

การทออายุเฉลี่ยการใช้งานของมาตรวัดน้ำประปาของการประปานครหลวง



นาย ไพบูลย์ แฉิมเพื่อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานพจน์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

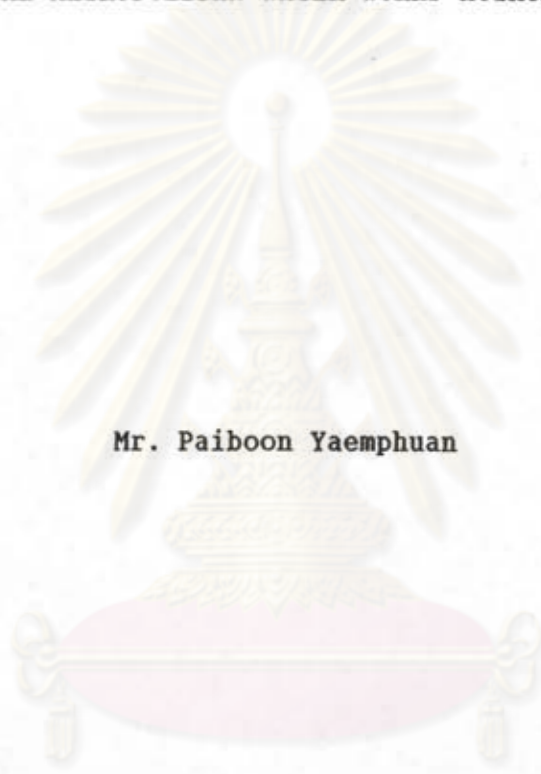
ISBN 974-631-773-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MEAN TIME BETWEEN FAILURES DETERMINATION OF WATER METERS USED

BY

THE METROPOLITAN WATER WORKS AUTHORITY



Mr. Paiboon Yaemphuan

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-631-773-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การหาอายุเฉลี่ยการใช้งานของมาตรวัดน้ำประปาของการประปานครหลวง  
โดย นาย ไพบูลย์ อี่ยมเพื่อน  
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. วรภัทร์ กุ้เจริญ  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นาย ชวพล รักษาสุข

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับเป็น ส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ กุ้สุวรรณ )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
( ศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤกษ์ )

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
( อาจารย์ ดร. วรภัทร์ กุ้เจริญ )

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
( นาย ชวพล รักษาสุข )

..... กรรมการ  
( ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ )

..... กรรมการ  
( นาย นิลชลัท คุ้หิรัญ )

ไพบูลย์ แซ่มเพื่อน : การหาอายุเฉลี่ยการใช้งานของมาตรวัดน้ำประปาของการประปานครหลวง ( MEAN TIME BETWEEN FAILURES DETERMINATION OF WATER METERS USED BY THE METROPOLITAN WATER WORKS AUTHORITY ) อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร. วรภัทร์-ภูเจริญ อ.ที่ปรึกษาร่วม : นาย ชวพล รักษาสุข, 327 หน้า. ISBN 974-631-773-3

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาอายุเฉลี่ยการใช้งานของมาตรวัดน้ำประปานครหลวงขนาดใหญ่ของการประปานครหลวง อันจะนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนถอดเปลี่ยนมาตร มาเพื่อบำรุงรักษา การดำเนินการวิจัยนั้น ได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว มีสองแบบคือแบบใบพัดนอน และแบบใบพัดตั้งจำนวน 140 ตัว จากมาตรที่ติดตั้งในพื้นที่ 5 สาขา คือ สาขาญาไท สาขาแมนศรี สาขาทุ่งมหาเมฆ สาขาพระโขนง และสาขาสมุทรปราการ มาตรกลุ่มตัวอย่างเป็นมาตรใหม่ที่มีอายุการติดตั้ง ตั้งแต่ 1-4 ปี ได้ถอดเปลี่ยนนำมาตรสอบความเที่ยงตรงความแม่นยำและตรวจวัดการสึกหรอ

ผลการวิจัยคือมาตรวัดน้ำขนาด 4 นิ้ว ที่มีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อเดือน 1200-2700 ลูกบาศก์เมตร ความดันน้ำเฉลี่ยในเส้นท่อ 8-20 เมตรน้ำ จะมีอายุเฉลี่ยการใช้งาน ระหว่าง 3.5-4 ปี โดยจะเดินช้าลงตามอายุการติดตั้งและตามปริมาณการใช้น้ำ และเมื่อนำไปซ่อมปรับแต่งแล้ว ยังสามารถนำไปใช้งานได้ต่อไป เมื่อทราบอายุสามารถใช้กำหนดแผนการถอดเปลี่ยนมาตรตามปริมาณการใช้น้ำ โดยผู้นำไปใช้งานต้องเผื่อช่วงเวลาน้ำ (Lead Time) ลงไป ส่วนผลวิจัยการสึกหรอพบว่ามาตรวัดน้ำแบบใบพัดนอนสึกหรอที่แบริงหลังมากกว่ามาตรแบบใบพัดตั้ง ชุดเฟืองทกมีอัตราสึกสูงแล้วทำด้วยพลาสติกเฟืองตัวเล็กมีจำนวนฟันน้อยกว่า 10 ฟัน จะสึกหรอสูงมากกว่าเฟืองตัวใหญ่

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....  
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....  
ปีการศึกษา.....2537.....

ลายมือชื่อนิติ..... 45.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## C315952 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: MEAN TIME BETWEEN FAILURES/ACCURACY/PRECISION/RELIABILITY

PAIBOON YAEMPHUAN : MEAN TIME BETWEEN FAILURES DETERMINATION OF WATER METERS USED BY THE METROPOLITAN WATERWORKS AUTHORITY.

THESIS ADVISOR : WORAPHAT PHUCHAROEN, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR :

CHAVAPOL RUGSASOOK, 327 pp. ISBN 974-631-773-3

The purpose of this research is the determination of the mean time between failures of large meters, at the Metropolitan Waterworks Authority, Bangkok (MWA.). By the result of this research it can be applied to make a replacement and maintenance planning program. The sample meters of this research are 4 inches in diameter size only. And the flow type of meters are both horizontal flow (Helical van) and vertical flow (Turbine van) at 140 sample meters. They were installed in service in 5 branches ( Prayatai, Mansri, Tungmahamek, Prakanong, and Samutprakarn ). All of them are new meters and the installation years are 1-4 years. By the replacement program of MWA., all of them were brought to the meter workshop for accuracy test precision test and wear inspection.

By the research, the results show that the 4 inches meter which are operated or put in service at the consumption of 1,200-2,700 cubic meter per month and 8-20 mH<sub>2</sub>O water pressure, having mean time between failures in the range of 3.5-4 years. They will measure in slow down or volumn lower than the actual used along the service life and water consumption. After repaired and maintained, they can be used again. When the mean time was determined, but the lead time shall be considered. And the wear inspection, the parts of horizontal flow type are more than vertical flow type. The high ratio of plastic gears and the small gears having less than 10 teethes, will wear vary more than big gears

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม

สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา..... 2537

ลายมือชื่อนิสิต..... *AS*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *Pana 9-5*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... *Pana 9-5*



### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลงไปได้ด้วยความช่วยเหลือแนะนำเป็นอย่างดีของอาจารย์ ดร.วราภรณ์ ภู่งเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งให้ข้อคิดและแนวทางในการทำวิจัยนี้ตลอดจนสามารถ รัชชาสุช ผู้อำนวยการกองมาตรฐานวัดน้ำ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาอีกท่านหนึ่งที่ให้คำปรึกษาด้านข้อมูลในการทำวิจัยนี้ อนึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณสุรัตน์ โชคานุกาฬ หัวหน้าส่วนบริการที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านการเก็บมาตรตัวอย่างจากสนาม ขอขอบพระคุณ ว่าที่เรืออากาศเอก เอี่ยมศักดิ์ สุขการคำ หัวหน้าส่วนโรงงานมาตรฐานวัดน้ำที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านการทดสอบมาตรฐานวัดน้ำและเจ้าหน้าที่กองมาตรทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือให้ความสะดวกในการทำวิจัยนี้

ไพบุลย์ แหม่มเพื่อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช

บทที่

1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
มุลเหตุจูงใจ.....	3
จุดประสงค์ของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	4
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	5
คำจำกัดความ.....	5
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	6
สัมมุติฐานการวิจัย.....	7
2. ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการประปานครหลวง.....	8
การแบ่งเขตความรับผิดชอบ.....	8
การผลิตน้ำประปา.....	8
คุณภาพน้ำ.....	11
ระบบส่งจ่ายน้ำ.....	12

การสูญเสียน้ำในระบบ.....	13
สภาพการใช้น้ำ.....	14
3. มาตรฐานน้ำ.....	16
ชนิดของมาตรฐานน้ำ.....	16
มาตรฐานน้ำที่ใช้กับการประปานครหลวง.....	21
4. การดำเนินการวิจัย.....	38
กลุ่มประชากร.....	38
ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอายุเฉลี่ยการใช้งาน.....	39
การเก็บตัวอย่างมาตรฐาน.....	50
การทดสอบความเที่ยงตรงและความแม่นยำ.....	50
การวิเคราะห์หาอายุเฉลี่ยการใช้งาน.....	52
การถอดศึกษาชิ้นส่วนของมาตรฐานน้ำ.....	55
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
ผลการศึกษาคู่แปร.....	56
ผลการศึกษาคู่ภาพน้ำ.....	63
ผลการศึกษาอายุการใช้งาน.....	79
ผลการถอดและตรวจสอบมาตรฐานน้ำ.....	115
ผลการทดสอบความเที่ยงตรงและความแม่นยำหลังซ่อม.....	118
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	121
สรุปผลการวิจัย.....	121
ข้อเสนอแนะ.....	123
รายการอ้างอิง.....	125



ภาคผนวก.....	128
ภาคผนวก ก รูปชิ้นส่วนและตารางการวิเคราะห์ชิ้นส่วนของมาตร.....	129
ภาคผนวก ข แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ประวัตินามาตร และแผนที่แสดงจุดเก็บมาตร.....	156
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.....	171
ภาคผนวก ง ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรง การหาค่าคลาดเคลื่อนและการคำนวณหาความแม่นยำของมาตรวัดน้ำ.....	191
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์หาสมการที่เหมาะสมสำหรับค่าคลาดเคลื่อนของความเที่ยงตรงมาตรวัดน้ำตัวอย่าง.....	204
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์หาสมการที่เหมาะสมสำหรับค่าความแม่นยำของมาตรวัดน้ำตัวอย่าง.....	213
ภาคผนวก ช ผลการคำนวณหาอายุและแผนการถอดเปลี่ยนมาตรวัดน้ำ.....	223
ภาคผนวก ซ ผลการวัดหาค่าความลึกทรของมาตรวัดน้ำ.....	228
ภาคผนวก ฅ ผลการทดสอบความเที่ยงตรง ค่าคลาดเคลื่อน ค่าความแม่นยำและการวิเคราะห์หาสมการค่าคลาดเคลื่อนและความแม่นยำ(หลังซ่อม)	252
ภาคผนวก ฌ โปรแกรมการหาความแม่นยำ โปรแกรมการวิเคราะห์ทดสอบความแปรปรวน และโปรแกรมการหาสมการที่เหมาะสม.....	294
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดความต้องการของมาตรวัดน้ำในการประสานครหลวง	307
ภาคผนวก ฎ แบบฟอร์มบันทึกการเก็บข้อมูล.....	323
ประวัติผู้เขียน.....	327