บทที่ 4

ระเบียบวิธีวิจัย

<u>การเลือกปัจจัยที่ใช้ในการเลือกชนิดมาตรวัดน้ำ</u>

เนื่องจากลักษณะการทำงานของมาตวัดน้ำที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ดังนั้นจำเป็นต้องจัดหาปัจจัยที่มาใช้ในการตัดสินใจเลือกชนิดมาตรวัดน้ำ เพื่อให้เกิดความเป็นธรรมต่อผู้ใช้น้ำ โดยปัจจัยที่จำเป็นมีดังนี้

1. ปัจจัยด้านความเที่ยงตรง เพราะการเก็บค่าน้ำประปานั้น เก็บโดยดูจากปริมาณน้ำที่ใช้จริง ดังนั้นมาตรที่มีคุณภาพดีวัดได้เที่ยงตรง ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง

2. ปัจจัยด้านราคามาตรวัดน้ำ ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งที่การประปานครหลวงพึงจะต้องพิจารณา เพราะเป็นการลดภาระด้านการลงทุน

3. ปัจจัยด้านการบำรุงรักษา เพราะมาตรวัดน้ำนอกจากจะมีคุณภาพดีแล้ว ก็จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการบำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก หรือเมื่อครบวาระการซ่อมมีปริมาณที่น้อยที่ต้องการทำการซ่อมแซม เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายของการประปานครหลวง

4. ปัจจัยด้านการติดตั้ง จะทำให้พนักงานมีการปฏิบัติงานที่สะดวกและประหยัดเวลาในการให้บริการประชาชน

5. ปัจจัยด้านความสะดวกในการอ่านค่าถือว่าปัจจัยนี้จะเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบการใช้ปริมาณน้ำว่าเท่ากับเท่าไร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่บอกถึงความถูกต้อง และเป็นธรรมในการพิจารณาเรียกเก็บค่าน้ำประปา

6. ปัจจัยด้านอายุการใช้งาน เป็นการลดค่าใช้จ่ายของการประปานครหลวงในการสั่งซื้อมาตรวัดน้ำใหม่เมื่อครบอายุการใช้งานของมาตรวัดน้ำ

7. ปัจจัยด้านราคาอะไหล่ จะเป็นการช่วยลดต้นทุนในการซื้ออะไหล่ เพื่อมาซ่อมแซมมาตรวัดน้ำที่ครบอายุการใช้งานหรือเสียก่อนกำหนด

จากการพิจารณาปัจจัยทั้ง 7 ปัจจัยที่นำมาใช้ในการเลือกใช้ชนิดมาตรวัดน้ำ จะพบว่าแต่ละปัจจัยถือว่ามีความสำคัญ

ดังนั้น จำเป็นต้องหาข้อมูลและวิธีการที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบโดยข้อมูลที่ต้องการนั้นได้มาจาก 4 วิธีการ ดังนี้

ก. จากการออกแบบการทดลองและประยุกต์เครื่องมือเพื่อใช้ในการประกอบการวิจัย

- ด้านความเที่ยงตรง

ข. จากการศึกษารายละเอียด ลักษณะของมาตรวัดน้ำรวมทั้งองค์ประกอบภายในและภายนอก รวมไปถึงวิธีการใช้งานเชิงปฏิบัติการในลักษณะเปรียบเทียบจากผู้ปฏิบัติงานจริง

- ด้านการติดตั้ง
- ด้านความสะดวกในการอ่านค่า
- ด้านการบำรุงรักษา

ค. จากการทดสอบที่ใช้เป็นมาตรฐานของการประปานครหลวง

- ด้านอายุการใช้งาน

ง. จากสภาพทางเศรษฐกิจและสภาวะของตลาดปัจจุบัน

- ด้านราคามาตรวัดน้ำ
- ด้านราคาอะไหล่

<u>การเก็บข้อมูลของปัจจัยต่าง ๆ</u>

ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ด้านความเที่ยงตรง

1.1 การเลือกมาตรวัดน้ำเพื่อทดสอบความเที่ยงตรง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาภายในห้องทดสอบมาตรวัดน้ำ ของกองโรงงานมาตรวัดน้ำ และใช้มาตรวัดน้ำใหม่ของทั้ง 3 ชนิด เพราะปัจจุบันเป็นมาตรที่ใช้ใน กปน. โดยใช้อย่างละ 3 ตัวอย่าง และต้องเป็นมาตรใหม่ที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ มอก.

การทดสอบนั้นกระทำโดยนำมาตรวัดน้ำมาต่อเรียงกันแบบอนุกรมตามลำดับ1,2 และ 3 โดยจะไม่มีการสลับตำแหน่ง และใช้ตราเดียวกันทั้งหมดในการทดลองแต่ละครั้ง เนื่องจากการเปรียบเทียบจะกระทำที่ตำแหน่งเดียวกัน ดังรูปที่ 4.1 โดยจะกำหนดให้ความขุ่น และอัตราเร็วคงที่ และเมื่อทดสอบที่ค่าปริมาตรตามต้องการแล้วจะเปลี่ยนชนิดใหม่เข้าทดสอบตามตารางที่ 4.1

รูปที่ 4.1 เป็นลักษณะการติดตั้งมาตรวัดน้ำใหม่เพื่อทดสอบความเที่ยงตรง

แหล่งที่มา : จากห้องปฏิบัติการโรงงานมาตรวัดน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบนี้ เพื่อทดสอบความเที่ยงตรงของ 2 ตัวแปร ดังนี้

- ความขุ่น โดยค่าความขุ่นทำการทดสอบทั้งหมด 8 ระดับ
- อัตราเร็ว โดยมีค่าอัตราไหล 3 ค่าคือ (1, 10 และ 25 ลิตร/นาที)

โดยมีวิธีทดสอบตามแผนการทดลองตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผังการทดลอง

อัตราเร็ว (L/MIN) \ ความขุ่น (NIU)	8	12	18	24	35	58	95	125
1	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X
10	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X
25	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X

NTU = หน่วยวัดความขุ่น โดยวัดทั้งหมด 8 ระดับ

X = ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซึ่งมาตรที่ใช้ในการทดสอบนี้ต้องใช้มาตรใหม่ที่ผ่านการรับรองตามมาตรฐานของ มอก. (มอก. 1021-2534) เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการประเมินผล

การทดสอบความเที่ยงตรงโดยให้ความขุ่นคงที่นั้น ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือเฉพาะและสารที่ให้เป็นความขุ่นของน้ำจริงที่จะใช้สำหรับการศึกษา และในบางส่วนก็จำเป็นที่จะต้องออกแบบและจัดสร้างขึ้นเพื่อการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

ก. เครื่องสูบน้ำ เป็นเครื่องสูบน้ำแบบ Rotary ขนาด Head 10 เมตร

ข. ถังวัดปริมาณน้ำ (Calibration tank) ขนาด 500 ลิตร

ค. แท่นทดสอบมาตร ซึ่งประกอบด้วย

1 ท่อน้ำเข้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว

2 Ball Valve

3 เครื่องมือวัดความดัน (Pressure gage)

4 Testerate Indicator ใช้สำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำ

5 หลอดแก้ววัดระดับน้ำที่ติดอยู่ข้างถังวัดปริมาณน้ำ

ง. Sludge ซึ่งเป็นตะกอนที่ได้จากการผลิตน้ำที่โรงผลิตน้ำเขตบางเขนและได้ใช้เป็นสารละลายในน้ำที่ใช้ในการทดสอบเพื่อปรับสภาพความขุ่น ให้ได้ค่าความขุ่นตามที่เราต้องการ โดยมีส่วนผสมดังตารางที่ 4.2

จ. ถังน้ำที่ใช้สำหรับบรรจุน้ำและ Sludge ขนาด 150 ลิตร

ฉ. ปั๊มแบบจุ่ม เป็นตัวช่วยกวนน้ำเพื่อรักษาค่าความขุ่นให้คงที่ดังรูปที่ 4.2

ช. สายยางอ่อนเพื่อดึงน้ำจากถังวัดปริมาณน้ำกลับสู่ถังน้ำผสม Sludge เพื่อปรับความขุ่นให้เพิ่มขึ้น และทำการทดสอบใหม่

ซ. Turbidimeter เป็นเครื่องมือวัดความขุ่นในหน่วย NTU ดังรูปที่ 4.3

ฌ. นาฬิกาจับเวลา

1.2 ข้อกำหนดในการทดสอบความเที่ยงตรง

เนื่องจากได้เลือกปัจจัยที่มีผลต่อการทดสอบความเที่ยงตรงนั้น คือ ความขุ่นและอัตราเร็ว ดังนั้น เราจำเป็นต้องมีข้อกำหนดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

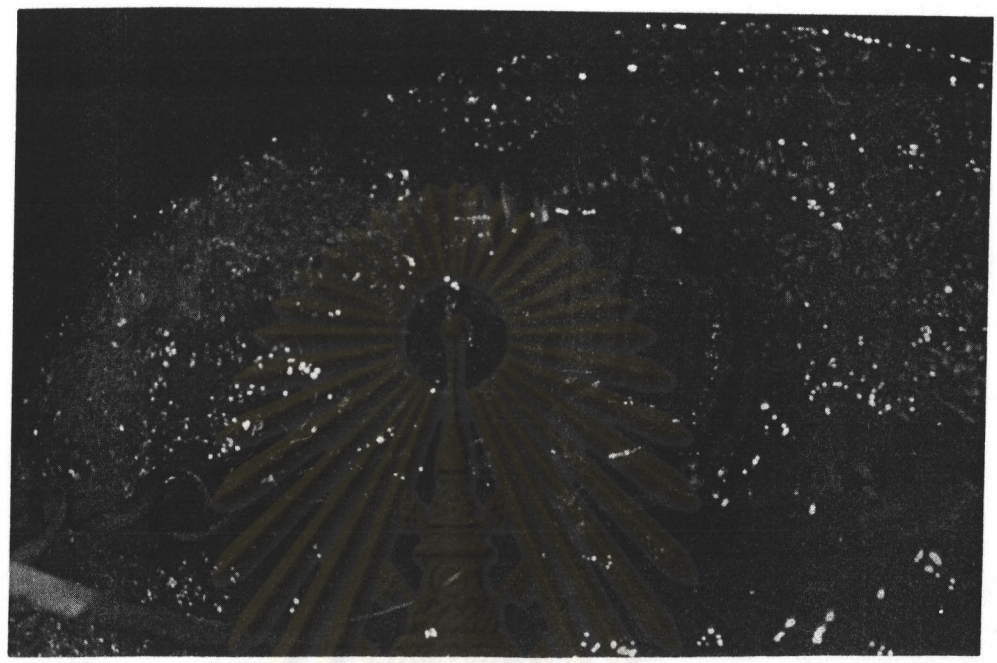
ก. อัตราการไหลทดสอบ

อัตราการไหลทดสอบซึ่งใช้มาตรฐานของ มอก. ซึ่งการประปานครหลวงยึดถือปฏิบัติคือ 1 ลิตร/นาที, 25 ลิตร/นาที โดยจะเพิ่ม 10 ลิตร/นาที เพื่อป้องกันความผิดพลาดและให้การทดสอบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตาราง 4.2 คุณสมบัติของ Sludge ที่ใช้ในการทดสอบ

คุณสมบัติในด้านต่าง	ปริมาณ	
PH	7.30 - 7.70	
Alkalinity	66	มิลลิกรัม/ลิตร
AlO	0.1251	% โดยน้ำหนัก
FeO	0.0511	% โดยน้ำหนัก
N	0.153	% โดยน้ำหนัก
P	0.088	% โดยน้ำหนัก
K	1.138	% โดยน้ำหนัก
Ca	0.280	% โดยน้ำหนัก
Na	0.2104	% โดยน้ำหนัก
Mg	0.35	% โดยน้ำหนัก
Organic Matter	20.62	% โดยน้ำหนัก
Water Holding Capacity	78.98	% โดยน้ำหนัก
Solid Concentration	5	% โดยน้ำหนัก
Specific Gravity	10.3	
Specific Resistance	9.70 x 10	เมตร/กิโลกรัม
Viscosity Kinematic	0.90144	มิลลิเมตร/วินาที
Dynamic	0.000898	นิวตัน-วินาที/เมตร
BOD	6.0	มิลลิกรัม/ลิตร
COD	21.0	มิลลิกรัม/ลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 เครื่องช่วยรักษาสภาพความขุ่น

รูปที่ 4.3 Turbidimeter

1.2 ข้อกำหนดในการทดสอบความเที่ยงตรง

เนื่องจากได้เลือกปัจจัยที่มีผลต่อการทดสอบความเที่ยงตรงนั้น คือ ความขุ่นและอัตราเร็ว ดังนั้น เราจำเป็นต้องมีข้อกำหนดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ก. อัตราการไหลทดสอบ

อัตราการไหลทดสอบซึ่งใช้มาตรฐานของ มอก. ซึ่งการประปานครหลวงยึดถือปฏิบัติคือ 1 ลิตร/นาที, 25 ลิตร/นาที โดยจะเพิ่ม 10 ลิตร/นาที เพื่อป้องกันความผิดพลาดและให้การทดสอบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ข. ปริมาณน้ำที่ใช้ทดสอบ

ปริมาณที่ใช้ทดสอบแยกเป็น 3 ส่วน คือ 200 ลิตร, 100 ลิตร และ 50 ลิตร ตามลำดับของอัตราไหลที่ใช้ทดสอบจากมากไปน้อย

ค. ความขุ่นที่ใช้ทดสอบ

เนื่องจากเราใช้ Sludge เป็นสารปรับสภาพความขุ่นโดยเราจะเพิ่มความขุ่นที่ใช้ทดสอบจนกว่าจะเกิดสภาพน้ำที่เป็นจริงที่ใช้ผลิตได้จากการประปา หรือเริ่มมีผลไม่เที่ยงตรงต่อมาตรทั้ง 3 ตรา อย่างเห็นได้ชัด

ง. อุณหภูมิของน้ำทดสอบอยู่ในสภาพปกติตามสภาพของโรงงานมาตรคือ 28 - 30 องศาเซลเซียส

จ. ขณะทดสอบต้องให้มีน้ำไหลผ่านท่อและมาตรเป็นระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้ปริมาณน้ำไหลเต็มท่อทุก ๆ ส่วน แล้วค่อยเริ่มจับเวลาจริง

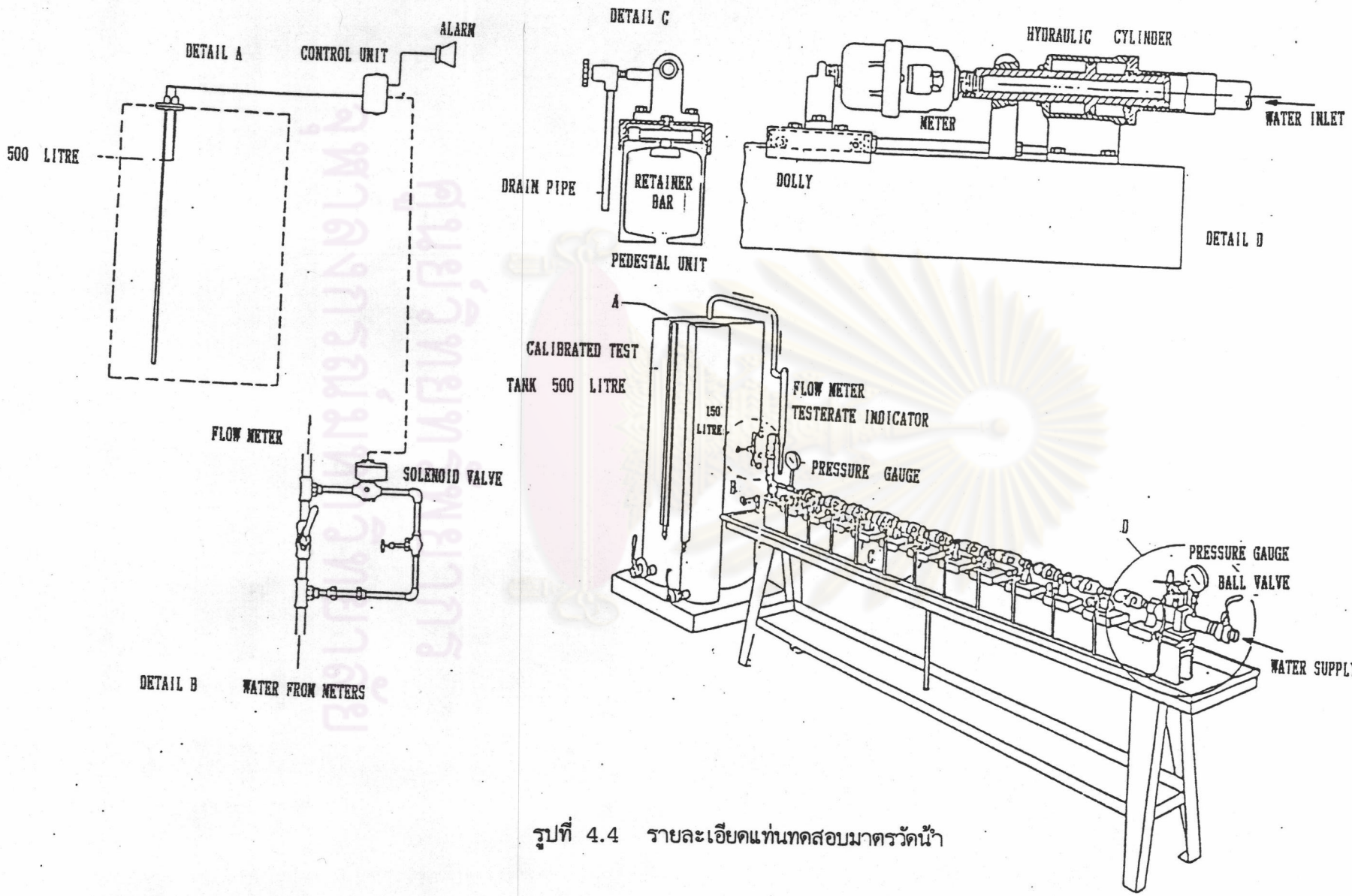
ฉ. การติดตั้งต้องให้มาตรวัดน้ำอยู่ในตำแหน่งเดิมตลอดคือตามลำดับ 1, 2 และ 3 ตลอดเพราะการเปรียบเทียบเป็นการเปรียบเทียบตัวต่อตัวที่ตำแหน่งเดียวกันเพื่อเป็นการตัดปัญหาปัจจัยด้านของความดันสูญเสียในเส้นท่อ เป็นต้น

ช. จะต้องมีการตรวจเช็คและปรับสภาพความขุ่นให้คงที่อยู่ตลอดเวลา ที่สภาวะทดสอบเดียวกัน

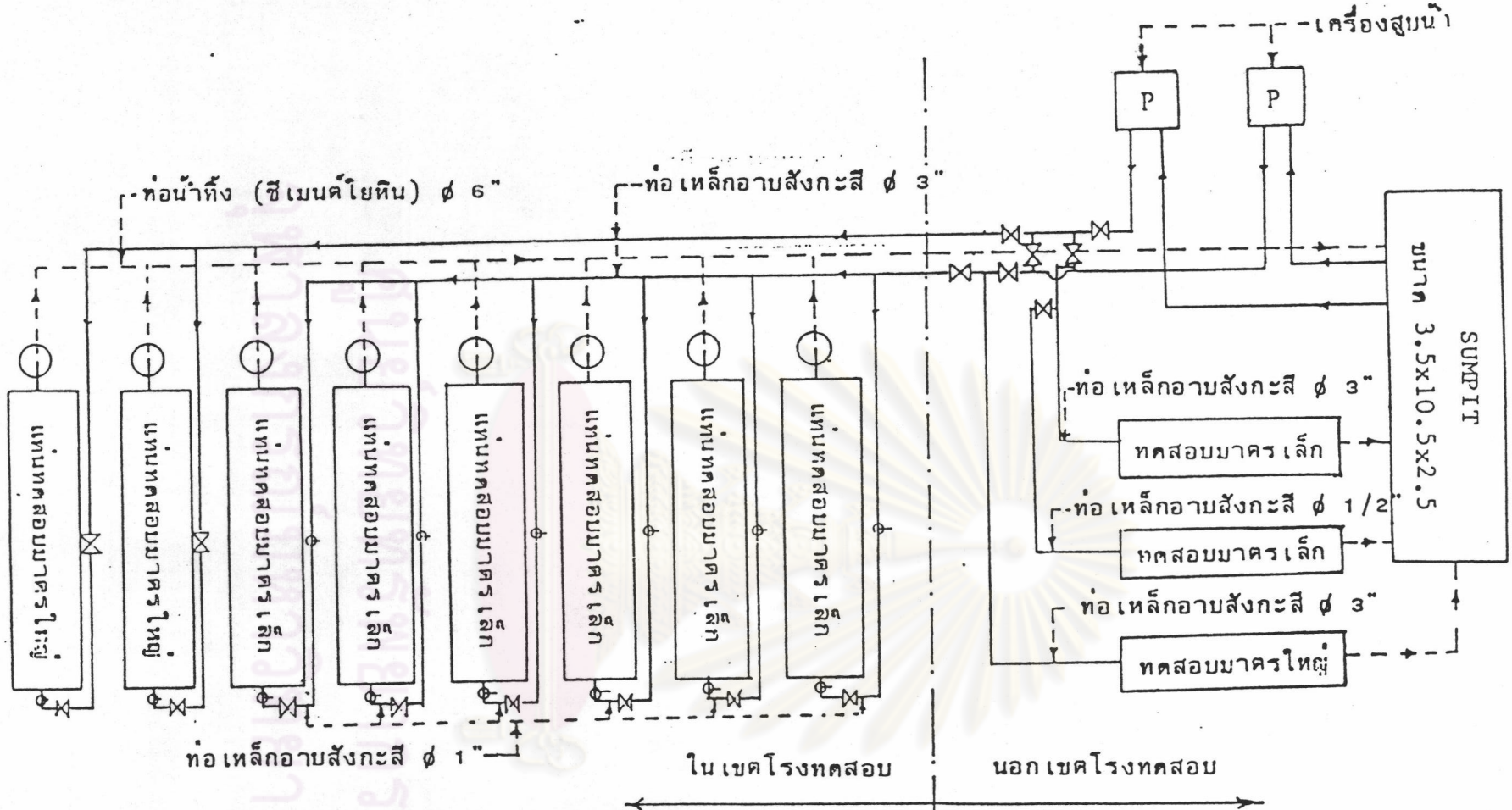
ซ. ดูผลว่าเกินเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อน โดยเทียบกับปริมาตรน้ำที่วัดได้จากมาตรวัดน้ำกับปริมาตรน้ำจริงที่วัดได้จากถังว่ามีค่ามากน้อยต่างกันอย่างไร โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อน

2. ด้านราคามาตรวัดน้ำ

เนื่องจาก มาตรวัดน้ำมีการสั่งซื้อโดยตรงจากคณะกรรมการของการประปานครหลวง ดังนั้นราคาจะเป็นลักษณะการประมูลเปิดซองอย่างเป็นทางการ ซึ่งราคาสอบถามจากกองโรงงานมาตรวัดน้ำของการประปานครหลวงปี พ.ศ. 2535 - 2536



รูปที่ 4.4 รายละเอียดแท่นทดสอบมาตรวัดน้ำ



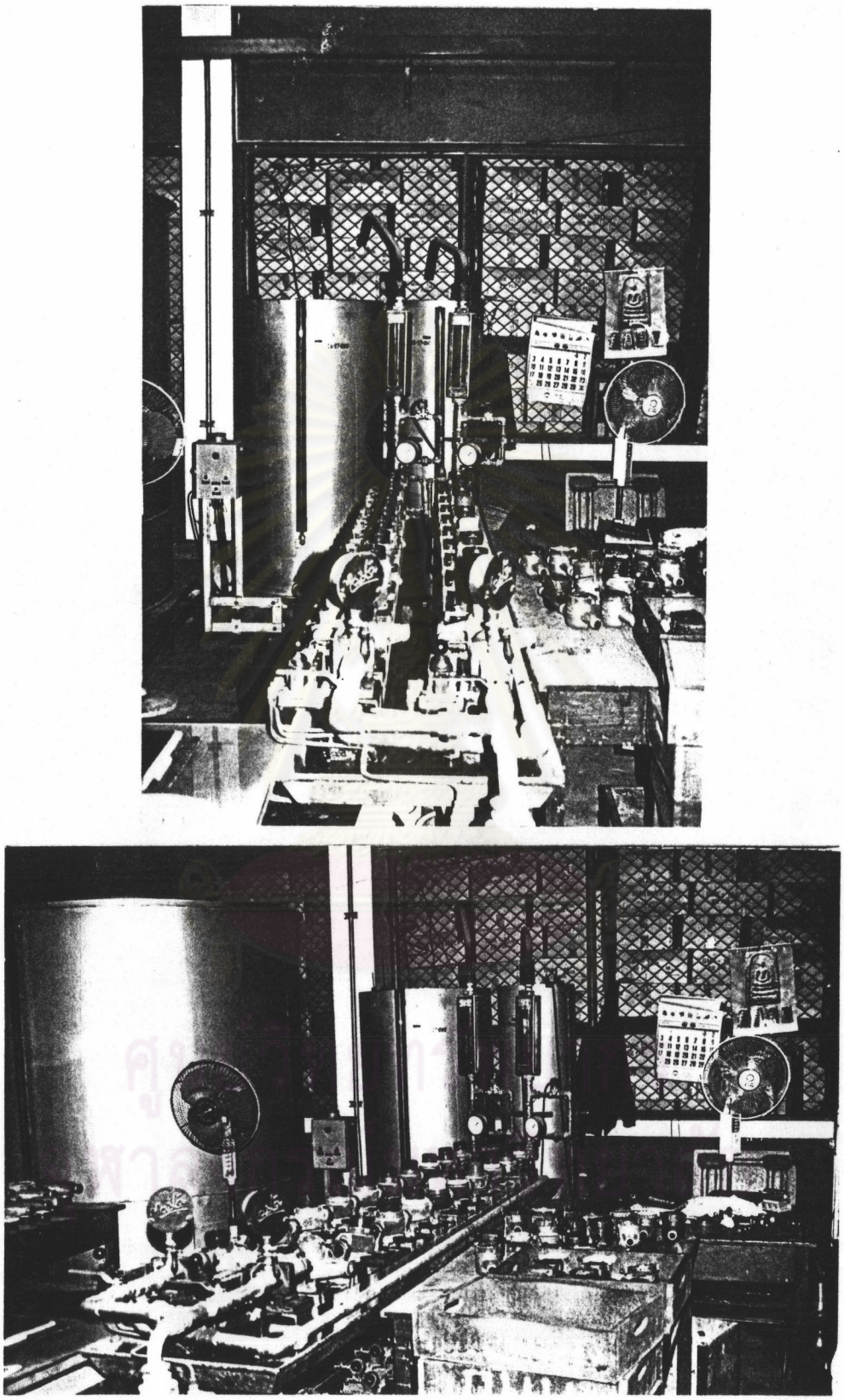
สัญญลักษณ์

⊕ = Ball valve

⧖ = Gate valve

◯ = ถังวัดปริมาณน้ำ

รูปที่ 4.5 แผนผังเครื่องมือทดสอบมาตร โรงงานมาตรวัดน้ำของการประปานครหลวง



รูปที่ 4.6 แสดงการทดสอบมาตรวัดน้ำที่มีอายุครบ 8 ปี

แหล่งที่มา : ภาพถ่ายจากโรงกองมาตรวัดน้ำการประปานครหลวง

จริงทั้งหมดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แตกต่างกันจำนวนเท่าไร ของมาตรวัดน้ำทั้งสองชนิด คือ ชนิดลูกสูบและชนิดใบพัด

4. ด้านการติดตั้ง

มาตรวัดน้ำที่ใช้ในอาคารที่พักอาศัยหรือสำนักงานทั่วไป ที่ผ่านการเก็บเงินของพนักงานการประปานครหลวง จะต้องถูกติดตั้งโดยพนักงานของการประปานครหลวงในเขตรับผิดชอบของการประปานครหลวง ดังนั้น จะคำนึงถึงความสะดวกสบายของพนักงานที่ทำการติดตั้งและความถูกต้องในการวัดค่าขณะที่ติดตั้งแล้ว

5. ด้านอายุการใช้งาน

เนื่องจากการประปานครหลวง ได้กำหนดอายุการใช้งานของมาตรวัดน้ำขนาด Ø 1/2" ไว้ที่ 8 ปี ซึ่งมาตรวัดน้ำที่ครบอายุการใช้งานนี้แล้ว จะต้องถูกนำกลับมาซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีที่สุดก่อนจะนำกลับไปใช้งานอีก

5.1 การเลือกมาตรวัดน้ำเพื่อทดสอบอายุการใช้งาน

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาภายในห้องทดสอบมาตรวัดน้ำของกองโรงงานมาตรวัดน้ำ โดยได้สุ่มตัวอย่างประมาณ 5% ของมาตรที่ครบอายุการใช้งานของการประปานครหลวงในแต่ละเขตที่ทำการติดตั้งมาตรวัดน้ำจนครบกำหนด 8 ปี และขั้นตอนทดสอบนั้นจะแยกตามเขตโดยมีรายละเอียดดังรูปที่ 4.4 - 4.6

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบมาตร เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบมาตรวัดน้ำ ของกองโรงงานมาตรวัดน้ำ การประปานครหลวง ซึ่งเครื่องมือส่วนใหญ่ได้มาตรฐานพร้อมสำหรับการทดสอบมาตรวัดน้ำ ลักษณะเช่นรูปที่ 4.4 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 เครื่องสูบน้ำ เป็นเครื่องสูบแบบ Centrifugal

5.2.2 ถังวัดปริมาณน้ำ (Calibration Tank) ขนาด 150 ลิตร และ 500 ลิตร

5.2.3 แท่นทดสอบมาตร ซึ่งประกอบด้วย

ก. ท่อน้ำเข้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว

ข. Ball Valve

ค. เครื่องวัดความดัน (Pressure Gage)

ง. ตัวควบคุมระดับน้ำอัตโนมัติ (Automatic Level Control) ทำหน้าที่เป็น Valve อัตโนมัติจะปิดเปิดน้ำทันทีที่ถึงระดับที่ตั้งไว้

จ. Testerate Indicator ใช้สำหรับวัดอัตราการไหลโดยประมาณ

5.3 ข้อกำหนดในการทดสอบ

ข้อกำหนดในการทดสอบมีดังนี้

ก. ปริมาณน้ำที่ใช้ทดสอบ

ปริมาณน้ำที่ทดสอบแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ 200 ลิตร และ 50 ลิตร ตามลำดับ ตามอัตราการไหลทดสอบ

การกำหนดปริมาณน้ำทดสอบมาตร เป็นสิ่งที่สำคัญที่มีผลต่อการทดสอบมาตรปริมาณน้ำยิ่งมาก จะทำให้ลดความคลาดเคลื่อน เนื่องจากการอ่านมาตร และความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการทดสอบ การพิจารณาปริมาณน้ำทดสอบจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของตัวเลขบนหน้าปัทม์มาตร ความถูกต้องในการวัดปริมาณน้ำของมาตรและถังทดสอบ

ข. อัตราการไหลทดสอบ

อัตราการไหลทดสอบของน้ำใช้มาตรฐานของ มอก. ซึ่งการประปานครหลวงได้ใช้เป็นมาตรฐานด้วย โดยได้กำหนดตามสภาพการใช้น้ำจริงและขีดความสามารถของเครื่องมือทดสอบ กล่าวคือ มาตรวัดน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว จะทำการทดสอบที่ 25 ลิตร/นาที และ 1 ลิตร/นาที ตามลำดับ และวัดผลโดยเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของความผิดพลาดไม่ให้เกินมาตรฐาน มอก. กำหนด

ค. ความดันน้ำทดสอบอยู่ในช่วง 40 - 44 เมตร

ความดันน้ำทดสอบนี้ เป็นไปตามสภาพของห้องทดสอบมาตรของกองโรงงานมาตรวัดน้ำของการประปานครหลวง การกำหนดความดันน้ำทดสอบสูง จะให้ความสามารถทดสอบมาตรที่อัตราการไหลสูงได้

ง. อุณหภูมิของน้ำทดสอบอยู่ในช่วง 28 - 30 องศาเซลเซียส

6. ด้านความสะดวกในการอ่านค่า

เนื่องจากการเก็บค่าน้ำ ทางการประปานครหลวงจะเป็นผู้ที่เก็บค่าน้ำประปาเอง ดังนั้นข้อมูลหรือความยากง่ายของการอ่านค่ารวมถึงความละเอียดซึ่งเก็บข้อมูลจากผู้ปฏิบัติงานจริง

7. ด้านราคาอะไหล่

เมื่อมาตรวัดน้ำครบกำหนดซ่อมแซมหรือมาตรวัดน้ำที่ชำรุดเสียหายนั้นต้องมีการถอดซ่อม ซึ่งอะไหล่ของมาตรถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญตัวหนึ่ง เพราะถ้าอะไหล่หายาก และแพงย่อมถือว่าเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่าย ของการประปานครหลวง ดังนั้น การประปานครหลวงจะมีการสั่งซื้ออะไหล่มาเป็นประจำทุกปี โดยลักษณะเปิดซองประมูลเป็นทางการ และราคาสามารถหาข้อมูลได้จาก

กองโรงงานมาตรวัดน้ำของการประปานครหลวงโดยเทียบจากยอดสั่งซื้อปีงบประมาณของปี พ.ศ. 2537 ว่าใช้เงินเป็นจำนวนเท่าไร เทียบกับยอดที่ใช้อะไหล่มาตรวัดน้ำจริงในการซ่อมแซมในช่วงปีงบประมาณนั้น เพราะการใช้อะไหล่ซ่อมแซมจะไม่ได้เปลี่ยนอะไหล่ทุกชิ้น บางครั้งเปลี่ยนหน้าปัทม์, ใบพัดหรือเสื้อสูบ ดังนั้นไม่สามารถที่จะคิดค่าอะไหล่เป็นชุด ๆ ได้ จึงต้องคิดเปรียบเทียบโดยใช้ยอดสั่งซื้อต่อจำนวนมาตรวัดน้ำที่ถูกซ่อมจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย