บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ในการดำเนินการศึกษาหาความถูกต้องของมาตรวัดน้ำ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษามาตรขนาด ϕ 1/2", ϕ 3/4" และ ϕ 1" อายุการใช้งาน 1 ปี, 3 ปี และมาตรใหม่ เฉพาะมาตรขนาด ϕ 1/2" ได้เพิ่มการศึกษาอายุการใช้งานของมาตรเป็น 1 ปี, 3 ปี,5 ปีและ 6 ปี โดยเก็บตัวอย่างมาตรที่กำลังใช้งานในพื้นที่ใช้น้ำจากโรงกรองน้ำของ กปน. มาตรดังกล่าวได้นำมาทดสอบหาความถูกต้องในห้องทดสอบของโรงงานมาตรวัดน้ำของ กปน. โดยการเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ผ่านมาตรกับปริมาณน้ำที่มาตรอ่านได้ ซึ่งสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

6.1.1 ผลการทดสอบ

มาตรลูกสูบ

ขนาด ϕ 1/2" ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดสอบ (มาตรใหม่ มาตรอายุ 1 ปี, 3 ปี, 5 ปี และ 6 ปี) จะอยู่ในช่วง -1.0 % ถึง +2.5 %

ขนาด ϕ 3/4" ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดสอบ (มาตรใหม่ มาตรอายุ 1 ปีและ 3 ปี) จะอยู่ในช่วง -1.5 % ถึง +1.0 %

ขนาด ϕ 1" ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดสอบ (มาตรใหม่ มาตรอายุ 1 ปี และ 3 ปี) จะอยู่ในช่วง -1.5 % ถึง +0.5 %

ค่าความคลาดเคลื่อนของมาตรลูกสูบที่ใช้งานไปแล้วจะเปลี่ยนแปลงตามอายุการใช้งานและแตกต่างไปจากมาตรใหม่ไม่มากนัก แต่ค่าความคลาดเคลื่อนของมาตรขนาด ϕ 1/2" จะมากกว่ามาตรขนาด ϕ 3/4" และ ϕ 1" บ้างเล็กน้อย อย่างไรก็ตามในระหว่างการทดสอบได้พบว่ามาตรลูกสูบมีการเดิน ๆ หยุด ๆ 9 ตัวอย่างจากจำนวนมาตรใช้งานทดสอบ 228 ตัวอย่าง หรือประมาณ 4 % ซึ่งคาดว่าเกิดจากเม็ดทรายที่ติดอยู่ตรงตะแกรงดักเม็ดทรายหลุดเข้าไปติดอยู่ตรงช่องว่างระหว่างลูกสูบและกระบอกสูบและจะพบที่อัตราการไหลต่ำกว่า 15 ลิตร/นาที ซึ่งลักษณะเช่นนี้เป็นข้อเสียอย่างมากของมาตรลูกสูบ

มาตรใบพัด

ขนาด ϕ 1/2" ค่าความคลาดเคลื่อนจะเพิ่มขึ้นตามอายุใช้งาน โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของมาตรใหม่อยู่ในช่อง -0.4 % ถึง +0.6 % , ของอายุ 1 ปี อยู่ในช่วง +0.5 % ถึง +1.4 %,ของอายุ 3 ปีอยู่ในช่วง +3.7 % ถึง +5.5 %,ของอายุ 5 ปีอยู่ในช่วง +3.8 % ถึง +8.4 % และของอายุ 6 ปี อยู่ในช่วง +5.2 % ถึง +7.4 %

ขนาด ϕ 3/4" ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดสอบ (มาตรใหม่อายุ 1 ปี และ 3 ปี) จะอยู่ในช่วง +0.0 % ถึง +2.5%

ขนาด ϕ 1" ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดสอบ (มาตรใหม่อายุ 1 ปี และ 3 ปี) จะอยู่ในช่วง -1.0 % ถึง +2.0 %

ค่าความคลาดเคลื่อนของมาตรใบพัดขนาด ϕ 1/2" จะเพิ่มขึ้นตามอายุการใช้งานอย่างเด่นชัดและมีค่ามากกว่ามาตรลูกสูบ ส่วนมาตรขนาด ϕ 3/4" และ ϕ 1" ค่าความคลาดเคลื่อนจะเปลี่ยนแปลงตามอายุการใช้งานและแตกต่างไปจากมาตรใหม่ไม่มากนักและมีค่าใกล้เคียงกับมาตรลูกสูบ

อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการทดสอบดังที่กล่าวมาข้างต้นอาจมีความคลาดเคลื่อน เกิดขึ้นบ้าง อัน เกิดจากผลดังต่อไปนี้

1. มาตรที่ทำการวิจัย ซึ่งกำหนดให้เป็นมาตรที่ใช้น้ำจากโรงกรอง อาจมีมาตรจากพื้นที่การใช้น้ำจากบ่อบาดาลปนอยู่บ้าง อัน เกิดจากในบางพื้นที่พื้นที่ใช้น้ำจากโรงกรองน้ำของ กปน. และพื้นที่ใช้บาดาลมิได้แยกจากกันอย่างชัดเจนจึงอาจทำให้เกิดความสับสนแก่ผู้เก็บตัวอย่างมาตร

2. อัตราการไหลของน้ำในระหว่างการทดสอบอาจไม่คงที่ เนื่องจากความดันของน้ำได้มาจากเครื่องสูบน้ำโดยตรง

3. มาตรที่ทำการวิจัยมิได้ทดสอบทันทีที่เก็บมาจากผู้ใช้น้ำจึงทำให้ตะกอนหรือสนิมที่อยู่ภายในมาตรแข็งตัว ทำให้ค่าแรงเสียดทานต่าง ๆ เพิ่มขึ้นซึ่งผู้วิจัยได้แก้ไขโดยขังน้ำไว้ในมาตรเป็นเวลา 1 คืนก่อนการทดสอบ

4. ในการไล่ฟองอากาศออกจากมาตรก่อนเริ่มทำการทดสอบจำเป็นที่จะต้องเปิดน้ำให้มีอัตราการไหลมากพอที่จะไล่ฟองอากาศออกให้หมด ซึ่งอาจทำให้ตะกอนหรือสนิมที่เกาะอยู่ภายในมาตรหลุดออก ทำให้สภาพภายในมาตรเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

6.1.2 ตัวแปรที่มีผลต่อสภาพการทำงานของมาตรวัดน้ำ

ตัวแปรที่มีผลต่อสภาพการทำงานของมาตรวัดน้ำของ กปน. ที่สำคัญคือ คุณภาพน้ำที่ส่งจ่าย ระบบท่อส่งน้ำ อายุการใช้งานของมาตรวัดน้ำและอัตราการใช้น้ำซึ่งตัวแปรดังกล่าวมีผลต่อการทำงานของมาตรดังนี้

- คุณภาพน้ำส่งจ่าย น้ำส่งจ่ายที่มีตะกอนหรือสนิมหรือสารอื่นใดที่สามารถก่อตัวในมาตรวัดน้ำได้ปนอยู่ จะทำให้ตะกอนหรือสารนั้นเกาะตัวอยู่ภายในชิ้นส่วนต่าง ๆ ของมาตร ทำให้สภาพการทำงานของมาตรเปลี่ยนแปลง

- ระบบท่อส่งน้ำ ระบบท่อส่งน้ำที่เกิดการกัดกร่อนจะทำให้เกิดสนิมอันเนื่องจากการกัดกร่อนท่อหรือตะกอนดินที่เกิดจากการซ่อมแซมท่อปนไปกับน้ำที่ส่งจ่ายซึ่งทำให้คุณภาพน้ำที่ส่งจ่ายเปลี่ยนไป

- อายุการใช้งานของมาตร มาตรที่ใช้งานไปนาน ๆ จะทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ เกิดการสึกหรอ นอกจากนี้มาตรเมื่อถูกใช้งานจะทำให้มีปริมาณตะกอนที่มาเกาะตัวภายในชิ้นส่วนต่าง ๆ ของมาตรเพิ่มมากขึ้นตามอายุการใช้งาน

- อัตราการใช้น้ำ อัตราการใช้น้ำจะทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของมาตรทำงานซึ่งจะทำให้ตะกอนหรือสนิมที่เกาะอยู่ภายในชิ้นส่วนต่าง ๆ ของมาตรที่ทำให้เกิดแรงต้านทานการทำงานของมาตรหลุดออก อัตราการใช้น้ำน้อยจะทำให้เกิดแรงเสียดทานต้านทานการทำงานของมาตรเพิ่มมากขึ้น แต่ในทางตรงข้าม ถ้าอัตราการใช้น้ำมากแรงเสียดทานต้านทานการทำงานของมาตรจะไม่เพิ่มมาก แต่จะทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของมาตรสึกหรอเร็วขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 การปรับปรุงระบบท่อส่งน้ำ

1. การซ่อมท่อ ควรจะมีการป้องกันมิให้ตะกอนดินหรือเม็ดทรายหลุดเข้าไปในท่อส่งน้ำ

2. ชนิดของท่อส่งน้ำที่เกิดการผุกร่อน เช่นท่อเหล็กอาบสังกะสี ท่อเหล็กหล่อที่ไม่มีการเคลือบผิว ฯลฯ ควรมีการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ซึ่งนอกจากจะลดการสูญเสียน้ำอันเกิดจากท่อรั่วแล้ว ยังป้องกันมิให้ตะกอนดินหลุดเข้าไปในน้ำที่ส่งจ่าย ซึ่งทำให้มาตรวัดน้ำเดินติดขัดโดยเฉพาะมาตรลูกสูบ

6.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตะกอนที่ติดอยู่ในมาตรวัดน้ำ

ควรจะมีการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของตะกอนที่ติดอยู่ภายในชิ้นส่วนต่าง ๆ ของมาตรวัดน้ำ เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดตะกอนก่อตัวขึ้นในมาตร เพื่อจะได้แก้ไขสาเหตุดังกล่าว อันทำให้อายุการใช้งานของมาตรเพิ่มขึ้นและการวัดปริมาณน้ำของมาตรมีความคลาดเคลื่อนลดลง

6.2.3 การเลือกขนาดมาตรวัดน้ำ

ในการศึกษานี้พบว่า มาตรขนาด ϕ 3/4" และ ϕ 1" บางส่วนมีอัตราการใช้น้ำน้อยทำให้การวัดปริมาณน้ำมีความคลาดเคลื่อนสูงโดยเฉพาะในช่วงอัตราการไหลน้อย เนื่องจากแรงเสียดทานต้านทานการทำงานของมาตรมีค่าเพิ่มขึ้น อันเกิดจากตะกอนที่ติดอยู่ตามชิ้นส่วนต่าง ๆ ของมาตรมีอัตราการเกาะตัวเพิ่มมากขึ้นกว่าอัตราการหลุดออก ด้วยเหตุผลดังกล่าว กปน. จึงควรที่จะให้มีการปฏิบัติในการเลือกใช้ขนาดมาตรวัดน้ำตามแบบอย่างที่ กปน. ได้กำหนดไว้อย่างจริงจัง (ดังแสดงในหัวข้อ 3.7.4)

6.2.4 การเลือกชนิดของมาตรวัดน้ำ

มาตรขนาด ϕ 1/2"

มาตรใบพัดจะมีค่าคลาดเคลื่อนเพิ่มตามอายุการใช้งานมาก ส่วนมาตรลูกสูบส่วนใหญ่ แม้จะวัดปริมาณน้ำได้ถูกต้องมากกว่ามาตรใบพัด แต่มีปัญหาเรื่องการเดินติดขัดหรือหยุดเดิน จึงควรเลือกใช้มาตรใบพัดสำหรับการใช้งาน เนื่องจากมาตรใบพัดสามารถทำงานได้ดีในสภาพน้ำที่มีตะกอนหรือเม็ดทรายปนอยู่ มาตรลูกสูบที่กำลังใช้งานอยู่ในขณะนี้เมื่อครบอายุการใช้งานและได้รับการซ่อมแซมบำรุงรักษาแล้ว ควรพิจารณานำไปติดตั้งในพื้นที่ที่ใช้น้ำประปาเพียงอย่างเดียวและพื้นที่ดังกล่าวต้องเป็นพื้นที่ที่ระบบท่อส่งน้ำได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ส่วนมาตรใบพัดที่ติดตั้งควรจะมีการศึกษาความถูกต้องของมาตรที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปี เพื่อที่จะนำไปใช้ในการกำหนดอายุการใช้งานของมาตรให้เหมาะสม

มาตรขนาด ϕ 3/4" และ ϕ 1"

มาตรขนาด ϕ 3/4" และ ϕ 1" ทั้งมาตรลูกสูบและมาตรใบพัดมีค่าความคลาดเคลื่อนใกล้เคียงกัน แต่มาตรลูกสูบมีปัญหาเรื่องการเดินติดขัดหรือหยุดเดินเช่นเดียวกับขนาด ϕ 1/2" จึงควรเลือกใช้มาตรขนาด 3/4" หรือ ϕ 1" เป็นมาตรใบพัดทั้งหมด

อย่างไรก็ตาม การเลือกชนิดมาตรวัดน้ำดังที่ได้กล่าวมา ควรที่จะคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ อันได้แก่ราคาของมาตร ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมบำรุงรักษา ฯลฯ เพื่อนำมาประกอบในการเลือกใช้มาตรวัดน้ำให้เหมาะสม

6.2.5 การวิจัยเพิ่มเติม

เนื่องจากการวิจัยนี้มีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาการวิจัย จึงทำการวิจัยเฉพาะขนาด ϕ 1/2", ϕ 3/4" และ ϕ 1" อายุการใช้งาน 1 ปี และ 3 ปี เฉพาะในพื้นที่ใช้น้ำจากโรงกรองน้ำเท่านั้น จึงควรมีการวิจัยเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

1. ทำการศึกษาหาความถูกต้องของมาตรเพิ่มเติม โดยเพิ่มจำนวนขนาดและอายุการใช้งานของมาตรที่จะทำการวิจัยและขยายพื้นที่ทำการวิจัยให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ใช้น้ำจากบ่อบาดาล เพื่อให้ผลการศึกษาความถูกต้องของมาตรชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ในระหว่างการทดสอบมาตรมักจะพบว่ามาตรลูกสูบมีการเคลื่อนติดขัด ซึ่งคาดว่าเกิดจากมีเม็ดทรายเข้าไปติดอยู่ตรงช่องว่างระหว่างลูกสูบและกระบอกสูบ จึงควรที่จะมีการวิจัยถึงผลกระทบของเม็ดทรายต่อสภาพการทำงานของมาตรลูกสูบ โดยการผ่านน้ำที่มีเม็ดทรายปนอยู่เข้าไปในมาตร โดยเปลี่ยนขนาดและอัตราส่วนของเม็ดทราย ผลจากการวิจัยนี้จะทำให้ทราบว่า อัตราส่วนและขนาดของเม็ดทรายเท่าไรที่มีผลต่อมาตรลูกสูบขนาดต่าง ๆ อย่างไร เท่าไร

3. ผลที่ได้จากการวิจัยนี้จะแสดงผลเฉพาะความคลาดเคลื่อนของมาตรเท่านั้น เพื่อให้การเลือกใช้ชนิดมาตรวัดน้ำได้เหมาะสมกับสภาพของ กปน. จึงควรมีการศึกษาองค์ประกอบอื่น ๆ ประกอบด้วย คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม บำรุงรักษา ความคงทนของมาตร ราคา ความสะดวกในการจัดหาอะไหล่ ฯลฯ

4. ควรที่จะมีการศึกษาถึงผลของระบบงานต่าง ๆ ของมาตรที่ใช้งานแล้วต่อความถูกต้องของมาตร โดยการล้างหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น ๆ ของมาตร แล้วเปรียบเทียบความถูกต้องของมาตรระหว่างก่อนเปลี่ยนชิ้นส่วนกับหลังเปลี่ยนชิ้นส่วน เพื่อดูว่าผลของชิ้นส่วนนั้น ๆ มีผลต่อความถูกต้องของมาตรอย่างไร

5. ควรมีการศึกษาถึงผลของตัวแปรต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ต่อความถูกต้องของมาตรคือ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ซึ่งมีผลต่อค่าความหนืดของน้ำ , สารละลายต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำ อันจะมีผลต่อความหนืดของน้ำและการก่อตัวขึ้นภายในมาตรและศึกษาถึงผลของน้ำกระแทก (water hammer) อันเกิดจากการเปิดปิดวาวล์น้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดคลื่นย้อนกลับและทำให้ความดันของน้ำเพิ่มมากขึ้นอันอาจทำให้มาตรลึกหรือเร็วขึ้น

6. ในกิจการประปาขนาดเล็กบางแห่ง อาจมีการหยุดส่งจ่ายน้ำเป็นบางเดือนอันเกิดจากการขาดแคลนน้ำหรือสาเหตุอื่นใด ซึ่งจะทำให้ตะกอนที่ก่อตัวอยู่ภายในมาตรเกิดการแข็งตัว อันจะทำให้ความถูกต้องของมาตรเปลี่ยนแปลง จึงควรที่จะศึกษาถึงสาเหตุดังกล่าวต่อความถูกต้องของมาตร