บทที่ 5
ผลการวิเคราะห์ต้นทุนดำเนินการ และประยุกต์ใช้แบบจำลอง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการสร้างแบบจำลองจากข้อมูลเครื่องจักร ชนิด และรุ่นที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศไทยมาทำการวิเคราะห์ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้รถบรรทุกสิบล้อชนิดกระบะเทท้ายขนาดน้ำหนักรวมบรรทุก 21 ตัน เป็นตัวอย่างของเครื่องจักรประเภทมาตรวัดเป็นระยะทาง และรถขุดไฮดรอลิกขนาด น้ำหนักรถ 20 ตัน มีเครื่องยนต์ประมาณ 135 แรงม้า เป็นตัวอย่างเครื่องจักรประเภทมาตรวัดเป็นชั่วโมงเครื่องยนต์ทำงาน โดยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการใช้งาน กับค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร เพื่อพิสูจน์แนวความคิดทางทฤษฎีที่มีการประมาณได้ว่าจะมีการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรเมื่ออายุเครื่องจักรมากขึ้น ดังนั้นทำการวิเคราะห์ผลดังต่อไปนี้

5.1 ผลการวิเคราะห์สร้างแบบจำลองด้วยสมการถดถอย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการประยุกต์ด้วยสมการถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression) ซึ่งทำการวิเคราะห์เป็นไปตามขั้นตอนใน ข้อ4.3.3 ดังต่อไปนี้

5.1.1 เครื่องจักรระบบมาตรวัดระยะทาง

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอการใช้ รถบรรทุกสิบล้อชนิดกระบะเทท้าย (Dump) ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น 528 และ527M ซึ่งมีขนาดเครื่องยนต์เหมือนกัน กำลังเครื่องยนต์เท่าๆกัน ใช้เป็นเครื่องจักรตัวอย่าง พร้อมกับใช้ข้อมูลจากการบันทึกของผู้ประกอบการมาทำการวิเคราะห์

1) ตัวแปรตามที่ทำการศึกษามีดังนี้

<u>อัตราการใช้เชื้อเพลิง</u> KM_LITER = หน่วย กิโลเมตรต่อลิตร

<u>ปริมาณการใช้สารหล่อลื่นสะสม</u>

(Crank Oil)	Y_{C_KM}	= หน่วย จำนวนลิตร
(Gear Oil)	Y_{GE_KM}	= หน่วย จำนวนลิตร
(Transmission Oil)	Y_{T_KM}	= หน่วย จำนวนลิตร
(Grease)	Y_{G_KM}	= หน่วย จำนวนกิโลกรัม

<u>เปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมเทียบกับราคาเครื่องจักร ในวันที่ซื้อ</u>

$Y_{M\&R_KM}$ = หน่วย เปอร์เซ็นต์

2) ตัวแปรอิสระที่จะทำการศึกษามีดังนี้

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายการทำงาน	รายละเอียด	หน่วยใช้วัด	สัญลักษณ์แทนด้วย
จากการใช้งานระยะทาง	- เลขมาตรระยะทาง(Distance Meter)	กิโลเมตร	KM
อายุเครื่องจักร	- อายุเครื่องจักร	เดือน	LIFE
ชนิดของการทำงาน	- ลักษณะประเภทงานที่เครื่องจักรทำ	ดัชนี	TYP_W
สภาพการทำงาน (Work Condition)	- สภาพของถนน	ดัชนี	ROAD
	- สภาพการจราจรและเขตชุมชน	ดัชนี	HAUL

เนื่องจากมีการใช้เครื่องจักรเพียงบริษัทผู้ผลิตเดียว (Brand) ซึ่งมีขนาดกำลังเครื่องยนต์เท่ากัน มีเครื่องยนต์รุ่นใกล้เคียงกันตามกำลังเครื่องยนต์ที่เป็นหน่วยแรงม้า ดังนั้นจึงตัดลดตัวแปรในส่วนนั้นออกไปไม่นำมาพิจารณา

3) การทดสอบความเป็นสหสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในเชิงปริมาณ

เนื่องจากการวิเคราะห์ถดถอยมีเงื่อนไขที่ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องมีความเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นจึงทำการทดการทดสอบโดยใช้วิธีการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้เฉพาะตัวแปรเชิงปริมาณ ไม่ต้องทดสอบตัวแปรเชิงคุณภาพ แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ตารางผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของเครื่องจักรระบบมาตรวัดระยะทาง

		KM_LITER	CRANK_O	HYDRAU_O	TRANSM_O	GREASE_O	M_R	KM	LIFE
KM_LITER	Pearson Correlation	1.000	-0.162	-0.175	-0.191	-0.181	-0.184	-0.138	-0.142
	Sig. (2-tailed)	.	3.020E-05	7.075E-06	9.775E-07	3.587E-06	2.353E-06	0.000	0.000
	N	782	702	702	702	782	782	782	782
CRANK_O	Pearson Correlation	-0.162	1.000	0.974	0.981	0.995	0.699	0.924	0.908
	Sig. (2-tailed)	3.020E-05	.	0.000	0.000	0.000	6.617E-91	0.000	1.779E-232
	N	702	702	702	702	702	702	702	702
GEAR_O	Pearson Correlation	-0.175	0.974	1.000	0.991	0.971	0.675	0.919	0.878

ตารางที่ 5.1 ตารางผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของเครื่องจักรระบบมาตรวัดระยะทาง (ต่อ)

		KM_LITER	CRANK_O	HYDRAU_O	TRANSM_O	GREASE_O	M_R_T	KM	LIFE
	Sig. (2-tailed)	7.075E-06	0.000	.	0.000	0.000	1.812E-82	0.000	3.635E-197
	N	702	702	702	702	702	702	702	702
TRANSM_O	Pearson Correlation	-0.191	0.981	0.991	1.000	0.982	0.679	0.922	0.878
	Sig. (2-tailed)	9.775E-07	0.000	0.000	.	0.000	6.648E-84	0.000	5.997E-197
	N	702	702	702	702	702	702	702	702
GREASE_O	Pearson Correlation	-0.181	0.995	0.971	0.982	1.000	0.691	0.930	0.891
	Sig. (2-tailed)	3.587E-06	0.000	0.000	0.000	.	8.609E-88	0.000	1.195E-210
	N	782	702	702	702	782	782	782	782
M_R	Pearson Correlation	-0.184	0.699	0.675	0.679	0.691	1.000	0.702	0.554
	Sig. (2-tailed)	2.353E-06	6.617E-91	1.812E-82	6.648E-84	8.609E-88	.	1.101E-91	1.120E-50
	N	782	702	702	702	782	782	782	782
KM	Pearson Correlation	-0.138	0.924	0.919	0.922	0.930	0.702	1.000	0.919
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	.000	1.101E-91	.	1.621E-247
	N	782	702	702	702	782	782	782	782
LIFE	Pearson Correlation	-0.142	0.908	0.878	0.878	0.891	0.554	0.919	1.000
	Sig. (2-tailed)	0.000	1.779E-232	3.635E-197	5.997E-197	1.195E-210	1.120E-50	1.622E-247	.
	N	782	702	702	702	782	782	782	782

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

จากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบเลขมาตรของเครื่องจักร มีความสัมพันธ์ กับอายุการใช้งานของเครื่องจักร ในรูปเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ซึ่งพิจารณาแต่ตัวแปรอิสระเท่านั้น ควรพิจารณาเลือกตัวแปรอิสระที่สัมพันธ์กับตัวแปรตามแต่ละตัวเพื่อเข้าการวิเคราะห์การถดถอยต่อไป

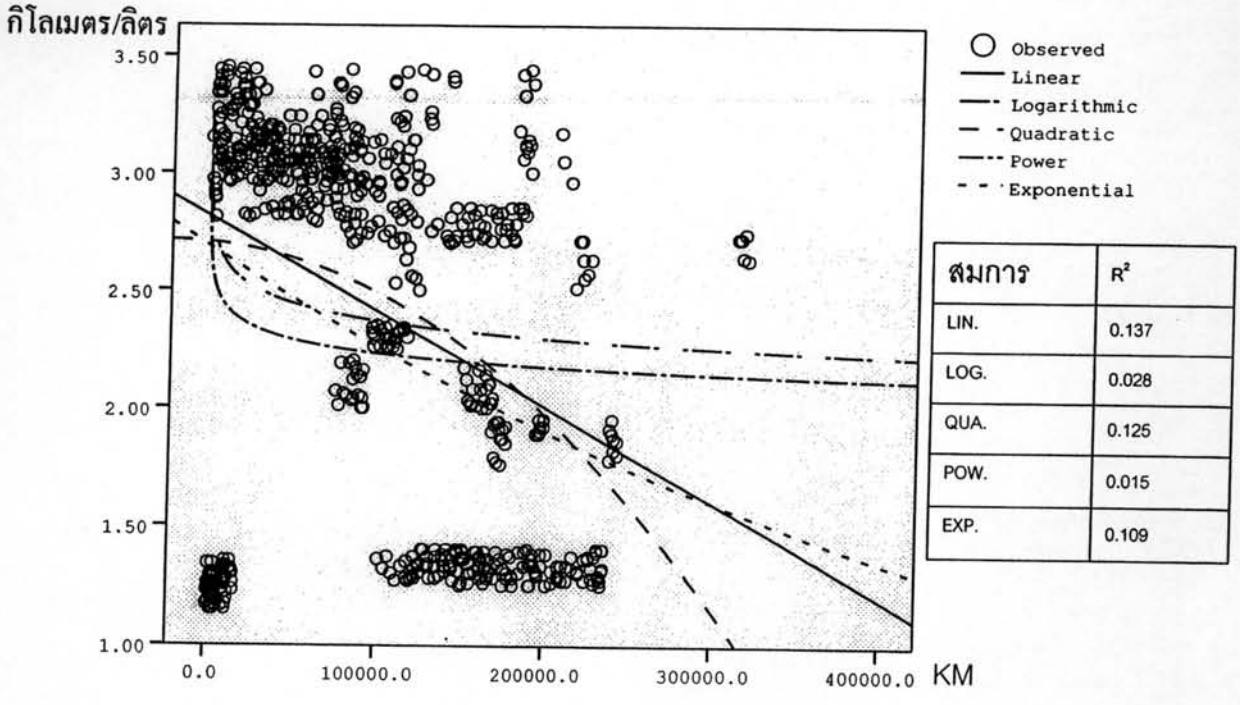
กัลยา (2548) เนื่องจากการกำหนดตัวแปรอิสระในครั้งนี้มีความสัมพันธ์กันเอง ทำให้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ถดถอย ที่ว่าตัวแปรอิสระต้องเป็นอิสระต่อกันไม่เป็นจริง จึงทำให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์กันเองระหว่าตัวแปรอิสระ (Multicollinearity) ขึ้นได้ จึงต้องมีการตัดลดตัวแปรอิสระเชิงปริมาณที่มีความสัมพันธ์กันมากออกไป จึงทำการพิจารณาตัดตัวแปรอิสระ ระหว่างเลขมาตรการใช้งาน กับอายุการใช้งานของเครื่องจักร โดยใช้ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับค่าตัวแปรตามที่มากกว่าเป็นตัวแปรอิสระให้กับสมการถดถอยนั้น ดังนั้นสามารถสรุปตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงซ้อน ได้ดังนี้

ตัวแปรอิสระของแบบจำลองของรถสิบล้อ MITSUBISHI

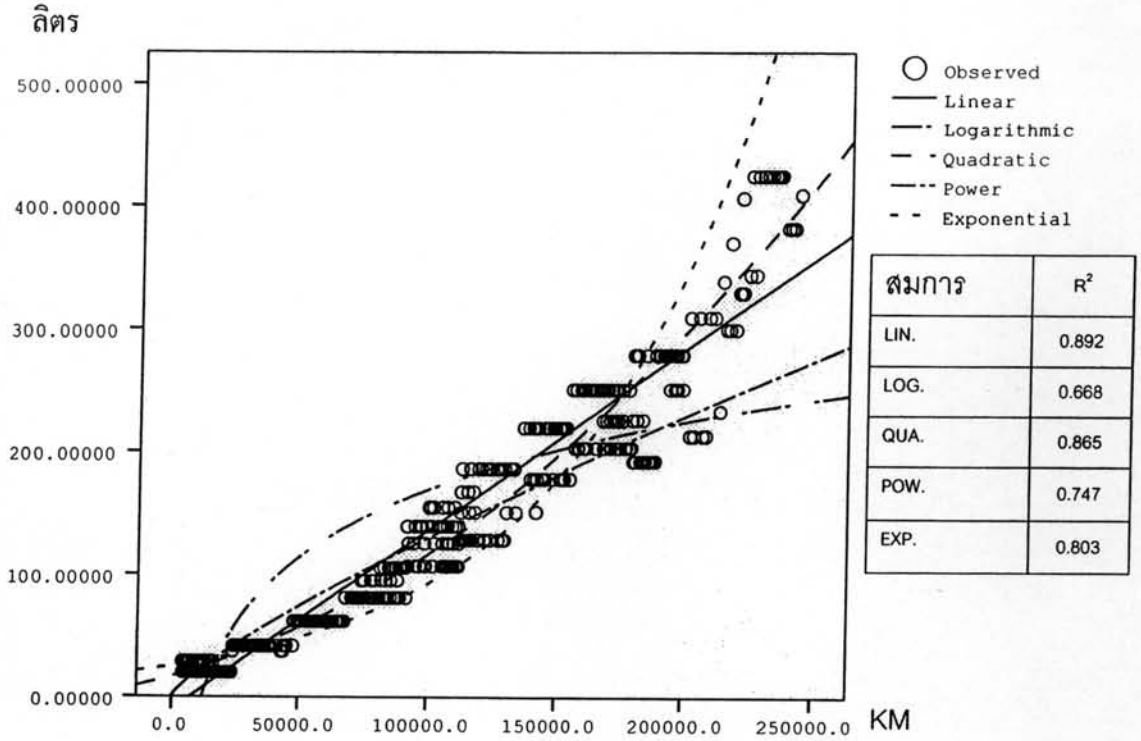
ตัวแปรตาม	หน่วย	ตัวแปรอิสระ
KM_LITER	กม./ลิตร	KM, TYP_W, ROAD, HAUL
Y_{C_KM}	ลิตร	KM, LIFE, TYP_W, ROAD, HAUL
Y_{GE_KM}	ลิตร	KM, LIFE, TYP_W, ROAD, HAUL
Y_{T_KM}	ลิตร	KM, LIFE, TYP_W, ROAD, HAUL
Y_{G_KM}	Kg.	KM, LIFE, TYP_W, ROAD, HAUL
$Y_{M\&R_KM}$	เปอร์เซ็นต์	KM, LIFE

4) การเลือกรูปแบบของสมการแบบจำลอง

สัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ และทำการวิเคราะห์ค่าของ R-square ที่เหมาะสม เพื่อเลือกชนิดฟังก์ชั่นใช้งาน โดยสามารถพิจารณากราฟความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 เป็นตัวอย่าง



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเลขมาตรกับอัตราการใช้เชื้อเพลิง



สมการ	R^2
LIN.	0.892
LOG.	0.668
QUA.	0.865
POW.	0.747
EXP.	0.803

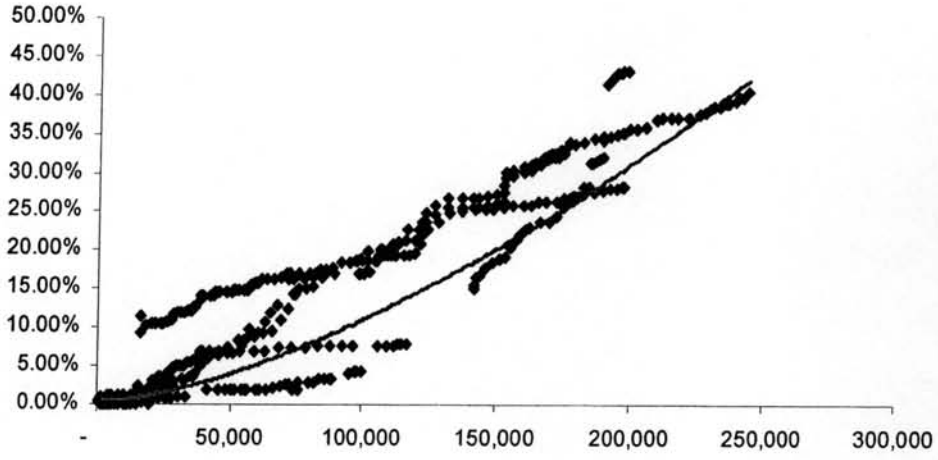
รูปที่ 5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของเลขมาตรกับปริมาณน้ำมันระบบส่งกำลังสะสม

จากการทดสอบในทุกสมการเพื่อปรับเข้าหาลักษณะเส้นโค้งแบบต่างๆ ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จะใช้สมการเส้นตรงเพื่อหาแนวโน้มของข้อมูล เพราะค่า R^2ของเส้นตรงจะมีค่าที่สูงกว่าฟังก์ชั่นอื่น และต้องมีการทดสอบตัวแปรคุณภาพอีกหลายตัวแปรอิสระ เพื่อสะดวกต่อการนำมาใช้เพื่อแสดงแนวโน้มในสมการถดถอยจึงใช้ลักษณะเชิงเส้นตรง

5) การวิเคราะห์การถดถอย

ในกรณีที่มีความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ที่ไม่ใช่สมการเส้นตรง (Linear) ต้องใช้วิธีการแปลงค่าของตัวแปร (Transformation) ดูเพิ่มเติมในบทที่ 3 หรือ กัลยา (2543) แต่ในงานวิจัยนี้ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสม อัตราการใช้เชื้อเพลิงและปริมาณใช้สารหล่อลื่นสะสมสามารถใช้เป็นสมการเส้นตรง (Linear Equation) สามารถแสดงค่าแนวโน้มดังกล่าวของกลุ่มข้อมูลได้

แต่ในส่วนของค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมใช้สมการฟังก์ชั่นยกกำลัง (Power Function) ดังรูปที่ 5.3 เพราะจากการวิเคราะห์การถดถอยแล้วแสดงผลของ R^2 ได้มากกว่าสมการฟังก์ชั่นชนิดอื่นๆและสอดคล้องตามข้อเท็จจริง



รูปที่ 5.3 สมการถดถอยของเปอร์เซนต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมสำหรับรถสิบล้อ

ดังนั้นใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีการใส่ตัวแปรเพิ่มเข้าและทดสอบเอาออกจากสมการ(Stepwise Methods) เพื่อหาตัวแปรอิสระที่เหมาะสมในสมการประมาณการ ดังแสดงผลการวิเคราะห์สมการถดถอย และทดสอบค่าตัวแปรพร้อมหาค่าความผิดพลาดจนเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด

6) สรุปได้เป็นสมการถดถอยที่ใช้วิเคราะห์ตามแบบจำลอง ได้ดังตารางที่ 5.2 รายละเอียดการวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวก จ

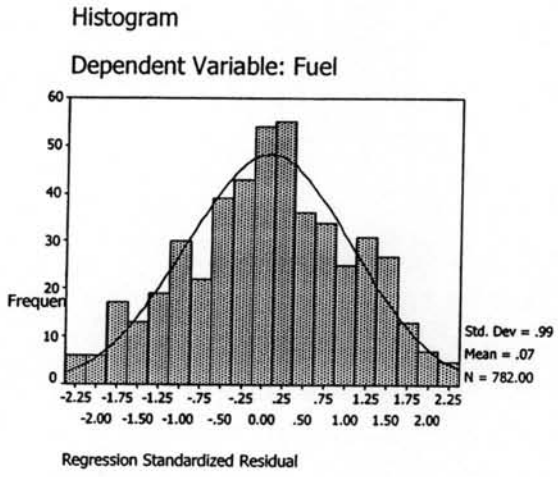
ตารางที่ 5.2 ตารางผลการวิเคราะห์สมการถดถอยของเครื่องจักรระบบมาตรระยะทาง

แบบจำลอง	หน่วย	สมการถดถอย	R^2	Standard Error
KM_LITER	กม./ลิตร	3.098 - 0.616 TYP_W - 0.313 ROAD - 0.846 HAUL	0.912	0.13207
Y_{C_KM}	ลิตร	-23.876 + 0.00307 KM + 25 TYP_W - 0.5055 ROAD + 27.349 HAUL	0.931	14.709719
Y_{T_KM}	ลิตร	-17.584 + 0.001375 KM + 23.664 TYP_W + 20.278 HAUL	0.946	21.7370579
Y_{H_KM}	ลิตร	-26.272 + 0.000784 KM + 12.358 TYP_W + 9.367 HAUL	0.903	15.5494502
Y_{G_KM}	Kg.	-6.739 + 0.00055 KM + 7.757 TYP_W + 9.505 HAUL	0.873	5.147447
$Y_{M\&R_KM}$	เปอร์เซ็นต์	$-0.34535734+3.95143\times10^{-7}$ $KM^{1.5}$	0.815	2.82583

7) การตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอย

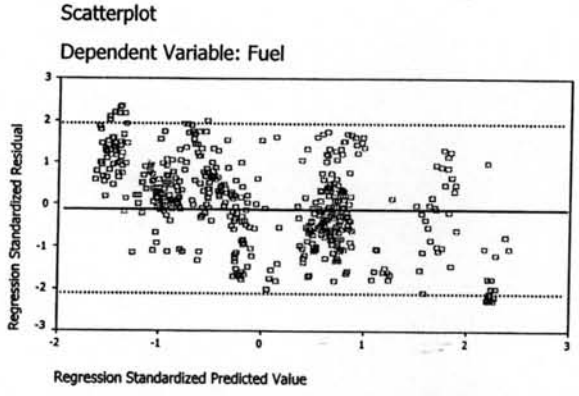
การตรวจสอบนี้จะอาศัยสมมติฐานของค่าคลาดเคลื่อนทำการตรวจสอบผลการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งเงื่อนไขแรกคือค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยที่สุด เข้าใกล้ศูนย์ และเป็นอิสระต่อกัน ดังตัวอย่างในรูปที่ 5.1 และ 5.2 ของสมการอัตราการใช้เชื้อเพลิง

- ค่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนทุกกรณีเป็นค่าคงที่เสมอ



รูปที่ 5.4 การกระจายตัวแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อน

- ค่าคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงเป็นปกติ (Normal Distribution)



รูปที่ 5.5 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีลักษณะคงที่

- ตัวแปรอิสระเชิงปริมาณที่นำมาใช้ในสมการถดถอยต้องไม่มีความสัมพันธ์กันเองจากตารางที่ 5.1

5.1.2 เครื่องจักรระบบมาตรวัดชั่วโมงการทำงาน

รถขุดไฮดรอลิกของบริษัทผู้ผลิตคือ Kobelco รุ่น SK200V SK200VI Komatsu รุ่น PC200-6 และรุ่น7

1) ตัวแปรตามที่ทำการศึกษามีดังนี้

<u>อัตราการใช้เชื้อเพลิง</u>

LITER_HR = หน่วย จำนวนลิตรต่อชั่วโมง

<u>ปริมาณการใช้สารหล่อลื่นสะสม</u>

(Crank Oil) Y_{C_HR} = หน่วย จำนวนลิตร

(Hydraulic Oil) Y_{H_HR} = หน่วย จำนวนลิตร

(Transmission Oil) Y_{T_HR} = หน่วย จำนวนลิตร

(Grease) Y_{G_HR} = หน่วย จำนวนกิโลกรัม

<u>เปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมเทียบกับราคาเครื่องจักร ในวันที่ซื้อ</u>

$Y_{M\&HR_HR}$ = หน่วย เปอร์เซ็นต์

2) ตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษามีดังนี้

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายการทำงาน	รายละเอียด	หน่วยใช้วัด	สัญลักษณ์แทนด้วย
ชั่วโมงจากการใช้งาน	- เลขมาตรชั่วโมง(Hour Meter)	ชั่วโมง	HR
อายุเครื่องจักร	- อายุเครื่องจักร	เดือน	LIFE
ชนิดของการทำงาน	- ลักษณะประเภทงานที่ทำ	ดัชนี	TYP_W
สภาพการทำงาน	- ประเภทวัสดุมวลดินที่เครื่องจักรทำงาน	ดัชนี	MAT
(Work Condition)	- ความเปียกของวัสดุที่ทำงาน	ดัชนี	WET

3) การทดสอบความเป็นสหสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในเชิงปริมาณ

เนื่องจากการวิเคราะห์ถดถอยมีเงื่อนไขที่ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องมีความเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นจึงทำการทดการทดสอบโดยใช้วิธีการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แสดงดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ตารางการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตัวแปรเชิงปริมาณของเครื่องจักรระบบมาตรชั่วโมง

		LITER_HR	CRANK_O	HYDRAU_O	TR_S_G_O	GREASE	M_R	HR	LIFE
LITER_HR	PEARSON CORRELATION	1.000	0.362	0.312	0.335	0.373	0.164	0.373	0.426
	SIG. (2-TAILED)	.	8.085E-14	1.629E-10	6.111E-12	1.359E-14	0.001	1.410E-14	6.615E-19
	N	329	329	329	329	329	308	329	329
CRANK_O	PEARSON CORRELATION	0.362	1.000	0.942	0.977	0.992	0.783	0.911	0.888
	SIG. (2-TAILED)	8.085E-14	.	5.363E-186	1.861E-261	0.000	5.952E-82	0.000	5.728E-133
	N	329	329	329	329	329	308	329	329
HYDRAU_O	Pearson Correlation	0.312	0.942	1.000	0.945	0.946	0.795	0.904	0.821
	Sig. (2-tailed)	1.629E-10	5.363E-186	.	1.157E-189	2.477E-191	2.430E-86	4.403E-188	1.087E-96
	N	329	329	329	329	329	308	329	329
TR_S_G_O	Pearson Correlation	0.335	0.977	0.945	1.000	0.975	0.798	0.921	0.813
	Sig. (2-tailed)	6.111+E-12	1.861E-261	1.157E-189	.	9.729E-256	2.589E-87	1.619E-241	2.868E-93
	N	329	329	329	329	329	308	329	329
GREASE	Pearson Correlation	0.373	0.992	0.946	0.975	1.000	0.784	0.939	0.911
	Sig. (2-tailed)	1.359E-14	0.000	2.477E-191	9.729E-256	.	1.595E-82	0.000	1.637E-151
	N	329	329	329	329	329	308	329	329
M_R	Pearson Correlation	0.164	0.783	0.795	0.798	0.784	1.000	0.779	0.719
	Sig. (2-tailed)	0.001	5.952E-82	2.430E-86	2.589E-87	1.595E-82	.	1.063E-80	1.611E-63
	N	308	308	308	308	308	308	308	308
HR	Pearson Correlation	0.373	0.911	0.904	0.921	0.939	0.779	1.000	0.917
	Sig. (2-tailed)	1.410E-14	0.000	4.403E-188	1.619E-241	0.000	1.063E-80	.	9.003E-157
	N	329	329	329	329	329	308	329	329
LIFE	Pearson Correlation	0.426	0.888	0.821	0.813	0.911	0.719	0.917	1.000
	Sig. (2-tailed)	6.615E-19	5.728E-133	1.087E-96	2.868E-93	1.637E-151	1.611E-63	9.003E-157	.
	N	329	329	329	329	329	308	329	329

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

จากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบเลขมาตรของเครื่องจักร มีความสัมพันธ์ กับอายุการใช้งานของเครื่องจักร ในรูปเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจะทำการพิจารณาแต่ตัวแปรอิสระเท่านั้น แต่จะพิจารณาเลือกตัวแปรอิสระที่สัมพันธ์กับตัวแปรตามแต่ละตัวเพื่อเข้าการวิเคราะห์การถดถอยต่อไป

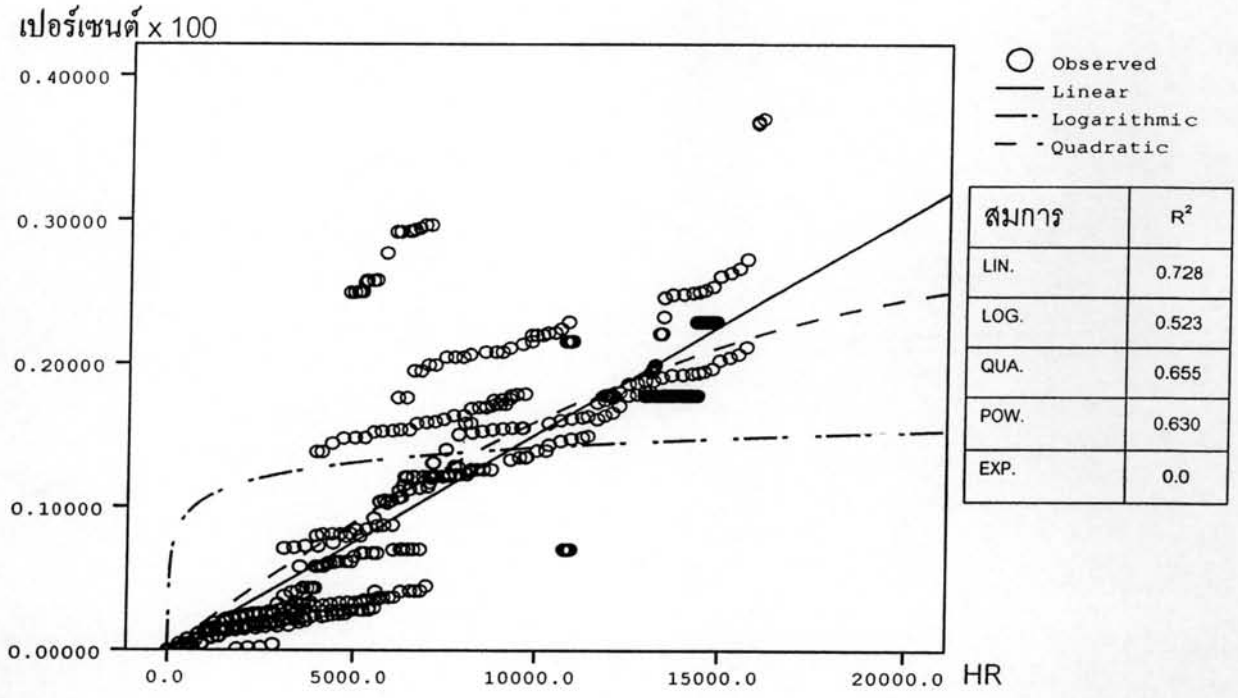
เนื่องจากการกำหนดตัวแปรอิสระในครั้งนี้มีความสัมพันธ์กันเอง อันทำให้เงื่อนไขของการวิเคราะห์ถดถอย ที่ว่าตัวแปรอิสระต้องเป็นอิสระต่อกันไม่เป็นจริง จึงทำให้เกิดปัญหา Multicollinearity ขึ้นได้ จึงต้องมีการตัดลดตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันมากออกไป กัลยา (2548) จึงทำการพิจารณาตัดตัวแปรอิสระ ระหว่างเลขมาตรการใช้งาน กับอายุการใช้งานของเครื่องจักร โดยใช้ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับค่าตัวแปรตามที่มากกว่าเป็นตัวแปรอิสระให้กับสมการถดถอยนั้น ดังนั้นสามารถสรุปตัวแปรอิสระที่จะใช้ในการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงซ้อน ได้ดังนี้

ตัวแปรอิสระของแบบจำลองของรถขุดไฮดรอลิก

ตัวแปรตาม	หน่วย	ตัวแปรอิสระ
LITER_HR	ลิตร/ชม.	HR, TYP_W, MAT, WET
Y_{C_HR}	ลิตร/ชม	HR, LIFE, TYP_W, MAT, WET
Y_{H_HR}	ลิตร/ชม	HR, LIFE, TYP_W, MAT, WET
Y_{T_HR}	ลิตร/ชม	HR, LIFE, TYP_W, MAT, WET
Y_{G_HR}	ลิตร/ชม	HR, LIFE, TYP_W, MAT, WET
$Y_{M\&R_HR}$	เปอร์เซ็นต์	HR, LIFE

4) แบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอย

ใช้วิธีการทดสอบด้วยการสร้างจุดกราฟข้อมูล (Scatter Plot) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ และทำการวิเคราะห์ค่าของ R-square ที่เหมาะสม เพื่อเลือกชนิดฟังก์ชั่นใช้งาน โดยสามารถพิจารณากราฟความสัมพันธ์ได้ดังรูปและผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 5.1 และ 5.2 ที่ผ่านมา ในรูปที่ 5.4 นี้แสดงเปอร์เซนต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมเทียบกับมูลค่าเครื่องจักรในวันที่เริ่มใช้งาน



รูปที่ 5.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของเลขมาตรกับอัตราส่วนค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสม

5) การวิเคราะห์การถดถอย

ในงานวิจัยนี้ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสม และในส่วนของอัตราการใช้เชื้อเพลิงและปริมาณการใช้สารหล่อลื่นจะสามารถใช้เป็นสมการเส้นตรง (Linear Equation) ดังนั้นควรใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีการนำตัวแปรที่ให้ค่าความสัมพันธ์น้อยออกจากสมการถดถอย (Stepwise Methods) เพื่อหาตัวแปรอิสระที่เหมาะสมในสมการประมาณการ ดังแสดงผลการวิเคราะห์สมการถดถอย และทดสอบค่าตัวแปรพร้อมหาค่าความผิดพลาดจนเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด

6) สรุปรวมเป็นสมการถดถอยที่ใช้วิเคราะห์ตามแบบจำลอง ได้ดังนี้ โดยรายละเอียดผลการวิเคราะห์เป็นไปตามเอกสารภาคผนวก จ

ตารางที่ 5.4 ตารางผลการวิเคราะห์สมการถดถอยของเครื่องจักรระบบมาตรชั่วโมงทำงาน

แบบจำลอง	หน่วย	สมการถดถอย	R^2	Standard Error
LITER_HR	ลิตร/ชม.	13.988 + 0.789 TYP_D + 4.131 MAT - 4.391 WET	0.808	1.75829
Y_{C_HR}	ลิตร	-17.494 + 0.06942 HR + 45.688 TYP_D + 17.114 MAT + 7.698 WET	0.915	39.932623
Y_{H_HR}	ลิตร	-55.877 + 0.0303 HR + 50.280 TYP_D - 8.309 MAT	0.887	42.41683
Y_{T_HR}	ลิตร	1.568 + 0.011034 HR + 6.624 TYP_D + 4.884 MAT + 5.458 WET	0.870	5.1251E-03
Y_{G_HR}	Kg.	-2.636 + 0.00615 HR + 3.338 TYP_D + 1.186 MAT + 0.465 WET	0.853	3.127384
$Y_{M\&R_HR}$	เปอร์เซ็นต์	0.864 + (1.4341×10^{-3} HR)	0.728	4.8335

7) การตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอย

การตรวจสอบนี้อาศัยสมมติฐานของค่าคลาดเคลื่อนทำการตรวจสอบผลการวิเคราะห์สมการถดถอย ซึ่งเงื่อนไขแรกคือค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยที่สุด เข้าใกล้ศูนย์ และเป็นอิสระต่อกัน ดังตัวอย่างในรูปที่ 5.1 และ 5.2 ของสมการอัตราการใช้เชื้อพลิง

5.2 การวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลอง และผลของความเปลี่ยนแปลงค่าในตัวแปรอิสระ

5.2.1 การวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลอง

การวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลอง (Predictive Validity) เป็นการวัดว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถวัดค่าของตัวแปรตามได้ถูกต้องอย่างที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งได้ทำการทดสอบโดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างอิสระตัวแปรเชิงปริมาณ กับตัวแปรตามต่างๆ ดังตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.3 จึงได้ผลการวิเคราะห์ว่าแต่ละตัวแปรตามมีนัยสัมพันธ์กับเลขมาตรการใช้งาน และมีค่ามากกว่า

0.065 ซึ่งได้จากการทดสอบสมมติฐาน T มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าเลขมาตรมีความสัมพันธ์กันมากกับปริมาณสารหล่อลื่นสะสม และเปอร์เซนต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมรายละเอียดตามภาคผนวก จ

ในส่วนของอัตราการใช้เชื้อเพลิง มีค่าสหสัมพันธ์กับเลขมาตร อยู่ระหว่าง 0.15 ถึง 0.18 มีความหมายว่าเลขมาตรมีความสัมพันธ์น้อยมากกับอัตราการใช้เชื้อเพลิง แต่เมื่อพิจารณาจากสมการถดถอย ตามตารางที่ 5.2 และตารางที่ 5.4 ในส่วนของ ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมดในสมการถดถอย R^2 มากกว่า 0.80 ซึ่งหมายถึงมีความสัมพันธ์อย่างมากในสมการความสัมพันธ์รวมนั้น

จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถวัดค่าของตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญตามทิศทางที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้

5.2.2 การวิเคราะห์ผลของความเปลี่ยนแปลงในค่าของตัวแปรอิสระ

การวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามเมื่อตัวแปรอิสระมีการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis) โดยทำการวิเคราะห์จากข้อมูลตารางที่ 5.2 จะแสดงว่า เมื่อพิจารณาจากสมการ

1) KM_LITER = 3.908-0.616 TYP_W – 0.313 ROAD – 0.846 HAUL

เนื่องจากค่าตัวแปร TYP_W, ROAD, HAUL เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพที่มีค่า 0 หรือ 1 เห็นได้ว่าเมื่อ TYP_W มีค่าเป็น 0 ระยะทางต่อเชื้อเพลิง 1 ลิตรได้ค่าที่ 3.098 กิโลเมตร และถ้า TYP_W มีค่าเป็น 1 ทำให้ได้ระยะทางลดลงเหลือ 2.482 กิโลเมตร ซึ่งหมายความว่าเมื่อรถสิบล้อทำงานที่ถนนลาดชันเกิน 4% จะได้ระยะทางในการขนส่งลดลงต่อเชื้อเพลิง 1 ลิตร ส่วนตัวแปร ROAD เมื่อมีค่าเป็น 1 ได้ระยะทางลดลงเหลือ 2.785 กิโลเมตร หมายความว่า เมื่อรถบรรทุกสิบล้อต้องวิ่งบนถนนที่ไม่มีผิวจราจร ได้ระยะทางในการวิ่งลดลง และเมื่อตัวแปร HAUL มีค่าเป็น 1 ทำให้ระยะลดลงเหลือ 2.252 กิโลเมตร เพราะน้ำหนักบรรทุกเกินมาตรฐาน 12 เมตริกซ์ตัน ดังนั้นเมื่อรถบรรทุกสิบล้อทำงานในกรณีงานเบาที่สุด TYP_W, ROAD, HAUL มีค่าเป็น 0 จะได้ระยะทาง 3.098 กิโลเมตร แต่เมื่อทำงานในกรณีงานหนักที่สุด คือวิ่งขนส่งบนถนนลาดชัน ใช้ถนนไม่มีผิวจราจร และแบกน้ำหนักบรรทุกเกิน 12 เมตริกซ์ตัน นั้นได้ระยะทางเหลือเพียง 1.323 กิโลเมตร ต่อ เชื้อเพลิง 1 ลิตร

2) Y_{C_KM} = -23.876 + 0.00307 KM + 25 TYP_W – 0.5055 ROAD + 27.349 HAUL

เมื่อค่าตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรเชิงปริมาณเช่น KM นั้น แสดงให้เห็นได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าการใช้น้ำมันเครื่องสะสมเพิ่มขึ้น ตามค่าสัมประสิทธิ์เมื่อ มีการวิ่งรถไป 4,000กิโลเมตร ใช้น้ำมันเครื่องสะสมเป็น 12.28 ลิตร นั่นคือจำนวนของการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องในแต่ละครั้ง ส่วนค่าคงที่ -23.876 คือความหมายที่ว่า รถสิบล้อเมื่อนำมาใช้งานจะมีการเติมน้ำมันเครื่องมาก่อนในสภาพพร้อมใช้งาน และมีการเปลี่ยนถ่ายอีกครั้งตอนเริ่มใช้ที่ 1,000 กิโลเมตรแรกเสมอตามข้อกำหนด

ผู้ผลิต ส่วนในตัวแปรคุณภาพอื่นๆ ที่มีค่าเป็นบวกเพราะเป็นปัจจัยที่ทำให้รถสิบล้อทำงานหนักขึ้น แต่ตัวแปร ROAD มีค่าเป็นลบนั้นเพราะเมื่อรถวิ่งบนผิวจราจรทำให้ได้ระยะการทำงานที่มาถึงเร็วขึ้น

3) Y_{T_KM} = -17.584 + 0.001375 KM + 23.664 TYP_W + 20.278 HAUL

Y_{H_KM} = -26.272 + 0.000784 KM + 12.358 TYP_W + 9.367 HAUL

Y_{G_KM} = -6.739 + 0.00055 KM + 7.757 TYP_W + 9.505 HAUL

สิ่งที่น่าสนใจในตัวแปร ROAD นั้นถูกตัดออกจากสมการถดถอย เพราะตัวแปรอิสระที่ส่งผลอย่างแท้จริงจะเป็นเรื่องของสภาพการทำงาน และลักษณะการบรรทุกน้ำหนักของรถสิบล้อ ในส่วนของค่าคงที่เป็นลบนั้นเหตุผลเช่นเดียวกับ สมการถดถอยของน้ำมันเครื่องสะสม ตามที่อธิบายในข้างต้น

4) LITER_HR = 13.988 + 0.789 TYP_D + 4.131 MAT – 4.391 WET

มีลักษณะเช่นเดียวกับอัตราเชื้อเพลิงของรถสิบล้อแต่ปัจจัยที่มีความแตกต่างที่น่าสนใจคือ WET ซึ่งหมายถึงการเปียกของวัสดุมวลดินทำให้ ง่ายต่อการขุดจึงทำให้อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อชั่วโมงลดลง สอดคล้องตามที่ตั้งสมมติฐานเงื่อนไขในการทำงานอย่างชัดเจน

5) Y_{C_HR} = -17.494 + 0.06942 HR + 45.688 TYP_D + 17.114 MAT + 7.698 WET

Y_{H_HR} = -55.877 + 0.0303 HR + 50.280 TYP_D - 8.309 MAT

Y_{T_HR} = 1.568 + 0.011034 HR + 6.624 TYP_D + 4.884 MAT + 5.458 WET

Y_{G_HR} = -2.636 + 0.00615 HR + 3.338 TYP_D + 1.186 MAT + 0.465 WET

เห็นได้ว่าในสมการ YT_HR มีค่าคงที่เป็นบวกอยู่เพียงสมการเดียวเพราะข้อมูลจริงจากการใช้งาน ผู้ผลิตกำหนดให้ก่อนเริ่มใช้เครื่องจักรใหม่ ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันในส่วนระบบขับเคลื่อนล้อ (Final Drive) และตัวหมุนรถ (Swing Unit)เสียก่อน ดังนั้นจึงมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันระบบส่งกำลังตั้งแต่เริ่มการใช้งานเครื่องจักร

ส่วนในการวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของสมการถดถอยอื่นๆ ผลของตัวแปรตามที่เปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรอิสระในแต่ละสมการนั้น ได้ข้อสรุปไปในทิศทางสอดคล้องตามสมมติฐานในงานวิจัย

5.3 การทดสอบสมการถดถอย

ในการประมาณการโดยการสร้างแบบจำลองนั้น ได้ทำการสร้างจากกลุ่มของข้อมูลกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง แล้วใช้ประมาณการค่าตัวแปรที่ต้องการทราบ ดังนั้นก่อนนำแบบจำลองไปใช้ในการ

วิเคราะห์ผล จึงต้องมีการทดสอบแบบจำลองก่อนว่า ค่าที่ประมาณได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับกลุ่มประชากรหรือไม่เพียงใด โดยปกติหาค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด} = \frac{(\text{ค่าที่ประมาณได้จากแบบจำลอง} - \text{ค่าจากข้อมูลจริง})}{\text{ค่าจริงจากข้อมูลจริง}} \times 100$$

ทำการวิเคราะห์ทดสอบแบบจำลองโดยนำข้อมูลที่มาจากแหล่งที่ทำการเก็บข้อมูลเดิมซึ่งเป็นข้อมูลอัตราการสิ้นเปลือง ปริมาณสารหล่อลื่น และเปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาที่ไม่ได้นำมาวิเคราะห์สมการถดถอย คือเป็นข้อมูลการใช้งานในช่วงเวลาต่อมาของเครื่องจักร ในเดือน สิงหาคม จนถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 มาทำการทดสอบ

สำหรับการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนการประมาณการของ อัตราการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณสารหล่อลื่นสะสม และเปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสม โดยทำการทดสอบโดยการแทนค่าตัวแปรอิสระในสมการประมาณการที่ได้มาด้วยข้อมูลจริง ซึ่งจะทำให้ได้ค่าประมาณการของตัวแปรตามนั้น เมื่อนำมาหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดได้ผลสรุปดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.5 ผลต่างของอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถบรรทุกสิบล้อ

						น้ำมันเชื้อเพลิง		
เลขทะเบียนรถ	เลขมาตร (KM)	TYP_W	ROAD	HAUL	โครงการ	อัตราการใช้จริง (กม./ลิตร)	จากสมการถดถอย KM_LITER	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
94-0405	106379	1	0	0	วางท่อน้ำดิบ	2.260	2.482	8.934
94-0405	107586	1	0	0	วางท่อน้ำดิบ	2.233	2.482	10.018
94-0405	109367	1	0	0	วางท่อน้ำดิบ	2.305	2.482	7.126
94-0405	110530	1	0	0	วางท่อน้ำดิบ	2.307	2.482	7.063
94-0405	111690	1	0	0	วางท่อน้ำดิบ	2.308	2.482	7.025
94-0405	19146	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	2.186	2.252	2.929
94-0405	20175	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	2.318	2.252	-2.931
94-0405	21200	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	2.149	2.252	4.555
94-0405	22269	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	2.058	2.252	8.615

ตารางที่ 5.6 ผลต่างของปริมาณน้ำมันเครื่องและน้ำมันระบบส่งกำลังของรถบรรทุกสิบล้อ

						น้ำมันเครื่อง			น้ำมันระบบส่งกำลัง		
เลขทะเบียนรถ	เลขมาตร (KM)	TYP_W	ROAD	HAUL	โครงการ	ปริมาณใช้จริง (ลิตร)	จากสมการถดถอย Y_{C_KM}	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด	ปริมาณใช้จริง (ลิตร)	จากสมการถดถอย Y_{T_KM}	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
94-0405	106379	1	0	0	จันทบุรี	284	327.708	13.337	127	152.351	16.640
94-0405	107586	1	0	0	จันทบุรี	307	331.413	7.366	127	154.011	17.538
94-0405	109367	1	0	0	จันทบุรี	307	336.881	8.870	140	156.460	10.520
94-0405	110530	1	0	0	จันทบุรี	328	340.451	3.657	140	158.059	11.425
94-0405	111690	1	0	0	จันทบุรี	328	344.012	4.655	140	159.654	12.310
94-0405	17463	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	53	57.084	7.278	24	26.706	10.828
94-0405	19146	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	53	62.251	14.974	24	29.020	17.938
94-0405	20175	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	67	65.410	-1.959	24	30.435	21.753
94-0405	21200	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	67	68.557	2.721	24	31.844	25.217
94-0405	22269	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	67	71.839	7.165	24	33.314	28.516

ตารางที่ 5.7 ผลต่างของปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกและจาระบีของรถบรรทุกสิบล้อ

						น้ำมันไฮดรอลิก			จาระบี		
เลขทะเบียนรถ	เลขมาตร (KM)	TYP_W	ROAD	HAUL	โครงการ	ปริมาณใช้จริง (ลิตร)	จากสมการถดถอย Y_{H_KM}	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด	ปริมาณใช้จริง (กิโลกรัม)	จากสมการถดถอย Y_{G_KM}	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
94-0405	106379	1	0	0	จันทบุรี	55	69.487	20.746	76	59.526	-27.842
94-0405	107586	1	0	0	จันทบุรี	55	70.433	21.811	76	60.190	-26.432
94-0405	109367	1	0	0	จันทบุรี	55	71.830	23.430	79	61.170	-28.372
94-0405	110530	1	0	0	จันทบุรี	85	72.742	-16.852	79	61.810	-27.044
94-0405	111690	1	0	0	จันทบุรี	85	73.651	-14.831	79	62.448	-25.746
94-0405	17463	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	0	-3.214	100.000	11	12.371	11.909
94-0405	19146	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	0	-1.895	100.000	11	13.296	18.042
94-0405	20175	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	0	-1.088	100.000	13	13.862	6.380
94-0405	21200	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	0	-0.284	100.000	13	14.426	10.038
94-0405	22269	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	0	0.554	100.000	13	15.014	13.561

ตารางที่ 5.8 ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมของรถบรรทุกสิบล้อ

เลขทะเบียนรถ	เลขมาตร (KM)	TYP_W	ROAD	HAUL	โครงการ	ค่าซ่อมบำรุงรักษา		
						ค่าใช้จ่ายจริง (%)	จากสมการถดถอย $Y_{M\&R_KM}$	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
94-0405	106379	1	0	0	จันทบุรี	4.780	14.980	68.094
94-0405	107586	1	0	0	จันทบุรี	4.790	15.146	68.377
94-0405	109367	1	0	0	จันทบุรี	4.790	15.391	68.880
94-0405	110530	1	0	0	จันทบุรี	4.798	15.551	69.145
94-0405	111690	1	0	0	จันทบุรี	4.860	15.710	69.063
94-0405	17463	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	1.139	2.754	58.646
94-0405	19146	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	1.573	2.986	47.308
94-0405	20175	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	1.991	3.127	36.335
94-0405	21200	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	3.105	3.268	4.987
94-0405	22269	0	0	1	น้ำเสียพัทยา 40	3.465	3.415	-1.472

ตารางที่5.9 เปอร์เซ็นต์ผลต่างของอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถขุดไฮดรอลิก

เลขทะเบียนรถ		เลขมาตร (HR)	TYP_D	MAT	WET	โครงการ	น้ำมันเชื้อเพลิง		
							อัตราการใช้จริง (ลิตร/ชม.)	จากสมการถดถอย LITER_HR	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
ตฉ-1729	KOMATSU	10931	1	0	0	ท่าม่วง	16.897	14.777	-14.350
ตฉ-1729	KOMATSU	11229	1	0	0	ท่าม่วง	15.521	14.777	-5.032
ตฉ-1729	KOMATSU	11378	1	0	0	ท่าม่วง	13.447	14.777	8.998
ตฉ-1729	KOMATSU	11630	1	0	0	ท่าม่วง	13.517	14.777	8.526
ตฉ-1729	KOMATSU	11832	1	0	0	ท่าม่วง	14.247	14.777	3.587
03-099	KOBELCO	1893	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	17.720	18.119	2.202
03-099	KOBELCO	2052	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	17.800	18.119	1.761
03-099	KOBELCO	2171	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	19.650	18.119	-8.450
03-099	KOBELCO	2325	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	17.440	18.119	3.747
03-099	KOBELCO	2450	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	18.550	18.119	-2.379
03-099	KOBELCO	2570	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	17.150	18.119	5.348

ตารางที่5.10 เปอร์เซ็นต์ผลต่างของปริมาณน้ำมันเครื่องและน้ำมันระบบส่งกำลังของรถขุดไฮดรอลิก

เลขทะเบียนรถ		เลขมาตร (HR)	TYP_D	MAT	WET	โครงการ	น้ำมันเครื่อง			น้ำมันระบบส่งกำลัง		
							ปริมาณการใช้จริง (ลิตร)	จากสมการถดถอย Y_{C_HR}	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด	ปริมาณการใช้จริง (ลิตร)	จากสมการถดถอย Y_{T_HR}	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
ตฉ-1729	KOMATSU	10931	1	0	0	ท่าม่วง	855.112	787.024	-8.651	104.403	125.669	16.922
ตฉ-1729	KOMATSU	11229	1	0	0	ท่าม่วง	825.793	807.711	-2.239	118.853	128.957	7.835
ตฉ-1729	KOMATSU	11378	1	0	0	ท่าม่วง	802.744	818.055	1.872	130.853	130.601	-0.193
ตฉ-1729	KOMATSU	11630	1	0	0	ท่าม่วง	769.725	835.549	7.878	130.853	133.381	1.896
ตฉ-1729	KOMATSU	11832	1	0	0	ท่าม่วง	893.415	849.571	-5.161	145.853	135.610	-7.553
03-099	KOBELCO	1893	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	126.466	131.032	3.484	15.714	24.203	35.075
03-099	KOBELCO	2052	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	131.911	142.070	7.150	35.793	25.958	-37.889
03-099	KOBELCO	2171	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	139.026	150.331	7.520	35.793	27.271	-31.250
03-099	KOBELCO	2325	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	163.859	161.022	-1.762	35.793	28.970	-23.552
03-099	KOBELCO	2450	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	146.952	169.699	13.404	35.793	30.349	-17.937
03-099	KOBELCO	2570	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	185.038	178.029	-3.937	35.793	31.673	-13.007

ตารางที่5.11 เปอร์เซ็นต์ผลต่างของปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกและจาระบีสะสมของรถขุดไฮดรอลิก

เลขทะเบียนรถ		เลขมาตร (HR)	TYP_D	MAT	WET	โครงการ	น้ำมันไฮดรอลิก			จาระบีสะสม		
							ปริมาณการใช้จริง (ลิตร)	จากสมการถดถอย Y_{H_HR}	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด	ปริมาณการใช้จริง (กิโลกรัม)	จากสมการถดถอย Y_{G_HR}	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
ตฉ-1729	KOMATSU	10931	1	0	0	ท่าม่วง	373.208	325.612	-14.617	48.467	67.928	28.648
ตฉ-1729	KOMATSU	11229	1	0	0	ท่าม่วง	373.208	334.642	-11.525	54.403	69.760	22.015
ตฉ-1729	KOMATSU	11378	1	0	0	ท่าม่วง	373.208	339.156	-10.040	62.601	70.677	11.427
ตฉ-1729	KOMATSU	11630	1	0	0	ท่าม่วง	373.208	346.792	-7.617	68.167	72.227	5.620
ตฉ-1729	KOMATSU	11832	1	0	0	ท่าม่วง	373.208	352.913	-5.751	75.642	73.469	-2.957
03-099	KOBELCO	1893	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	0.000	-6.828	100.000	11.087	10.192	-8.783
03-099	KOBELCO	2052	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	0.000	-2.010	100.000	12.833	11.170	-14.891
03-099	KOBELCO	2171	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	0.000	1.595	100.000	12.833	11.902	-7.826
03-099	KOBELCO	2325	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	0.000	6.262	100.000	14.143	12.849	-10.070
03-099	KOBELCO	2450	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	0.000	10.049	100.000	14.143	13.618	-3.856
03-099	KOBELCO	2570	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	0.000	13.685	100.000	15.278	14.356	-6.423

ตารางที่5.12 เปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมของรถขุดไฮดรอลิก

							ค่าซ่อมบำรุงรักษา		
เลขทะเบียนรถ		เลขมาตร (HR)	TYP_D	MAT	WET	โครงการ	ค่าใช้จ่ายจริง (%)	จากสมการถดถอย $Y_{M\&R_HR}$	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
ตฉ-1729	KOMATSU	10931	1	0	0	ท่าม่วง	14.735	16.540	10.913
ตฉ-1729	KOMATSU	11229	1	0	0	ท่าม่วง	14.826	16.968	12.620
ตฉ-1729	KOMATSU	11378	1	0	0	ท่าม่วง	14.936	17.181	13.067
ตฉ-1729	KOMATSU	11630	1	0	0	ท่าม่วง	16.123	17.543	8.095
ตฉ-1729	KOMATSU	11832	1	0	0	ท่าม่วง	16.360	17.832	8.255
03-099	KOBELCO	1893	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	1.627	3.579	54.549
03-099	KOBELCO	2052	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	1.700	3.807	55.336
03-099	KOBELCO	2171	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	1.720	3.977	56.758
03-099	KOBELCO	2325	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	1.729	4.198	58.818
03-099	KOBELCO	2450	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	1.771	4.378	59.538
03-099	KOBELCO	2570	0	1	0	หนองปลาไหล-มาบตาพุด	1.866	4.550	58.983

จากการวิเคราะห์ค่าความผิดพลาดของสมการถดถอย เปรียบเทียบกับข้อมูลของการใช้งานเครื่องจักรที่ไม่ได้นำมาใช้สร้างสมการถดถอย ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นได้ว่า อัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถบรรทุกสิบล้อ มีความผิดพลาดอยู่ระหว่าง –2.930 ถึง 10.018 เปอร์เซ็นต์ ในรถขุดไฮดรอลิกมีค่าความผิดพลาดอยู่ระหว่าง –14.350 ถึง 8.526 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้ทราบได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงนั้นเป็นปัจจัยในส่วนของชนิดงาน และสภาพการทำงานเป็นสำคัญ ที่ส่งผลกระทบต่อค่าความผิดพลาด ซึ่งถ้าพิจารณาเป็นค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับอยู่ประมาณ 10 เปอร์เซนต์ของแบบจำลองอัตราการใช้เชื้อเพลิงในรถสิบล้อ และเป็น 15 เปอร์เซนต์ สำหรับรถขุดไฮดรอลิก

ในส่วนของปริมาณการใช้สารหล่อลื่นชนิดต่างๆ จากผลการวิเคราะห์แสดงให้ทราบได้ว่าผู้ประกอบการที่ใช้งานเครื่องจักร มีการเปลี่ยนถ่ายโดยใช้ ตามอายุการทำงานของเลขมาตร และอายุของเครื่องจักร แต่เนื่องจากเป็นการคิดแบบปริมาณสะสม เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ ในค่าที่มากที่สุดจะคลาดเคลื่อนประมาณ 30 เปอร์เซนต์ นั่นยังเป็นค่าที่แสดงให้เห็นแนวโน้มการใช้สารหล่อลื่น มีค่าความผิดพลาดอยู่ในระดับที่สามารถนำมาใช้งานได้ ยกเว้นน้ำมันไฮดรอลิกที่มีค่าคลาดเคลื่อนได้ถึง 100 เปอร์เซนต์ เพราะน้ำมันไฮดรอลิกมีอายุการเปลี่ยนถ่ายนานมากถึงมีการเปลี่ยนแปลงเส้นกราฟปริมาณสะสมเป็นลักษณะขั้นบันไดที่กว้างมาก แต่สมการถดถอยที่วิเคราะห์ได้นั้นเป็น

ค่าเฉลี่ยกลางระหว่างกราฟขั้นบันได และสมการที่ได้มานั้นแสดงแน้วโน้มเพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายต่อไปได้ แต่ในส่วนของค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมนั้นมีความผิดพลาดจากการทดสอบสูงมาก และแสดงแนวโน้มที่น่าสนใจเป็นดังนี้ คือเปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาของรถสิบล้อ มีค่าความผิดพลาดสูงกว่า ของรถขุดไฮดรอลิกส์มาก เพราะสาเหตุของค่าอะไหล่ยางในรถบรรทุกสิบล้อ มีน้ำหนักเป็นสัดส่วนเทียบกับค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรที่สูงมาก ดังนั้นผลการวิเคราะห์บอกให้ทราบได้ว่าการกำหนดปัจจัยที่ส่งผลเกี่ยวของกับการสึกหรอของยาง เป็นสิ่งที่ช่วยทำให้ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงของรถบรรทุกสิบล้อมีความถูกต้องมากขึ้นได้ต่อไป

5.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรกับแบบจำลอง

ในส่วนนี้ทำการแสดงเปรียบเทียบระหว่างวิธีการคิดค่าใช้จ่ายในการทำงานตาม Peurifoy et al. (1996) คู่มือผู้ผลิต และแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ โดยมีการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 5.13 และตารางที่ 5.14 ตามลำดับ รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ฉ ซึ่งเปรียบเทียบเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักรในระดับการใช้สภาพปานกลางที่ราคาน้ำมันดีเซล 25 บาท ต่อ ลิตร

การเปรียบเทียบคำนวณค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานของรถสิบล้อ MITSUBISHI ขนาดแรงม้าสูงสุด 190 hp มีข้อสังเกตุที่สำคัญคือ ขนาดกำลังม้าของเครื่องยนต์ทำให้ เกิดข้อพิจารณาที่สำคัญมากเพราะรถบรรทุกนั้นมีเครื่องยนต์ใหญ่ จึงมีค่าซ่อมบำรุงรักษามากกว่ารถขุดไฮดรอลิกส์ขนาด 20 ตัน และจากวิธีการวิเคราะห์ ประมาณค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร ส่วนที่แตกต่างจากทฤษฎีของ Peurifoy et al. (1996) ที่สังเกตุได้คือ ค่าใช้จ่ายของสารหล่อลื่น

ตารางที่ 5.13 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของรถสิบล้อ ขนาด 190 แรงม้า

รูปแบบการคำนวณ เลขไมล์ (กม.)	กำหนดให้รถทำงาน 1ชั่วโมง ได้ 35 กิโลเมตร					
	Peurifoy et al.			แบบจำลองในงานวิจัยนี้		
	บาท/ชม.		บาท/กม.	บาท/ชม.		บาท/กม.
47876	691.78		19.76516	386.12		11.03192
62402	691.78		19.76516	394.75		11.27863
78012	691.78		19.76516	402.97		11.51345
105717	691.78		19.76516	415.74		11.87827
116612	691.78		19.76516	420.29		12.00835

แนวโน้มการใช้สารหล่อลื่นเพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายต่อไปได้ แต่ในส่วนของค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมนั้น มีความผิดพลาดจากการทดสอบสูงมาก และแสดงแนวโน้มที่น่าสนใจเป็นดังนี้ คือเปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาของรถสิบล้อ มีค่าความผิดพลาดสูงกว่า ของรถขุดไฮดรอลิกส์มาก เพราะสาเหตุของค่าอะไหล่ยางในรถบรรทุกสิบล้อ มีน้ำหนักเป็นสัดส่วนเทียบกับค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรที่สูงมาก ดังนั้นผลการวิเคราะห์บอกให้ทราบได้ว่าการกำหนดปัจจัยที่ส่งผลเกี่ยวของกับการสึกหรอของยาง เป็นสิ่งที่ช่วยทำให้ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงของรถบรรทุกสิบล้อมีความถูกต้องมากขึ้นได้ต่อไป

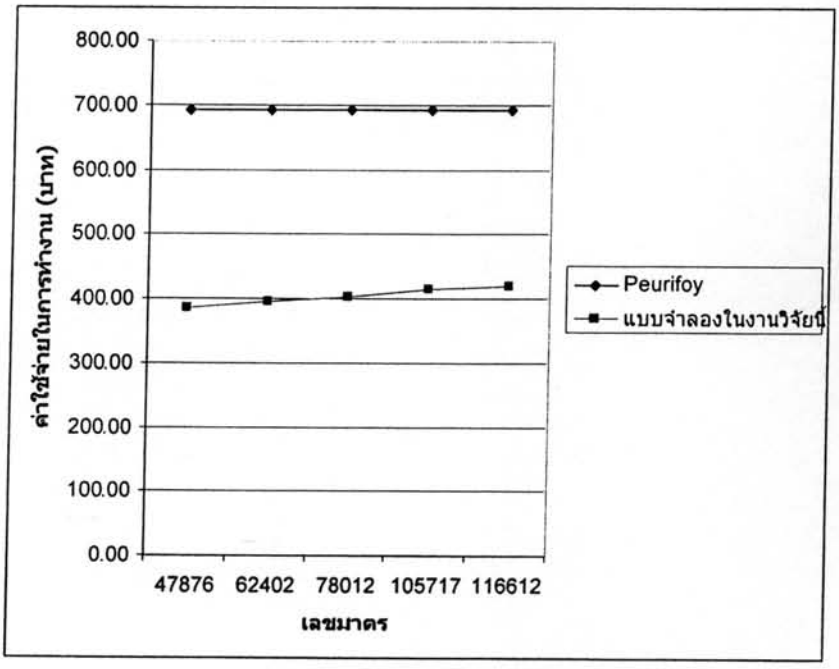
5.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรกับแบบจำลอง

ในส่วนนี้ทำการแสดงเปรียบเทียบระหว่างวิธีการคิดค่าใช้จ่ายในการทำงานตาม Peurifoy and others (1996) คู่มือผู้ผลิต และแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ โดยมีการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 5.13 และตารางที่ 5.14 ตามลำดับ รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ฉ ซึ่งเปรียบเทียบเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักรในระดับการใช้สภาพปานกลางที่ราคาน้ำมันดีเซล 25 บาท ต่อ ลิตร

การเปรียบเทียบคำนวณค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานของรถสิบล้อ MITSUBISHI ขนาดแรงม้าสูงสุด 190 hp มีข้อสังเกตุที่สำคัญคือ ขนาดกำลังม้าของเครื่องยนต์ทำให้ เกิดข้อพิจารณาที่สำคัญมากเพราะรถบรรทุกนั้นมีเครื่องยนต์ใหญ่ จึงมีค่าซ่อมบำรุงรักษามากกว่ารถขุดไฮดรอลิกส์ขนาด 20 ตัน และจากวิธีการวิเคราะห์ ประมาณค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร ส่วนที่แตกต่างจากทฤษฎีของ Peurifoy and others (1996) ที่สังเกตุได้คือ ค่าใช้จ่ายของสารหล่อลื่น

ตารางที่ 5.13 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของรถสิบล้อ ขนาด 190 แรงม้า

รูปแบบการคำนวณ เลขไมล์ (กม.)	กำหนดให้รถทำงาน 1ชั่วโมง ได้ 35 กิโลเมตร			
	Peurifoy and others		แบบจำลองในงานวิจัยนี้	
	บาท/ชม.	บาท/กม.	บาท/ชม.	บาท/กม.
47876	691.78	19.76516	386.12	11.03192
62402	691.78	19.76516	394.75	11.27863
78012	691.78	19.76516	402.97	11.51345
105717	691.78	19.76516	415.74	11.87827
116612	691.78	19.76516	420.29	12.00835

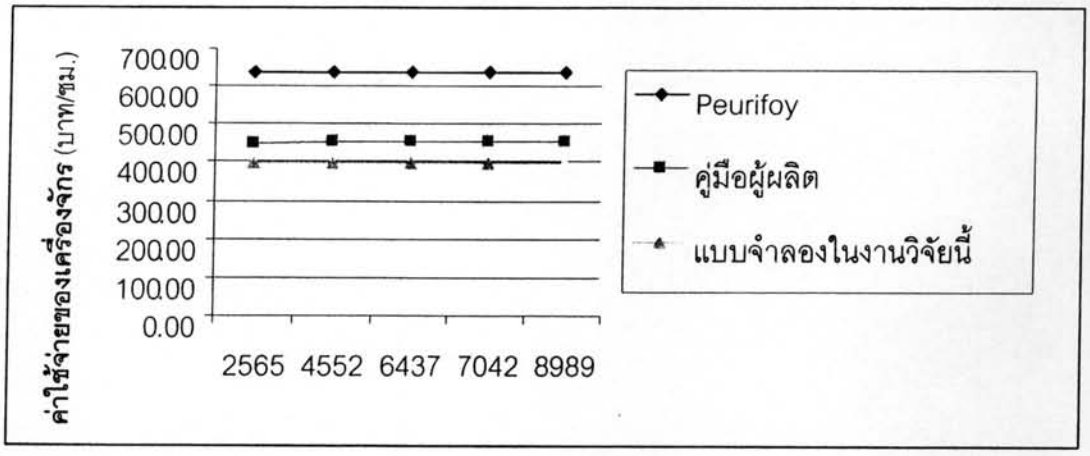


รูปที่ 5.7 แนวโน้มของค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถสิบล้อ

เห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายของ การซ่อมบำรุงรักษาในทฤษฎี และของบริษัทผู้ผลิตเครื่องจะมีลักษณะเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ แบบเส้นตรงดังรูปที่ 5.7 เพราะในสมการค่าซ่อมบำรุงรักษาของรถสิบล้อในงานวิจัยนี้เป็นสมการยกกำลัง (Power Function) ทำให้อัตราค่าใช้จ่ายรวมต่อชั่วโมงของแบบจำลองมีลักษณะเพิ่มขึ้น แต่ของรถขุดไฮดรอลิกเนื่องจากวิเคราะห์ได้เป็นฟังก์ชั่นสมการเส้นตรงดังรูปที่ 5.8 จึงมีลักษณะคงที่ตามทฤษฎีที่ผ่าน แตกต่างเพียงมีค่าที่แตกต่างกัน และวิธีในการนำมาใช้คำนวณที่ต่างไปดังตารางที่ 5.14 และพิจารณาเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ฉ

ตารางที่ 5.14 ค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถขุดไฮดรอลิก (บาท ต่อ ชั่วโมงตามมาตร)

รูปแบบการคำนวณ เลขมาตร (ชม.)	Peurifoy and others	คู่มือผู้ผลิต	แบบจำลองในงานวิจัยนี้
2565	635.54	451.00	396.01
4552	635.54	451.00	396.01
6437	635.54	451.00	396.01
7042	635.54	451.00	396.01
8989	635.54	451.00	396.01



รูปที่ 5.8 แนวโน้มของค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถขุดไฮโดรลิก

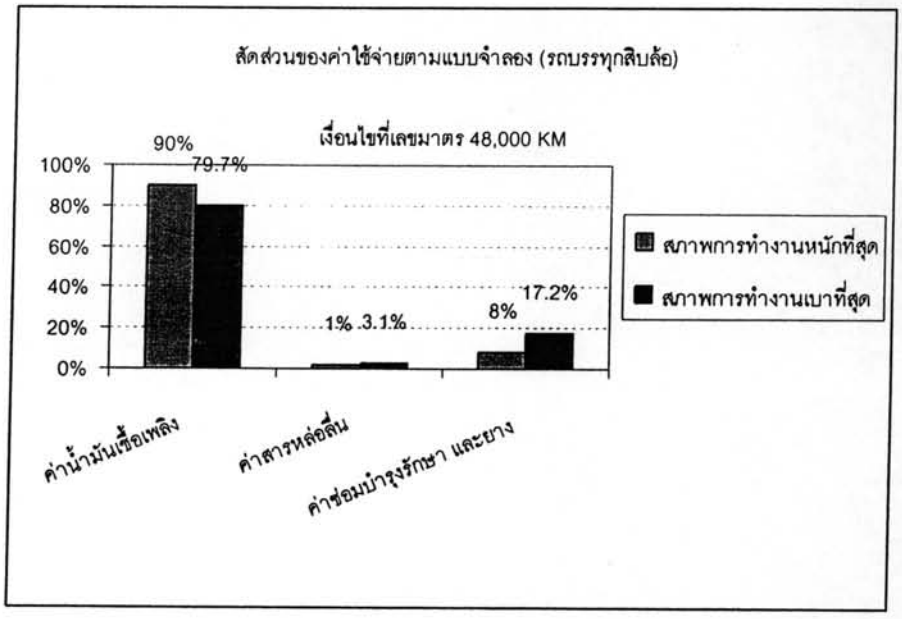
ดังนั้นเห็นได้ว่าในการทำงานของเครื่องจักร โดยสมมติค่าเชื้อเพลิงดีเซล ในช่วงที่ทำการวิจัยคือมูลค่า 25 บาท ต่อลิตร และค่าสารหล่อลื่นเป็นไปตามภาคผนวก ก3 นั้นมีผลปรากฏดังตารางที่ 5.15 สิ่งที่เกิดขึ้นสอดคล้องในด้านต้นทุนของงานขนส่งวัสดุอย่างมากในส่วนของรถบรรทุกสิบล้อ และควรระมัดระวังในการวิเคราะห์ในส่วนของค่าสารหล่อลื่นบางชนิด โดยฉพาะน้ำมันไฮดรอลิกของเครื่องจักร เพราะการเปลี่ยนถ่ายแต่ละครั้งเว้นช่วงเวลาต่างกันนานมาก ทำให้เกิดความแตกต่างของค่าใช้จ่ายสารหล่อลื่นนั้นมาก ในบางช่วงเวลา

ตามตารางที่ 5.15 นั้นสร้างจากข้อมูลเครื่องจักรตามตารางที่ 5.5 ถึงตารางที่ 5.12 ซึ่งได้ถูกใช้ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองมาเปรียบเทียบ โดยเครื่องจักรชิ้นนั้นไม่ได้ใช้ข้อมูลร่วมในการสร้างแบบจำลอง แต่เป็นข้อมูลของผู้ประกอบรายเดิม โดยรายละเอียดสรุปมีดังนี้

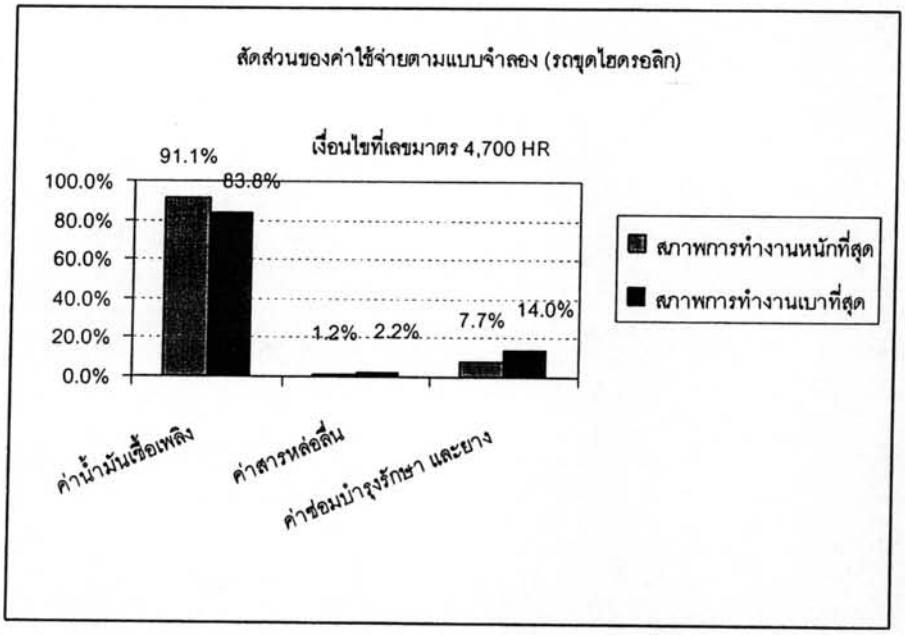
ตารางที่ 5.15 สรุปเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรเปรียบเทียบในภาพรวม

	หมายเลขเครื่องจักร	เลขมาตร		ข้อมูลการใช้เครื่องจักร		Peurifoy and others (1996)		คู่มือผู้ผลิต	แบบจำลองในงานวิจัยนี้	
		KM.	HR.	บาท/ชม.	บาท/กม.	บาท/ชม.	บาท/กม.	บาท/ชม.	บาท/ชม.	บาท/กม.
รถบรรทุกสิบล้อ ขนาด 21 ตัน	กำหนดให้รถทำงาน 1 ชั่วโมง ได้ระยะ 35 กิโลเมตร									
	94-0405	107586		410.14	12.090	691.78	19.765	-	416.02	11.886
	94-0405	110530		410.65	11.733	691.78	19.765	-	417.77	11.936
	94-0405	111690		410.13	11.718	691.78	19.765	-	418.26	11.950
รถขุดไฮดรอลิก	ตฉ-1729		2565	382.32	-	635.54	-	451.00	396.01	-
	ตฉ-1729		8989	381.98	-	635.54	-	451.00	396.01	-

จากแบบจำลองงานวิจัยนี้ สามารถสรุปสัดส่วนของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องจักรในการทำงานได้เป็นดังรูปที่ 5.9 และรูปที่ 5.10 โดยแสดงอยู่ในรูปของเปอร์เซนต์เปรียบเทียบตามสมการพื้นฐานของงานวิจัยนี้ $e_{OP} = e_{Fuel} + e_{Lubricant} + e_{Tire\&Track\&M\&R}$



รูปที่ 5.9 อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายรถบรรทุกสิบล้อจากแบบจำลอง

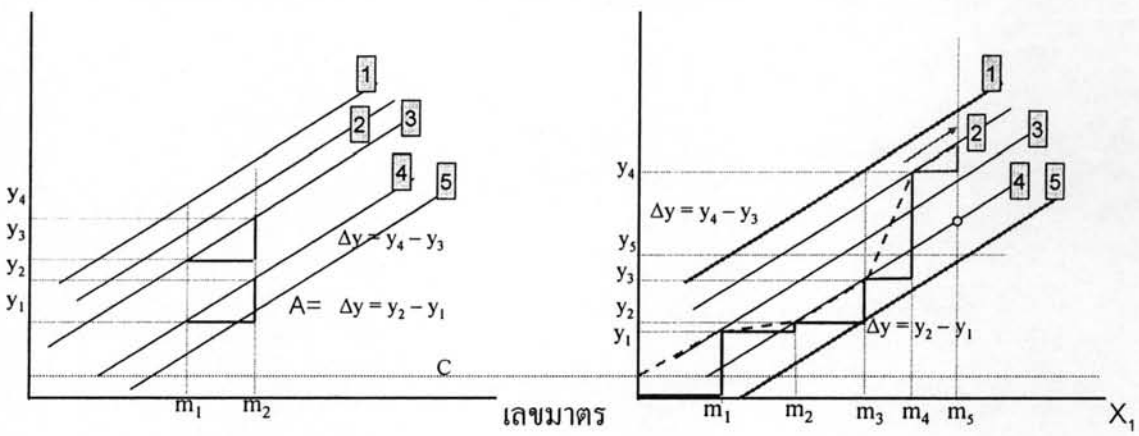


รูปที่ 5.10 อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายรถขุดไฮดรอลิกจากแบบจำลอง

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยจากการทำงานมีผลต่อค่าใช้จ่ายในการทำงานในทุกส่วน และมีผลมากต่อการใช้เชื้อเพลิง ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายถือเป็นสัดส่วนที่มาก อีกทั้งแปรเปลี่ยนตามสภาพเงื่อนไขของการทำงานเป็นสำคัญ

5.5 ข้อจำกัดของแบบจำลอง

เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยนั้นมีข้อจำกัดที่สำคัญ ในกรณีสมการถดถอยที่มีตัวแปรอิสระเป็นเชิงปริมาณเพียงตัวเดียว และตัวแปรอิสระตัวอื่นๆคือ ตัวแปรเชิงคุณภาพ นั้นทำให้เกิดลักษณะของการขนานกันของเส้นกราฟให้ทราบได้ทันทีว่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 5 นั้นเป็นขอบเขตบน และล่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น ดังนั้นโปรดสังเกตุรูปทางด้านขวาว่า การใช้ในลักษณะของปริมาณสะสม แสดงว่ายังต้องมีอัตราการใช้ต่อเนื่องเป็นค่าคงที่ตามสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเชิงปริมาณ คือมีค่าเท่ากับ A โดยไม่มีการลดค่าลงดังตัอย่างตามเส้นขั้นบันไดด้านขวา



Linear Multiple Regression

$Y=C+A*x_1+B*x_2+....+K*x_n$; เมื่อ X1 คือตัวแปรเชิงปริมาณในที่นี้ คือเลขมาตร

รูปที่ 5.11 ตัวอย่างกราฟแสดงการแก้ไขข้อจำกัดการใช้แบบจำลอง

แม้ว่าการแทนค่าลงในสมการถดถอยดังกล่าวนั้นมีค่าตามตัวอย่าง ทำให้ m_4 มีค่าสูงกว่า m_5 ต้องมีการใช้ ค่าสัมประสิทธิ์ A เป็นอัตราเพิ่มขึ้นจาก m_4 ไปหา m_5 จึงจะสอดคล้องตามสมมติฐาน

ดังนั้นจากรูปที่ 5.11 สามารถแสดงให้เห็นได้ว่าการใช้สมการถดถอยดังกล่าว นั้นได้มาจากค่าเฉลี่ยของข้อมูล โดยตัวแปรเชิงคุณภาพทำการแยกข้อมูลออกเป็นระดับต่างๆ อย่างเช่นใน

กราฟตัวอย่างมี 5 ระดับ และมีขอบเขตบนและล่าง ซึ่งหมายความว่าค่าที่ได้จากการทำนายด้วยสมการถดถอยนั้นต้องอยู่ในขอบเขตดังกล่าว ส่วนข้อจำกัดทางด้านข้อมูลมีดังต่อไปนี้

1) การประยุกต์ด้วยสมการถดถอยนั้นยังขาดความสมบูรณ์ในด้านของข้อมูลที่มีความหลากหลายจากผู้ประกอบ และมีจำนวนข้อมูลยังไม่มากพอ จึงมีค่าความผิดพลาดจากการทดสอบค่อนข้างสูง ในส่วนค่าซ่อมบำรุงรักษา ถ้าเป็นข้อมูลของผู้ประะกอบการเพียงรายเดียว การวิเคราะห์มีค่าความผิดพลาดค่อนข้างน้อย แต่ไม่ครอบคลุมการใช้งานเครื่องจักรที่เกิดขึ้นจริงตามสภาพ ดังนั้นจึงเสนอให้ใช้ผลของค่าสมการถดถอยที่ได้นี้เป็นส่วนประกอบแนวทางในการพิจารณาวิเคราะห์ตามแบบจำลองที่ได้เสนอ ดังนั้นสาเหตุที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 เรื่องของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรนั้นมีอีกหลายอย่างที่สำคัญ ซึ่งยังไม่ได้นำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้

2) ปัจจัยที่เป็นส่วนของตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ ด้วยวิธีการสมการถดถอยนั้น ยังขาดความสมบูรณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องในการทำงาน ทำให้สมการถดถอยนั้นยังขาดผลของความละเอียดของค่าที่ได้รับจากสมการถดถอย แต่สามารถใช้แบบจำลองได้ในสภาพงานที่ใกล้เคียงตามที่ได้ระบุไว้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการทำงานตามภาคผนวก ค

3) สมการถดถอยที่วิเคราะห์นี้พัฒนาจากข้อมูลของผู้ประกอบการที่มีการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเอง ดังนั้นผู้ที่ใช้แบบจำลองนี้เพื่อวิเคราะห์หาค่าใช้จ่ายในการทำงานโดยไม่เคยมีการใช้เครื่องจักรในรุ่นดังกล่าว ควรใช้ประสบการณ์ในการพิจารณาด้านค่าซ่อมบำรุงรักษา ประกอบการใช้ควบคู่ไปกับแบบจำลอง

4) แบบจำลองนี้เป็นการประมาณการค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร เพื่อวิเคราะห์ตามปริมาณงานของโครงการ และจำนวนเครื่องจักรที่มีใช้งาน ให้สามารถแสดงแนวโน้มถึงค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรที่มีระยะเวลาการใช้งานที่แตกต่างกัน