

การศึกษาริจัยและประเมินผลระบบทรายกรองสำหรับการประปาสุขาภิบาลหนองโก



นายวรณิตย์ ชยาวิวัฒนาวงศ์

007435

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2525

i 17191701

Study and Assessment of Slow Sand Filter for
Nong Ko Sanitary District Water Supply

Mr. Voranit Chayaviwattanawong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

for the Degree of Engineering

Department of Sanitary Engineering

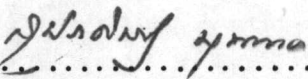
Graduate School

Chulalongkorn University

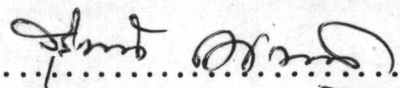
1982

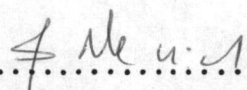
หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาวิจัยและประเมินผลระบบทรายกรองซ้ำสำหรับ การประปาสุขาภิบาลหนองโก
ชื่อนิสิต	นายวรณิตย์ ชยาวิวัฒนวงศ์
ภาควิชา	วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ สุดใจ จำปา

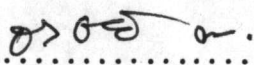
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

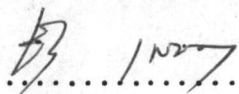

..... คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ นุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. สุรินทร์ เศรษฐมานิต)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุดใจ จำปา)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. องชัย พรธณสวัสดิ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระ เกรอด)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาวิจัยและประเมินผลระบบทรายกรองซ้ำสำหรับการประปา
 สุขาภิบาลหนองโก

ชื่อนิสิต นายวรณิตย์ ชยาวิวัฒนาวงศ์

ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ สุดใจ จำปา

ปีการศึกษา 2524



บทคัดย่อ

ระบบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปามี 2 ระบบ คือ ระบบทรายกรองซ้ำและระบบทรายกรองเร็ว สำหรับระบบทรายกรองซ้ำนั้น ควรจะได้รับการพิจารณาเลือกใช้เป็นอย่างยิ่งในการประปาชุมชน การพิจารณานี้จะเป็นไปได้หรือไม่ จำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อหาข้อมูลโดยละเอียด ในการนี้ กองประปาชุมชน กรมอนามัย ซึ่งเป็นหน่วยงานมีหน้าที่วางแผน ออกแบบและดำเนินการก่อสร้างระบบประปาให้กับชุมชนในชุมชน ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการประปาชุมชนที่ประปาชุมชนที่ได้ออกแบบจัดสร้างโดยใช้ระบบทรายกรองซ้ำไปแล้วนั้น ควรจักได้มีการศึกษาวิจัยและประเมินผลเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นแนวทางประกอบการพิจารณาจัดทำโครงการแห่งอื่นให้เหมาะสมยิ่งขึ้น จึงได้มอบหมายโครงการประปาสุขาภิบาลหนองโก ค. หนองโก อ. กระนวน จ. ขอนแก่น เป็นสถานที่ให้ทำการศึกษาวิจัย

ในการดำเนินงานศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ประสงค์ที่จะหาทราบถึงประสิทธิภาพของระบบทรายกรองซ้ำ ในด้านการออกแบบ, การก่อสร้าง, การดำเนินงาน, การบำรุงรักษาและความเหมาะสมจากการเลือกใช้ระบบนี้ในการผลิตน้ำประปาสำหรับชุมชนในชุมชนหรือชุมชนขนาดเล็ก เพื่อนำมาวิเคราะห์ว่ามีประสิทธิภาพเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของประปาชุมชนตามโครงการจัดหาน้ำสะอาดในชุมชนหรือไม่ จะต้องทำการแก้ไขปรับปรุงอย่างไร จึงจะได้ผลตามจุดมุ่งหมาย

การดำเนินงานวิจัยนั้น ได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจข้อมูลเบื้องต้น จัดทำอุปกรณ์ประกอบการศึกษาวิจัยและศึกษาทดลองนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ ผลของการศึกษาวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ความขุ่นของน้ำดิบในช่วงเวลาตลอดปี ส่วนใหญ่แล้วจะมีความขุ่นไม่เกิน 10 J.T.U. ที่ Head loss 50-60 ซม.
2. อัตราการกรองที่ได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $0.17 \text{ ม}^3/\text{ชม.}/\text{ม}^2$.
3. อัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 120 ลิตร/คน/วัน
4. ปริมาณการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 9,000 ม^3 /ปี หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 22 % ต่อปี
5. จำนวนผู้ขอใช้บริการประปามีเพียง 22 % (ปี พ.ศ. 2521) จากจำนวนที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ 2,000 ครอบครัว
6. จำนวนผู้ขอใช้บริการประปาเพิ่มขึ้นประมาณ 55 ครอบครัวต่อปี
7. ผู้ใช้น้ำประปาจำนวนประมาณ 90 % ให้เหตุผลว่า ใช้น้ำประปาเพราะมีความสะดวกและมีความรู้สึกว่าเป็นน้ำที่มีความสะอาด

สรุปได้ว่า การพิจารณาเลือกใช้ระบบทรายกรองช้าในการผลิตน้ำประปาของการประปาสุขาภิบาลหนองไถ่นั้นมีความเหมาะสม แต่ผู้ขอใช้บริการประปามีจำนวนต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ เนื่องจากผู้มีรายได้น้อยไม่ต้องการที่จะเพิ่มค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำประปาใช้ ทำให้ระบบประปาที่ได้ทำการออกแบบก่อสร้างไว้มีขนาดใหญ่เกินกว่าความจำเป็น เมื่อเปรียบเทียบกับความสามารถในการจัดซื้อของประชาชนในเขตชุมชน ฉะนั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ประชาชนได้มีน้ำสะอาดใช้โดยทั่วถึงแล้ว ควรติดตั้งกioskสาธารณะเพื่อบริการให้กับประชาชนผู้มีรายได้น้อย

Thesis Title A Study and Assessment of Slow Sand Filter for
 Nong Ko Sanitary District Water Supply

Name Mr. Voranit Chayaviwattanawong

Department Sanitary Engineering

Thesis Advisor Associate Professor Sudjai Champa

Academic Year 1981

ABSTRACT

In general, there are two water production systems, namely slow sand filtration and rapid sand filtration. A slow sand filter should be considered for rural water supply. However, research work has to be undertaken to collect detailed data required for making a decision whether the system is really suitable. In this connection, the Rural Water Supply Division, Department of Health, which is responsible for planning, design, and construction of water supply systems for rural communities, has an opinion that rural water supply projects which have been designed and constructed using slow sand filters should be studied and assessed, in order to use the data obtained in setting up guidelines for improvements of other similar projects. The water supply system which was subject to this research work is the water works project of Nong Ko Sanitary District, Tambon Nong Ko, Amphoe Kranuan, Khon Kaen province.

The objectives of this research work were as follows:

1. To collect data on the slow sand filtration system with respect to design, construction, operation, maintenance, and suitability of this system for the production of water supply for rural communities or for small communities.

2. To use the data in Item (1) to assess efficiency of the system as well as to evaluate the compatibility of the system with local demands based on the concept of the rural water supply project.

3. To make recommendations for necessary improvements to achieve the goals of the rural water supply project.

This research work was divided into three steps: preliminary investigation, preparation of research apparatus and equipment, experimentation and analysis of results. Results of the study are summarized as follows:-

1. Turbidity of raw water was primarily below 10 JTU throughout the year. At head loss 50-60 cm. The length of filter run exceeded 60 days.

2. The average filtration rate was $0.17 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$.

3. The average water consumption was 120 lpcd.

4. The average rate of increase in water consumption was 9,000 m^3 /year or increase 22 percent per year.

5. In 1978, the number of customers of the water supply system was only 22 percent of the target number of 2,000 households.

6. The number of customers of the water supply system has increased at an average rate of 55 households per year.

It is concluded that the slow sand filter at the water supply system of Nong Ko Sanitary district is a suitable alternative. However, the number of customers is lower than the target because low-income people do not want to increase their household expenses by buying the treated water. As a result, the existing system is overdesigned compared with affordability of the people in the area. It is therefore recommended that public stand posts be installed at appropriate locations for the low-income people.



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สุดใจ จำปา ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมการศึกษาวิจัยครั้งนี้ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนการตรวจสอบ แก้ไข จนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์ประชาสัมพันธ์ เขต 4 ขอนแก่น กองประชาสัมพันธ์ กรมอนามัย เจ้าหน้าที่การประชาสัมพันธ์ของโก ที่ให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ แก่ผู้วิจัย

อนึ่ง ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองประชาสัมพันธ์ กรมอนามัย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การศึกษามีผลสำเร็จลุล่วงไปได้ จึงขอแสดงความขอบคุณผู้อำนวยการ กองประชาสัมพันธ์ คุณเลิศ ไชยณรงค์ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่เสกสอน แนะนำ ให้ความรู้เพิ่มเติม แก่ผู้วิจัยมาตลอด

นายวรณิตย์ ชยาวิวัฒนาวงศ์

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ญ
รายการตารางประกอบ	ท
รายการรูปประกอบ	ฒ
- บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 การจัดหาหน้าสะอาดเพื่อชุมชน	1
1.3 การดำเนินงานกิจการประปา	2
1.4 การจัดทำประปา	3
1.5 ที่มาของการศึกษาวิจัย	4
1.6 จุดประสงค์ของการศึกษาวิจัย	4
1.7 ขอบ เขตของการศึกษาวิจัย	4
2. ทฤษฎีระบบทรายกรองช้า	6
2.1 วิวัฒนาการของระบบ	6
2.2 หลักการทำงานของระบบ	7
2.3 หลัก เกณฑ์การออกแบบ	9
2.3.1 ปริมาณการผลิต	9
2.3.2 จำนวนถังกรอง	10
2.3.3 ขนาดและรูปร่างของถังกรอง	10
2.3.4 ระดับน้ำเหนือผิวทรายกรอง	11
2.3.5 ชั้นตัวกรอง	11

บทที่	หน้า
2.3.6 ระบบระบายน้ำใต้ชั้นตัวกรอง	11
2.3.7 ระบบควบคุมการกรอง	12
2.4 ข้อควรคำนึงประกอบการพิจารณาออกแบบ	13
2.4.1 ลักษณะสมบัติของน้ำดิบ	13
2.4.2 ผลของสาหร่ายที่มีต่อการกรอง	14
2.4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดทรายกรอง, ลักษณะสมบัติของน้ำ ที่ผ่านการกรองและระยะเวลาที่ใช้กรอง	14
2.4.4 การลัดวงจร	15
2.4.5 Negative head	16
2.5 ข้อดีและข้อเสียของระบบทรายกรองช้า	17
2.5.1 ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและอุปกรณ์	17
2.5.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	17
2.5.3 การควบคุมการทำงาน	18
2.5.4 การบำรุงรักษา	18
3. โครงการประปาสุขาภิบาลหนองโก	19
3.1 สุขาภิบาลหนองโก	19
3.1.1 สถานที่ตั้ง	19
3.1.2 สภาพชุมชน	19
3.1.3 ระบบการบริหาร	21
3.2 การประปาสุขาภิบาลหนองโก	21
3.2.1 โครงการประปาสุขาภิบาลหนองโก	21
3.2.2 ระบบการผลิตน้ำประปา	22
3.2.3 ข้อกำหนดในการออกแบบ	22
3.2.4 รายละเอียดการออกแบบก่อสร้าง	23

บทที่	หน้า
3.2.5 อัตราค่าธรรมเนียมและค่าบริการประปา	24
4. การดำเนินงานศึกษาวิจัย	37
4.1 การสำรวจข้อมูลเบื้องต้น	37
4.1.1 การทบทวนรูปแบบของระบบการผลิต	37
4.1.2 ศึกษาการดำเนินงานผลิตน้ำประปาและการปฏิบัติงานของ เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุม	38
4.1.3 การสำรวจสภาพทั่วไปของชุมชน	38
4.1.4 สำรวจสภาพการกระจายตัวของชุมชน	38
4.2 อุปกรณ์และเครื่องมือประกอบการศึกษาวิจัย	39
4.2.1 แบบสอบถาม	39
4.2.2 มาตรวัดน้ำ	39
4.2.3 อุปกรณ์ประกอบการวัด Head loss ของชั้นกรอง	40
4.2.4 อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำที่ผ่านการกรอง	41
4.3 การดำเนินงานศึกษาวิจัย	41
4.3.1 การสำรวจสภาพการใช้น้ำและบริการประปา	41
4.3.2 การศึกษาอัตราการกรองและ Head loss	44
4.3.3 การจัดเก็บตัวอย่างน้ำ	45
4.3.4 การศึกษาปริมาณการใช้น้ำของชุมชน	46
4.4 การวิเคราะห์	46
4.4.1 การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำ	46
4.4.2 การวิเคราะห์ขนาดของทรายกรอง	47
4.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถาม	47
5. ผลการศึกษาวิจัย	48
5.1 ขนาดของทรายกรอง	48
5.2 ลักษณะสมบัติของน้ำดิบและน้ำที่ผ่านการกรอง	49

บทที่	หน้า
5.3 อัตราการกรองและ Head loss	56
5.4 สถิติผู้ใช้บริการน้ำประปา	56
5.5 ปริมาณการใช้น้ำประปา	61
5.5.1 ปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดต่อปี	61
5.5.2 ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวัน	62
5.6 ปริมาณน้ำกักเก็บในถังสูง	65
5.7 ประเมินผลสภาพการใช้น้ำและการบริการประปาของชุมชน	65
5.7.1 ข้อมูลจากผู้ใช้น้ำประปา	65
5.7.2 ข้อมูลจากผู้ที่ยังไม่ได้ใช้บริการประปา	70
5.8 ประเมินผลด้านการจัดเก็บค่าน้ำประปา	72
5.9 ประเมินต้นทุนดำเนินงานผลิตน้ำประปา	73
6. สรุปวิจารณ์และเสนอแนะ	74
เอกสารอ้างอิง	77
ภาคผนวก	79
ประวัติ	96

รายการตารางประกอบ



ตารางที่

หน้า

3.1	แสดงจำนวนประชากรในเขตสุขภาพภิบาลหนองโก	21
4.1	วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในการวิจัย	46
5.1	แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	49
5.2	แสดงการสำรวจข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ	63
5.3	แสดงรายละเอียดการคำนวณปริมาณน้ำที่กักเก็บในถังสูง	66
5.4	แสดงรายได้และเงินหนี้สินค้างชำระ	72
5.5	แสดงสถิติต้นทุนดำเนินงานผลิตน้ำประปา	73

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงรูปแบบการจัดระบบระบายน้ำใต้ชั้นกรอง	12
2.2 แสดงระบบควบคุมการกรอง	13
2.3 แสดงวิธีการป้องกันการลัดวงจรของชั้นตัวกรอง	16
2.4 แสดง Loss of head และ Negative head	17
3.1 แสดงแผนที่สาขาภิบาลหนองโก	20
3.2 แสดงผังท่อจ่ายน้ำประปา	26
3.3 แสดงผังบริเวณการประปาสาขาภิบาลหนองโก	27
3.4 ผังบริเวณโรงสูบน้ำประปา	28
3.5 แสดงรูปตัดบ่อดักตะกอนและถังกรอง	29
3.6 แสดงรูปตัดขยายถังกรอง	29
3.7 แสดงช่องน้ำเข้าถังกรอง	30
3.8 แสดงถังควบคุมปริมาณน้ำ	31
3.9 แสดงแบบขาดรวัดน้ำ	33
3.10 แสดงแบบถังสูง	34
3.11 แสดงรูปบ่อกักน้ำใส	35
3.12 แสดงรูปถังผสมคลอรีน	35
3.13 แสดงรูปเครื่องสูบน้ำประปา	36
3.14 แสดงรูปเครื่องสูบน้ำดิบ	36
4.1 รูปตัดแสดงการติดตั้งอุปกรณ์วัด Head loss ของชั้นกรอง	40
4.2 แสดงรูปฝายน้ำล้นที่ใช้วัดอัตราการกรอง	42
4.3 แสดงรูปมาตรวัดปริมาณน้ำผ่านฝายน้ำล้น	43
5.1 กราฟแสดงการหาขนาดทรายกรอง	50

รูปที่

หน้า

5.2	แสดงค่าความขุ่น	51
5.3	แสดงปริมาณ Dissolve Oxygen (การทดลองที่ 1)	53
5.4	แสดงปริมาณ Total Coliform (การทดลองที่ 1)	53
5.5	แสดงปริมาณ Dissolve Oxygen (การทดลองที่ 2)	54
5.6	แสดงปริมาณ Total Coliform (การทดลองที่ 2)	54
5.7	แสดงปริมาณ Dissolve Oxygen (การทดลองที่ 3)	55
5.8	แสดงปริมาณ Total Coliform (การทดลองที่ 3)	55
5.9	แสดงอัตราการกรองที่ระดับน้ำต่าง ๆ เหนือผิวทรายกรอง (การทดลองที่ 1) .	57
5.10	แสดงอัตราการกรองที่ระดับน้ำต่าง ๆ เหนือผิวทรายกรอง (การทดลองที่ 2) .	58
5.11	แสดงอัตราการกรองที่ระดับน้ำต่าง ๆ เหนือผิวทรายกรอง (การทดลองที่ 3) .	59
5.12	แสดงค่า Head loss ของทรายกรอง	60
5.13	แสดงอัตราการเพิ่มจำนวนผู้ใช้บริการประปา	61
5.14	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นต่อปี	62
5.15	แสดงปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อวันในช่วงเวลาต่าง ๆ	64
5.16	กราฟแสดงสถิติจำนวนเงินหนี้สินค้างชำระ	73