สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การวิเคราะห์เชิงสถิติของการโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191

นางสาวจารุวรรณ ชนาวงศ์
นายชนาศักดิ์ กุลรัตนรักษ์
นางสาวนงนุช โกวิทวณิช
นายรุ่งชัย จิระชลรัตน์

วศ.
จ 3371
2536

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

6125559465

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาสถิติประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2536

# Statistical Analysis of Informing Calls at the Communication Control Center Section (191)

Miss Jaruwan Chanawong

Mr. Thanasak Kulrattanarak

Miss Nongnuch Kowitwanit

Mr. Rungchai Jirachonrat

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the

Requirment for the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Statistics

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1993

**หัวข้อปัญหาพิเศษ** การวิเคราะห์เชิงสถิติของการโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191

**โดย** นางสาวจารุวรรณ ชนาวงศ์

นายชนาศักดิ์ กุลรัตนรักษ์

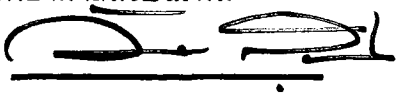
นางสาวนงนุช โกวิทวณิช

นายรุ่งชัย จิระชลรัตน์

**ภาควิชา** สถิติประยุกต์

**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรารัตน์ เรืองรัตนเมธี

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

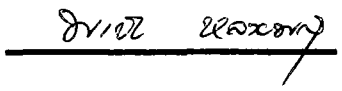


( ผศ. วีรศักดิ์ สุรพัฒน์ ) หัวหน้าภาค

คณะกรรมการโครงงานพิเศษ

( ผศ. วรารัตน์ เรืองรัตนเมธี ) ประธานกรรมการ

( อาจารย์วลัยลักษณ์ อัตชีรวงศ์ ) กรรมการ



( อาจารย์พรชัย หลายพลุ ) กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อปัญหาพิเศษ การวิเคราะห์เชิงสถิติของการโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191
นักศึกษา นางสาวจารุวรรณ ชนาวงศ์
นายชนาศักดิ์ กุลรัตนรักษ์
นางสาวนงนุช โกวิทวณิช
นายรุ่งชัย จิระชลรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาตราจารย์วรารัตน์ เรืองรัตนเมธี
ภาควิชา สถิติประยุกต์
ปีการศึกษา 2536

# บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ความชื้นสัมพัทธ์รายวัน จำนวนคดีที่เกิดขึ้นจริงรายวัน วันต่างๆ ในสัปดาห์ และเดือนต่างๆ ที่มีต่อจำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวันที่ศูนย์รวมข่าว 191 โดยพิจารณาในรูปของความสัมพันธ์เชิงเส้น เพื่อสร้างสมการถดถอยพยากรณ์การโทรศัพท์แจ้งเหตุนั้น ได้เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นแต่ละวันในปีงบประมาณ 2536 (ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2535 ถึง 31 กันยายน 2536) จากศูนย์รวมข่าว 191 กองบัญชาการตำรวจนครบาล และกรมอุตุนิยมวิทยา ใช้เทคนิคการสร้างสมการถดถอยที่ดีที่สุด คือ วิธีสเตปไวส์ รีเกรชชัน (Stepwise Regression)

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ปัจจัยที่นำมาใช้ในการพยากรณ์จำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191 ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน วันต่างๆ ในสัปดาห์ และเดือนต่างๆ ซึ่งสมการถดถอยที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์มีประสิทธิภาพ 75 %

อนึ่ง ในการศึกษาครั้งนี้ได้เกิดปัญหา Autocorrelation ซึ่งทำให้ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนในสมการไม่มีคุณสมบัติเป็นตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียงดีที่สุด (Best Linear Unbiased Estimators) ฉะนั้น จึงควรที่จะมีการศึกษาต่อไปถึงการแก้ปัญหา Autocorrelation

Special Project Title Statistical Analysis of Informing Calls
at the Communication Control Center Section (191)
Name Miss Jaruwan Chanawong
Mr. Thanasak Kulrattanarak
Miss Nongnuch Kowitwanit
Mr. Rungchai Jirachonrat
Special Project Advisor Miss Vararat Ruangrattanamatee
Department Applied Statistics
Acadamic Year 1993

## Abstract

This study begins with an investigation of the influence of different factors such as the daily average temperature, daily relative humidity, daily actual cases, day of the week and month affected to the variation of daily informing calls at the Communication Control Center Section(191). The data were obtained from files in the Communication Control Center Section(191), Metropolitan Police Bureau, and the Meteorological Department in the fiscal year 1993 ( from 1 October 1992 to 30 September 1993), using the techniques of stepwise regression to fit a best multiple linear regression equation for predicting the daily informing calls.

The results of the study leads to the conclusion that the factors used in forcasting the daily informing calls are the daily average temperature, day of the week and month. The best multiple linear regression equation has its efficiency of 75%.

Further investigation shows that, in the best regression pattern mentioned above, the error terms are autocorrelated. Consequently the estimates of the partial regression coefficients are not the best linear unbiased estimates when the error terms are autocorrelated. In order to obtain the best linear unbiased estimates of the partial regression coefficients, there should be a further study which would take the problem of autocorrelation into consideration.

# กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์เชิงสถิติของการโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรารัตน์ เรืองรัตนเมธี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ควบคุมและให้คำแนะนำในการทำปัญหาพิเศษนี้ให้สำเร็จด้วยดี

ขอขอบพระคุณ พันตำรวจโท ธเนตร์ พิณเมืองงาม พันตำรวจตรี ชฎาวีร์ สุวรรณรัตน์ จากกรมตำรวจ พันตำรวจตรี สมเดช ฐิตวัฒนสกุล จากศูนย์รวมข่าว 191 ตลอดจนกองบัญชาการตำรวจนครบาลและกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ได้ให้ข้อมูลและให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการศึกษาครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือและความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จ

คณะผู้จัดทำ

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| สารบัญรูป | ช |
| บทที่ 1. บทนำ | |
| ความนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ของการศึกษา | 3 |
| ขอบเขตของการศึกษา | 3 |
| สมมติฐานในการศึกษา | 3 |
| นิยามคำศัพท์เฉพาะ | 3 |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 4 |
| 2. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 5 |
| 3. วิธีดำเนินการวิจัย | |
| การกำหนดตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ | 7 |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล | 8 |
| การสร้างสมการถดถอยที่ดีที่สุด | 11 |
| การตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงของสมการถดถอย | 11 |
| -การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของความคลาดเคลื่อน | 12 |
| -การทดสอบปัญหา Heteroscedasticity | 13 |
| -การทดสอบปัญหา Autocorrelation | 15 |
| -การทดสอบปัญหา Multicollinearity | 20 |
| 4. ผลการวิเคราะห์ | 23 |

5. สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ
ผลการวิเคราะห์เชิงสถิติ 32
ข้อเสนอแนะ 38
ภาคผนวก
ก. ประวัติความเป็นมาของแผนกศูนย์รวมข่าว 40
ข. คำอธิบายของค่าต่างๆ ในผลการวิเคราะห์สมการถดถอย
ที่ปรากฏในภาคผนวก ค. 43
ค. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC+ 46
ง. การทดสอบปัญหา Autocorrelation 82
จ. ตารางสถิติ 87
บรรณานุกรม 89

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.1 | ตัวอย่างของข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากศูนย์รวมข่าว 191 และกรมอุตุนิยมวิทยา | 9 |
| 3.2 | ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ | 10 |
| 4.1 | การสร้างสมการถดถอยโดยใช้วิธีสเตปไวส์ รีเกรชชัน ในแต่ละขั้นตอน | 23 |
| 4.2 | แสดงค่าที่ประมาณได้ของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน | 25 |
| 4.3 | ตัวอย่างการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191 | 27 |
| 4.4 | แสดงผลการทดสอบเอฟของสมการถดถอย | 28 |
| 4.5 | แสดงค่าที่ประมาณได้ของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน | 29 |
| 4.6 | แสดงการทดสอบการแจกแจงแบบปกติโดยใช้วิธีโคโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ | 30 |

# สารบัญรูป


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| 1. กราฟแสดง Normal probability plot ของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ | 12 |
| 2. รูปแบบของค่าความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบปัญหาความแปรปรวนไม่เท่ากัน | 14 |
| 3. แสดงช่วงของค่า d-statistic | 16 |

# บทที่ 1
# บทนำ

## ความนำ

ในปัจจุบันเราจะพบว่ามีเหตุร้ายต่างๆเกิดขึ้นมากมาย ซึ่งเมื่อมีเหตุร้ายเกิดขึ้น แผนกศูนย์รวมข่าว* (หรือที่นิยมเรียกกันว่า ศูนย์รวมข่าว 191) สามารถรับแจ้งเหตุได้ 3 ทาง คือ

1.ทางโทรศัพท์ ในกรณีที่ประชาชนเป็นผู้ประสบเหตุ ประชาชนจะหมุนโทรศัพท์แจ้งศูนย์รวมข่าว 191 เมื่อเจ้าหน้าที่รับแจ้งเหตุจะจดบันทึกและนำเหตุที่จดบันทึกส่งต่อให้กับพนักงานวิทยุเพื่อแจ้งไปยังสายตรวจและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าระงับเหตุต่อไป

2.ทางวิทยุสายตรวจ ในกรณีที่สายตรวจประสบเหตุเอง สายตรวจจะรายงานเหตุการณ์เข้าสู่ศูนย์รวมข่าว 191 ทางวิทยุ ซึ่งพนักงานวิทยุจะจดบันทึกเหตุการณ์ที่เกิด และแจ้งไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

3.ทางวิทยุจากศูนย์อื่นๆ ในกรณีที่ผู้ประสบเหตุแจ้งเหตุเข้าสู่ศูนย์วิทยุที่ไม่ได้อยู่ในพื้นที่ที่เกิดเหตุ หรือพื้นที่ที่เกิดเหตุอยู่ในบริเวณรอยต่อระหว่างเขตรับผิดชอบของศูนย์วิทยุต่างๆ ศูนย์วิทยุที่รับแจ้งเหตุจะประสานงานโดยแจ้งเหตุที่เกิดขึ้นไปยังศูนย์วิทยุในเขตพื้นที่ที่รับผิดชอบ เพื่อที่จะได้แจ้งเหตุไปยังสายตรวจและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าปฏิบัติหน้าที่ต่อไป

แต่ทางที่สะดวกและเป็นที่นิยมที่สุด คือ การแจ้งเหตุทางโทรศัพท์มายังหมายเลข 191 เพราะเป็นหมายเลขที่จำได้ง่ายและเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางของประชาชน

เนื่องจากสภาพพื้นที่โดยทั่วไปของกรุงเทพมหานครเป็นชุมชนที่หนาแน่นซึ่งเป็นศูนย์กลางการคมนาคมและขนส่งจากทั่วประเทศ มีความสะดวกในการติดต่อสื่อสาร ทั้งยังเป็นศูนย์กลางของความเจริญทั้งทางด้านการเมือง สังคม เศรษฐกิจ การพาณิชย์ อุตสาหกรรม เทคโนโลยีและการศึกษา ทำให้ประชากรจากต่างจังหวัดพากันอพยพหลั่งไหลเข้ามาเร่ร่อนหางานทำตามโรงงานอุตสาหกรรม ร้านค้า สถานบริการ และบ้านพักอาศัย จนพื้นที่ดังกล่าว

---

* ประวัติความเป็นมาของแผนกศูนย์รวมข่าวปรากฏในภาคผนวก ก.

กลายสภาพเป็นเมืองที่เติบโตอย่างไม่เป็นระบบและไม่มีระเบียบ ส่วนหนึ่งของประชากรที่อพยพมาจากชนบทเข้าสู่เมืองต้องตกเป็นเหยื่อของอาชญากรรมหรือเป็นตัวก่ออาชญากรรมขึ้น สภาพความเป็นอยู่ของประชากรทางด้านเศรษฐกิจและสังคมมีการแข่งขัน เอารัดเอาเปรียบกันมากขึ้น มีการเมินเฉยต่อกัน ขาดความร่วมมือหรือให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทั้งนี้เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ต้องดิ้นรนหาเลี้ยงชีพเพื่อความอยู่รอดของตนเอง การขาดความอบอุ่นในครอบครัวและการขัดแย้งในเรื่องผลประโยชน์ทางการค้าย่อมนำมาซึ่งการประกอบอาชญากรรมในรูปแบบต่างๆมากขึ้น ประกอบกับประชากรแต่ละกลุ่มมีทัศนคติและค่านิยมที่แตกต่างกันไป รวมทั้งสภาพทางศีลธรรมที่เสื่อมโทรมลง ประชากรได้รับอิทธิพลทางตะวันตกที่เน้นความสะดวกสบาย ความโอ่อ่า ในขณะที่สภาพเศรษฐกิจบีบรัดตัวจึงจำเป็นต้องหารายได้ทางอื่นมาเสริม เมื่อหมดหนทางสุจริตก็หันไปประกอบอาชญากรรม จากภาพรวมเหล่านี้แสดงให้เห็นปัญหาที่ส่งผลต่อการเกิดอาชญากรรม ซึ่งนับวันอาชญากรรมต่างๆจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น และมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้สถานีตำรวจแต่ละแห่งจะมีเขตพื้นที่รับผิดชอบและความหนาแน่นของประชากรแตกต่างกัน ทำให้สถานีตำรวจบางแห่งไม่สามารถให้บริการประชาชนได้ทั่วถึงในการระงับเหตุร้ายมิให้ลุกลามไปสู่การเกิดอาชญากรรม ศูนย์รวมข่าว 191 จึงเป็นศูนย์กลางในการรับแจ้งเหตุร้ายจากประชาชนและติดต่อประสานงานระหว่างสายตรวจและสถานีตำรวจต่างๆ และโดยเหตุที่การรับแจ้งเหตุทางโทรศัพท์ของศูนย์รวมข่าว 191 มีแนวโน้มที่จะมากขึ้น จึงจำเป็นต้องเตรียมบุคลากรและอุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อมเพื่อรองรับปริมาณงานที่เพิ่มขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยของ เจมส์ แอล ลีบิว และ โรเบิร์ต เอช แลงเวิร์ทที (James L. LeBeau และ Robert H. Langworthy) * พบว่า การโทรศัพท์ของประชาชนเพื่อขอความช่วยเหลือหรือบริการจากตำรวจมีความสัมพันธ์กับวันต่างๆในสัปดาห์ เดือนต่างๆ และอุณหภูมิของอากาศในแต่ละวัน จึงทำให้เกิดแนวความคิดที่จะนำแนวทางการวิจัยดังกล่าวมาปรับใช้กับการโทรศัพท์แจ้งเหตุร้ายที่ศูนย์รวมข่าว 191 ซึ่งยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน และคาดว่าจะสามารถนำผลจากการศึกษาไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนบริหารงานของศูนย์รวมข่าว 191

---

* James L. LeBeau และ Robert H. Langworthy, The Linkages Between Routine Activities, Weather, and Calls for Police Services (Journal of Police Science and Administration Vol.14 No.2, 1986), หน้า 137-144.

## วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ความชื้นสัมพัทธ์รายวัน จำนวนคดีที่เกิดขึ้นจริงรายวัน วันต่างๆ ในสัปดาห์ และเดือนต่างๆ ที่มีต่อการโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวันที่ศูนย์รวมข่าว 191

2. เพื่อสร้างสมการพยากรณ์การโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวันที่ศูนย์รวมข่าว 191

## ขอบเขตของการศึกษา

ประชากร คือ จำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวันที่ศูนย์รวมข่าว 191

กลุ่มตัวอย่าง คือ จำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวันที่ศูนย์รวมข่าว 191 ของปีงบประมาณ 2536 ( ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2535 ถึง 31 กันยายน 2536 ) ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 350 วัน

## สมมติฐานในการศึกษา

อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ความชื้นสัมพัทธ์รายวัน จำนวนคดีที่เกิดขึ้นจริงรายวัน วันต่างๆ ในสัปดาห์ และเดือนต่างๆ มีอิทธิพลต่อการโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวันที่ศูนย์รวมข่าว 191

## นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. จำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวัน คือ จำนวนครั้งของการโทรศัพท์เข้ามาแจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191 ในแต่ละวัน โดยจะนับเฉพาะการแจ้งเหตุร้ายเท่านั้น

2. ความชื้นสัมพัทธ์รายวัน คือ อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศกับปริมาณไอน้ำที่จุดอิ่มตัว ณ อุณหภูมินั้น (จุดอิ่มตัว คือ ปริมาณความชื้นที่อากาศสามารถเก็บไว้ได้)

3. อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน คือ อุณหภูมิที่วัดทุกๆ 3 ชั่วโมงภายในวันเดียวกัน แล้วนำมาเฉลี่ย 8 ช่วง

4. จำนวนคดีที่เกิดขึ้นจริงรายวัน คือ จำนวนคดีรายวันที่ขึ้นเป็นเลขคดี (มีการจดบันทึกประจำวันที่สถานีตำรวจ ) ในกรุงเทพมหานคร

5. ศูนย์รวมข่าว 191 คือ แผนกศูนย์รวมข่าวเป็นแผนกหนึ่งของกองกำกับการศูนย์รวมข่าว ซึ่งขึ้นกับกองกำกับการสายตรวจและปฏิบัติการพิเศษอยู่ภายใต้กองบัญชาการตำรวจนครบาล กรมตำรวจ กระทรวงมหาดไทย

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำผลจากการศึกษามาพยากรณ์ล่วงหน้าถึงจำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวัน เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนงานด้านการกำหนดจำนวนเจ้าหน้าที่ในการรับโทรศัพท์และสายตรวจพิเศษ 191 ตลอดจนการเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น วิทยุโทรศัพท์ ให้เหมาะสมกับวันและเดือนต่างๆ รวมถึงวันหยุดพิเศษ*ที่ต้องมีการใช้กำลังพลไปทำงานด้านอื่นๆมากกว่าปกติ

---

* วันหยุดพิเศษ คือ วันหยุดที่ไม่ใช่วันเสาร์หรืออาทิตย์ แต่เป็นวันที่ต้องใช้กำลังพลมากกว่าปกติ เช่น ใช้ในการอารักขา รับเสด็จเนื่องในงานพระราชพิธีต่างๆ หรือวันที่มีการซ้อมก่อนถึงวันจริง เช่น การสวนสนาม

# บทที่ 2
# การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง* สามารถแบ่งได้ 2 ด้าน ดังนี้

1. ทางด้านสภาพอากาศและอาชญากรรม

- Guerry และ Quetelet (ระหว่างศตวรรษที่ 19) ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอาชญากรรม สภาพอากาศและฤดูกาล โดย Guerry อยู่ที่ประเทศฝรั่งเศส และ Quetelet อยู่ที่ประเทศเบลเยี่ยม ได้สังเกตอย่างเป็นอิสระกัน พบว่า อาชญากรรมที่เกิดขึ้นกับตัวบุคคลไม่เหมือนกับอาชญากรรมทางด้านทรัพย์สิน อาชญากรรมทางด้านบุคคลเกิดขึ้นสูงสุดในระหว่างฤดูร้อนหรือเดือนที่มีอากาศอบอุ่น ในขณะที่อาชญากรรมด้านทรัพย์สินเกิดขึ้นสูงสุดในระหว่างเดือนที่มีอากาศเย็นหรือฤดูหนาว

- Dexter (1904) ได้ตรวจสอบข้อมูลการทำร้ายร่างกายจากเรือนจำในเมืองนิวยอร์ก และข้อมูลการฆาตกรรมจากเมืองเดนเวอร์ โคโลราโด สังเกตพบผลกระทบจากอุณหภูมิซึ่งได้บันทึกไว้ว่า "อุณหภูมิมีผลมากกว่าสภาวะอื่นๆที่จะนำไปสู่การต่อสู้"

- Cohen (1941) ได้วิเคราะห์ข้อมูลจาก Uniform Crime Report ของเมืองที่มีประชากรมากกว่า 100,000 คนขึ้นไป ตั้งแต่ ค.ศ. 1935-1940 พบว่าในฤดูร้อนจะมีอัตราการเกิดอาชญากรรมสูง และในฤดูหนาวจะเกิดอาชญากรรมทางด้านทรัพย์สินสูง

- Federal Bureau of Investigation ได้บันทึกไว้ว่า ลักษณะอากาศเป็นองค์-ประกอบหนึ่งร่วมกับความผันแปรทางด้านภูมิศาสตร์ที่มีผลต่อจำนวนการเกิดอาชญากรรม ( Department of Justice 1981 ) และฤดูกาลที่เปลี่ยนไปนั้นมีผลอย่างเห็นได้ชัดกับการเกิดอาชญากรรมต่างๆ (Department of Justice 1980)

- Harries และ Stadler (1983) ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการทำร้ายร่างกายกับความร้อนที่รุนแรงในเมืองดัลลาส เท็กซัส ข้อมูลประกอบด้วย รายงานการทำร้ายร่างกายทั้งหมดและผลการวัดสภาพอากาศทุกวันจากเดือนมีนาคม 1980 ถึง ตุลาคม 1980

---

* LeBeau and Langworthy, Ibid.

ซึ่งช่วงเวลานี้รวมฤดูร้อนของปี 1980 ไว้ด้วย โดยใช้จำนวนการทำร้ายร่างกายของทุกๆวัน เป็นตัวแปรตาม และใช้อุณหภูมิ ความชื้นหรือดัชนีความไม่สบาย วันต่างๆ ในสัปดาห์ และเดือนต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ ผลปรากฏว่าวันสุดสัปดาห์จะมีการทำร้ายร่างกายเกิดขึ้นสูงกว่าในช่วงกลางสัปดาห์ และมีการทำร้ายร่างกายเกิดขึ้นต่ำในวันอังคาร และวันพุธ นอกจากนั้น วันสุดสัปดาห์ที่เกิดเหตุการณ์ทำร้ายร่างกายสูงสุดจะอยู่ในระหว่างเดือนในฤดูร้อน ดังนั้น วันต่างๆ ในสัปดาห์จึงเป็นตัวแปรอิสระที่มีนัยสำคัญมากในการก่อให้เกิดความผันแปรของการเกิดเหตุการณ์ทำร้ายร่างกายกันขึ้น ในขณะที่อุณหภูมิ ความชื้น หรือดัชนีความไม่สบายมีนัยสำคัญเล็กน้อย ในการก่อให้เกิดความผันแปรของการเกิดเหตุการณ์ทำร้ายร่างกายขึ้น ความสำคัญของการค้นคว้านี้ คือ สามารถวัดอิทธิพลของวันต่างๆ ในสัปดาห์ที่มีต่อระดับการทำร้ายร่างกายที่แตกต่างกัน อุณหภูมิที่สูงและความไม่สบายที่เพิ่มขึ้นสามารถทำให้ระดับการทำร้ายร่างกายของวันนั้นเลวร้ายลงได้

2. ทางด้านสภาพอากาศและการแจ้งเหตุร้ายเพื่อขอใช้บริการของตำรวจ

- Bercal (1970), Reiss (1971), Meyer (1976), Sumrall (1981) ได้ให้ความสนใจอย่างมากเกี่ยวกับการหมุนเวียนเปลี่ยนไปของวันและฤดูกาลที่มีผลต่อการแจ้งเหตุขอใช้บริการจากตำรวจ การวัดผลแบบนี้เป็นการนับความต้องการใช้บริการของตำรวจจากประชาชนซึ่งจะได้ผลสมบูรณ์กว่าการนับจำนวนอาชญากรรมที่เกิดขึ้น

- Heller และ Markland (1970) ได้ตรวจสอบข้อมูลของการแจ้งเหตุร้ายเพื่อขอใช้บริการตำรวจในเมืองซิดาโก ดีทรอยท์ และเซนต์หลุยส์ พบว่า "จำนวนการแจ้งเหตุร้ายต่อสัปดาห์มีอัตราเฉลี่ยสูงกว่าในเดือนที่อากาศร้อนกว่า และมีอัตราเฉลี่ยต่ำกว่าในเดือนที่อากาศเย็นกว่า" และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิรายสัปดาห์นั้นเป็นตัวแปรที่มีนัยสำคัญมากในการอธิบายจำนวนการแจ้งเหตุร้ายเพื่อขอใช้บริการของตำรวจเป็นรายสัปดาห์

- LeBeau และ Langworthy พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน วันต่างๆ ในสัปดาห์ และเดือนต่างๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของการบริการรับแจ้งเหตุร้าย โดยวันต่างๆ ในสัปดาห์ จำนวนครั้งของการแจ้งเหตุร้ายจะต่ำสุดในวันจันทร์ และเพิ่มขึ้นตลอดสัปดาห์จนถึงจุดสูงสุดในวันเสาร์ วันศุกร์ วันอาทิตย์ สำหรับเดือนที่อยู่ในช่วงฤดูร้อน จะเป็นเดือนที่มีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนครั้งการรับแจ้งเหตุร้ายมากที่สุด ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสามารถทำให้เกิดการเพิ่มหรือลดจำนวนครั้งการแจ้งเหตุร้ายอย่างชัดเจน

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิเคราะห์เชิงสถิติของการโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191 มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ
2. เก็บรวบรวมข้อมูล
3. สร้างสมการถดถอยที่ดีที่สุด
4. ตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงของสมการถดถอย

## การกำหนดตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม คือ จำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวันที่ศูนย์รวมข่าว 191

ตัวแปรอิสระที่จะนำเข้ามาใช้เป็นตัวพยากรณ์ตัวแปรตามนั้น ได้แนวความคิดจากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศ และจากการขอคำปรึกษาจากผู้ที่ปฏิบัติงานในศูนย์รวมข่าว 191 ซึ่งได้แก่ ตัวแปรดัมมี่ของวันต่างๆและเดือนต่างๆ อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ความชื้นสัมพัทธ์รายวัน และจำนวนคดีที่เกิดขึ้นจริงรายวัน

กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในรูปของความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear Equation)

สมการถดถอยของประชากร $Y_i = \alpha + \sum_{j=1}^{k} \beta_j X_{ji} + \varepsilon_i$

สมการถดถอยจากตัวอย่าง $Y_i = \hat{Y}_i + e_i$

เมื่อ $\hat{Y}_i = a + \sum_{j=1}^{k} b_j X_{ji}$ $\quad i=1,2,...,n$ $\quad j=1,2,...,k$

โดย a และ $b_j$ เป็นตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์ $\alpha$ และ $\beta_j$ ตามลำดับ

เมื่อ $X_{ji}$ เป็นตัวแปรดัมมี่ของวัน เช่น วันจันทร์

$X_{1i} = 1$ ถ้าเป็นวันจันทร์

$X_{1i}$ = 0 ถ้าไม่ใช่วันจันทร์

เมื่อ $X_{ji}$ เป็นตัวแปรดัมมี่ของเดือน เช่น เดือนมกราคม

$X_{1i}$ = 1 ถ้าเป็นเดือนมกราคม

$X_{1i}$ = 0 ถ้าไม่ใช่เดือนมกราคม

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาจากศูนย์รวมข่าว 191 และ กรมอุตุนิยมวิทยา เป็นข้อมูลที่แต่ละหน่วยงานได้บันทึกไว้ ประกอบด้วย

1. จำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุร้ายรายวัน ในกรุงเทพมหานครต่อศูนย์รวมข่าว 191 ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2535 ถึง 31 กันยายน 2536 โดยเก็บรวบรวมจากเจ้าหน้าที่ของศูนย์รวมข่าว 191 ที่ได้จดบันทึกรายละเอียดต่าง ๆ และป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ของแผนกสถิติของศูนย์รวมข่าว 191

2. จำนวนคดีที่เกิดขึ้นรายวัน ในกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2535 ถึง 31 กันยายน 2536 โดยเก็บรวบรวมจากเจ้าหน้าที่ของกองบัญชาการตำรวจนครบาล ซึ่งได้รับรายงานมาจากการลงบันทึกประจำวันของสถานีตำรวจต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานครและป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ของแผนกสถิติของกองบัญชาการตำรวจนครบาล

3. อุณหภูมิเฉลี่ยรายวันและความชื้นสัมพัทธ์รายวัน ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2535 ถึง 31 กันยายน 2536 โดยเก็บรวบรวมจากเจ้าหน้าที่ของกรมอุตุนิยมวิทยา และป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ของแผนกสถิติของกรมอุตุนิยมวิทยา

สำหรับข้อมูลที่เก็บรวบรวมมานั้นใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 350 ตัวอย่างของข้อมูลแสดงไว้ในตาราง 3.1 และตาราง 3.2

ตาราง 3.1 ตัวอย่างของข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากศูนย์รวมข่าว 191 และกรมอุตุนิยมวิทยา

| วัน | เดือน | ปี | จำนวนการโทรศัพท์แจ้งเหตุร้าย(ครั้ง) | จำนวนคดีที่เกิดขึ้น (ครั้ง) | อุณหภูมิเฉลี่ย ( องศาเซลเซียส) | ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซนต์) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| อ. | ต.ค. | 2535 | 193 | 192 | 26.5 | 85 |
| พฤ. | พ.ย. | 2535 | 102 | 238 | 26.9 | 70 |
| ศ. | ธ.ค. | 2535 | 318 | 265 | 26.6 | 64 |
| จ. | ม.ค. | 2536 | 169 | 169 | 26.8 | 78 |
| ส. | ม.ค. | 2536 | 254 | 216 | 27.5 | 80 |
| พ. | ก.พ. | 2536 | 361 | 393 | 28.0 | 73 |
| อา. | ก.พ. | 2536 | 493 | 459 | 28.4 | 66 |
| อ. | มี.ค. | 2536 | 490 | 209 | 27.7 | 75 |
| อา. | มี.ค. | 2536 | 438 | 175 | 28.6 | 75 |
| อ. | เม.ย. | 2536 | 435 | 348 | 30.7 | 72 |
| ศ. | เม.ย. | 2536 | 399 | 276 | 28.5 | 76 |
| พฤ. | พ.ค. | 2536 | 321 | 227 | 29.0 | 78 |
| ส. | มิ.ย. | 2536 | 445 | 342 | 29.0 | 76 |
| อา. | ก.ค. | 2536 | 556 | 190 | 30.4 | 71 |
| พ. | ส.ค. | 2536 | 391 | 231 | 26.2 | 86 |
| จ. | ก.ย. | 2536 | 354 | 270 | 27.6 | 74 |

**ตาราง 3.2 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์**

| จำนวนครั้งการโทรศัพท์ | จันทร์ | อังคาร | พุธ | พฤหัส | ศุกร์ | เสาร์ | อาทิตย์ | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | คดีที่เกิดขึ้น | อุณหภูมิเฉลี่ย | ความชื้นสัมพัทธ์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 193 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 192 | 26.5 | 85 |
| 102 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 238 | 26.9 | 70 |
| 318 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 267 | 26.6 | 64 |
| 169 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 169 | 26.8 | 78 |
| 254 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 216 | 27.5 | 80 |
| 493 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 459 | 28.4 | 66 |
| 361 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 393 | 28.0 | 73 |
| 490 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 209 | 27.7 | 75 |
| 438 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 175 | 28.6 | 75 |
| 399 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 276 | 28.5 | 76 |
| 435 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 348 | 30.4 | 72 |
| 321 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 227 | 29 | 78 |
| 445 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 342 | 29 | 76 |
| 556 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 190 | 30.4 | 71 |
| 391 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 231 | 26.2 | 86 |
| 354 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 270 | 27.6 | 74 |

## การสร้างสมการถดถอยที่ดีที่สุด

การสร้างสมการการถดถอยที่ดีที่สุดโดยใช้ สเตปไวส์ รีเกรชชัน (The Stepwise Regression Preecdure) มีวิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

1. เริ่มนำตัวแปรอิสระที่มีสหสัมพันธ์กับตัวแปร Y สูงที่สุดเข้าสู่สมการ แล้ววัดค่า $R^2$ และตรวจสอบนัยสำคัญด้วยการทดสอบที (t-test) หรือ การทดสอบเอฟ (F-test)

2. เพิ่มตัวแปรอิสระอื่นเข้าสู่สมการในข้อ 1 ครั้งละ 1 ตัว ถ้าพบว่าตัวแปรดังกล่าวมีคุณสมบัติสอดคล้องกับเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้ คือ

(ก) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนกับตัวแปร Y (Partial Correlation($r_{iY.j}$)) สูงที่สุด คำนวณได้ดังสูตร

$$r_{iY.j} = \frac{r_{iY} - r_{ij}\, r_{Yj}}{(1-r_{ij}^2)(1-r_{Yj}^2)}$$ ; i = ตัวแปรอิสระที่เหลือ

j = ตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการแล้ว

(ข) มีค่า Beta In สูงกว่าตัวแปรอิสระอื่นๆ โดยที่ $t > t_{\text{ตาราง}}$

3. ในทุกครั้งที่เพิ่มตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการอันมีผลให้ในสมการมีจำนวนตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ให้พิจารณาคัดตัวแปรอิสระที่อาจเป็นส่วนเกินทิ้งไป ตัวแปรที่จะต้องถูกตัดทิ้ง คือ ตัวแปรที่มีค่า Beta Weights ต่ำกว่าตัวแปรอิสระอื่นๆ โดยที่ $t < t_{\text{ตาราง}}$

4. หยุดดำเนินการเมื่อพบว่า ตัวแปรอิสระภายนอกสมการมิได้มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือมิได้เพิ่มสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด

ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC+

## การตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงของสมการถดถอย

ในการสร้างสมการถดถอยโดยมี $a_i$ และ $b_{ji}$ เป็นตัวประมาณค่าของพารามิเตอร์ $\alpha_i$ และ $\beta_{ji}$ ตามลำดับ จะมีคุณสมบัติเป็นตัวประมาณค่าที่ดีได้นั้นต้องอยู่ภายใต้ข้อตกลงต่างๆ ดังนี้คือ

1. การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติ (Normal) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma^2$

2. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (Homoscedasticity)

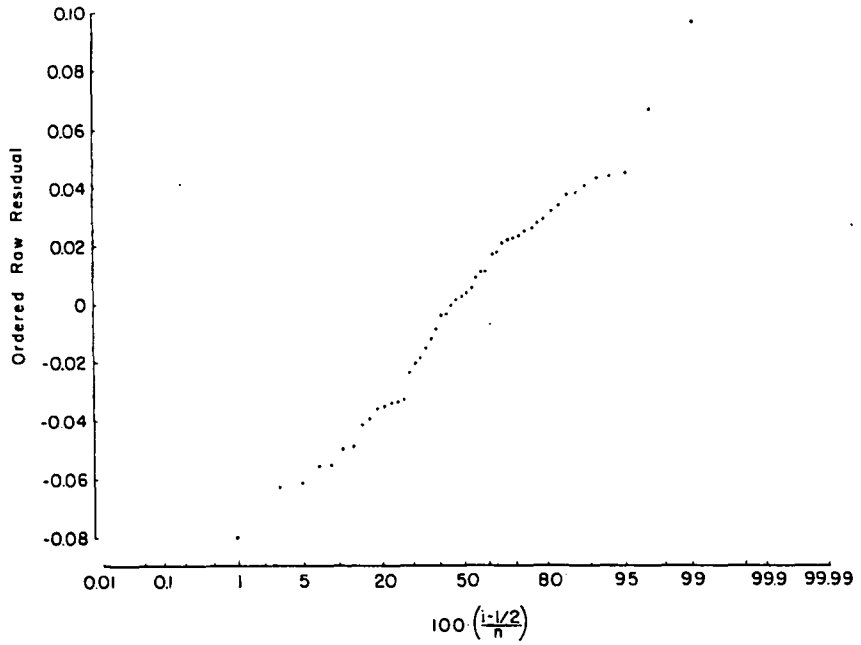
3. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระต่อกัน (Nonautoregression หรือ Non serial correlation)

4. ตัวแปรอิสระทั้งหมดต้องเป็นอิสระต่อกัน

ดังนั้นหลังจากหาสมการถดถอยที่ดีที่สุดได้แล้ว จึงควรมีการตรวจสอบว่าสมการถดถอยที่หาได้นั้นมีความสอดคล้องกับข้อตกลงหรือไม่ โดยตรวจสอบจากความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง ($e_i = Y_i - \hat{Y}_i$)

## การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของความคลาดเคลื่อน

มีวิธีการทางสถิติหลายวิธีในการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของความคลาดเคลื่อน ในเบื้องต้นอาจพิจารณา จากกราฟ Normal Probability Plots ซึ่งเป็นกราฟแสดงคู่ลำดับระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนที่เรียงลำดับจากน้อยไปมากกับค่า $100(i - 1/2)/n$ เมื่อ i คือ ลำดับที่ของค่าความคลาดเคลื่อนนั้น และ n คือ จำนวนค่าสังเกตทั้งหมด โดยจะวาดกราฟลงบนกระดาษกราฟเฉพาะ ที่เรียกว่า Normal Probability Paper ถ้าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ กราฟที่ได้ ควรจะมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง




**รูปที่ 1** กราฟแสดง Normal probability plot ของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ

ในกรณีที่กราฟไม่สามารถแสดงแนวโน้มได้ชัดเจนหรือต้องการความมั่นใจมากขึ้นก็ควรใช้วิธีการทางสถิติทดสอบโดยวิธี โคโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test (KS)) การทดสอบนี้ใช้ได้กับข้อมูลตั้งแต่ชนิดมาตราเรียงลำดับ (Ordinal Scale) ขึ้นไป ทำให้ทราบว่าการแจกแจงของกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาเหมือนกับการแจกแจงของประชากรที่เราสนใจหรือไม่ กำหนดสมมติฐานของการทดสอบดังนี้

$H_0$ : ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : ประชากรไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

ให้ $S_n(X)$ เป็นความถี่สะสมของข้อมูลที่สังเกตได้ n จำนวน ในรูปสัดส่วน นั่นคือ

$S_n(X) = k/n$ เมื่อ k คือ จำนวนของค่าสังเกตที่เท่ากับหรือน้อยกว่า X

ให้ $F_o(X)$ เป็นความถี่สะสมที่คาดหวังในรูปของสัดส่วนภายใต้สมมติฐาน $H_0$

ขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

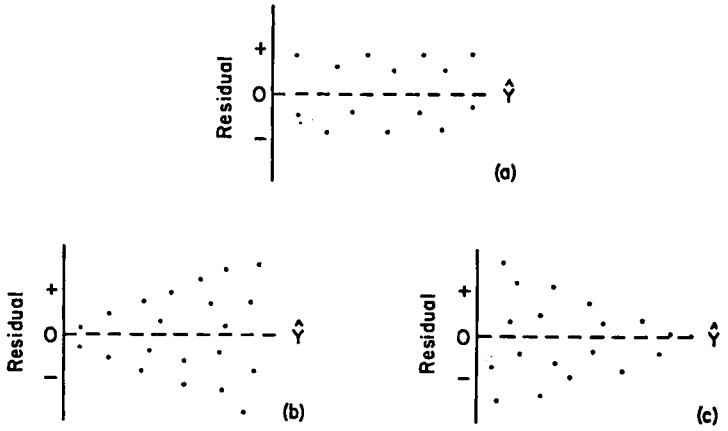
1. เรียงลำดับข้อมูล
2. หาความถี่ของข้อมูลในแต่ละค่า
3. หาฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของข้อมูลตัวอย่าง คือ $S_n(X) = k/n$
4. หาฟังก์ชันการแจกแจงสะสมตามทฤษฎี คือ $F_o(X)$
5. หาค่าผลต่างของ $S_n(X)$ กับ $F_o(X)$ แต่ละคู่
6. หาค่าสูงสุดของ $|S_n(X) - F_o(X)|$ คือ D
7. เปรียบเทียบค่า D ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤต $D_{\alpha,n}$ จากตาราง โดย $\alpha$ คือ ระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ต้องการ และ n คือจำนวนข้อมูล จะยอมรับว่าประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ ถ้า $D \leq D_{\alpha,n}$

## การทดสอบปัญหา Heteroscedasticity

ในกรณีที่ข้อตกลงของสมการถดถอยที่ว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ไม่เป็นจริง กล่าวคือ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ แต่กลับแปรผันค่าไปตามค่าของตัวแปรอิสระ ตามขนาดตัวอย่าง หรือตามค่าของ Y เรียกสถานการณ์นี้ว่า Heteroscedasticity

มีวิธีการทางสถิติหลายวิธีสำหรับทดสอบความไม่เท่ากันของความแปรปรวนของ ความคลาดเคลื่อน วิธีหนึ่งที่ง่ายและเป็นวิธีการตัดสินใจเบื้องต้น คือ การพิจารณาจากกราฟ

แสดงคู่ลำดับระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าพยากรณ์ของตัวแปรตาม ถ้าจุดต่าง ๆ ในกราฟกระจายรอบ ๆ ค่าศูนย์อย่างสมมาตร คือ มีทั้งค่าบวกและค่าลบพอ ๆ กัน กระจายรอบค่าศูนย์อย่างสม่ำเสมอ จะสรุปได้ว่า ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากัน




**รูปที่ 2** รูปแบบของค่าความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบปัญหาความแปรปรวนไม่เท่ากันโดย

(a) ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากัน

(b) ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบเพิ่มขึ้น

(c) ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแบบลดลง

ในกรณีที่กราฟไม่สามารถแสดงรูปแบบได้ชัดเจนหรือต้องการความมั่นใจมากขึ้น ก็ควรใช้วิธีการทางสถิติโดยวิธีสเปียร์แมน แรงค์ คอริเลชัน ( Spearman Rank Correlation Test ) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนกับตัวแปรอิสระ กำหนดสมมติฐานของการทดสอบ ดังนี้

$H_0$ : $\rho_{ex} = 0$ หรือ ความคลาดเคลื่อนและตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน

$H_1$ : $\rho_{ex} \neq 0$ หรือ ความคลาดเคลื่อนและตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน

ขั้นตอนการทดสอบ มีดังนี้

1. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

2. กำหนดลำดับที่ให้กับค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัว ค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดให้เป็นลำดับที่ 1 ในขณะเดียวกันก็กำหนดลำดับที่ให้แก่ค่าของตัวแปรอิสระ $X_m$ เมื่อ $X_m$ คือตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลทำให้ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่คงที่ หรือ

$X_m$ คือ Deflator นั่นเอง ในกรณีที่ไม่อาจแน่ใจได้ว่าตัวแปรอิสระตัวใดคือ Deflator ให้จัดเรียงลำดับค่าพยากรณ์ของตัวแปรตามแทน

3. หาผลต่างระหว่างลำดับที่ของค่าความคลาดเคลื่อนและ Deflator ได้ $D_i$ ; i = 1,2,3,...,n

4. คำนวณหาค่าสหสัมพันธ์

$$r'_{ex} = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{n} D_i^2}{n(n^2-1)}$$

5. เปรียบเทียบค่า $r'_{ex}$ ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤตจากตาราง Spearman Rank Correlation Coefficient ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha$ ซึ่งจะปฏิเสธ $H_0$ ถ้า $r'_{ex}$ > ค่าวิกฤต ซึ่งสรุปผลการทดสอบได้ว่าความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนแตกต่างกัน นั่นคือ เกิดปัญหา Heteroscedasticity

ในกรณีตัวอย่างขนาดใหญ่ เมื่อ n >10 ให้ใช้ตัวสถิติที่ทดสอบคือ Z ซึ่งจะปฏิเสธ $H_0$ ณ ระดับนัยสำคัญ $\alpha$ เมื่อ

$$r'_{ex}\sqrt{n-1} < z_{\alpha/2} \text{ หรือ } r'_{ex}\sqrt{n-1} > z_{1-\alpha/2}$$

## การทดสอบปัญหา Autocorrelation

ในกรณีที่ข้อตกลงของสมการถดถอยที่ว่า ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระต่อกันไม่เป็นจริง กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กัน เรียกสถานการณ์นี้ว่า Autocorrelation หรือ Serial Correlation ในการทดสอบปัญหานี้โดยวิธีการทดสอบของเดอร์บิน วัทสัน(Durbin- Watson Test) กำหนดสมมติฐานของการทดสอบคือ

$H_0$ : ความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กัน

$H_1$ : ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กัน

ขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

1. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

2. นำค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากข้อ1มาคำนวณค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบเดอร์บิน-วัทสัน โดยใช้

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{n} (e_t - e_{t-1})}{\sum_{t=1}^{n} e^2_t} \quad ; t = 1,2,...,n$$

n = จำนวนค่าสังเกต

3. เปรียบเทียบค่า d ที่คำนวณได้กับค่าขีดจำกัดบน ($d_U$ : upper limit) และขีดจำกัดล่าง ($d_L$ : lower limit) แล้วพิจารณาตามเงื่อนไขดังนี้

1) ถ้าค่า $d < d_L$ จะเกิดความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนแบบบวก (Positive Autocorelation)

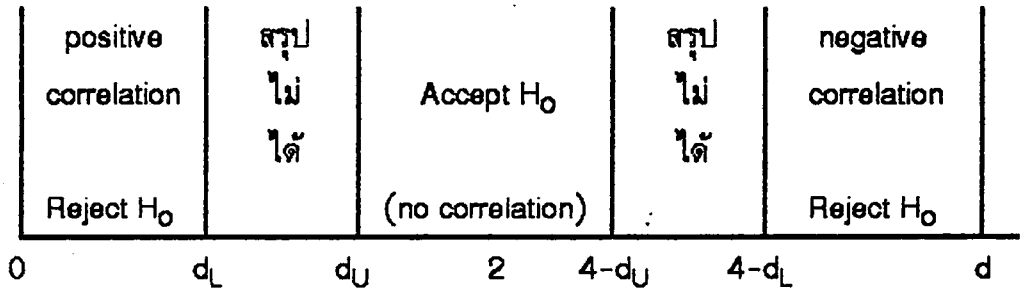
2) ถ้าค่า $d_L < d < d_U$ จะไม่สามารถสรุปได้

3) ถ้าค่า $d_U < d < 4-d_U$ จะไม่มีความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

4) ถ้าค่า $4-d_U < d < 4-d_L$ จะไม่สามารถสรุปได้

5) ถ้าค่า $d > 4-d_L$ จะเกิดความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนแบบลบ (Negative Autocorelation )

ซึ่งค่า $d_L$ และ $d_U$ ได้จากตารางเดอร์บิน-วัทสัน โดยต้องอาศัยค่าระดับนัย-สำคัญ จำนวนตัวแปรอิสระในสมการ (k) และขนาดของตัวอย่าง (n)




**รูปที่ 3** แสดงช่วงของค่า d-statistic

ในกรณีที่ไม่สามารถสรุปได้หรือขนาดของตัวอย่างมีขนาดใหญ่ (เนื่องจากค่า $d_L$ และ $d_U$ จากตารางเดอร์บิน-วัทสัน กำหนดค่า n มากที่สุดเท่ากับ 100) ให้ใช้วิธี Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression ซึ่งวิธีดังกล่าวจะสมมติให้ (1/4)d มีการแจกแจงแบบเบต้าโดยมีฟังก์ชันการแจกแจงดังนี้

$$[1 / B(p,q)]\,[d/4]^{p-1}[1 - d/4]^{q-1}$$

จากการแจกแจง $E(d) = \dfrac{4p}{p+q}$ ,

$$V(d) = \frac{16pq}{(p+q)^2(p+q+1)} .$$

ซึ่งสามารถหาค่า p และ q ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$p+q = \frac{E(d)\{4-E(d)\}}{V(d)} - 1$$

$$p = \frac{1}{4}(p+q)E(d)$$

โดย $E(d) = \dfrac{P}{n-k-1}$ ; $P = 2(n-1) - tr[X'AX(X'X)^{-1}]$

$tr[\ ]$ คือ ฟังก์ชันการหาผลรวมของสมาชิกในแนวทะแยงมุมของเมทริกซ์

$$V(d) = \frac{2[Q - PE(d)]}{(n-k-1)(n-k+1)}$$

เมื่อ $Q = 2(3n-4) - 2tr[X'A^2X(X'X)^{-1}] + tr[\{X'AX(X'X)^{-1}\}^2]$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 \\ -1 & 2 & -1 & \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & -1 & 2 & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 2 & -1 \\ 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(X'X)^{-1} = \begin{bmatrix} \Sigma(x_{1j}-\bar{x}_1)^2 & \Sigma(x_{1j}-\bar{x}_1)(x_{2j}-\bar{x}_2) & \dots & \Sigma(x_{1j}-\bar{x}_1)(x_{kj}-\bar{x}_k) \\ \Sigma(x_{1j}-\bar{x}_1)(x_{2j}-\bar{x}_2) & \Sigma(x_{2j}-\bar{x}_2)^2 & \dots & \Sigma(x_{2j}-\bar{x}_2)(x_{kj}-\bar{x}_k) \\ \Sigma(x_{1j}-\bar{x}_1)(x_{3j}-\bar{x}_3) & \Sigma(x_{2j}-\bar{x}_2)(x_{3j}-\bar{x}_3) & \dots & \Sigma(x_{3j}-\bar{x}_3)(x_{kj}-\bar{x}_k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Sigma(x_{1j}-\bar{x}_1)(x_{kj}-\bar{x}_k) & \Sigma(x_{2j}-\bar{x}_2)(x_{kj}-\bar{x}_k) & \dots & \Sigma(x_{kj}-\bar{x}_k)^2 \end{bmatrix}$$

$$\bar{x}_i = \left( \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \right) / n \quad ; i = 1,2, \dots ,k$$

$$(X'AX) = \begin{bmatrix} \Sigma(\Delta x_1)^2 & \Sigma(\Delta x_1)(\Delta x_2) & \dots & \Sigma(\Delta x_1)(\Delta x_k) \\ \Sigma(\Delta x_1)(\Delta x_2) & \Sigma(\Delta x_2)^2 & \dots & \Sigma(\Delta x_2)(\Delta x_k) \\ \Sigma(\Delta x_1)(\Delta x_3) & \Sigma(\Delta x_2)(\Delta x_3) & \dots & \Sigma(\Delta x_3)(\Delta x_k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Sigma(\Delta x_1)(\Delta x_k) & \Sigma(\Delta x_2)(\Delta x_k) & \dots & \Sigma(\Delta x_k)^2 \end{bmatrix}$$

$$\Delta x_i = x_{i,j} - x_{i,j+1} \quad ; \quad i = 1,2, \dots , k$$
$$j = 1,2, \dots , n-1$$

$$(X'A^2X) = \begin{bmatrix} \Sigma(\Delta^2 x_1)^2 & \Sigma(\Delta^2 x_1)(\Delta^2 x_2) & \dots & \Sigma(\Delta^2 x_1)(\Delta^2 x_k) \\ \Sigma(\Delta^2 x_1)(\Delta^2 x_2) & \Sigma(\Delta^2 x_2)^2 & \dots & \Sigma(\Delta^2 x_2)(\Delta^2 x_k) \\ \Sigma(\Delta^2 x_1)(\Delta^2 x_3) & \Sigma(\Delta^2 x_2)(\Delta^2 x_3) & \dots & \Sigma(\Delta^2 x_3)(\Delta^2 x_k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Sigma(\Delta^2 x_1)(\Delta^2 x_k) & \Sigma(\Delta^2 x_2)(\Delta^2 x_k) & \dots & \Sigma(\Delta^2 x_k)^2 \end{bmatrix}$$

$$\Delta^2 x_i = \Delta x_{i,j} - \Delta x_{i,j+1} \quad ; i = 1,2, \dots , k$$
$$j = 1,2, \dots , n-2$$

การทดสอบที่แสดงในที่นี้เป็นการทดสอบความสัมพันธ์แบบบวก

กรณีค่า 2p และ 2q เป็นจำนวนเต็ม สามารถเปิดค่าอัตราส่วนความแปรปรวนได้จากตาราง Catherine Thompson's tables (1941) และ ค่า Fisher'Z จาก Fisher-Yates tables (1948)

กรณีที่ค่า 2p และ 2q ไม่เป็นจำนวนเต็ม ให้ประมาณเป็นค่าจำนวนเต็มที่ใกล้เคียงที่สุด และหาค่า F , Z ดังสมการนี้

$$F = \frac{p(4-d)}{qd}$$

$$Z = (1/2)\log_e F$$

โดยมีองศาแห่งความเป็นอิสระของ $n_1 = 2q$ , $n_2 = 2p$
ถ้าขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่จะต้องทำการหาค่าวิกฤตของ Z ดังสูตร

$$\xi\sqrt{\frac{(h+\lambda)}{h}} - \left(\frac{1}{2q} - \frac{1}{2p}\right)\left(\lambda + \frac{5}{6} - \frac{s}{3}\right)$$

เมื่อ $s = \frac{1}{2p} + \frac{1}{2q}$

$$h = \frac{2}{s} \quad , \quad \lambda = \frac{\xi^2 - 3}{6}$$

ค่าของ $\xi$ และ $\lambda$ จะใช้ 5% หรือ 1% ในการทดสอบซึ่งมีค่าตามนี้

| | 5% | 1% |
|---|---|---|
| $\xi$ | 1.6449 | 2.3263 |
| $\lambda$ | 0.0491 | 0.4020 |

เปรียบเทียบค่า Z ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤต ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha$ จะปฏิเสธ $H_0$ ถ้า Z > ค่าวิกฤต ซึ่งสรุปผลการทดสอบได้ว่า ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กัน นั่นคือ เกิดปัญหา Autocorrelation

กรณีที่ทดสอบความสัมพันธ์แบบลบมีขั้นตอนดังเดิม เพียงแต่แทนค่า d ด้วย 4-d

## การทดสอบปัญหา Multicollinearity

ในกรณีที่ข้อตกลงของสมการถดถอยที่ว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดต้องเป็นอิสระกัน ไม่เป็นจริง จะเกิดปัญหา Multicollinearity ซึ่งหมายถึง สถานการณ์ที่ตัวแปรอิสระต่าง ๆ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน (Linear Dependent) กล่าวคือ

$c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + ... + c_kX_k = c_0$ โดย $c_i$ เป็นค่าคงที่ใดๆ ที่จะไม่เป็น 0 พร้อมกันทั้งหมด และ k คือ จำนวนตัวแปรอิสระ

ในการตรวจสอบปัญหา Multicollinearity ในเบื้องต้นให้พิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรอิสระ ($r_{ij}$ ; i,j = 1,2,...,k ; $i \neq j$) ถ้าค่าสหสัมพันธ์มีค่าใกล้เคียง 1 จะมีโอกาสเกิดปัญหา Multicollinearity ได้มาก เครื่องมือในการตรวจสอบปัญหา Multicollinearity อีกวิธีหนึ่ง คือ การทดสอบเอฟ และการทดสอบที

การตรวจสอบโดยใช้การทดสอบเอฟ กำหนดสมมติฐานของการทดสอบ ดังนี้

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = ... = \beta_k = 0$

$H_1$ : อย่างน้อยที่สุดมี $\beta$ อยู่ 1 ค่าที่ไม่เท่ากับ 0

โดยใช้ตัวสถิติ

$$F = \frac{\sum_{j=1}^{k} b_j \left(\sum_{i=1}^{n} x_{ji} y_i\right)}{\sum_{i=1}^{n} y^2_i - \sum_{j=1}^{k} b_j \left(\sum_{i=1}^{n} x_{ji} y_i\right)} \quad : i = 1,2,3,...,n \quad j = 1,2,3,...,k$$

เมื่อ $x_{ji} = X_{ji} - \overline{X}_j$ และ $y_i = Y_i - \overline{Y}$

วิธีนี้เรียกว่า การทดสอบโอเวอร์ออล เอฟ (Overall F-test) โดยจะพิจารณาภาพกว้าง ๆ ว่าสมการถดถอยอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ตัวแปรอิสระทั้งหลายที่กำหนดขึ้นนั้นร่วมกันควบคุมความเคลื่อนไหวของ Y ได้หรือไม่ โดยเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤต $F_{\alpha,k,n-k-1}$ จากตาราง จะปฏิเสธ $H_0$ ถ้า $F > F_{\alpha,k,n-k-1}$ ซึ่งสรุปผลการทดสอบได้ว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดที่กำหนดขึ้นนั้นร่วมกันควบคุมความเคลื่อนไหวของ Y ได้

การตรวจสอบโดยใช้การทดสอบที กำหนดสมมติฐานของการทดสอบ ดังนี้

$H_0 : \beta_j = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0$ เมื่อ $j = 1,2,3,...,k$

โดยใช้ตัวสถิติ $t = \frac{b_j}{\sqrt{V(b_j)}}$

การทดสอบวิธีนี้ต้องการที่จะวิเคราะห์ในรายละเอียดว่า ตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีอิทธิพลต่อ Y แท้จริงหรือไม่ โดยเปรียบเทียบค่า t ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤต $t_{\alpha/2,n-2}$ จากตาราง จะปฏิเสธ $H_0$ ถ้า $t < -t_{\alpha/2,n-2}$ หรือ $t > t_{\alpha/2,n-2}$ ซึ่งสรุปผลการทดสอบได้ว่า ตัวแปรอิสระที่ j มีอิทธิพลต่อ Y อย่างแท้จริง

ในทางปฏิบัตินั้น หากพบว่าสมการถดถอยที่ได้ให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดค่อนข้างสูง F มีนัยสำคัญ (คือยอมรับ $H_1$ : อย่างน้อยที่สุดมี $\beta$ อยู่ 1 ค่าที่ไม่เท่ากับ 0) แต่กลับพบว่า $t_j$ ไม่มีนัยสำคัญ (คือยอมรับ $H_0$ : $\beta_j = 0$) บางส่วนหรือทั้งหมด จะถือว่าได้เกิดปัญหา Multicollinearity ขึ้นแล้ว

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ความชื้นสัมพัทธ์รายวัน จำนวนคดีที่เกิดขึ้นจริงรายวัน วันต่างๆ ในสัปดาห์ และเดือนต่างๆ ที่มีต่อการโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวันที่ศูนย์รวมข่าว 191 โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาสมการถดถอยที่ดีที่สุด และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในรูปของความสัมพันธ์เชิงเส้นด้วยวิธีสเตปไวส์ รีเกรชชัน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC+ นั้น ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังนี้*

**ตาราง 4.1** การสร้างสมการถดถอยโดยใช้วิธีสเตปไวส์ รีเกรชชัน ในแต่ละขั้นตอน

| ขั้นตอนที่ | ตัวแปรอิสระที่เข้าสู่สมการ | สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดที่ปรับแล้ว |
|---|---|---|
| 1 | อุณหภูมิ ($X_1$) | 0.29327 |
| 2 | พฤศจิกายน ($X_2$) | 0.42095 |
| 3 | มกราคม ($X_3$) | 0.47630 |
| 4 | ตุลาคม ($X_4$) | 0.55685 |
| 5 | ธันวาคม ($X_5$) | 0.62670 |
| 6 | กุมภาพันธ์ ($X_6$) | 0.66873 |
| 7** | อุณหภูมิ ($X_1$) | 0.66857 |
| 8 | อาทิตย์ ($X_7$) | 0.69766 |
| 9 | เสาร์ ($X_8$) | 0.71741 |
| 10 | เมษายน ($X_9$) | 0.73039 |
| 11 | ศุกร์ ($X_{10}$) | 0.73737 |
| 12 | พฤษภาคม ($X_{11}$) | 0.74304 |
| 13 | อุณหภูมิ ($X_1$) | 0.74749 |

** ตัวแปรออกจากสมการ

* ผลการวิเคราะห์โดยละเอียดปรากฏในภาคผนวก ข. และ ค.

จากตาราง 4.1 จะพบว่า ตัวแปรอิสระที่เป็นความชื้นสัมพัทธ์รายวัน และจำนวนคดีที่เกิดขึ้นจริง ไม่ได้เข้าสู่สมการถดถอย แสดงว่าตัวแปรอิสระทั้งสองไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม คือ จำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวันที่ศูนย์รวมข่าว 191 ส่วนตัวแปรอิสระซึ่งเป็นตัวแปรดัมมี่ที่ไม่ได้เข้าสู่สมการ คือ ตัวแปรดัมมี่ของวัน คือ วันจันทร์ วันอังคาร วันพุธ และวันพฤหัสบดี และตัวแปรดัมมี่ของเดือน คือ เดือนมีนาคม เดือนมิถุนายน เดือนกรกฎาคม เดือนสิงหาคม และเดือนกันยายน

ในแต่ละขั้นตอนที่ตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการถดถอย จะพบว่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดที่ปรับแล้วมีค่าเพิ่มขึ้นโดยลำดับ ซึ่งแสดงว่า ตัวแปรอิสระที่เพิ่มเข้าไปในสมการถดถอยนั้นสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ เมื่อถึงขั้นตอนสุดท้ายที่ไม่มีตัวแปรอิสระใดเข้าสู่สมการถดถอยได้อีกแล้ว จะปรากฏว่า สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดที่ปรับแล้วมีค่าเท่ากับ 0.74749 ซึ่งแสดงว่า ตัวแปรอิสระที่เป็นอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ตัวแปรอิสระซึ่งเป็นตัวแปรดัมมี่ของวัน คือ วันศุกร์ วันเสาร์ และวันอาทิตย์ ตัวแปรดัมมี่ของเดือน คือ เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ เดือนเมษายน เดือนพฤษภาคม เดือนตุลาคม เดือนพฤศจิกายน และ เดือนธันวาคม ซึ่งอยู่ในสมการถดถอยสามารถอธิบายความผันแปรของจำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191 ได้ประมาณ 75 %

**ตาราง 4.2** แสดงค่าที่ประมาณได้ของ
สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน

| ตัวแปร | สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน |
|---|---|
| อุณหภูมิ ($X_1$) | 6.57457 |
| พฤศจิกายน ($X_2$) | -304.17307 |
| มกราคม ($X_3$) | -202.25653 |
| ตุลาคม ($X_4$) | -208.15446 |
| ธันวาคม ($X_5$) | -225.11024 |
| กุมภาพันธ์ ($X_6$) | -122.33282 |
| อาทิตย์ ($X_7$) | 83.05912 |
| เสาร์ ($X_8$) | 63.53842 |
| เมษายน ($X_9$) | -73.55420 |
| ศุกร์ ($X_{10}$) | 35.42843 |
| พฤษภาคม ($X_{11}$) | -48.45545 |

จากตาราง 4.2 จะพบว่าสมการถดถอยที่ดีที่สุดคือ

$$\hat{Y} = 222.21389 + 6.57457 X_1 - 304.17307 X_2 - 220.25653 X_3 - 208.15446 X_4 - 225.11024 X_5 - 122.33282 X_6 + 83.05912 X_7 + 63.53842 X_8 - 73.5542 X_9 + 35.42843 X_{10} - 48.45545 X_{11}$$

เมื่อนำสมการถดถอยมาพยากรณ์โดยจำแนกตามวันและเดือน เช่น วันศุกร์ของเดือนมกราคม จะแทนค่า $X_2 = 0, X_3 = 1, X_4 = 0, X_5 = 0, X_6 = 0, X_7 = 0, X_8 = 0, X_9 = 0, X_{10} = 1, X_{11} = 0$ ได้สมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y} = 222.21389 + 6.57457\,X_1 - 304.17307(0) - 220.25653(1) - 208.15446(0) - 225.11024(0) - 122.33282(0) + 83.05912(0) + 63.53842(0) - 73.5542(0) + 35.42843(1) - 48.45545(0)$$

$$= (222.21389 - 220.25653 + 35.42843) + 6.57457X_1$$

$$= 37.38579 + 6.57457X_1$$

ในกรณีที่เป็นวันจันทร์ วันอังคาร วันพุธ หรือวันพฤหัสบดีของเดือนมกราคม ตัวแปรดัมมี่ของวันทุกตัวที่อยู่ในสมการถดถอยจะแทนค่าด้วย 0 ทำนองเดียวกัน ในกรณีของเดือนอื่นๆ ก็พิจารณาในลักษณะเดียวกัน ตัวอย่างการคำนวณค่าพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลจากตาราง 3.2 แสดงไว้ในตาราง 4.3

**ตาราง 4.3 ตัวอย่างการคำนวณค่าพยากรณ์จำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191**

| อุณหภูมิเฉลี่ย | ศุกร์ | เสาร์ | อาทิตย์ | ม.ค. | ก.พ. | เม.ย. | พ.ค. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | จำนวนครั้งการโทรศัพท์ | ค่าพยากรณ์ | ค่าความคลาดเคลื่อน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 193 | 188.285535 | 4.714465 |
| 26.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 102 | 94.896753 | 7.103247 |
| 26.6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 318 | 207.415642 | 110.5843 |
| 26.8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 169 | 178.155836 | −9.15583 |
| 27.5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 254 | 246.296455 | 7.703545 |
| 28.4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 493 | 369.65990 | 123.34401 |
| 28.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 361 | 283.969030 | 77.03097 |
| 27.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 490 | 404.329479 | 85.67052 |
| 28.6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 438 | 493.305712 | −55.3057 |
| 28.5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 399 | 445.017565 | −46.0175 |
| 30.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 435 | 422.080818 | 12.91918 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 321 | 339.32222 | −18.3222 |
| 29 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 445 | 476.41484 | −31.4148 |
| 30.4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 556 | 505.139938 | 50.86006 |
| 26.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 391 | 394.467624 | −3.46762 |
| 27.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 354 | 403.672022 | −49.6720 |

**ตาราง 4.4** แสดงผลการทดสอบ F ของสมการถดถอย

| แหล่งความผันแปร | df. | SS | MS | F | Signif F |
|---|---|---|---|---|---|
| Overall Regression | 11 | 4885381.68297 | 444125.60754 | 94.92253 | .0000 |
| Residual | 338 | 1581441.74560 | 4678.82173 | | |
| Total | 349 | 6466823.42857 | | | |

จากตาราง 4.4 เมื่อกำหนดสมมติฐาน ดังนี้

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_{11} = 0$

$H_1$ : อย่างน้อยที่สุดมี $\beta$ อยู่ 1 ค่า ที่ไม่เท่ากับ 0

และใช้ F เป็นตัวสถิติทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่า ได้ค่า significant F น้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ $H_0$ และสรุปได้ว่า สมการถดถอยที่ได้มีความเหมาะสมที่จะใช้พยากรณ์การโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวันที่ศูนย์รวมข่าว 191 ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยมีความแปรปรวนของสมการถดถอยเท่ากับ 4,678.82173 หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมการถดถอยเท่ากับ 68.40191

ตาราง 4.5 แสดงค่าที่ประมาณได้ของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน

| ตัวแปร | สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน | ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน | T | p-value |
|---|---|---|---|---|
| อุณหภูมิ ($X_1$) | 6.57457 | 2.48877 | 2.642 | .0086 |
| พฤศจิกายน ($X_2$) | -304.17307 | 15.05385 | -20.206 | .0000 |
| มกราคม ($X_3$) | -202.25653 | 14.76525 | -14.917 | .0000 |
| ตุลาคม ($X_4$) | -208.15446 | 14.39258 | -14.463 | .0000 |
| ธันวาคม ($X_5$) | -225.11024 | 19.54201 | -11.519 | .0000 |
| กุมภาพันธ์ ($X_6$) | -122.33282 | 14.76387 | -8.286 | .0000 |
| อาทิตย์ ($X_7$) | 83.05912 | 10.83056 | 7.669 | .0000 |
| เสาร์ ($X_8$) | 63.53842 | 10.82865 | 5.868 | .0000 |
| เมษายน ($X_9$) | -73.55420 | 13.97446 | -5.263 | .0000 |
| ศุกร์ ($X_{10}$) | 35.42843 | 10.74818 | 3.296 | .0011 |
| พฤษภาคม($X_{11}$) | -48.45545 | 13.88476 | -3.490 | .0005 |

จากตาราง 4.5 เมื่อนำค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการถดถอยมาทดสอบว่า ตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม Y อย่างแท้จริงหรือไม่ โดยกำหนดสมมติฐานดังนี้

$H_o : \beta_j = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0$ , $j = 1, 2, 3, ..., 11$

และใช้ T เป็นตัวสถิติทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ปรากฏว่า ได้ค่า p-value น้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ $H_o$ และสรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่อยู่ในสมการถดถอยมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญ

หลังจากได้สมการถดถอยที่ดีที่สุดแล้ว จึงตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงของสมการถดถอยทั้ง 4 ข้อ ซึ่งปรากฏผลดังนี้

1. การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของความคลาดเคลื่อน โดยใช้วิธี โคโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ

**ตาราง 4.6** แสดงการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ โดยใช้วิธีโคโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ

| ค่าความคลาดเคลื่อน | $O_i$ | $S_n(X)$ | $F_o(X)$ | $\|S_n(X)-F_o(X)\|$ |
|---|---|---|---|---|
| น้อยกว่า-100 | 12 | 0.0343 | 0.0694 | 0.0351 |
| -100 - 0 | 184 | 0.5600 | 0.5040 | 0.0560 |
| 0 - 100 | 135 | 0.9457 | 0.9319 | 0.0138 |
| 100 - 200 | 15 | 0.9886 | 0.9986 | 0.0100 |
| 200 - 300 | 2 | 0.9943 | 1.0000 | 0.0057 |
| 300 - 400 | 1 | 0.9971 | 1.0000 | 0.0029 |
| 400 - 500 | 1 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 |
| รวม | 350 | | | $D_{max}$=0.056 |

$H_o$ : ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

$H_1$ : ความคลาดเคลื่อนไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตาราง 4.6 ใช้ค่า $D_{max}$ เป็นตัวสถิติทดสอบ โดยนำไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากตารางโคโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ n=350 ได้ค่าวิกฤตเท่ากับ 0.0727 ปรากฏว่า $D_{max}$ < ค่าวิกฤต จึงยอมรับ $H_o$ และสรุปว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2. การทดสอบปัญหา Heteroscedasticity โดยวิธี สเปียร์แมน แรงค์ คอริเลชัน

$H_o$ : $\rho_{ex} = 0$ หรือ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

$H_1$ : $\rho_{ex} \neq 0$ หรือ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่

ในการทดสอบนี้ใช้ค่าพยากรณ์ของ Y เป็น Deflator เพราะไม่ทราบแน่ชัดว่าตัวแปรอิสระใดช่วยลดความผันแปรของความคลาดเคลื่อนได้ และใช้ค่า $r'_{ex}\sqrt{n-1}$ เป็นตัวสถิติทดสอบ จากการคำนวณได้ $r'_{ex}$ = 0.021026 และ $r'_{ex}\sqrt{n-1}$ = 0.392813 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากตาราง Z ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ -1.96 และ 1.96

ปรากฏว่า -1.96 < 0.392813 < 1.96 จึงยอมรับ $H_0$ และสรุปว่า ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ไม่เกิดปัญหา Heteroscedasticity

3. การทดสอบปัญหา Autocorrelation เนื่องจากใช้ขนาดตัวอย่างมากกว่า 100 ไม่สามารถใช้วิธีการทดสอบของเดอร์บิน-วัทสันได้ ดังนั้น จึงใช้วิธี Testing for Serial Correlation in Least Square Regression

$H_0$ : ความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กัน

$H_1$ : ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันในทางบวก

จากการคำนวณได้ d = 1.24416 ตัวสถิติทดสอบ F = 2.310919 และ Z = 0.418822

เนื่องจากค่า 2p และ 2q ไม่เป็นจำนวนเต็มและค่าสังเกตมีจำนวนมาก จึงต้องหาค่าประมาณของค่าวิกฤต Z ซึ่งคำนวณได้เท่ากับ 0.087976 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (การคำนวณโดยละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ง.)

จากการเปรียบเทียบปรากฏว่า Z > ค่าวิกฤต จึงปฏิเสธ $H_0$ และสรุปว่า ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เกิดปัญหา Autocorrelation

4. การทดสอบปัญหา Multicollinearity โดยใช้การทดสอบเอฟ และการทดสอบที

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_{11} = 0$

$H_1$ : อย่างน้อยที่สุดมี $\beta$ อยู่ 1 ค่า ที่ไม่เท่ากับ 0

จากตาราง 4.4 ใช้การทดสอบเอฟ ปรากฏว่า ปฏิเสธ $H_0$

$H_0 : \beta_j = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0 \quad , j = 1, 2, 3, \ldots, 11$

จากตาราง 4.5 ใช้การทดสอบทีปรากฏว่า ปฏิเสธ $H_0$ เช่นกัน

เนื่องจากเมื่อใช้ทั้งการทดสอบเอฟและการทดสอบที ผลปรากฏว่า ปฏิเสธ $H_0$ ทั้งคู่ จึงสรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดเป็นอิสระต่อกัน นั่นคือ ไม่เกิดปัญหา Multicollinearity

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

ในการเคราะห์เชิงสถิติของการโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191 โดยนำเทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอยมาประยุกต์ใช้ สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

## ผลการวิเคราะห์เชิงสถิติ

1. ด้วยวิธีสเตปไวส์ รีเกรชชัน และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC+ ได้สมการถดถอยที่ดีที่สุดสำหรับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191 ซึ่งเป็นตัวแปรตาม กับตัวแปรอิสระ คือ อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน วันต่างๆในสัปดาห์ และเดือนต่างๆ ดังนี้

$$\hat{Y} = 222.21389 + 6.57457 X_1 - 304.17307 X_2$$
$$(71.80598) \quad (2.48877) \quad (15.05385)$$
$$- 202.25653 X_3 - 208.15446 X_4 - 225.11024 X_5$$
$$(14.76525) \quad (14.39258) \quad (19.54201)$$
$$- 122.33282 X_6 + 83.05912 X_7 + 63.53842 X_8$$
$$(14.76387) \quad (10.83056) \quad (10.82865)$$
$$- 73.55420 X_9 + 35.42843 X_{10} - 48.45545 X_{11}$$
$$(13.97446) \quad (10.74818) \quad (13.88476)$$

เมื่อ $\hat{Y}$ คือ ค่าพยากรณ์จำนวนครั้งของการโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191

$X_1$ คือ อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน

$X_2$ คือ ตัวแปรดัมมี่ของเดือนพฤศจิกายน

$X_3$ คือ ตัวแปรดัมมี่ของเดือนมกราคม

$X_4$ คือ ตัวแปรดัมมี่ของเดือนตุลาคม

$X_5$ คือ ตัวแปรดัมมี่ของเดือนธันวาคม

$X_6$ คือ ตัวแปรดัมมี่ของเดือนกุมภาพันธ์

$X_7$ คือ ตัวแปรดัมมี่ของวันอาทิตย์

$X_8$ คือ ตัวแปรดัมมี่ของวันเสาร์

$X_9$ คือ ตัวแปรดัมมี่ของเดือนเมษายน

$X_{10}$ คือ ตัวแปรดัมมี่ของวันศุกร์

$X_{11}$ คือ ตัวแปรดัมมี่ของเดือนพฤษภาคม

ตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการถดถอยมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญ และสมการดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะใช้พยากรณ์การโทรศัพท์แจ้งเหตุรายวันที่ศูนย์-รวมข่าว 191 ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ด้วยประสิทธิภาพ 75 % โดยมีความ-แปรปรวนของสมการถดถอย เท่ากับ 4,678.82173 หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมการถดถอยเท่ากับ 68.40191

การใช้สมการถดถอยในการพยากรณ์สามารถจำแนกใช้ได้ตามวันและเดือน-ต่างๆ รวม 32 สมการ (วันอื่นๆ หมายถึง วันจันทร์ วันอังคาร วันพุธ หรือ วันพฤหัสบดี ส่วนเดือนอื่นๆ หมายถึง เดือนมีนาคม เดือนมิถุนายน เดือนกรกฎาคม เดือนสิงหาคม หรือ เดือนกันยายน) ดังนี้

| สมการที่ | เดือน | วัน | สมการถดถอย |
|---|---|---|---|
| 1 | ม.ค | ศุกร์ | $\hat{Y} = 37.38579+6.57457X_1$ |
| 2 | | เสาร์ | $\hat{Y} = 65.49578+6.57457X_1$ |
| 3 | | อาทิตย์ | $\hat{Y} = 85.01648+6.57457X_1$ |
| 4 | | อื่น ๆ | $\hat{Y} = 1.95736+6.57457X_1$ |
| 5 | ก.พ | ศุกร์ | $\hat{Y} = 135.30950+6.57457X_1$ |
| 6 | | เสาร์ | $\hat{Y} = 163.41949+6.57457X_1$ |
| 7 | | อาทิตย์ | $\hat{Y} = 182.94019+6.57457X_1$ |
| 8 | | อื่น ๆ | $\hat{Y} = 99.88107+6.57457X_1$ |

| สมการที่ | เดือน | วัน | สมการถดถอย |
|---|---|---|---|
| 9 | เม.ย. | ศุกร์ | $\hat{Y} = 184.08812+6.57457X_1$ |
| 10 | | เสาร์ | $\hat{Y} = 212.19811+6.57457X_1$ |
| 11 | | อาทิตย์ | $\hat{Y} = 231.71881+6.57457X_1$ |
| 12 | | อื่น ๆ | $\hat{Y} = 148.65969+6.57457X_1$ |
| 13 | พ.ค. | ศุกร์ | $\hat{Y} = 209.18687+6.57457X_1$ |
| 14 | | เสาร์ | $\hat{Y} = 237.29686+6.57457X_1$ |
| 15 | | อาทิตย์ | $\hat{Y} = 256.81756+6.57457X_1$ |
| 16 | | อื่น ๆ | $\hat{Y} = 173.75844+6.57457X_1$ |

| สมการที่ | เดือน | วัน | สมการถดถอย |
|---|---|---|---|
| 17 | ต.ค. | ศุกร์ | $\hat{Y} = 49.48787+6.57457X_1$ |
| 18 | | เสาร์ | $\hat{Y} = 77.59786+6.57457X_1$ |
| 19 | | อาทิตย์ | $\hat{Y} = 97.11856+6.57457X_1$ |
| 20 | | อื่น ๆ | $\hat{Y} = 14.05944+6.57457X_1$ |
| 21 | พ.ย | ศุกร์ | $\hat{Y} = -46.53075+6.57457X_1$ |
| 22 | | เสาร์ | $\hat{Y} = -18.42076+6.57457X_1$ |
| 23 | | อาทิตย์ | $\hat{Y} = 1.09994+6.57457X_1$ |
| 24 | | อื่น ๆ | $\hat{Y} = -81.95918+6.57457X_1$ |

| สมการที่ | เดือน | วัน | สมการถดถอย |
|---|---|---|---|
| 25 | ธ.ค. | ศุกร์ | $\hat{Y} = 32.53208+6.57457X_1$ |
| 26 | | เสาร์ | $\hat{Y} = 60.64207+6.57457X_1$ |
| 27 | | อาทิตย์ | $\hat{Y} = 80.16277+6.57457X_1$ |
| 28 | | อื่น ๆ | $\hat{Y} = -2.89635+6.57457X_1$ |
| 29 | อื่น ๆ | ศุกร์ | $\hat{Y} = 257.64232+6.57457X_1$ |
| 30 | | เสาร์ | $\hat{Y} = 285.75231+6.57457X_1$ |
| 31 | | อาทิตย์ | $\hat{Y} = 305.27301+6.57457X_1$ |
| 32 | | อื่น ๆ | $\hat{Y} = 222.21389+6.57457X_1$ |

2. เมื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงของสมการถดถอย ปรากฏว่า ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

- ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma^2$

- ไม่เกิดปัญหา Heteroscedasticity นั่นคือ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

- เกิดปัญหา Positive Autocorrelation นั่นคือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในแต่ละค่าสังเกตมีความสัมพันธ์กันในทางบวก

- ไม่เกิดปัญหา Multicollinearity นั่นคือ ตัวแปรอิสระทั้งหมดเป็นอิสระต่อกัน

3. เมื่อเกิดปัญหา Autocorrelation จะมีผลกระทบกระเทือนต่อค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนในสมการถดถอยที่ประมาณได้ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด คือ

- $b_j$ ยังคงเป็นตัวประมาณค่าที่ไม่มีอคติ (Unbiased Estimator) ของ $\beta_j$ แต่จะมีประสิทธิภาพ (Efficiency) ต่ำ

- ค่าประมาณ $\sigma^2$ ซึ่งหาได้จากค่า MSE ในตาราง ANOVA จะมีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง

- ค่าประมาณของ $V(b_j)$ คือ $S^2_{b_j}$ จะมีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง

## ข้อเสนอแนะ

1. การเกิดปัญหา Autocorrelation มีสาเหตุต่างๆ กัน เช่น การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระผิดพลาด หรือการละเลยตัวแปรอิสระที่สำคัญบางตัว เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้ตรวจพบ ปัญหา Autocorrelation ในสมการถดถอย ฉะนั้น จึงควรได้ศึกษาต่อไปถึงการแก้ปัญหาดังกล่าว เพื่อให้ได้ตัวประมาณค่าที่มีคุณสมบัติเป็นตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียงดีที่สุด (Best Linear Unbiased Estimators) เช่น

- ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระในรูปแบบอื่นๆ ที่ไม่ใช่เชิงเส้น

- หาตัวแปรอิสระที่สำคัญมาเพิ่มในสมการถดถอย

- ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนด้วยวิธี Generalized Least Square หรือวิธี Estimated Generalized Least Square

2. ควรวิเคราะห์การโทรศัพท์แจ้งเหตุที่ศูนย์รวมข่าว 191 โดยจำแนกตามประเภทของเหตุร้าย เช่น การเกิดเพลิงไหม้ การประทุษร้ายต่อชีวิต ร่างกาย และเพศ การประทุษร้ายต่อทรัพย์สิน เป็นต้น

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก.

ประวัติความเป็นมาของศูนย์รวมข่าว

# ประวัติความเป็นมาและหน้าที่ของกองกำกับการศูนย์รวมข่าว 191

## ประวัติความเป็นมา

<u>อดีต</u> ชื่อกองกำกับการรถวิทยุและศูนย์รวมข่าว ชื่อย่อ กก.วศ. ตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2504 ขึ้นการบังคับบัญชาตรงต่อกองบัญชาการตำรวจนครบาล มีแผนกขึ้นอยู่ 4 แผนก คือ

1. แผนกรถวิทยุ
2. แผนกศูนย์รวมข่าว
3. แผนกซ่อม
4. แผนกบริหาร

มีที่ตั้งอยู่ที่ โรงนอนชายโสด กองกำกับการรักษาสถานที่ (กก.รด.) ในวังปารุสกวัน ถนนราชดำเนินนอก ปัจจุบันคือ กองกำกับการอารักขาและรักษาความปลอดภัย (กก.อป.)

ปี พ.ศ. 2504 ย้ายที่ตั้งไปอยู่ที่ กก.3 และ 4 กองบังคับการยานยนต์ (เดิม) ถนนอู่ตองใน หลังโรงช้างเขาดินวนา ปัจจุบันคือ รัฐสภาใหม่

ปี พ.ศ. 2505 ย้ายที่ตั้งไปอยู่ที่ ตึกทรงกลม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งอาคารกองบัญชาการตำรวจนครบาล หัวมุมถนนนครสวรรค์ตัดกับถนนราชดำเนินนอก

ปี พ.ศ. 2516 ย้ายที่ตั้งไปอยู่ที่ อาคารศูนย์ฝึกอบรมบรรเทาสาธารณภัย กก.5 กองบังคับการตำรวจดับเพลิง ถนนวิภาวดีรังสิต

ปี พ.ศ. 2521 ย้ายที่ตั้งไปอยู่ที่ อาคารกองบัญชาการตำรวจนครบาลใหม่ในสถานีดับเพลิงพญาไท ถนนศรีอยุธยา

<u>ต่อมา</u> ในปี พ.ศ. 2519 มีพระราชกฤษฎีกาแบ่งส่วนราชการกรมตำรวจ กระทรวงมหาดไทย (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2519 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 93 ตอนที่ 61 ลงวันที่ 20 เมษายน 2519 (มีผลถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา) ให้ตั้งกองบังคับการสายตรวจและปฏิบัติการพิเศษ โดยเอา

- กองกำกับการรักษาสถานที่ (กก.รท.)
- กองกำกับการสุนัขตำรวจ (กก.สข.)
- กองกำกับการตำรวจม้า (กก.ม.)
- กองกำกับการรถวิทยุและศูนย์รวมข่าว (กก.วศ.)

รวมเข้าด้วยกันแล้วแบ่งออกเป็น 7 กองกำกับการ คือ

1. กองกำกับการฝ่ายอำนวยการ (กก.อก.)
2. กองกำกับการศูนย์รวมข่าว (กก.ศร.)
3. กองกำกับการสายตรวจ (กก.สตร.)
4. กองกำกับการป้องกันและปราบปรามจลาจล (กก.ปจ.)
5. กองกำกับการอารักขาและรักษาความปลอดภัย (กก.อป.)
6. กองกำกับการสุนัขตำรวจ (กก.สข.)
7. กองกำกับการตำรวจม้า (กก.ม.)

**ปัจจุบัน** ชื่อกองกำกับการศูนย์รวมข่าว ชื่อย่อ กก.ศร. ตั้งขึ้นเมื่อ วันที่ 21 เมษายน 2519 มีแผนกขึ้นอยู่ 5 แผนก คือ

1. แผนกธุรการ
2. แผนกทะเบียนประวัติและสถิติ
3. แผนกศูนย์รวมข่าว
4. แผนกถ่ายรูป
5. แผนกเทคนิคสื่อสารและซ่อมบำรุง

## หน้าที่

แผนกศูนย์รวมข่าว มีหน้าที่

1. รับผิดชอบงานธุรการของแผนก
2. เป็นศูนย์รวมข่าวการสื่อสารของกองบัญชาการตำรวจนครบาลและกองบังคับการ
3. เป็นศูนย์การสื่อสารประสานการข่าว ระหว่างกองบัญชาการตำรวจนครบาลกับหน่วยราชการอื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอกกรมตำรวจ
4. เป็นศูนย์รับแจ้งเหตุสัญญาณ แจ้งภัยต่าง ๆ จากสถานที่ติดตั้งสัญญาณแจ้งภัยไว้แล้วดำเนินการไปตามระเบียบที่กำหนด
5. เป็นศูนย์ชุมสายโทรศัพท์ภายในที่ทำการของกองบัญชาการตำรวจนครบาลและกองบังคับการ
6. เป็นศูนย์โทรสาร โทรพิมพ์ ติดต่อระหว่างกองบัญชาการตำรวจนครบาลกับหน่วยราชการอื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอกกรมตำรวจ
7. เป็นศูนย์รับแจ้งเหตุด่วนเหตุร้ายทางโทรศัพท์ของกองบัญชาการตำรวจนครบาล รวมทั้งการบริการประชาชนเกี่ยวกับการสอบถามทางโทรศัพท์

8. เป็นศูนย์ควบคุม สั่งการและประสานการปฏิบัติของสายตรวจต่าง ๆ ของกองบังคับการ

9. ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการศูนย์รวมข่าวรวมทั้งเครื่องมืออุปกรณ์ของห้องปฏิบัติการ

10. รายงานคดีอาญาบางประเภทตามระเบียบที่กำหนดหรือรายงานเหตุชนิดพิเศษ หรือเหตุที่ควรรายงานให้ผู้บังคับบัญชาและส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง

11. เป็นศูนย์ตรวจสอบ และให้ข้อมูลกับตำรวจสายตรวจเกี่ยวกับคดีอาชญากรรม รถหาย เกี่ยวข้องกับคดีคนหายพลัดหลง บุคคลตามหมายจับ เบื้องต้นเพื่อเสริมประสิทธิภาพให้กับตำรวจสายตรวจ

12. เป็นศูนย์ติดต่อสื่อสารเรียกติดตามตัวทางวิทยุ

13. เป็นเจ้าหน้าที่จัดทำรหัสสัญญาณเรียกขานประจำตัวนายตำรวจชั้นสัญญาบัตร หน่วยงาน และชุดปฏิบัติรวมตลอดถึงยานพาหนะในกองบังคับการ เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารทางวิทยุ

14. งานอื่น ๆ ที่ผู้บังคับบัญชามอบหมาย

# ภาคผนวก ข.

คำอธิบายของค่าต่าง ๆ ในผลการวิเคราะห์สมการถดถอยที่ปรากฏในภาคผนวก ค.

## คำอธิบายของค่าต่าง ๆ ในผลการวิเคราะห์สมการถดถอย

**R Square** (ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด ($R^2_{y.123...k}$)) เป็นค่าที่บอกถึงความผันแปรของตัวแปรตาม Y ที่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระ X ทั้งหมด ถ้าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนดมีค่ามาก แสดงว่าตัวแปรอิสระทั้งหมด k ตัว สามารถพยากรณ์ตัวแปรตามได้ดีมาก

$$R^2 = \frac{\sum_{j=1}^{k} b_j \left(\sum_{i=1}^{n} x_{ji} y_i\right)}{\sum_{i=1}^{n} y^2_i}$$

**Multiple R** (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน ($R_{y.123...k}$)) เป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม Y กับตัวแปรอิสระ X ทั้งหมด

$$\text{Multiple } R = \sqrt{R^2}$$

**Adjusted R Square** (ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนดที่ปรับแล้ว ($\bar{R}^2_{y.123...k}$)) เป็นค่า $R^2$ ที่ปรับแก้เพื่อตัดปัญหาสำหรับตัวแปรอิสระที่เพิ่มเข้ามาแล้วทำให้ $R^2$ เพิ่มขึ้นโดยไม่มีเหตุผล ในการอธิบายค่า Y ถ้ามี X หลายตัวจะพิจารณา $\bar{R}^2$ แทน

$$\bar{R}^2 = 1 - \left[ \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i^2 - \sum_{j=1}^{k} b_j \left(\sum_{i=1}^{n} x_{ji} y_i\right)}{\sum_{i=1}^{n} y^2_i} \right] \cdot \frac{n-1}{n-k-1}$$

**Standard Error** (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมการถดถอยหลายชั้นแบบเส้นตรง ( $S_{Y.12...k}$)) เป็นค่าที่แสดงว่าค่าพยากรณ์ Y กระจายอยู่ห่างจากค่าสังเกต Y มากน้อยเพียงใด ถ้า Standard Error มีค่าน้อย แสดงว่าค่าพยากรณ์ Y มีการกระจายใกล้ชิดกับค่าสังเกต Y มาก ซึ่งแสดงว่าสมการถดถอยที่ได้นั้นเชื่อถือได้มาก

$$S_{Y.12...k} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i^2 - \sum_{j=1}^{k} b_j \left(\sum_{i=1}^{n} x_{ji} y_i\right)}{n-k-1}$$

**Significant F** เป็นค่า p value ของการทดสอบ F ถ้าค่า significant F < $\alpha$ แสดงว่า ปฏิเสธ $H_0$ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\alpha$ เมื่อกำหนดสมมติฐาน ดังนี้

$H_0$ : $\beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_k = 0$

$H_1$ : อย่างน้อยที่สุดมี $\beta_j$ 1 ค่าที่ไม่เท่ากับ 0

เมื่อปฏิเสธ $H_0$ จะสรุปได้ว่า สมการที่ได้มีความเหมาะสมที่จะใช้พยากรณ์ค่า Y

**B** (ค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยบางส่วน ($b_j$)) เป็นค่าที่แสดงถึงอิทธิพลของ X แต่ละตัวที่มีต่อ Y โดยกำหนดให้ค่า X อื่นๆที่เหลือในสมการคงที่

**SE B** (ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ $b_j$ ($S_{b_j}$)) เป็นค่าที่แสดงว่าค่า $b_j$ กระจายอยู่ห่างจากค่า $\beta$ มากน้อยเพียงใด ถ้า $S_{b_j}$ มีค่าน้อย แสดงว่าค่า $b_j$ จะมีการกระจายใกล้ชิดกับ $\beta$ มาก จึงเป็นตัวประมาณค่าที่ดีของ $\beta$

**Beta** (Beta Weights ($b_j^*$)) คือ $b_j$ ที่ปรับหน่วยให้เป็นมาตรฐานเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ

$$b_j^* = \frac{b_j S_j}{S_Y} \quad ; \; S_j = \text{S.D. ของ } X_j, \; S_Y = \text{S.D. ของ } Y$$

**Beta In** เป็นค่า Beta Weights ของตัวแปรอิสระที่ไม่ได้อยู่ในสมการถดถอย โดยคำนวณจากสมการถดถอยที่มีอยู่แล้วและเพิ่มตัวแปรอิสระนั้นเข้าไป แล้วนำ $b_j$ นั้นมาปรับให้เป็น $b_j^*$

T เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \beta_j = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0$

โดย T = B / (SE B) ใช้เพื่อทดสอบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม Y หรือไม่

**Significant T** เป็นค่า p value ของการทดสอบที ถ้าค่า significant T < $\alpha$ แสดงว่า ปฏิเสธ $H_0$ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\alpha$ เมื่อทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

$H_0 : \beta_j = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0$

เมื่อปฏิเสธ $H_0$ จะสรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระ X มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม Y จริง

**Partial** (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน ($r_{iy.j}$)) เป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ของ X ที่ไม่ได้อยู่ในสมการถดถอยกับตัวแปรตาม Y โดยควบคุมให้ตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการแล้วคงที่

$$r_{iy.j} = \frac{r_{iy} - r_{ij}\, r_{yj}}{\sqrt{(1 - r^2_{ij})(1 - r^2_{yj})}}$$

; i เป็นตัวแปรอิสระที่เหลือ

; j เป็นตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการแล้ว

# ภาคผนวก ค.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC+

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด

| | โจรกรรม | วันจันทร์ | วันอังคาร | วันพุธ | วันพฤหัส | วันศุกร์ | วันเสาร์ | วันอาทิตย์ | เดือน ม.ค. | เดือน ก.พ. | เดือน มี.ค. | เดือน เม.ย. | เดือน พ.ค. | เดือน มิ.ย. | เดือน ก.ค. | เดือน ส.ค. | เดือน ก.ย. | เดือน ต.ค. | เดือน พ.ย. | เดือน ธ.ค. | อุณหภูมิ | ความชื้น |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| โจรกรรม | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| วันจันทร์ | −0.0692 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| วันอังคาร | −0.1012 | −0.1666 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| วันพุธ | −0.0603 | −0.1626 | −0.1666 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| วันพฤหัส | −0.0464 | −0.1647 | −0.1666 | −0.1647 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| วันศุกร์ | 0.1010 | −0.1666 | −0.1706 | −0.1666 | −0.1666 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| วันเสาร์ | 0.1062 | −0.1647 | −0.1666 | −0.1647 | −0.1667 | −0.1666 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| วันอาทิตย์ | 0.1605 | −0.1647 | −0.1666 | −0.1647 | −0.1667 | −0.1666 | −0.1667 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| เดือน ม.ค. | −0.3068 | −0.0099 | −0.0147 | −0.0099 | −0.0123 | 0.0138 | 0.0164 | 0.0164 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| เดือน ก.พ. | −0.0763 | 0.0024 | −0.0024 | 0.0024 | 0.0000 | −0.0024 | 0.0000 | 0.0000 | −0.0919 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| เดือน มี.ค. | 0.2050 | 0.0191 | 0.0138 | 0.0191 | −0.0123 | −0.0147 | −0.0123 | −0.0123 | −0.0972 | −0.0919 | 1 | | | | | | | | | | | |
| เดือน เม.ย. | 0.0736 | −0.0059 | −0.0107 | −0.0059 | 0.0208 | 0.0162 | −0.0063 | −0.0063 | −0.0954 | −0.0903 | −0.0954 | 1 | | | | | | | | | | |
| เดือน พ.ค. | 0.1413 | 0.0191 | −0.0147 | −0.0099 | −0.0123 | −0.0147 | 0.0164 | 0.0164 | −0.0972 | −0.0919 | −0.0972 | −0.0954 | 1 | | | | | | | | | |
| เดือน มิ.ย. | 0.1909 | −0.0059 | 0.0162 | 0.0235 | −0.0063 | −0.0107 | −0.0063 | −0.0063 | −0.0954 | −0.0903 | −0.0954 | −0.0936 | −0.0954 | 1 | | | | | | | | |
| เดือน ก.ค. | 0.2550 | −0.0099 | −0.0147 | −0.0099 | 0.0164 | 0.0138 | 0.0164 | −0.0123 | −0.0972 | −0.0919 | −0.0972 | −0.0954 | −0.0972 | −0.0954 | 1 | | | | | | | |
| เดือน ส.ค. | 0.1862 | 0.0191 | 0.0138 | −0.0099 | −0.0123 | −0.0147 | −0.0123 | 0.0164 | −0.0972 | −0.0919 | −0.0972 | −0.0954 | −0.0972 | −0.0954 | −0.0972 | 1 | | | | | | |
| เดือน ก.ย. | 0.2458 | −0.0059 | −0.0107 | 0.0235 | 0.0208 | −0.0107 | −0.0063 | −0.0063 | −0.0954 | −0.0903 | −0.0954 | −0.0936 | −0.0954 | −0.0936 | −0.0954 | −0.0954 | 1 | | | | | |
| เดือน ต.ค. | −0.2793 | −0.0099 | −0.0147 | −0.0099 | 0.0164 | 0.0138 | 0.0164 | −0.0123 | −0.0972 | −0.0919 | −0.0972 | −0.0954 | −0.0972 | −0.0954 | −0.0972 | −0.0972 | −0.0954 | 1 | | | | |
| เดือน พ.ย. | −0.4973 | 0.0235 | −0.0107 | −0.0059 | −0.0063 | −0.0107 | −0.0063 | 0.0208 | −0.0954 | −0.0903 | −0.0954 | −0.0936 | −0.0954 | −0.0936 | −0.0954 | −0.0954 | −0.0936 | −0.0954 | 1 | | | |
| เดือน ธ.ค. | −0.2373 | −0.0459 | 0.0647 | −0.0095 | −0.0112 | 0.0259 | −0.0112 | −0.0112 | −0.0882 | −0.0845 | −0.0882 | −0.0870 | −0.0882 | −0.0870 | −0.0882 | −0.0882 | −0.0870 | −0.0882 | −0.0870 | 1 | | |
| อุณหภูมิ | 0.5434 | 0.0241 | 0.0008 | 0.0095 | −0.0134 | −0.0307 | −0.0025 | 0.0128 | −0.2677 | −0.1646 | 0.1062 | 0.2803 | 0.3105 | 0.2581 | 0.2307 | −0.0326 | −0.0454 | −0.2082 | −0.2909 | −0.2595 | 1 | |
| ความชื้น | 0.3342 | −0.0039 | −0.0216 | −0.0211 | 0.0216 | −0.0037 | −0.0023 | 0.0306 | −0.1261 | −0.1406 | 0.0923 | −0.0035 | 0.0417 | −0.0097 | −0.0557 | 0.2306 | 0.2671 | 0.2316 | −0.3104 | −0.2916 | 0.1115 | 1 |
| ฝน | 0.0055 | 0.0434 | 0.0561 | 0.0406 | 0.0900 | −0.0063 | −0.0694 | −0.1341 | −0.1614 | 0.2307 | 0.0019 | −0.0238 | 0.0563 | 0.0500 | −0.0321 | −0.0943 | −0.0787 | 0.1909 | −0.0630 | −0.0921 | 0.0739 | −0.0443 |

```
data list file ='D:\191\bud36.dat'/cl 1-3 mon 5 tue 7 wed 9 thu 11
                fri 13 sat 15 sun 17 jan 19 feb 21  mar 23 apr 25
                may 27 jun 29 jul 31 aug 33 sep 35  oct 37 nov 39
                dec 41 tem 43-46 (1) wet 48-49 cri 51-54.
regr var = cl to cri
The raw data or transformation pass is proceeding
    350 cases are written to the uncompressed active file.
     /dep = cl
     /method = stepwise
     /resid = default
     /scatt = (*res,*pred).
```

---

Page 2 SPSS/PC+ 2/15/94

* * * * M U L T I P L E R E G R E S S I O N * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

---

Page 3 SPSS/PC+ 2/15/94

* * * * M U L T I P L E R E G R E S S I O N * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Entered on Step Number

1.. TEM

| | |
|---|---|
| Multiple R | .54341 |
| R Square | .29530 |
| Adjusted R Square | .29327 |
| Standard Error | 114.43511 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 1 | 1909626.47160 | 1909626.47160 |
| Residual | 348 | 4557196.95697 | 13095.39355 |

F = 145.82429 Signif F = .0000

---

Page 4 SPSS/PC+ 2/15/94

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| TEM | 36.42547 | 3.01641 | .54341 | 12.076 | .0000 |
| (Constant) | -684.00532 | 84.86290 | | -8.060 | .0000 |

---

Page 5 SPSS/PC+ 2/15/94

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -.08235 | -.09807 | .99942 | -1.836 | .0673 |
| TUE | -.10167 | -.12111 | 1.00000 | -2.273 | .0237 |
| WED | -.06546 | -.07798 | .99991 | -1.457 | .1460 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| THU | -.03908 | -.04655 | .99982 | -.868 | .3860 |
| FRI | .02679 | .03190 | .99906 | .594 | .5526 |
| SAT | .10753 | .12810 | .99999 | 2.406 | .0167 |
| SUN | .15360 | .18296 | .99984 | 3.467 | .0006 |
| JAN | -.17375 | -.19943 | .92835 | -3.791 | .0002 |
| FEB | .01349 | .01585 | .97290 | .295 | .7680 |
| MAR | .14899 | .17647 | .98871 | 3.340 | .0009 |
| APR | -.08537 | -.09762 | .92146 | -1.827 | .0685 |
| MAY | -.03034 | -.03436 | .90356 | -.640 | .5223 |
| JUN | .05427 | .06245 | .93338 | 1.166 | .2446 |
| JUL | .17182 | .19915 | .94678 | 3.786 | .0002 |
| AUG | .20411 | .24301 | .99894 | 4.667 | .0000 |

---



**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| SEP | .27102 | .32251 | .99794 | 6.347 | .0000 |
| OCT | -.17372 | -.20241 | .95667 | -3.850 | .0001 |
| NOV | -.37419 | -.42780 | .92108 | -8.816 | .0000 |
| DEC | -.10322 | -.11874 | .93266 | -2.228 | .0265 |
| WET | .27704 | .32797 | .98757 | 6.467 | .0000 |
| CRI | -.03486 | -.04141 | .99453 | -.772 | .4406 |

---

Page 7 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Entered on Step Number

2.. NOV

| | |
|---|---|
| Multiple R | .65136 |
| R Square | .42426 |
| Adjusted R Square | .42095 |
| Standard Error | 103.58390 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 2 | 2743643.91986 | 1371821.95993 |
| Residual | 347 | 3723179.50871 | 10729.62394 |

F = 127.85368 Signif F = 0.0

---

Page 8 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| TEM | 29.37908 | 2.84495 | .43829 | 10.327 | .0000 |
| NOV | -181.69275 | 20.60831 | -.37419 | -8.816 | .0000 |
| (Constant) | -470.70569 | 80.53564 | | -5.845 | .0000 |

---

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -.07108 | -.09360 | .92014 | -1.749 | .0812 |
| TUE | -.10561 | -.13918 | .92097 | -2.614 | .0093 |
| WED | -.06667 | -.08786 | .92102 | -1.641 | .1018 |
| THU | -.04361 | -.05747 | .92083 | -1.071 | .2850 |
| FRI | .01954 | .02574 | .91994 | .479 | .6323 |
| SAT | .10416 | .13727 | .92100 | 2.578 | .0104 |
| SUN | .16285 | .21454 | .92048 | 4.086 | .0001 |
| JAN | -.25109 | -.31336 | .83356 | -6.138 | .0000 |
| FEB | -.03986 | -.05127 | .88469 | -.955 | .3403 |
| MAR | .12475 | .16309 | .91471 | 3.075 | .0023 |
| APR | -.09150 | -.11574 | .85603 | -2.167 | .0309 |
| MAY | -.03374 | -.04227 | .83984 | -.787 | .4318 |
| JUN | .04577 | .05827 | .86688 | 1.086 | .2784 |
| JUL | .15988 | .20491 | .87913 | 3.894 | .0001 |
| AUG | .16691 | .21854 | .91012 | 4.166 | .0000 |

---

Page 10 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| SEP | .23397 | .30613 | .90971 | 5.981 | .0000 |
| OCT | -.24039 | -.30568 | .86536 | -5.972 | .0000 |
| DEC | -.16307 | -.20517 | .84326 | -3.899 | .0001 |
| WET | .18735 | .23463 | .84222 | 4.490 | .0000 |
| CRI | -.05085 | -.06677 | .91790 | -1.245 | .2140 |

---

Page 11 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Entered on Step Number

3.. JAN

| | |
|---|---|
| Multiple R | .69340 |
| R Square | .48080 |
| Adjusted R Square | .47630 |
| Standard Error | 98.50889 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 3 | 3109239.24292 | 1036413.08097 |
| Residual | 346 | 3357584.18565 | 9704.00054 |

F = 106.80266 Signif F = 0.0

---

Page 12 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| TEM | 23.99802 | 2.84406 | .35801 | 8.438 | .0000 |
| NOV | -204.28011 | 19.94111 | -.42071 | -10.244 | .0000 |
| JAN | -120.12288 | 19.57045 | -.25109 | -6.138 | .0000 |
| (Constant) | -307.13460 | 81.09364 | | -3.787 | .0002 |

---

Page 13 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -.07052 | -.09780 | .83275 | -1.825 | .0688 |
| TUE | -.10978 | -.15232 | .83351 | -2.863 | .0045 |
| WED | -.06866 | -.09528 | .83354 | -1.778 | .0763 |
| THU | -.04819 | -.06685 | .83317 | -1.245 | .2141 |
| FRI | .02003 | .02778 | .83266 | .516 | .6060 |
| SAT | .10771 | .14946 | .83356 | 2.808 | .0053 |
| SUN | .16908 | .23448 | .83298 | 4.480 | .0000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FEB | -.08495 | -.11331 | .78432 | -2.118 | .0349 |
| MAR | .10488 | .14385 | .83122 | 2.700 | .0073 |
| APR | -.09789 | -.13034 | .78288 | -2.442 | .0151 |
| MAY | -.03808 | -.05023 | .76865 | -.934 | .3509 |
| JUN | .03766 | .05046 | .79245 | .938 | .3487 |
| JUL | .14926 | .20125 | .80325 | 3.816 | .0002 |
| AUG | .13747 | .18786 | .82510 | 3.553 | .0004 |
| SEP | .20530 | .28026 | .82279 | 5.423 | .0000 |

---

Page 14 SPSS/PC+ 2/15/94

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| OCT | -.30120 | -.39529 | .76101 | -7.993 | .0000 |
| DEC | -.21519 | -.28040 | .74233 | -5.426 | .0000 |
| WET | .15026 | .19547 | .79963 | 3.702 | .0002 |
| CRI | -.09094 | -.12416 | .83352 | -2.324 | .0207 |

---

Page 15 SPSS/PC+ 2/15/94

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Entered on Step Number

4.. OCT

| | |
|---|---|
| Multiple R | .74962 |
| R Square | .56192 |
| Adjusted R Square | .55685 |
| Standard Error | 90.61715 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 4 | 3633866.90061 | 908466.72515 |
| Residual | 345 | 2832956.52796 | 8211.46820 |

F = 110.63390 Signif F = 0.0

---

Page 16 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| TEM | 17.54146 | 2.73808 | .26169 | 6.406 | .0000 |
| NOV | -234.20273 | 18.72168 | -.48233 | -12.510 | .0000 |
| JAN | -149.27488 | 18.36835 | -.31202 | -8.127 | .0000 |
| OCT | -144.09738 | 18.02772 | -.30120 | -7.993 | .0000 |
| (Constant) | -108.05029 | 78.64530 | | -1.374 | .1704 |

---

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -.07032 | -.10616 | .76033 | -1.980 | .0485 |
| TUE | -.11575 | -.17481 | .76088 | -3.293 | .0011 |
| WED | -.07169 | -.10830 | .76101 | -2.020 | .0441 |
| THU | -.04580 | -.06917 | .76076 | -1.286 | .1993 |
| FRI | .02140 | .03231 | .76033 | .600 | .5492 |
| SAT | .11294 | .17059 | .76099 | 3.211 | .0014 |
| SUN | .16889 | .25498 | .76054 | 4.891 | .0000 |
| FEB | -.15018 | -.21367 | .69643 | -4.057 | .0001 |
| MAR | .07420 | .11012 | .76075 | 2.055 | .0406 |
| APR | -.11265 | -.16311 | .72310 | -3.066 | .0023 |
| MAY | -.05053 | -.07249 | .71083 | -1.348 | .1785 |
| JUN | .02112 | .03075 | .73136 | .571 | .5687 |
| JUL | .12989 | .19022 | .74063 | 3.594 | .0004 |
| AUG | .09421 | .13840 | .74533 | 2.592 | .0099 |
| SEP | .16324 | .23949 | .74238 | 4.575 | .0000 |

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| DEC | -.28793 | -.40008 | .65487 | -8.097 | .0000 |
| WET | .22036 | .30568 | .76005 | 5.955 | .0000 |
| CRI | -.03966 | -.05796 | .75815 | -1.077 | .2823 |



**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Entered on Step Number
5.. DEC

| | |
|---|---|
| Multiple R | .79501 |
| R Square | .63205 |
| Adjusted R Square | .62670 |
| Standard Error | 83.16937 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 5 | 4087326.01766 | 817465.20353 |
| Residual | 344 | 2379497.41091 | 6917.14364 |

F = 118.17959 Signif F = 0.0

---



**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| TEM | 9.34992 | 2.70904 | .13949 | 3.451 | .0006 |
| NOV | -265.88310 | 17.62282 | -.54758 | -15.087 | .0000 |
| JAN | -179.97755 | 17.27987 | -.37620 | -10.415 | .0000 |
| OCT | -171.62914 | 16.89183 | -.35875 | -10.160 | .0000 |
| DEC | -187.38242 | 23.14319 | -.28793 | -8.097 | .0000 |
| (Constant) | 138.24857 | 78.32963 | | 1.765 | .0785 |

---



**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -.08127 | -.13376 | .65477 | -2.500 | .0129 |
| TUE | -.09988 | -.16427 | .65480 | -3.084 | .0022 |
| WED | -.07485 | -.12337 | .65487 | -2.302 | .0219 |
| THU | -.05107 | -.08414 | .65449 | -1.564 | .1188 |
| FRI | .02610 | .04299 | .65458 | .797 | .4260 |
| SAT | .11088 | .18272 | .65487 | 3.442 | .0006 |
| SUN | .16894 | .27830 | .65452 | 5.366 | .0000 |
| FEB | -.22431 | -.33939 | .57393 | -6.682 | .0000 |
| MAR | .04902 | .07903 | .65465 | 1.468 | .1429 |
| APR | -.11570 | -.18278 | .62763 | -3.443 | .0006 |
| MAY | -.05025 | -.07867 | .61726 | -1.461 | .1448 |
| JUN | .01521 | .02417 | .63459 | .448 | .6546 |
| JUL | .11994 | .19152 | .64226 | 3.614 | .0003 |
| AUG | .05147 | .08141 | .63025 | 1.513 | .1313 |
| SEP | .12142 | .19168 | .62677 | 3.617 | .0003 |

---



**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| WET | .13580 | .19245 | .64774 | 3.632 | .0003 |
| CRI | -.06248 | -.09930 | .65441 | -1.848 | .0654 |

---

Page 23 SPSS/PC+ 2/15/94

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Entered on Step Number
6.. FEB

| | |
|---|---|
| Multiple R | .82124 |
| R Square | .67443 |
| Adjusted R Square | .66873 |
| Standard Error | 78.34676 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 6 | 4361415.85688 | 726902.64281 |
| Residual | 343 | 2105407.57169 | 6138.21449 |

F = 118.42249 Signif F = 0.0

---

Page 24 SPSS/PC+ 2/15/94

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| TEM | 2.94584 | 2.72598 | .04395 | 1.081 | .2806 |
| NOV | -295.83623 | 17.19547 | -.60927 | -17.204 | .0000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| JAN | -209.16632 | 16.85378 | -.43721 | -12.411 | .0000 |
| OCT | -198.33890 | 16.40669 | -.41458 | -12.089 | .0000 |
| DEC | -220.81776 | 22.36803 | -.33930 | -9.872 | .0000 |
| FEB | -112.38724 | 16.81867 | -.22431 | -6.682 | .0000 |
| (Constant) | 335.98861 | 79.50022 | | 4.226 | .0000 |

---



**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -.08063 | -.14109 | .57384 | -2.636 | .0088 |
| TUE | -.09939 | -.17379 | .57386 | -3.264 | .0012 |
| WED | -.07540 | -.13212 | .57392 | -2.465 | .0142 |
| THU | -.05328 | -.09331 | .57353 | -1.733 | .0840 |
| FRI | .02491 | .04361 | .57366 | .807 | .4200 |
| SAT | .11147 | .19529 | .57393 | 3.682 | .0003 |
| SUN | .17121 | .29981 | .57355 | 5.812 | .0000 |
| MAR | .01678 | .02842 | .57091 | .526 | .5994 |
| APR | -.13143 | -.22020 | .55767 | -4.175 | .0000 |
| MAY | -.06346 | -.10541 | .54959 | -1.960 | .0508 |
| JUN | -2.001E-03 | -.00337 | .56297 | -.062 | .9504 |
| JUL | .10028 | .16943 | .56852 | 3.179 | .0016 |
| AUG | 3.3191E-03 | .00544 | .53462 | .101 | .9200 |
| SEP | .07636 | .12477 | .53055 | 2.326 | .0206 |
| WET | .07427 | .10736 | .55068 | 1.997 | .0466 |

---

Page 26 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| CRI | -8.149E-03 | -.01331 | .56589 | -.246 | .8057 |

---

Page 27 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Removed on Step Number

7.. TEM

| | |
|---|---|
| Multiple R | .82056 |
| R Square | .67332 |
| Adjusted R Square | .66857 |
| Standard Error | 78.36587 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 5 | 4354247.58052 | 870849.51610 |
| Residual | 344 | 2112575.84805 | 6141.20886 |

F = 141.80425 Signif F = 0.0

---

Page 28 SPSS/PC+ 2/15/94

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| NOV | -304.37227 | 15.27757 | -.62685 | -19.923 | .0000 |
| JAN | -217.35077 | 15.05991 | -.45432 | -14.432 | .0000 |
| OCT | -205.38303 | 15.05991 | -.42930 | -13.638 | .0000 |
| DEC | -230.95561 | 20.31066 | -.35488 | -11.371 | .0000 |
| FEB | -118.77704 | 15.74885 | -.23706 | -7.542 | .0000 |
| (Constant) | 421.70561 | 5.35698 | | 78.721 | .0000 |

Page 29 SPSS/PC+ 2/15/94

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -.08019 | -.14009 | .95820 | -2.620 | .0092 |
| TUE | -.09902 | -.17286 | .95820 | -3.250 | .0013 |
| WED | -.07552 | -.13210 | .95820 | -2.468 | .0141 |
| THU | -.05412 | -.09466 | .95819 | -1.761 | .0791 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FRI | .02417 | .04226 | .95809 | .783 | .4340 |
| SAT | .11156 | .19511 | .95808 | 3.684 | .0003 |
| SUN | .17195 | .30070 | .95808 | 5.839 | .0000 |
| MAR | .01420 | .02407 | .93824 | .446 | .6559 |
| APR | -.12193 | -.20688 | .93898 | -3.916 | .0001 |
| MAY | -.05369 | -.09098 | .93824 | -1.692 | .0915 |
| JUN | 2.7810E-03 | .00472 | .93898 | .087 | .9304 |
| JUL | .10267 | .17400 | .93824 | 3.272 | .0012 |
| AUG | -5.904E-03 | -.01001 | .93824 | -.185 | .8531 |
| SEP | .06115 | .10374 | .93898 | 1.932 | .0542 |
| TEM | .04395 | .05825 | .57393 | 1.081 | .2806 |

---

Page 30 SPSS/PC+ 2/15/94

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| WET | .06330 | .09326 | .70914 | 1.735 | .0837 |
| CRI | -3.835E-03 | -.00630 | .88046 | -.117 | .9072 |

---

Page 31 SPSS/PC+ 2/15/94

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Entered on Step Number

8.. SUN

| | |
|---|---|
| Multiple R | .83837 |
| R Square | .70286 |
| Adjusted R Square | .69766 |
| Standard Error | 74.84785 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 6 | 4545268.44009 | 757544.74002 |
| Residual | 343 | 1921554.98848 | 5602.20113 |

F = 135.22270 Signif F = 0.0

---



**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| NOV | -306.14094 | 14.59487 | -.63049 | -20.976 | .0000 |
| JAN | -218.76033 | 14.38586 | -.45726 | -15.207 | .0000 |
| OCT | -204.63797 | 14.38440 | -.42774 | -14.226 | .0000 |
| DEC | -229.94123 | 19.39965 | -.35332 | -11.853 | .0000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FEB | -118.95539 | 15.04188 | -.23742 | -7.908 | .0000 |
| SUN | 66.79317 | 11.43855 | .17195 | 5.839 | .0000 |
| (Constant) | 412.34208 | 5.36189 | | 76.902 | .0000 |

---



****** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ******

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -.05309 | -.09590 | .95799 | -1.782 | .0757 |
| TUE | -.07210 | -.13009 | .95799 | -2.426 | .0158 |
| WED | -.04852 | -.08778 | .95799 | -1.630 | .1041 |
| THU | -.02625 | -.04746 | .95799 | -.879 | .3801 |
| FRI | .05468 | .09882 | .95771 | 1.837 | .0671 |
| SAT | .14426 | .26085 | .95770 | 4.997 | .0000 |
| MAR | .01603 | .02848 | .93803 | .527 | .5987 |
| APR | -.12084 | -.21497 | .93875 | -4.071 | .0001 |
| MAY | -.05715 | -.10154 | .93789 | -1.888 | .0599 |
| JUN | 3.8777E-03 | .00690 | .93875 | .128 | .8986 |
| JUL | .10450 | .18569 | .93803 | 3.495 | .0005 |
| AUG | -9.353E-03 | -.01662 | .93789 | -.307 | .7588 |
| SEP | .06224 | .11073 | .93875 | 2.060 | .0401 |
| TEM | .03816 | .05301 | .57355 | .982 | .3269 |
| WET | .05390 | .08317 | .70759 | 1.543 | .1237 |

---

Page 34 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| CRI | .02188 | .03731 | .86366 | .690 | .4904 |

---

Page 35 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Entered on Step Number
9.. SAT

| | |
|---|---|
| Multiple R | .85034 |
| R Square | .72308 |
| Adjusted R Square | .71741 |
| Standard Error | 72.36212 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 7 | 4676016.68359 | 668002.38337 |
| Residual | 342 | 1790806.74498 | 5236.27703 |

F = 127.57201 Signif F = 0.0

---

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| NOV | -306.00451 | 14.11020 | -.63021 | -21.687 | .0000 |
| JAN | -220.14031 | 13.91084 | -.46015 | -15.825 | .0000 |
| OCT | -205.71627 | 13.90836 | -.43000 | -14.791 | .0000 |
| DEC | -228.94814 | 18.75643 | -.35180 | -12.206 | .0000 |
| FEB | -119.13000 | 14.54237 | -.23777 | -8.192 | .0000 |
| SUN | 76.14500 | 11.21591 | .19602 | 6.789 | .0000 |
| SAT | 56.03924 | 11.21465 | .14426 | 4.997 | .0000 |
| (Constant) | 403.17511 | 5.49885 | | 73.320 | .0000 |



**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -.02547 | -.04672 | .93139 | -.864 | .3884 |
| TUE | -.04476 | -.08193 | .92799 | -1.518 | .1299 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| WED | -.02085 | -.03831 | .93332 | -.708 | .4795 |
| THU | 2.7576E-03 | .00506 | .93248 | .093 | .9256 |
| FRI | .08757 | .16052 | .93048 | 3.003 | .0029 |
| MAR | .01781 | .03278 | .93773 | .606 | .5451 |
| APR | -.11977 | -.22071 | .93842 | -4.179 | .0000 |
| MAY | -.06056 | -.11142 | .93739 | -2.070 | .0392 |
| JUN | 4.9514E-03 | .00912 | .93842 | .168 | .8663 |
| JUL | .10190 | .18753 | .93756 | 3.525 | .0005 |
| AUG | -8.307E-03 | -.01529 | .93756 | -.282 | .7779 |
| SEP | .06332 | .11668 | .93842 | 2.170 | .0307 |
| TEM | .03682 | .05299 | .57352 | .980 | .3278 |
| WET | .05422 | .08668 | .70759 | 1.607 | .1091 |
| CRI | .04143 | .07260 | .85047 | 1.344 | .1798 |

---



****** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ******

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Entered on Step Number
10.. APR

| | |
|---|---|
| Multiple R | .85824 |
| R Square | .73657 |
| Adjusted R Square | .73039 |
| Standard Error | 70.68105 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 8 | 4763251.81439 | 595406.47680 |
| Residual | 341 | 1703571.61418 | 4995.81119 |

F = 119.18114 Signif F = 0.0

---

Page 39 SPSS/PC+ 2/15/94

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| NOV | -314.15080 | 13.91959 | -.64699 | -22.569 | .0000 |
| JAN | -228.27903 | 13.72655 | -.47716 | -16.630 | .0000 |
| OCT | -213.86581 | 13.72452 | -.44703 | -15.583 | .0000 |
| DEC | -237.11119 | 18.42454 | -.36434 | -12.869 | .0000 |
| FEB | -127.28108 | 14.33784 | -.25403 | -8.877 | .0000 |
| SUN | 75.80980 | 10.95565 | .19516 | 6.920 | .0000 |
| SAT | 55.70410 | 10.95441 | .14340 | 5.085 | .0000 |
| APR | -58.15714 | 13.91747 | -.11977 | -4.179 | .0000 |
| (Constant) | 411.42195 | 5.72220 | | 71.899 | .0000 |

---

Page 40 SPSS/PC+ 2/15/94

**** M U L T I P L E R E G R E S S I O N ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -.02709 | -.05094 | .93122 | -.940 | .3476 |
| TUE | -.04637 | -.08702 | .92783 | -1.611 | .1082 |
| WED | -.02247 | -.04231 | .93323 | -.781 | .4354 |
| THU | 4.9012E-03 | .00922 | .93247 | .170 | .8651 |
| FRI | .09026 | .16959 | .93003 | 3.173 | .0016 |
| MAR | -2.201E-03 | -.00410 | .91192 | -.076 | .9398 |
| MAY | -.08275 | -.15393 | .91157 | -2.873 | .0043 |
| JUN | -.01499 | -.02794 | .91288 | -.515 | .6066 |
| JUL | .08430 | .15685 | .91175 | 2.928 | .0036 |
| AUG | -.02904 | -.05403 | .91175 | -.998 | .3192 |
| SEP | .04498 | .08384 | .91288 | 1.551 | .1217 |
| TEM | .06451 | .09383 | .55722 | 1.738 | .0832 |
| WET | .04086 | .06662 | .70055 | 1.231 | .2191 |
| CRI | .04026 | .07234 | .85039 | 1.337 | .1820 |

---



**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Entered on Step Number

11.. FRI

| | |
|---|---|
| Multiple R | .86264 |
| R Square | .74414 |
| Adjusted R Square | .73737 |
| Standard Error | 69.75953 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 9 | 4812250.37267 | 534694.48585 |
| Residual | 340 | 1654573.05590 | 4866.39134 |

F = 109.87495 Signif F = 0.0

---

Page 42 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| NOV | -314.18568 | 13.73811 | -.64706 | -22.870 | .0000 |
| JAN | -229.44660 | 13.55258 | -.47960 | -16.930 | .0000 |
| OCT | -214.80481 | 13.54882 | -.44899 | -15.854 | .0000 |
| DEC | -238.67525 | 18.19101 | -.36674 | -13.121 | .0000 |
| FEB | -127.54610 | 14.15115 | -.25456 | -9.013 | .0000 |
| SUN | 82.89528 | 11.04097 | .21340 | 7.508 | .0000 |
| SAT | 62.80766 | 11.04092 | .16169 | 5.689 | .0000 |
| APR | -59.11498 | 13.73933 | -.12175 | -4.303 | .0000 |
| FRI | 34.77414 | 10.95893 | .09026 | 3.173 | .0016 |
| (Constant) | 404.69223 | 6.03269 | | 67.083 | .0000 |

---

Page 43 SPSS/PC+ 2/15/94

* * * * M U L T I P L E R E G R E S S I O N * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -4.969E-03 | -.00918 | .87252 | -.169 | .8658 |
| TUE | -.02471 | -.04546 | .86613 | -.838 | .4027 |
| WED | -1.217E-05 | -.00002 | .87221 | -.000 | .9997 |
| THU | .02968 | .05480 | .87018 | 1.011 | .3130 |
| MAR | -1.166E-03 | -.00220 | .91136 | -.041 | .9677 |
| MAY | -.08287 | -.15641 | .91090 | -2.916 | .0038 |
| JUN | -.01449 | -.02741 | .91227 | -.505 | .6139 |
| JUL | .08199 | .15475 | .91087 | 2.884 | .0042 |
| AUG | -.02858 | -.05395 | .91114 | -.995 | .3205 |
| SEP | .04547 | .08601 | .91227 | 1.589 | .1129 |
| TEM | .06696 | .09879 | .55698 | 1.828 | .0684 |
| WET | .03966 | .06561 | .70046 | 1.211 | .2269 |
| CRI | .04568 | .08314 | .84774 | 1.536 | .1254 |

---

Page 44 SPSS/PC+ 2/15/94

* * * * M U L T I P L E R E G R E S S I O N * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Entered on Step Number

12.. MAY

| | |
|---|---|
| Multiple R | .86626 |
| R Square | .75040 |
| Adjusted R Square | .74304 |
| Standard Error | 69.00244 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 10 | 4852730.27525 | 485273.02752 |
| Residual | 339 | 1614093.15333 | 4761.33674 |

F = 101.91949 Signif F = 0.0

---



**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| NOV | -320.87695 | 13.78142 | -.66084 | -23.283 | .0000 |
| JAN | -236.15471 | 13.60148 | -.49362 | -17.362 | .0000 |
| OCT | -221.49045 | 13.59651 | -.46297 | -16.290 | .0000 |
| DEC | -245.33384 | 18.13792 | -.37697 | -13.526 | .0000 |
| FEB | -134.22779 | 14.18391 | -.26790 | -9.463 | .0000 |
| SUN | 83.59203 | 10.92376 | .21519 | 7.652 | .0000 |
| SAT | 63.50430 | 10.92371 | .16348 | 5.813 | .0000 |
| APR | -65.78435 | 13.78137 | -.13548 | -4.773 | .0000 |
| FRI | 34.81411 | 10.84001 | .09036 | 3.212 | .0014 |
| MAY | -39.64458 | 13.59654 | -.08287 | -2.916 | .0038 |
| (Constant) | 411.16916 | 6.36726 | | 64.576 | .0000 |

---

Page 46 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -3.033E-03 | -.00567 | .87248 | -.104 | .9170 |
| TUE | -.02549 | -.04748 | .86606 | -.874 | .3827 |
| WED | -8.231E-04 | -.00154 | .87220 | -.028 | .9774 |
| THU | .02934 | .05486 | .87018 | 1.010 | .3132 |
| MAR | -.01868 | -.03497 | .87378 | -.643 | .5204 |
| JUN | -.03217 | -.06038 | .87511 | -1.112 | .2669 |
| JUL | .06797 | .12717 | .87315 | 2.357 | .0190 |
| AUG | -.04734 | -.08860 | .87347 | -1.635 | .1029 |
| SEP | .03026 | .05678 | .87511 | 1.046 | .2965 |
| TEM | .09808 | .14223 | .52484 | 2.642 | .0086 |
| WET | .03364 | .05624 | .69749 | 1.036 | .3011 |
| CRI | .05366 | .09850 | .84117 | 1.820 | .0697 |

---

Page 47 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Variable(s) Entered on Step Number

13.. TEM

| | |
|---|---|
| Multiple R | .86917 |
| R Square | .75545 |
| Adjusted R Square | .74749 |
| Standard Error | 68.40191 |

Analysis of Variance

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|---|---|---|---|
| Regression | 11 | 4885381.68297 | 444125.60754 |
| Residual | 338 | 1581441.74560 | 4678.82173 |

F = 94.92253 Signif F = 0.0

---

Page 48 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables in the Equation ----------

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| NOV | -304.17307 | 15.05385 | -.62644 | -20.206 | .0000 |
| JAN | -220.25653 | 14.76525 | -.46039 | -14.917 | .0000 |
| OCT | -208.15446 | 14.39258 | -.43509 | -14.463 | .0000 |
| DEC | -225.11024 | 19.54201 | -.34590 | -11.519 | .0000 |
| FEB | -122.33282 | 14.76387 | -.24416 | -8.286 | .0000 |
| SUN | 83.05912 | 10.83056 | .21382 | 7.669 | .0000 |
| SAT | 63.53842 | 10.82865 | .16357 | 5.868 | .0000 |
| APR | -73.55420 | 13.97446 | -.15148 | -5.263 | .0000 |
| FRI | 35.42843 | 10.74818 | .09196 | 3.296 | .0011 |
| MAY | -48.45545 | 13.88476 | -.10128 | -3.490 | .0005 |
| TEM | 6.57457 | 2.48877 | .09808 | 2.642 | .0086 |
| (Constant) | 222.21389 | 71.80598 | | 3.095 | .0021 |

---

Page 49 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

---------- Variables not in the Equation ----------

| Variable | Beta In | Partial | Min Toler | T | Sig T |
|---|---|---|---|---|---|
| MON | -3.945E-03 | -.00745 | .52477 | -.137 | .8912 |
| TUE | -.02683 | -.05049 | .52468 | -.928 | .3541 |
| WED | -9.479E-04 | -.00179 | .52484 | -.033 | .9737 |
| THU | .03174 | .05992 | .52434 | 1.102 | .2713 |
| MAR | -.01892 | -.03578 | .52484 | -.657 | .5115 |
| JUN | -.05231 | -.09654 | .49723 | -1.780 | .0759 |
| JUL | .05567 | .10336 | .50637 | 1.908 | .0573 |
| AUG | -.03332 | -.06169 | .50332 | -1.135 | .2573 |
| SEP | .04905 | .09077 | .50004 | 1.673 | .0952 |
| WET | .05053 | .08396 | .50795 | 1.547 | .1229 |
| CRI | .04569 | .08423 | .51850 | 1.552 | .1217 |

End Block Number 1 PIN = .050 Limits reached.

---

Page 50 SPSS/PC+ 2/15/94

**** MULTIPLE REGRESSION ****

Equation Number 1 Dependent Variable.. CL

Residuals Statistics:

| | Min | Max | Mean | Std Dev | N |
|---|---|---|---|---|---|
| *PRED | 66.6261 | 511.7145 | 338.1143 | 118.3141 | 350 |
| *RESID | -171.2478 | 454.9001 | .0000 | 67.3153 | 350 |
| *ZPRED | -2.2946 | 1.4673 | -.0000 | 1.0000 | 350 |
| *ZRESID | -2.5036 | 6.6504 | .0000 | .9841 | 350 |

Total Cases = 350

Durbin-Watson Test = 1.24416

---



Outliers - Standardized Residual

| Case # | *ZRESID |
|---|---|
| 345 | 6.65040 |
| 262 | 5.67572 |
| 220 | 3.95486 |
| 344 | 3.16054 |
| 45 | 2.75571 |
| 121 | -2.50355 |
| 184 | -2.50128 |
| 330 | 2.39572 |
| 3 | 2.26333 |
| 183 | -2.21270 |

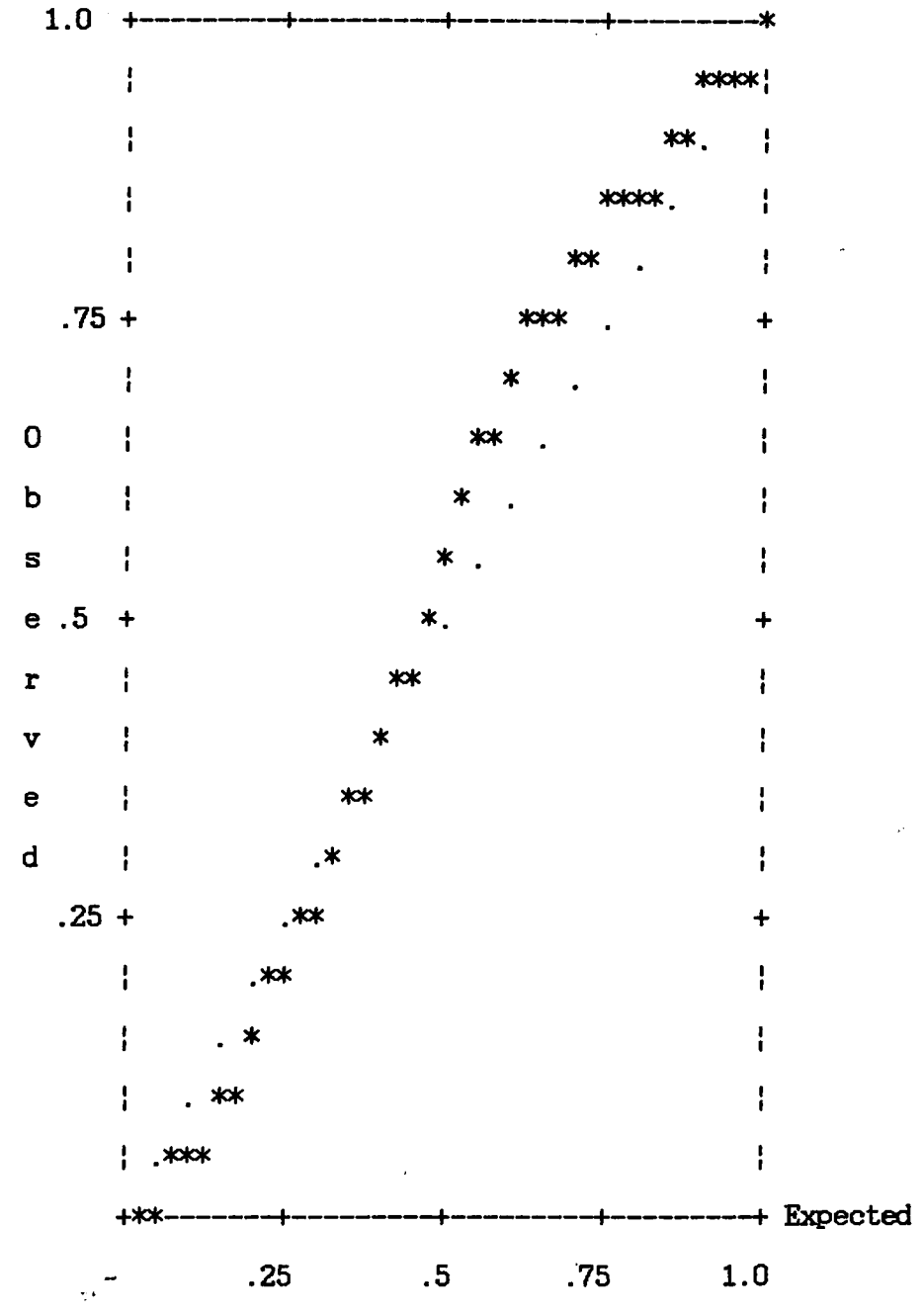
---

Histogram - Standardized Residual

```
NExp N      (* = 2 Cases,     . : = Normal Curve)
3  .27   Out **
1  .54  3.00 *
1 1.37  2.67 :
3 3.12  2.33 *:
6 6.39  2.00 **:
5 11.7  1.67 ***  .
* 19.2  1.33 *****    .
* 28.2  1.00 **********   .
* 37.2   .67 ************      .
* 43.8   .33 ***********************:****
* 46.3  0.0  ***********************:**************
* 43.8  -.33 ***********************:******
* 37.2  -.67 ******************:
* 28.2 -1.00 **************:****
* 19.2 -1.33 ******   .
6 11.7 -1.67 ***  .
1 6.39 -2.00 * .
1 3.12 -2.33 *.
2 1.37 -2.67 :
0  .54 -3.00
0  .27   Out
```

Normal Probability (P-P) Plot

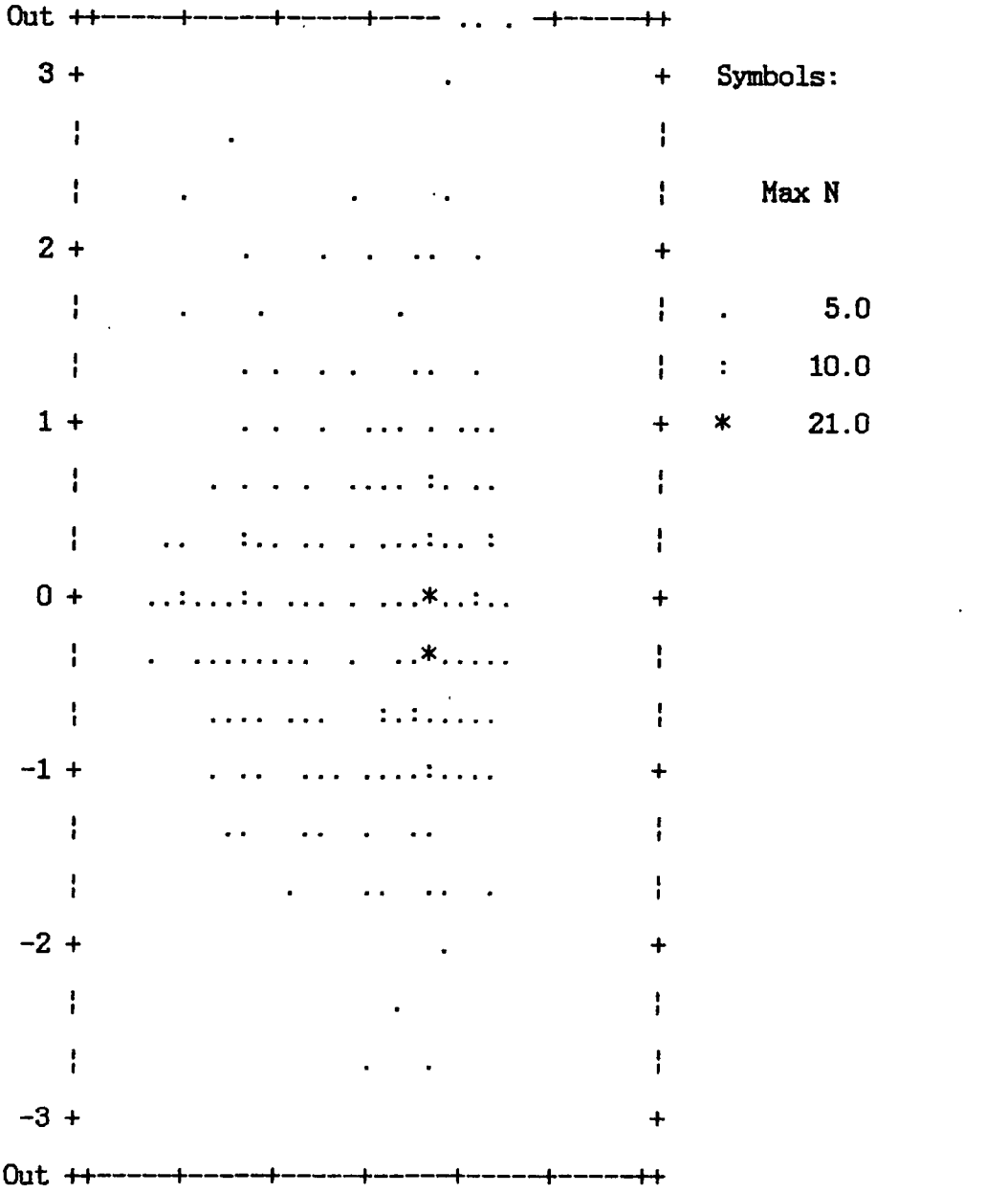
Standardized Residual



Page 54 SPSS/PC+ 2/15/94

Standardized Scatterplot

Across - *PRED Down - *RESID




---

Page 55 SPSS/PC+ 2/15/94

This procedure was completed at 14:58:53

bye.

# ภาคผนวก ง.

การทดสอบปัญหา Autocorrelation

**ขั้นตอนการทดสอบความสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อน**

วิธีการทดสอบดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

เมทริกซ์ X'AX

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 102 | -51 | 0 | 1 | 0 | 1 | -1 | -1 | 0 | 0 | -5.6 |
| -51 | 100 | -49 | -1 | 0 | -1 | 1 | 1 | 0 | 0 | -7.4 |
| 0 | -49 | 99 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.7 |
| 1 | -1 | 1 | 2 | -1 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0.7 |
| 0 | 0 | 0 | -1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.4 |
| 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 2 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0.1 |
| -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | 2 | 0 | 0 | 0 | -0.9 |
| -1 | 1 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | -1 | -3.4 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 1.2 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | 2 | -1.2 |
| -5.6 | -7.4 | -1.7 | 0.7 | 2.4 | 0.1 | -0.9 | -3.4 | 1.2 | -1.2 | 502.16 |

เมทริกซ์ $(X'X)^{-1}$

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.025 | 0.005 | 0.005 | -0.001 | 0.000 | -0.001 | -0.000 | -0.000 | 0.000 | -0.001 | 0.000 |
| 0.005 | 0.025 | 0.005 | -0.001 | -0.000 | -0.000 | -0.001 | -0.001 | -0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.005 | 0.005 | 0.025 | -0.001 | -0.000 | 0.000 | -0.001 | -0.000 | -0.001 | -0.000 | -0.000 |
| -0.001 | -0.001 | -0.001 | 0.047 | 0.012 | 0.003 | 0.002 | 0.013 | 0.015 | 0.016 | 0.003 |
| 0.000 | -0.000 | -0.000 | 0.012 | 0.047 | 0.004 | 0.003 | 0.011 | 0.013 | 0.014 | 0.002 |
| -0.001 | -0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.004 | 0.042 | 0.009 | 0.003 | 0.003 | 0.002 | -0.002 |
| -0.000 | -0.001 | -0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.009 | 0.041 | 0.003 | 0.002 | 0.001 | -0.002 |
| -0.000 | -0.001 | -0.000 | 0.013 | 0.011 | 0.003 | 0.003 | 0.044 | 0.013 | 0.015 | 0.003 |
| 0.000 | -0.000 | -0.001 | 0.015 | 0.013 | 0.003 | 0.002 | 0.013 | 0.048 | 0.017 | 0.003 |
| -0.001 | 0.000 | -0.000 | 0.016 | 0.014 | 0.002 | 0.001 | 0.015 | 0.017 | 0.082 | 0.004 |
| 0.000 | 0.000 | -0.000 | 0.003 | 0.002 | -0.002 | -0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.001 |

เมทริกซ์ $X'AX(X'X)^{-1}$

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.260 | -0.763 | 0.255 | 0.004 | 0.000 | -0.042 | -0.009 | -0.055 | 0.013 | -0.103 | 0.006 |
| -1.001 | 2.001 | -0.979 | -0.059 | -0.020 | 0.013 | 0.014 | -0.022 | 0.005 | 0.029 | -0.011 |
| 0.249 | -0.729 | 2.234 | -0.028 | -0.021 | 0.017 | -0.014 | 0.016 | -0.086 | -0.018 | -0.010 |
| 0.024 | -0.016 | 0.023 | 0.069 | -0.032 | -0.003 | -0.003 | -0.028 | 0.005 | 0.006 | 0.002 |
| 0.001 | 0.001 | 0.000 | -0.014 | 0.087 | 0.001 | 0.000 | 0.016 | 0.019 | 0.021 | 0.005 |
| 0.018 | -0.019 | 0.001 | 0.004 | 0.005 | 0.074 | -0.024 | 0.004 | 0.004 | 0.002 | -0.001 |
| -0.019 | 0.019 | -0.001 | -0.001 | 0.001 | -0.022 | 0.075 | -0.000 | -0.002 | -0.002 | -0.003 |
| -0.020 | 0.019 | 0.001 | -0.048 | -0.012 | 0.008 | 0.008 | 0.051 | -0.017 | -0.081 | -0.007 |
| 0.001 | -0.000 | -0.001 | 0.002 | 0.002 | -0.001 | -0.001 | 0.002 | 0.036 | -0.060 | 0.001 |
| -0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.031 | -0.032 | 0.127 | 0.001 |
| -0.120 | -0.217 | -0.163 | 1.633 | 1.282 | -0.784 | -0.919 | 1.238 | 1.721 | 1.964 | 0.664 |

$$P = trA - tr[X'AX(X'X)^{-1}]$$
$$= 2(n-1) - 7.6764434$$
$$= 690.3235$$

เมทริกซ์ $X'A^2X$

$$\begin{bmatrix}
308 & -204 & 49 & 4 & 0 & 2 & -3 & -4 & 0 & 0 & -7.0 \\
-204 & 302 & -196 & -5 & 0 & -3 & 3 & 4 & 0 & 0 & -29.4 \\
49 & -196 & 295 & 3 & 0 & 1 & -2 & 0 & -1 & 1 & -6.3 \\
4 & -5 & 3 & 4 & -2 & 0 & 0 & -2 & 0 & 0 & 2.8 \\
0 & 0 & 0 & -2 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.9 \\
2 & -3 & 1 & 0 & 0 & 4 & -2 & 0 & 0 & 0 & 1.4 \\
-3 & 3 & -2 & 0 & 0 & -2 & 4 & 0 & 0 & 0 & -2.8 \\
-4 & 4 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & -2 & -15.6 \\
0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & -2 & 1.5 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2 & -2 & 4 & 7.9 \\
-7 & -29.4 & -6.3 & 2.8 & 1.9 & 1.4 & -2.8 & -15.6 & 1.5 & 7.9 & 1181.14
\end{bmatrix}$$

เมทริกซ์ $X'A^2X(X'X)^{-1}$

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.820 | -3.311 | 1.744 | 0.060 | 0.012 | -0.178 | -0.045 | -0.152 | 0.023 | -0.287 | 0.026 |
| -4.499 | 5.550 | -4.408 | -0.201 | -0.073 | 0.086 | 0.089 | -0.034 | 0.008 | 0.089 | -0.047 |
| 1.698 | -3.177 | 6.652 | -0.070 | -0.058 | 0.037 | -0.090 | 0.057 | -0.280 | -0.038 | -0.023 |
| 0.088 | -0.092 | 0.067 | 0.143 | -0.060 | -0.010 | -0.007 | -0.051 | 0.015 | 0.015 | 0.007 |
| 0.001 | 0.001 | 0.000 | -0.038 | 0.166 | 0.006 | 0.005 | 0.025 | 0.028 | 0.031 | 0.006 |
| 0.037 | -0.059 | 0.021 | 0.011 | 0.012 | 0.146 | -0.049 | 0.012 | 0.011 | 0.009 | -0.001 |
| -0.069 | 0.047 | -0.052 | -0.004 | -0.001 | -0.042 | 0.152 | -0.003 | -0.005 | -0.008 | -0.008 |
| -0.080 | 0.079 | 0.003 | -0.125 | -0.045 | 0.032 | 0.030 | 0.079 | -0.063 | -0.197 | -0.025 |
| -0.003 | -0.005 | -0.027 | 0.003 | 0.001 | -0.001 | -0.000 | 0.001 | 0.069 | -0.123 | 0.001 |
| 0.003 | 0.007 | 0.026 | 0.034 | 0.026 | -0.017 | -0.020 | -0.035 | -0.031 | 0.295 | 0.015 |
| -0.208 | -0.785 | -0.470 | 3.915 | 2.907 | -1.828 | -2.196 | 2.697 | 4.038 | 5.323 | 1.575 |

เมทริกซ์ $(X'AX(X'X)^{-1})^2$

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.935 | -3.440 | 1.891 | 0.058 | 0.018 | -0.108 | -0.040 | -0.096 | 0.017 | -0.257 | 0.022 |
| -4.509 | 5.485 | -4.399 | -0.115 | -0.032 | 0.060 | 0.062 | -0.019 | 0.062 | 0.162 | -0.024 |
| 1.850 | -3.275 | 5.768 | -0.036 | -0.047 | 0.028 | -0.036 | 0.028 | -0.214 | -0.107 | -0.020 |
| 0.078 | -0.069 | 0.075 | 0.011 | -0.002 | -0.003 | -0.003 | -0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.002 |
| 0.000 | -0.000 | -0.001 | 0.005 | 0.014 | -0.003 | -0.004 | 0.008 | 0.009 | 0.011 | 0.003 |
| 0.063 | -0.055 | 0.026 | -0.000 | -0.000 | 0.006 | -0.003 | -0.001 | -0.001 | -0.005 | -0.000 |
| -0.064 | 0.055 | -0.025 | -0.007 | -0.005 | 0.000 | 0.010 | -0.003 | -0.006 | -0.004 | -0.003 |
| -0.065 | 0.056 | -0.021 | -0.018 | -0.009 | 0.007 | 0.007 | -0.001 | -0.011 | -0.024 | -0.005 |
| 0.003 | -0.001 | -0.002 | 0.002 | 0.001 | -0.001 | -0.001 | 0.003 | 0.005 | -0.008 | 0.001 |
| -0.004 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.005 | -0.004 | 0.022 | 0.001 |
| -0.154 | -0.370 | -0.250 | 1.140 | 0.904 | -0.556 | -0.658 | 0.808 | 1.162 | 1.395 | 0.452 |

$Q = trA^2 - 2tr[X'A^2X(X'X)^{-1}] + tr[\{(X'AX)(X'X)^{-1}\}^2]$

$= 2(3n-4) - 2(21.64616) + 17.770445$

$= 2066.412$

$E(d) = P/(n-k-1)$

$= 690.3235/(350-11-1)$

$= 2.042377$

$V(d) = 2(Q-PE(d))/[(n-k-1)(n-k+1)]$

$= 2(2066.412 - 1409.9008)/[(350-11-1)(350-11+1)]$

$= 0.011425$

$d = 1.24416$ ซึ่งได้จากผลการวิเคราะห์จากภาคผนวก ค.

$p + q = E(d)\{4 - E(d)\}/V(d) - 1$ ----------> สมการ 1

$p = (1/4)(p + q)E(d)$ ----------> สมการ 2

จากสมการ 1 และสมการ 2 แทนค่าลงในสมการแล้วหาค่า p และ q ได้

$p = 178.1647$

$q = 170.7712$

ตัวทดสอบสถิติที่ใช้คำนวณจาก

$F = p(4 - d)/(qd)$

$= 2.310919$

และ $Z = (1/2)\log_e F$

$= 0.418822$

เนื่องจากค่า 2p และ 2q ไม่เป็นจำนวนเต็มและค่าสังเกตมีจำนวนมาก ดังนั้น จึงต้องใช้ค่าประมาณของค่าวิกฤต Z ดังสมการข้างล่าง

$$\xi \sqrt{\frac{(h+\lambda)}{h}} - [(1/2q) - (1/2p)][\lambda + 5/6 - s/3]$$

โดยที่ $s = (1/2p) + (1/2q)$ , $h = 2/s$ , $\lambda = (\xi^2 - 3)/6$

ได้ $s = 0.005734$

$h = 348.7793$

$\lambda = -0.0491$ ใช้ $\xi$ ที่ 5 % เท่ากับ 1.6449

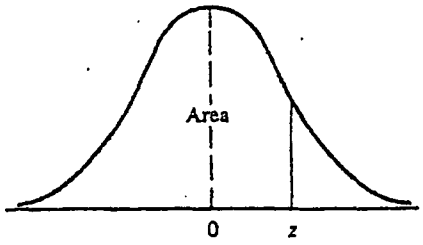
ดังนั้นได้ ค่าวิกฤต = 0.087976

# ภาคผนวก จ.

ตารางสถิติ

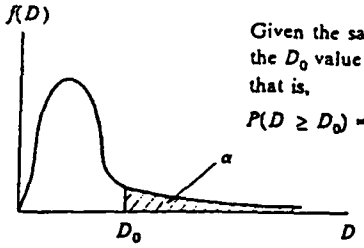
ตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติมาตรฐาน

(Areas Under the Standard Normal Curve)




| z | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| −3. | .0013 | .0010 | .0007 | .0005 | .0003 | .0002 | .0002 | .0001 | .0001 | .0000 |
| −2.9 | .0019 | .0018 | .0017 | .0017 | .0016 | .0016 | .0015 | .0015 | .0014 | .0014 |
| −2.8 | .0026 | .0025 | .0024 | .0023 | .0023 | .0022 | .0021 | .0021 | .0020 | .0019 |
| −2.7 | .0035 | .0034 | .0033 | .0032 | .0031 | .0030 | .0029 | .0028 | .0027 | .0026 |
| −2.6 | .0047 | .0045 | .0044 | .0043 | .0041 | .0040 | .0039 | .0038 | .0037 | .0036 |
| −2.5 | .0062 | .0060 | .0059 | .0057 | .0055 | .0054 | .0052 | .0051 | .0049 | .0048 |
| −2.4 | .0082 | .0080 | .0078 | .0075 | .0073 | .0071 | .0069 | .0068 | .0066 | .0064 |
| −2.3 | .0107 | .0104 | .0102 | .0099 | .0096 | .0094 | .0091 | .0089 | .0087 | .0084 |
| −2.2 | .0139 | .0136 | .0132 | .0129 | .0126 | .0122 | .0119 | .0116 | .0113 | .0110 |
| −2.1 | .0179 | .0174 | .0170 | .0166 | .0162 | .0158 | .0154 | .0150 | .0146 | .0143 |
| −2.0 | .0228 | .0222 | .0217 | .0212 | .0207 | .0202 | .0197 | .0192 | .0188 | 0183 |
| −1.9 | .0287 | .0281 | .0274 | .0268 | .0262 | .0256 | .0250 | .0244 | .0238 | .0233 |
| −1.8 | .0359 | .0352 | .0344 | .0336 | .0329 | .0322 | .0314 | .0307 | .0300 | .0294 |
| −1.7 | .0446 | .0436 | .0427 | .0418 | .0409 | .0401 | .0392 | .0384 | .0375 | .0367 |
| −1.6 | .0548 | .0537 | .0526 | .0516 | .0505 | .0495 | .0485 | .0475 | .0465 | .0455 |
| −1.5 | .0668 | .0655 | .0643 | .0630 | .0618 | .0606 | .0594 | .0582 | .0570 | .0559 |
| −1.4 | .0808 | .0793 | .0778 | .0764 | .0749 | .0735 | .0722 | .0708 | .0694 | .0681 |
| −1.3 | .0968 | .0951 | .0934 | .0918 | .0901 | .0885 | .0869 | .0853 | .0838 | .0823 |
| −1.2 | .1151 | .1131 | .1112 | .1093 | .1075 | .1056 | .1038 | .1020 | .1003 | .0985 |
| −1.1 | .1357 | .1335 | .1314 | .1292 | .1271 | .1251 | .1230 | .1210 | .1190 | .1170 |
| −1.0 | .1587 | .1562 | .1539 | .1515 | .1492 | .1469 | .1446 | .1423 | .1401 | .1379 |
| − .9 | .1841 | .1814 | .1788 | .1762 | .1736 | .1711 | .1685 | .1660 | .1635 | .1611 |
| − .8 | .2119 | .2090 | .2061 | .2033 | .2005 | .1977 | .1949 | .1922 | .1894 | .1867 |
| − .7 | .2420 | .2389 | .2358 | .2327 | .2297 | .2266 | .2236 | .2206 | .2177 | .2148 |
| − .6 | .2743 | .2709 | .2676 | .2643 | .2611 | .2578 | .2546 | .2514 | .2483 | .2451 |
| − .5 | .3085 | .3050 | .3015 | .2981 | .2946 | .2912 | .2877 | .2843 | .2810 | .2776 |
| − .4 | .3446 | .3409 | .3372 | .3336 | .3300 | .3264 | .3228 | .3192 | .3156 | .3121 |
| − .3 | .3821 | .3783 | .3745 | .3707 | .3669 | .3632 | .3594 | .3557 | .3520 | .3483 |
| − .2 | .4207 | .4168 | .4129 | .4090 | .4052 | .4013 | .3974 | .3936 | .3897 | .3859 |
| − .1 | .4602 | .4562 | .4522 | .4483 | .4443 | .4404 | .4364 | .4325 | .4286 | .4247 |
| − 0 | .5000 | .4960 | .4920 | .4880 | .4840 | .4801 | .4761 | .4721 | .4681 | .4641 |

# ตารางโคโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ




Given the sample size $n$, the table gives the $D_0$ value with $\alpha$ of the area above it, that is,

$P(D \geq D_0) = \alpha$

| $n$ | $\alpha$ level | | |
|---|---|---|---|
| | 0.10 | 0.05 | 0.01 |
| 1 | 0.95 | 0.98 | 0.995 |
| 2 | 0.78 | 0.84 | 0.93 |
| 3 | 0.64 | 0.71 | 0.83 |
| 4 | 0.56 | 0.62 | 0.73 |
| 5 | 0.51 | 0.56 | 0.67 |
| 6 | 0.47 | 0.52 | 0.62 |
| 7 | 0.44 | 0.49 | 0.58 |
| 8 | 0.41 | 0.46 | 0.54 |
| 9 | 0.39 | 0.43 | 0.51 |
| 10 | 0.37 | 0.41 | 0.49 |
| 11 | 0.35 | 0.39 | 0.47 |
| 12 | 0.34 | 0.38 | 0.45 |
| 13 | 0.33 | 0.36 | 0.43 |
| 14 | 0.31 | 0.35 | 0.42 |
| 15 | 0.30 | 0.34 | 0.40 |
| 16 | 0.30 | 0.33 | 0.39 |
| 17 | 0.29 | 0.32 | 0.38 |
| 18 | 0.28 | 0.31 | 0.37 |
| 19 | 0.27 | 0.30 | 0.36 |
| 20 | 0.26 | 0.29 | 0.36 |
| 25 | 0.24 | 0.27 | 0.32 |
| 30 | 0.22 | 0.24 | 0.29 |
| 35 | 0.21 | 0.23 | 0.27 |
| 40 | 0.19 | 0.21 | 0.25 |
| 50 | 0.17 | 0.19 | 0.23 |
| > 50 | $\frac{1.22}{\sqrt{n}}$ | $\frac{1.36}{\sqrt{n}}$ | $\frac{1.63}{\sqrt{n}}$ |

# บรรณานุกรม


ทัศนีย์ ชังเทศ และ สมภพ ถาวรยิ่ง. การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 3 2530.

รศ. มนตรี พิริยากุล. เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย เล่ม 1, บริษัทรุ่งศิลป์การพิมพ์ (1977) จำกัด กรุงเทพมหานคร พิมพ์ครั้งที่ 4 12 กุมภาพันธ์ 2529.

รศ. มนตรี พิริยากุล. เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย เล่ม 2, กิ่งเพชรการพิมพ์ กรุงเทพมหานคร พิมพ์ครั้งที่ 3 มีนาคม 2528.

ผ.ศ. อุมาพร จันทศร. เอกสารประกอบการสอน สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์, แผนกสถิติประยุกต์ 2536.

Bruce I. Bowerman & Richard T. O'Connell. Linear Statistical Model : An applied Approach, PWS-KENT Publishing Company, America, 1990.

J. Durbin & G.S. Watson. Testing For Serial Correlation In least Squares Regression. II., Biometrika, 38, 1951, p.159 - 166

James L. LeBeau & Robert H. Langworthy . The Linkages Between Routine Activities, Weather,and Calls for Police Services From journal of Police Science and Administration Vol.14 No. 2 1986.

John Neter,William Wasserman & Michael H. Kutner. Applied Linear Statistical Models, Richard D. Irwin, Inc, Japan, 1990.

John O. Rawlings, Applied Regression Analysis, Wadsworth, Inc, California, 1988.

Lawrence C. Hamilton. Regression Analysis Graphic, Wadsworth, Inc, California, 1992.

Norman Draper & Harry Smith. Applied Regression Analysis, John Wiley & Sons, Inc, Canada, 1981.

Richard F. Gunst & Robert L. Mason. Regression Analysis & Its Application : A Data-Oriented Approach, Marcel Dekker, Inc, New York, 1980.

Sanford Weisberg. Applied Linear Regression , second edition,
John Wiley & Sons,Inc, New York, 1985.

# ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ - นามสกุล : นางสาวจารุวรรณ ชนาวงศ์
วันเดือนปีเกิด : 13 เมษายน 2515
สถานที่เกิด : ฉะเชิงเทรา
จบการศึกษาชั้นมัธยมต้นจาก : โรงเรียนพุทธโสธร ฉะเชิงเทรา
จบการศึกษาชั้นมัธยมปลายจาก : โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ ฉะเชิงเทรา

ชื่อ - นามสกุล : นางสาวนงนุช โกวิทวณิช
วันเดือนปีเกิด : 7 ธันวาคม 2516
สถานที่เกิด : สมุทรปราการ
จบการศึกษาชั้นมัธยมต้นจาก : โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว
จบการศึกษาชั้นมัธยมปลายจาก : โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว

ชื่อ - นามสกุล : นายชนาศักดิ์ กุลรัตนรักษ์
วันเดือนปีเกิด : 5 ตุลาคม 2516
สถานที่เกิด : กรุงเทพมหานคร ฯ
จบการศึกษาชั้นมัธยมต้นจาก : โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี
จบการศึกษาชั้นมัธยมปลายจาก : โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี

ชื่อ - นามสกุล : นายรุ่งชัย จิระชลรัตน์
วันเดือนปีเกิด : 17 มีนาคม 2515
สถานที่เกิด : ชลบุรี
จบการศึกษาชั้นมัธยมต้นจาก : โรงเรียนบ้านสวน 'จันอนุสรณ์'
จบการศึกษาชั้นมัธยมปลายจาก : โรงเรียนชลราษฎรอำรุง