บทที่ 3

การศึกษาสภาพทั่วไปของปริมาณน้ำสูญเสียในระบบท่อ

ประเภทของการสูญเสียน้ำประปา

การประปานครหลวง ได้จำแนกประเภทน้ำประปาที่สูญเสียไปเป็น 3 ส่วน กล่าวคือ

1. น้ำสูญเสียในระบบท่อประปา แยกสาเหตุเป็นดังนี้

การสูญเสียน้ำประปาเนื่องจากท่อและอุปกรณ์ท่อ แตก-รั่ว ทั้งบนดินและใต้ดิน โดยมีข้อสังเกต คือ

ท่อรั่วบนดิน (GROUND SURFACE LEAKAGE) น้ำที่รั่วจะไหลขึ้นสู่พื้นดินง่าย แก่การค้นหาตำแหน่งที่รั่วไม่ว่าเส้นท่อนั้นจะอยู่บนดินหรือฝังใต้ดินก็ตาม

ท่อรั่วใต้ดิน (UNDERGROUND LEAKAGE) น้ำที่รั่วจะไม่ไหลขึ้นสู่ผิวดินแต่จะไหลลงสู่ใต้ดินหรือไหลลงสู่คูคลอง ท่อระบายน้ำ โดยที่เส้นท่อนั้นจะฝังอยู่ใต้ดิน จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือสำรวจหาท่อรั่วช่วยในการค้นหาตำแหน่งรั่ว และยังรวมถึงการสูญเสียของน้ำที่รั่วไหลในอุโมงค์หรือท่อส่งน้ำขนาดใหญ่ไปตามสถานีสูบจ่ายน้ำต่าง ๆ ด้วย

น้ำสูญเสียเนื่องในการตัดบรรจบท่อ และการติดตั้งหรือเปลี่ยนมาตรวัดน้ำ

2. น้ำสูญเสียในระบบมาตรวัดน้ำ หรือสูญเสียเนื่องจากระบบการวัดนี้เกิดจากมาตรวัดน้ำเดิมไม่เที่ยงตรงด้วยสาเหตุต่าง ๆ

การประเมินการใช้น้ำผิดพลาด เนื่องจากมาตรมีอายุการใช้งานนาน มาตรไม่เดิน ไม่มีมาตร หรือไม่สามารถอ่านมาตรได้ เป็นต้น

ผู้อ่านมาตร อ่านไม่ตรงกับข้อเท็จจริง

3. น้ำสูญเสียเนื่องจากการใช้น้ำผิดระเบียบ ประกอบด้วยการสูญเสียเนื่องจากการลักใช้น้ำ และใช้น้ำโดยไม่ผ่านมาตรวัดน้ำ

การดำเนินงานลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวง

ประวัติของการดำเนินงาน

ในอดีต การลดการสูญเสียน้ำประปาของการประปานครหลวง มิได้กระทำในรูปของโครงการโดยตรง แม้จะมีการจัดตั้งหน่วยสำรวจหาท่อรั่วใต้ดินตั้งแต่ปี 2513 ก็ตาม แต่การดำเนินงานที่ผ่านมาเป็นการปฏิบัติในรูปแบบ MOBILE WORK มิได้กระทำในรูปแบบ SHEDULE WORK เลย ทั้งนี้เพราะความไม่พร้อมในเรื่องของแผนที่ อัตรากำลัง และอื่น ๆ อย่างไรก็ดี ปริมาณน้ำสูญเสียของการประปานครหลวงก็ได้ลดลงจากร้อยละ 74 ในปีงบประมาณ 2511 จนเหลือร้อยละ 40 เศษ ในปีงบประมาณ 2528 และในปีงบประมาณ 2529 ได้เริ่มงานตามโครงการลดน้ำสูญเสีย อัตราน้ำสูญเสียก็ได้ลดลงจนเหลือเพียงร้อยละ 29.54 ในปีงบประมาณ 2534 (ตามรูปที่ 3.1)

การดำเนินงานลดน้ำสูญเสียที่ผ่านมาของการประปานครหลวง พอสรุปได้ดังนี้

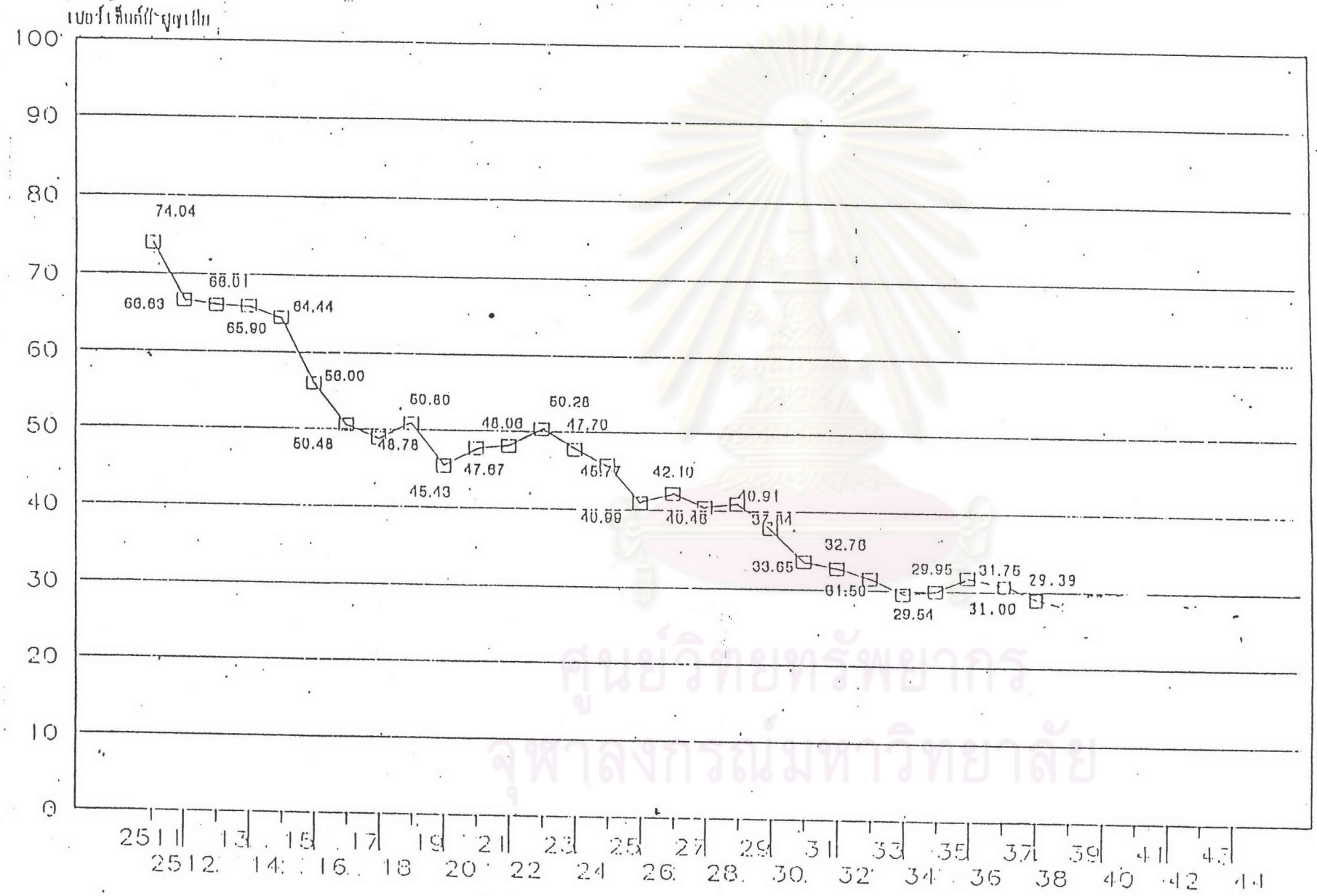
1. ในปี 2510 ได้เริ่มเปลี่ยนแปลงระบบราชการมาเป็นรัฐวิสาหกิจเข้าใจว่าการทำงานในระบบราชการเดิมอาจมีการบริหารงานที่หย่อนยานกว่าระบบงานของรัฐวิสาหกิจที่มีกิจการปรับปรุงระบบการผลิตและระบบการจัดเก็บที่ดีขึ้น

2. ได้มีการวางท่อใหม่ทดแทนท่อเก่าที่ชำรุดในบางเส้นทาง โดยได้รับเงินอุดหนุนจากรัฐบาล 30 ล้านบาทต่อปีตลอดมาจนถึงปี 2517 ซึ่งในแต่ละปีได้ทำการปรับปรุงระบบท่อประปาด้วยการวางท่อใหม่เป็นระยะทางประมาณ 100 - 150 กิโลเมตร

3. ได้เริ่มเปลี่ยนแปลงมาตรวัดน้ำซึ่งเคยเสียใช้การไม่ได้ถึงร้อยละ 50 ให้ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 25 ในช่วงปี 2514 - 2520

4. ได้ปรับปรุงระบบบริหาร เช่น ในปี 2518 ได้กำหนดโทษของผู้ที่ไม่จดมาตรหรือจดมาไม่ถูกต้องให้ออกจากงานทำให้ระบบการจัดเก็บดีขึ้นและสามารถออกบิลได้รวดเร็วขึ้น

รูปที่ 3.1 แสดงร้อยละของน้ำฝนสัมพัทธ์ของการประปานครหลวง ปี 2511-2537



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ในช่วงปี 2512 - 2525 ทำการปรับปรุงระบบท่อประปาเป็นเงินประมาณ 800 ล้านบาทโดยทำการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงท่อประปา ทั้งท่อประธาน (ด้วยวิธี RE-LINING) ท่อจ่ายน้ำและท่อบริการ (ด้วยการวางใหม่) พร้อมกับรื้อย้ายท่อแยกเข้าอาคารของผู้ใช้น้ำด้วย รวมความยาวท่อที่ดำเนินการทั้งสิ้นประมาณ 900 กิโลเมตร ซึ่งเมื่องานดังกล่าวแล้วเสร็จ ได้ประเมินว่าสามารถลดและตรึงจำนวนร้อยละของปริมาณน้ำสูญเสียไม่ให้เพิ่มขึ้นแม้ว่าแรงดันน้ำในระบบจะสูงขึ้นก็ตาม

6. โดยที่การประปานครหลวงตระหนักถึงปัญหาในเรื่องของการลดน้ำสูญเสีย และเจ้าหน้าที่ของธนาคารโลก เจ้าหน้าที่ธนาคารพัฒนาเอเชีย ตลอดจนคณะกรรมการการประปานครหลวงได้สนับสนุน ให้การประปานครหลวงดำเนินการจัดตั้งหน่วยที่รับผิดชอบในเรื่องของน้ำสูญเสียโดยตรง จึงได้จัดตั้งสำนักงานปรับปรุงการใช้ประโยชน์น้ำ (WATER UTILZATION IMPROVEMENT OFFICE)ขึ้นเมื่อวันที่ 24 เมษายน 2523 โดยให้หัวหน้าหน่วยงานมีตำแหน่งเทียบเท่า ผู้ช่วยผู้ว่าการและการบังคับบัญชา ขึ้นตรงต่อผู้ว่าการ มีหน้าที่รับผิดชอบในการอำนวยการบริหารงาน กำหนดนโยบายในการปรับปรุงใช้ประโยชน์ของน้ำประปาให้มีประสิทธิภาพ ตลอดจนการสำรวจ ศึกษา วางแผนดำเนินการ ติดตามการใช้ประโยชน์น้ำและดำเนินการตามข้อเสนอ และของคณะกรรมการพิจารณา ปรับปรุงระบบการบริหารงานของการประปานครหลวงด้านการปรับปรุงการใช้ประโยชน์น้ำด้วย

7. นอกจากนี้ปริมาณน้ำสูญเสียที่ลดลง เป็นผลจากการปรับปรุงตามโครงการอื่น ๆ ในโครงการแผนหลักด้วยเช่นกัน

8. ในเดือนสิงหาคม 2524 การประปานครหลวงได้ให้ รศ.วีระพล สุวรรณนันต์ อาจารย์จากสถาบันนี้ด้า จัดทำรายงานการวางแผนโครงการลดการสูญเสียของน้ำประปา โดยรวบรวมปัญหาและสาเหตุ จากการสัมมนาผู้บริหารระดับสูง ตั้งแต่ผู้อำนวยการฝ่ายของการประปานครหลวงขึ้นไป ประกอบการดำเนินงาน

9. ในขณะเดียวกัน ในการดำเนินงานตามโครงการแผนหลักระยะแรกช่วงที่ 2 การประปานครหลวงได้ว่าจ้างบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา CAMP DRESSER & MCKEE INC. ร่วมกับบริษัท METROPOLITAN ENGINEERING CONSULTANT CO.(CDM/MEC) เพื่อให้คำแนะนำในการจัดทำแผนปฏิบัติงานลดน้ำสูญเสียซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของขอบเขตงานที่วิศวกรที่ปรึกษาต้องดำ

เนินการรวมอยู่ด้วย มีระยะเวลาดำเนินงาน 30 เดือน เริ่มงานเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2525 และกำหนดสิ้นสุดในวันที่ 2 กรกฎาคม 2527

10. ตั้งแต่ปี 2527 การประปานครหลวงได้เริ่มทำการปรับปรุงระบบบริหาร โดยจัดให้มีการซ่อมท่อแตก-รั่วตลอด 24 ชั่วโมง

11. ปี 2529 - 2532 การประปานครหลวงได้ดำเนินงานตามโครงการลดน้ำสูญเสียในวงเงิน 1,497.3 ล้านบาท เพื่อแก้ไขปัญหาน้ำสูญเสียอย่างมีระบบโดยทำการสำรวจท่อรั่วในรูปแบบระบบพื้นที่ หรือระบบบล็อค (BLOCK SYSTEM) เช่น การวัดหาปริมาณน้ำสูญเสียด้วยวิธีวัดอัตราไหลต่ำสุดของน้ำประปาในเวลากลางคืน(MINIMUM NIGHT FLOW) สำรวจหาท่อรั่วใต้ดินและจัดซ่อม รวมทั้งปรับปรุงและเปลี่ยนท่อที่มีอายุการใช้งานมานาน โดยแบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 การประปานครหลวงดำเนินการเอง

ส่วนที่ 2 วิศวกรที่ปรึกษาดำเนินการให้

ส่วนที่การประปานครหลวงดำเนินการได้แก่ งานสำรวจท่อรั่วแบบระบบพื้นที่จำนวน 555 บล็อค (ปัจจุบันมี 814 บล็อค) งานซ่อมท่อตลอด 24 ชั่วโมง งานเปลี่ยนท่อที่ชำรุด หรือหมดสภาพใช้งานตามโครงการลดน้ำสูญเสีย อาทิ เปลี่ยนท่อบริการและท่อจ่ายน้ำรวมความยาวประมาณ 1,000 กิโลเมตร ท่อแยกเข้าบ้านประมาณ 250,000 จุด ท่อประธานและท่อจ่ายน้ำประมาณ 125 กิโลเมตร เป็นต้น

ส่วนที่บริษัทวิศวกรที่ปรึกษาดำเนินการ คือ ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการทำงานตามโครงการลดน้ำสูญเสีย ตลอดจนการจัดผู้เชี่ยวชาญเพื่ออบรมพนักงานการประปานครหลวงในด้านการจัดทำแผนที่เปลี่ยนประตูน้ำและดับเพลิงสาธารณะ สำรวจหาท่อรั่ว ซ่อมท่อ การเปลี่ยนท่อ ศึกษาและจัดทำรายงานโครงการลดน้ำสูญเสีย จัดหาและพัฒนาโปรแกรม (SOFTWAIRE) เครื่องคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งานของการประปานครหลวง เพื่อป้อนข้อมูลและประวัติเส้นท่อทั้งหมด สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาเปลี่ยนเส้นท่อตามลำดับของความจำเป็นก่อนหลังได้

12. ในการดำเนินการที่ผ่านมาดังกล่าวมีผลให้น้ำสูญเสียของการประปานครหลวงลดลงเหลือร้อยละ 29.54 ของปริมาณน้ำผลิตจ่ายในปีงบประมาณ 2524

ทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติในการลดปริมาณน้ำสูญเสีย

แนวทางปฏิบัติในการลดปริมาณน้ำสูญเสียในระบบประปา ณ ที่นี้จะกล่าวถึงตามประเภทของการสูญเสียน้ำที่การประปานครหลวงได้จำแนกไว้ 3 ส่วนดังกล่าวมาแล้ว คือ

1. ด้านการลดการสูญเสียน้ำในระบบท่อประปา แบ่งออกเป็น

1.1 ลดการสูญเสียน้ำจากท่อแตกรั่วโดยอ้อม (Passive Method) วิธีนี้ดำเนินการด้วยการ

ลดปริมาณและแรงดันน้ำสูบจ่ายในช่วงเวลาที่ผู้ใช้มีความต้องการใช้น้ำประปาน้อย

อาจมีการปิด-เปิด หรือประตูน้ำในระบบส่งจ่ายน้ำบางตัว

ติดตั้งประตูน้ำลดแรงดันน้ำ(Pressure Reducing Valve) ในระบบท่อบริเวณที่น้ำมีแรงดันสูงกว่าบริเวณใกล้เคียง

1.2 ลดการสูญเสียน้ำจากท่อแตกรั่วโดยตรง (Active Method) แบ่งเป็นวิธีการย่อย ๆ ได้รวม 5 วิธีการ คือ

1.2.1 การตระเวณตรวจตราหาท่อรั่วบนดินด้วยสายตา (Passive Control) กล่าวคือ ให้ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ที่มีหน้าที่ในการสำรวจหาท่อรั่ว อ่านมาตรวัดน้ำ จัดเก็บเงินค่าน้ำประปา ฯลฯ รวมทั้งประชาชนทั่วไปแจ้งท่อแตกรั่วที่พบเห็นและจัดส่งหน่วยซ่อมออกไปซ่อมโดยทันที

1.2.2 การสำรวจตรวจหาท่อรั่วใต้ดินโดยใช้เครื่องสำรวจ เมื่อตรวจพบ ก็จะดำเนินการจัดซ่อมทันที เครื่องมือที่ใช้เช่น

เครื่องตรวจหาตำแหน่งที่เกิดเสียงรั่ว(Water leakage detector)

เครื่องตรวจหาโดยใช้ Microprocessor (Leak Noise Correlator) เป็นต้น

1.2.3 การตรวจวัดปริมาณน้ำสูญเสียในระบบท่อประปา (Waste Metering) วิธีนี้ดำเนินการด้วยการแบ่งพื้นที่ที่รับผิดชอบออกเป็นพื้นที่ย่อย ๆ (บล็อค) ปิดประตูน้ำรอบพื้นที่บล็อค (Isolated Area)แล้วทำการวัดปริมาณน้ำเข้าสู่พื้นที่เพียงจุดเดียวในช่วง

กลางคืน ช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำประปาน้อยที่สุด ถือเป็นน้ำสูญเสียของบล็อคนั้น หากอัตราการสูญเสียน้ำเกินมาตรฐานกำหนด จะต้องทำการสำรวจหาท่อรั่วตามวิธีการในข้อ 1.2.2 ต่อไป

1.2.4 การตรวจวัดปริมาณน้ำเข้าออกระบบ (District Metering) พื้นที่ที่ดำเนินการตามวิธีนี้ จะมีขนาดใหญ่กว่าการดำเนินการตามวิธีในข้อ 1.2.3 กล่าวคือ อาจรวมบล็อคหลายบล็อคเข้าด้วยกัน แล้วติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำที่จุดทางน้ำไหลเข้าออกพื้นที่นั้น (District Zone) โดยอาจทำการวัดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาหลายวันตลอด 24 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้วัดคือ Data Logger เพื่อหาค่าของน้ำสูญเสียจากท่อแตกรั่วใน District Zone จากสมการ :

น้ำสูญเสีย = น้ำไหลเข้าพื้นที่ - น้ำไหลออกจากพื้นที่ - น้ำที่ใช้ไปในพื้นที่

ซึ่งน้ำที่ใช้ไปในพื้นที่ คือ ปริมาณน้ำที่ผู้ใช้น้ำใช้ทราบจากการอ่านมาตรของผู้ใช้น้ำในช่วงเวลาที่ทำการวัดนั่นเอง

1.2.5 การตรวจวัดปริมาณน้ำเข้าออกระบบ และการตรวจวัดปริมาณน้ำสูญเสียในพื้นที่ที่กำหนดพร้อมกัน (Combine Waste Metering and District Metering Method Together) ในบางพื้นที่อาจต้องใช้วิธีตามข้อ 1.2.3 และข้อ 1.2.4 ดำเนินการควบคู่กันไป เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องยิ่งขึ้น เนื่องจากการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำในช่วงเวลาที่ดำเนินการตามข้อ 1.2.3 ในแต่ละบริเวณอาจแตกต่างกันไปหรือในบางแห่งระบบท่อไม่เอื้ออำนวยที่จะทำการวัดตามวิธีในข้อ 1.2.3 ได้จำเป็นต้องนำสถิติข้อมูลตามวิธีดำเนินการในข้อ 1.2.4 มาใช้ในการเปรียบเทียบ

ในการดำเนินการเพื่อลดการสูญเสียน้ำในระบบท่อประปานี้ จะต้องพิจารณาว่าควรใช้วิธีการใดหรือหลายวิธีดำเนินการไปพร้อมกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ ระบบท่อ ลักษณะการใช้น้ำ แรงดันน้ำ ลักษณะภูมิประเทศ เป็นต้น และต้องคำนึงถึงความคุ้มทุน (Benefit-cost Ratio) ด้วย ซึ่งค่าความคุ้มทุนนี้ นอกจากจะเป็นส่วนในการกำหนดเลือกวิธีดำเนินการแล้ว ยังใช้เป็นหลักเกณฑ์ประกอบการพิจารณา เพื่อเปลี่ยนท่อแทนการซ่อมท่อในแต่ละพื้นที่อีกด้วยเช่นกัน

1.3 งานซ่อมท่อ เร่งรัดการซ่อมท่อทั้งหมดที่ตรวจพบและได้รับแจ้งทุกจุด ให้แล้วเสร็จภายในเวลา 1 วัน โดยจัดหน่วยซ่อมเคลื่อนที่เร็วช่วยซ่อมจุดเล็กๆ ในเวลากลางวัน และจัดหน่วยซ่อมท่อขนาดอื่น ๆ ประจำตลอด 24 ชั่วโมง

1.4 การเปลี่ยนท่อทดแทนท่อประปาที่ชำรุดหมดสภาพการใช้งาน

การเพิ่มปริมาณและแรงดันน้ำตามโครงการแผนหลัก ของการประปานครหลวง ประกอบด้วยสภาพระบบท่อที่มีอายุการใช้งานและชำรุดเพิ่มขึ้นตามกาลเวลา จะยังผลให้ปริมาณน้ำสูญเสียเพิ่มขึ้นทุกปี การปรับปรุงเปลี่ยนท่อทดแทนเป็นมาตรการหนึ่งในการช่วยลดปริมาณน้ำสูญเสีย หลักเกณฑ์การพิจารณาเปลี่ยนท่อทดแทนท่อประปาที่ชำรุดหมดสภาพการใช้งาน คือ

1.4.1 พิจารณาคัดเลือกพื้นที่ที่จะทำการเปลี่ยนท่อเป็นบล็อค โดยเน้นการเปลี่ยนท่อในบล็อคที่มีค่า ดัชนีรั่วไหล (Block Leakage Index) ซึ่งมีหน่วยเป็นลิตร/ผู้ใช้น้ำ 1 ราย (เปรียบเทียบการใช้น้ำเป็นผู้ใช้น้ำรายเล็ก)/ชั่วโมง

โดยกำหนดหลักเกณฑ์ไว้ ดังนี้ :

บล็อคที่มีค่าดัชนีรั่วไหลระหว่าง 25 - 40 ลิตร/ราย/ชั่วโมง ให้พิจารณาเลือกเปลี่ยนท่อในบล็อคนั้นบางเส้นทาง (ตามหลักเกณฑ์พิจารณาในข้อ 1.4.2)

บล็อคที่มีค่าดัชนีรั่วไหลมากกว่า 40 ลิตร/ราย/ชั่วโมง ให้พิจารณาเปลี่ยนท่อในบล็อคนั้นทั้งพื้นที่

1.4.2 หลักเกณฑ์การพิจารณาในขั้นต้น ให้คะแนนตามน้ำหนัก (By weight) จาก

อายุ

ชนิดท่อ

ความลึกหลังท่อ

ตำแหน่งวางท่อ

สถิติการแตกรั่ว

พิจารณาค่าความคุ้มทุน (Benefit-cost Ratio) เปรียบเทียบระหว่างการซ่อมท่อกับการเปลี่ยนท่อ

1.4.3 พิจารณาถึงความจำเป็นและความเหมาะสมในการเปลี่ยนท่อนั้น

1.4.4 ควรพิจารณาเปลี่ยนท่อต่อเนื่องให้แล้วเสร็จ เป็นพื้นที่บล็อค ๆ ไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4.5 พิจารณาถึงชนิดและขนาดของท่อที่จะเปลี่ยนใหม่ทดแทนท่อเดิม เช่น ท่อที่จะเปลี่ยนใหม่ในย่านการค้า ควรใช้ท่อที่มีอายุการใช้งานยาวนาน แม้ว่าจะมีราคาค่าท่อแพงกว่าเดิมก็ตาม

2. ด้านการลดการสูญเสียน้ำในระบบมาตรวัดน้ำ แบ่งออกเป็น

2.1 เปลี่ยนมาตรวัดน้ำครบวาระการใช้งาน (8 ปี)

2.2 เปลี่ยนมาตรวัดน้ำที่ไม่เดิน หรือผู้ใช้น้ำถอดแก้ไข ทำลายชิ้นส่วนเพื่อให้มาตรเดินช้า

2.3 เปลี่ยนมาตรวัดน้ำที่ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม

2.4 เปลี่ยนชนิดและขนาดมาตรวัดน้ำให้เหมาะสมกับปริมาณการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำ

3. ด้านการลดการสูญเสียน้ำเนื่องจากการลักใช้น้ำ มีแนวทางในการปฏิบัติงานดังนี้

ศึกษาสถิติจากการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำ

กำหนดแผนเป้าหมายในการตรวจสอบ และดำเนินการในลักษณะ Schedule Working ซึ่งพิจารณาถึงค่าดัชนีรั่วไหลที่ได้จากการวัดปริมาณน้ำสูญเสียในแต่ละพื้นที่บล็อคประกอบการดำเนินการด้วย

มาตรการป้องกันน้ำสูญเสีย

มาตรการป้องกันน้ำสูญเสียนั้น แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. มาตรการขั้นต้น หรือมาตรการพื้นฐาน (FUNDAMENTAL MEASURE)
2. มาตรการแก้ไข (SYMPTOMATIC MEASURE)
3. มาตรการป้องกัน (PREVENTIVE MEASURE)

ซึ่งตารางที่ 3.1 ต่อไปนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับการวางแผน และวางแนวทางในการป้องกันน้ำประปาสูญเสียเป็นอย่างมาก โดยจะต้องดำเนินการพร้อมกันในทุก ๆ ด้าน และควรกำหนดระยะเวลาของการปฏิบัติงานตามแผนระหว่าง 3 - 10 ปี แล้วแต่ความเหมาะสม

ตารางที่ 3.1 มาตรการป้องกันน้ำสูญเสีย

มาตรการ	แผน	วิธีการ
ขั้นตอน	เตรียมงานป้องกัน	จัดหาและเตรียมข้อมูลต่าง ๆ พร้อมแหล่งที่มาของข้อมูล(ซึ่งสถิติข้อมูลต่าง ๆ ควรใกล้เคียงข้อเท็จจริง) จัดทำแผนผังระบบท่อประปาและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ประตูน้ำ ประตูระบายอากาศ มาตรวัดน้ำ หัวดับเพลิง กำหนดพื้นที่ที่จะดำเนินการสำรวจ และตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์เครื่องวัดน้ำต่าง ๆ เป็นต้น
	ตรวจสอบสภาพที่แท้จริง	หาปริมาณหรืออัตราการรั่วไหลในระบบจ่ายน้ำ วัดความดันน้ำในระบบส่งน้ำและจ่ายน้ำ ตรวจหาสาเหตุที่ทำให้ท่อแตกรั่ว แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์
	ศึกษา ปรับปรุง และพัฒนาท่อและอุปกรณ์ท่อ	ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงชนิด ขนาดของท่อ และอุปกรณ์ท่อต่าง ๆ เช่น ประตูน้ำ ข้อต่อท่อให้ทันสมัยและเหมาะสมกับสภาพที่ใช้งานอยู่เสมอ
	พัฒนาเทคโนโลยี	ศึกษาวิธีการวัดน้ำสูญเสียที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ศึกษาวิธีและเทคนิคในการตรวจหาท่อรั่วใต้ดินวิธีตรวจหาตำแหน่งท่อและวิธีการซ่อมท่อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) มาตรการป้องกันน้ำสูญเสีย

มาตรการ	แผน	วิธีการ
ปฏิบัติ	เร่งด่วนงานประจำที่ต้องปฏิบัติ	ซ่อมท่อรั่วบนดินทันที สำรวจหาตำแหน่งท่อรั่วใต้ดินและซ่อมทันที
ป้องกัน	งานป้องกัน	ในการวางแผน ต้องผนวกแผนงานสำรวจหาท่อรั่วเข้าไปด้วย
	งานออกแบบและก่อสร้าง	ต้องออกแบบและก่อสร้างวางท่อและอุปกรณ์ท่อนั้นให้ทนต่อแรงกระทำจากภายนอก เช่น พื้นดินทรุด แผ่นดินไหว การถูกกัดกร่อนจากสภาพความเป็นกรดด่างของดิน ฯลฯ เลือกชนิดท่อที่คงทนได้ในแต่ละลักษณะของพื้นที่วางท่อเพื่อให้มีอายุการใช้งานยาวนาน ท่อและข้อต่อจะต้องสามารถกันความรั่วซึมได้และต้องหล่อแท่นเพื่อเสริมความมั่นคงแข็งแรงที่สามทางหรือท่อโค้งเสมอ
	ปรับปรุงลักษณะและโครงสร้าง	เสริมท่อที่วางในบางจุดให้แข็งแรงขึ้น เช่น ต้องสวมท่อปลอกตรงท่อที่วงข้ามถนนบริเวณสี่แยกหรือลอดใต้ทางรถไฟ ฯลฯ เสมอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) มาตรการป้องกันน้ำสูญเสีย

มาตรการ	แผน	วิธีการ
	ป้องกันระบบท่อ	ป้องกันท่อประปาและอุปกรณ์ท่อไม่ให้ชำรุดหรือผุกร่อนง่าย เช่น เคลือบผิวท่อทั้งภายในและภายนอก หล่อแท่นและตอกเข็มรับโค้งติดตั้งมาตรวัดน้ำในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบดูแลบำรุงรักษา เป็นต้น
	ตระเวนตรวจตราระบบท่อประปาอย่างสม่ำเสมอ	จัดหน่วยออกตระเวนตรวจตราระบบท่อประปา พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก่หน่วยที่ปฏิบัติงานสนามและผู้ใช้น้ำหรือหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเสียหายอันอาจเกิดจากงานก่อสร้างขององค์กรอื่น โดยต้องทำอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง
	ควบคุมความดันน้ำประปา	ควบคุมการปิดเปิดหรือหรี่ประตูน้ำในระบบส่งจ่ายน้ำ ควบคุมความดันน้ำในระบบส่งน้ำ โดยพิจารณาถึงเวลาที่มีการใช้น้ำประปา กำหนดจุดติดตั้งประตูน้ำไว้ในที่ที่เหมาะสม เช่น บริเวณท่อแยกและติดตั้งประตูน้ำลดความดันไว้ในพื้นที่ที่จำเป็น เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การลดปริมาณน้ำสูญเสีย

อันที่จริงแล้ว การดำเนินงานด้านลดการสูญเสียน้ำ จำเป็นต้องมีแผนเป้าหมายระยะยาว และดำเนินการอย่างต่อเนื่องอย่างแท้จริง การดำเนินตามกิจกรรมต่าง ๆ มักอาศัยเวลา ถึงแม้จะสำเร็จลุล่วงได้ แต่ก็อาจไม่สามารถประเมินผลในระยะสั้นได้ เพราะระบบประปามีแฟคเตอร์ร่วมที่จะต้องได้รับการพิจารณาไปพร้อมกัน อย่างไรก็ตามก็ควรมีมาตรการเสริมเพื่อลดปริมาณน้ำสูญเสียเพื่อสู้ภัยแล้ง โดยมีมาตรการดังนี้ :

1. มีการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการลดการสูญเสียน้ำ เป็นการให้ความรู้ต่อประชาชนเกี่ยวกับระบบส่งน้ำประปา เพื่อขอความร่วมมือในการรักษาสภาพของระบบประปา โดยเฉพาะอย่างยิ่งมาตรวัดน้ำของผู้ใช้น้ำให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ และขอความร่วมมือในการแจ้งจุดท่อแตก-รั่ว หรือ การลักลอบใช้น้ำ

2. เร่งรัดการซ่อมท่อรั่ว 24 ชั่วโมง และไม่ให้มีงานค้าง (ตามที่ได้รับแจ้ง) โดยการเพิ่มหน่วยงาน หรือมีการประสานงาน (ใช้วิทยุ) ระหว่างหน่วยงานเพื่อขอความช่วยเหลืองาน ในกรณีที่จำเป็น

3. เร่งรัดการสำรวจหาท่อรั่วใต้ดิน และจัดซ่อมในพื้นที่มีค่าดัชนีรั่วไหลสูง

4. ตรวจสอบและปรับปรุงประตูน้ำที่มีอยู่ในระบบทั้งหมดให้ครบรอบทุกปี

5. เร่งรัดการวางท่อประธานตามโครงการ 4-5 และโครงการเครือข่ายท่อประปา

6. เปลี่ยนท่อทดแทนท่อที่ชำรุดหมดสภาพการใช้งาน

7. เปลี่ยนมาตรที่มีอายุใช้งานมากกว่า 8 ปี /มาตรไม่เดิน/มาตรที่อยู่ในตำแหน่งไม่เหมาะสม

8. จัดทำคู่มือปฏิบัติให้หน่วยงานเกี่ยวข้องไปถือปฏิบัติ

9. ปรับปรุงการจัดเก็บค่าน้ำประปาให้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น

10. ดำเนินการตรวจสอบการใช้น้ำผิดระเบียบหรือการใช้น้ำโดยไม่ผ่านมาตรวัดน้ำ (ลักลอบใช้น้ำ)

11. เพิ่มและลดปริมาณและแรงดันน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการใช้น้ำในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวัน

12. พัฒนาเทคโนโลยีด้วยการจัดการและวิชาการตามความเหมาะสม

การประปานครหลวงได้พยายามและเร่งรัดการแก้ปัญหาน้ำสูญเสียและน้ำสูญเปล่า (น้ำที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์) อย่างต่อเนื่องตลอดมา และวางแผนดำเนินการต่อไปในระยะยาว ทั้งการสูญเสียน้ำเนื่องจากท่อประปาชำรุดแตกรั่ว ด้วยการเร่งรัดสำรวจและซ่อมท่อ เปลี่ยนท่อใหม่ทดแทนท่อเดิม ปรับปรุงระบบประตูน้ำเพื่อให้ใช้งานได้ และทำให้แรงดันน้ำกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วถึง เปลี่ยนมาตรวัดน้ำให้สามารถบันทึกปริมาณน้ำได้อย่างถูกต้องเที่ยงตรง นอกจากนั้นยังได้พิจารณาถึงชนิดและขนาดท่อที่เหมาะสม การออกแบบงานวางท่อตามมาตรฐานทางวิศวกรรม และการควบคุมงานก่อสร้างระบบท่อให้เป็นไปตามที่กำหนด รวมถึงการดำเนินการตรวจสอบผู้ที่ลักลอบใช้น้ำ หรือใช้น้ำโดยไม่ผ่านมาตรวัดน้ำและปรับปรุงทั้งทางด้านวิชาการและการบริหารงานด้านการลดการสูญเสียน้ำประปาอีกด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเภทการสูญเสียของการประปานครหลวง

1. การสูญเสียในระบบท่อประปา (Leakage thru Pipea)
2. การสูญเสียน้ำในระบบมาตรวัดน้ำ (Metering Losses)
3. การสูญเสียน้ำจากการใช้น้ำผิดระเบียบ (Illgal Uses & Connections)

แนวทางการปฏิบัติในการลดการสูญเสียน้ำในระบบท่อประปา

1. การลดการสูญเสียน้ำโดยอ้อม (Passive Method)
2. การลดการสูญเสียน้ำโดยตรง (Active Method)
3. การซ่อมท่อ (Pipe Repair)
4. การเปลี่ยนท่อทดแทน (Pipe Rehabilitation)

การลดการสูญเสียน้ำโดยอ้อม

1. ลดปริมาณและแรงดันน้ำสูบจ่ายที่สถานีสูบจ่ายน้ำ
2. ปิด-เปิด-หรี่ ประตูน้ำในระบบ
3. ติดตั้ง Pressure Reducing Valve

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การลดการสูญเสียน้ำโดยตรง (Active Method)

1. ตรวจหาท่อรั่วบนดินด้วยสายตา (Passive Control)
2. สำรวจหาท่อรั่วใต้ดินโดยใช้เครื่องมือ (Regular Sounding)
3. ตรวจวัดปริมาณน้ำสูญเสียในพื้นที่บล็อคที่จัดแบ่ง (Waste Metering)

ดังแสดงในตารางที่ 3.8

4. ตรวจวัดปริมาณน้ำเข้า-ออกระบบ (District Metering)
5. ตรวจวัดน้ำสูญเสีย และน้ำเข้า-ออกในช่วงเวลาเดียวกัน (Combine Waste & Metering Method)

ข้อมูลประกอบ

1.	จำนวนผู้ใช้น้ำทั้งสิ้น (ปีงบประมาณ 2536)	=	1,139,299	ราย
2.	พื้นที่บริการปัจจุบัน	=	784	ตารางกิโลเมตร
3.	ความยาวท่อทั้งสิ้น(ณ มกราคม 2537)	=	15,678	กิโลเมตร
	3.1 ท่อประธาน(400-2,000 มม.)	=	738	กิโลเมตร
	3.2 ท่อจ่ายน้ำ (100-300 มม.)	=	9,792	กิโลเมตร
	3.3 ท่อบริการ(1/2" - 3")	=	5,448	กิโลเมตร
4.	จำนวนประตูน้ำ (ณ มกราคม 2537)	=	51,288	ตัว
5.	จำนวนหัวดับเพลิงสาธารณะ(มค. 2537)	=	10,954	ตัว
6.	ปริมาณน้ำผลิตจ่าย (ปีงบประมาณ 2536)	=	1,224.9	ล้านลูกบาศก์เมตร
7.	จำนวนมาตรวัดน้ำอายุเกิน 8 ปี ประมาณ	=	95,000	เครื่อง
8.	สถิติท่อแตกท่อรั่ว (ปีงบประมาณ 2535)	=	81,973	จุด
	8.1 ท่อรั่วบนดิน	=	78,195	จุด(95%)
	8.2 ท่อรั่วใต้ดิน	=	3,778	จุด(95%)

ปัจจัยที่มีผลต่อการรั่วไหลในระบบท่อ

1. การออกแบบ ขึ้นอยู่กับข้อมูลการสำรวจ การทดสอบ และข้อสมมุติฐานต่าง ๆ
2. การก่อสร้าง จะขึ้นอยู่กับผู้ก่อสร้าง และเครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้
3. การใช้งาน การใช้งานไม่ถูกวิธีและการไม่ได้ใช้งานอุปกรณ์บางอย่างเป็นเวลานาน
4. สภาพแวดล้อม ได้แก่ สภาพถนน สิ่งก่อสร้าง แรงดันดิน

หลักเกณฑ์การกำหนดขนาดท่อประปา

ในการวางแผนระบบจ่ายน้ำเพื่อกำหนดขนาดท่อประปาในเส้นทางต่าง ๆ มักจะมีปัญหาถกเถียงกันว่า เส้นทางเหล่านี้ควรจะวางท่อหรือไม่ หากวางจะเป็นท่อขนาดใดจึงเหมาะสมทั้งทางด้านวิชาการและเศรษฐศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงตั้งแต่ปี 2530 เป็นต้นมา ความเจริญเติบโตของบ้านเมืองเป็นไปอย่างรวดเร็วทั้งการขยายตัวของชุมชนรอบนอกและการก่อสร้างอาคารสูงของเขตเมืองตอนใน ภาวะการขาดแคลนน้ำของผู้ใช้น้ำจึงมีปรากฏให้เห็นบ่อยครั้ง

เพื่อให้การกำหนดขนาดของท่อเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีการจัดทำหลักเกณฑ์การกำหนดขนาดท่อประปา ซึ่งจะแยกออกตามลักษณะการใช้งาน คือท่อประธาน เพื่อทำหน้าที่ส่งจ่ายน้ำจากโรงงานผลิตน้ำ หรือสถานีสูบจ่ายน้ำออกไปอย่างเป็นระบบ และท่อจ่ายน้ำ เพื่อทำหน้าที่จ่ายน้ำเข้าบ้านผู้ใช้น้ำหรือแหล่งต้องการน้ำ ทั้งนี้ความแตกต่างที่ชัดเจนของการแบ่งประเภทท่อจากแนวทางเดิมกับหลักเกณฑ์ที่กำหนดในครั้งนี้ คือการยกเลิกท่อประธานขนาด 400 มม. และกำหนดให้ท่อขนาด 400 มม. นี้เป็นท่อจ่ายน้ำในถนนที่มีความต้องการน้ำมากเป็นพิเศษต่อไป รวมทั้งยกเลิกท่อจ่ายน้ำขนาด 250 มม. เพื่อให้มีท่อน้อยขนาดเป็นประโยชน์ในการเก็บสต๊อคท่อและอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

หลักเกณฑ์การกำหนดขนาดท่อประธาน

หลักการพิจารณากำหนดขนาดท่อประธาน

ในการพิจารณาที่จะให้มีการวางท่อประธานในเส้นทางใด ๆ จะต้องคำนึงถึงผลกระทบด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ด้านวิชาการ

การกำหนดเส้นทางและขนาดท่อที่มีลักษณะเชื่อมต่อกัน เป็นโครงข่ายขนาดใหญ่จำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบท่อประปา โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับการกำหนดขนาดท่อจะต้องสามารถจ่ายน้ำได้จนถึงปีที่ออกแบบ (Design Year) ซึ่งสภาพการณ์ปัจจุบันของการประปานครหลวงควรจะสอดคล้องกับแผนแม่บทคือปี 2560

2. ด้านเศรษฐกิจและสังคม

เนื่องจากที่ดินใจกลางเมืองมีราคาแพงมาก ทำให้เกิดอาคารสูงเป็นจำนวนมาก รวมทั้งก่อให้เกิดปัญหาจราจรคับคั่ง การกำหนดขนาดท่อที่จะวางใหม่จะต้องสามารถจ่ายน้ำให้บริการประชาชน คิดเป็นปริมาณน้ำต่อประชาชนที่มีความหนาแน่นสูงสุดตามที่กำหนด ส่วนกรณีหน่วยงานสาธารณูปการ เช่น กรุงเทพฯ กรมทางหลวง ฯลฯ จะทำการก่อสร้างถนนใหม่หรือปรับปรุงถนน หากทำการก่อสร้างปรับปรุงเต็มเขตทางและวางท่อได้ 2 เส้น จะกำหนดขนาดท่อเส้นแรกให้สามารถจ่ายน้ำได้ระยะเวลาหนึ่งเพื่อความประหยัดจนกว่าจะมีการก่อสร้างเต็มเขตทาง และวางท่อเส้นที่สองให้สามารถจ่ายน้ำได้ถึงปีที่ออกแบบ (Design Year)

การกำหนดขนาดท่อประธาน

โดยจะต้องพิจารณาตามหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ก. ด้านวิชาการ

1. พื้นที่ที่จะขยายเขตจำหน่ายน้ำ จะต้องมีความต้องการไม่น้อยกว่า 10,000 คน ต่อตารางกิโลเมตร

2. ขนาดท่อประธาน จะต้องสามารถสูบจ่ายน้ำได้เพียงพอแก่ความต้องการจนถึงปีที่ออกแบบ (Design Year) คือ ปี 2560

3. ขนาดท่อประธานจะต้องสามารถจ่ายน้ำได้เพียงพอในวันที่ต้องการน้ำสูงสุด และชั่วโมงที่ต้องการน้ำสูงสุดคือ

Maximum Daily Demand = 1.1 x Average Daily Demand

Maximum Hour Demand = 1.5 x Average Daily Demand

4. ท่อประธานที่จะวางมีความเร็วน้ำ 1.0-1.8 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นช่วงความเร็วน้ำที่มีประสิทธิภาพและประหยัด (Economical Pipe-size)

5. ขนาดท่อประธานที่จะวางในระบบโครงข่าย จะต้องมีความดันน้ำที่จุดปลายสุดเส้นท่อในระบบไม่ต่ำกว่า 15 เมตร

ข. ด้านเศรษฐกิจและสังคม

6. ขนาดท่อประธานในระบบจะมีเฉพาะท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มม. , 800 มม.,1000 มม.1500 มม. และ 1800 มม. เพื่อประหยัดในการเก็บสต๊อคสำหรับการบำรุงรักษา

7. พื้นที่ที่มีท่อประธานเดิมอยู่แล้ว และต้องการวางเสริมเพื่อสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่ใจกลางเมือง(ย่านธุรกิจ) จะต้องกำหนดขนาดท่อให้สามารถจ่ายน้ำบริการแก่ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าว เพื่อให้รับกับความหนาแน่นของประชากรได้สูงถึง 50,000 คน ต่อตารางกิโลเมตร

8. กรณีที่บริเวณใดมีความดันน้ำที่ปลายระบบท่อประธานต่ำกว่า 10 เมตร และไม่สามารถรอการก่อสร้างสถานีสูบจ่ายน้ำแห่งใหม่ตามแผนแม่บทก็จะพิจารณาให้

ติดตั้งเครื่องสูบน้ำยกระดับความดันให้สามารถสูบจ่ายได้ตามมาตรฐาน ข้อ 5

9. รูปแบบถนนของกรมทางหลวงและกรุงเทพมหานคร ที่เป็นมาตรฐาน กปน. ก็จะกำหนดขนาดมาตรฐานของท่อประปา (อย่างต่ำ) ไว้อ้างอิงตามแบบมาตรฐานแนบดังต่อไปนี้

9.1 ถนนขนาด 2 ช่องทางจราจรวางท่อจ่ายน้ำ (ขนาด 100 - 300 มม.) ทั้ง 2 ฝั่ง

9.2 ถนนขนาด 4 ช่องทางจราจรวางท่อประธานขนาด 600 มม. ขึ้นไปพร้อมท่อจ่ายน้ำ (ขนาด 200-300 มม.) 2 ฝั่ง

9.3 ถนนขนาด 6 ช่องทางจราจรวางท่อประธานขนาด 800 มม. ขึ้นไปพร้อมท่อจ่ายน้ำ (ขนาด 200-400 มม.) 2 ฝั่ง

9.4 ถนนขนาด 8 ช่องทางจราจรวางท่อประธานขนาด 1000 มม. ขึ้นไปพร้อมท่อจ่ายน้ำ (ขนาด 200-400 มม.) 2 ฝั่ง

9.5 ถนนมาตรฐานนอกจากนี้จะมีการพิจารณามาตรฐานขนาดท่อประธานเป็นราย ๆ ไปอีกครั้ง

10. ข้อ 9. เป็นการกำหนดมาตรฐานขนาดท่ออย่างต่ำไว้เพื่อประกอบการพิจารณาหาขนาดท่อตามหลักเกณฑ์ข้างต้นแล้วได้ขนาดท่อต่ำกว่าขนาดท่อใน ข้อ 9. ให้ใช้ขนาดท่อตามข้อ 9. เป็นหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16075201

หลักเกณฑ์การกำหนดขนาดท่อจ่ายน้ำ

1. เนื่องจากข้อกำหนดใหม่ของท่อประธานจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 600 มม.ขึ้นไป ในขณะที่ถนนหลักหลายสายท่อจ่ายน้ำมีขนาดเล็กเกินไป จึงเห็นควรปรับขนาดท่อจ่ายน้ำมีขนาด 100 มม. 150 มม. 200 มม. 300 มม. และ 400 มม. โดยท่อขนาด 400 มม. จะใช้กับถนนที่มีความต้องการน้ำสูงหรือมีอาคารสูงจำนวนมากเท่านั้น และท่อขนาด 250 มม. ยกเลิกเพื่อประโยชน์ในการสต๊อคของน้อยขนาด

2. เพื่อให้สอดคล้องกับความดันน้ำที่จุดปลายสุดของท่อประธานไม่ต่ำกว่า 15 เมตร ความดันน้ำที่ท่อจ่ายในระบบจะต้องไม่ต่ำกว่า 10 เมตร

3. ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ยต่อรายของผู้ใช้น้ำทั้งระบบของการประปานครหลวง ในปี 2534 เป็น 2.18 ลูกบาศก์เมตร/วัน

4. กำหนดให้ท่อจ่ายน้ำมีความเร็วน้ำ 0.5-1.5 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นความเร็วน้ำที่มีประสิทธิภาพและประหยัด

5. การคำนวณจำนวนผู้ใช้น้ำที่จะให้บริการเพื่อกำหนดขนาดท่อจ่ายน้ำ

5.1 นับจำนวนอาคารบ้านเรือนที่อยู่ในพื้นที่ที่กำหนดว่าจะจ่ายน้ำให้

5.2 ในกรณีที่มีที่ว่างในเส้นทางวางท่อ ให้คาดหมายจำนวนผู้ที่จะใช้น้ำในอนาคตโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

ก) ในการวางท่อเส้นแรก (ยังไม่มีท่อประปาทั้งสองฝั่ง)

ให้คาดหมายโดยใช้เกณฑ์ของที่ว่างชิดถนนแต่ละฝั่ง 30 เมตร ต่อผู้ใช้น้ำ 1 ราย

ข) ในการวางท่อเส้นที่สอง (มีท่อประปาเดิมอีกฝั่งแล้ว)

ให้คาดหมายโดยใช้เกณฑ์ของที่ว่างชิดถนนฝั่งที่จะวางท่อใหม่ 15 เมตรต่อผู้ใช้น้ำ 1 ราย

5.3 รวมจำนวนผู้ใช้น้ำใน 5.1 และ 5.2 เป็นจำนวนผู้ใช้น้ำที่จะให้บริการ

6. ใช้ข้อมูลตามข้อ 5 เพื่อกำหนดขนาดท่อจ่ายน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานก่อสร้างวางท่อจ่ายน้ำ ท่อบริการและงานที่เกี่ยวข้อง

การวางท่อ การทดสอบท่อ และการล้างท่อฆ่าเชื้อโรค

ท่อและอุปกรณ์ท่อที่จะทำการติดตั้ง

ท่อและอุปกรณ์ท่อซึ่งจะนำมาใช้ในงานนี้จะต้องมีมิติ คุณสมบัติตามมาตรฐานของการประปา ท่อและอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างจัดหามาเองจะต้องส่งรายละเอียด มาตรฐานและผู้ผลิตสิ่งของดังกล่าวให้การประปานครหลวงเห็นชอบและตรวจสอบก่อนนำมาใช้งาน ห้ามผู้รับจ้างนำท่อและอุปกรณ์ท่อซึ่งไม่ผ่านการตรวจสอบมาใช้โดยเด็ดขาด

ท่อและอุปกรณ์ท่อที่จะนำมาติดตั้ง จะต้องได้รับการตรวจสอบความเสียหายเสียก่อน ท่อและอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายเพียงเล็กน้อย ซึ่งนายช่างโครงการพิจารณาเห็นว่าสามารถจัดซ่อมแซมได้ จะต้องทำการซ่อมให้เป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิง หรือคำแนะนำของผู้ผลิตจนเป็นที่พอใจของนายช่างโครงการ การดัดแปลงท่อและอุปกรณ์ท่อต้องได้รับความอนุมัติจากนายช่างโครงการเสียก่อน การประปานครหลวงสงวนสิทธิที่จะให้ผู้รับจ้างนำอุปกรณ์ท่อเดิมที่ยังมีสภาพดีมาใช้ในงานก่อสร้างได้ โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างโครงการ

ท่อและอุปกรณ์ท่อที่จะนำมาติดตั้งจะต้องทำความสะอาดเสียก่อน โดยเฉพาะภายในท่อและอุปกรณ์ต้องปราศจากสิ่งสกปรกหรือวัสดุอื่นใด นายช่างโครงการอาจจะสั่งการให้ทำการล้างท่อก่อนนำไปติดตั้งก็ได้ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

การประกอบท่อและติดตั้งอุปกรณ์ท่อ

การยกท่อและวางท่อลงในร่องดิน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการยกท่อและอุปกรณ์ลงในร่องดินด้วยความระมัดระวัง วิธีการยกให้เป็นไปตามมาตรฐาน คำแนะนำของผู้ผลิตหรือตามที่นายช่างโครงการเห็นชอบ

การตรวจสอบแนวระดับ

ก่อนทำการติดตั้งท่อและอุปกรณ์ท่อ ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบระดับความลึกของฐานรองท่อ ฐานรองอุปกรณ์ท่อ ให้เป็นไปตามแบบแปลนหรือตามที่นายช่างโครงการสั่งการ

ตำแหน่งท่อที่จะวางโดยปกติแล้วให้เป็นไปตามแบบแปลนกำหนด แต่นายช่างโครงการสงวนสิทธิที่จะเปลี่ยนแปลงแนวท่อได้ เมื่อพิจารณาเห็นว่าจำเป็นเพื่อหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางหรืออุปสรรคอื่นใดหรือแก้ไขปัญหาในระหว่างก่อสร้างบางช่วง อันเป็นเหตุให้ต้องวางท่อลึกหรือตื้นกว่ากำหนดหรือต้องขุดร่องดินแคบหรือกว้างกว่ากำหนด หรือต้องทำการก่อสร้างแท่นคอนกรีตรับอุปกรณ์ท่อเพิ่มเติมหรือต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม การประปาจะจ่ายเงินค่างานวางท่อให้ผู้รับจ้าง ตามราคาต่อหน่วยที่มีกำหนดไว้ในสัญญาโดยไม่มีการเพิ่มค่างาน

ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับท่อที่วางทั้งเส้นทางตื้นกว่าที่กำหนดไว้ในแบบแปลนตั้งแต่ 10 เซ็นติเมตรขึ้นไป การประปาจะพิจารณาลดราคาค่างวดลงตามสัดส่วนของค่างานที่ลดลง

แนวและระดับท่อและอุปกรณ์ที่จะวาง จะต้องได้รับการตรวจสอบให้เป็นไปตามแนวระดับวิธีการตรวจสอบแนวและระดับดังกล่าว จะต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างโครงการ

โดยทั่วไปแนวและความลึกหลังท่อต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน และผู้รับจ้างจะต้องวางท่อในแนวที่กำหนดให้ด้วยความลาดที่สม่ำเสมอ การเบี่ยงเบนของท่อตามชนิดข้อต่อต่าง ๆ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิต และการที่นายช่างโครงการสั่งการ แต่นายช่างโครงการมีสิทธิ์เปลี่ยนแปลงแนวและความลึกหลังท่อต่างไปจากที่กำหนดไว้ในแบบ เพื่อให้งานดำเนินไปด้วยดีและถูกต้องตามหลักวิชาการได้ในกรณีดังต่อไปนี้

ท่อที่วางผ่านบริเวณที่ระดับของพื้นที่เปลี่ยนแปลงโดยกระทันหันหรือต่างระดับ

ท่อที่ต้องวางผ่านอุปสรรคสิ่งกีดขวาง ซึ่งจะหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น ฐานรากอาคาร ท่อประปาเดิม ท่อระบายน้ำ ท่อร้อยสายโทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งการวางท่อในช่วงนี้ต้องวางให้มีความลาดเอียงที่เหมาะสม หรือทำการวางท่อเพื่อหลบหลีกตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลนมาตรฐาน

ท่อที่วางลอดลำคลอง ที่ลุ่ม คอสะพาน หรือวางไปเชื่อมกับท่อเดิมที่มีความลึกต่างกัน

ในกรณีที่วางผ่านทางแยก ทางร่วม หรือทางเข้าออกที่เป็นถนนดินหรือลาดยาง และความลึกหลังท่อน้อยกว่ากำหนดในแบบแต่ละแบบ ต้องมีความลึกหลังท่อไม่น้อยกว่า 30 เซ็นติเมตร สำหรับการใช้ทรายเป็นวัสดุกลบหลังท่อ และไม่น้อยกว่า 40 เซ็นติเมตร สำหรับการใช้ดินเป็นวัสดุกลบหลังท่อ ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งแผ่นคอนกรีตปิดหลังท่อตามที่นายช่างโครงการจะสั่งการ แผ่นคอนกรีตให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลนมาตรฐาน ความลึกหลังท่อที่น้อยกว่า 30 เซ็นติเมตร ผู้รับจ้างจะต้องเสนอขอความเห็นชอบจากผู้อำนวยการโครงการก่อนดำเนินการ

การวางท่อผ่านถนนหรือทางแยก

ผู้รับจ้างจะต้องประกอบท่อที่วางผ่านถนนหรือทางแยกดังนี้

1) กรณีที่ซอยหรือทางแยกมีความกว้างน้อยกว่า 5.00 เมตร ตำแหน่งของข้อต่อ (Coupling Joing) จะต้องอยู่นอกผิวจราจร

2) กรณีที่ซอยหรือทางแยกมีความกว้างระหว่าง 5.00- 10.00 เมตร ตำแหน่งของข้อต่อ (Coupling Joing) จะต้องอยู่ประมาณกึ่งกลางผิวจราจร

3) กรณีที่ไม่อยู่ใน ข้อ 1) ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างโครงการ

การประกอบท่อและการติดตั้งอุปกรณ์ท่อ

1. การวางท่อเหล็กเหนียวและอุปกรณ์ท่อ

ท่อเหล็กเหนียว และอุปกรณ์ท่อที่ใช้ในงานนี้จะต้องเป็นท่อที่มีมิติและคุณสมบัติตามมาตรฐาน รายการละเอียดท่อและอุปกรณ์ท่อของการประปา

การขนย้ายและติดตั้งท่อเหล็กเหนียวและอุปกรณ์ท่อ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน AWWA-C 600"STANDARD SPECIFICATIONS OF CAST IRON WATER MAINS"

ท่อที่วางข้ามคลองคูน้ำ ให้ใช้ท่อที่มีผิวนอกทาสีรองพื้นด้วย Synthetic red-primer 2 ชั้น และสี Aluminum paint ทับอีก 1 ชั้น ท่อใต้ดินเหล็กเหนียวจะต้องพันรอบด้วยผ้าแอสเบสตอส สำหรับท่อปลอกจะต้องทาด้วย Coal-tar

epoxy 2 ชั้น

การตัดท่อ จะต้องกระทำโดยใช้เครื่องเชื่อมแก๊ส หรือเครื่องมือตัดท่อที่เหมาะสมซึ่งนายช่างโครงการจะเห็นชอบ รอยตัดจะต้องเรียบและตั้งให้ได้ฉากกับแนวแกนของท่อ ผู้รับจ้างจะต้องลบมุมคมและส่วนขรุขระออก และตกแต่งปลายท่อนี้ให้มีลักษณะเหมือนกับปลายท่อแบบเรียบที่ผลิตจากโรงงานในทันทีที่ได้ตัดท่อแล้วเสร็จทุกครั้ง

การซ่อมแซมวัสดุหุ้มภายนอกท่อ (Coating)และวัสดุเคลือบภายในท่อ (Ling) ที่ชำรุดหรือเสียหายในขณะก่อสร้าง ให้กระทำการนอกบริเวณแนวร่องวางท่อด้วยวิธีการที่เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ผลิตท่อหรือนายช่างโครงการ ในการนี้หากนายช่างโครงการเห็นว่าส่วนที่ชำรุดเสียหายอยู่ในสภาพที่ไม่อาจซ่อมแซมด้วยวิธีการในสนามให้ดีเหมือนเดิมได้ นายช่างโครงการสงวนสิทธิที่จะสั่งการให้ผู้รับจ้างทำการซ่อมแซมด้วยวิธีการเดียวกับที่ผลิตมาจากโรงงานผู้ผลิตได้ ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

การต่อท่อและอุปกรณ์ท่อ โดยวิธีการเชื่อมจะต้องเป็นแบบต่อชนเดี่ยว (butt weld) และเป็นไปตามมาตรฐาน AWWAC 206 "FIELD WELDING OF STEEL WATER PIPE JOINTS"

2. การวางท่อซิเมนต์ใยหิน

การก่อสร้างวางท่อซิเมนต์ใยหิน จะต้องดำเนินการตามคำแนะนำของผู้ผลิตและตามมาตรฐานของ AWWA C 603"Standard Specification for the installation of Asbestos Cement Water Pipe" ยกเว้นนายช่างโครงการจะสั่งการเป็นอย่างอื่น

อุปกรณ์ท่อที่จะใช้กับท่อซิเมนต์ใยหินต้องเป็นอุปกรณ์เหล็กหล่อ และมีข้อต่อชนิดแหวนยางใช้กับข้อต่อ Coupling หรือใช้กับข้อต่อ Gibault ข้อต่อชนิดหน้าจานจะถูกนำมาใช้เฉพาะบางแห่งกรณีจำเป็น

สลักเกลียวและแป้นเกลียวของข้อต่อ Gibault และหน้าจานจะต้องมีหัวเป็นรูปหกเหลี่ยมและมีมิติตามที่ได้แสดงไว้ในแบบแปลน วัสดุที่ใช้ทำสลักเกลียวและแป้นเกลียวจะต้องได้มาตรฐาน ASTM.A-320 Grade B 8"Alloy Steel Bolting

Naterial for Low Temperature Service"

ท่อที่ใช้วางข้างคลองหรือคูน้ำจะต้องเป็นท่อเหล็กเหนียว ที่มีข้อต่อเชื่อมรายละเอียดและข้อกำหนดสำหรับท่อเหล็กเหนียวที่ใช้ และวิธีการก่อสร้างให้เป็นไปตามที่ได้แสดงไว้ในแบบแปลน จุดที่ท่อเหล็กเหนียวจะเชื่อมต่อกับท่อแอสเบสตอสซิเมนต์จะต้องเป็นข้อต่อแบบหน้าจาน

การวางท่อลอดใต้คูน้ำหรือการวางท่อในบริเวณที่มีน้ำขัง ให้เป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนดให้ในแบบแปลนและตามคำแนะนำของนายช่างโครงการ

ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องตัดท่อจะต้องตัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ผลิตและนายช่างโครงการ และจะต้องกลึงแต่งปลายท่อให้มีลักษณะเช่นเดียวกับท่อที่ผลิตจากโรงงาน

การต่อท่อเข้าด้วยกัน จะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตปลายท่อแหวนยางและข้อต่อจะต้องสะอาดและแห้ง ขณะที่ดันปลายท่อเข้าไปใน Coupling ต้องระมัดระวังปลายท่อไม่ให้บิ่นหรือชำรุด และเมื่อดันเข้าที่แล้วต้องตรวจสอบแหวนยางและ Coupling ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องด้วย Filler gauge ในกรณีที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมให้ทำการถอดออกแล้วประกอบใหม่

การวางท่อจะต้องให้ได้แนวตรง หากมีการเบี่ยงเบนให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตท่อ

ในกรณีที่สภาพในสนามไม่อำนวยให้ทำการวางท่อในแนวตรง อาจมีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ท่อบางอย่างเพิ่มขึ้นจากที่ได้แสดงไว้ในแบบแปลนทุกแห่งที่มีการใช้ท่อโครง 3 ทาง หรืออุดหน้าแปลน ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างแท่นคอนกรีตค้ำยันตามวิธีที่ได้แสดงไว้ในแบบแปลนมาตรฐาน แต่นายช่างโครงการอาจจะสั่งการให้เปลี่ยนแปลงขนาดของแท่นให้ใหญ่ขึ้นหรือดัดแปลงวิธีการได้ในกรณีที่จำเป็นหรือสภาพสถานที่ไม่อำนวย หรือตามแบบที่ได้แก้ไขใหม่ ค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

การติดตั้งข้อต่อแบบ Gibault จะกระทำได้เฉพาะจุดที่นายช่างโครงการอนุมัติเท่านั้น

3. การวางท่อพลาสติก

ท่อพลาสติกและอุปกรณ์ท่อที่นำมาใช้ในงานนี้จะต้องมีมิติ และคุณสมบัติตามมาตรฐานท่อและอุปกรณ์ท่อประปา การวางท่อพลาสติกจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต และตามที่นายช่างโครงการจะสั่งการ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการประกอบท่อแต่ละชนิดหรือตามที่นายช่างโครงการเห็นชอบ

3.1 การวางท่อพี.วี.ซี. (Polyvinyl Chloride)

ท่อ พี.วี.ซี. ซึ่งจะวางเป็นท่อจ่ายน้ำ จะต้องเป็นแบบปลายข้างหนึ่งเป็นปากระฆัง สวนต่อกับท่อด้านปลายเรียบโดยใช้แหวนยางและน้ำยาหล่อลื่นตามที่ผู้ผลิตท่อแนะนำ

การต่อท่อ พี.วี.ซี. เข้ากับท่อชนิดอื่น จะต้องใช้ข้อต่อตามแบบของการประปานครหลวงหรือข้อต่อหน้าจาน มิติการเจาะรูหน้าจานต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ISO 13

3.2 การวางท่อ พี.อี. (Polyethylene)

ท่อ พี.อี. ที่จะวางเป็นท่อจ่ายน้ำ ใช้การต่อโดยการเชื่อมแบบ Butt-Fusion Welding หรือ Stub end and backing ring สำหรับการต่อหน้าจานการเจาะรู backing ring จะต้องมีมิติตามมาตรฐาน ISO 13

การต่อท่อ พี.อี. เข้ากับท่อชนิดอื่นจะต้องใช้ข้อต่อแบบ Stub ends and backing rings

3.3 การวางท่อ พี.บี.

ท่อ พี.บี. ที่จะวางเป็นท่อบริการจะประกอบเข้าด้วยกันแบบ Butt Fusion Welding หรือ ข้อต่อแบบ Double Flare Nut ส่วนท่อที่จะใช้เป็นท่อแยกเข้าบ้านให้ใช้ข้อต่อแบบ Double Flare Nut

ในกรณีที่จะตัดท่อพลาสติด จะต้องตัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมตามที่นายช่างโครงการเห็นชอบ จะต้องตัดให้รอบท่อจนเข้าเนื้อท่อไปประมาณครึ่งหนึ่งของความหนาแล้วจึงตัดขาดทีเดียว หน้าตัดจะต้องเรียบและได้ฉากกับแนวแกนของท่อพร้อมกับลบมุมคมและส่วนที่ขรุขระบนขอบนอกปลายท่อออก ท่อและอุปกรณ์ที่จะใช้จะต้องสะ

อาด แห้ง และปราศจากน้ำมันหรือไขมันหรือสารอื่น ๆ ที่จะเป็นอันตรายต่อท่อโดยเด็ดขาด

ข้อควรระวังในการวางท่อพลาสติก คือจะต้องวางให้อยู่ในแนวราบ อย่าให้มีจุดค้ำท่อให้ลอยขึ้นมาจากฐานรอบท่อและจะต้องวางท่อให้อยู่ในแนวตรง การเบี่ยงเบนแนวท่ออาจจะทำได้ภายในมุมที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ และต้องป้องกันไม่ให้มีวัสดุแหลมคมสัมผัสกับผิวท่อ

ท่อและอุปกรณ์ที่มีรอยขีดข่วนเข้าไปในผิวท่อลึกกว่า 10% ของความหนาจะนำมาใช้ไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการออกค่าใช้จ่ายทดแทนท่อและอุปกรณ์ที่ชำรุดนั้น

ห้ามวางท่อพลาสติกเหนือดินเป็นอันขาด ยกเว้นจุดบรรจบกับมาตรวัดน้ำ หรือกรณีอื่นใดตามที่นายช่างโครงการเห็นชอบ

4. การวางท่อเหล็กอาบสังกะสี

ท่อและอุปกรณ์ท่อที่นำมาใช้ในงานนี้ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานท่อและอุปกรณ์ท่อของการประปานครหลวง การวางท่อ และประกอบท่อให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตและตามที่นายช่างโครงการจะสั่งการ ข้อต่อ Gibault หรือ Flange สามารถใช้ได้ในกรณีที่จำเป็นตามที่นายช่างโครงการเห็นชอบ

การวางท่อข้ามคลองหรือคูน้ำ จะต้องเป็นไปตามรายละเอียด และวิธีการที่แสดงไว้ในแบบแปลน หรือตามคำแนะนำของนายช่างโครงการ

การวางท่อลอดใต้คูน้ำ หรือการวางท่อในบริเวณที่มีน้ำขังหรือเหนือพื้นดินให้เป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในแบบแปลน หรือตามคำแนะนำของนายช่างโครงการ การวางท่อจะต้องให้ได้แนวตรง ในกรณีที่สภาพสนามไม่อำนวยให้ทำการวางท่อเป็นแนวตรง อาจมีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์บางอย่างเพิ่มขึ้นจากที่แสดงไว้ในแบบแปลน โดยทั่วไปแท่นคอนกรีตรับท่อจะทำการก่อสร้างเฉพาะสำหรับท่อข้ามคลองเท่านั้น ทั้งนี้นายช่างโครงการมีอำนาจสั่งการให้ทำการก่อสร้างแท่นคอนกรีตรับท่อเพิ่มเติมได้ตามที่เห็นสมควร ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามที่นายช่างโครงการสั่งการ วิธีการก่อสร้างแท่นคอนกรีตรับท่อ จะต้องเป็นไปตามรายละเอียดที่แสดงในแบบมาตรฐาน ค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องออกเองทั้งสิ้น

5. การติดตั้งประตูน้ำ (Gate Valves)

การติดตั้งประตูน้ำจะต้องให้แกนประตูน้ำอยู่ในแนวดิ่งและอยู่ศูนย์กลาง หีบกุญแจประตูน้ำจะต้องวางบนแท่นคอนกรีตตามที่แสดงไว้ในแบบมาตรฐาน หีบกุญแจประตูน้ำจะต้องอยู่ในระดับเดียวกับผิวจราจรหรือตามที่นายช่างโครงการสั่งการ ก่อนการติดตั้งประตูน้ำผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบการทำงานของประตูน้ำเสียก่อน

6. การติดตั้งประตูระบายอากาศ (Air Release Valve)

ประตูระบายอากาศจะต้องมีขนาดและติดตั้งตามตำแหน่งที่ได้แสดงไว้ในแบบแปลนหรือตามที่นายช่างโครงการกำหนด ปลายท่อแยกซึ่งเป็นท่อเหล็กอาบสังกะสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 1/2 นิ้ว สำหรับติดตั้งประตูระบายอากาศ ต้องเป็นหน้าจานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มม. สำหรับประตูระบายอากาศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. สลักเกลียวและแป้นเกลียวต้องเป็นไปตามมาตรฐานในการวางท่อซีเมนต์ใยหิน รายละเอียดการติดตั้งประตูระบายอากาศได้แสดงไว้ในแบบแปลนมาตรฐาน

7. การติดตั้งหัวดับเพลิง (Fire hydrant)

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งหัวดับเพลิงตามตำแหน่งที่ได้แสดงไว้ในแบบแปลนหรือตามที่นายช่างโครงการจะกำหนดให้ และอยู่บนฐานที่มั่นคง โดยทั่วไปแล้วการติดตั้งหัวดับเพลิงจะติดตั้งให้อยู่ในแนวเดียวกับเสาไฟฟ้าหรือขอบแนวรั้ว เพื่อไม่ให้กีดขวางการสัญจรของคนเดินเท้าและยานพาหนะ และท่อแยกของหัวดับเพลิงให้อยู่ขนานกับทิศทางการสัญจร แท่นรองรับคอนกรีตจะต้องติดตั้งระหว่างด้านหลังของทางน้ำเข้ากับดินเดิมของแนวร่องขนาดพื้นที่รับแรงกดน้อยที่สุดได้แสดงไว้ในแบบแปลนตามที่กำหนด หัวดับเพลิงต้องทาสี red lead primer 1 ชั้น และทาทับด้วยสีแดง 2 ชั้นและยึดกับท่อด้วย Rods หรือ clamp ที่เหมาะสม รายละเอียดการติดตั้งหัวดับเพลิงได้แสดงไว้ในแบบมาตรฐาน ความหนาและระดับของแท่นคอนกรีตรับหัวดับเพลิงให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบมาตรฐาน หรือตามที่นายช่างโครงการสั่งการ

9.2.5 การรักษาความสะอาดท่อที่วาง

ท่อที่วางในแนวร่องจะต้องปิดปลายท่อด้วยการอุดปลั๊กกันน้ำได้ตลอดเวลา การเปิดปลายท่อที่ปิดไว้นี้จะกระทำได้ต่อเมื่อผู้รับจ้างพร้อมที่จะประกอบท่อท่อนต่อไปเข้าด้วยกัน

และได้ทำการสูบน้ำออกจากแนวร่องจนแห้งแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบแปลนแสดงรายละเอียดวิธีการปิดปลายท่อให้นายช่างโครงการอนุมัติก่อนเริ่มงานก่อสร้าง หากผู้รับจ้างไม่ดำเนินการปิดปลายท่อช่วงใด นายช่างโครงการมีสิทธิสั่งรื้อท่อช่วงนั้นออก เพื่อให้ผู้รับจ้างนำไปทำความสะอาด ค่าใช้จ่ายและระยะเวลาที่สูญเสียไปในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบทั้งสิ้น

ความยาวท่อที่วาง

โดยทั่วไปในการวางท่อแต่ละชนิดซึ่งผลิตเป็นท่อน จะต้องทำการวางเต็มท่อน หากจำเป็นต้องทำการตัดท่อออกเพื่อให้เหมาะสมพอดีกับระยะทางหรือตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ท่อต่าง ๆแล้ว ท่อที่เหลือประกอบกับท่อไว้ในแนวร่องต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 1.0 เมตร หรือตามที่นายช่างโครงการเห็นชอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การตัดบรรจบท่อเดิม

โดยทั่วไปวิธีการบรรจบเข้ากับท่อเดิมมี 2 วิธี ดังต่อไปนี้

1. โดยใช้วิธี Tapping Sleeve และ Tapping Valve เรียกว่าวิธี "Wet Tap"

2. โดยวิธีตัดท่อเดิมแล้วใช้สามทางและข้อต่อแบบ Mechanical Joint หรือข้อต่อชนิดอื่น ๆ เรียกว่า "Dry Tap"

การวางท่อแยกเข้าบ้าน

โดยทั่วไปแล้วการวางท่อแยกเข้าบ้านจะมี 2 กรณีคือ:-

กรณีที่ 1 วางท่อแยกเข้าบ้านเพื่อการติดตั้งประปาใหม่โดยบรรจบจากท่อจ่ายน้ำเดิม

กรณีที่ 2 วางท่อแยกเข้าบ้านพร้อมงานวางท่อจ่ายน้ำใหม่ ซึ่งการวางท่อในกรณีนี้จะมี 2 วิธีดังนี้

วิธีที่ 1 วางท่อแยกไปถึงตำแหน่งมาตรวัดน้ำเพื่อบรรจบกับมาตรวัดน้ำเดิมหรือมาตรวัดน้ำที่ขอติดตั้งใหม่

วิธีที่ 2 วางท่อแยกเพื่อรอการติดตั้งมาตรวัดน้ำใหม่โดยอุดปลั๊กปลายท่อไว้

การทดสอบท่อ (Testing)

โดยทั่วไปท่อจ่ายน้ำที่วางใหม่และท่อแยกเข้าบ้าน รวมทั้งอุปกรณ์ท่อ ประตูน้ำที่ติดตั้งจะต้องทำการทดสอบความดันน้ำ (Pressure Test) ในเส้นท่อและทดสอบการรั่วซึม (Leakage Test) พร้อมกัน การทดสอบให้ปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน จะต้องอยู่ภายใต้การควบคุมและตรวจสอบของนายช่างโครงการ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และแรงงานในการทดสองเองทั้งสิ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การล้างท่อและฆ่าเชื้อโรค

ภายหลังจากที่ได้ทำการวางท่อและการทดสอบท่อผ่านเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการล้างท่อและฆ่าเชื้อโรคในท่อให้สะอาด การฆ่าเชื้อโรคในท่อนี้ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการภายใต้การควบคุมจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจของนายช่างโครงการ โดยทั่วไปแล้วการฆ่าเชื้อโรคในเส้นท่อนี้ให้ยึดถือการปฏิบัติตามมาตรฐาน ANSI AWWA C 601-81 "Disinfecting Water Mains" ก่อนที่จะเริ่มทำการฆ่าเชื้อโรคในท่อ ผู้รับจ้างจะต้องร่วมปรึกษาทำความเข้าใจ และขออนุมัติวิธีการปฏิบัติงานจากนายช่างโครงการเสียก่อน โดยทั่วไปแล้ววิธีการฆ่าเชื้อโรคกระทำโดยปล่อยน้ำเข้าสู่เส้นท่อ เพื่อทำการล้างชำระสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกไปให้หมด หรือจนกว่าน้ำที่ปล่อยออกจากเส้นท่อจะใสไม่มีสีแล้ว จึงใส่น้ำผสมสารเคมีเข้าไปในท่อตามปริมาณและส่วนผสมที่ได้รับอนุญาตแล้ว โดยผ่านเข้าทางท่อแยกที่อยู่ปลายด้านหนึ่งของท่อ ในเวลาเดียวกันก็ระบายน้ำออกจากท่อทางปลายอีกด้านหนึ่งจนกระทั่งตรวจสอบได้ว่า สารเคมีได้กระจายอยู่ในท่อสม่ำเสมอแล้วปิดปลายท่อปล่อยให้น้ำยาผสมสารเคมีขังไว้ในท่อเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง และเมื่อครบ 24 ชั่วโมง อัตราการคงอยู่ของคลอรีน (Residual Chlorine) จะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

สารเคมีใช้ในการฆ่าเชื้อโรคคือ คลอรีนผง (Calcium hypochlorite) เท่านั้น สารเคมีอย่างอื่นจะต้องได้รับอนุมัติจากนายช่างโครงการเสียก่อน

ปริมาณคลอรีนผง (60% คลอรีน) ที่ต้องการใช้ผสมน้ำ เพื่อให้มีอัตราความเข้มข้นของคลอรีน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับท่อแต่ละขนาดต่อความยาว 100 เมตรมีดังนี้

ขนาดท่อ(มม.)	ปริมาณคลอรีนผงที่ต้องใช้(กรัมต่อความยาวท่อ 100 เมตร)
100	67
150	152
200	268
250	422
300	595
400	1,060

เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจหาท่อรั่ว

เครื่องมือที่ใช้ในงานสำรวจหาท่อรั่ว แบ่งเป็น 3 ลักษณะ กล่าวคือ

1. เครื่องวัดปริมาณน้ำ สำหรับวัดปริมาณน้ำเข้าพื้นที่ เช่น มาตรวัดน้ำ มาตรวัดน้ำแบบ Compound - Waste Metering Pitometer Ultrasonic Flow Meter ฯลฯ

2. เครื่องสำรวจหาท่อรั่ว สำหรับหาจุดที่ท่อรั่ว เครื่องหาแนวเส้นท่อโลหะ เครื่องหาแนวเส้นท่ออโลหะ เครื่องหาตำแหน่งประตูน้ำ

3. เครื่องมือตรวจสอบประกอบอื่น ๆ เช่น เครื่องวัดความดันน้ำ เครื่องตรวจสอบคลอรีน และอุปกรณ์เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ

เครื่องวัดปริมาณน้ำประปา การวัดปริมาณน้ำประปา มี 2 แบบ ได้แก่

1. วัดเป็นปริมาตรน้ำ (Total Flow) คิดเป็น ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

2. วัดเป็นอัตราไหล (Flow Rate) คิดเป็นลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) ต่อหนึ่งหน่วยเวลา

ในบางครั้งการวัดอัตราไหลแล้วนำผลที่ได้ผ่านเข้าเครื่องคำนวณ (Integrator) ก็จะให้ค่าปริมาตรน้ำออกมา

มาตรที่ใช้วัดปริมาณน้ำ มี 5 ชนิด ได้แก่

1. มาตรวัดชนิดปริมาตรมีค่าคงตัว (Volume Meters) อาศัยปริมาตรที่มีค่าคงตัวด้วยของเหลวที่ไหลจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง เช่น มาตรวัดน้ำที่ใช้ในกิจการประปา มิเตอร์ชนิดนี้ใช้เมื่อ

- ต้องการความถูกต้อง (Accuracy) สูง เช่น ในการซื้อขาย
- ต้องการทราบปริมาตรน้อย ๆ ที่แน่นอน

ข้อดี : Accuracy ถึง $\pm$ 0.2 %

: ทำให้ความดันที่สูญเสียไปเมื่อผ่านมาตร (Pressure Loss) น้อยมาก (0.1 - 0.4 กก./ ซม.^{2})

: ไม่ต้องใช้พลังงานภายนอก เช่น ไฟฟ้า ลม เป็นต้น

ข้อเสีย : สึกหรอเร็ว โดยเฉพาะถ้าใช้กับของเหลวที่ไม่ใช่สารหล่อลื่น

: ต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมมาก เพื่อรักษา Accuracy เช่น แผ่นกรอง (Filter) เป็นต้น

: ราคาสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับ Flow สูง ๆ

: ถ้าจะให้ Accuracy จริง ๆ ต้องมีอุปกรณ์ (ซึ่งราคาแพง) เพื่อใช้ในการปรับให้ได้ค่าที่ถูกต้อง (Calibrate)

2. มาตรวัดชนิดพื้นที่หน้าตัดเปลี่ยนแปลงได้ (Variable Area Meters) มีอยู่ 3 ประเภท คือ

2.1 มาตรโรต้า (Rota Meter) อัตราไหลเปลี่ยนไปตามพื้นที่หน้าตัดของมิเตอร์ แต่ลูกลอย (Float) มีขนาดคงที่

2.2 มาตรประเภทใช้ลูกอุดเรียว (Tapered Plug) ในช่วงทางน้ำเข้า (Orifice) มี Float เป็นรูปกรวย (Cone) เลื่อนขึ้นลงบน Orifice

2.3 มาตรประเภทใช้ลูกสูบ (Platon) ในช่องกระบอกสูบ (Slotted Cylinder) ช่องที่ของเหลวไหลผ่านจะกว้างขึ้นเมื่อ Flow สูงขึ้นโดย Platon จะเปิดช่องให้กว้างขึ้น

3. มาตรชนิดความดันน้ำแตกต่างกัน (Different Pressure Meter) ตามหลักการใช้ขวางทางน้ำ (Restriction) ในตัวท่อ และมิเตอร์วัดความแตกต่างระหว่างความดันน้ำ (Different) ก่อน - หลัง Restriction

Restriction ที่ใช้มากมี 2 แบบ คือ

1. แผ่นขวางมีรู Orifice Plate

2. หลอดเวนจูรี (Venturi Tube)

4. มาตรชนิดใช้อำนาจแม่เหล็กเปรียบเทียบความเร็ว (Magnetic และ Velocity Meters) ซึ่งอาศัยความเร็วของเหลว ทำให้ตัวนำไฟฟ้าตัดสนามแม่เหล็ก ณ ความเร็วที่ต่างกันทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเปลี่ยนไปตามความเร็วของของเหลว ก็จะแสดงค่าของอัตราไหลได้ มิเตอร์นี้ ได้แก่ Electomagnetic Flow Meter เป็นต้น

5. มาตรชนิดใช้เสียงความถี่สูง (Ultrosonic Flow Meter) ตามหลักการใช้ตัวส่งสัญญาณความถี่สูง 2 ตัว ส่งผ่านน้ำ แล้ววัดระยะเวลาที่แตกต่างกัน จากการส่งสัญญาณของตัวส่งสัญญาณทั้งสอง

มาตรวัดน้ำชนิดผสม (Compound Meter)

จัดเป็นมิเตอร์ประเภทที่ 1 (Volume Meter) ประกอบด้วย

1. มาตรตัวใหญ่ (Main Meter)

2. มาตรตัวเล็ก (By-pass Meter)

3. ประตูน้ำสลับทาง (Change Over Valve)

มิเตอร์ชนิดนี้ใช้วัดอัตราไหล ซึ่งมีช่วงที่แตกต่างกันมาก และมิเตอร์ตัวเดียวไม่สามารถวัดได้ เช่น ในช่วงที่อัตราไหลสูงน้ำจะไหลผ่าน Main Meter และ By-pass Meter ทั้งสองตัว ในกรณีที่อัตราไหลต่ำ Change Over Valve ซึ่งเป็นประตูน้ำชนิดใช้สปริง (Spring Valve) จะปิดอย่างอัตโนมัติ น้ำจะไหลผ่าน By-pass Meter ตัวเดียว เมื่ออัตราไหลเพิ่มขึ้น ตัว Change Over Valve จะเปิดเองอย่างอัตโนมัติ น้ำส่วนใหญ่จะไหลผ่าน Main Meter ส่วนน้อยจะไหลผ่าน By-pass Meter ดังนั้น การเกิดอัตราไหลทั้งหมดจะต้องนำเอาผลที่อ่านจากมิเตอร์ทั้งสองตัวมารวมกัน ตัวมิเตอร์จะมีประตูน้ำกันกลับ (Check Valve) ที่ท่อผ่านมาตรตัวเล็ก (By-pass Line) เพื่อป้องกันน้ำไหลย้อนกลับส่วนตัว Main Meter มีตัว Change Over Valve ป้องกันน้ำไหลย้อนกลับ

ขนาด 6" - ความจุสูงสุด (Maximum Load) 350 ม.^{3}/ชม.

- ความจุใช้งาน(Permissable Continuos Load) 200 ม.^{3}/ชม.

- ความจุ ท่อผ่านมาตรตัวเล็ก (By-pass Line) $\pm$ 2% 15 ม.^{3}/ชม.

ประตูน้ำสลับทาง (Change Over Valve) จะเปิดเมื่อเพิ่มอัตราไหลถึง 8.3 ม.^{3}/ชม. และจะปิดเมื่อลดอัตราไหลถึง 4.7 ม.^{3}/ชม.

การติดตั้ง ในกรณีที่ติดตั้งกับท่อที่มีขนาดอื่น จะต้องมีช่วงท่อที่เป็นเส้นตรงขนาดเดียวกับมิเตอร์ คือ ไม่ต่ำกว่า 3 D สำหรับขนาดท่อเล็กกว่า 400 มม. และไม่ต่ำกว่า 5 D สำหรับขนาดท่อตั้งแต่ 500 มม. ขึ้นไป (D = เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ)

L = ระยะท่อช่วงที่เป็นเส้นตรง

M = มาตร

——> = ทิศทางไหลของน้ำ

ถ้าเป็นไปได้ อุปกรณ์ท่อ (Fitting) ต่าง ๆ การติดตั้งด้านหลังของมิเตอร์ช่วงที่เป็นท่อโค้งก่อนเข้ามิเตอร์ ระยะที่เป็นท่อต้องไม่ต่ำกว่า 3 D

ในกรณีท่อที่ติดตั้งใหม่ ควรจะล้างท่อก่อนติดตั้งมิเตอร์ เพราะถ้ามีก้อนกรวดหรือเศษไม้ต่าง ๆ อาจไปติดใบพัด ทำให้แตกหัก หรือขัดใบพัด ทำให้มิเตอร์ไม่เดิน ความเที่ยงตรงของมิเตอร์จะเสียไป ถ้าในกรณีมีสิ่งของแปลกปลอมมากก็ต้องใส่แผ่นกรอง (Strainer) ไว้หน้ามิเตอร์ตอนเปิดน้ำผ่านมิเตอร์การเปิด Valve อย่างช้า ๆ เพื่อป้องกันมาตรพัง (Over Load) และการเสียดสีของลูกปืน (Bearing) เนื่องจากการเดินของมิเตอร์ในตอนแรกนั้น น้ำไม่เต็มตัวมิเตอร์

เครื่องวัดอัตราไหลของน้ำในเส้นท่อด้วยเสียงความถี่สูง (Ultrasonic Flowmeter)

เป็นเครื่องมือวัดอัตราไหลของเหลวในท่อ โดยการส่งคลื่นเสียงความถี่สูง หรืออุลตร้าโซนิค (Ultrasonic) ผ่านไปในของเหลว ในทิศทางตามแนวการไหล และสวนกับทิศทางการไหลของของเหลว ที่ระยะทางคงที่เท่ากัน เวลาที่ Ultrasonic วิ่งทั้ง 2 ทิศทางจะต่างกัน ซึ่งสามารถนำผลต่างนี้ไปเปลี่ยนเป็นค่าความเร็วของการไหล หรืออัตราการไหลได้ เครื่องนี้สามารถวัดอัตราไหลได้จากภายนอกท่อ โดยไม่ต้องตัด หรือเจาะท่อ

ลักษณะทั่วไปของเครื่องมือ

1. มีน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและติดตั้งง่าย
2. สามารถวัดอัตราไหลได้จากภายนอกเส้นท่อ
3. ใช้เครื่องคำนวณสมองกลขนาดเล็ก (Micro Computer) ในการคำนวณ

4. เครื่องวัดแสดงผลเป็นตัวเลข สามารถบันทึกได้ด้วยเครื่องพิมพ์ภายในตัวเครื่อง

5. ใช้วัดตรงท่อที่เป็นช่วงตรงระยะยาวกว่า (ใช้ ตัวส่งและรับสัญญาณ หรือ ดีเทคเตอร์ (Detectors)) 2 คู่ จะทำให้สามารถลดความยาวช่วงท่อที่ต้องเป็นเส้นตรงลงได้อีก

การสำรวจหาท่อรั่วใต้ดิน

การสำรวจหาท่อรั่ว คือ การตรวจหาอย่างมีระบบในระบบท่อประปา เพื่อค้นหาและกำหนดจุดที่รั่ว (โดยเฉพาะท่อที่รั่วใต้ดิน)

ปัจจัยที่ทำให้ท่อรั่วท่อแตก

ปัจจัยที่สำคัญ ๆ ที่มีผลทำให้เกิดการรั่วไหลของน้ำในระบบท่อประปา ได้แก่

1. ความดันน้ำ ความดันน้ำประปาที่เพิ่มขึ้น เป็นผลให้ปริมาณน้ำสูญเสียเพิ่มตามไปด้วย นอกจากนั้นจำนวนจุดรั่วก็จะเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะตามข้อต่อท่อ และจุดรั่วเดิมที่เป็นเพียงตามด เมื่อความดันน้ำมากขึ้น จุดนั้นก็จะขยายใหญ่ขึ้น แต่เมื่อความดันน้ำสูง การหาจุดรั่วก็จะสะดวก โดยเฉพาะการใช้เครื่องมือตรวจหาเนื่องจากเสียงที่เกิดจากการรั่วไหลจะดังความดันน้ำที่ไม่คงที่ เช่น การใช้เครื่องสูบน้ำสูบน้ำโดยตรงจากระบบท่อ การปิดประตูน้ำอย่างกระทันหัน หรือ การปิดประตูน้ำบ่อย ๆ สามารถทำให้ท่อแตกรั่วได้ง่าย

2. การเคลื่อนตัวและการทรุดตัวของดิน เนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ กัน เช่น การก่อสร้างอาคารสูง ๆ การก่อสร้างใกล้เคียงแนวท่อ การกักของระดับน้ำบาดาลใต้ดิน ฯลฯ เป็นต้น จะทำให้ท่อหรือข้อต่อหลุดแตกออกจากกัน สิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้ท่อที่ไม่สามารถทนต่อแรงนี้ได้ หรือการก่อสร้างวางท่อไม่ถูกต้องตามหลักการ ก่อสร้างผิดแบบ การเลือกชนิดท่อที่ไม่ถูกต้อง แตกหักเสียหายทำให้เกิดการรั่วไหลได้

3. การกัดกร่อน ในสภาพที่พื้นดินเป็นกรดด่าง หรือมีความเค็ม มันทำให้ท่อโลหะโดยเฉพาะท่อเหล็กอาบสังกะสีผุกร่อนจากภายนอกท่อเข้าไป หรือถ้าน้ำประปาไม่บริสุทธิ์

เพียงพอ ท่อจะถูกกัดกร่อนจากภายในท่อออกมาได้ ทำให้เกิดการรั่ว ซึ่งควรเปลี่ยนชนิดท่อเป็นท่ออโลหะ หรือเลือกใช้ท่อที่มีการเคลือบผิวป้องกันอย่างดี

4. สภาพการจราจร แรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการจราจร หรือรถที่มีน้ำหนักบรรทุกมากเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ท่อสั่นคลอนและอาจเกิดการรั่วแตกได้ในที่สุด ในการวางท่อ จึงควรหลีกเลี่ยงผิวจราจร หรือวางท่อให้ลึกพอควร

5. อายุการใช้งานของท่อและอุปกรณ์ท่อ ท่อและอุปกรณ์ทุกชนิด มีอายุการใช้งาน ดังนั้นหากถึงเวลาที่สมควร ก็ควรต้องเปลี่ยนวางท่อใหม่ทดแทนของเดิมเสีย ท่อเหล่านี้จะสังเกตได้จากการที่มีการรั่วแตกอยู่เสมอ และบ่อยครั้ง

6. พฤติกรรมในการใช้งาน ความละเอียดรอบคอบในการใช้งานของอุปกรณ์ท่อต่างๆ ก็เป็นสิ่งสำคัญ ตัวอย่างเช่น ในการใช้งานประตูน้ำ หากปิด-เปิดไม่สนิทแล้ว อาจเกิดการรั่วไหลที่ตัวประตูน้ำนั้นได้ หรือการใช้หัวดับเพลิงเมื่อใช้แล้วปิดฝาครอบดับเพลิงแต่ลืมปิดประตูน้ำก็ทำให้มีน้ำรั่วไหลออกมาจากหัวดับเพลิงนั้นอีกตัวอย่างหนึ่ง เช่น การหยุดสูบจ่ายน้ำจากบ่อบาดาลที่มีประตูน้ำกันกลับที่ชำรุด ถ้าไม่ปิดประตูน้ำแบบเกทด้านหน้าของบ่อบาดาลแล้วน้ำจากท่อประปาอาจไหลกลับลงสู่บ่อบาดาลโดยผ่านทางประตูน้ำกันกลับนั้นได้ เป็นต้น

เสียงที่เกิดจากท่อรั่ว

เสียงที่เกิดจากท่อแตกรั่วนั้น เป็นเสียงผสมที่เกิดขึ้นจาก

1. เสียงการสั่นสะเทือนที่เกิดจากน้ำประปาที่ไหลในเส้นท่อกระทบกับผิวในของท่อ ซึ่งมักมีตะกรันเกิดขึ้น ท่อเก่าจึงมักมีเสียงน้ำไหลดังกว่าท่อใหม่

2. เสียงเสียดสีที่เกิดจากน้ำไหลผ่านรอยรั่วแตกของท่อ

3. เสียงการไหลของน้ำที่เกิดจากรอยรั่วของท่อ และ

4. เสียงที่เกิดจากน้ำไหลออกมา แล้วไปกระทบกับก้อนหิน หรือวัตถุที่อยู่ใต้ดินบริเวณที่ท่อรั่ว

ถ้าความดันน้ำสูง แต่ขนาดของรอยรั่วเล็ก ทำให้มีการเสียดสีที่มีรอยรั่วมาก เสียงที่ได้ยินก็จะเป็นเสียงความถี่สูง แต่เสียงการกระทบกับวัตถุภายนอกจะก่อน และปริมาณน้ำ

รั่วไหลจะน้อย

ถ้ารอยรั่วใหญ่ เสียงเสียดจะน้อย แต่เสียงกระทบจะดัง ทำให้เกิดเสียงความถี่ต่ำ เป็นต้น

การประเมินปริมาณน้ำที่รั่วไหล

มีวิธีการประเมินโดยทั่วไป 4 วิธี เรียงตามลำดับความถูกต้องจากน้อยไปมาก ดังนี้

1. ประเมินด้วยสายตา
2. ใช้สูตรคำนวณ
3. อ่านค่าน้ำที่รั่วสูญเสีย หรือคิดค่าความแตกต่างจากเครื่องวัด
4. ใช้วิธีตวงวัด

เครื่องมือสำรวจหาท่อรั่ว

เป็นเครื่องมือสำหรับกำหนดจุดที่ท่อรั่ว ซึ่งมองไม่เห็นด้วยสายตาทั้งท่อรั่วบนดิน (น้ำรั่วขึ้นบนผิวดิน) และท่อรั่วใต้ดิน ด้วยการดักฟังเสียงของน้ำที่รั่ว หลักการใช้หูฟังของแพทย์ (Stathoscope) แบ่งชนิดตามลักษณะเครื่องได้ 3 แบบ คือ

1. เครื่องแบบ Machanical Amplific เช่น เครื่อง Gephone และ Acountic Mod เป็นเครื่องอย่างง่าย ๆ แต่ผู้ใช้ต้องมีความชำนาญ หรือความสามารถเฉพาะตัวที่จะแยกเสียงที่ฟังว่า เป็นท่อรั่วหรือไม่ ใช้โดยฟังตำแหน่งที่รั่ว หรือสัมผัสโดยตรงกับเส้นท่อประตูน้ำหัวดับเพลิง และมาตรวัดน้ำ

2. เครื่องแบบ Electronic Amplific เป็นเครื่องที่พัฒนามาจาก Machanical โดยใช้เครื่องไฟฟ้าในการฟังเสียงและมีตัวตัดความถี่ที่ไม่ต้องการ แต่อย่างไรก็ตามก็ต้องใช้เครื่อง ตรงตำแหน่งที่รั่ว และผู้ใช้ต้องสามารถแยกเสียงต่าง ๆ ว่าเป็นจุดรั่วหรือไม่ เพราะว่าเสียงจากถนนหรือเส้นท่อที่แตกต่าง เสียงจะไม่เหมือนกัน

3. เครื่องแบบ Aciistic Correlation หรือ Leak Noise Correlation

เป็นเครื่องมือที่พัฒนามาใช้งานใหม่เพื่อง่ายในการตัดสินใจ แต่ผู้ใช้ต้องมีความเข้าใจในการใช้งาน เพราะเป็นเครื่องสำรวจหาท่อรั่วโดยการเปรียบเทียบเสียงที่รั่วจากจุดที่รับ 2 จุด เพื่อหาระยะเวลาที่แตกต่างกัน แล้วคำนวณออกเป็นระยะทาง โดยตัว Central Processing ซึ่งผู้ใช้จะต้องป้อนข้อมูลที่จำเป็นบางอย่าง เช่น ชนิดท่อ, ความหนา kr1 ก่อนทำการสำรวจหาท่อรั่ว

นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือชนิดอื่น ๆ เช่น เครื่อง Electra Magnetic, Data Log. ใช้ร่วมกับ Micro Computer ซึ่งพัฒนามาใช้ดำเนินการภายใต้เงื่อนไขของสถานที่ต่างๆ

เครื่องมือสำรวจหาท่อรั่ว จำแนกตามลักษณะของการใช้งาน

เนื่องจากในงานสนามของการตรวจสอบบำรุงระบบท่อประปาโดยเฉพาะงานที่เกี่ยวข้องกับการลดการสูญเสียที่เกิดจากท่อรั่วแตกนั้น จะต้องทราบข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. ต้องทราบแนว ตำแหน่ง และความลึกของท่อประปา และประตูน้ำ
2. ต้องทราบชนิดและขนาดของท่อประปานั้น
3. ต้องทราบความดันน้ำ
4. ต้องทราบสภาพดิน
5. ต้องทราบบริเวณที่มีท่อรั่ว และ
6. ต้องหาตำแหน่งรั่วให้ได้

ดังนั้นในส่วนที่เกี่ยวกับการค้นหาระบบท่อประปาและท่อรั่วนั้น พอจะจำแนกเครื่องมือตามลักษณะใช้งานได้ 3 กลุ่ม กล่าวคือ

1. เครื่องมือสำรวจหาตำแหน่งของประตูน้ำ เท่าที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่

เครื่องมือสำรวจหาตำแหน่งของประตูน้ำชนิดใช้อำนาจแม่เหล็ก

เครื่องมือชนิดนี้จะใช้อำนาจแม่เหล็ก (Magnetic Flux) ตรวจจับโลหะที่ฝังอยู่ใต้ดินเมื่อพบโลหะจะแสดงสัญญาณเสียงพร้อมกับเข็มบนหน้าปัทม์ของเครื่องมือกระดิก ในการตรวจหาประตูน้ำที่จมอยู่จะสามารถแสดงสัญญาณของฝาบีบกุญแจเหล็กของประตูน้ำ(ถ้ามี) หรือของหัวแก๊ป (CAP) แกนประตูน้ำที่อยู่ไม่ลึกจากผิวจราจรมาก ทำให้สามารถตรวจหาตำแหน่ง

ของประตูน้ำ ดังกล่าวได้

2. เครื่องมือสำรวจหาแนวและตำแหน่งของท่อประปา

ในการสำรวจหาท่อรั่ว งานวางท่อ หรืองานอื่นที่เกี่ยวข้องในบางครั้งจำเป็นต้องทราบแนวท่อประปาที่ฝังอยู่ เนื่องจากในระยะนี้ระบบท่อที่แสดงในแผนที่หลักยังไม่ถูกต้อง 100 % ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจหาแนวท่อที่ถูกต้องก่อนปฏิบัติงานสนามที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ และเมื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงระบบแผนที่ให้ถูกต้องแน่นอนต่อไป

เครื่องมือสำรวจหาแนวและตำแหน่งของท่อประปาเท่าที่ใช้อยู่มีหลายชนิด ได้แก่

2.1 เครื่องมือสำรวจหาแนวท่อประปาชนิดใช้เสียงความถี่ต่ำ(PIPE LOCATION)

เครื่องมือนี้จะสามารถตรวจหาได้ทั้งท่อที่เป็นโลหะและท่ออโลหะโดยจะต้องมีน้ำอยู่เต็มท่อนั้น แต่จะสามารถตรวจหาได้เฉพาะแนวท่อประปาเท่านั้น ไม่สามารถตรวจสอบความลึกของท่อที่ตรวจหาได้

2.2 เครื่องมือสำรวจหาแนวและความลึกของท่อประปา

เครื่องมือเหล่านี้สามารถตรวจหาได้ทั้งแนวท่อและความลึกของท่อประปาที่มีใช้อยู่ในขณะนี้ ได้แก่

2.2.1 เครื่องดันท่อ (PLUNGER BAR or BORING BAR)

เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือชนิดง่าย ๆ หลักการทำงานเช่นเดียวกับใช้ฆ้อน หรือปั้นจั่นตอกเสาเข็มนั่นเอง โดยส่วนบนของเครื่องมือนี้เป็นกระบอกโลหะหนักเปรียบเสมือนฆ้อน และส่วนล่างเป็นแท่งโลหะเปรียบเสมือนเสาเข็ม การใช้งานให้มัดส่วนล่างลงพื้นดินที่ต้องการจะหาแนวท่อ และยกส่วนบนขึ้นแล้วปล่อยลงให้กระแทกส่วนล่างซึ่งเป็นแท่งโลหะ ก็จะปักลงไปในดินจนกระทั่งถึงแนวท่อทำให้สามารถทราบแนวท่อนั้นได้ พร้อมกับทราบความลึกของท่อไปด้วยในตัวดังกล่าวคือ หลังจากทราบแนวท่อแล้วให้ดึงแท่งโลหะและวัดระยะที่แท่งโลหะจมลงไปในดิน ระยะนี้ก็คือระยะความลึกของท่อนั่นเอง ข้อควรระวัง คือต้องค่อย ๆ ตอกลงไปเพื่อมิให้เครื่องมือนี้กระแทกท่อแตกหัก ในกรณีที่ผิวจราจรเป็นคอนกรีตหรือบาง จำเป็นต้องเปิดผิวจราจรนั้นเสียก่อน จึงจะสามารถใช้เครื่องมือนี้ได้

2.2.2 เครื่องมือสำรวจหาแนวและความลึกของท่อโลหะ (IRON PIPE LOCATION)

เครื่องมือนี้สามารถตรวจหาแนวท่อได้เฉพาะที่เป็นโลหะ เช่น ท่อเหล็กลาย สังกะสี ท่อเหล็กหล่อ ท่อเหล็กเหนียว เท่านั้น และสามารถตรวจหาได้ทั้งท่อที่ฝังตื้นและฝังลึก นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบความลึกของท่อที่ตรวจหานั้นได้ด้วยภายหลัง จากที่ตรวจหาแนวท่อนั้นพบแล้ว

2.2.3 เครื่องมือสำรวจหาแนวและความลึกของท่อบริการที่เป็นโลหะ (IRON BRANCH PIPE LOCATION)

เครื่องมือนี้พัฒนาขึ้นมาโดยยึดหลักการเดียวกับเครื่องมือตามข้อ 2.2.2 ข้างต้น กล่าวคือ ใช้ตรวจหาแนวท่อที่เป็นโลหะเท่านั้น และใช้หลักการเดียวกันคือ การส่งและตรวจหาสนามแม่เหล็ก (MAGNATIC FIELD) ที่เครื่องมือนี้ส่งออกไปเหนี่ยวนำท่อให้เป็นแม่เหล็ก แต่ประสิทธิภาพของเครื่องมือชนิดนี้จะด้อยกว่าเครื่องมือตามข้อ 2.2.2 คือไม่สามารถจะหาท่อที่ลึกมาก ๆ ได้ จึงมักใช้การตรวจสอบหาท่อบริการที่เป็นเหล็กลายสังกะสีที่ฝังไม่ลึกจากผิวจราจรนักและสามารถนำไปใช้ในการตรวจหาแนวท่อที่มีการกักน้ำใช้ได้ในบางโอกาส

3. เครื่องมือสำรวจหาท่อรั่ว

เครื่องมือสำรวจหาท่อรั่วแบบทุกชนิดนั้น จะเป็นเครื่องช่วยที่ดำเนินการตรวจหาท่อรั่วในสนามในการตรวจหาจุดที่ท่อรั่วเท่านั้น ในการปฏิบัติงานจริงแล้วจำเป็นต้องใช้ประสบการณ์ ความชำนาญ ความอดทน การเป็นผู้ที่มีความสังเกตที่ดี ฯลฯ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องเป็นผู้ที่มีพรสวรรค์ และความสามารถพิเศษ (ซึ่งสามารถมีได้โดยการหมั่นฝึกการใช้เครื่องมือและฝึกการฟังเสียงและแยกเสียงอันเกิดจากท่อรั่ว เสียงอื่น ๆ ที่ใช้เสียงท่อ และเสียงผสมระหว่างเสียงท่อรั่วและเสียงอื่น ๆ ปนกัน) ประกอบกับการใช้เครื่องมือชนิดอื่น ๆ เช่น เครื่องมือสำรวจหาท่อประปา เครื่องมือวัดความดันน้ำประปา เป็นต้น ด้วย

เครื่องมือสำรวจหาท่อรั่ว แบ่งออกเป็น 2 ประเภท กล่าวคือ

3.1 เครื่องสำรวจหาบริเวณที่มีท่อรั่ว

เครื่องมือที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ ใช้เพื่อตรวจหาบริเวณที่สงสัยว่าจะมีท่อรั่วเท่านั้น ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้ไม่สามารถที่จะกำหนดตำแหน่งหรือจุดรั่วที่แน่นอนได้ว่าอยู่ที่ใด ในงานสนาม

ควรจะใช้เครื่องมือเหล่านี้ตรวจสอบนำไปก่อนการใช้เครื่องมือกำหนดตำแหน่งรั่ว ทั้งนี้เพื่อที่จะสามารถกำหนดพื้นที่ที่มีท่อรั่วได้แคบลงยิ่งขึ้น อันเป็นการที่ทำให้ประหยัดเวลาในการสำรวจและทำให้ไม่จำเป็นต้องตรวจสอบตลอดทุกความยาวท่อ รวมทั้งทำให้วิเคราะห์ได้ว่าบริเวณใดมีท่อรั่วหรือไม่เครื่องมือสำรวจหาบริเวณที่มีท่อรั่ว มีหลายชนิด เช่น

3.1.1 ชุดตรวจสอบคลอรีนในน้ำประปา (CHLORINE TEST SET) ชุดตรวจสอบคลอรีนนี้ ประกอบด้วยน้ำยาทดสอบปริมาณคงเหลือ (RESIDUAL CHLORINE)ของคลอรีนในน้ำประปา ด้วยแก้วเล็ก ๆ และช่องกระจกสี ความเข้มสีต่าง ๆ จากสีใส จนกระทั่งสีเหลืองเข้ม ซึ่งเป็นสีของคลอรีนหลังจากหยดน้ำยาทดสอบแล้ว ในงานสำรวจหาท่อรั่วนี้ใช้เพื่อตรวจดูว่าน้ำที่พบนั้นควรเป็นน้ำประปาที่รั่วออกมาจากระบบท่อหรือไม่ ซึ่งมีหลายกรณีได้แก่ เป็นน้ำประปาที่มีคลอรีนหลงเหลืออยู่ก็จะมีสีเหลืองจางหรือเข้มดังกล่าว เป็นน้ำประปาแต่ไม่มีคลอรีนแดงหลงเหลืออยู่ ในกรณีนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องชนิดอื่นตรวจหาบริเวณรั่วต่อไป หรือไม่ใช่น้ำประปา ซึ่งก็ต้องอาศัยสังเกตสิ่งแวดล้อมในบริเวณสำรวจประกอบ หรือใช้เครื่องมือชนิดอื่นตรวจสอบต่อไปเช่นกัน อย่างไรก็ดี ในการสำรวจหาท่อรั่วของการประปานครหลวงในปัจจุบันยังเป็นการยากที่จะชี้ชัดลงไปได้ว่าน้ำที่พบนั้นเป็นน้ำประปาหรือไม่ ยกตัวอย่างเช่น กรณีน้ำประปาไหลลงสู่ท่อระบายน้ำย่อมทำให้คลอรีนหมดสภาพไป ทำให้ไม่สามารถใช้เครื่องมือนี้ตรวจสอบดูได้ เป็นต้น

3.1.2 เครื่องดันท่อ (PLUNGER BAR or BORING BAR)

เครื่องมือนี้ก็คือเครื่องมือที่ได้กล่าวถึงแล้วในข้อ 2.2.1 นั่นเอง และการใช้งานก็เช่นเดียวกัน แต่จุดประสงค์ที่ใช้เพื่อสำรวจหาบริเวณที่มีท่อรั่วก็คือ ทำให้พื้นดินเป็นรูหากบริเวณนั้นมีท่อรั่วอยู่น้ำก็อาจไหลขึ้นมาตามรูที่เจาะไว้ (เพราะมีแรงดันน้ำ) หรือหากเจาะถึงผิวท่อก็สามารถใช้ ACOUSTIC ROD ที่จะได้กล่าวต่อไปดักฟังเสียงผิวท่อโดยตรงได้

3.1.3 เครื่องมือดักฟังเสียงน้ำในท่อชนิดสั้น (AQUA PHONE or WATER PHONE) เครื่องมือชนิดนี้ลักษณะคล้ายหูฟังโทรศัพท์ ที่มีปลายแหลมสั้นอยู่อีกด้านหนึ่ง ประโยชน์ของเครื่องมือนี้เพื่อที่จะดักฟังเสียงน้ำที่ไหลในเส้นท่อโดยการฟังบนกำแพง หรือฟังที่ตัวท่อโดยตรง เพื่อที่จะสามารถทราบได้ว่าบริเวณนั้นมีท่อประปาและมีน้ำในท่อหรือไม่ นอกจากนั้นยังสามารถนำไปการตรวจหาจุดรักใช้น้ำใช้แบบ ACOUSTIC ROD โดยต้องทำก้านโลหะสำหรับต่อด้านปลายขึ้นเอง หรือฟังเสียงน้ำไหลผ่านประตูน้ำ เสียงประตูน้ำรั่ว ปิดไม่สนิท หรือหาบริเวณรั่วโดยฟังที่หัว

แก๊ปประตูน้ำดังกล่าว ทั้งนี้ต้องมีก้านโลหะต่อปลายหรือจะใช้กุญแจเปิด-ปิดประตูน้ำแทนก็ได้

3.1.4 เครื่องมือดักฟังเสียงน้ำในท่อชนิดยาว (ACOUSTIC ROD or SOUNDING ROD) เครื่องมือชนิดนี้เป็นเครื่องชนิดเดียวกันกับเครื่องมือตามข้อ 3.1.3 นั่นเอง เพียงแต่มีก้านยาวด้านปลาย ซึ่งเท่าที่มีใช้อยู่มีความยาว 1 เมตร และ 1.5 เมตร การใช้งานก็เช่นเดียวกัน เท่าที่ใช้กันมากในปัจจุบันนี้ใช้ในการตรวจสอบว่าประตูน้ำที่ปิดอยู่นั้นปิดสนิทหรือไม่ ส่วนในการสำรวจหาท่อรั่วจะต้องใช้เครื่องมือนี้สำรวจนำหน้าเครื่องมือกำหนดตำแหน่งรั่วไปก่อน ซึ่งเมื่อพบจุดสงสัยแล้วจึงใช้เครื่องมือกำหนดตำแหน่งรั่วตรวจหาจุดรั่วที่แน่นอนต่อไป

3.1.5 เครื่องมือตรวจหาบริเวณที่ท่อรั่วแบบใช้ไฟฟ้า (LEAK ZONE TESTER) เครื่องมือนี้พัฒนามาจากเครื่องมือตามข้อ 3.1.4 นั่นเอง ในการใช้ต้องใช้กับหัวดับเพลิงโดยต้องเปิดประตูน้ำดับเพลิงด้วยเพื่อให้เสียงน้ำที่เกิดจากท่อรั่วในระบบท่อเส้นนั้นผ่านเข้าสู่เครื่องดังกล่าวซึ่งจะมีหน้าปัทม์แสดงความดังของเสียงที่เกิดจากท่อเป็นตัวตรวจสอบ ทำให้สามารถทราบได้ว่าบริเวณนั้นมีท่อรั่วหรือไม่

3.1.6 เครื่องมือวิเคราะห์หาท่อที่รั่ว (LEAK ANALYZER) เครื่องมือชนิดนี้ใช้ตรวจสอบว่าเสียงที่ได้ยิน บนผิวดินเหนือท่อนั้น เป็นเสียงที่เกิดจากท่อรั่วหรือไม่ โดยการฟังเสียงที่ประตูน้ำตรวจสอบอีกครั้ง ถ้าเป็นเสียงท่อรั่วสัญญาณบนหน้าปัทม์ของเครื่องจะแสดงออกมาในรูปแบบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน ซึ่งเป็นสัญญาณที่แปลงออกมาจากรูปแบบของความถี่ของเสียง (HERTZ) เครื่องมือนี้สามารถกำหนดตำแหน่งรั่วได้ใกล้เคียงขึ้นแต่ก็ยังชี้ตำแหน่งที่แน่นอนไม่ได้ ประโยชน์ก็คือสามารถกำหนดบริเวณรั่วได้แคบลง

3.2 เครื่องมือกำหนดตำแหน่งรั่ว

เครื่องมือกำหนดตำแหน่งรั่วนี้ คือเครื่องมือสุดท้ายของการสำรวจหาท่อรั่ว เพราะจะเป็นเครื่องที่สามารถชี้ชัดลงไปได้ว่าจุดรั่วนั้นอยู่ที่ใด ทำให้สามารถซ่อมท่อได้ตรงจุดที่สุด จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ใช้จะต้องฝึกฝนการใช้เครื่องมือเหล่านี้ให้เกิดความชำนาญในการใช้งานผู้ใดใช้เครื่องมือนี้ชนิดใดก็ควรฝึกใช้เครื่องมือชนิดนั้น เนื่องจากเสียงที่ได้ยินจากเครื่องมือแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เครื่องมือกำหนดตำแหน่งรั่วนี้มีหลายชนิด เช่น

3.2.1 เครื่องมือกำหนดตำแหน่งรั่วแบบแยกเสียง (QEOPHONE or GLOBE QEOPHONE) เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือหลักที่ใช้ในงานสำรวจหาท่อรั่วของการประปานครหลวง

ซึ่งมีข้อได้เปรียบเมื่อเทียบกับเครื่องมือกำหนดตำแหน่งรั่วชนิดอื่น ๆ กล่าวคือ ผู้ฟังสามารถเปรียบเทียบเสียงได้ว่าเสียงที่ได้ยินนั้นดังมาจากด้านใด และสามารถใช้ตรวจหาท่อรั่วได้ทั้งในบริเวณที่น้ำประปามีความดันทั้งต่ำและสูง

3.2.2 เครื่องกำหนดตำแหน่งรั่วแบบใช้ไฟฟ้า (WATER LEAKAGE or LEAKAGE DETECTOR) เครื่องมือนี้พัฒนาขึ้นมาจากเครื่องมือตามข้อ 3.2.1 โดยนำอุปกรณ์ทางไฟฟ้าเป็นเครื่องแปลและขยายเสียงที่ได้ยิน ซึ่งผู้ใช้สามารถตรวจสอบได้ทั้งโดยการฟังเสียงที่หูฟังหรือสังเกตจากเข็มที่กระดิกบนหน้าปัทม์ของเครื่อง ข้อเสียของเครื่องมือชนิดนี้ก็คือสามารถตรวจหาท่อรั่วได้ดีในบริเวณที่น้ำประปามีความดันสูงพอสมควรตั้งแต่ประมาณ 1.5 กก./ซม.^{2} หรือ 15 เมตร ขึ้นไป เครื่องมือชนิดนี้มีทั้งแบบที่สามารถฟังเสียงที่ได้ยินได้ทุกความถี่ (ไม่มี SENSOR) และแบบที่สามารถเลือกฟังความถี่เฉพาะความถี่สูงหรือความถี่ต่ำได้ เนื่องจากเสียงท่อรั่วที่เกิดจาก ชนิด ขนาด และความลึกของท่อนั้น จะมีความถี่ของเสียงสูงและต่ำแตกต่างกัน แบบนี้เรียกว่า แบบมี SENSOR

3.2.3 เครื่องมือวิเคราะห์ตำแหน่งรั่ว (LEAK NOISE CORRELATOR) หลักการทำงานของเครื่องมือชนิดนี้ใช้วิธีเปรียบเทียบความเร็วของเสียงที่เกิดจากจุดรั่วไหลผ่านไปตามตัวท่อโดยการวางตัวจากเสียงไว้ที่ประตูน้ำ หรือหัวดับเพลิง หรือมาตรวัดน้ำ หรือที่ตัวท่อซึ่งต้องวางตัวจับเสียงดังกล่าวไว้ที่ท่อหรืออุปกรณ์ท่อที่อยู่ในเส้นหรือแนวเดียวกัน 2 แห่ง หากมีท่อรั่วอยู่ในระหว่างช่วงที่วางตัวจับเสียงนั้น เครื่องนี้ก็สามารถคำนวณได้ว่าจุดรั่วที่เกิดขึ้นอยู่ที่ใด เครื่องนี้เหมาะที่จะใช้กับท่อที่เป็นโลหะ หรือท่อที่น้ำประปามีความดันสูง

ในบางประเทศได้พยายามพัฒนาเครื่องมือกำหนดตำแหน่งรั่วชนิดอื่น ๆ ขึ้นมาอีก เช่น ได้มีการนำเรดาร์ไปใช้ในการหาท่อรั่ว เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามมิได้หมายความว่าเครื่องมือที่ต้องใช้เทคโนโลยีสูงในการผลิตและใช้งานนั้น จะดีไปกว่าเครื่องแบบธรรมดา ผู้ใช้เท่านั้นจะเป็นผู้ตัดสินได้ว่าเครื่องมือชนิดใดจะสามารถหาท่อรั่วได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ข้อสำคัญก็คือต้องพยายามฝึกฝนการใช้งาน ทั้งนี้เพื่อที่จะหาตำแหน่งรั่วในระบบท่อประปาในทุกพื้นที่ที่รับผิดชอบให้ได้

การซ่อมท่อ (Pipe Repair)

การประปานครหลวงจะมีหน่วยงานการซ่อมท่อไว้บริการแยกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. หน่วยซ่อมเคลื่อนที่เร็ว
2. หน่วยซ่อมประจำ 24 ชั่วโมง

การเปลี่ยนท่อทดแทน (Pipe Rehabilitation)

1. เปลี่ยนท่อบางเส้นทางในบล็อคที่มีค่าดัชนีรั่วไหล 25-40 ลิตร/ราย/ชั่วโมง
2. เปลี่ยนท่อทั้งพื้นที่ในบล็อคที่มีค่าดัชนีรั่วไหลมากกว่า 40 ลิตร/ราย/ชั่วโมง

การประปานครหลวง ได้กำหนดหลักเกณฑ์พิจารณาในการที่จะเปลี่ยนท่อทดแทนเอาไว้ดังนี้

1. อายุท่อ
2. ชนิดท่อ
3. ความลึกท่อ
4. ตำแหน่งท่อ
5. สถิติท่อรั่ว
6. ความคุ้มทุน

แนวทางปฏิบัติในการลดการสูญเสียน้ำจากมาตรวัดน้ำ

1. เปลี่ยนมาตรอายุเกิน 8 ปี
2. เปลี่ยนมาตรที่ชำรุด/ไม่เดิน
3. ย้ายมาตรไปไว้ในที่ที่เหมาะสม
4. เปลี่ยนชนิด/ขนาดมาตรให้เหมาะสม

    4.1 แบบใบพัด (Turbine Type Meter)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 แบบลูกสูบ (Piston Type Meter)

4.3 แบบผสม (Compound Meter)

แนวทางปฏิบัติในการลดการสูญเสียน้ำจากการใช้น้ำผิดระเบียบ

1. ศึกษาสถิติและข้อมูลการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำประเภทต่าง ๆ

2. กำหนดแผน และตรวจสอบจากค่าดัชนีรั่วไหล (Block Leakage Index) โดยดำเนินการในลักษณะ Schedule Work

การจำแนกว่าการรั่ว เป็น "ท่อรั่วบนดิน" หรือ "ท่อรั่วใต้ดิน" นั้น ให้พิจารณาดังนี้

ท่อรั่วบนดิน จะเห็นน้ำรั่วที่ผิวดิน ไม่ว่าท่อที่รั่วนั้นจะอยู่บนดินหรือฝังอยู่ใต้ดินก็ ตาม ท่อรั่วใต้ดิน จะมองไม่เห็นน้ำที่รั่ว เพราะน้ำนี้จะไหลลงสู่ใต้ดินหรือไหลลงสู่ท่อระบายน้ำ เป็นต้น และส่วนใหญ่จะเกิดกับท่อที่วางฝังไว้ใต้ดิน จึงต้องใช้ เทคนิค ประสบการณ์ และเครื่องมือสำรวจหาท่อรั่ว เพื่อค้นหาตำแหน่งรั่ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 ข้อแตกต่างระหว่างท่อรั่วบนดินกับท่อรั่วใต้ดิน

รายการ	ท่อรั่วบนดิน	ท่อรั่วใต้ดิน
ชนิดของท่อที่รั่ว	น้ำรั่วขึ้นสู่ผิวดินง่ายต่อการค้นหา	น้ำไหลลงสู่ใต้ดินหรือไหลลงท่อน้ำทิ้ง ทำให้ตรวจหายาก
สภาพของสิ่งแวดล้อม	เกิดขึ้นบริเวณที่ไม่มีท่อระบายน้ำทิ้ง ไม่มีทางเท้าและดินเป็นจำพวกที่ไม่ยอมให้น้ำไหลผ่านได้ เช่น ดินเหนียว และดินที่ใช้ในการทำแบบพิมพ์ เป็นต้น	เกิดขึ้นบริเวณที่มีท่อระบายน้ำทิ้งและที่มีทางเท้า น้ำที่รั่วจะไหลลงท่อระบาย หรือไหลลงสู่แอ่งน้ำลำคลองซึมลงสู่ใต้ดินและดินเป็นจำพวกกรวดทราย เป็นต้น
ปริมาณน้ำที่รั่ว	ปริมาณน้ำสูญเสียมีไม่มาก แม้ว่าจุดรั่วจะเกิดขึ้นบ่อยเพราะสามารถตรวจพบได้ง่าย ทำให้ซ่อมได้อย่างรวดเร็ว	ปริมาณน้ำสูญเสียมาก แม้ว่าจุดรั่วจะเกิดขึ้นน้อยกว่าท่อรั่วบนดินก็ตามและจากหาพบยาก ทำให้การรั่วไหลเป็นไปอย่างต่อเนื่องยาวนาน
อันตรายจากการรั่ว	ทำให้เกิดความเสียหายโดยตรง เช่น ฐานรากของอาคาร ถนน ทรุดเนื่องจากดินทรายถูกน้ำพัดพาให้ไหลออกมา เกิดอุปสรรคต่อการจราจร และน้ำเสียจะ	ทำให้เสียหายต่อเศรษฐกิจโดยอ้อม เช่น เมื่อมีการรั่วทำให้แรงดันน้ำลดลง และมีปริมาณน้ำสูญเสียมากการจัดเก็บค่าน้ำจึงได้น้อยลงนอกจากนั้นยังทำให้ถนนทรุดเป็นอุปสรรคและอัน

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ข้อแตกต่างระหว่างท่อรั่วบนดินกับท่อรั่วใต้ดิน

รายการ	ท่อรั่วบนดิน	ท่อรั่วใต้ดิน
	ไหลเข้าไปในท่อประปาตรงจุดที่รั่ว หากมีการใช้เครื่องสูบน้ำสูบจากท่อประปาโดยตรงบริเวณที่มีการรั่ว เป็นต้น	ตรายต่อการจราจร หากใช้เครื่องสูบน้ำสูบจากท่อประปาโดยตรง น้ำเสียจะไหลเข้าท่อได้ ฯลฯ
วิธีแก้ไข	ต้องรีบทำการแก้ไขอย่างรวดเร็ว เช่น หาจุดรั่วไหลด้วยการเดินตรวจ ประชาสัมพันธ์ เร่งเร้าให้มีการแจ้งท่อรั่วที่พบเห็น และรีบทำการซ่อมทันทีโดยจัดหน่วยซ่อมฉุกเฉินไว้ตลอดเวลา	ต้องจัดการบริหาร โดยมีหน่วยงานสำรวจหาท่อรั่วใต้ดินปรับปรุงเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับงานสำรวจ พัฒนาเทคนิค เช่น จัดฝึกอบรมผู้เกี่ยวข้อง และงานนี้ต้องจัดทำในรูปของโครงการต่อเนื่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การตรวจสอบพฤติกรรมท่อด้วย Instrumentation

1. ทั่วไป การตรวจสอบพฤติกรรมท่อ จะสามารถทราบได้ถึงสภาพความมั่นคงแข็งแรงของท่อ ว่ามีความเป็นปกติหรือผิดปกติไปหรือไม่ ภายใต้อิทธิพลของสภาพแวดล้อม พฤติกรรมของท่อสามารถตรวจสอบได้ 2 ทาง คือทางสายตา (Visual) และทางระบบเครื่องมือวัด (Instrumentation) โดยทั่ว ๆไปจะมีการตรวจสอบพฤติกรรมของท่อในด้านการรั่วไหล การเคลื่อนตัว แรงดันน้ำในตัวท่อ การซึมของน้ำผ่านท่อ การเคลื่อนตัวของรอยต่อท่อและส่วนประกอบต่อต่าง ๆ เป็นต้น

การตรวจสอบทางสายตาเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและรวดเร็ว แต่ไม่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงเล็ก ๆ น้อย ๆ นอกจากจะมีการเปลี่ยนแปลงผิดปกติมากจึงจะสังเกตได้ เหมาะสำหรับการตรวจสอบที่ต้องทำบ่อยครั้ง ที่ต้องการความมั่นใจว่ายังมีความเป็นปกติเช่นเดิม เมื่อพบความผิดปกติมักจะเกิดขึ้นมากแล้ว เมื่อสังเกตพบว่าท่อมีการรั่วไหลหรือเคลื่อนตัวที่ตำแหน่งใด จึงมักจะเกิดการผิดปกติขึ้น

การตรวจสอบทางระบบเครื่องมือวัดในตัวท่อ เป็นการวัดและวิเคราะห์ผลจากเครื่องมือวัดต่าง ๆ และเก็บผลเป็นสถิติไว้ประกอบการวิเคราะห์ทุกครั้ง โดยธรรมชาติท่อที่มีอาการปกติจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ตามระยะเวลาและแรงดันของน้ำเป็นหลักแต่เป็นไปทีละน้อย ทราบได้จากการวัดไม่สามารถสังเกตได้ด้วยสายตา แต่เมื่อเกิดความผิดปกติผลที่วัดได้จากเครื่องมือวัดจะมีการเปลี่ยนแปลงกระทันหันหรือแปลกไปจากเดิมสามารถทราบได้ตั้งแต่เริ่มเกิดขึ้น การวิเคราะห์ผลจากเครื่องมือวัดจึงทำให้ทราบพฤติกรรมของท่อว่าเป็นปกติหรือผิดปกติได้รวดเร็ว

2. ขั้นตอนการตรวจสอบพฤติกรรมด้วย Instrumentation

2.1 การวัดและเก็บข้อมูล

การวัดทำเป็นระยะเวลาที่กำหนดตามสภาพความเหมาะสมและปริมาณข้อมูลที่ต้องการ ในระยะต้น ๆ ที่เริ่มใช้งานท่ออาจทำการวัดบ่อยครั้ง เนื่องจากยังไม่ทราบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อมีข้อมูลมากขึ้นอาจขยายระยะเวลาการวัดอย่าง

เหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของการวัด ลักษณะการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม และอัตรากำลังผู้ที่วัดโดยปกติ การวัดน้ำซึม แรงดันน้ำ ปริมาณการไหล และแรงดันดิน จะทำการวัดทุกวัน การวัดการรั่วไหล การเคลื่อนตัวจะทำการวัดทุกสัปดาห์หรือรายเดือน ข้อมูลที่วัดได้จะนำมาจัดเป็นหมวดหมู่ตามความสัมพันธ์กันและตามระยะเวลา เพื่อประโยชน์ในการนำไปวิเคราะห์ต่อไป การเก็บอาจจัดเก็บโดยใช้แฟ้มหรือคอมพิวเตอร์

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.2.1 ตรวจสอบความถูกต้องของค่าที่วัดได้ การวัดค่าต่าง ๆ อาจจะเกิดการผิดพลาดได้ด้วยสาเหตุบางประการ เช่น อ่านค่าผิด เขียนตัวเลขผิด เครื่องมือให้ผลผิดพลาด เป็นต้น ผู้ตรวจสอบต้องพยายามตรวจสอบให้แน่ใจว่าเป็นค่าที่น่าจะถูกต้อง โดยอาจจะหาวิธีการต่าง ๆ เช่น ตรวจสอบกับค่าที่วัดได้ครั้งก่อน ๆ ตรวจสอบความสัมพันธ์กับค่าอื่น ๆ หรือกำหนดค่าที่ยอมให้มีความแตกต่างไว้ เมื่อสงสัยจะต้องทำการวัดในสนามอีกครั้งหนึ่ง

2.2.2 วิเคราะห์ผลขั้นต้น เป็นการศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ อย่างง่าย ๆ เช่น การพล็อตค่าต่าง ๆ ออกมาเป็นรูปกราฟที่แสดงการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา อาจจะเป็นค่าการรั่วไหลหรือค่าอื่น ๆ ที่ตำแหน่งหนึ่งตามระยะเวลา โดยมีระดับน้ำหรือข้อมูลของสิ่งที่คาดว่าจะมีผลต่อค่านั้น ๆ รวมอยู่ด้วย เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์และหาผลสรุป สำหรับข้อมูลนั้นอาจแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ ข้อมูลที่เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Cause) เช่น ระดับน้ำในท่อ ปริมาณการไหล แรงดันดิน ระยะเวลาและข้อมูลที่เป็นผลที่มีการเปลี่ยนแปลง(Effect) เช่น การรั่วไหล การเคลื่อนตัว แรงดันน้ำในตัวท่อ น้ำรั่วซึม เป็นต้น หลักการตรวจสอบคือสังเกตการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เป็นผลกับข้อมูลที่เป็นสาเหตุ ถ้ามีความสัมพันธ์สม่ำเสมอคงที่จะหมายถึงพฤติกรรมที่ปกติ ถ้ามีความสัมพันธ์เปลี่ยนไปหมายถึงเริ่มผิดปกติ วิธีนี้ต้องมีข้อมูลมากและนานพอควร ถ้าเป็นระยะต้นที่ท่อเริ่มใช้งานจะไม่สามารถทราบได้ ต้องอาศัยเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณในขณะออกแบบ หรือค่าคำนวณที่แก้ไขแล้ว อย่างไรก็ตามค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณอาจแตกต่างกันมาก เนื่องจากสาเหตุหลายประการ เช่น วัสดุตัวท่อไม่มีคุณสมบัติเท่ากันโดยตลอด คุณสมบัติของวัสดุมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและตำแหน่ง เครื่องมือวัดมีความคลาดเคลื่อนประจำตัวและสภาพแวดล้อม เป็นต้น

การตีความหมายโดยทั่วไปและสภาวะวิกฤติ ของกราฟที่ได้จากผลการวัดจากเครื่องมือวัดสามารถกระทำได้ดังต่อไปนี้

1) สังเกตความสัมพันธ์ของกลุ่มเส้นกราฟที่วัดพฤติกรรมชนิดเดียวกันในตำแหน่งต่าง ๆ เช่น

การรั่วไหลแต่ละแห่งที่เครื่องมือวัดการรั่วไหลติดตั้ง จะแทนได้ด้วยกราฟเส้นหนึ่ง เมื่อรวมทุกแห่งด้วยกันจะสามารถเห็นลักษณะรวมของกราฟหลาย ๆ เส้น โดยมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาและการรั่วไหล เมื่อมีการรั่วไหลผิดปกติจุดหนึ่งจะเห็นกราฟเส้นหนึ่ง (เส้นที่ 2) มีลักษณะแตกต่างไปจากเส้นอื่น ๆ ค่าการวัดพฤติกรรมอื่น ๆ ก็เช่นเดียวกัน

2) สังเกตการเปลี่ยนแปลงกระทันหัน (Abruptly change) ของกราฟโดยปกติกราฟที่แสดงพฤติกรรม เช่น แรงดันน้ำในท่อจะมีลักษณะสัมพันธ์กับกราฟในการรั่วซึมที่ระยะเวลาต่าง ๆ เมื่อพบความผิดปกติจะเห็นกราฟแรงดันน้ำเกิดเปลี่ยนแปลงกระทันหันโดยที่การรั่วซึมไม่ได้เปลี่ยนแปลง แต่ถ้ากราฟทั้งสองมีการเปลี่ยนแปลงที่เวลาเดียวกัน แสดงว่ายังมีความปกติ

2.2.3 วิเคราะห์ผลขั้นละเอียด เป็นการศึกษารายละเอียดเพื่อหารูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของพฤติกรรมนั้น ๆ ออกมา โดยอาศัยข้อมูลที่วัดได้และมีระยะเวลายาวพอสมควร หรือการคำนวณตรวจสอบพฤติกรรมเทียบกับผลที่วัดไว้ภายใต้สภาพแวดล้อมนั้น ๆ ซึ่งอาศัยการทบทวนจากหลักฐานการออกแบบเดิม

รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หาได้ โดยใช้ Statistical models ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลยาวนานที่สามารถแบ่งเป็นช่วงการหา Parameters ของสมการที่จะใช้เป็น model (Calibration period) ช่วงเวลาการตรวจสอบ (Verification period) และช่วงเวลาการใช้งาน เช่น การหารูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของพฤติกรรมการรั่วซึมของน้ำผ่านท่อ พิจารณาได้ดังนี้ ถ้า L เป็นค่าการรั่วซึม L อาจจะเป็นฟังก์ชั่นของตัวแปรหลัก ๆ เช่น แรงดันน้ำในท่อ (P) อายุท่อ (T) แรงดันดิน (S) และชนิดท่อ (M) หรือแสดงในรูปแบบทางคณิตศาสตร์

$$L = f (P, T, S, M , ...)$$

ซึ่งหมายถึง L สามารถแสดงเป็นสมการที่อยู่ในรูปของตัวแปร P,T,S และ M

L สามารถแยกเป็นผลรวมของ L1 + L2 + L3 ส่วนย่อยของ L แสดงได้ดังนี้

L1 f1 (P)

L2 f2 (S)

L3 f3 (M)

L1,L2 และ L3 จะมีสมการแสดงความสัมพันธ์เฉพาะตัวแยกต่างหาก ซึ่งต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม และหา Parameters ของสมการออกมา เช่น L1 อาจจะอยู่ในรูปแบบ Polinomial และให้ค่า Parameters ถ้าได้ค่าถูกต้อง เมื่อรวมผลกันในเวลาที่ทราบ P,T,S ฯลฯ จะได้ค่าเท่ากับข้อมูลที่วัดได้ ข้อมูลช่วงที่ใช้คำนวณหาสมการทั้งหมดนี้เป็นข้อมูลในช่วง Calibration เมื่อได้สมการครบทั้งหมดเป็นรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แล้วจะต้องนำมาตรวจสอบในช่วงต่อไปว่าจะได้ผลตรงเข้ากันดีกับข้อมูลที่วัดได้หรือไม่ เมื่อใช้ได้แล้วจะสามารถใช้งานต่อไป ซึ่งค่าที่ได้จากรูปแบบจำลองนี้ถือเป็นค่าที่แสดงความเป็นปกติ ถ้าค่าที่วัดได้ในเวลาต่อไปแตกต่างไปมาก แสดงว่าเกิดความผิดปกติขึ้น จะต้องตรวจสอบในสนามต่อไป อย่างไรก็ตามการหาชุดของสมการต่าง ๆ นี้ มีความยุ่งยากซับซ้อนเสียเวลา ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ การหารูปแบบของสมการที่เหมาะสม การหา Parameters ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความรู้ของผู้วิเคราะห์

การคำนวณตรวจสอบอาจใช้รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้เช่นกัน แต่เป็นการใช้ Deterministic models เป็นชุดของสมการที่อาศัยค่าต่าง ๆ ที่เป็นข้อมูลทางด้าน Geometry ด้าน Boundary Conditions และคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างตัวท่อ โดยมีตัวแปรเช่นเดียวกับใน Statistical model แต่การคำนวณหา model ยุ่งยากกว่า เมื่อหา model ได้แล้ว จะสามารถใช้หาความผิดปกติได้ดีกว่า นอกจากนี้ยังอาจหาสาเหตุการผิดปกติถ้า model นี้มีความละเอียดเพียงพอ โดยสมมุติกรณีที่สงสัยว่าผิดปกติต่าง ๆ แล้วคำนวณหาผลลัพท์ กรณีที่ให้ผลลัพท์จาก model ตรงกับข้อมูลที่วัดได้จริงจะเป็นสาเหตุที่เกิดผิดปกติ

การควบคุมการผุกร่อนของท่อประปา (CORROSION CONTROL)

การประปาชานฟรานซิสโก ได้จัดให้มีระบบการป้องกันและแก้ไขปัญหาการผุกร่อนของท่อประปาโลหะ หรือเสริมโลหะที่เรียกว่า CORROSION CONTROL โดยจัดตั้งหน่วยงานระดับกองขึ้นรับผิดชอบโดยตรง มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับ

1. การจัดซ่อมและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ตามวาระ (REPAIR & PM PROGRAM)

2. การตรวจสอบสภาพท่อประปาที่ใช้งานแล้ว (INTERNAL INSPECTIONS)

3. การออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันแก้ไขปัญหาการผุกร่อนของท่อประปา (CATHODIC PROTECTION DESIGN & INSTALLATION)

4. การศึกษาวิจัยสภาพของดินและผลกระทบต่อชนิดท่อประปา (SOIL ANALYSIS INTERFERENCES IDENTIFICATION)

5. การติดตามสภาพท่อประปาโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (COMPUTER MONITORING INSPECTION)

6. การปรับปรุงสภาพพื้นที่รอบท่อประปาที่วางลอย (CLEAR ROW)

7. จัดเตรียมทีมงานที่มีความรู้ความสามารถ (RELIABILITY ASSURANCE TEAM) ตามผังบริหารดังแสดงรูปที่ 3.2

จากการบรรยายสรุปของเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญ สรุปความเห็นเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการผุกร่อนชำรุดของท่อเกิดจาก

1. การใช้วัสดุท่อโลหะที่ต่างกันประกอบเข้าด้วยกัน (DISSIMILAR METALLS)

2. การฉีกขาดของเปลือกท่อที่หุ้มไว้โดยเฉพาะในช่วงการก่อสร้าง (COATINGFLAWS CONSTRUCTION DAMAGE)

3. การวางท่อประปาที่สัมผัสอากาศต่างกัน (DIFFERENTIAL AERATIONS)

4. ความเค้นแรงดึงในผนังท่อ (TENSILE STRESS & BOLTED JOINT)

5. ความแตกต่างของชั้นดินวางท่อ (DISSIMILAT SOILS)

6. กระแสไฟฟ้าที่เข้าไปรบกวนจากภายนอก (INTERFERENCE CURRENT)

7. รากของต้นไม้ห่อหุ้มท่อ (TREE ROOTS)

การประปาชานฟรานซิสโก ได้ประสบความสำเร็จในการป้องกันและแก้ไขปัญหาการผุกร่อนชำรุดของท่อประปาโลหะและเสริมโลหะ เช่น ท่อเหล็กหล่อเหนียว ท่อเหล็กเหนียว ท่อคอนกรีตอัดแรง นับตั้งแต่การติดตั้งระบบ CATHODIC PROTECTION เมื่อปี พ.ศ. 2473 และพบว่าปัญหาน้ำประปาสูญเสียในระบบท่อประปาได้ลดลงจนเป็นที่พอใจ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา

สำหรับข้อเสนอแนวทางการดำเนินการด้านควบคุมการผุกร่อนชำรุดของท่อประปาที่ได้ผลนั้น มีปัจจัยที่สำคัญ ดังนี้

1. มีหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านนี้โดยตรงและทำงานเต็มเวลา
2. มีการฝึกฝน อบรม เพื่อให้เกิดการชำนาญด้าน CORROSION CONTROL อย่างดี
3. สนับสนุนด้านเทคโนโลยีและความรู้ด้าน CORROSION CONTROL
4. มีแผนการดำเนินงานตรวจสอบติดตามอย่างต่อเนื่อง
5. มีงบประมาณสนับสนุนอย่างต่อเนื่องและเพียงพอ

การจัดทำระบบข้อมูลท่อประปา (PIPING INFORMATION SYSTEM)

การประปาชานฟรานซิสโกได้เริ่มศึกษาและจัดทำระบบข้อมูลท่อประปา โดยได้มีการศึกษาโดยใช้คอมพิวเตอร์มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 การจัดเก็บโดยวิธีนี้เป็นการจัดเก็บทั้งแผนที่ระบบท่อและข้อมูลเกี่ยวกับท่อทุกประเภท ทั้งชนิด ขนาด อายุ และประวัติการใช้งาน ซึ่งเป็นการจัดเก็บแบบเดียวกับที่การประปานครหลวงกำลังศึกษาอยู่ และได้มีโครงการทดลองจัดเก็บข้อมูลร่วมกับกรุงเทพมหานครไปแล้ว ในเขตคลองเตย พื้นที่ประมาณ 4 ตารางกิโลเมตร

การประปาชานฟรานซิสโก ได้ศึกษาโปรแกรมในการจัดเก็บต่าง ๆ หลายโปรแกรม ซึ่งมีโปรแกรม ARC/INFO ซึ่งได้ใช้ในโครงการทดลองของการประปานครหลวงรวมอยู่ด้วย และได้จัดทำข้อเปรียบเทียบไว้ และมีเป้าหมายที่จะจัดเก็บข้อมูลระบบประปาทั้งหมดให้แล้วเสร็จภายในปี พ.ศ. 2539 นี้

ข้อวิจารณ์ระบบประปาชานฟรานซิสโก

คณะผู้เข้ารับการอบรมฯ พิจารณาว่า สิ่งที่ดีของการประปาชานฟรานซิสโกที่การประปานครหลวงน่าจะนำมาใช้เป็นแนวทางการบริหารและมีความเป็นไปได้ มีดังต่อไปนี้

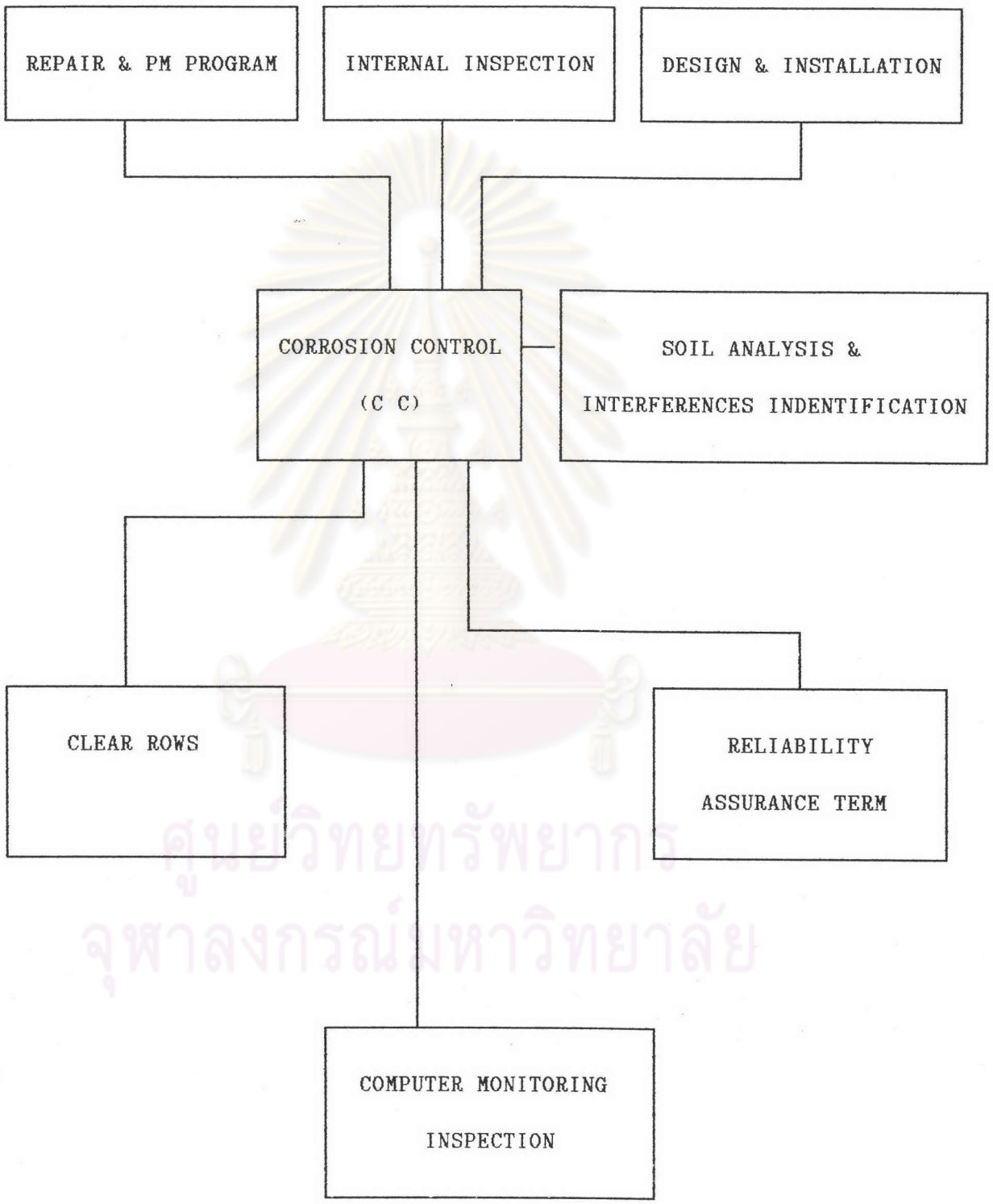
1) การขายน้ำประปาแก่ประชาชนในลักษณะขายเหมาแบบ WHOLESALE โดยเฉพาะพื้นที่บริการใหม่ เพื่อเป็นการลดภาระขององค์กรไม่ต้องจ้างพนักงานจำนวนมาก และเป็นการลดเปอร์เซ็นต์น้ำสูญเสียของทั้งระบบด้วย ทั้งนี้ในส่วนการให้บริการประชาชนโดยตรงก็ยังคงดำเนินการเหมือนเดิม จะเห็นได้ว่าการประปาชานฟรานซิสโก มีขายเหมาแค่ 30 WHOLESALE AGENCIES แต่คิดเป็นปริมาณน้ำขายส่วนนี้ถึงร้อยละ 65 ของน้ำขายทั้งหมด

2) การมีอ่างเก็บน้ำดิบเป็นของตนเอง ไม่ต้องพึ่งพาหน่วยงานอื่นในการพัฒนาแหล่งน้ำ เช่น การประปาชานฟรานซิสโกน่าจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบประปาทั้งหมดได้ดี และสอดคล้องกับภาระหน้าที่ขององค์กร แม้แต่การประปานครหลวงเองก็มีภาระหน้าที่ตามพระราชบัญญัติการประปานครหลวงปี พ.ศ. 2510 ข้อที่ 1 ระบุว่า มีหน้าที่ "สำรวจ จัดหาแหล่งน้ำดิบ และจัดให้ได้มีซึ่งน้ำดิบ เพื่อใช้ในการประปา"

3) การควบคุมการผุกร่อนของท่อประปาที่เป็นโลหะ ซึ่งการประปานครหลวงใช้เป็นท่อประธานและท่อส่งน้ำ ควรมีหน่วยงานรับผิดชอบโดยตรง พนักงานมีความรู้ความชำนาญเพื่อรองรับท่อโลหะเดิม และที่จะเพิ่มขึ้นทุกวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.2 แสดงผังบริหาร CORROSION CONTROL DEPARTMENT



C C - DIVISION MISSION

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิ่งซึ่งมีผลกระทบโดยตรงหรือทางอ้อมต่อน้ำสูญเสียและการป้องกัน / ลดน้ำสูญเสีย

1. คุณภาพน้ำประปา
2. คุณภาพสารเคมีที่ใช้ผลิตน้ำประปา
3. ความเที่ยงตรงของเครื่องวัดปริมาณน้ำผลิต/จ่าย
4. แรงดันการสูบจ่ายน้ำประปา
5. การขยายพื้นที่จำหน่ายน้ำประปา
6. การกำหนดเส้นทางวางท่อประปา
7. การกำหนดขนาดของเส้นท่อประปา
8. การออกแบบ
   - 8.1 ระบบเส้นท่อประปา
   - 8.2 โครงสร้างกักเก็บน้ำประปา
   - 8.3 ระบบท่อประปาแยกเข้าบ้าน
9. การเลือกใช้ชนิดวัสดุท่อประปาและอุปกรณ์ท่อที่เหมาะสม
10. การประสานงานระหว่างหน่วยงานสาธารณูปโภค และตำรวจจราจร
11. คุณภาพงานก่อสร้างของผู้รับจ้างเหมา
12. การควบคุมคุณภาพงานก่อสร้าง
13. การทดสอบแรงดันน้ำในเส้นท่อแยกเข้าบ้าน
14. การล้างเส้นท่อประปา
15. แผนที่และแบบแปลน
    - 15.1 แผนที่เส้นท่อประปาตามสภาพที่ก่อสร้างจริง (As - Built Drawing)
    - 15.2 แผนที่เส้นท่อประปาแยกเข้าบ้าน
    - 15.3 แผนที่ของเส้นท่อประปาที่ได้ปรับปรุงใหม่ในภายหลัง
    - 15.4 แผนที่และข้อมูลประตูน้ำ
    - 15.5 แผนที่ระบบเส้นท่อประปา
    - 15.6 แผนที่แรงดันน้ำในระบบเส้นท่อประปา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

16. ชนิดมาตรวัดน้ำที่เหมาะสม

17. ขนาดมาตรวัดน้ำที่เหมาะสม

18. สถานที่ติดตั้งมาตรวัดน้ำที่เหมาะสม

19. การบำรุงรักษามาตรวัดน้ำ

20. แผนงานเปลี่ยนมาตรวัดน้ำเมื่อครบวาระ

21. การทดสอบความเที่ยงตรงของมาตรวัดน้ำ

22. กำหนดการติดตั้งมาตรวัดน้ำให้ผู้ใช้รายใหม่

23. การติดตั้งมาตรวัดน้ำที่จุดใช้น้ำสาธารณะ และจุดใช้น้ำ

24. การตรวจสอบการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำรายใหญ่

25. ผู้ใช้น้ำที่ใช้บ่อบาดาลด้วย

26. การตรวจสอบระบบท่อและอุปกรณ์ใช้น้ำสำหรับผู้ใช้น้ำรายใหม่

27. การทดสอบการใช้งานและการบำรุงรักษาประตูน้ำ

28. การยกระดับหัวประตูน้ำที่ถูกกลบอยู่ใต้ผิวจราจร

29. ระบบการออกทะเบียน และออกบิลค่าน้ำสำหรับผู้ใช้น้ำรายใหม่

30. การตัดการใช้น้ำ และติดตามผล

31. การเลิกใช้น้ำประปา

32. กรณีเกิดเพลิงไหม้บ้านผู้ใช้น้ำ

33. การยกเลิกเส้นท่อประปา

34. การยกเลิกเส้นท่อบริการ และท่อแยกเข้าบ้านที่วางอยู่ด้านหลังอาคารตึกแถว

35. การอ่านมาตรวัดน้ำ และการสับเปลี่ยนพนักงานอ่านมาตร

36. ท่อรั่วภายในอาคารผู้ใช้น้ำ

37. การรับแจ้งท่อประปาแตกรั่ว

38. การซ่อมท่อประปาแตกรั่ว

39. ข้อมูลการซ่อมท่อประปาแตกรั่ว

40. การตรวจสอบเส้นท่อประปาที่วางลอดใต้คลอง

41. การสำรองท่อและอุปกรณ์ท่อ

42. การติดตั้ง Master Meter ในระบบเส้นท่อประปา

43. การสำรวจหาท่อรั่วใต้ดิน

44. การขายน้ำโดยรถบรรทุกน้ำ

45. การแจกน้ำโดยรถบรรทุกน้ำ

46. ข้อมูลการใช้น้ำจากคอมพิวเตอร์

47. การจัดลักใช้น้ำ

48. การดำเนินคดีผู้ลักใช้น้ำ

50. การลงโทษพนักงานรายได้ทุจริต

51. การพัฒนาความรู้และเทคนิคเกี่ยวกับเรื่องประปา

52. การสัมมนาป้องกันและลดน้ำสูญเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

42. การติดตั้ง Master Meter ในระบบเส้นท่อประปา

43. การสำรวจหาท่อรั่วใต้ดิน

44. การขายน้ำโดยรถบรรทุกน้ำ

45. การแจกน้ำโดยรถบรรทุกน้ำ

46. ข้อมูลการใช้น้ำจากคอมพิวเตอร์

47. การจัดลักใช้น้ำ

48. การดำเนินคดีผู้ลักใช้น้ำ

50. การลงโทษพนักงานรายได้ทุจริต

51. การพัฒนาความรู้และเทคนิคเกี่ยวกับเรื่องประปา

52. การสัมมนาป้องกันและลดน้ำสูญเสีย

สถิติและผลงานของการประปานครหลวง ในปีงบประมาณ 2537

สถิติและผลงานของการประปานครหลวง ในปีงบประมาณ 2537 สามารถแสดงได้ในตารางที่ 3.3 -3.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

42. การติดตั้ง Master Meter ในระบบเส้นท่อประปา

43. การสำรวจหาท่อรั่วใต้ดิน

44. การขายน้ำโดยรถบรรทุกน้ำ

45. การแจกน้ำโดยรถบรรทุกน้ำ

46. ข้อมูลการใช้น้ำจากคอมพิวเตอร์

47. การจัดลักใช้น้ำ

48. การดำเนินคดีผู้ลักใช้น้ำ

50. การลงโทษพนักงานรายได้ทุจริต

51. การพัฒนาความรู้และเทคนิคเกี่ยวกับเรื่องประปา

52. การสัมมนาป้องกันและลดน้ำสูญเสีย

สถิติและผลงานของการประปานครหลวง ในปีงบประมาณ 2537

สถิติและผลงานของการประปานครหลวง ในปีงบประมาณ 2537 สามารถแสดงได้ในตารางที่ 3.3 -3.7

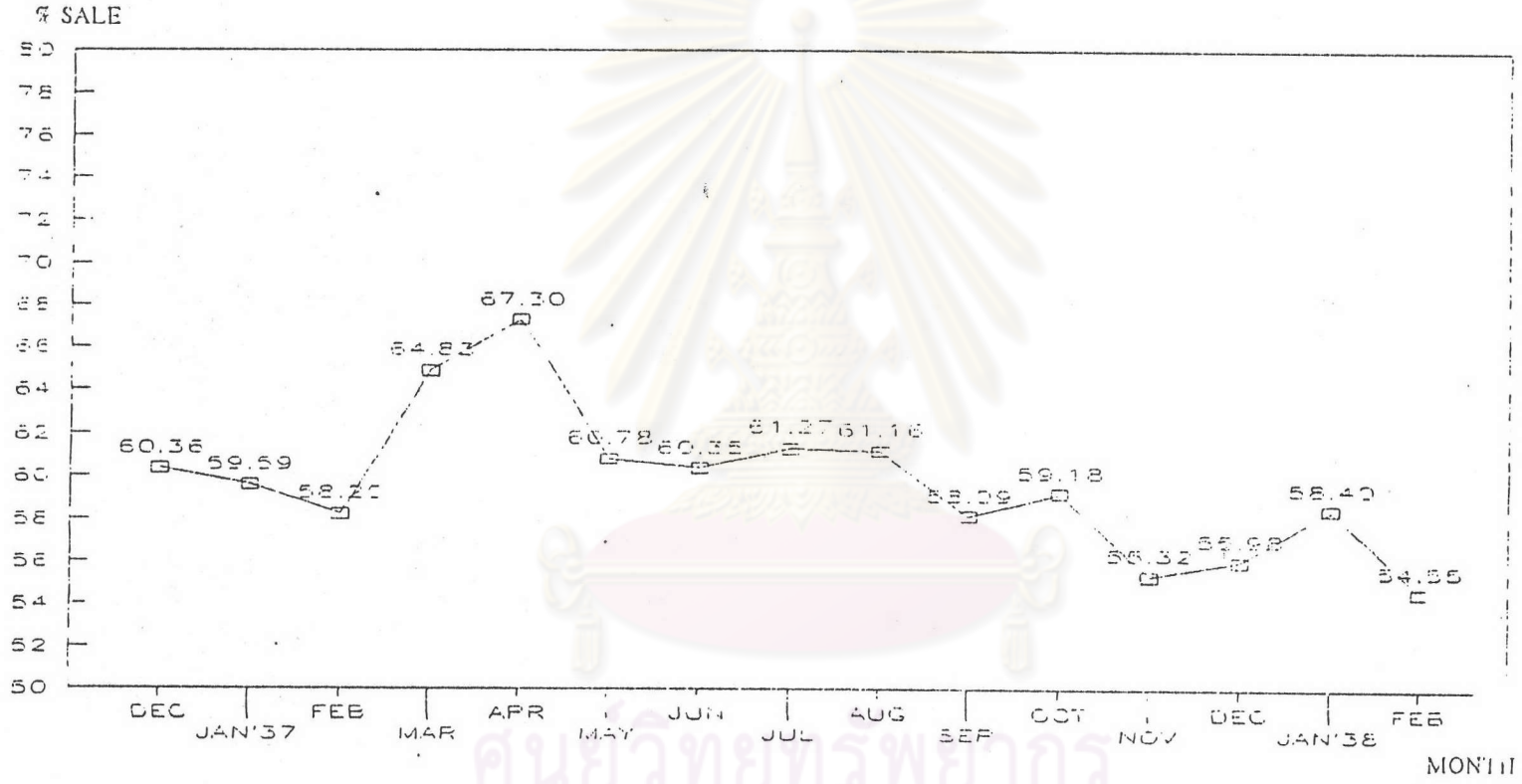
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 ผลงานปี 2537

หน่วยงาน	พื้นที่จ่ายน้ำ (ตร.กม.)	จำนวนผู้ใช้น้ำ (ราย)	ติดตั้งประปาใหม่ (ราย)	ปริมาณน้ำขาย (ล้าน ม.^{3})	เปอร์เซ็นน้ำขาย
บางกอกน้อย	54.3	93,293	5,137	47.37	70.49
ภาษีเจริญ	75.2	121,596	9,393	60.58	56.73
ตากสิน	85.6	138,682	8,107	88.63	68.89
นนทบุรี	120.7	136,157	9,671	63.24	64.83
บางเขน	120.8	163,152	10,158	77.39	60.87
พญาไท	52.8	79,797	1,659	64.70	68.01
ทุ่งมหาเมฆ	32.8	72,646	1,406	59.38	61.38
แม้นศรี	37.7	91,535	1,509	73.06	65.05
สุขุมวิท-พัฒนาการ	63.1	83,891	3,763	79.58	69.25
พระโขนง-บางนา	79.2	93,511	5,689	57.30	68.25
สมุทรปราการ (รวมบางบ่อ)	66.7	58,449	5,205	36.48	66.14
รวม11 สาขา	788.9	1,132,709	61,697	707.71	65.90
รวมประปาอิสระ (มีนบุรีและบางบัวทอง)	33.4	54,956	8,739	18.75	76.17
สำนักงาน-ใช้น้ำราชการ	-	6,496	-	89.66	-
รวมทั้งสิ้น	822.3	1,194,161	70,436	816.12	66.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.3 แสดงร้อยละของปริมาณน้ำประปาที่จำหน่ายได้ต่อปริมาณน้ำที่ผลิตได้
ตั้งแต่ ธค.2536-มค.2538 ของการประปานครหลวง



5.243	5.118	4.433	5.187	5.377	5.183	5.267	5.291	5.123	5.175	5.192	4.891	5.285	5.474	4.680	WATER-SALE
DEC	JAN'37	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN'38	FEB	unit : million cu.m.
8.686	8.589	7.617	8.001	7.990	8.527	8.727	8.635	8.377	8.908	8.773	8.642	9.441	9.373	8.579	WATER-PRODUCTION

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 3.4 ด้านการผลิต ปริมาณน้ำผลิตจ่าย : ล้านลูกบาศก์เมตร

แหล่งผลิต	ปีงบประมาณ				
	2533	2534	2535	2536	2537
โรงงานผลิตน้ำบางเขน	739.2	767.5	818.6	871.9	891.2
โรงงานผลิตน้ำสามเสน	205.6	224.5	229.9	218.4	188.2
โรงงานผลิตน้ำธนบุรี	68.8	69.7	68.3	64.0	58.6
น้ำผลิตอิสระ	14.9	16.9	22.4	31.4	53.4
ระบบประปาอิสระ	13.8	17.3	18.7	15.4	19.8
โรงงานผลิตน้ำเสริม	7.0	13.3	17.6	23.8	23.1
รวม	1,049.3	1,109.2	1,175.5	1,224.9	1,234.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 ด้านการขยายการลงทุน ค่าใช้จ่ายโครงการ : ล้านบาท

โครงการ	ปีงบประมาณ				
	2533	2534	2535	2536	2537
ปรับปรุงกิจการประปาแผนหลัก ครั้งที่ 3	916.8	470.8	305.6	146.4	231.2
ปรับปรุงกิจการประปาแผนหลัก ครั้งที่ 3/1	289.3	553.5	869.7	652.2	152.8
ปรับปรุงอุโมงส่งน้ำ	2.6	-	70.9	531.9	44.0
ปรับปรุงกิจการประปาแผนหลัก ครั้งที่ 4	-	27.1	272.0	751.7	999.7
ปรับปรุงกิจการประปาแผนหลัก ครั้งที่ 5	-	2.0	555.7	451.1	855.1
ปรับปรุงกิจการประปาแผนหลัก ครั้งที่ 6	-	-	-	-	100.4
โครงการคลองประปาฝั่งตะวันตก	-	-	-	-	426.2
โครงการพัฒนาโครงข่ายเส้นท่อประปา	-	-	-	-	35.9
รวม	1,208.7	1,053.4	2,073.9	2,533.3	2,845.3

ที่มา : การประปานครหลวง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.6 ด้านการตลาดและการให้บริการ

รายการ		ปีงบประมาณ				
		2533	2534	2535	2536	2537
ปริมาณน้ำขาย	(ล้าน ม.^{3})	718.7	781.3	823.4	836.1	816.1
เปอร์เซ็นต์น้ำขาย	(%)	68.5	70.5	70.1	68.3	66.1
จำนวนผู้ใช้น้ำ	(ราย)	949,441	1,027,623	1,090,995	1,139,299	1,194,161
- ผู้ใช้น้ำประเภทที่พักอาศัย	(ราย)	716,182	769,887	812,330	842,264	884,815
- ผู้ใช้น้ำประเภทธุรกิจ	(ราย)	230,534	254,880	275,736	291,876	302,650
- ผู้ใช้น้ำประเภทอุตสาหกรรม	(ราย)	153	153	158	165	156
- ผู้ขายน้ำปลีก	(ราย)	44	45	38	37	44
- ผู้ใช้น้ำราชการ	(ราย)	4,446	4,560	4,659	4,957	6,496
จำนวนติดตั้งประปาใหม่	(ราย)	96,777	93,104	81,301	70,816	70,436
ประมาณน้ำใช้เฉลี่ย/ราย	(ม.^{3}/เดือน)	65.72	65.48	64.27	62.34	58.00
รายได้ค่าน้ำและค่าบริการรายเดือน	(ล้านบาท)	4,832.0	5,304.4	5,352.4	6,396.1	6,268.7
ราคาขายน้ำเฉลี่ย	(บาท/ม.^{3})	6.23	6.30	6.02	7.17	7.14

ที่มา : การประปานครหลวง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 สถิติสำคัญในรอบ 5 ปี

รายการ		ปีงบประมาณ				
		2533	2534	2535	2536	2537
1. ปริมาณน้ำผลิตจ่าย	(ล้าน ม.^{3})	1,049.3	1,109.2	1,175.5	1,224.9	1,234.3
2. ปริมาณน้ำขาย	(ล้าน ม.3)	718.7	781.3	823.4	836.1	816.1
3. เปอร์เซ็นต์น้ำขาย	(%)	68.5	70.5	70.1	68.3	66.1
4. จำนวนผู้ใช้น้ำ	(%)	949,411	1,027,623	1,090,995	1,139,299	1,194,161
5. จำนวนพนักงาน	(ราย)	5,732	5,656	5,618	5,635	5,742
6. ราคาค่าน้ำเฉลี่ย	(คน)	6.23	6.30	6.02	7.17	7.14
7. ต้นทุนน้ำขายเฉลี่ย	(บาท/ม.^{3})	5.19	5.23	5.19	5.36	5.84
8. รายได้รวม	(บาท/ม.^{3})	5,411.7	6,128.5	6,108.9	7,051.2	7,062.3
9. รายจ่ายรวม	(ล้านบาท)	3,976.0	4,286.4	4,439.2	4,637.5	4,931.3
10. กำไร(ขาดทุน)สุทธิ	(ล้านบาท)	1,435.7	1,842.2	1,669.7	2,413.7	2,131.0
11. สินทรัพย์รวม	(ล้านบาท)	19,846.5	21,924.7	23,748.4	27,072.4	30,800.0

ที่มา : การประปานครหลวง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.8 แสดงการวัดปริมาณน้ำรั่วไหลตอนกลางคืนในแต่ละบล็อค ในสำนักงานประปาสาขาทุ่งมหาเมฆ

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (l/cus/hr)	REMARK
05-11	67	14/12/33	740	2,443	27	
	80	24/12/33	740	2,443	33	
	6	1/4/36	717	1,566	5	
05-12	16	16/11/32	2,375	3,088	5	
	108	4/1/32	2,370	3,088	35	
	119	7/2/34	2,355	2,800	43	
	112	11/6/34	2,356	2,907	39	
	102	17/12/35	2,335	3,060	33	
05-14	52	2/7/35	1,557	1,845	28	
	41	23/7/35	1,557	1,845	22	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
05-22	118	24/4/32	2,014	1,687	70	
	90	27/11/34	2,012	1,778	51	
	85	25/12/34	2,013	1,728	49	
05-23	66	2/3/36	2,662	2,214	30	
	90	23/3/36	2,662	2,214	41	
05-25	70	6/8/32	1,514	1,165	42	
	72	30/5/33	1,590	1,896	38	
	75	2/1/35	1,650	1,959	38	
	104	15/1/35	1,650	1,959	53	
	99	13/12/36	1,665	1,889	54	
	91	28/12/36	1,665	1,889	48	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
05-16	87	27/2/33	2,370	3,088	28	
	102	26/3/33	1,287	2,268	45	
	115	1/5/34	1,282	2,351	49	
	110	13/5/34	1,282	2,351	47	
	107	21/11/34	1,306	2,498	43	
	118	22/12/36	1,303	2,616	45	
	112	19/1/37	1,303	2,616	43	
05-18	75	14/11/33	1,854	1,786	42	
	56	6/12/33	1,851	1,751	32	
05-21	78	5/7/32	1,627	1,384	56	
	64	29/11/33	1,629	1,381	46	
	66	9/4/34	1,629	1,419	47	
	65	2/5/34	1,630	1,140	57	
	47	30/1/35	1,655	1,445	33	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
05-31	90	29/6/32	2,346	1,965	46	
	91	12/2/33	2,315	1,911	47	
	90	15/6/34	2,368	1,940	46	
	55	10/7/34	2,396	1,880	29	
05-32	45	7/12/33	325	665	68	
	33	26/12/33	325	665	50	
05-33	52	24/8/33	1,886	1,573	33	
	43	6/9/33	1,886	1,564	27	
05-34	69	30/8/33	2,292	2,307	30	
	68	28/8/33	2,292	2,307	29	
	65	1/4/35	2,491	2,577	25	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
05-36	61	28/8/33	1,802	1,610	38	
	60	3/9/33	1,804	1,611	37	
05-37	71	21/5/33	945	1,278	56	
	69	6/6/33	941	1,201	57	
	70	2/1/34	938	1,242	56	
	60	29/1/34	938	1,242	48	
	64	13/2/35	935	1,418	45	
05-38	69	13/10/32	1,243	1,258	55	
	62	31/1/33	1,248	1,272	49	
	101	1/6/34	1,255	1,374	74	
	65	18/6/34	1,255	1,374	47	
	65	26/12/34	1,256	1,377	47	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
05-39	70	27/7/32	1,157	1,579	44	
	50	22/2/33	1,157	1,524	33	
	32	20/4/35	1,284	3,025	25	
05-41	35	1/6/34	1,556	1,063	33	
	39	26/6/34	1,556	1,063	37	
05-42	56	2/1/34	1,377	1,368	41	
	47	4/2/34	1,372	1,364	34	
05-43	67	30/12/32	1,496	1,662	40	
	62	3/5/33	1,501	1,645	38	
	48	19/3/35	1,536	1,512	32	
	40	26/3/35	1,536	1,512	26	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
05-44	64	19/2/34	2,240	2,247	28	
	76	4/6/34	2,277	2,326	33	
05-51	105	1/4/34	900	3,485	30	
	132	24/4/34	900	3,485	38	
	45	7/9/35	868	3,870	12	
05-53	19	5/7/33	307	605	31	
	27	25/7/33	307	605	45	
	43	1/6/35	412	585	74	
	32	8/6/35	412	585	55	
05-54	50	10/7/32	416	664	75	
	35	8/1/33	413	680	51	
	19	6/5/35	405	541	35	
	21	28/5/35	405	541	39	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
05-57	70	2/2/34	1,329	1,984	35	
	60	25/2/34	1,329	1,984	30	
	84	15/12/35	1,329	1,898	44	
	101	7/1/36	1,346	2,006	50	
05-59	25	28/5/33	400	536	47	
	21	27/6/33	401	531	40	
	23	18/6/35	396	550	42	
	20	30/6/35	396	550	36	
	24	22/11/36	394	588	41	
05-61	120	31/5/32	2,646	3,317	36	
	117	14/5/33	2,655	3,650	32	
	93	17/4/34	2,609	3,614	26	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
05-64	25	1/5/34	406	968	26	
	22	29/5/34	406	968	23	
05-66	50	17/8/32	877	1,195	42	
	67	15/3/33	907	1,472	46	
	75	21/2/34	903	1,540	49	
	66	21/2/34	903	1,540	43	
	58	18/11/34	912	1,529	38	
05-71	56	21/8/33	1,131	1,330	42	
	60	27/9/33	1,129	1,311	46	
	57	19/2/35	1,114	1,381	41	
	50	27/2/35	1,114	1,381	36	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
05-72	58	6/1/34	1,740	1,811	32	
	72	30/1/34	1,740	1,811	41	
	56	5/1/36	1,764	2,066	27	
05-73/1	60	29/10/33	1,440	2,084	29	
	57	7/11/33	1,442	2,066	28	
	38	28/11/34	1,475	2,269	17	
05-73/2	41	12/11/33	1,442	2,066	20	
	30	3/12/33	1,441	2,127	14	
05-74	64	15/5/34	440	758	84	
	56	4/6/34	442	852	66	
	34	6/5/36	447	840	40	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
05-76	135	15/3/34	3,134	5,155	26	
	113	9/4/34	3,142	4,822	23	
05-78	101	1/4/34	2,872	3,437	29	
	146	25/4/34	2,872	3,437	42	
05-79	29	28/6/33	209	549	53	
	25	26/7/33	208	558	45	
06-81	88	27/2/32	753	1,712	51	
	110	24/4/33	733	2,389	46	
	119	15/7/34	719	1,951	61	
	121	11/9/34	718	2,310	52	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
06-82	106	13/6/34	1,272	1,405	75	
06-83	70	10/7/34	1,705	1,605	44	
	70	23/9/34	1,703	1,550	45	
06-84	75	7/2/33	1,131	1,294	58	
	67	27/3/33	1,131	1,291	52	
	60	14/11/34	1,135	1,328	45	
	55	24/8/35	1,121	1,227	45	
06-85	40	31/7/32	315	610	66	
	61	30/5/33	309	865	71	
	99	16/7/34	312	825	74	
	52	17/9/34	311	835	62	
	102	17/3/35	317	1,163	88	
	72	1/12/36	312	661	109	
	79	20/12/36	312	661	119	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
06-86	173	31/5/32	319	768	225	
	169	20/2/33	2,542	2,989	57	
	152	19/8/35	2,302	3,042	57	
	159	17/11/36	2,256	3,143	51	
	169	29/11/36	2,256	3,143	54	
06-87	118	5/8/35	1,288	3,231	37	
	108	29/9/35	1,274	3,422	32	
06-88	114	27/7/32	1,356	2,790	41	
	140	29/3/33	1,356	3,146	20	
	64	3/8/35	1,305	2,603	25	
	64	3/9/35	1,305	2,603	25	
06-89	100	25/6/34	650	4,291	23	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRANCH/ BLOCK	FLOW cu.m/hr	DATE (d/m/y)	CUST	Eq.cust	Eq.L.I. (1/cus/hr)	REMARK
06-90	90	24/9/34	1,265	3,094	30	
	75	2/7/35	1,231	2,983	25	
	70	20/8/35	1,229	3,039	23	
06-91/1	102	29/6/35	1,236	3,955	26	
	108	26/7/35	1,231	2,983	36	
06-91/2	120	18/6/34	1,223	3,688	33	
	48	30/6/35	1,231	2,983	17	
06-92/1	100	22/6/35	470	2,884	35	
	52	28/7/35	470	2,927	18	
06-92/2	49	23/6/35	470	2,884	35	
	42	30/7/35	470	2,927	18	

ที่มา : การประปานครหลวง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย