับสมการที่มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ค่า t-test ต้องสูงกว่า $t_{(4,\ \frac{0.05}{2})} = 2.776$, สำหรับสมการที่มีตัวแปรอิสระ 3 ตัว ค่า t-test ต้องสูงกว่า $t_{(3,\ \frac{0.05}{2})} = 3.182$, และสำหรับสมการที่มีตัวแปรอิสระ 4 ตัว ค่า t-test ต้องสูงกว่า $t_{(2,\ \frac{0.05}{2})} = 4.303$ จึงจะยอมรับความถูกต้องของค่าพารามิเตอร์ สำหรับการทดสอบค่า F-test ก็เช่นเดียวกัน ถ้าสมการมีตัวแปรอิสระ 1 ตัว ค่า F-test ต้องสูงกว่า $F_{(1,\ 5,\ 0.05)} = 6.61$, สำหรับสมการที่มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ค่า F-test ต้องสูงกว่า $F_{(2,\ 4,\ 0.05)} = 6.94$, สำหรับสมการที่มีตัวแปรอิสระ 3 ตัว ค่า F-test ต้องสูงกว่า $F_{(3,\ 3,\ 0.05)} = 9.28$ และถ้าสมการมีตัวแปรอิสระ 4 ตัว ค่า F-test ต้องสูงกว่า $F_{(4,\ 2,\ 0.05)} = 19.25$ ซึ่งได้สรุปแสดงในรูปตารางในภาคผนวก ค. แล้ว และจาก 2 ตารางที่กล่าวมาจะแสดงให้เห็นว่า จำนวนตัวแปรอิสระมากขึ้น ทำให้ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) สูงขึ้นเพียงเล็กน้อย และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ลดลงเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เพราะมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเอง (Multicollinearity) ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 3

สำหรับในการวิจัยนี้ ไม่ได้ทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนที่จะต้องมีความแปรปรวนคงที่ มีความเป็นอิสระแก่กัน มีการกระจายแบบปกติ เพราะมีจำนวนข้อมูลน้อยเกินไป

การเลือกปัจจัยที่สำคัญเพียง 3-4 ตัว เพื่อเข้าสู่การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุแบบเชิงเส้นนั้น จะพิจารณาค่าสหสัมพันธ์สูงสุด และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสองต่ำสุด โดยพิจารณาเลือกปัจจัยที่จะเป็นตัวแทนของจำนวนประชากร จำนวนบ้าน ผลิตภัณฑ์ของชาติ ประเภทละ 1 ตัว เพื่อจะได้นำตัวแปรอิสระที่เป็นตัวแทนของจำนวนประชากร จำนวนบ้าน ผลิตภัณฑ์ของชาติ เข้าวิธีวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุแบบเชิงเส้นได้ครบถ้วน

ดังนั้นการวิเคราะห์ความถดถอยในการพยากรณ์นี้จะเป็นเพียงการเลือกปัจจัยที่สำคัญที่สุด (เลือกตัวแปรอิสระ) โดยพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) สูงสุด และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำสุด และนำปัจจัยที่เลือกแล้วไปเข้าโปรแกรมสำเร็จรูป "8 CURVES" และทดลองใช้ "เวลา" เป็นตัวแปรอิสระเข้าสู่โปรแกรมสำเร็จรูป "8 CURVES" เช่นกัน เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำ

ส่วนเทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลาบ๊อกซ์และเจนกินซ์ ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ด้วย เพราะเทคนิควิธีนี้จะต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากอย่างต่ำ 50 ตัว[1] และเหมาะสมกับตัวแบบที่ความซับซ้อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[1] Nick T. Thomopoulos, Applied Forecasting Methods, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 07632, 1980

4.1 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏทั่วประเทศ (DET)

จากตาราง 4.1.1 แสดงให้เห็นว่า วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีที่ใช้เวลาเป็นตัวแปรอิสระ ดังสมการ 4.1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยผิดพลาดกำลังสอง (MSE) เท่ากับ 1.56×10^8 และอัตราร้อยละความผิดพลาดเฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 1.9

$$\hat{DET} = 300578.5 + 100555.3 \text{ (time)} \quad \text{.....4.1}$$

time = "เวลา" ที่กำหนดขึ้น โดยกำหนดให้เท่ากับ 1 ในปี 2521 เท่ากับ 2 ในปี 2522 เช่นนี้เรื่อยไป

ตาราง 4.1.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏทั่วประเทศ ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 3)		5.10×10^8	2.0
Double Exponential Smoothing (α = .9)		3.16×10^9	4.5
Holt (α = .9, β = .1)		3.40×10^8	2.3
$\hat{DET} = 300578.5 + 100555.3$ (time)	.9961	1.56×10^8 *	1.9 *
$\hat{DET} = 366251.5\ e^{.1516\ (time)}$	.9694	9.77×10^8	4.5
$\hat{DET} = 373{,}067\ (time)^{.4830}$	.9879	7.60×10^8	3.0
$\hat{DET} = -4{,}729{,}851 + 113.4784$ (Pop T)	.9941	2.37×10^8	2.25
$\hat{DET} = 185.8823\ e^{.000171\ (Pop\ T)}$	.9669	1.15×10^9	4.73
$\hat{DET} = 7.23 \times 10^{-33}\ (Pop\ T)^{8.1132}$	.9612	8.9×10^8	4.38

* คือ ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

สำหรับค่าประมาณได้แสดงไว้ในตาราง 4.1.2

ตาราง 4.1.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าประมาณ $\hat{DET}$ กับค่าจริง DET เป็นรายปี

ปี	time	DET	$\hat{DET}$	MAPE (%)
2521	1	385,045	401,133.7	4.17
2522	2	518,553	501,689	3.25
2523	3	617,494	602,244	2.47
2524	4	697,614	702,799	0.74
2525	5	788,158	803,354	1.92
2526	6	901,073	903,910	0.31
2527	7	1,011,660	1,004,465	0.71
2528	8		1,105,021	
2529	9		1,205,576	
2530	10		1,306,132	
2531	11		1,406,687	
2532	12		1,507,242	
2533	13		1,607,797	

ให้ time เป็น "เวลา" ที่กำหนดขึ้น โดยกำหนด ให้ x ของปี 2521 เป็น 1 ปี 2522 เท่ากับ 2 เช่นนี้ไปเรื่อย

DET คือ ค่าจริงของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏทั่วประเทศ

$\hat{DET}$ คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏทั่วประเทศ โดยใช้สมการ 4.1.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง (DEBT)

จากตาราง 4.2.1 วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่เส้นตรง (Linear Moving Average) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำสุดเท่ากับ 1.02×10^8 อัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ต่ำสุดเท่ากับ 1.5 ใช้จำนวนข้อมูล 3 ตัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ และมีสมการคณิตศาสตร์ ดังสมการ 4.2.1

$$\hat{DEBT} = 693{,}128 + 62{,}388\ (k) \qquad \text{.....4.2.1}$$

โดย k = คาบเวลาที่จะพยากรณ์ล่วงหน้า มีค่าเท่ากับ 1 ในปี 2528 เท่ากับ 2 ในปี 2529 เช่นนี้เรื่อยไป

ตาราง 4.2.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 3)		1.02×10^8 *	1.5 *
Double Exponential Smoothing (α = .8)		2.17×10^9	5.8
Holt (α = .8, β = .5)		5.14×10^8	3.9
$\hat{DEBT}$ = 232,653.7 + 67031.53 (time)	.9882	2.13×10^8	3.0
$\hat{DEBT}$ = 270,269.8 $e^{.1439\ (time)}$	.9408	8.87×10^8	6.2
$\hat{DEBT}$ = 272,128.5 $time^{.4670}$	.9957	1.26×10^8	1.5
$\hat{DEBT}$ = -1,131,469 + 1,539.858 (Home BT)	.9900	1.80×10^8	2.4
$\hat{DEBT}$ = 13,476.42 $e^{.00372\ (Home\ BT)}$	.9803	2.84×10^8	3.4
$\hat{DEBT}$ = 0.000011 $(Home\ BT)^{3.517}$	.9865	1.87×10^8	2.9

* คือ ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

สำหรับการประมาณและค่าพยากรณ์ได้แสดงไว้ในตาราง 4.2.2

ตาราง 4.2.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าประมาณ $\hat{DEBT}$ กับค่าจริง DEBT เป็นรายปี

หน่วย : เลขหมาย

ปี	k	DEBT	$\hat{DEBT}$	MAPE (%)
2521		272,140		
2522		384,450		
2523		452,398		
2524		504,245		
2525		566,094		
2526		629,890	639,888	1.59
2527		696,890	685,993	1.56
2528	1		755,516	
2529	2		817,904	
2530	3		880,291	
2531	4		946,678	
2532	5		1,005,066	
2533	6		1,067,456	

k คือ คาบเวลาที่จะพยากรณ์ล่วงหน้า มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3,.....

DEBT คือ ค่าจริงของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง

$\hat{DEBT}$ คือ ค่าประมาณของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง โดยใช้วิธีหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่เส้นตรง (Linear Moving Average)

4.3 <u>การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 1 (ขน.1 หรือ DEBT 1)</u>

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสองสัมบูรณ์ (MSE) แล้ว ควรเลือกวิธีหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่เส้นตรง (Linear Moving Average) จะให้ความแม่นยำสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) เท่ากับ 1.29×10^7, อัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 1.3 ใช้จำนวนข้อมูล 3 ตัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ และใช้สมการคณิตศาสตร์ 4.3.1

$$\hat{DEBT\ 1} = 192{,}912 + 15{,}813\ (k) \qquad .....4.3.1$$

k = คาบเวลาที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3,...

ตาราง 4.3.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 1 ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 3)		1.29×10^7 *	1.3 *
Double Exponential Smoothing (α = .8)		1.33×10^8	6.1
Holt (α = .8, β = .5)		2.90×10^7	3.1
$\hat{DEBT\ 1} = 79{,}524.86 + 16{,}429.11$ (time)	.9875	1.35×10^7	2.3
$\hat{DEBT\ 1} = 87{,}845.1\ e^{.1186\ (time)}$	.9569	3.74×10^7	3.9
$\hat{DEBT\ 1} = 88{,}839.59\ time^{(.3805)}$	.9887	1.84×10^7	2.0
$\hat{DEBT\ 1} = -253{,}829.9 + 376.4822$ Home BT	.9845	1.68×10^7	2.3
$\hat{DEBT\ 1} = 7{,}540.66\ e^{.002764\ (Home\ BT)}$	.9855	1.43×10^7	2.8
$\hat{DEBT\ 1} = 2.784 \times 10^{-4} (Home\ BT)^{2.879}$	.9483	1.290×10^7	2.3

* คือ ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

สำหรับค่าประมาณและค่าพยากรณ์ได้แสดงไว้ในตาราง 4.3.2

ตาราง 4.3.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าประมาณ $\hat{DEBT}$ 1 กับค่า DEBT เป็นรายปี

หน่วย : เลขหมาย

ปี	k	DEBT 1	$\hat{DEBT}$ 1	MAPE (%)
2521		90,155		
2522		115,692		
2523		135,419		
2524		144,125		
2525		159,397		
2526		177,817	177,731	0.05
2527		194,084	189,002	2.62
2528	1		208,725	
2529	2		224,538	
2530	3		240,350	
2531	4		256,163	
2532	5		271,976	
2533	6		287,790	

k คือ คาบเวลาที่จะพยากรณ์ล่วงหน้า มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3,.....

DEBT 1 คือ ค่าจริงของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 1

$\hat{DEBT}$ 1 คือ ค่าประมาณของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 1 โดยใช้วิธีหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่เส้นตรง (Linear Moving Average)

4.4 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 2 (ขน.2 หรือ DEBT 2)

จากตาราง 4.4.1 จะพบว่า วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีที่ใช้เวลาเป็นตัวแปรอิสระ และใช้สมการ 4.4.1

$$\hat{DEBT\ 2} = 77{,}817\ (time)^{.5245} \qquad .....4.4.1$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำสุดเท่ากับ 1.26×10^7 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ต่ำสุดเท่ากับ 1.3

ตาราง 4.4.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 2 ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 2)		1.18×10^8	4.7
Double Moving Average (α = .85)		2.87×10^8	7.7
Holt (α = .8, β = .8)		8.62×10^7	4.8
$\hat{DEBT\ 2} = 66{,}386.71 + 22{,}159.57\ (time)$	.9703	6.01×10^7	5.2
$\hat{DEBT\ 2} = 78{,}119.71\ e^{.1587(time)}$	.9105	2.14×10^8	8.8
$\hat{DEBT\ 2} = 77{,}817\ (time)^{.5245}$	.9970 *	1.26×10^7 *	1.3 *
$\hat{DEBT\ 2} = -338{,}389.30 + 512.655\ (Home\ BT)$	.9850	3.03×10^7	2.53
$\hat{DEBT\ 2} = 2{,}770.336\ e^{.003749(Home\ BT)}$	.9622	1.10×10^8	5.8
$\hat{DEBT\ 2} = 2.022 \times 10^{-7}\ (Home\ BT)^{3.9230}$	.9743	7.92×10^7	4.7

* คือ ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

สำหรับการประมาณและค่าพยากรณ์ได้แสดงไว้ในตาราง 4.4.2

ตาราง 4.4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าจริง DEBT 2 กับค่าประมาณ $\hat{DEBT}$ 2 ของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 2

หน่วย : พันเลขหมาย

ปี	time	DEBT 2	$\hat{DEBT}$ 2	MAPE (%)
2521	1	76,801	77,817.68	1.32
2522	2	113,458	111,939.6	1.34
2523	3	139,138	138,469.0	0.48
2524	4	160,840	161,023.5	0.11
2525	5	181,574	181,018.7	0.31
2526	6	204,741	191,185.6	6.62
2527	7	208,623	215,960.9	3.52
2528	8		231,630	
2529	9		246,392	
2530	10		260,392	
2531	11		273,742	
2532	12		286,525	
2533	13		298,812	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

time = "เวลา" มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3,...

DEBT 2 = ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 2

$\hat{DEBT}$ 2 = ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 2 โดยใช้สมการ 4.4.1

4.5 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 3 (ขน.3 หรือ DEBT 3)

เมื่อพิจารณาตาราง 4.5.1 จะเห็นได้ว่า วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีที่ใช้จำนวนบ้านทั่วประเทศ (Home T) เป็นตัวแปรอิสระและใช้สมการ 4.5.1

$$\hat{DEBT\ 3} = -260,469.8 + 45.6160\ (Home\ T) \quad .....4.5.1$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) เท่ากับ 1.33×10^7 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 3.8

ตาราง 4.5.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 3 ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 3)		4.20×10^7	4.7
Double Exponential Smoothing (α = 0.7)		1.02×10^8	7.4
Holt (α = 0.8 , β = 0.1)		4.09×10^7	6.0
$\hat{DEBT\ 3} = 44,914.72 + 12,378.6\ (time)$	.9771	1.43×10^7	4.1
$\hat{DEBT\ 3} = 52,121.26\ e^{.1388\ (time)}$	.9396	2.44×10^7	5.7
$\hat{DEBT\ 3} = 52,693.56\ (time)^{.4472}$	.9789	2.00×10^7	3.4
$\hat{DEBT\ 3} = -260,469.8 + 45.6160\ (Home\ T)$	.9787 *	1.33×10^7	3.8
$\hat{DEBT\ 3} = 1775,27\ e^{.00056\ (Home\ T)}$	.9193	3.90×10^7	6.9
$\hat{DEBT\ 3} = (2.8 \times 10^{-11})\ (Home\ T)^{3.9873}$	.9327	3.15×10^7	6.3

เนื่องจากเลือกใช้วิธีที่ใช้จำนวนบ้านทั่วประเทศเป็นตัวแปรอิสระ การพยากรณ์ล่วงหน้าจึงจำเป็นต้องใช้ค่าประมาณของจำนวนบ้านทั่วประเทศ ซึ่งทำให้ความผิดพลาดเกิดขึ้นซ้อนกัน 2 ชั้น อาจทำให้ความผิดพลาดเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าวิธีอื่น ดังนั้นจึงพิจารณาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ของวิธีที่ใช้ค่าประมาณของจำนวนบ้านทั่วประเทศและใช้สมการ 4.5.1 แต่ต้องวิเคราะห์หาวิธีพยากรณ์เช่นเดียวกัน ดังแสดงในตาราง 4.5.2

ตาราง 4.5.2 เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการพยากรณ์จำนวนบ้านทั่วประเทศ (Home T)

วิธีการพยากรณ์	MSE	MAPE (%)
$\hat{H}ome\ T = 6700.715 + 269.857\ (time)$	3,738	.60
$\hat{H}ome\ T = 6757.969\ e^{.0346\ (time)}$	2,540 *	.48 *
$\hat{H}ome\ T = 6836.944\ (time)^{.1041}$	29,658	2.01
Linear Moving Average (n = 2)	14,198	1.30
Regress (n = 2)	10,568	1.06
Double Exponential Smoothing (α = .9)	17,960	1.42
Holt (α = .8, β = .6)	8,330	.98

วิธีพยากรณ์จำนวนบ้านทั่วประเทศที่เหมาะสม คือ ใช้สมการ 4.5.2

$$\hat{H}ome\ T = 6757.969\ e^{.0346(time)} \qquad .....4.5.2$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำสุดเท่ากับ 2540 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.48

นำค่าประมาณจำนวนบ้านทั่วประเทศโดยใช้สมการ 4.5.2 มาใช้เป็นตัวแปรอิสระในการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 3 โดยใช้สมการ 4.5.1 ดังแสดงในตาราง 4.5.3

ตาราง 4.5.3 แสดงการประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 3 โดยใช้ค่าประมาณของจำนวนบ้านทั่วประเทศ

ปี	Home T	$\hat{\text{Home}}$ T	DEBT 3	$\hat{\text{DEBT}}$ 3	|E|	E^2
2521	7,012	6,995.9	52,392	58,655	6,263	39,225,169
2522	7,237	7,242.2	75,671	69,890	5,781	33,419,961
2523	7,547	7,497.3	84,955	81,527	3,428	11,751,184
2524	7,729	7,761.3	94,014	93,569	445	198,025
2525	7,939	8,034.6	102,053	106,036	3,983	15,864,289
2526	8,317	8,317.5	117,738	118,941	1,203	1,447,209
2527	8,680	8,610.4	134,182	132,302	1,880	3,534,400

Home T = จำนวนบ้านทั่วประเทศ หน่วยเป็น พันหลังคาเรือน

$\hat{\text{Home}}$ T = ค่าประมาณจำนวนบ้านทั่วประเทศ โดยใช้ตัวแบบ $\hat{\text{Home}}\ T = 6{,}757.969\ e^{.0346(\text{time})}$

DEBT 3 = ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 3

$\hat{\text{DEBT}}$ 3 = ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 3 โดยใช้สมการ 4.5.1

|E| = |DEBT 3 - $\hat{\text{DEBT}}$ 3|

จากตาราง 4.5.9 คำนวณค่า MSE ได้จากสมการข้างล่าง

$$\text{MSE} = \frac{\Sigma E^2}{N}$$

แทนค่า $\Sigma E^2 = 105{,}439 \times 10^3$, $N = 7$

$$\text{MSE} = \frac{105{,}439 \times 10^3}{7} = 1.50 \times 10^7$$

ซึ่งค่า MSE ที่คำนวณโดยใช้ค่าประมาณของจำนวนบ้านทั่วประเทศเป็นตัวแปรอิสระในสมการ DEBT 3 = -260,469.8 + 45.6160 (Home T) แล้ว ให้ค่าเท่ากับ 1.50×10^7 ซึ่งสูงกว่าการใช้สมการ 4.5.3 ซึ่งมีค่า MSE เท่ากับ 1.43×10^7

$$\hat{\text{DEBT}}\ 3 = 44{,}914.72 + 12{,}378.6\ (\text{time}) \quad \text{.....4.5.3}$$

ดังนั้นวิธีพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 3 ควรใช้สมการ 4.5.3 ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำกว่า และไม่ต้องพยากรณ์ตัวแปรอิสระล่วงหน้าด้วย มีการประมาณและพยากรณ์ ดังแสดงในตาราง 4.5.4

ตาราง 4.5.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์เขตนครหลวง 3 โดยใช้ตัวแบบ $\hat{DEBT\ 3} = 44,914.72 + 12,378.6\ (time)$

หน่วย : เลขหมาย

ปี	time	DEBT 3	$\hat{DEBT\ 3}$	MAPE (%)
2521	1	52,392	57,293	9.35
2522	2	75,671	69,672	7.93
2523	3	84,955	82,050	3.42
2524	4	94,014	94,429	0.44
2525	5	102,053	106,807	4.66
2526	6	117,738	119,186	1.23
2527	7	134,182	131,565	1.95
2528	8		143,943	
2529	9		156,322	
2530	10		168,701	
2531	11		181,079	
2532	12		193,458	
2533	13		205,837	

time คือ เวลา มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3,.....

DEBT 3 คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 3

$\hat{DEBT\ 3}$ คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 3 โดยใช้สมการ 4.5.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 4 (ขน.4 หรือ DEBT 4)

จากตาราง 4.6.1 พบว่า วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีที่ใช้จำนวนประชากรทั่วประเทศ (Pop T) เป็นตัวแปรอิสระและใช้สมการ

$$\hat{DEBT\ 4} = -765{,}259.7 + 18.20\ (Pop\ T) \qquad .....4.6.1$$

ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) เท่ากับ 1.78×10^7 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 4.1

ตาราง 4.6.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 3 ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 2)		1.30×10^8	7.3
Double Exponential Smoothing (α = .65)		1.86×10^8	10
Holt (α = .7, β = .1)		6.86×10^7	6.8
$\hat{DEBT\ 4} = 41{,}826.29 + 16{,}064.82\ (time)$	.9773	2.39×10^7	4.4
$\hat{DEBT\ 4} = 52{,}382.87\ e^{.1632(time)}$	.9377	4.95×10^7	7.4
$\hat{DEBT\ 4} = 52{,}931.3\ (time)^{.5274}$	.9844	3.06×10^7	3.4
$\hat{DEBT\ 4} = -765{,}259.7 + 18.20\ (Pop\ T)$	.9830 *	1.78×10^7 *	4.1
$\hat{DEBT\ 4} = 14.5550\ e^{.00018(Pop\ T)}$	.9409	4.35×10^7	7.1
$\hat{DEBT\ 4} = 9.4 \times 10^{-37}\ (Pop\ T)^{8.767}$	.9378	1.22×10^{10}	99

* ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

วิเคราะห์หาวิธีพยากรณ์จำนวนประชากรทั่วประเทศ (Pop T) ดังแสดงในตาราง 4.6.2 วิธีที่เหมาะสมที่สุดคือสมการ

$$Pop\ T = 44{,}335.14 + 884{,}67\ (time) \qquad .....4.6.2$$

ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสองเท่ากับ 4,027

ตาราง 4.6.2 เปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ต่างๆ ในการพยากรณ์จำนวนประชากรทั่วประเทศ

	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 3)	21,349	.279
Double Exponential Smoothing (α = .9)	171,113	.634
Holt (α = .2, β = .8)	7,315	.136
Pop T = 44,335.14 + 884.67 (time)	4,027 *	.0090 *
Pop T = $44{,}429.73\ e^{.0184(\text{time})}$	4,589	.0099
Pop T = $44{,}666.14\ (\text{time})^{.056}$	209,774	.83

* ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

นำค่าประมาณจำนวนประชากรทั่วประเทศ โดยใช้สมการ 4.6.2 ใช้เป็นตัวแปรอิสระในการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 4 โดยใช้สมการ 4.6.1 เพื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ดังแสดงในตาราง 4.6.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.6.3 แสดงการประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 4 โดยใช้ค่าประมาณของจำนวนประชากรทั่วประเทศ

ปี	Pop T	$\hat{Pop}$ T	DEBT 4	$\hat{DEBT}$ 4	|E|	E^2
2521	45,222	45,219.8	52,792	57,740	4,948	24,482,704
2522	46,114	46,104.5	79,629	73,842	5,787	33,489,369
2523	46,961	46,989.2	92,886	89,943	2,943	8,661,249
2524	47,875	47,873.8	105,266	106,043	777	603,729
2525	48,847	48,758.5	123,070	122,145	925	855,625
2526	49,515	49,643.2	129,603	138,246	8,643	74,701,449
2527	50,583	50,528.9	159,353	154,366	4,987	24,870,169

Pop T = ค่าจริงจำนวนประชากรทั่วประเทศ

$\hat{Pop}$ T = ค่าประมาณจำนวนประชากรทั่วประเทศ โดยใช้สมการ 4.6.2

DEBT 4 = ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 4

$\hat{DEBT}$ 4 = ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 4 โดยใช้สมการ 4.6.1

$|E| = |DEBT\ 4 - \hat{DEBT}\ 4|$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตาราง 4.6.3 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 4 โดยใช้ค่าประมาณของจำนวนประชากรทั่วประเทศเป็นตัวแปรอิสระ จะให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) สูงขึ้นเป็น 2.39×10^7 ซึ่งเท่ากันกับวิธีที่ใช้เวลาเป็นตัวแปรอิสระและใช้สมการ 4.6.3

$$\text{DEBT 4} = 41{,}826 + 16{,}064.82\ (\text{time}) \qquad \text{.....4.6.3}$$

ดังนั้นการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 4 ควรใช้สมการ 4.6.3 เพราะที่ความแม่นยำเท่ากันวิธีที่ใช้สมการ 4.6.3 ไม่ต้องประมาณค่าของตัวแปรอิสระล่วงหน้า สำหรับค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 4 ได้แสดงไว้ในตาราง 4.6.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.6.4 เปรียบเทียบค่าจริง (DEBT 4) กับค่าประมาณ ($\hat{DEBT}$ 4) ของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 4

หน่วย : เลขหมาย

ปี	time	DEBT 4	$\hat{DEBT}$ 4	MAPE (%)
2521	1	52,792	57,891	9.66
2522	2	79,629	73,955	7.13
2523	3	92,886	90,020	3.09
2524	4	105,266	106,085	0.78
2525	5	123,070	122,150	0.75
2526	6	129,603	138,215	6.64
2527	7	159,353	154,280	3.18
2528	8		170,344	
2529	9		186,409	
2530	10		202,474	
2531	11		218,539	
2532	12		234,604	
2533	13		250,669	

time คือ เวลา มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3,.....

DEBT 4 คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 4

$\hat{DEBT}$ 4 คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 4 โดยใช้สมการ 4.6.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.7 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาครวม (DEP)

จากตาราง 4.7.1 จะเห็นได้ว่า วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีที่ใช้เวลาเป็นตัวแปรอิสระ และมีสมการดังข้างล่าง

$$\hat{DEP} = 96{,}255.97\, e^{.1709(time)} \qquad .....4.7.1$$

ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำสุดเท่ากับ 9.18×10^6 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 1.4

ตาราง 4.7.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 2)		1.41×10^8	3.5
Double Exponential Smoothing (α = .9)		1.77×10^8	6.3
Holt (α = .8 , β = .8)		8.65×10^7	3.0
$\hat{DEP}$ = 67,924.43 + 133,523.82 (time)	.9822	8.13×10^7	4.0
$\hat{DEP} = 96{,}255.97\, e^{.1709(time)}$	.9979	9.18×10^6 *	1.4 *
$\hat{DEP} = 100{,}918\ (time)^{.5226}$	.9373	3.34×10^8	8.1
$\hat{DEP}$ = -788,109.3 + 147.346 (Home P)	.9977	1.03×10^7	1.43
$\hat{DEP} = 1{,}343.44\, e^{.000737(\text{Home P})}$	.9763	1.43×10^8	4.4
$\hat{DEP} = 1.23 \times 10^{-14}\,\text{Home P}^{(5.01521)}$	.9846	9.62×10^7	3.4

แต่เมื่อพิจารณาค่าพยากรณ์จากตาราง 4.7.2 จะเห็นว่ามีค่าสูงมาก ภายในเวลา 6 ปี (ปี 2527 ถึง 2533) มีอัตราเพิ่มขึ้นถึง 178.9 % ทั้งนี้เพราะในระยะ 2-3 ปี ที่ผ่านมารัฐบาลได้มองเห็นความสำคัญของการติดตั้งในเขตภูมิภาค[1] จึงมีนโยบายขยายการติดตั้งโทรศัพท์ในเขตภูมิภาค ซึ่งเดิมมีจำนวนน้อยมาก ทำให้มองเห็นว่าอัตราเพิ่มสูงมาก แต่ถ้าพิจารณาเป็นรายชุม

---

[1] ไชดิ ศรีวิศาล, หัวหน้าสำนักงานโครงการศึกษาวิจัยทางด้านเศรษฐกิจโทรคมนาคม (สศท.) "Usage Pattern of Residental Telephone Based on Customer Interviews" กรุงเทพฯ, องค์การโทรศัพท์ฯ, กันยายน 2523 (อัดสำเนา)

สายโทรศัพท์ ดังแสดงในการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ข้างต้น จะเห็นว่ามีอัตราขยายตามปกติเช่นเดียวกับอดีตของชุมสายโทรศัพท์ต่างๆ ที่ติดตั้งแล้ว ดังนั้นตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค คือ สมการ 4.7.1 สำหรับค่าพยากรณ์ได้แสดงไว้ในตาราง 4.7.2

ตาราง 4.7.2 เปรียบเทียบค่าจริง (DEP) กับค่าประมาณ ($\hat{DEP}$) ของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค

หน่วย : เลขหมาย

ปี	time	DEP	$\hat{DEP}$	MAPE (%)
2521	1	112,905	114,202	1.15
2522	2	134,103	135,494	1.04
2523	3	165,096	160,756	2.63
2524	4	193,369	190,728	1.37
2525	5	222,064	226,288	1.90
2526	6	271,183	268,477	1.0
2527	7	315,418	318,533	0.99
2528	8		377,921	
2529	9		448,382	
2530	10		531,979	
2531	11		631,163	
2532	12		748,839	
2533	13		888,455	

time คือ เวลา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,2,3,....

DEP คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค (DEP)

$\hat{DEP}$ คือ ค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค โดยใช้สมการ 4.7.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.8 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 1 (ขภ.1 หรือ DEP 1)

ซึ่งเป็นเขตภาคตะวันออกของประเทศไทย

จากตาราง 4.8.1 วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีที่ใช้เวลาเป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งใช้สมการข้างล่าง

$$\hat{DEP\ 1} = 12{,}383.51\ e^{.1821(time)} \qquad .....4.8.1$$

ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำสุดเท่ากับ 2.62×10^5 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ต่ำสุดเท่ากับ 1.8

ตาราง 4.8.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 1 ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ กัน

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 2)		3.22×10^6	4.2
Double Exponential Smoothing (α = .9)		4.16×10^6	6.9
Holt (α = .8 , β = .8)		2.20×10^6	4.0
$\hat{DEP\ 1} = 8{,}023.429 + 4{,}844.75(time)$	.9764	2.25×10^6	5.9
$\hat{DEP\ 1} = 12{,}383.51\ e^{.1821(time)}$	.9964 *	2.62×10^5 *	1.8 *
$\hat{DEP\ 1} = 13{,}040.65\ (time)^{.5559}$	.9323	7.75×10^6	8.6
$\hat{DEP\ 1} = -68{,}405.78 + 199.6\ (Home\ E)$	.9967	3.13×10^5	1.7
$\hat{DEP\ 1} = 755.834\ e^{.0073(Home\ E)}$	.9736	2.84×10^6	4.8
$\hat{DEP\ 1} = .000006\ (Home\ E)^{3.5854}$	.9842	1.62×10^6	3.6

* ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

สำหรับค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 1 ได้แสดงไว้ในตาราง 4.8.2

ตาราง 4.8.2 เปรียบเทียบค่าจริง (DEP 1) กับค่าประมาณ ($\hat{DEP}$ 1) ของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค

หน่วย : เลขหมาย

ปี	time	DEP 1	$\hat{DEP}$ 1	MAPE (%)
2521	1	14,521	14,858	2.32
2522	2	18,607	17,827	4.19
5223	3	21,115	21,390	1.30
2524	4	25,238	25,665	1.69
2525	5	30,894	30,794	0.32
2526	6	37,675	36,948	1.93
2527	7	43,767	44,331	1.29
2528	8		53,191	
2529	9		63,821	
2530	10		76,575	
2531	11		91,878	
2532	12		110,239	
2533	13		132,270	

time คือ เวลา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1, 2, 3,.....

DEP 1 คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 1 (DEP 1)

$\hat{DEP}$ 1 คือ ค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 1 โดยใช้สมการ 4.8.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.9 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 2 (ขภ.2 หรือ DEP 2)

ซึ่งเป็นเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

จากตาราง 4.9.1 วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีที่ใช้จำนวนบ้านเขตภูมิภาคเป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งมีรูปสมการดังนี้

$$\hat{DEP\ 2} = -82,790.02 + 15.147\ (\text{Home P}) \qquad .....4.9.1$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำสุดเท่ากับ 3.53×10^6 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ต่ำสุดเท่ากับ 7.8

ตาราง 4.9.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 2 ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE.	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 3)		2.57×10^7	16.6
Double Exponential Smoothing (α = .5)		2.35×10^7	22.8
Holt (α = .3 , β = .8)		1.91×10^7	18.3
$\hat{DEP\ 2} = 5,511.71 + 3,371.64\ (\text{time})$	.8779	6.32×10^6	10.0
$\hat{DEP\ 2} = 8,147.43\ e^{.1918(\text{time})}$	.8695 *	6.02×10^6 *	9.7 *
$\hat{DEP\ 2} = 8,293.02\ (\text{time})^{.6155}$	.8996	7.27×10^6	10.9
$\hat{DEP\ 2} = -82,790.02 + 15,147\ (\text{Home P})$	.9317 *	3.53×10^6 *	7.8
$\hat{DEP\ 2} = 62.3510\ e^{.00083(\text{Home P})}$	.8750	5.63×10^6	10.5
$\hat{DEP\ 2} = 2.23 \times 10^{-18}\ (\text{Home})^{5.722}$	.8869	5.09×10^6	9.9

* ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

เนื่องจากเลือกใช้วิธีที่ใช้จำนวนบ้านเขตภูมิภาคเป็นตัวแปรอิสระ จึงต้องทำการวิเคราะห์วิธีพยากรณ์จำนวนบ้านเขตภูมิภาค (Home P) ดังแสดงในตาราง 4.9.2

ตาราง 4.9.2 เปรียบเทียบการพยากรณ์จำนวนบ้านเขตภูมิภาคด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 2)	14,267	1.4
Double Exponential Smoothing (α = .9)	13,932	1.4
Holt (α = .8 , β = .8)	8,512	1.04
$\hat{\text{H}}\text{ome P} = 5{,}812.429 + 226.7857\ (\text{time})$	4,657	.79
$\hat{\text{H}}\text{ome P} = 5{,}861.447\ e^{\cdot 0335(\text{time})}$	3,358	.68
$\hat{\text{H}}\text{ome P} = 5{,}935.847\ \text{time}^{\cdot 099936}$	26,678	2.21

จากตารางที่ 4.9.2 จะเห็นได้ว่า วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีที่ใช้เวลาเป็นตัวแปรอิสระ และมีรูปสมการดังข้างล่าง

$$\hat{\text{H}}\text{ome P} = 5{,}861.447\ e^{\cdot 0335(\text{time})} \qquad \text{.....4.9.2}$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสองสัมบูรณ์ต่ำสุดเท่ากับ 3358

นำค่าประมาณจำนวนบ้านเขตภูมิภาคโดยใช้สมการ 4.9.2 ไปแทนค่าลงในสมการ 4.9.1 เพื่อคำนวณค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) รวมที่เกิดจากความผิดพลาดในการประมาณค่าตัวแปรอิสระขึ้นหนึ่ง กับที่เกิดจากความผิดพลาดในการประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 2 อีกขั้นหนึ่ง ดังแสดงในตาราง 4.9.3

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.9.3 แสดงการประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 2 โดยใช้ค่าประมาณของจำนวนบ้านเขตภูมิภาค

ปี	Home P	$\hat{\text{Home}}$ P	DEP 2	$\hat{\text{DEP}}$ 2	|E|	E^2
2521	6,099	6,061.6	8,386	9,029	643	413,449
2522	6,264	6,268.7	12,144	12,166	22	484
2523	6,514	6,482.8	19,799	15,409	4,390	19,272,100
2524	6,653	6,704.2	17,403	18,763	1,360	1,849,600
2525	6,827	6,933.2	17,898	22,232	4,334	18,783,556
2526	7,182	7,170.0	26,321	25,819	502	252,004
2527	7,499	7,414.0	31,037	29,528	1,509	2,277,081

Home P คือ ค่าจริงของจำนวนบ้านเขตภูมิภาค

$\hat{\text{Home}}$ P คือ ค่าประมาณจำนวนบ้านเขตภูมิภาค โดยใช้สมการ 4.9.2

DEP 2 คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 2

$\hat{\text{DEP}}$ 2 คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 2 โดยใช้สมการ 4.9.1 และใช้ $\hat{\text{Home}}$ P เป็นตัวแปรอิสระ

|E| คือ $|\text{DEP 2} - \hat{\text{DEP}}\ 2|$

เมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสองแล้ว พบว่ามีค่าสูงขึ้นถึง 6.21×10^6 ซึ่งสูงกว่าวิธีพยากรณ์ที่ใช้เวลาเป็นตัวแปรอิสระ และมีรูปสมการดังข้างล่าง

$$\hat{\text{DEP}}\ 2 = 8,147.43\ e^{.1918(\text{time})} \qquad \text{.....4.9.3}$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสองเท่ากับ 6.02×10^6 ดังนั้นจึงเลือกใช้ตัวแบบสมการ 4.9.3 ในการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 2 สำหรับค่าพยากรณ์ได้แสดงไว้ในตาราง 4.9.4

ตาราง 4.9.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าประมาณของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ เขตภูมิภาค 2

หน่วย : เลขหมาย

ปี	time	DEP 2	DÊP 2	MAPE (%)
2521	1	8,386	9,870	17.7
2522	2	12,144	11,958	1.5
2523	3	19,799	14,487	26.8
2524	4	17,403	17,551	.8
2525	5	17,898	21,263	18.8
2526	6	26,321	25,760	2.1
2527	7	31,027	31,208	.6
2528	8		37,809	
2529	9		45,805	
2530	10		55,493	
2531	11		67,230	
2532	12		81,449	
2533	13		98,675	

time คือ เวลา มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3,.....

DEP 2 คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 2

DÊP 2 คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 2 โดยใช้สมการ 4.9.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.10 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 3 (ขภ.3 หรือ DEP 3)

ซึ่งเป็นเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

จากตาราง 4.10.1 จะเห็นได้ว่า วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีที่ใช้เวลาเป็นตัวแปรอิสระ และมีรูปสมการดังข้างล่าง

$$\hat{DEP\ 3} = 9{,}975.65\ e^{.179(time)} \qquad .....4.10.1$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสองต่ำสุดเท่ากับ 4.21×10^5 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 2.0

ตาราง 4.10.1 เปรียบเทียบความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 3 ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 2)		4.16×10^6	5.6
Double Exponential Smoothing (α = .9)		3.23×10^6	7.2
Holt (α = .8 , β = .8)		2.53×10^6	4.5
$\hat{DEP\ 3} = 6{,}410.14 + 3{,}848.46$ (time)	.9628	2.28×10^6	6.9
$\hat{DEP\ 3} = 9{,}975.65\ e^{.179(time)}$	.9946 *	4.21×10^5*	2.0 *
$\hat{DEP\ 3} = 10{,}610.4\ (time)^{.5384}$	.9008	6.73×10^6	10.8
$\hat{DEP\ 3} = -107{,}070 + 52.3118$ (Home NE)	.991	4.94×10^5	3.2
$\hat{DEP\ 3} = 55.251\ e^{.0024(Home\ NE)}$	.993	3.26×10^5	2.6
$\hat{DEP\ 3} = 1.37 \times 10^{-16}(Home\ NE)^{5.9496}$	.995	1.85×10^5	1.9

* ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

สำหรับค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 3 ได้แสดงไว้ในตาราง 4.10.2

ตาราง 4.10.2 เปรียบเทียบค่าจริง (DEP 3) กับค่าประมาณ (DÊP 3) ของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 3

หน่วย : เลขหมาย

ปี	time	DEP 3	DÊP 3	MAPE (%)
2521	1	12,224	11,935	2.4
2522	2	14,228	14,279	.4
2523	3	17,057	17,084	.2
2524	4	19,597	20,440	4.3
2525	5	23,989	24,456	1.9
2526	6	30,646	29,260	4.5
2527	7	34,887	35,008	.3
2528	8		41,884	
2529	9		50,112	
2530	10		59,956	
2531	11		71,734	
2532	12		85,825	
2533	13		102,684	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

time คือ เวลา มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3,.....

DEP 3 คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 3

DÊP 3 คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 3 โดยใช้สมการ 4.10.1

4.11 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 4 (ขภ.4 หรือ DEP 4)

ซึ่งเป็นเขตภาคเหนือของประเทศไทย

จากตาราง 4.11.1 จะเห็นได้ว่า วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีที่ใช้เวลาเป็นตัวแปรอิสระ มีรูปสมการดังข้างล่าง

$$\hat{DEP\ 4} = 16{,}976.41\ e^{.1227(time)} \qquad .....4.11.1$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) เท่ากับ 1.06×10^5 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 0.9

ตาราง 4.11.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 2)		6.78×10^5	2.2
Double Exponential Smoothing (α = .85)		2.16×10^6	4.2
Holt (α = .8 , β = .1)		6.38×10^5	2.5
$\hat{DEP\ 4} = 14{,}783.14 + 3{,}448.25$ (time)	.9916	3.99×10^5	2.1
$\hat{DEP\ 4} = 16{,}976.41\ e^{.1227(time)}$	.9979 *	1.06×10^5 *	0.9 *
$\hat{DEP\ 4} = 17{,}578.05\ (time)^{.3744}$	.9337	3.26×10^6	5.7
$\hat{DEP\ 4} = -153{,}523 + 4.396$ (Pop P)	.997	1.03×10^5	0.9
$\hat{DEP\ 4} = 44.6362\ e^{.00015(Pop\ P)}$	.989	6.17×10^5	2.0
$\hat{DEP\ 4} = 5 \times 10^{-26}\ (Pop\ P)^{6.4424}$	.989	4.51×10^5	1.8

* ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

สำหรับค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 4 ด้วยสมการ 4.11.1 ได้แสดงไว้ในตาราง 4.11.2

ตาราง 4.11.2 เปรียบเทียบค่าจริง (DEP 4) กับค่าประมาณ ($\hat{DEP}$ 4) ของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 4

หน่วย : เลขหมาย

ปี	time	DEP 4	$\hat{DEP}$ 4	MAPE (%)
2521	1	19,056	19,192	0.7
2522	2	21,893	21,698	0.9
2523	3	24,135	24,532	1.6
2524	4	28,262	27,735	1.9
2525	5	31,366	31,356	0.03
2526	6	35,689	35,450	0.7
2527	7	39,632	40,079	1.1
2528	8		45,312	
2529	9		51,228	
2530	10		57,917	
2531	11		65,479	
2532	12		74,029	
2533	13		83,695	

time คือ เวลา มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3,.....

DEP 4 คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 4

$\hat{DEP}$ 4 คือ ค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 4 โดยใช้สมการ 4.11.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.12 <u>การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 5 (ขภ.5 หรือ DEP 5)</u>

ซึ่งเป็นเขตภาคเหนือของประเทศไทย

จากตาราง 4.12.1 วิธีที่ให้ความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีที่ใช้จำนวนบ้านเขตภูมิภาคเป็นตัวแปรอิสระ มีรูปสมการดังข้างล่าง

$$\hat{DEP\ 5} = 5.4 \times 10^{-16}(\text{Home P})^{5.1539} \qquad \text{.....4.12.1}$$

ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำสุดเท่ากับ 1.0×10^6 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำสุด 2.6

ตาราง 4.12.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 5 ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Liner Moving Average (n = 2)		1.22×10^7	6.4
Double Exponential Smoothing (α = .9)		9.03×10^6	6.7
Holt (α = .8 , β = .8)		8.72×10^6	6.1
$\hat{DEP\ 5}$ = 9,156.429 + 5,302.75 (time)	.937	7.45×10^6	7.8
$\hat{DEP\ 5}$ = 14,203 $e^{.1743(\text{time})}$	.989	1.86×10^6	3.1
$\hat{DEP\ 5}$ = 15,190.4 $(\text{time})^{.5175}$	.875	1.79×10^7	10.7
$\hat{DEP\ 5}$ = -128,349.2 + 23.6195 (Home P)	.978	2.59×10^6	4.6
$\hat{DEP\ 5}$ = 171.6631 $e^{.00076(\text{Home P})}$	.990	1.19×10^6	2.7
$\hat{DEP\ 5} = 5.4 \times 10^{-16}(\text{Home P})^{5.1539}$	.990 *	1.0×10^6 *	2.6 *

* ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

การวิเคราะห์วิธีการพยากรณ์จำนวนบ้านภูมิภาคได้ทำแล้วในหัวข้อ 4.9 ตาราง 4.9.2 ดังนั้นจะนำค่าประมาณจำนวนบ้านเขตภูมิภาคจากสมการ 4.9.2 ($\hat{\text{Home P}} = 5{,}861.447\ e^{.0335(\text{time})}$) ไปแทนค่าในสมการ 4.12.1 เพื่อคำนวณค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ของการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 5 โดยใช้ค่าประมาณจำนวนบ้านภูมิภาคเป็นตัวแปรอิสระ ดังแสดงในตาราง 4.12.2

ตาราง 4.12.2 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 5 ด้วยค่าคาดประมาณของจำนวนบ้านเขตภูมิภาค

ปี	Home P	$\hat{\text{Home}}$ P	DEP 5	$\hat{\text{DEP}}$ 5	|E|	E^2
2521	6,099	6,061.6	17,768	16,883	884	781,802
2522	6,264	6,268.7	19,581	20,075	494	244,550
2523	6,514	6,482.8	23,936	23,869	66	4,467
2524	6,653	6,704.2	27,835	28,379	544	296,382
2525	6,827	6,933.2	33,187	33,742	555	308,998
2526	7,182	7,170.0	39,103	40,119	1,015	1,032,976
2527	7,499	7,414.9	51,162	47,701	3,460	11,977,019

Home P คือ ค่าจริงจำนวนบ้านเขตภูมิภาค

$\hat{\text{Home}}$ P คือ ค่าประมาณจำนวนบ้านเขตภูมิภาค โดยใช้สมการ 4.9.2

DEP 5 คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 5

$\hat{\text{DEP}}$ 5 คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 5 โดยใช้สมการ 4.12.1

|E| คือ |DEP 5 - $\hat{\text{DEP}}$ 5|

ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) เท่ากับ 2.09×10^6 ซึ่งเป็นค่าต่ำ ดังนั้นจึงเลือกใช้สมการ 4.12.1 ในการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 5 ดังแสดงในตาราง 4.12.3

ตาราง 4.12.3 เปรียบเทียบค่าจริง (DEP 5) กับค่าประมาณ ($\hat{DEP}$ 5) ของความไทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 5

หน่วย : เลขหมาย

ปี	$\hat{Home}$ P	DEP 5	$\hat{DEP}$ 5	MAPE (%)
2521	6,061.6	17,768	16,883	5.0
2522	6,268.7	19,581	20,075	2.5
2523	6,482.8	23,936	23,869	0.5
2524	6,704.2	27,835	28,379	2.0
2525	6,933.2	33,187	33,742	1.7
2526	7,170.0	39,103	40,119	2.6
2527	7,414.9	51,162	47,701	6.8
2528	7,668.2		56,717	
2529	7,930.1		67,435	
2530	8,201.0		80,181	
2531	8,481.1		95,333	
2532	8,770.8		113,350	
2533	9,070.4		134,773	

$\hat{Home}$ P คือ ค่าประมาณจำนวนบ้านเขตภูมิภาค โดยใช้สมการ 4.9.2

DEP 5 คือ ค่าจริงความต้องการไทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 5

$\hat{DEP}$ 5 คือ ค่าประมาณความต้องการไทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 5 โดยใช้สมการ 4.12.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.13 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 6 (ขภ.6 หรือ DEP 6)

ซึ่งเป็นเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย

จากตาราง 4.13.1 จะมีวิธีพยากรณ์ 2 วิธีที่ให้ค่า MSE ใกล้เคียงกัน คือ สมการ

$$\hat{DEP}\ 6 = 9,580 + 6,151.286\ (time) \quad .....4.13.1$$

$$\hat{DEP}\ 6 = -146,114.9 + 26.8315\ (Pop\ P) \quad .....4.13.2$$

ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) เท่ากับ 1.77×10^6 และ 1.70×10^6 ตามลำดับ แต่สมการ 4.13.2 ต้องทำการพยากรณ์ตัวแปรอิสระ (จำนวนประชากรเขตภูมิภาค) ล่วงหน้า ทำให้ความแม่นยำของสมการ 4.13.2 ลดลง ทั้งสมการ 4.13.1 ยังมีค่าอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ต่ำสุดเท่ากับ 3.7 ดังนั้นจึงเลือกใช้สมการ 4.13.1 เป็นตัวแบบพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 6 ซึ่งค่าพยากรณ์ได้แสดงไว้ในตาราง 4.13.2

ตาราง 4.13.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 6 ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 3)		3.23×10^6	3.5
Double Exponential Smoothing (α = .75)		1.61×10^7	10.6
Holt (α = 0.4 , β = 0.8)		5.37×10^6	5.8
$\hat{DEP}\ 6 = 9,580 + 6,151.286\ (time)$	.988 *	1.77×10^6 *	3.7 *
$\hat{DEP}\ 6 = 14,621.99\ e^{.1940(time)}$	.969	4.85×10^6	5.8
$\hat{DEP}\ 6 = 15,078.83\ (time)^{.6121}$	.969	4.88×10^6	5.9
$\hat{DEP}\ 6 = -14,614.9 + 26.8315\ (Pop\ P)$	.988	1.70×10^6	3.9
$\hat{DEP}\ 6 = 120.567\ e^{.0008(Pop\ P)}$	.932	1.38×10^7	9.3
$\hat{DEP}\ 6 = 1.5 \times 10^{-23}\ (Pop\ P)^{5.6615}$	.946	1.10×10^7	8.1

* ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

ตาราง 4.13.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ เขตภูมิภาค 6 โดยใช้สมการ 4.13.1

ปี	time	DEP 6	$\hat{DEP}$ 6	MAPE (%)
2521	1	16,472	15,731	4.5
2522	2	20,614	21,882	6.1
2523	3	29,369	28,033	6.5
2524	4	34,571	34,185	1.1
2525	5	37,651	40,336	7.1
2526	6	47,259	46,487	1.6
2527	7	53,360	52,639	1.4
2528	8		58,790	
2529	9		64,941	
2530	10		71,092	
2531	11		77,244	
2532	12		83,395	
2533	13		89,546	

time คือ เวลา มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3,....

DEP 6 คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 6

$\hat{DEP}$ 6 คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 6 โดยใช้สมการ 4.13.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.14 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 7 (ขภ.7 หรือ DEP 7)

ซึ่งเป็นเขตภาคใต้ของประเทศไทย

จากตาราง 4.14.1 จะเห็นได้ว่า วิธีที่มีความแม่นยำสูงสุด คือ วิธีหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเส้นตรง (Linear Moving Average) โดยใช้จำนวนข้อมูล 3 ตัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ต่ำสุดเท่ากับ 3.73×10^4 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) เท่ากับ 0.6

$$\hat{DEP\ 7} = 28,072 + 5,596\ k \qquad .....4.14.1$$

k = คาบเวลาที่จะพยากรณ์ล่วงหน้า ปี 2528 เท่ากับ 1, 2529 เท่ากับ 2 เช่นนี้เรื่อยไป

สำหรับค่าพยากรณ์ได้ แสดงไว้ในตาราง 4.14.2

ตาราง 4.14.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 7 ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 3)		3.73×10^4 *	0.6 *
Double Exponential Smoothing (α = .9)		3.17×10^6	6.3
Holt (α = 0.7, β = 0.7)		1.80×10^6	4.7
$\hat{DEP\ 7}$ = 8,166 + 3,523.6 (time)	.991	4.15×10^5	2.9
$\hat{DEP\ 7}$ = 10,843.75 $e^{.1662(time)}$	.981	9.37×10^5	3.8
$\hat{DEP\ 7}$ = 11,283.09 $(time)^{.5134}$	.940	2.25×10^6	6.7
$\hat{DEP\ 7}$ = -168,169.3 + 3.977 (Pop T)	.9903	4.82×10^5	3.4
$\hat{DEP\ 7}$ = 2.6524 $e^{.000188(Pop\ T)}$	.9790	1.12×10^6	4.13
$\hat{DEP\ 7} = 1.67 \times 10^{-37}(Pop\ T)^{8.805}$	.9703	5.45×10^8	99

* ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้รับเลือก

ตาราง 4.14.2 เปรียบเทียบค่าจริง (DEP 7) กับค่าพยากรณ์ ($\hat{DEP}$ 7) ของความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 7

หน่วย : เลขหมาย

	k	DEP 7	$\hat{DEP}$ 7	MAPE (%)
2521		12,755		
2522		13,965		
2523		18,930		
2524		21,960		
2525		25,765		
2526		29,323	29,508	0.6
2527		33,125	32,924	.06
2528	1		36,676	
2529	2		40,312	
2530	3		43,947	
2531	4		47,583	
2532	5		51,219	
2533	6		55,436	

k คือ คาบเวลาที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า เท่ากับ 1, 2, 3,.....

DEP 7 คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 7

$\hat{DEP}$ 7 คือ ค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 7 โดยใช้สมการ 4.14.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.15 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 8 (ขภ.8 หรือ DEP 8)

ซึ่งเป็นเขตภาคใต้ของประเทศไทย

จากตาราง 4.15.1 จะเห็นได้ว่าวิธีที่มีความแม่นยำที่สุด คือ วิธีที่ใช้เวลาเป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งมีรูปสมการดังข้างล่าง

$$\hat{DEP\ 8} = 9{,}839.79\ e^{.1537(time)} \qquad .....4.15.1$$

มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) เท่ากับ 1.00×10^5 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ต่ำสุดเท่ากับ 1.6 และค่าพยากรณ์ได้แสดงไว้ในตาราง 4.15.2

ตาราง 4.15.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 8 ด้วยวิธีพยากรณ์ต่างๆ

	R^2	MSE	MAPE (%)
Linear Moving Average (n = 2)		8.18×10^5	3.4
Double Exponential Smoothing (α = .9)		9.41×10^5	5.0
Holt (α = 0.8 , β = 0.8)		6.26×10^6	3.8
$\hat{DEP\ 8} = 7{,}586.42 + 2{,}872.35$ (time)	.983	5.47×10^5	4.1
$\hat{DEP\ 8} = 9{,}839.79\ e^{.1537(time)}$	.996	1.00×10^5 *	1.6
$\hat{DEP\ 8} = 10{,}335.53\ (time)^{.4646}$	.914	2.72×10^6	8.3
$\hat{DEP\ 8} = -132{,}965.9 + 3.67$ (Pop P)	.994	1.87×10^5	2.2
$\hat{DEP\ 8} = 5.729\ e^{.00019(Pop\ P)}$	.988	4.56×10^5	2.6
$\hat{DEP\ 8} = 1 \times 10^{-33}(Pop\ P)^{8.0787}$	.989	3.41×10^5	2.3

* ตัวแบบที่เหมาะสมที่ได้เลือก

ตาราง 4.15.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ เขตภูมิภาค 8 โดยใช้สมการ 4.15.1

หน่วย : เลขหมาย

ปี	time	DEP 8	$\hat{DEP}$ 8	MAPE (%)
2521	1	11,723	11,475	2.1
2522	2	13,021	13,382	2.8
2523	3	15,355	15,607	1.6
2524	4	18,503	18,201	1.6
2525	5	21,314	21,226	0.4
2526	6	25,167	24,574	2.4
2527	7	28,448	28,869	1.5
2528	8		33,668	
2529	9		39,264	
2530	10		45,790	
2531	11		53,402	
2432	12		62,278	
2533	13		72,630	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

time คือ เวลา มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3,.....

DEP 8 คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 8

$\hat{DEP}$ 8 คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค 8 โดยใช้สมการ 4.15.1

จากหัวข้อ 4.1 ถึง 4.15 ได้วิเคราะห์หาวิธีพยากรณ์แต่ละเขต ดังแสดงใน ตาราง 4.15.3

ตาราง 4.15.3 แสดงวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมของแต่ละเขตเบื้องต้น

ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ	วิธีพยากรณ์	รูปแบบสมการ	MSE	MAPE
DET	Trend	$\hat{DET} = 300,578.5 + 100,555.3(time)$	1.56×10^{8}	1.9
DEBT	Linear Moving Average (n=3)	$\hat{DEBT} = 693,128 + 62,388(k)$	1.02×10^{8}	1.5
DEBT 1	Linear Moving Average (n=3)	$\hat{DEBT\ 1} = 192,912 + 15,813(k)$	1.29×10^{7}	1.3
DEBT 2	Exponential	$\hat{DEBT\ 2} = 77,817(time)^{.5245}$	1.26×10^{7}	1.3
DEBT 3	Trend	$\hat{DEBT\ 3} = 44,914.72 + 12,378.6(time)$	1.43×10^{7}	4.1
DEBT 4	Trend	$\hat{DEBT\ 4} = 41,826.29 + 16,064.82(time)$	2.39×10^{7}	4.4
DEP	Exponential	$\hat{DEP} = 96,255.97\ e^{.1709(time)}$	9.18×10^{6}	1.4
DEP 1	Exponential	$\hat{DEP\ 1} = 12,383.51\ e^{.1821(time)}$	2.62×10^{5}	1.8
DEP 2	Exponential	$\hat{DEP\ 2} = 8,147.43\ e^{.1918(time)}$	6.02×10^{6}	9.7
DEP 3	Exponential	$\hat{DEP\ 3} = 9,975.65\ e^{.179(time)}$	4.21×10^{5}	2.0
DEP 4	Exponential	$\hat{DEP\ 4} = 16,976.41\ e^{.1227(time)}$	1.06×10^{5}	0.9
DEP 5	Exponential	$\hat{DEP\ 5} = 5.4\times10^{-6}\ (Home\ P)^{5.1539}$	1.0×10^{6}	2.6
DEP 6	Trend	$\hat{DEP\ 6} = 9,580 + 6,151.29(time)$	1.77×10^{6}	3.7
DEP 7	Linear Moving Average	$\hat{DEP\ 7} = 28,072 + 5,596(k)$	3.73×10^{4}	0.6
DEP 8	Exponential	$\hat{DEP\ 8} = 9,839.79\ e^{.1537(time)}$	1.00×10^{5}	1.6

จากตาราง 4.15.3 จะเห็นว่ามีการใช้สมการเส้นแนวโน้ม (Trend) 4 เขต, วิธีหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเส้นตรง 3 เขต และเทคนิคทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล 8 เขต ส่วนใหญ่จะใช้เวลาเป็นตัวแปรอิสระ มีเขตภูมิภาค 5 เพียงเขตเดียวที่ใช้จำนวนบ้านเขตภูมิภาคเป็นตัวแปรอิสระ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.16 <u>การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏโดยใช้วิธีรวมค่าพยากรณ์แต่ละเขตย่อยเป็นค่าพยากรณ์รวม (Breakdown Method)</u>

การวิเคราะห์ในหัวข้อ 4.16 ก็คือ เปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์แต่ละเขตย่อยของนครหลวง (ขน.1 , ขน.2 , ขน.3 และ ขน.4) แล้วนำมารวมกันเป็นเขตนครหลวงรวมกับความแม่นยำของการพยากรณ์เขตนครหลวง ซึ่งแสดงไว้ในตาราง 4.16.1

ตาราง 4.16.1 แสดงการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวงโดยวิธี Breakdown Method

ปี	DÊBT 1	DÊBT 2	DÊBT 3	DÊBT 4	$\hat{Z}_{DEBT}$	DEBT	|E|	E^2	MAPE
2521		77,817	57,293	57,891		272,140			
2522		111,939	69,672	73,955		384,450			
2523		138,469	82,050	90,020		452,398			
2524		161,023	94,429	106,085		504,245			
2525		181,018	106,807	122,150		566,094			
2526	177,731	191,185	119,186	138,215	626,317	629,890	3,573	12,766,329	0.5
2527	189,002	215,960	131,565	154,280	690,807	696,242	5,435	29,539,225	0.7
							ΣE	42,305,554	

DÊBT 1 คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 1

DÊBT 2 คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 2

DÊBT 3 คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 3

DÊBT 4 คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง 4

$\hat{Z}_{DEBT}$ คือ DÊBT 1 + DÊBT 2 + DÊBT 3 + DÊBT 4

DEBT คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง

$|E|$ คือ $|DEBT - \hat{Z}_{DEBT}|$

จากตาราง 4.16.1 สามารถคำนวณค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ได้เท่ากับ 2.11×10^7 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 0.68 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่า MSE และ MAPE ที่ได้จากการพยากรณ์เขตนครหลวงด้วยวิธีหาค่าตัวเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเส้นตรง (Linear Moving Average) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.02×10^8 และ 1.5 ตามลำดับ ดังนั้นจึงแสดงว่า การแยกพยากรณ์แต่ละเขตย่อยแล้วค่อยนำมารวมกันเป็นเขตนครหลวงให้ความแม่นยำสูงกว่า

ทำนองเดียวกันก็เปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์แต่ละเขตของภูมิภาค (ขภ.1, ขภ.2 , ขภ.3 , ขภ.4 , ขภ.5 , ขภ.6 , ขภ.7 และ ขภ.8) ซึ่งนำรวมกันเป็นเขตภูมิภาครวมกับความแม่นยำของการพยากรณ์เขตภูมิภาค ซึ่งแสดงไว้ในตาราง 4.16.2 คำนวณค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ได้เท่ากับ 8.26×10^6 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 1.0 ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์เขตภูมิภาคด้วยสมการ $DEP = 96,255.97\ e^{.1709(time)}$ ซึ่งมีค่า MSE และ MAPE เท่ากับ 9.18×10^6 และ 1.4 ตามลำดับ ดังนั้นจึงแสดงว่าการแยกพยากรณ์แต่ละเขตย่อยแล้วค่อยนำมารวมกันเป็นเขตภูมิภาครวมให้ความแม่นยำสูงกว่า

จากนั้นก็นำค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวงและเขตภูมิภาครวมที่ได้จากการนำค่าพยากรณ์แต่ละเขตย่อยมารวมกัน นำมารวมกันเป็นความต้องการโทรศัพท์ปรากฏทั่วประเทศ ซึ่งเมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (MSE) ได้เท่ากับ 5.48×10^7 และอัตราร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ได้เท่ากับ 0.75 ดังแสดงในตาราง 4.16.3 ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏทั่วประเทศที่ใช้สมการ $\hat{DET} = 300,578.5 + 100,555.3\ (time)$ ซึ่งมีค่า MSE และ MAPE เท่ากับ 1.56×10^8 และ 1.9 ตามลำดับ ดังนั้นจึงแสดงว่า การแยกพยากรณ์แต่ละเขตย่อยแล้วค่อยนำมารวมกันเป็นเขตนครหลวงรวมและเขตภูมิภาครวม แล้วนำมารวมกันเป็นความต้องการโทรศัพท์ปรากฏทั่วประเทศจะมีความแม่นยำสูงกว่า ดังนั้นวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมเป็นตาราง 4.16.4 และค่าพยากรณ์ในความต้องการโทรศัพท์ปรากฏแสดงในตาราง 4.16.5

ตาราง 4.16.2 แสดงการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค โดยวิธีแยกพยากรณ์แต่ละเขตย่อย

ปี	$\hat{DEP}$ 1	$\hat{DEP}$ 2	$\hat{DEP}$ 3	$\hat{DEP}$ 4	$\hat{DEP}$ 5	$\hat{DEP}$ 6	$\hat{DEP}$ 7	$\hat{DEP}$ 8	$\hat{Z}_{DEP}$	DEP	|E|	E^2	MAPE
2521	14,858	9,870	11,935	19,192	16,883	15,731		11,475		112,905			
2522	17,827	11,958	14,279	21,698	20,075	21,882		13,382		134,103			
2523	21,390	14,487	17,084	24,532	23,869	28,033		15,607		165,096			
2524	25,665	17,551	20,440	27,735	28,379	34,185		18,201		193,369			
2525	30,794	21,263	24,456	31,356	33,742	40,336		21,226		222,064			
2526	36,948	25,760	29,260	35,450	40,119	46,487	29,508	24,574	268,106	271,183	3,077	9,467,929	1.13
2527	44,331	31,208	35,008	40,079	47,701	52,639	32,924	28,869	312,759	315,418	2,659	7,070,281	0.84
											ΣE^2	16,538,210	

$\hat{DEP}$ i คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค i, i = 1, 2,.....8.

DEP คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค

$\hat{Z}_{DEP}$ คือ $\sum_{i=1}^{8} DEP\ i$

$|E|$ คือ $|DEP - \hat{Z}_{DEP}|$

ตาราง 4.16.3 แสดงการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏทั่วประเทศ โดยวิธี Breakdown Method

ปี	$\hat{Z}_{DEBT}$	$\hat{Z}_{DEP}$	$\hat{Z}_{DET}$	DET	$\|E\|$	E^2	MAPE
2521				385,045			
2522				518,553			
2523				617,494			
2524				697,614			
2525				788,158			
2526	626,317	268,106	894,423	901,073	6,650	4.42×10^7	0.74
2527	690,807	312,759	1,003,566	1,011,660	8,094	6.55×10^7	0.80
					ΣE^2	5.48×10^7	

$\hat{Z}_{DEBT}$ คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตนครหลวง จากตาราง 4.16.1

$\hat{Z}_{DEP}$ คือ ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ปรากฏเขตภูมิภาค จากตาราง 4.16.2

$\hat{Z}_{DET}$ คือ $\hat{Z}_{DEBT} + \hat{Z}_{DEP}$

DET คือ ค่าจริงความต้องการโทรศัพท์ปรากฏทั่วประเทศ

$|E|$ คือ $|DET - \hat{Z}_{DET}|$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

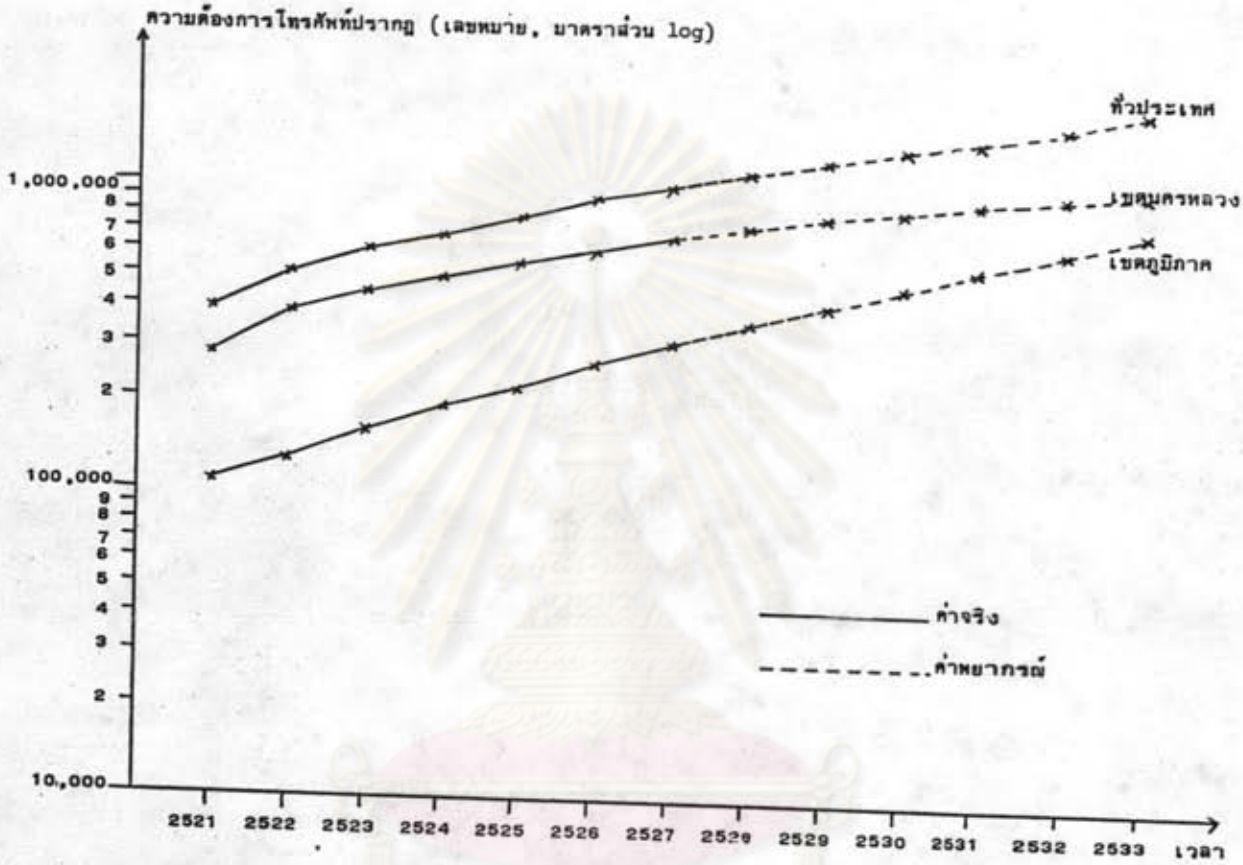
ตาราง 4.16.4 แสดงวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ

ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ	วิธีพยากรณ์	ตัวแบบคณิตศาสตร์	MSE	MAPE
DET	ผลรวมจากเขตนครหลวงกับภูมิภาค	$\hat{DET} = \hat{DEBT} + \hat{DEP}$	5.48×10^{7}	0.75
DEBT	ผลรวมจากเขตนครหลวงย่อย	$\hat{DEBT} = \sum_{i=1}^{4} \hat{DEBT}\ i$	2.11×10^{7}	0.68
DEBT 1	Linear Moving Average (n=3)	$\hat{DEBT}\ 1 = 192{,}912 + 15{,}813(k)$	1.29×10^{7}	1.3
DEBT 2	Exponential	$\hat{DEBT}\ 2 = 77{,}817\ (time)^{.5245}$	1.26×10^{7}	1.3
DEBT 3	Trend	$\hat{DEBT}\ 3 = 44{,}914.72 + 12{,}378.6(time)$	1.43×10^{7}	4.1
DEBT 4	Trend	$\hat{DEBT}\ 4 = 41{,}826.29 + 16{,}064.82(time)$	2.39×10^{7}	4.4
DEP	ผลรวมจากเขตภูมิภาคย่อย	$\hat{DEP} = \sum_{i=1}^{8} \hat{DEP}\ i$	8.26×10^{6}	1.0
DEP 1	Exponential	$\hat{DEP}\ 1 = 12{,}383.51\ e^{.1821(time)}$	2.62×10^{5}	1.8
DEP 2	Exponential	$\hat{DEP}\ 2 = 8{,}147.43\ e^{.1918(time)}$	6.02×10^{6}	9.7
DEP 3	Exponential	$\hat{DEP}\ 3 = 9{,}975.65\ e^{.179(time)}$	4.21×10^{5}	2.0
DEP 4	Exponential	$\hat{DEP}\ 4 = 16{,}976.41\ e^{.1227(time)}$	1.06×10^{5}	0.9
DEP 5	Exponential	$\hat{DEP}\ 5 = 5.4 \times 10^{-6}\ (\text{Home P})^{5.1539}$	1.0×10^{6}	2.6
DEP 6	Trend	$\hat{DEP}\ 6 = 9{,}580 + 6{,}151.29(time)$	1.77×10^{6}	3.7
DEP 7	Linear Moving Average (n=3)	$\hat{DEP}\ 7 = 28{,}072 + 5{,}596\ (k)$	3.73×10^{4}	0.6
DEP 8	Exponential	$\hat{DEP}\ 8 = 9{,}839.79\ e^{.1537(time)}$	1.00×10^{5}	1.6

ใช้วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละเขตดังแสดงในตาราง 4.16.4 นำมาพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏในอนาคตถึงปี พ.ศ.2533 ซึ่งแสดงไว้ในตาราง 4.16.5 และรูป 4.16.1

ตาราง 4.16.5 แสดงค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏของประเทศไทย

ปี	2528	2529	2530	2531	2532	2533
ขน.1	208,725	224,538	240,350	256,163	271,976	287,790
ขน.2	231,630	246,392	260,392	273,742	286,525	298,812
ขน.3	143,943	156,322	168,701	181,079	193,458	205,837
ขน.4	170,344	186,409	202,474	218,539	234,604	250,669
เขตนครหลวง	754,642	813,661	871,917	929,523	986,563	1,043,108
ขภ.1	53,191	63,821	76,575	91,878	110,239	132,270
ขภ.2	37,809	45,805	55,493	67,230	81,449	98,675
ขภ.3	41,884	50,112	59,956	71,734	85,825	102,684
ขภ.4	45,312	51,228	57,917	65,479	74,029	83,695
ขภ.5	56,717	67,435	80,181	95,333	113,350	134,773
ขภ.6	58,790	64,941	71,092	77,244	83,395	89,546
ขภ.7	36,676	40,312	43,947	47,583	51,219	55,436
ขภ.8	33,668	39,264	45,790	53,402	62,278	72,630
เขตภูมิภาค	364,047	422,918	490,951	569,883	661,784	764,509
ทั่วประเทศ	1,118,689	1,236,579	1,362,868	1,499,406	1,648,347	1,807,617



รูป 4.16.1 แสดงค่าจริงและค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.17 การพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ช่อนเร้น

เนื่องจากในเขตที่ยังไม่มีการติดตั้งชุมสายโทรศัพท์ ผู้ที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นก็ยังไม่สามารถยื่นขอมีโทรศัพท์ได้ ดังนั้นในบริเวณนั้นก็จะมีความต้องการมีโทรศัพท์อยู่ อย่างไรก็ดีทางองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ได้ออกสำรวจความต้องการทั่วประเทศแล้ว ดังนั้นการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์เขตนี้จะใช้วิธี Historical Analogy โดยใช้ตัวแบบของชุมสายที่มีลักษณะใกล้เคียงกันที่สุด โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ คือ จำนวนประชากร รายได้ และอาชีพ โดยพยายามเทียบกับชุมสายที่อยู่ในเขตเดียวกัน โดยค่าเริ่มต้นที่จะใช้ในตัวแบบจะใช้ค่าที่ได้จากการสำรวจขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และแยกพยากรณ์บริเวณที่ยังไม่ติดตั้งชุมสายโทรศัพท์ตามอำเภอ จะทำการพยากรณ์เฉพาะเขตภูมิภาค เพราะมีอำเภอจำนวนมากที่ยังไม่มีชุมสายโทรศัพท์ จึงคาดว่ามีความต้องการโทรศัพท์ช่อนเร้นอยู่มาก ส่วนเขตนครหลวงมีจำนวนชุมสายมากถึง 48 ชุมสาย มีการกระจายโทรศัพท์ออกไปอย่างทั่วถึงครอบคลุมทุกพื้นที่ จึงคาดว่ามีความต้องการโทรศัพท์ช่อนเร้นอยู่น้อยมาก

ในแต่ละเขตจะวิเคราะห์ 2 ตาราง ตารางที่ 1 จะวิเคราะห์ชุมสายที่มีโทรศัพท์แล้วเพื่อหาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ สำหรับการวิเคราะห์นี้มีข้อสมมุติว่า ตัวแบบของชุมสายจะเป็นแบบเส้นตรง เพื่อที่จะสามารถนำค่าประมาณในปี พ.ศ.2527 ขององค์การโทรศัพท์ฯ เข้าในสมการได้ แต่อย่างไรก็ดีข้อสมมุติก็มีเหตุผลสนับสนุน กล่าวคือ การติดตั้งโทรศัพท์ในแต่ละชุมสายยังมีจำนวนน้อย และเพิ่งติดตั้งได้ไม่นาน เมื่อเทียบกับรูปกราฟ 2.5 แล้วก็ควรจะอยู่ช่วงต้นๆ กราฟซึ่งเป็นลักษณะเส้นตรง

ส่วนตารางที่ 2 จะพิจารณาลักษณะต่างๆ ของแต่ละอำเภอ ได้แก่ จำนวนประชากรและรายได้เพื่อหาชุมสายที่ใกล้เคียงกันที่สุด แล้วใช้ตัวแบบพยากรณ์ของชุมสายนั้นๆ พยากรณ์ตามเวลาต่อไปถึงปี พ.ศ.2533 ซึ่งทั้ง 2 ตารางจะแสดงไว้ในภาคผนวก ง.

ตัวอย่างการพยากรณ์ เขตอำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร มีผลิตภัณฑ์รายจังหวัดต่อคน 15,151 บาท และจำนวนประชากร 33,398 คน มีลักษณะคล้ายกับเขตชุมสายโทรศัพท์ไชยา ซึ่งมีผลิตภัณฑ์รายจังหวัดต่อคน 13,472 บาท มีประชากร 36,763 คน มีตัวแบบดังสมการ 4.17.1

$$\hat{y} = 20.3\,x + 150 \qquad \text{.....4.17.1}$$

x คือ เวลา พ.ศ.2521 เท่ากับ 1, 2522 เท่ากับ 2 เป็นเช่นนี้เรื่อยไป

แต่จากการสำรวจขององค์การโทรศัพท์ฯ ที่อำเภอปะทิวในปี พ.ศ.2527 มีความต้องการโทรศัพท์ 87 ราย แทนค่า $y = 87$, $x = 7$ ในสมการ 4.17.2

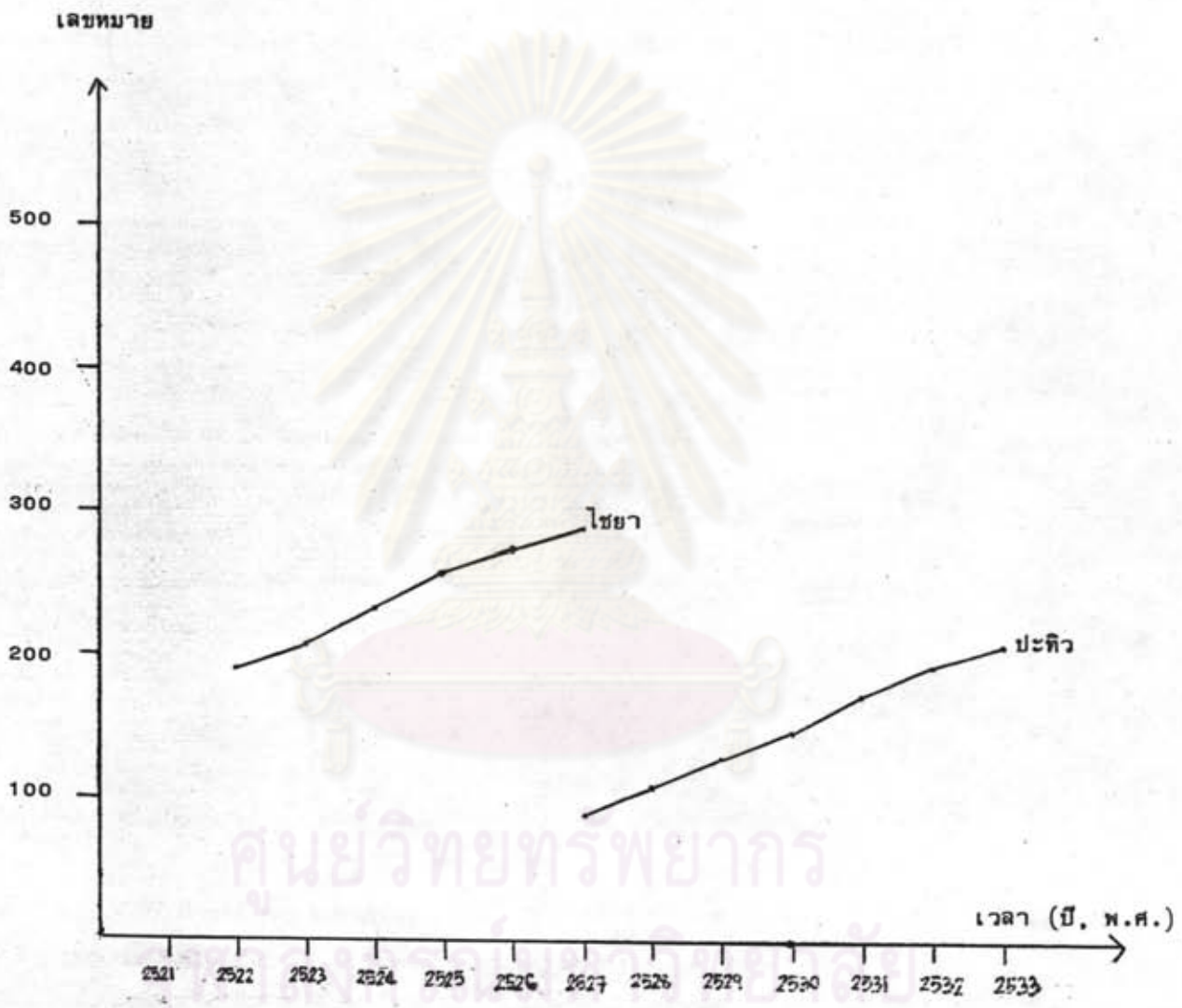
$$y = 20.3x + a \qquad \text{.....4.17.2}$$

เพราะการใช้ตัวแบบของชุมสายโชยา เป็นตัวแบบของอำเภอปะทิว จะใช้ความชันเท่ากันเท่านั้น ส่วนค่า a ที่คัดแกน y หาได้จากการแทนค่า $y = 87$, $x = 7$ ในสมการ 4.17.2 ซึ่งจะได้ค่า $a = -55.4$

ดังนั้นตัวแบบของอำเภอปะทิว จะเป็นดังสมการ 4.17.3 และรูป 4.17.1

$$y = 20.3x - 55.4 \qquad \text{.....4.17.3}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4.17.1 แสดงการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์เขตอำเภอปะทิว (พ.ศ.2528-2533) โดยใช้ตัวแบบของเขตชุมสายโทรศัพท์ไชยา (พ.ศ.2522-2527)

ซึ่งผลการวิเคราะห์จาก 2 ตาราง ที่กล่าวมาสามารถสรุปผลได้ดังตาราง 4.17.1

ตาราง 4.17.1 แสดงค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ช่อนเร้นเขตภูมิภาค

เขตโทรศัพท์	ค่าประมาณ ปี 2527	ค่าพยากรณ์ 2528	2529	2530	2531	2532	2533
ขภ.1	2,594	4,906	7,219	9,532	11,844	14,160	16,372
ขภ.2	8,479	13,219	18,230	23,241	28,256	33,363	38,273
ขภ.3	9,480	14,692	19,904	25,117	30,329	35,541	40,753
ขภ.4	9,529	12,041	14,551	17,062	19,572	22,083	24,593
ขภ.5	8,002	10,611	13,220	15,829	19,565	21,047	23,656
ขภ.6	3,665	5,407	7,148	8,890	10,632	12,374	14,117
ขภ.7	5,063	6,659	8,257	9,925	11,523	13,121	14,718
ขภ.8	3,006	4,149	5,291	6,435	7,577	8,720	9,862
รวม	49,818	71,684	93,820	116,031	139,298	160,709	182,344

สำหรับการพยากรณ์วิธีนี้มีข้อจำกัด คือ ชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้เป็นตัวแบบต้องมีลักษณะเป็นเส้นตรง และต้องมีค่าประมาณเริ่มต้น ซึ่งค่าประมาณเริ่มต้นได้จากองค์การโทรศัพท์ฯ และบางอำเภอที่ไม่มีค่าประมาณเริ่มต้น ก็จะประมาณจากอำเภอที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ดังนั้นความแม่นยำส่วนหนึ่งก็ขึ้นกับค่าประมาณเริ่มต้น

4.18 <u>การพยากรณ์ความต้องการไทรศัพท์ทั้งหมด</u>

จากหัวข้อ 4.16 สามารถวิเคราะห์หาวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ความต้องการไทรศัพท์ปรากฏ และค่าพยากรณ์จากตาราง 4.16.6 และสามารถพยากรณ์ความต้องการไทรศัพท์ซ่อนเร้นจากหัวข้อ 4.17 เมื่อนำค่าพยากรณ์ความต้องการไทรศัพท์ปรากฏและซ่อนเร้นมารวมกันก็จะเป็นความต้องการไทรศัพท์ทั้งหมด ดังแสดงในตาราง 4.18.1 และแสดงความต้องการไทรศัพท์ทั้งหมดในแต่ละเขตภูมิภาคย่อยในตาราง 4.18.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.18.1 แสดงค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ของประเทศไทย

	ค่าประมาณ	ค่าพยากรณ์					
	ปี 2527	2528	2529	2530	2531	2532	2533
เขตนครหลวง (ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ)	690,807	754,642	813,661	871,917	929,523	986,563	1,043,108
เขตภูมิภาค	361,663	435,731	516,738	606,982	709,181	822,493	946,853
- ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ	311,845	364,047	422,918	490,951	569,883	661,784	764,509
- ความต้องการโทรศัพท์ซ่อนเร้น	49,818	71,684	93,820	116,031	139,298	160,709	182,344
ความต้องการโทรศัพท์ทั้งหมดทั่วประเทศ	1,052,470	1,190,373	1,330,399	1,478,899	1,638,704	1,809,056	1,989,961
ค่าพยากรณ์จำนวนประชากรของประเทศไทย (พันคน)		55,373	56,925	58,514	60,147	61,821	63,529
ความหนาแน่นโทรศัพท์ต่อประชากร 100 คน		2.15	2.34	2.53	2.72	2.93	3.13
อัตราการเปลี่ยนแปลง (%)		13.1	11.8	11.2	10.8	10.4	10.0

หมายเหตุ ค่าประมาณปี 2527 ได้จากความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ + ค่าประมาณความต้องการโทรศัพท์ซ่อนเร้น ที่ประมาณโดยองค์การโทรศัพท์ฯ

ตาราง 4.18.2 ความต้องการโทรศัพท์ทั้งหมดของเขตภูมิภาค

	ค่าพยากรณ์					
	2528	2529	2530	2531	2532	2533
เขต ขภ.1	58,097	71,040	86,107	103,722	124,399	148,642
- ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ	53,191	63,821	76,575	91,878	110,239	132,270
- ความต้องการโทรศัพท์ซ่อนเร้น	4,906	7,219	9,532	11,844	14,160	16,372
เขต ขภ.2	51,028	64,035	78,734	95,486	114,812	136,948
- ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ	37,809	45,805	55,493	67,230	81,449	98,675
- ความต้องการโทรศัพท์ซ่อนเร้น	13,219	18,230	23,241	28,256	33,363	38,273
เขต ขภ.3	56,576	70,016	85,073	102,063	121,366	143,437
- ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ	41,884	50,112	59,956	71,734	85,825	102,684
- ความต้องการโทรศัพท์ซ่อนเร้น	14,692	19,904	25,117	30,329	35,541	40,753
เขต ขภ.4	57,353	65,779	74,979	85,051	96,112	108,288
- ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ	45,312	51,228	57,917	65,479	74,029	83,695
- ความต้องการโทรศัพท์ซ่อนเร้น	12,041	14,551	17,062	19,572	22,083	24,593
เขต ขภ.5	67,328	80,655	96,010	114,898	134,397	158,429
- ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ	56,717	67,435	80,181	95,333	113,350	134,773
- ความต้องการโทรศัพท์ซ่อนเร้น	10,611	13,220	15,829	19,565	21,047	23,656
เขต ขภ.6	64,197	72,089	79,982	87,876	95,769	108,463
- ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ	58,790	64,941	71,092	77,244	83,395	94,346
- ความต้องการโทรศัพท์ซ่อนเร้น	5,407	7,148	8,890	10,632	12,374	14,117
เขต ขภ.7	43,335	48,569	53,872	59,106	64,340	70,154
- ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ	36,676	40,312	43,947	47,583	51,219	55,436
- ความต้องการโทรศัพท์ซ่อนเร้น	6,659	8,257	9,925	11,523	13,121	14,718
เขต ขภ.8	37,817	44,555	52,225	60,979	70,998	82,492
- ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ	33,668	39,264	45,790	53,402	62,278	72,630
- ความต้องการโทรศัพท์ซ่อนเร้น	4,149	5,291	6,435	7,577	8,720	9,862
เขตภูมิภาครวม	435,731	516,738	606,982	709,181	822,493	946,853
- ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏ	364,047	422,918	490,951	569,883	661,784	764,509
- ความต้องการโทรศัพท์ซ่อนเร้น	71,684	93,820	116,031	139,298	160,709	182,344

เมื่อพิจารณาค่าพยากรณ์แล้วจะพบว่าในเขตภูมิภาคจะมีอัตราขยายสูงมาก เพราะในแต่ละเขตภูมิภาคย่อยส่วนใหญ่จะใช้วิธีเอกซ์ไปเนนเชียล ซึ่งสาเหตุสืบเนื่องจากในระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมารัฐบาลได้มองเห็นความสำคัญของการติดตั้งโทรศัพท์ในเขตภูมิภาค[1] จึงมีนโยบายขยายการติดตั้งโทรศัพท์ในเขตภูมิภาคซึ่งเดิมมีจำนวนน้อยมาก ทำให้มองเห็นว่าอัตราเพิ่มสูงเป็นลักษณะเอกซ์-ไปเนนเชียล ซึ่งทำให้มองเห็นว่าค่าพยากรณ์สูงเกินไป แต่เมื่อพิจารณารายชุมสายแล้วจะเห็นว่าเป็นอัตราขยายปกติ เช่นเดียวกับอดีตของชุมสายต่างๆ ที่ติดตั้งแล้ว และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับจำนวนประชากร ซึ่งมีการพยากรณ์จำนวนประชากรโดยหน่วยงานราชการ ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ฆ ค่าความหนาแน่นโทรศัพท์ต่อประชากร 100 คน ดังแสดงในตาราง 4.18.1 ,ซึ่งใน พ.ศ.2533 มีค่าเท่ากับ 3.13 เลขหมายต่อประชากร 100 คน ซึ่งเท่ากับประเทศมาเลเซียใน พ.ศ.2520 หรือล้าหลังประเทศมาเลเซียถึง 13 ปี ทั้งๆ ที่ประเทศมาเลเซียมีลักษณะสภาพเศรษฐกิจการดำเนินชีวิตคล้ายประเทศไทยมาก ดังนั้นจะเห็นได้ว่าค่าพยากรณ์ไม่สูงเกินไป และยังไม่เข้าสู่ช่วงอิ่มตัว (Saturation) เพราะความหนาแน่นโทรศัพท์ต่อประชากร 100 คน ยังต่ำอยู่มาก ดังนั้นค่าพยากรณ์ในตาราง 4.18.1 จึงไม่สูงเกินไป ซึ่งมีอัตราการขยายตัวภายใน 6 ปี (พ.ศ. 2528-2533) ประมาณร้อยละ 67.2 หรือโดยเฉลี่ยร้อยละ 11.2 ต่อปี ซึ่งตรงกับสมมุติฐานข้อ 2 ที่กล่าวมา ความต้องการโทรศัพท์ของประเทศไทยในอนาคตจะขยายขึ้นเกินกว่าร้อยละ 30 ภายใน 6 ปี (พ.ศ.2528-2533) ส่วนในเขตนครหลวงซึ่งมีการติดตั้งเครื่องรับโทรศัพท์จำนวนมากอยู่แล้ว (690,807 เลขหมาย หรือ 5.43 เลขหมายต่อประชากร 100 คน ใน พ.ศ.2527) อัตราขยายจึงอยู่ในรูปเส้นตรงมากกว่าจะเป็นเอกซ์ไปเนนเชียล

สำหรับการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ปรากฏของส่วนราชการ ธุรกิจ บ้านพัก จะพยากรณ์โดยพิจารณาค่าพยากรณ์จากตาราง 4.18.1 และสัดส่วนร้อยละของแต่ละประเภทผู้เช่าในตาราง ก-6, ก-7, ก-8 ในภาคผนวก ก. และตาราง 4.18.3, 4.18.4, 4.18.5 ซึ่งแสดงสัดส่วนร้อยละของแต่ละประเภทผู้เช่าทั่วประเทศ เขตนครหลวง และเขตภูมิภาค และแสดงการเปลี่ยนแปลงในรูปอัตราส่วนร้อยละ

---

1 ไชดิ ศรีวิศาล, หัวหน้าสำนักงานโครงการศึกษาวิจัยทางด้านเศรษฐกิจโทรคมนาคม (สศท.) "Usage Pattern of Residental Telephone Based on Customer Interviews" กรุงเทพฯ, องค์การโทรศัพท์ฯ, กันยายน 2523 (อัดสำเนา)

ตาราง 4.18.3 เลขหมายที่มีผู้เช่าแล้วแบ่งตามประเภทผู้เช่าทั่วประเทศในรูปสัดส่วนร้อยละ

ประเภทของผู้เช่า(%)	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527
ธุรกิจ	43.5	42.2	40.5	39.7	38.8	36.7	34.8
บ้านพัก	46.4	47.6	49.0	49.4	50.0	52.0	54.2
สาธารณะ	1.1	1.4	1.6	1.8	2.0	2.0	2.0
ส่วนราชการ	8.0	7.8	7.9	8.1	8.2	8.2	8.0
องค์การโทรศัพท์ฯ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

ตาราง 4.18.4 เลขหมายที่มีผู้เช่าแล้วแบ่งตามประเภทผู้เช่าในเขตนครหลวงในรูปสัดส่วนร้อยละ

ประเภทผู้เช่า	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527
ธุรกิจ	36.7	35.4	34.1	33.6	33.3	31.1	30.0
		(-3.5)	(-3.6)	(-1.5)	(-0.8)	(-6.6)	(-3.5)
บ้านพัก	53.8	54.7	55.7	56.1	55.7	57.9	58.8
		(1.67)	(1.83)	(0.7)	(0.7)	(3.9)	(1.5)
สาธารณะ	1.3	1.8	2.0	2.1	2.4	2.4	2.6
		(3.8)	(11.1)	(5.0)	(14.3)	(0)	(8.3)
ส่วนราชการ	7.5	7.4	7.5	7.6	7.9	7.9	8.0
		(-1.3)	(1.3)	(8.0)	(3.9)	(0)	(1.3)
องค์การโทรศัพท์	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6
		(0)	(0)	(-14.3)	(16.7)	(0)	(14.3)

ตัวเลขในวงเล็บ คือ อัตราร้อยละการเปลี่ยนแปลงเทียบกับปีที่ผ่านมา

ตาราง 4.18.5 เลขหมายที่มีผู้เช่าแล้วแบ่งตามประเภทผู้เช่าในเขตภูมิภาคในรูปสัดส่วนร้อยละ

ประเภทผู้เช่า	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527
ธุรกิจ	62.4	60.6	59.0	57.1	54.1	52.1	45.6
		(-2.9)	(-2.6)	(-3.2)	(-5.3)	(-4.0)	(-12.5)
บ้านพัก	26.3	28.3	29.4	30.6	33.9	35.9	43.5
		(7.6)	(3.9)	(4.1)	(10.8)	(5.9)	(21)
สาธารณะ	0.3	0.3	0.6	0.9	1.0	1.0	1.0
		(0)	(100)	(50)	(11)	(0)	(0)
ส่วนราชการ	9.2	9.1	9.2	9.4	9.1	9.1	8.1
		(-1.1)	(1.1)	(2.2)	(-3.2)	(0)	(11)
องค์การไทรศัพท์	1.8	1.7	1.8	2.0	1.9	1.9	1.8
		(-5.5)	(5.8)	(11.1)	(-5)	(0)	(-5.2)

ตัวเลขในวงเล็บ คือ อัตราร้อยละการเปลี่ยนแปลงเทียบกับปีที่ผ่านมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตาราง 4.18.3, 4.18.4 และ 4.18.5 จะเห็นได้ว่า สัดส่วนร้อยละของผู้เช่าประเภทธุรกิจจะค่อยๆ ลดลง ส่วนผู้เช่าประเภทบ้านพักจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น และจะเห็นว่าผู้เช่าประเภทธุรกิจเขตภูมิภาคมีสัดส่วนสูงมากถึงร้อยละ 40-60 ทั้งนี้เพราะร้านค้าซึ่งเป็นบ้านพักด้วยถูกจัดในประเภทธุรกิจ ส่วนประเภทอื่นๆ จะประมาณคงที่

พิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงแต่ละปีของผู้เช่าประเภทต่างๆ ในเขตนครหลวง ดังแสดงในตาราง 4.18.4 จะเห็นได้ว่าประเภทองค์การไทรศัพท์จะมีสัดส่วนประมาณคงที่เท่ากับ 0.7 ส่วนประเภทสาธารณะและส่วนราชการมีอัตราเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 0.1 ต่อปี ประเภทบ้านพักมีอัตราเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 1.7 ต่อปี ดังนั้นการพยากรณ์ประเภทบ้านพักจะใช้อัตราขยายร้อยละ 1.7 ต่อปี ส่วนประเภทธุรกิจมีอัตราลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.25 ต่อปี ดังแสดงในตาราง 4.18.6 แต่ผลรวมมากกว่า 100 ดังนั้นจึงมีการปรับให้เท่ากับ 100 ดังตาราง 4.18.7

ตาราง 4.18.6 แสดงค่าพยากรณ์สัดส่วนร้อยละของประเภทผู้เช่าในเขตนครหลวงเบื้องต้น

ประเภทผู้เช่า	2528	2529	2530	2531	2532	2533
ธุรกิจ	28.7	27.5	26.3	25.1	23.9	22.7
บ้านพัก	59.8	60.8	61.8	62.8	63.8	64.8
สาธารณะ	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2
ส่วนราชการ	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6
องค์การไทรศัพท์ฯ	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
รวม	100.3	100.5	100.8	101.1	101.4	101.8

ตาราง 4.18.7 แสดงค่าพยากรณ์สัดส่วนร้อยละของประเภทผู้เช่าในเขตนครหลวงที่ปรับแล้ว

ประเภทผู้เช่า	2528	2529	2530	2531	2532	2533
ธุรกิจ	28.9	27.9	26.9	25.9	24.9	24.1
บ้านพัก	59.6	60.5	61.3	62.1	62.9	63.7
สาธารณะ	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.1
ส่วนราชการ	8.1	8.1	8.2	8.3	8.4	8.4
องค์การโทรศัพท์ฯ	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
ผลรวม	100	100	100	100	100	100

สำหรับเขตภูมิภาคพิจารณาทำนองเดียวกันกับเขตนครหลวง จากตาราง 4.18.4 ประเภทส่วนราชการ และองค์การโทรศัพท์ค่อนข้างคงที่ จึงใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตซึ่งเท่ากับ 9.2 และ 1.85 ตามลำดับ ประเภทสาธารณะเกือบจะคงที่ในปี พ.ศ.2524 เป็นต้นมา จึงใช้อัตราขยายเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ.2524-2527 เท่ากับร้อยละ 3.6 ต่อปี ใช้พยากรณ์สัดส่วนประเภทสาธารณะ พ.ศ.2528-2533 ประเภทบ้านพักจะเห็นว่าในปี พ.ศ.2525 และ 2527 มีอัตราขยายสูงเกินไป จึงไม่นำมาเฉลี่ยกับปีอื่นๆ อัตราขยายเฉลี่ยจึงเท่ากับร้อยละ 5.37 ซึ่งใช้พยากรณ์สัดส่วนประเภทบ้านพัก พ.ศ.2528-2533 ส่วนประเภทธุรกิจมีอัตราลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.6 ต่อปี ทั้งนี้ไม่ได้นำค่าในปี 2527 มาเฉลี่ยด้วย เพราะมีค่าสูงเกินไป ดังแสดงในตาราง 4.18.8 แต่ผลรวมมากกว่า 100 ดังนั้นจึงมีการปรับให้เท่ากับ 100 ดังแสดงในตาราง 4.18.9

ตาราง 4.18.8 แสดงค่าพยากรณ์สัดส่วนร้อยละของประเภทผู้เช่าในเขตภูมิภาค

ประเภทผู้เช่า	2528	2529	2530	2531	2532	2533
ธุรกิจ	42.11	39.67	37.03	34.29	31.35	28.31
บ้านพัก	45.8	48.2	50.8	53.5	56.4	59.4
สาธารณะ	1.04	1.08	1.12	1.16	1.2	1.24
ส่วนราชการ	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
องค์การโทรศัพท์ฯ	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
ผลรวม	101.79	102.63	103.77	105.01	106.45	108.09

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.18.9 แสดงค่าพยากรณ์สัดส่วนร้อยละของประเภทผู้เช่าในเขตภูมิภาคที่ปรับแล้ว

ประเภทผู้เช่า	2528	2529	2530	2531	2532	2533
ธุรกิจ	43.12	41.22	39.32	37.42	35.53	33.67
บ้านพัก	45.0	46.96	48.95	50.95	52.98	54.95
สาธารณะ	1.02	1.05	1.08	1.10	1.12	1.15
ส่วนราชการ	9.04	8.96	8.87	8.76	8.64	8.51
องค์การโทรศัพท์	1.82	1.81	1.78	1.77	1.74	1.72
ผลรวม	100	100	100	100	100	100

ดังนั้นการพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ (ตามประเภทผู้เช่า) จะใช้สัดส่วนร้อยละที่พยากรณ์จากตาราง 4.18.7 และ 4.18.9 ของเขตภูมิภาคและนครหลวงตามลำดับ ส่วนค่าพยากรณ์ได้แสดงไว้ในตาราง 4.18.10 และ 4.18.11 ค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ทั่วประเทศตามประเภทผู้เช่าได้จากผลรวมของเขตนครหลวง (ตาราง 4.18.10) และ เขตภูมิภาค (ตาราง 4.18.11) และแสดงไว้ในตาราง 4.18.12

ตาราง 4.18.10 แสดงค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ทั้งหมดในเขตนครหลวงแยกตามประเภทผู้เช่า

ประเภทผู้เช่า	2528	2529	2530	2531	2532	2533
ธุรกิจ	218,091	227,011	234,546	240,746	245,654	251,389
บ้านพัก	449,766	492,265	534,485	577,234	620,548	644,460
สาธารณะ	20,375	22,783	25,285	27,886	30,583	32,336
ส่วนราชการ	61,126	65,906	71,497	77,150	82,871	87,621
องค์การโทรศัพท์ฯ	5,282	5,695	6,103	6,506	6,906	7,302
รวมทั้งหมด	754,642	813,661	871,917	929,523	986,563	1,043,108

ตาราง 4.18.11 แสดงค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ทั้งหมดในเขตภูมิภาคแยกตามประเภทผู้เช่า

ประเภทผู้เช่า	2528	2529	2530	2531	2532	2533
ธุรกิจ	187,887	212,999	238,665	265,375	292,150	318,805
บ้านพัก	196,079	242,660	297,118	361,328	435,757	520,296
สาธารณะ	4,445	5,426	6,555	7,801	9,212	10,889
ส่วนราชการ	39,390	46,300	53,839	62,124	71,063	80,577
องค์การโทรศัพท์ฯ	7,930	9,353	10,804	12,552	14,311	16,286
รวมทั้งหมด	435,731	516,738	606,982	709,181	822,493	946,853

ตาราง 4.18.12 แสดงค่าพยากรณ์ความต้องการโทรศัพท์ทั่วประเทศแยกตามประเภทผู้เช่า

ประเภทผู้เช่า	2528	2529	2530	2531	2532	2533
ธุรกิจ	405,978	440,010	473,211	506,481	537,804	570,194
บ้านพัก	645,845	734,925	831,603	938,562	1,056,305	1,184,756
สาธารณะ	24,820	28,209	31,840	35,687	39,795	43,225
ส่วนราชการ	100,516	112,206	125,333	138,274	153,934	168,198
องค์การโทรศัพท์ฯ	13,212	15,048	16,907	19,058	21,217	23,588
รวมทั้งหมด	1,190,373	1,330,399	1,478,899	1,638,704	1,809,056	1,989,961