# การศึกษาปริมาณน้ำสูญเสียในระบบท่อของการประปานครหลวง

นาย ภุชงค์ ชิตเดชะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-470-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16075201

# A STUDY OF WATER LEAKAGE IN THE PIPE LINE SYSTEM OF THE METROPOLITAN WATERWORKS AUTHORITY

MR. PUCHONG CHIDDECHA

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Industrial Engineering

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-632-470-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาปริมาณน้ำสูญเสียในระบบท่อของการประปานครหลวง

โดย นาย ภุชงค์ ชิตเดชะ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม นาย วัฒนา ยุกแผน

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(นาย วัฒนา ยุกแผน)

.....กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ภุชงค์ ชิตเดชะ : การศึกษาปริมาณน้ำสูญเสียในระบบท่อของการประปานครหลวง (A STUDY OF WATER LEAKAGE IN THE PIPE LINE SYSTEM OF THE METROPOLITAN WATERWORKS AUTHORITY) อ.ที่ปรึกษา : ศ. อัมพิกา ไกรฤทธิ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : นาย วัฒนา ยุกแผน , 174 หน้า, ISBN 974-632-470-5

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาปริมาณน้ำสูญเสียในระบบท่อของการประปานครหลวงและนำเสนอรูปแบบจำลองโครงข่ายระบบท่อ ในเขตพื้นที่สำนักงานประปาสาขาทุ่งมหาเมฆ

ผลสรุปได้ดังนี้คือ

1. ปริมาณน้ำสูญเสียของสำนักงานประปาสาขาทุ่งมหาเมฆ เนื่องจากการสูญเสียในประเภทต่างๆ ในปีงบประมาณ 2537 ตุลาคม 2536 ถึง กันยายน 2537 ซึ่งมีอัตราการสูญเสียประมาณ 59 ลูกบาศก์เมตรต่อความยาวท่อ 1 เมตร หรือ 107,583 ลูกบาศก์เมตรต่อวันหรือ 3,272,583 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 38.6

2. ปริมาณน้ำสูญเสียในระบบท่อ ในปีงบประมาณ 2537 เนื่องจากสาเหตุที่สำคัญได้แก่ท่อและอุปกรณ์ท่อเสื่อมตามวาระ การผุกร่อน การก่อสร้าง และการซ่อม ฯลฯ ประมาณ 25,446,000 ลูกบาศก์เมตร ดัชนีน้ำสูญเสียต่อผู้ใช้น้ำ 49.96 ลิตร /ราย/ชั่วโมง ดัชนีน้ำสูญเสียต่อความยาวท่อ 5.55 ลิตร /เมตร / ชั่วโมง

3. แบบจำลองโครงข่ายระบบท่อสำนักงานประปาสาขาทุ่งมหาเมฆ การใช้คอมพิวเตอร์ จำลองแบบสำหรับศึกษาค่าการไหลของน้ำและค่าระดับความดันน้ำที่จุดต่างๆ โดยใช้พฤติกรรมการไหลของน้ำในระบบท่อตามทฤษฎีชลศาสตร์โดยใช้ข้อมูลนำเข้าที่สำคัญคือปริมาณน้ำที่ไหลเข้าในสาขาและความต้องการใช้น้ำจากใบเก็บค่าน้ำสามารถทดสอบความเชื่อมั่นด้วยค่าสถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ยอมรับสมมติฐานว่าค่าเฉลี่ยระดับความดันน้ำจากแบบจำลองเท่ากับค่าเฉลี่ยระดับแรงดันน้ำที่วัดได้ในสนาม

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

## C316022 : : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEER
KEY WORD:
PIPE LINE SYSTEM / WATER LEAKAGE

PUCHONG CHIDDECHA : A STUDY OF WATER LEAKAGE IN THE PIPE LINE SYSTEM OF THE METROPOLITAN WATERWORKS AUTHORITY. THESIS ADVISOR : PROF. AMPIKA KRAIRIT, THESIS CO-ADVISOR : MR. WATTANA YUKPAN,
174 pp. ISBN 974-632-470-5

This thesis is a study of water leakage in the pipe line of the Metropolitan Waterworks Authority , and proposes the pipe line system network model for Tung Mahamek Branch.

It is concluded that

1. Water leakge of Tung Mahamek Branch during October 1993 to September 1994 was 59 cubic metres per metre of the pipe length, averaging 107,583 cubic metres per day or 3,272,583 cubic metres per month , or 38.6 percent of the amount of water through the pipe.

2. The main causes of water leakage of the pipe line system in fiscal year 1994 were aging , corrosion and damages from construction and repairing. The amount of leakage was about 25,446,000 cubic metres. The leakage index per customer was 49.96 litres / customer/ hour and the leakage index per pipe length was 5.55 litres / metre / hour.

3. The network modeling of Tung Mahamek Branch uses computer to study flow rate and hydraulic grade line at any node in the network. The model assumes that the behavior of the flow rate agree with hydraulic theory. Important input data are in-flow rate of the branch and the demand from billing. A statistical test showed that the hydraulic grade line of the model and the hydraulic grade line in the field test were not different significantly at the significant level of 0.05.

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยการให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งของศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ นายวัฒนา ยุกแผน รองผู้ว่าการประปานครหลวงฝ่ายวางแผนและพัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ อาจารย์คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ช่วยให้ข้อแนะนำในการดำเนินงานวิจัย พร้อมทั้งรุ่นพี่ที่การประปานครหลวงซึ่งกรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำ ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเป็นอย่างดียิ่ง เป็นผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ จึงใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

ภุชงค์ ชิตเดชะ

เมษายน 2538

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ซ

**บทที่ 1. บทนำ** ..... 1

สภาวะความเป็นมาและแนวทางเหตุผล ..... 1

วัตถุประสงค์ ..... 2

ขอบเขตของการวิจัย ..... 2

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย ..... 2

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย ..... 3

**บทที่ 2. วิทยาการและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง** ..... 4

แนวความคิดเกี่ยวกับปริมาณน้ำสูญเสีย ..... 4

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ..... 6

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 10

**บทที่ 3. การศึกษาสภาพทั่วไปของปริมาณน้ำสูญเสียในระบบท่อ** ..... 16

ประเภทการสูญเสียน้ำประปา ..... 16

การดำเนินงานลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวง ..... 17

ทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติในการลดปริมาณน้ำสูญเสีย ..... 21

มาตรการป้องกันน้ำสูญเสีย ..... 24

การลดปริมาณน้ำสูญเสีย ..... 28


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| | ปัจจัยที่มีผลต่อการรั่วไหลในระบบท่อ ..... | 32 |
| | หลักเกณฑ์การกำหนดขนาดท่อประปา ..... | 32 |
| | งานก่อสร้างวางท่อจ่ายน้ำ ท่อบริการและงานที่เกี่ยวข้อง ..... | 37 |
| | เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจหาท่อรั่ว ..... | 48 |
| | การซ่อมท่อ ..... | 61 |
| | การตรวจสอบพฤติกรรมท่อด้วย Instrumentation ..... | 65 |
| | การควบคุมการผุกร่อนของท่อประปา ..... | 69 |
| | สิ่งซึ่งมีผลกระทบโดยตรงหรือทางอ้อมต่อน้ำสูญเสีย ..... | 73 |
| **บทที่ 4.** | **การวิเคราะห์ระบบปริมาณน้ำสูญเสียในระบบท่อ และแบบจำลองโครงข่ายระบบท่อในสำนักงานประปาสาขาทุ่งมหาเมฆ** ..... | 97 |
| | แนวความคิดเกี่ยวกับแบบจำลองโครงข่าย..... | 97 |
| | การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน..... | 97 |
| | การสร้างแบบจำลอง..... | 98 |
| | การจัดเตรียมข้อมูล..... | 99 |
| | การแปรรูปแบบจำลอง..... | 106 |
| | ผลลัพธ์ของแบบจำลองโครงข่ายของระบบท่อ..... | 106 |
| | การวิเคราะห์แบบจำลอง..... | 115 |
| | การทดสอบความถูกต้อง..... | 117 |
| | การคำนวณวิเคราะห์น้ำสูญเสียในระบบท่อ..... | 126 |
| **บทที่ 5.** | **สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ** ..... | 128 |
| | อัตราการสูญเสียน้ำประปารวมทั้งสาขาในปี 2537..... | 128 |


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)


หน้า

อัตราการสูญเสียน้ำประปาในระบบท่อในปี 2537..... 128

การเปรียบเทียบการสูญเสียในบริเวณต่าง ๆ..... 129

สาเหตุของการสูญเสียน้ำในระบบท่อ..... 129

แนวทางแก้ไขการสูญเสียน้ำในระบบท่อ ..... 129

ข้อเสนอแนะ ..... 130

รายการอ้างอิง ..... 132

ภาคผนวก ..... 134

ภาคผนวก ก แสดงประเภทท่อและอุปกรณ์ในระบบท่อ..... 135

ภาคผนวก ข แสดงโปรแกรมวิเคราะห์การรั่วไหลในระบบท่อ..... 153

ภาคผนวก ค แสดงการศึกษาของ ADB เรื่องน้ำสูญเสียของเมืองต่าง ๆ ใน ASIA ..... 173

ประวัติผู้เขียน ..... 174



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | แสดงค่า $C_H$ ของท่อแต่ละชนิด ..... | 5 |
| 3.1 | มาตรการป้องกันน้ำสูญเสีย ..... | 25 |
| 3.2 | ข้อแตกต่างระหว่างท่อรั่วบนดินกับท่อรั่วใต้ดิน..... | 63 |
| 3.3 | ผลงานปี 2537..... | 77 |
| 3.4 | ด้านการผลิต ปริมาณน้ำผลิตจ่าย..... | 79 |
| 3.5 | ด้านการขยายการลงทุน ค่าใช้จ่ายโครงการ..... | 80 |
| 3.6 | ด้านการตลาดและการให้บริการ..... | 81 |
| 3.7 | สถิติสำคัญในรอบ 5 ปี ..... | 82 |
| 3.8 | แสดงการวัดปริมาณน้ำรั่วไหลตอนกลางคืนในแต่ละบล็อคในสำนักงานประปาสาขาทุ่งมหาเมฆ ..... | 83 |
| 4.1 | แสดงค่า HGL ที่วัดในสนามและที่คำนวณได้จากแบบจำลอง..... | 119 |


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญภาพ


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | แสดงองค์ประกอบของน้ำที่เรียกเก็บเงินได้กับน้ำสูญเสีย ..... | 5 |
| 3.1 | แสดงร้อยละของน้ำสูญเสียของการประปานครหลวงปี2511-2537... | 18 |
| 3.2 | แสดงผังบริหาร CORROSION CONTROL DEPARTMENT ..... | 72 |
| 3.3 | แสดงร้อยละของปริมาณน้ำขายเทียบกับน้ำผลิตจ่าย ธค.2536-กพ.2538 สาขาทุ่งมหาเมฆ ..... | 78 |
| 4.1 | แสดงกระบวนการจำลองแบบโครงข่ายระบบท่อ ..... | 100 |
| 4.2 | แสดงสถานที่วัดการไหลของน้ำในเขตทุ่งมหาเมฆ ..... | 107 |
| 4.3 | แสดงสถานที่วัดแรงดันน้ำในเขตทุ่งมหาเมฆ ..... | 108 |
| 4.4 | แสดงแนวระดับการไหลของน้ำประจำวันที่ 15-16 กพ.2538 ในเขตทุ่งมหาเมฆ ..... | 109 |
| 4.5 | แสดงอัตราส่วนของการวัดค่าเฉลี่ยการไหลของน้ำในเวลากลางคืน (MNF) 2มค.2538 - 22 กพ.2538 ในเขตทุ่งมหาเมฆ ..... | 110 |
| 4.6 | แสดงการไหลของน้ำรวมเข้าในเขตสำนักงานประปาสาขาทุ่งมหาเมฆ | 111 |
| 4.7 | แสดงแผนที่ระดับแรงดันน้ำ วันที่ 27 มค.2538 เวลา 00.00 น. ในเขตสำนักงานประปาสาขาทุ่งมหาเมฆ ..... | 112 |
| 4.8 | แสดงแผนที่ระดับแรงดันน้ำ วันที่ 27 มค.2538 เวลา 09.00 น. ในเขตสำนักงานประปาสาขาทุ่งมหาเมฆ ..... | 113 |
| 4.9 | แสดงแผนที่ระดับแรงดันน้ำ วันที่ 27 มค.2538 เวลา 12.00 น. ในเขตสำนักงานประปาสาขาทุ่งมหาเมฆ ..... | 114 |

สารบัญภาพ (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.10 | แสดงค่า HGL ณ จุด TM1004 | 120 |
| 4.11 | แสดงค่า HGL ณ จุด TM1074 | 121 |
| 4.12 | แสดงค่า HGL ณ จุด TM1160 | 122 |
| 4.13 | แสดงค่า HGL ณ จุด TM1176 | 123 |
| 4.14 | แสดงค่า HGL ณ จุด TM1228 | 124 |
| 4.15 | แสดงค่า HGL ณ จุด TM1236 | 125 |
| 4.10 | แสดงค่า HGL ณ จุด TM1004 | 120 |


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย