

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าเช่าเครื่องจักรและยานพาหนะ เงินทุนหมุนเวียน  
ค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวง  
Influent Factor on Equipment Rents of Equipment Revolving Fund  
Department of Highways

อภินันท์ กัญจนา\* และ น้อมจิต กิตติโชติพานิชย์

Apinan Kanjana and Nomchit Kittchotipanit

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าเช่าเครื่องจักรและยานพาหนะ งานเงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกล กรมทางหลวงโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจาก งานเงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกล กรมทางหลวง ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2554 ถึง กันยายน 2557 ตัวแปรอิสระที่ใช้ทั้งหมดมี 17 ตัวแปรในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) ด้วยวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระ 2 วิธี คือ วิธีการลดตัวแปรอิสระ (Backward Elimination Procedure) และวิธีการเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) เนื่องจากตัวแปรอิสระที่มีจำนวนมาก และตัวแปรอิสระบางตัวอาจมีความสัมพันธ์กัน จึงใช้การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) ด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) มาช่วยในการจับกลุ่มตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันและใช้การหมุนแกนปัจจัยร่วมเพื่อให้ตั้งฉากกันด้วยวิธีวารีแมกซ์ ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าเช่าเครื่องจักร ประกอบด้วยตัวแปรเชิงปริมาณ ได้แก่ ปัจจัยร่วมที่ 2 คือ ประสิทธิภาพเครื่องจักร ปัจจัยร่วมที่ 3 คือ การใช้งานเครื่องจักร และค่าเช่ายานพาหนะเดือนก่อนหน้า ตัวแปรเชิงคุณภาพ ได้แก่ อายุมาตรฐาน ประเภทการเช่า สำหรับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าเช่ายานพาหนะ ประกอบด้วยตัวแปรเชิงปริมาณ ได้แก่ ปัจจัยร่วมที่ 1 คือค่าใช้จ่ายตามปริมาณงาน และค่าเช่ายานพาหนะเดือนก่อนหน้า ตัวแปรเชิงคุณภาพ ได้แก่ อายุมาตรฐาน ประเภทงาน ประเภทการเช่า และรูปแบบการเช่า

คำสำคัญ : เงินทุนหมุนเวียน ค่าเช่าเครื่องจักรกล ค่าเช่ายานพาหนะ

### Abstract

The purpose of this research is to analyze factors which are major influence for lease rate of mechanical machines, vehicles and Department of Highways' revolving fund

---

\*ที่อยู่ติดต่อ. โทรศัพท์ 02-5750392 E-mail address: apina\_ka@yahoo.com

by referring to the secondary data from Department of Highways since October 2011 until September 2014. There are 17 independent variables used in Multiple Linear Regression Analysis and chosen by Backward Elimination Procedure and Stepwise Regression Procedure. Since there are plenty of independent variables and some are related, we have had factor analysis by Principle Component Analysis to group the related independent variables and by Varimax Orthogonal Rotation method. From the research, it has been found that the major influential factors in mechanical machine lease rate are consisting of quantitative variables, i.e. the second modifying factor – machine efficiency, and the third modifying factors i.e. machine operational usage and the previous month's lease rate, and qualitative variables, i.e. standard lifetime, types of lease and leasing pattern. The influential factors in vehicle lease rate consist of quantitative variables, i.e. the first modifying factor – actual operational expenditures and vehicle lease rate of the previous month, and qualitative variables, i.e. standard lifetime, types of work, types of lease and leasing pattern.

**Keyword :** Revolving fund, Rent of Equipments, Rent of Vehicles

## 1. บทนำ

กรมทางหลวงได้นำระบบเงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลมาใช้ในการสนับสนุนภารกิจด้านเครื่องจักรและยานพาหนะกับงานบำรุงรักษาและก่อสร้างทางหลวงทั่วประเทศ โดยให้เครื่องจักรและยานพาหนะอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและมีความทันสมัย เพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานทางหลวงอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากกรมทางหลวงมีงบประมาณด้านการบริหารจัดการเครื่องจักรและยานพาหนะในแต่ละปีจำกัด [1] เงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวงจึงมีหน้าที่สำคัญในการจัดหาเครื่องจักรและยานพาหนะให้งานบำรุงทางและงานก่อสร้างทางหลวงเข้า นอกจากนี้งานบำรุงทางและงานก่อสร้างทางหลวงมีข้อตกลงในด้านเครื่องจักรและยานพาหนะที่จะต้องเช่าจากเงินทุนหมุนเวียนฯ เท่านั้น ถ้าเงินทุนหมุนเวียนฯ ไม่มีเครื่องจักรและยานพาหนะที่งานบำรุงทางและงานก่อสร้างทางหลวงต้องการใช้ เงินทุนหมุนเวียนฯ จะเป็นผู้พิจารณาและอนุมัติให้เช่าจากผู้ประกอบการภายนอกเงินทุนหมุนเวียนฯ ได้ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ภาครัฐหรือกรมทางหลวงได้รับประโยชน์มากที่สุดซึ่งเงินทุนหมุนเวียนฯ ได้รับหน้าที่สำคัญในด้านการบริหารจัดการด้านเครื่องจักรและยานพาหนะให้มีประสิทธิภาพเช่นนี้ทั่วประเทศจะมีเพียงหน่วยงานเดียวเท่านั้นตามเงื่อนไขการก่อตั้งเงินทุนหมุนเวียน ของกระทรวงการคลัง [2]

ค่าเช่าเครื่องจักรและยานพาหนะเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการบริหารเงินทุนหมุนเวียนฯ ในการจัดซื้อ จัดจ้าง การซ่อม บำรุงรักษา การจัดทำของการเช่า การแลกเปลี่ยน จำหน่าย นอกจากนี้ค่าเช่าเครื่องจักรและยานพาหนะยังเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรของเงินทุนหมุนเวียนฯ อีกด้วย เครื่องจักรและยานพาหนะของเงินทุนหมุนเวียนฯ มีหลายประเภท โดยจัดสรรให้ตรงกับความต้องการของผู้เช่าคือ กรมทางหลวงและสามารถเก็บค่าเช่าได้ตรงตามเป้าที่กำหนดมากที่สุด สำหรับ

เครื่องจักรกลที่มีให้บริการเช่าคือ เครื่องจักรกลสำหรับงานบำรุงและงานก่อสร้างซึ่งแบ่งเป็นประเภท เครื่องจักรหนัก เครื่องจักรเบา และยานพาหนะ หลายประเภทมีความต้องการเช่าสูง เช่น รถยนต์ประเภทต่างๆ ซึ่งจะมีค่าเช่าหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับระยะเวลาและลักษณะประเภทการใช้งาน เช่น รถยนต์ตรวจการ อาจเช่าเป็นรายเดือน หรือเหมาทั้งปี หรือ รถบดล้อเหล็ก, รถเกี่ยย จะมีค่าเช่าที่สูงมากก็จะปรับมาเป็นรายชั่วโมงหรือรายวัน ให้เหมาะกับผลสัมฤทธิ์ของงานงบประมาณด้านค่าเช่าและของแต่ละหน่วยงานซึ่งค่าเช่าจะเป็นงบประมาณผูกพันต่อเนื่องทุกปีและกำหนดวงเงินไว้ล่วงหน้าแล้ว ทำให้ผู้เช่าต้องวางแผนการเช่าให้มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลคุ้มค่างบประมาณค่าเช่าเครื่องจักรและยานพาหนะที่มีอยู่อย่างจำกัด

จะเห็นได้ว่าการเช่าเครื่องจักรและยานพาหนะเพื่อปฏิบัติภารกิจต่างๆ ของกรมทางหลวงมีความสำคัญในการกำหนดทิศทางการดำเนินการของเงินทุนหมุนเวียนฯ ดังนั้นปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลหรือเกี่ยวข้องกับค่าเช่าเป็นสิ่งที่เราต้องรู้และปรับเปลี่ยนให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากที่สุด ถ้าเก็บค่าเช่าจากกรมทางหลวงได้ครบตามที่กรมทางหลวงและเงินทุนหมุนเวียนฯ ได้ตกลงกันไว้ ก็จะสามารถดำเนินการจัดหาเครื่องจักรและยานพาหนะใหม่ ๆ และทันสมัยมาให้บริการได้ มีค่าซ่อมบำรุงเพียงพอเมื่อเครื่องจักรและยานพาหนะมีปัญหาใช้งานไม่ได้ ไม่จอดรอซ่อมให้เสียโอกาสเช่า มีงบประมาณในการจัดเตรียมอะไหล่และระบบหล่อลื่นที่เพียงพอ ทำให้เครื่องจักรและยานพาหนะ มีอายุการใช้งานที่ยืนยาว เก็บค่าเช่าได้มากขึ้น ถ้าการเก็บค่าเช่ามีปัญหาไม่สามารถเก็บค่าเช่าได้ดังที่ควรจะเป็น (เครื่องจักรและยานพาหนะจอดรองาน) ไม่ว่าจะด้วยเหตุใดจะทำให้การดำเนินการดังกล่าวข้างต้นมีปัญหา เสียโอกาสการใช้ประโยชน์และเก็บค่าเช่า ส่งผลให้ไม่สามารถดำเนินการได้ตามตัวชี้วัดที่กรมบัญชีกลางกำหนดไว้ ซึ่งจะส่งผลต่อการดำรงอยู่ของเงินทุนหมุนเวียนฯ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบว่าปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิพลหรือส่งผลกระทบต่อค่าเช่าเครื่องจักรและยานพาหนะเพื่อใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาและพัฒนาการเช่าเครื่องจักรและยานพาหนะของเงินทุนหมุนเวียนฯ ต่อไป

## 2. วิธีการดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิโดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากโปรแกรมระบบ EMS(Equipment Management System) ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันในการบริหารจัดการเครื่องจักรกลและยานพาหนะงานเงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรของกรมทางหลวง กระทรวงคมนาคมตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 ถึง กันยายน 2557 เก็บข้อมูลเป็นรายเดือนจำนวน 36 เดือน โดยมีตัวแปรตามคือค่าเช่าเครื่องจักรและยานพาหนะ ณ เวลา  $t$  ( $Y$ ) และตัวแปรอิสระดังนี้ ค่าเช่าเครื่องจักรและยานพาหนะ ณ เวลา  $t-1$  ( $X_1$ ) อายุมาตรฐาน ( $X_2$ ) ประเภทงาน ( $X_3$ ) ค่าซ่อมบำรุง ( $X_4$ ) ค่าบริการหล่อลื่น ( $X_5$ ) ประเภทการเช่า ( $X_6$ ) ค่าเสื่อม ( $X_7$ ) รูปแบบการเช่า ( $X_8$ ) ชั่วโมงทำงาน ( $X_9$ ) อายุการใช้งาน ( $X_{10}$ ) จำนวนน้ำมันเชื้อเพลิง ( $X_{11}$ ) ระยะเวลาเช่า ( $X_{12}$ ) ราคาได้มา ( $X_{13}$ ) จำนวนวันที่ทวงค่าเช่า ( $X_{14}$ ) มูลค่าการจำหน่ายเครื่องจักร(ค่าซาก) ( $X_{15}$ ) ค่าใช้จ่ายทางตรง ( $X_{16}$ ) ค่าใช้จ่ายทางอ้อม ( $X_{17}$ )

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าเช่าเครื่องจักรและยานพาหนะ เงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวงใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) โดยทำการเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) และวิธีลดตัวแปร

อิสระ (Backward Elimination) [3] แต่เนื่องจากตัวแปรอิสระมีจำนวนมากและบางตัวแปรอิสระอาจมีความสัมพันธ์กันจึงใช้การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) เพื่อจัดกลุ่มตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกัน โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) และหมุนแกนปัจจัยร่วมเพื่อให้ตั้งฉากกันด้วยวิธีวารีแมกซ์ [4]

### 3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ปัจจัย

ตัวแปรอิสระที่นำมาศึกษาทั้งหมด 17 ตัวแปร เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ 13 ตัวแปร และเชิงคุณภาพ 4 ตัวแปร แต่เนื่องจากตัวแปรอิสระเชิงปริมาณมีเป็นจำนวนมากและตัวแปรอิสระเชิงปริมาณดังกล่าวอาจมีความสัมพันธ์กันจึงใช้การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) เพื่อรวมกลุ่มตัวแปรอิสระเชิงปริมาณที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกันซึ่งเป็นการแก้ปัญหาตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันด้วย (Multicollinearity) แต่ตัวแปรอิสระ  $X_2, X_3, X_6$  และ  $X_8$  เป็นตัวแปรคุณภาพและตัวแปรอิสระ  $X_1$  เป็นตัวแปรอิสระต้องการศึกษาอิทธิพลจึงไม่นำมาวิเคราะห์ปัจจัย เนื่องจากตัวแปรอิสระมีหน่วยที่แตกต่างกันจึงทำการแปลงข้อมูลตัวแปรอิสระอยู่ในรูปคะแนนมาตรฐาน (Standardized : Z) นั่นคือ  $Z_4, Z_5, Z_7, Z_9, Z_{10}, Z_{11}, Z_{12}, Z_{13}, Z_{14}, Z_{15}, Z_{16}$  และ  $Z_{17}$  เพื่อให้มีหน่วยเดียวกันก่อนทำการวิเคราะห์ปัจจัยต่อไป

#### 3.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าเช่าเครื่องจักรเงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวง

นำตัวแปรอิสระเชิงปริมาณจำนวน 12 ตัวแปร ได้แก่  $Z_4, Z_5, Z_7, Z_9, Z_{10}, Z_{11}, Z_{12}, Z_{13}, Z_{14}, Z_{15}, Z_{16}$  และ  $Z_{17}$  ไปทำการตรวจสอบความเหมาะสมด้วยค่า KMO ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.773 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสมที่จะทำการวิเคราะห์ปัจจัยได้ การสกัดปัจจัยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) และหมุนแกนปัจจัยร่วมให้ตั้งฉากกันด้วยวิธีออร์ทอโกนอลแบบวารีแมกซ์ปรากฏว่าได้ปัจจัยร่วม 4 ปัจจัย ซึ่งสามารถอธิบายความแปรผันได้ 69.24% ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยมีค่าของปัจจัยร่วม หรือค่าคะแนนปัจจัย (Factor Score) คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$F_1 = 0.247Z_4 + 0.249Z_5 + 0.198Z_{13} + 0.258Z_{16} + 0.157Z_{17}$$

$$F_2 = -0.354Z_{10} - 0.403Z_{11} + 0.521Z_{12}$$

$$F_3 = 0.384Z_7 + 0.674Z_{14}$$

$$F_4 = 0.619Z_9 - 0.492Z_{15}$$

ตารางที่ 1. ค่า Factor Loading เมื่อทำการหมุนแกนปัจจัยของค่าเช่าเครื่องจักร ( $Y_1$ )

	Component			
	1	2	3	4
$Z_4$	0.869	0.025	-0.08	-0.064
$Z_5$	0.889	0.074	-0.07	-0.029
$Z_7$	0.479	0.323	0.615	0.184
$Z_9$	-0.314	0.022	-0.177	0.761
$Z_{10}$	-0.346	-0.638	-0.362	-0.329
$Z_{11}$	0.034	-0.665	0.188	0.41
$Z_{12}$	0.018	0.821	-0.015	-0.006
$Z_{13}$	0.836	0.192	0.272	-0.016
$Z_{14}$	-0.183	-0.143	0.852	-0.023
$Z_{15}$	-0.059	0.066	-0.143	-0.647
$Z_{16}$	0.908	0.048	-0.079	-0.033
$Z_{17}$	0.564	-0.028	0.066	-0.046
eigenvalue	4.13	1.63	1.49	1.06
% of variance	34.42	13.59	12.42	8.8
cumulative % of variance	34.42	48.01	60.44	69.24

### 3.3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าเช่ายานพาหนะ เงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวง

นำตัวแปรอิสระเชิงปริมาณจำนวน 12 ตัวแปร ได้แก่  $Z_4, Z_5, Z_7, Z_9, Z_{10}, Z_{11}, Z_{12}, Z_{13}, Z_{14}, Z_{15}, Z_{16}$  และ  $Z_{17}$  ไปทำการตรวจสอบความเหมาะสมด้วยค่า KMO ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.767 ซึ่งมากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสมที่จะทำการวิเคราะห์ปัจจัยได้ การสกัดปัจจัยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) และหมุนแกนปัจจัยร่วมให้ตั้งฉากกันด้วยวิธีออร์ทोगอนอลแบบวาริแมกซ์ปรากฏว่าได้ปัจจัยร่วม 4 ปัจจัย ซึ่งสามารถอธิบายความแปรผันได้ 71.31% ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ค่า Factor Loading เมื่อทำการหมุนแกนปัจจัยของค่าเข่ายานพาหนะ ( $Y_2$ )

	Component			
	1	2	3	4
$Z_4$	0.816	0.092	0.341	0.22
$Z_5$	0.858	0.18	0.233	0.278
$Z_7$	0.073	0.778	0.133	-0.193
$Z_9$	0.943	-0.045	0.001	-0.008
$Z_{10}$	-0.312	-0.725	0.217	0.091
$Z_{11}$	0.814	-0.068	-0.05	-0.274
$Z_{12}$	0.295	0.082	0.596	0.174
$Z_{13}$	-0.19	0.752	-0.091	0.32
$Z_{14}$	0.009	0.36	-0.089	-0.648
$Z_{15}$	0.045	-0.186	0.832	-0.117
$Z_{16}$	0.777	0.24	0.298	0.359
$Z_{17}$	0.149	0.125	-0.027	0.654
eigenvalue	4.269	1.982	1.298	1.008
% of variance	35.575	16.513	10.818	8.403
cumulative % of variance	35.575	52.088	62.907	71.310

ค่าของปัจจัยร่วม หรือค่าคะแนนปัจจัย (Factor Score) คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$F_1 = 0.177Z_4 + 0.198Z_5 + 0.312Z_9 + 0.301Z_{11} + 0.148Z_{16}$$

$$F_2 = 0.425Z_7 - 0.338Z_{10} + 0.401Z_{13}$$

$$F_3 = 0.448Z_{12} - 0.702Z_{15}$$

$$F_4 = -0.505Z_{14} + 0.500Z_{17}$$

### 3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

ตรวจสอบการแจกแจงของตัวแปรตามค่าเข่ายานพาหนะ  $Y_1$  และค่าเช่าเครื่องจักร  $Y_2$  ว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่โดยใช้การทดสอบของ Lilliefors ซึ่งจากการทดสอบพบว่าตัวแปรตาม  $Y_1$  และ  $Y_2$  ไม่มีการแจกปกติดังตารางที่ 3 ทำให้ต้องแปลงค่าตัวแปรตามค่าเข่ายานพาหนะ  $Y_1$  และค่าเช่าเครื่องจักร  $Y_2$  โดยใช้วิธีการแปลงตัวแปรแบบ Box-Cox ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4 นั่นคือ  $Y_1$  ได้ค่า  $\lambda$  เท่ากับ 0.21 จึงแปลงค่าตัวแปรตามค่าเข่ายานพาหนะ  $Y_1$  เป็น  $\ln(Y_1)$  แต่การใช้ตัวแปรตามค่าเข่ายานพาหนะเป็น  $\ln(Y_1)$  ยังไม่มีการ

แจกปกติ จึงแปลงค่าตัวแปรตามเข้ายานพาหนะ  $Y_1$  เป็น  $\sqrt{Y_1}$  แทน และตัวแปรตามค่าเช่าเครื่องจักร  $Y_2$  ได้ค่า  $\lambda$  เท่ากับ 0.31 จึงแปลงค่าข้อมูลค่าเช่าเครื่องจักร  $Y_2$  เป็น  $\sqrt{Y_2}$

ตารางที่ 3. ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของตัวแปรตามค่าเข้ายานพาหนะ  $Y_1$  และค่าเช่าเครื่องจักร  $Y_2$  โดยใช้การทดสอบของ Lilliefors

ตัวแปรตาม	Statistic	df	Sig.
$Y_1$	.290	505	.000
$Y_2$	0.154	269	.000

ตารางที่ 4. ผลการแปลงค่าตัวแปรตามค่าเข้ายานพาหนะ  $Y_1$  และค่าเช่าเครื่องจักร  $Y_2$  โดยใช้วิธีการแปลงตัวแปรแบบ Box-Cox

ตัวแปรตาม	ค่า $\lambda$	ค่าประมาณ $\lambda$	การแปลงค่าตัวแปรตาม
$Y_1$	0.21	0.00	$\ln(Y_1)$
$Y_2$	0.31	0.50	$\sqrt{Y_2}$

### 3.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าเข้ายานพาหนะเงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวง

ตัวแปรตาม ได้แก่ รากที่สองของค่าเข้ายานพาหนะ เงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวงที่แปลงเป็นค่ามาตรฐานแล้ว ( $Z_{\sqrt{Y_1}}$ ) แต่  $F_1$  และ  $Z_{t-1}$  มีความสัมพันธ์กับ  $Z_{\sqrt{Y_1}}$  เป็นเส้นโค้งจึงเพิ่มตัวแปรอิสระ  $F_1^2$  และ  $Z_{t-1}^2$  ดังนั้นตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ คือ

$$Z_{\sqrt{Y_1}} = \beta_0 + \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \beta_3 F_3 + \beta_4 F_4 + \beta_5 X_6 + \beta_6 X_3 + \beta_7 X_6 + \beta_8 X_8 + \beta_9 Z_{t-1} + \beta_{10} Z_{t-1}^2 + \beta_8 F_1^2 + \varepsilon$$

โดยที่

$$Z_{\sqrt{Y_1}} = \frac{\sqrt{Y_1} - \sqrt{\bar{Y}_1}}{S(\sqrt{Y_1})}$$

จากการเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) และวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure) ซึ่งให้ผลเหมือนกัน ดังแสดงในตารางที่ 5

ซึ่งได้สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณดังนี้

$$\hat{Z}_{\sqrt{Y_1}} = 0.3913 + 0.1235F_1 - 0.1383X_2 - 0.0841X_3 - 0.0641X_6 - 0.1558X_8 + 1.2749Z_{t-1} - 0.12919Z_{t-1}^2 - 0.05960F_1^2$$

ตารางที่ 5. ผลการเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) และวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure)

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	0.3913	0.0203	19.26	0.000	
F <sub>1</sub>	0.1235	0.0240	5.14	0.000	10.93
X <sub>2</sub>	-0.1383	0.0154	-9.00	0.000	1.15
X <sub>3</sub>	-0.0841	0.0176	-4.79	0.000	1.50
X <sub>6</sub>	-0.0641	0.0173	-3.71	0.000	1.43
X <sub>8</sub>	-0.1558	0.0180	-8.64	0.000	1.55
Z <sub>t-1</sub>	1.2749	0.0261	48.82	0.000	12.60
Z <sup>2</sup> <sub>t-1</sub>	-0.12919	0.00572	-22.59	0.000	6.35
F <sup>2</sup> <sub>1</sub>	-0.05960	0.00643	-9.28	0.000	6.41

โดยมีค่า  $R^2 = 0.9734$  แต่เมื่อตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวเป็นอิสระกันด้วยการทดสอบ Durbin-Watson ปรากฏว่า ได้ค่า  $D = 1.12632$  ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.5 จึงทำการแปลงข้อมูลเพื่อแก้ไขปัญหาความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระด้วยวิธี Cochrane-Orcutt [5] ด้วยค่า  $\hat{\rho} = 0.436$  ดังนี้

$$\hat{Z}'_{\sqrt{Y_t}} = \hat{Z}_{\sqrt{Y_t}} - \hat{\rho}\hat{Z}_{\sqrt{Y_{t-1}}}$$

$$F'_{i,t} = F_{i,t} - \hat{\rho}F_{i,t-1}$$

$$X'_{m,t} = X_{m,t} - \hat{\rho}X_{m,t-1}$$

$$Z'_t = Z_t - \hat{\rho}Z_{t-1}$$

เมื่อแปลงตัวแปร ตามสูตรดังกล่าวโดยค่า  $\hat{\rho} = 0.436$  แล้ว ด้วยวิธีการเลือกตัวแปรอิสระโดยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) และวิธีลดตัวแปรอิสระ (Backward Elimination Procedure) จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนี้

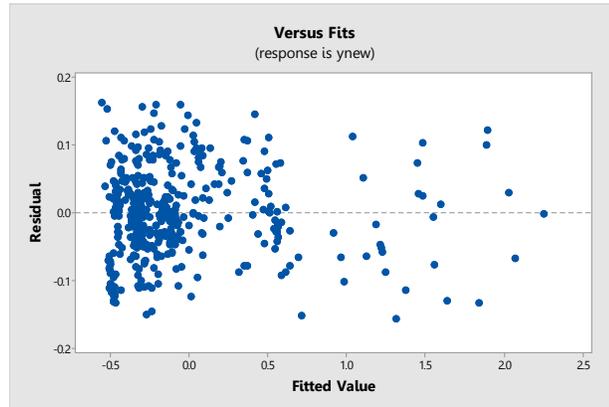
$$\hat{Z}'_{\sqrt{Y_t}} = 0.20839 - 0.07835 X'_2 - 0.02882 X'_3 - 0.02412 X'_6 - 0.08497 X'_8 - 0.0264 F'_1 + 1.4813 Z'_1 - 0.16000 Z'^2_1 - 0.03729 F'^2_1$$

โดยมีค่า  $R^2 = 0.9829$

จากการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย พบว่า

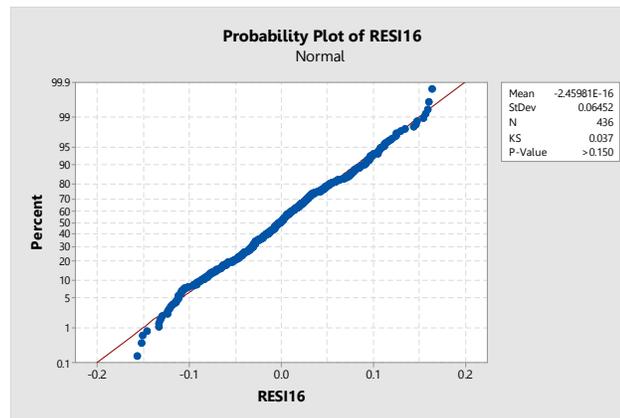
1. ตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวเป็นอิสระกันด้วยการทดสอบ Durbin-Watson มีค่าผลการทดสอบ Durbin-Watson ใหม่เป็น 1.56 ซึ่งมากกว่า 1.5 จึงถือว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน
2. ตรวจสอบความเป็นอิสระของตัวแปรอิสระทุกตัว โดยใช้ค่า VIF ทดสอบ พบว่าตัวแปรอิสระส่วนใหญ่มีค่า  $VIF < 10$  มีเพียงตัวแปรอิสระ  $F_1$  และ  $Z_{t-1}$  ที่มีค่า  $VIF > 10$  แต่ไม่มากจึงถือว่าตัวแปรอิสระเป็นอิสระกัน

3. ตรวจสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนครั้งที่ โดยการพล็อตกราฟระหว่างค่าเศษเหลือ ( $e_i$ ) กับค่าพยากรณ์ของตัวแปรตาม จากรูปที่ 1 จะเห็นว่าค่าเศษเหลือ ( $e_i$ ) กระจายอยู่รอบค่า 0 อย่างสุ่ม และขนาดตามแกนอนแสดงว่ามีความแปรปรวนคงที่



รูปที่ 1. ผลการตรวจสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของ  $\hat{Z}_{\sqrt{V_1}}$

4. ตรวจสอบการแจกแจงปกติของค่าความคลาดเคลื่อนพล็อตด้วยการพล็อตกราฟ Normal Probability Plot และทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความคลาดเคลื่อนด้วยการทดสอบของ Lilliefors ของค่าเศษเหลือได้ค่า p-value มากกว่า 0.15 พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2. ผลการตรวจสอบการแจกแจงปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ  $\hat{Z}_{\sqrt{V_1}}$

### 3.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าเช่าเครื่องจักร เงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวง

ตัวแปรตาม ได้แก่ราคาที่สองของค่าเช่าเครื่องจักร เงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวง ( $\sqrt{Y_2}$ ) ที่แปลงเป็นค่ามาตรฐานแล้ว โดยมีตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ คือ

$$Z_{\sqrt{Y_2}} = \beta_0 + \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \beta_3 F_3 + \beta_4 F_4 + \beta_5 X_6 + \beta_6 X_3 + \beta_7 X_6 + \beta_8 X_8 + Z_{t-1} + \varepsilon$$

โดยที่

$$Z_{\sqrt{Y_2}} = \frac{\sqrt{Y_2} - \overline{\sqrt{Y_2}}}{S(\sqrt{Y_2})}$$

จากการเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) และวิธีลดตัวแปรอิสระ (Backward Elimination Procedure) ซึ่งให้ผลเหมือนกัน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6. ผลการเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) และวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure)

Term	Coef	SE Coef.	T-Value	P-Value	VIF
Constant	0.2235	0.0358	6.24	0.000	
F <sub>2</sub>	-0.2087	0.0215	-9.72	0.000	2.83
F <sub>3</sub>	-0.0405	0.0144	-2.81	0.005	1.28
X <sub>2</sub>	0.3912	0.0421	9.30	0.000	2.14
X <sub>6</sub>	-0.3853	0.0414	-9.30	0.000	2.92
X <sub>8</sub>	-1.13	0.0410	-27.57	0.005	2.64
Z <sub>t-1</sub>	0.5052	0.0337	14.97	0.000	3.47

ซึ่งได้สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนี้

$$\hat{Z}_{\sqrt{Y_2}} = 0.2235 - 0.2087F_2 - 0.0405F_3 + 0.3912X_2 - 0.3853X_6 - 1.13X_8 + 0.5052Z_{t-1}$$

โดยมีค่า  $R^2 = 0.9731$  แต่เมื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวเป็นอิสระกันด้วยการทดสอบDurbin-Watson ปรากฏว่าได้  $D = 1.04489$  ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.5 จึงทำการแปลงข้อมูลเพื่อแก้ไขปัญหาความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระด้วยวิธี Cochrane-Orcutt ด้วยค่า  $\hat{\rho} = 0.3597$  ดังนี้

$$\hat{Z}'_{\sqrt{Y_2}} = \hat{Z}_{\sqrt{Y_2}} - \hat{\rho}\hat{Z}_{\sqrt{Y_2}}$$

$$F'_{i,t} = F_{i,t} - \hat{\rho}F_{i,t-1}$$

$$X'_{m,t} = X_{m,t} - \hat{\rho}X_{m,t-1}$$

$$Z'_t = Z_t - \hat{\rho}Z_{t-1}$$

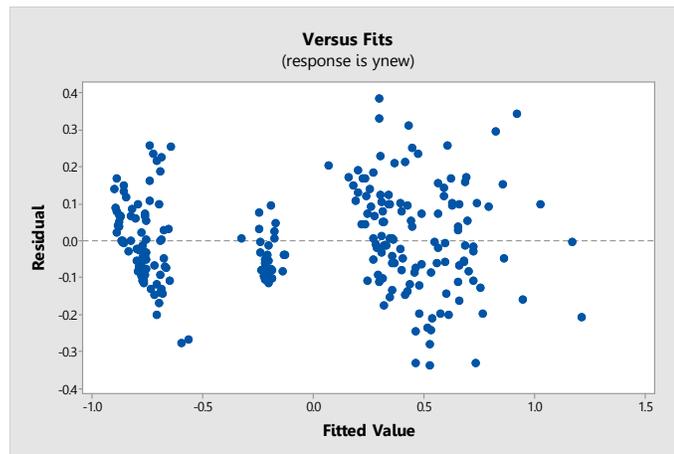
เมื่อแปลงตัวแปร ตามสูตรดังกล่าวโดยค่า  $\hat{\rho} = 0.3597$  แล้วด้วยวิธีการเลือกตัวแปรอิสระโดยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) และวิธีลดตัวแปรอิสระ (Backward Elimination Procedure) จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนี้

$$\hat{Z}'_{\sqrt{X_2}} = 0.0790 + 0.2997X'_2 - 0.2227X'_6 - 0.6747X'_8 - 0.1079F'_2 - 0.02687F'_3 + 0.3680Z'_{t-1}$$

โดยมีค่า  $R^2 = 0.9567$

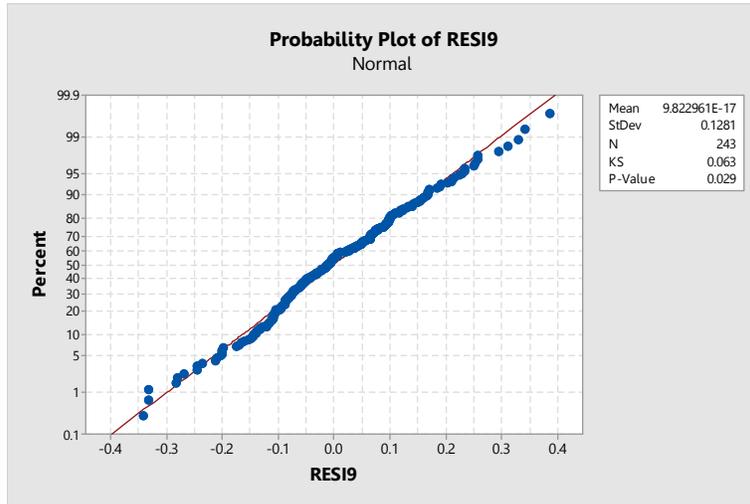
จากการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย พบว่า

1. ตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวเป็นอิสระกันด้วยการทดสอบ Durbin-Watson มีค่าผลการทดสอบ Durbin-Watson ใหม่เป็น 1.43 ใกล้เคียงกับ 1.5 จึงอนุมูลงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน
2. ตรวจสอบความเป็นอิสระของตัวแปรอิสระทุกตัว โดยใช้ค่า VIF ทดสอบ พบว่าตัวแปรในสมการทุกตัวมีค่า VIF น้อยกว่า 10 ดังนั้นตัวแปรอิสระทุกตัวเป็นอิสระกัน
3. ตรวจสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนคงที่ โดยการพล็อตกราฟระหว่างค่าเศษเหลือ ( $e_i$ ) กับค่าพยากรณ์ของตัวแปรตาม จากรูปที่ 3 จะเห็นว่าค่าเศษเหลือ ( $e_i$ ) กระจายอยู่รอบค่า 0 อย่างสุ่มและขนานตามแกนนอนแสดงว่ามีความแปรปรวนคงที่



รูปที่ 3. ผลการตรวจสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของ  $\hat{Z}'_{\sqrt{X_2}}$

4. ตรวจสอบการแจกแจงปกติของค่าความคลาดเคลื่อนพล็อตด้วยการพล็อตกราฟ Normal Probability Plot และทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความคลาดเคลื่อนด้วยการทดสอบของ Lilliefors ของค่าเศษเหลือได้ค่า p-value เท่ากับ 0.029 ซึ่งมากกว่า  $\alpha = 0.01$  พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (รูปที่ 4)



รูปที่ 4. ผลการตรวจสอบการแจกแจงปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ  $\hat{Z}'_{\sqrt{V_2}}$

#### 4. สรุปผลการทดลอง

การหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าเช่าเครื่องจักรและยานพาหนะ เงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวงทั้ง 2 ประเภท ใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) ทำการเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) และวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure) แต่เนื่องจากตัวแปรอิสระมีเป็นจำนวนมากและมีความสัมพันธ์กัน จึงใช้การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) ด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) มาช่วยในการจับกลุ่มตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันและใช้การหมุนแกนปัจจัยร่วมเพื่อให้ตั้งฉากกันด้วยวิธีวาริเมกซ์ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

สมการพยากรณ์ค่าเช่ายานพาหนะ เงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวง ได้ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Z}'_{\sqrt{V_1}} = 0.20839 - 0.07835 X'_2 - 0.02882 X'_3 - 0.02412 X'_6 - 0.08497 X'_8 - 0.0264 F'_1 + 1.4813 Z'_1 - 0.16000 Z'_2 - 0.03729 F'_2$$

โดยมีค่า  $R^2 = 0.9829$  หมายความว่าตัวแปรตามเชิงประมาณได้แก่ ปัจจัยร่วมที่ 1 คือค่าใช้จ่ายตามปริมาณงาน ( $F_1$ ) และค่าเช่ายานพาหนะเดือนก่อนหน้า ( $Z_{t-1}$ ) ตัวแปรเชิงคุณภาพ ได้แก่ อายุมาตรฐาน ( $X_2$ ) ประเภทงาน ( $X_3$ ) ประเภทการเช่า ( $X_6$ ) และรูปแบบการเช่า ( $X_8$ ) มีอิทธิพลต่อค่าเช่ายานพาหนะ เงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวงคิดเป็นร้อยละ 98.29 ที่เหลือเป็นอิทธิพลจากตัวแปรอื่น ๆ และเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้พยากรณ์จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ ดังนี้

$$\sqrt{\hat{Y}}_1 = 2,149.57 - 571.32 X'_2 - 1,683.25X'_3 - 1,676.82X'_6 - 1,760.11 X'_8 \\ -1,679.94 F'_1 + 3,671.46Z'_1 - 1,862.82Z'_{t-1} - 1,694.85F'_{t-1}$$

และ

$$\hat{Y}_1 = (2,149.57 - 571.32 X'_2 - 1,683.25X'_3 - 1,676.82X'_6 - 1,760.11 X'_8 \\ -1,679.94 F'_1 + 3,671.46Z'_1 - 1,862.82Z'_{t-1} - 1,694.85F'_{t-1})^2$$

สมการพยากรณ์ค่าเช่าเครื่องจักร เงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวง ได้ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Z}'_{\sqrt{N_2}} = 0.0790 + 0.2997X'_2 - 0.2227X'_6 - 0.6747X'_8 - 0.1079F'_2 - 0.02687F'_3 + 0.3680Z'_{t-1}$$

โดยมีค่า  $R^2 = 0.9567$  หมายความว่าตัวแปรเชิงปริมาณ ได้แก่ ปัจจัยร่วมที่ 2 คือ ประสิทธิภาพเครื่องจักร ( $F_2$ ) ปัจจัยร่วมที่ 3 คือ การใช้งานเครื่องจักร ( $F_3$ ) และค่าเช่ายานพาหนะเดือนก่อนหน้า ( $Z_{t-1}$ ) ตัวแปรเชิงคุณภาพได้แก่อายุมาตรฐาน ( $X_2$ ) ประเภทการเช่า ( $X_6$ ) และรูปแบบการเช่า ( $X_8$ ) มีอิทธิพลต่อค่าเช่าเครื่องจักร เงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวงคิดเป็นร้อยละ 95.67 ที่เหลือเป็นอิทธิพลจากตัวแปรอื่น ๆ และและเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้พยากรณ์จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ ดังนี้

$$\sqrt{\hat{Y}}_2 = 1,063.87 + 1,176.93X'_2 - 1,127.55X'_6 - 1,417.39X'_8 - 1,053.94F'_2 \\ -1,001.98F'_3 + 1,220.73Z'_{t-1}$$

และ

$$\hat{Y}_2 = (1,063.87 + 1,176.93X'_2 - 1,127.55X'_6 - 1,417.39X'_8 - 1,053.94F'_2 \\ -1,001.98F'_3 + 1,220.73Z'_{t-1})^2$$

### เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] Valentine, L. 1983. Technical Assistance Services For Highway Maintenance Equipment Revolving Fund. Thailand. Ministry of Communications Department of Highways.
- [2] กรมทางหลวง. 2556. รายงานประจำปี เงินทุนหมุนเวียนค่าเครื่องจักรกลของกรมทางหลวง ประจำปี 2556. กรุงเทพมหานคร. สำนักเครื่องกลและสื่อสาร. [Department of Highways. 2013. Annual Report of Revolving Fund Division, Department of Highways 2013. Equipments and Communication branch, Bangkok. (in Thai)]
- [3] ทรงศิริ แต่สมบัติ. 2551. การวิเคราะห์การถดถอย. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ. [Songsiri Taesombut. 2008. Regression analysis. London : Publisher Physics Center. (in Thai)]

- [4] สุชาติ ประเสริฐรัฐสินธุ์. 2540. เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์. โรงพิมพ์เลี้ยวเชียงใหม่. กรุงเทพฯ. [pasertrattasin S. 1997. Multiple Regression Analysis Technical for Society and Behavior. Liangchiang Publisher. Bangkok. (in Thai)]
- [5] Pennstate Eberly College of Science. Stat 501 Regression Methods. Retrieved from : <https://onlinecourses.science.psu.edu/stat501/node/365>. Accessed on : August 20, 2017.