

การวางแผนการบำรุงรักษา เครื่องจักรกลรถยนต์ของกรมชลประทาน



นายอนุพงษ์ บุณยเกียรติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

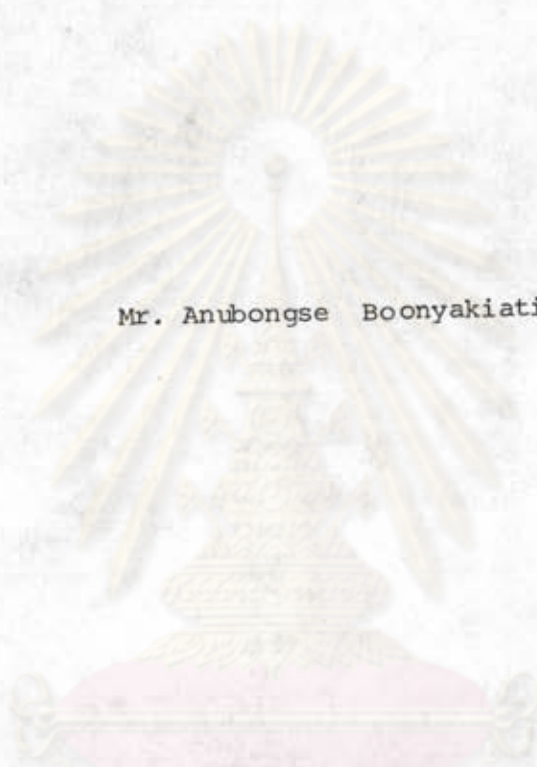
พ.ศ. 2528

ISBN 974-564-282-7

009238

i 18198168

MAINTENANCE PLANNING FOR EXCAVATOR MACHINERY OF THE
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT



Mr. Anubongse Boonyakiati

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Industrial Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

1985

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวางแผนการบำรุงรักษา เครื่องจักรกลรถยนต์ของกรมชลประทาน
โดย นาย อนุพงษ์ บุญเกียรติ
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. ประทีป คณิศร



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นหน่วยงาน
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

อนุพงษ์ บุญเกียรติ
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประทีป บุญนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

วันชัย รัชชานนท์
.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย รัชชานนท์)

T. Dany
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีวงศ์กุลไทย)

สมชาย พวงเพ็ชร์
.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพ็ชร์)

ประทีป คณิศร
.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ประทีป คณิศร)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวางแผนการบำรุงรักษา เครื่องจักรกลรถขุดของ กรมชลประทาน
ชื่อผู้ผลิต นายอนุพงษ์ นุฒยเกียรติ
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. พิรพรรณันท์ พันธบุรุษยภักดิ์
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา 25 27

บทคัดย่อ



เครื่องจักรกลรถขุดเป็นเครื่องจักรกลที่มีความสำคัญสำหรับงานชลประทานโดยเฉพาะ งานก่อสร้างและงานบำรุงรักษา อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลรถขุดของ กรมชลประทานมีการออกปฏิบัติงานที่ต่อเนื่องและเป็นเวลานานในพื้นที่ที่ไม่สะดวก การเกิด ข้อขัดข้องของ เครื่องจักรกลรถขุดในขณะปฏิบัติงานจะเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของ กรมชล ประทาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานเร่งด่วน

ในการวางแผนการบำรุงรักษา เพื่อให้เครื่องจักรกลรถขุดอยู่ในสภาพพร้อมที่จะออก ปฏิบัติงานและมีความไว้วางใจได้ จึงได้ทำการศึกษาการกระจายการขัดข้องของ เครื่องจักรกล รถขุด ทฤษฎีการที่ใช้ในการบำรุงรักษา และนโยบายการดำเนินงานของ กรมชลประทาน สัดงานบำรุงรักษาแบบเป็นระบบ โดยมุ่งไปในลักษณะการป้องกันการขัดข้อง ระบบจะมีการป้อน ข้อมูลกลับเพื่อติดตามผลและการปรับปรุงวิธีการให้เหมาะสมยิ่งขึ้น วิธีการปฏิบัติของแผนการ บำรุงรักษามีการปฏิบัติการบำรุงรักษาขั้นพื้นฐาน การกำหนดเวลาตรวจล่อสภาพและการซ่อม แ่ให้มีเครื่องจักรกลรถขุดอยู่ในสภาพดี

จากการวิเคราะห์แผนการบำรุงรักษาที่เสนอแนะมีความ เป็นไปได้อย่างน่าเชื่อถือสามารถลดการขัดข้อง ในระหว่าง เวลาปฏิบัติงาน ลดเวลา งานซ่อมบำรุงรักษาแต่ละครั้ง และลดการสูญเสียปริมาณงานดินได้ประมาณ 6.2 ล้านลูกบาศก์เมตร จากจำนวน เครื่องจักรกลรถขุดที่นำมาศึกษา 163 คัน



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องนี้สำเร็จได้ด้วยดี จากความกรุณาเป็นอย่างสูงของ รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ธีรพานิช ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ตำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย รองศาสตราจารย์ สัมชาย พวงเพ็ชร์ และอาจารย์ ดร. ประพนธ์ พันธุ์บุรุษวงศ์ ซึ่งได้กรุณาตรวจ แก้ไข แนะนำแนวทาง และให้คำอธิบายตลอดเวลาที่ทำการวิจัย ผู้เขียนขอกราบขอพระคุณไว้ ณ. ที่นี้

นอกจากนี้ ผู้เขียนยังได้รับความร่วมมือด้วยดีจากเจ้าหน้าที่ ที่เกี่ยวข้อง กับงานปฏิบัติการ เครื่องจักรกลชุดของ กรมชลประทานที่ได้ให้รายละเอียด เกี่ยวกับข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้เป็น ผลสำเร็จ และขอของพระคุณอย่างจริงใจทุกท่าน ณ. ที่นี้ด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	๔
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๓
กิตติกรรมประกาศ	๑
สารบัญตาราง	๗
สารบัญภาพ	๘
บทที่	
1 บทนำ	1
2 การเก็บรวบรวมข้อมูล	6
3 การวิเคราะห์ข้อมูล	22
4 การโปรแกรมคอมพิวเตอร์	51
5 การวางแผนการบำรุงรักษา	60
6 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของแผนการบำรุงรักษา	99
7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	130
เอกสารอ้างอิง	132
ภาคผนวก	234
ประวัติ	235

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2.1	รายชื่อและจำนวนเครื่องจักรกลรถขุดที่นำมาศึกษา	7
2.2	แสดงจำนวนเครื่องจักรกลรถขุดขนาด $1\frac{1}{2}$ หลา ³	10
2.3	แสดงจำนวนเครื่องจักรกลรถขุดขนาด $\frac{3}{4}$ หลา ³	10
2.4	แสดงจำนวนเครื่องจักรกลรถขุดขนาด $1\frac{1}{2}$ หลา ³	11
2.5	แสดงจำนวนเครื่องจักรกลรถขุดขนาด $1\frac{1}{2}$ หลา ³ ยี่ห้อ DL-MA	11
2.6	แสดงจำนวนเครื่องจักรกลรถขุดขนาด $1\frac{1}{2}$ หลา ³ ยี่ห้อ HB-CM	11
2.7	แสดงจำนวนเครื่องจักรกลรถขุดขนาด $\frac{3}{4}$ หลา ³ ยี่ห้อ DL-MA และ CL-TM	18
2.8	แสดงจำนวนเครื่องจักรกลรถขุดขนาด $\frac{3}{4}$ หลา ³ ยี่ห้อ HB-CM, HB-WM และ HB-TM	12
2.9	แสดงจำนวนเครื่องจักรกลรถขุดขนาด $1\frac{1}{2}$ หลา ³ ยี่ห้อ DL-CM	13
2.10	แสดงหมายเลขและจำนวนตลับลูกปืนต่อตันแรงเสียดทานที่นำมาศึกษา	13
2.11	แสดงเวลาการทำงานได้ก่อนการขัดข้องของเครื่องจักรกลรถขุดกลุ่มที่ 1 ...	15
2.12	แสดงเวลาการทำงานได้ก่อนการขัดข้องแรงเครื่องจักรกลรถขุดกลุ่มที่ 2 ...	15
2.13	แสดงเวลาการทำงานได้ก่อนการขัดข้องของเครื่องจักรกลกลุ่มที่ 3	16
2.14	แสดงเวลาการทำงานได้ก่อนการขัดข้องของเครื่องจักรกลรถขุดกลุ่มที่ 4	17
2.15	แสดงเวลาการทำงานได้ก่อนการขัดข้องของเครื่องจักรกลรถขุดกลุ่มที่ 5 ...	18
2.16	แสดงเวลาการทำงานได้ก่อนการขัดข้องของอุปกรณ์หมายเลข 216 WD	20
2.17	แสดงเวลาการทำงานได้ก่อนการขัดข้องของอุปกรณ์หมายเลข GR-56	20
2.18	แสดงเวลาการทำงานได้ก่อนการขัดข้องของอุปกรณ์หมายเลข 124 WD	20
2.19	แสดงเวลาการทำงานได้ก่อนการขัดข้องของอุปกรณ์หมายเลข 130 WD	21
2.20	แสดงเวลาการทำงานได้ก่อนการขัดข้องของอุปกรณ์หมายเลข NSK 6313 Z	21
3.1	การทดสอบความเหมาะสมของ การ แยกแยะ เอ็กโปเน็นเชียล	24
3.2	การทดสอบความเหมาะสมการ แยกแยะของ เครื่องจักร กลรถขุดกลุ่มที่ 1	25
3.3	การทดสอบความเหมาะสมการ แยกแยะของ เครื่องจักร กลรถขุดกลุ่มที่ 2	25
3.4	การทดสอบความเหมาะสมการ แยกแยะของ เครื่องจักร กลรถขุดกลุ่มที่ 3	26

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
3.5	การทดสอบความเหมาะสมการ แยกแยะของ เครื่องจักร กลรตชุดกลุ่มที่ 4	26
3.6	การทดสอบความเหมาะสมการ แยกแยะของ เครื่องจักร กลรตชุดกลุ่มที่ 5	26
3.7	การทดสอบความเหมาะสมการ แยกแยะ เวลขของ อุปกรณ์ตัดสับลูกปืน	27
3.8	การ แยกแยะข้อมูลจริงของ เครื่องจักร กลรตชุดกลุ่มที่ 1	30
3.9	การ แยกแยะข้อมูลจริงของ เครื่องจักร กลรตชุดกลุ่มที่ 2	31
3.10	การ แยกแยะข้อมูลของ เครื่องจักร กลรตชุดกลุ่มที่ 3	32
3.11	การ แยกแยะข้อมูลของ เครื่องจักร กลรตชุดกลุ่มที่ 4	33
3.12	การ แยกแยะข้อมูลของ เครื่องจักร กลรตชุดกลุ่มที่ 5	34
3.13	การหาความชันด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด	42
3.14	MTTF ของ เครื่องจักร กลรตชุดจาก การ แยกแยะสถิติ	46
3.15	MTTF ของ อุปกรณ์ตัดสับลูกปืนต่อต้านแรง เลียดทาน	46
5.1	ระดับความรุนแรง การขัดข้องของ เครื่องจักร กลรตชุด	66
5.2	แสดงจำนวน เครื่องจักร กลรตชุดที่ได้รับในแต่ละปี	76
5.3	ตัวอย่างใบตรวจเช็คสภาพ เครื่องจักร กลรตชุด	85
5.4	แสดงตารางรายการบำรุงรักษา เครื่องจักร กลรตชุด	93
6.1	เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจเช็คสภาพ	106
6.2	เครื่องมือซ่อมแซมและซ่อมสร้าง เครื่องจักร กลรตชุด	107
6.3	รายการและจำนวน เครื่องจักร กลรตชุดของ กรมชลประทาน	109
6.4	แผนภูมิแสดง ความรับผิดชอบของงานข้อมูล	116
6.5	แสดง การสร้าง เส้นโค้ง $R(t) . t$	119
6.6	แสดง ประสิทธิภาพเวลาใช้งานที่เพิ่มขึ้นจากการซ่อมแซมและการ เปลี่ยนอุปกรณ์ ชำรุดตามเวลาที่กำหนด	121
6.7	ราคางานต่อหน่วยปริมาณงานดิน	122
6.8	งบประมาณและค่าใช้จ่ายประจำปี	123
6.9	แสดง ปริมาณงานค่าใช้จ่ายผันแปรของ เครื่องจักร กลรตชุด	126

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
6.10	แสดงชั่วโมงการทำงานของเครื่องเครื่องจักรกลชุดในเวลา 1 ปี.....	128
6.11	แสดงปริมาณงานคืนที่เพิ่มขึ้นจากการซ่อมบำรุงรักษาตามเวลาที่กำหนด....	129
ก.1	แสดงจำนวนเครื่องจักรกลที่ยังไม่เกิดการขัดข้องที่เวลา t	136
ข.2	แสดง $R(t)$ และ $F(t)$	136
ค.3	แสดงค่า $f(t)$ และ $r(t)$ ที่เวลา t	139
ก.4	แสดงการคำนวณค่า TTF, TTR, MTF และ MTR	148
ก.5	แสดงค่าพารามิเตอร์ของขบวนการ RFF	149
ก.6	พารามิเตอร์ความน่าจะเป็นของขบวนการ RFF	162
ก.7	พารามิเตอร์ความน่าจะเป็นของขบวนการ FTR	162
ก.8	พารามิเตอร์ความน่าจะเป็นของขบวนการทั้งหมด	163

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงชนิดของ เครื่องจักรกลรถยนต์	9
3.1	กราฟ $R(t)$, $F(t)$ และ $x(t)$ ของ เครื่องจักรกลรถยนต์กลุ่มที่ 1	29
3.2	กราฟฟังก์ชัน เวลาที่ใช้งานก่อนการขัดข้องที่ได้จากข้อมูลของ เครื่องจักรกล รถยนต์กลุ่มที่ 1-5	35
3.3	กราฟอัตรา การขัดข้องที่ได้จากข้อมูลของ เครื่องจักร กลรถยนต์กลุ่มที่ 1-5 ..	35
3.4	กราฟฟังก์ชัน เวลาที่ใช้งานก่อนการขัดข้องของ อุปกรณ์ที่ 1-5	36
3.5	กราฟอัตรา การขัดข้องของ อุปกรณ์ที่ 1-5	36
3.6	เส้นโค้ง การกระจายการขัดข้องของ เครื่องจักร กลรถยนต์กลุ่มที่ 1	47
3.7	เส้นโค้ง การกระจายการขัดข้องของ เครื่องจักร กลรถยนต์กลุ่มที่ 2	47
3.8	เส้นโค้ง การกระจายการขัดข้องของ เครื่องจักร กลรถยนต์กลุ่มที่ 3	48
3.9	เส้นโค้ง การกระจายการขัดข้องของ เครื่องจักร กลรถยนต์กลุ่มที่ 4	48
3.10	เส้นโค้ง การกระจายการขัดข้องของ เครื่องจักร กลรถยนต์กลุ่มที่ 5	49
3.11	เส้นโค้ง การกระจายการขัดข้องของตลับลูกปืนต่อแรง เลียบทาน 5 รายการ	50
5.1	แสดง การสั่ง กำสั่งทำงานของระบบของ เครื่องจักร กลรถยนต์	61
5.2	ลักษณะทั่วไปของ เครื่องจักร กลรถยนต์	62
5.3	แสดงระบบสั่ง กำสั่ง แบบกลไกของ เครื่องจักร กลรถยนต์	64
5.4	แสดงระบบทำงานที่ใช้ระบบสั่ง กำสั่ง แบบของ เหลว	65
5.5	แสดง แผนภูมิการบำรุงรักษา แบบ เป็นระบบ	72
5.6	แผนภูมิฝ่ายรถยนต์ของ เครื่องจักร กลงานดิน	74
5.7	แผนภูมิแสดง ความรับผิดชอบงานบำรุงรักษา เครื่องจักร กลรถยนต์	77
5.8	แผนภูมิแสดงขั้นตอนการบำรุงรักษา	78
5.9	แสดง ความสัมพันธ์ ระหว่าง อัตราการขัดข้อง และช่วง เวลาทำการบำรุงรักษา	81

รายการรูปภาพประกอบ

รูปที่	หน้า
5.10 แสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการขัดข้อง และ เวลา การใช้งาน	81
5.11 การปฏิบัติการบำรุงรักษา เครื่องจักร กลรรถชุด	83
5.12 แสดง แผนงานบำรุงรักษา	87
5.13 การดำเนินการวางแผนการบำรุงรักษา เครื่องจักร กลรรถชุด	89
5.14 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการปฏิบัติการบำรุงรักษา	90
5.15 โดอะ แกรม เหตุ และ ผลการขัดข้องของ เครื่องจักร กลรรถชุด	96
6.1 ตารางแสดง เวลา กำลัง คนที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษา เพื่อการป้องกัน . . .	102
6.2 องค์ประกอบการบริหารงานผลิตดูแลผลประโยชน์	112
6.3 การดำเนินงานบริหารการผลิตดูแลผลประโยชน์ของ เครื่องจักร กลรรถชุด . . .	112
6.4 แสดง การดำเนินการ กำหนดความต้องการ วัสดุดูแลผลประโยชน์	113
6.5 แสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง พลัง กับ ความไม่ไว้วางใจ และ การบำรุงรักษา . . .	117
6.6 แสดง เส้นโค้งระยะ เวลา ใช้งานได้อัตโนมัติ	118
6.7 แสดง ระยะ เวลา ใช้งานได้อัตโนมัติของ เครื่องจักร กลรรถชุดกลุ่มที่ 1	120
ก.1 แสดง การ เปลี่ยนสภาวะ การขัดข้อง - ซ่อมแซม	135
ก.2 แสดง โค้ง $R(t)$ และ $F(t)$	134
ก.3 แสดง จำนวนการขัดข้อง และความน่าจะเป็นการขัดข้อง	138
ก.4 แสดง ความสัมพันธ์ของ $R(t)$ และ $F(t)$	141
ก.5 แสดง ประสิทธิภาพของ เครื่องจักรกล	143
ก.6 แสดง $A(t)$ ของอุปกรณ์ที่สามารถทำการซ่อมแซมได้และไม่สามารถซ่อมแซมได้	144
ก.7 แสดง เครื่องจักรกลที่เกิดขัดข้องในช่วง เวลา $(t, t+dt)$	150
ก.8 แสดง เครื่องจักรกลที่ได้รับการซ่อมแซมระหว่างช่วง เวลา $(t, t+dt)$	152
ก.9 แสดง เวลาเฉลี่ยที่ขัดข้อง เวลา T	156