

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานกับต้นทุนดำเนินการของเครื่องจักรก่อสร้าง

นายพีรพล เพ็ชรตระกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SITE OPERATION AND
OPERATING COST OF CONSTRUCTION EQUIPMENT

Mr. Peerapol Phettrakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

501736

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานกับต้นทุนดำเนินการของ
เครื่องจักรก่อสร้าง

โดย

นายพีรพล เพ็ชรตระกูล

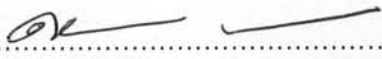
สาขาวิชา

วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา


รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัลย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิศณุ ทรัพย์สมพล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. วัชระ เพียรสุภาพ)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. นพดล จอกแก้ว)

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานกับต้นทุนดำเนินการของ
เครื่องจักรก่อสร้าง

โดย

นายพีรพล เพ็ชรตระกูล


สาขาวิชา

วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา

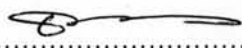
รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง

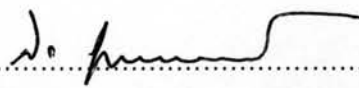
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ -

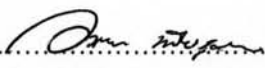

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัลย์ศิริ)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิศณุ ทรัพย์สมพล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. วัชระ เพียรสุภาพ)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. นพดล จอกแก้ว)

พิรพล เพ็ชรตระกูล : การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานกับต้นทุนดำเนินการของเครื่องจักรก่อสร้าง (A STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SITE OPERATION AND OPERATING COST OF CONSTRUCTION EQUIPMENT) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง, 170 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานเครื่องจักรในโครงการก่อสร้าง และต้นทุนดำเนินการของเครื่องจักร รวมถึงการพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการประมาณค่าใช้จ่ายในการทำงานที่มีความสัมพันธ์กับการใช้เครื่องจักรทำการก่อสร้างงานดิน โดยแยกประเภทเครื่องจักรตามระบบมาตรฐานการทำงาน ซึ่งการวิเคราะห์เครื่องจักรระบบมาตรฐานระยะทางในงานวิจัยนี้ ได้นำเสนอด้วยรถบรรทุกสิบล้อขนาดน้ำหนักบรรทุกรวม 21 ตัน และการวิเคราะห์เครื่องจักรระบบมาตรฐานวัดชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์ใช้รถชุดไฮดรอลิกขนาดน้ำหนัก 20 ตัน ปริมาตรที่ตัก 0.7 ลูกบาศก์เมตร

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนี้เริ่มจากทำการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างต้นทุนค่าดำเนินการ และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร ด้วยแบบสอบถามจากผู้มีประสบการณ์ 38 ท่าน และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีความสำคัญในการสร้างแบบจำลอง

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิง และสารหล่อลื่น ตลอดจนค่าอะไหล่ต่างๆ จากการใช้งานเครื่องจักรของผู้ประกอบการที่มีเครื่องจักรในครอบครอง โดยใช้ข้อมูลที่มีการบันทึกจัดเก็บที่ผ่านมาของเครื่องจักรตั้งแต่เริ่มใช้งาน ซึ่งเป็นข้อมูลจากผู้ประกอบการ 3 ราย โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เริ่มจาก พ.ศ 2541 ถึง พ.ศ 2549 เป็นข้อมูลของรถบรรทุกสิบล้อจำนวน 23 คัน และรถชุดไฮดรอลิก 17 คัน

แบบจำลองค่าใช้จ่ายในการทำงานเครื่องจักรที่สร้างขึ้นจากอัตราการใช้เชื้อเพลิง การใช้สารหล่อลื่น สะสม และเปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสม โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอยเชิงซ้อน โดยใช้ปัจจัยที่ได้จากแบบสอบถาม และการสัมภาษณ์เป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งผลการเปรียบเทียบแบบจำลองกับข้อมูลจริง พบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถบรรทุกสิบล้อจากแบบจำลองมีค่าคลาดเคลื่อน 10 เปอร์เซ็นต์ และรถชุดไฮดรอลิกมีค่าคลาดเคลื่อน 8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารหล่อลื่นค่าคลาดเคลื่อนมากที่สุด 30 เปอร์เซ็นต์ ในทั้งสองระบบมาตรฐาน

ผลการทดสอบแบบจำลองพบว่าอัตราการใช้เชื้อเพลิงมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากผลกระทบของตัวแปรปัจจัยสภาพในการทำงาน สำหรับปริมาณการใช้สารหล่อลื่น และเปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความสัมพันธ์กับตัวแปรระยะเวลาการใช้งานของเครื่องจักร

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4670710021 : MAJOR CONSTRUCTION MANAGEMENT

KEY WORD: CONSTRUCTION EQUIPMENT, OPERATING COST

PEERAPOL PHETTRAKUL : A STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SITE OPERATION AND OPERATING COST OF CONSTRUCTION EQUIPMENT. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. DR. TANIT TONGTHONG, PH. D., 170 pp.

This research explores the relationship between the actual usages of construction machines and their operation costs. A simulation model to predict the operating cost of heavy equipment for earth work construction is also introduced based on such relationship. In this research, as a source of data collection, construction equipment with two different usage meters, which are distance meters and hourly meters, are represented by the 21-metric-ton trucks and 20-ton hydraulic excavators with 0.7 cubic-meter buckets, respectively.

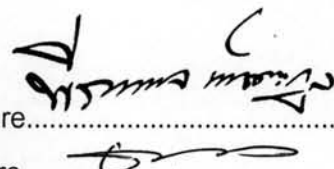
Questionnaires were distributed to 38 experienced contractors to identify the structure of equipment operating cost and also the factors affecting the equipment operating costs. Three specialists were also interviewed to evaluate the factors for developing the simulation model.

Fuel consumption, lubricant usages, and maintenance cost of the equipment were collected on 23 trucks and 17 hydraulic excavators from 3 main contractors. The data available for analysis came from historical equipment records between 1998 and 2006.

The simulation model was generated from the site operation conditions as independent variables and the fuel consumption, lubricant usage as well as percentages of cumulative maintenance cost of equipment. The multiple regression analysis was used to identify the relationships of these variables. The errors found from the prediction of fuel consumption were up to 10 percents and 8 percents for trucks and hydraulic excavators, respectively. In addition, from estimating the lubricant costs, the maximum errors were up to 30 percents for both equipment with distance meters and hourly meters. From the research, it was found that the fuel consumptions varied due to the factors related to the work conditions whereas the lubricant consumptions and percentages of cumulative maintenance costs varied relatively to the usage meters of equipment.

Department Civil Engineering
Field of study Civil Engineering
Academic year 2007

Student's signature.....
Advisor's signature.....



กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนตรวจจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณท่านคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์ รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง รองศาสตราจารย์ ดร. วิศณุ ทรัพย์สมพล อาจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว อาจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ ที่ได้กรุณาตรวจจสอบแนะนำแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อยโดยสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์ ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาที่เป็นพื้นฐานอันสำคัญยิ่งในงานวิจัยนี้แก่ข้าพเจ้า และขอกราบขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ ช่อวิเชียร ที่ได้ให้จุดเริ่มต้นที่เป็นความคิดในการศึกษาวิจัย และให้คำแนะนำให้ข้าพเจ้าเห็นความสำคัญในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง เป็นอย่างสูงที่ประสิทธิ์ประสาทความคิดวิชาในด้านวิทยาศาสตร์การจัดการ ควบคู่ไปพร้อมกับการใช้คอมพิวเตอร์ขั้นสูง จนกระทั่งวิธีการใช้งานโปรแกรมที่มีประโยชน์มากมายในการทำงาน ประกอบวิชาชีพการจัดการวิศวกรรม และดูแลเอาใจใส่ข้าพเจ้าตลอดจนงานวิจัยฉบับนี้เป็นรูปเล่มสำเร็จ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ประกอบการที่ข้าพเจ้าได้ทำการสำรวจข้อมูล และได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลที่มีประโยชน์เพื่อการวิเคราะห์ศึกษาวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา รวมถึง ขอขอบคุณพี่ น้อง และเพื่อนร่วมรุ่นการศึกษา พร้อมกับบุคคลใกล้ชิดที่ทำให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างมากเสมอมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฏ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและปัญหา.....	2
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 แนวความคิดเกี่ยวกับการใช้เครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง.....	7
2.2 โครงสร้างต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง.....	8
2.2.1 Peurifoy and others (1996).....	8
2.2.2 Day (1973)	9
2.2.3 Voster และ Sears (1987)	12
2.3 แนวคิดและการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร.....	13
2.3.1 ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิง (Fuel Expense)	14
2.3.2 ค่าใช้จ่ายของน้ำมันหล่อลื่น (Oil and Lubricant Expense).....	15
2.3.3 ค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษาตามผู้ผลิต (Maintenance Expense).....	16
2.3.4 ค่าใช้จ่ายของอะไหล่สิ้นเปลืองและการซ่อมแซม (Repair Expense).....	16
2.3.5 ค่ายางและไบทินตะขาบ (Tires and Track Expense).....	16
2.3.6 ค่าจ้างพนักงานขับเครื่องจักร (Operator Wage).....	17

	หน้า
2.3.7. ค่าใช้จ่ายจากการเสียของเครื่องจักร (Down Time Cost).....	17
2.4 แนวคิดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา และระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักร ในงานก่อสร้าง	17
2.4.1 แนวความคิดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา	17
2.4.2 ระบบและการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง.....	19
2.5 แนวคิดของการบริหารจัดการเก็บข้อมูลเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง.....	22
2.6 วิธีการการจัดเก็บข้อมูลในเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง.....	26
2.7 แนวความคิดของปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานและค่าใช้จ่ายใน การดำเนินงานของเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง	30
2.8 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	33
3.1 การพิจารณาค่าใช้จ่ายการทำงานของเครื่องจักรกลในการก่อสร้างเบื้องต้น.....	34
3.2 การจำแนกระบบบันทึกการทำงานของเครื่องจักร.....	36
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	37
3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์สร้างแบบจำลอง.....	37
3.5 การวิเคราะห์และประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อประมาณการค่าใช้จ่าย.....	41
3.6 สมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
3.7 สรุปวิธีการดำเนินงานวิจัย.....	42
4 แบบจำลองต้นทุนดำเนินการของเครื่องจักรก่อสร้าง.....	44
4.1 การสำรวจข้อมูลโครงสร้างค่าใช้จ่าย และการจัดแบ่งประเภทเครื่องจักร.....	44
4.2 รายละเอียดของปัจจัยที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร.....	47
4.3 การประยุกต์แบบจำลองค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร.....	51
4.4 แบบจำลองค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง.....	54
4.5 แบบจำลองค่าใช้จ่ายสารหล่อลื่น.....	60
4.6 แบบจำลองค่าใช้จ่ายของยาง ช่วงล่างใบดินตะขาบ และค่าซ่อมบำรุงรักษา.....	69
4.7 การพิจารณาข้อมูลและสำรวจการใช้เครื่องจักรของผู้ประกอบการ.....	75

	หน้า
5 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนดำเนินการ และประยุกต์ใช้แบบจำลอง.....	79
5.1 ผลการวิเคราะห์สร้างแบบจำลองด้วยสมการถดถอย.....	79
5.1.1 เครื่องจักรระบบมาตรวัดระยะทาง	79
5.1.2 เครื่องจักรระบบมาตรวัดชั่วโมงการทำงาน	86
5.2 การวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลอง และผลของความเปลี่ยนแปลงค่า ในตัวแปรอิสระ	90
5.2.1 การวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลอง	90
5.2.2 การวิเคราะห์ผลของความเปลี่ยนแปลงในค่าของตัวแปรอิสระ	91
5.3 ทดสอบสมการถดถอย	92
5.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรกับแบบจำลอง ...	100
5.5 ข้อจำกัดของแบบจำลอง	104
6 สรุปผลงานวิจัย และข้อเสนอแนะ	106
6.1 สรุปผลงานวิจัย	106
6.2 ข้อจำกัดในงานวิจัย	107
6.3 ข้อเสนอแนะ	108
รายการอ้างอิง	110
ภาคผนวก	112
ก1. ตารางอัตราค่าเช่าทำการจัดจ้าง และค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานของ เครื่องจักร ร.พ.ช.	113
ก2. ตารางการจำแนกเครื่องจักรตามประเภทระบบมาตรวัด	115
ก3. ตารางเปรียบเทียบราคาน้ำมันหล่อลื่น	118
ข. แบบสอบถามในงานวิจัย	120
ค. รายละเอียดของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร	135
ง. ตัวอย่างข้อมูลของผู้ประกอบการที่ใช้งานวิจัยนี้.....	144
จ. ผลการวิเคราะห์การถดถอย	159

จ. ตารางการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรกับ	
แบบจำลอง	166
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	170

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 เปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร เปรียบเทียบกับมูลค่าโครงการก่อสร้าง.....	1
2.1 สรุปข้อมูลที่ใช้ในการคิดราคาต้นทุนทำงานของเครื่องจักรกลก่อสร้าง.....	14
4.1 ผลการสรุปปัจจัยที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายในการทำงานจากแบบสอบถาม.....	48
4.2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงของเครื่องจักร.....	56
4.3 ตารางแสดงความสัมพันธ์อัตราการใช้เชื้อเพลิง.....	59
4.4 ตารางการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง.....	60
4.5 ตารางประเภทสารหล่อลื่น รายละเอียดการใช้งาน และสัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	63
4.6 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้สารหล่อลื่นของเครื่องจักรกล.....	64
4.7 ตารางการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายสารหล่อลื่น.....	68
4.8 ตารางแสดงความสัมพันธ์ปริมาณการใช้สารหล่อลื่น.....	69
4.9 ตารางข้อมูลจำนวนเครื่องจักรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งาน.....	76
5.1 ตารางผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของเครื่องจักรระบบ มาตรวัดระยะทาง	80
5.2 ตารางผลการวิเคราะห์สมการถดถอยของเครื่องจักรระบบมาตรระยะทาง	84
5.3 ตารางการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตัวแปรเชิงปริมาณของเครื่องจักร ระบบมาตรชั่วโมง	87
5.4 ตารางผลการวิเคราะห์สมการถดถอยของเครื่องจักรระบบมาตรชั่วโมงทำงาน	90
5.5 ผลต่างของอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถบรรทุกสิบล้อ	93
5.6 ผลต่างของปริมาณน้ำมันเครื่องและน้ำมันระบบส่งกำลังของรถบรรทุกสิบล้อ	94
5.7 ผลต่างของปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกและจารบีของรถบรรทุกสิบล้อ	95
5.8 ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมของรถบรรทุกสิบล้อ	96
5.9 เปอร์เซ็นต์ผลต่างของอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถชุดไฮดรอลิก	96
5.10 เปอร์เซ็นต์ผลต่างของปริมาณน้ำมันเครื่องและน้ำมันระบบส่งกำลังของ รถชุดไฮดรอลิก	97
5.11 เปอร์เซ็นต์ผลต่างของปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกและจารบีสะสมของรถชุดไฮดรอลิก ...	98
5.12 เปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมของรถชุดไฮดรอลิก	99
5.13 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของรถสิบล้อ ขนาด 190 แรงม้า	100

ตารางที่	หน้า
5.14 ค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถขุดไฮดรอลิก	101
5.15 สรุปเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรเปรียบเทียบในภาพรวม.....	102
ก1 มาตรฐานค่าใช้จ่ายเครื่องจักรกลในการปฏิบัติงานของเครื่องจักร รพช ปี พ.ศ.2539	114
ก2 ระบบมาตรวัดบันทึกข้อมูล	116
ก3 เปรียบเทียบราคาน้ำมันหล่อลื่น	119
ง1 รายงานสรุปการจ่ายน้ำมันชนิดต่างๆ	146
ง2 รายงานสรุปค่าใช้จ่ายต่างๆ	148
ง3 ใบสรุปการใช้น้ำมันและค่าอะไหล่ในแต่ละเดือน	149
ง4 ข้อมูลการทำงานของรถสิบล้อ	150
ง5 ข้อมูลการทำงานของรถขุดไฮดรอลิก	153
จ1 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถบรรทุกสิบล้อ	160
จ2 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องสะสมของ รถบรรทุกสิบล้อ (MITSUBISHI : FUSO)	160
จ3 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยปริมาณการใช้น้ำมันระบบส่งกำลังสะสมของ รถบรรทุกสิบล้อ(MITSUBISHI : FUSO)	161
จ4 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยปริมาณการใช้น้ำมันไฮดรอลิกสะสมของ รถบรรทุกสิบล้อ (MITSUBISHI : FUSO)	161
จ5 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยปริมาณการใช้น้ำมันสะสมของ รถบรรทุกสิบล้อ (MITSUBISHI : FUSO).....	162
จ6 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอย ของตัวแปรตามปริมาณเปอร์เซ็นต์สะสม ค่าซ่อมบำรุงรักษาเทียบกับมูลค่าเครื่องจักรของรถบรรทุกสิบล้อ (MITSUBISHI : FUSO)	162
จ7 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อชั่วโมงการทำงานของ รถขุดไฮดรอลิก (KOMATSU: PC200-6, PC200-7, KOBELCO: SK200-V, SK200-VI)	163

ตารางที่	หน้า
๑๘ ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องสะสมของ รถขุดไฮดรอลิก (KOMATSU: PC200-6, PC200-7, KOBELCO: SK200-V, SK200-VI)	163
๑๙ ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยปริมาณการใช้น้ำมันไฮดรอลิกสะสมของ รถขุดไฮดรอลิก (KOMATSU: PC200-6, PC200-7, KOBELCO: SK200-V, SK200-VI)	164
๑๑๐ ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยปริมาณการใช้น้ำมันระบบส่งกำลังสะสมของ รถขุดไฮดรอลิก (KOMATSU: PC200-6, PC200-7, KOBELCO: SK200-V, SK200-VI)	164
๑๑๑ ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยปริมาณการใช้จารบีสะสมของรถขุดไฮดรอลิก (KOMATSU: PC200-6, PC200-7, KOBELCO: SK200-V, SK200-VI)	165
๑๑๒ ผลการวิเคราะห์สมการถดถอย ของตัวแปรตามปริมาณเปอร์เซ็นต์สะสม ค่าซ่อมบำรุง รักษาเทียบกับมูลค่าเครื่องจักรของรถขุดไฮดรอลิก (KOMATSU: PC200-6, PC200-7, KOBELCO: SK200-V, SK200-VI)	165
๑๑๑ ข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาการคำนวณค่าใช้จ่ายขงรถสิบล้อ MITSUBISHI : FUSO	167
๑๑๒ ข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาการคำนวณค่าใช้จ่ายขงรถขุดไฮดรอลิก KOMATSU รุ่น PC 200-6	169

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่	หน้า
2.1 โครงสร้างต้นทุนเครื่องจักรกลในงานก่อสร้างของ Peurifoy et al.	9
2.2 ต้นทุนเครื่องจักรกลในงานก่อสร้างตามนิยามของ Day.....	9
2.3 โครงสร้างการพิจารณาค่าใช้จ่ายเครื่องจักรกลของกรมทางหลวง.....	11
2.4 โครงสร้างต้นทุนค่าใช้จ่ายของบริษัทให้เช่าเครื่องจักร.....	12
2.5 อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายในเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง.....	13
2.6 แสดงเส้นทางของระบบการเก็บเอกสารเพื่อบริหารเครื่องจักรกลในการก่อสร้าง.....	27
2.7 ขั้นตอนการทำงานของรถขุดในงานก่อสร้างถนน.....	28
2.8 ขั้นตอนการทำงานของรถขุดในงานก่อสร้างวางท่อ.....	29
2.9 ความเหมาะสมในการใช้เครื่องจักรกลสำหรับงานขนส่งวัสดุมวลดิน.....	29
2.10 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษาเลือกเครื่องจักร.....	30
2.11 การนำเสนอข้อมูลการเปรียบเทียบต้นทุนการบำรุงรักษาและค่าซ่อมเครื่องจักร.....	31
3.1 ขั้นตอนในการวิจัย.....	33
3.2 โครงสร้างต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ใช้ทำการสำรวจข้อมูล.....	34
4.1 แสดงการจัดกลุ่มของเครื่องจักรแยกตามประเภทของระบบมาตรฐานที่กักข้อมูล.....	46
4.2 สรุปลักษณะของปัจจัยจากการสำรวจที่ส่งผลต่อต้นทุนในการทำงานของเครื่องจักร..	50
4.3 เส้นกราฟปริมาณการใช้สารหล่อลื่นสะสม.....	61
4.4 ตัวอย่างการใช้น้ำมันเครื่องยนต์สะสมกับเลขมาตรของรถบรรทุก.....	66
4.5 ตัวอย่างการใช้น้ำมันเครื่องยนต์สะสมกับจำนวนเลขมาตรรถขุดไฮดรอลิก.....	67
4.6 เส้นกราฟแสดงแนวโน้มของค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรกล.....	70
4.7 เส้นกราฟค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมเทียบกับมูลค่าซื้อเครื่องจักร.....	72
4.8 การสร้างเส้นกราฟเปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสม.....	72
5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเลขมาตรกับอัตราการใช้เชื้อเพลิง.....	82
5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของเลขมาตรกับปริมาณน้ำมันระบบส่งกำลังสะสม	83
5.3 สมการถดถอยของเปอร์เซ็นต์ค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสมสำหรับรถสิบล้อ	84
5.4 การกระจายตัวแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อน	85
5.5 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีลักษณะคงที่	85
5.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของเลขมาตรกับอัตราส่วนค่าซ่อมบำรุงรักษาสะสม	89

ภาพประกอบที่	หน้า
5.7 แนวโน้มของค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถสิบล้อ	101
5.8 แนวโน้มของค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถขุดไฮดรอลิก.....	102
5.9 ตัวอย่างกราฟแสดงการแก้ไขข้อจำกัดการใช้แบบจำลอง	103
5.10 อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายรถขุดไฮดรอลิกจากแบบจำลอง	103
5.11 ตัวอย่างกราฟแสดงการแก้ไขข้อจำกัดการใช้แบบจำลอง	104
ข1 แสดงการเลือกเครื่องจักรที่เหมาะสมในการขนถ่ายวัสดุงานดิน(Earth Moving)	122
ข2 การนำเสนอปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้เครื่องจักรกลงานก่อสร้างในด้านต่างๆ	123
ง1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการบันทึกจัดเก็บของผู้ประกอบการที่มีการใช้งาน เครื่องจักรในการก่อสร้าง	145