บทที่ 4

บทสรุป

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการประเมินประสิทธิภาพของระบบประปาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 4 ด้าน คือ ปริมาณและคุณภาพแหล่งน้ำดิบ กระบวนการผลิต การบริหารจัดการและบำรุงรักษา และคุณภาพน้ำประปา รวมทั้งศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประปา โดยทำการศึกษาในเดือนพฤศจิกายน 2547-มีนาคม 2548

4.1.1 การศึกษาคุณภาพและปริมาณแหล่งน้ำดิบ

แหล่งน้ำดิบที่เหมาะสมเพื่อการผลิตประปานั้น จะต้องมีปริมาณน้ำเพียงพอกับความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคตลอดทั้งปี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์จะใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำศรีตรังเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิต ซึ่งอ่างเก็บน้ำมีความจุ 520,000 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน จะเริ่มทำการผลิตน้ำในเดือนพฤศจิกายนของแต่ละปี และจะหยุดผลิตเมื่อน้ำในอ่างเก็บน้ำมีปริมาณน้อยกว่า 9,000 ลูกบาศก์เมตร หลังจากนั้นจะใช้น้ำประปาจากการประปาส่วนภูมิภาค อำเภอหาดใหญ่ ส่วนคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรัง พบว่ามีค่าความขุ่นอยู่ในช่วง 6.00-31.00 NTU (12.10$\pm$6.93 NTU) ค่า pH อยู่ในช่วง 7.13-7.50 (7.28$\pm$0.10) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 28.2-31.6 องศาเซลเซียส (29.5$\pm$1.1 องศาเซลเซียส) ค่า conductivity อยู่ในช่วง 62.5-78.6 µS/cm (70.8$\pm$5.2 µS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 30-40 mg/L (34$\pm$3 mg/L) ปริมาณ total coliform bacteria อยู่ในช่วง 4-500 MPN/100 mL และ fecal coliform bacteria อยู่ในช่วง 2-50 MPN/100 mL คุณภาพน้ำในช่วงฤดูฝนมีปริมาณความกระด้าง คลอไรด์ ไนเตรท-ไนโตรเจน ซัลเฟต แมงกานีส ทองแดง สังกะสี เหล็ก และโครเมียม มีค่าเท่ากับ 19.94, 5.54, 0.12, 5.72, 0.017, 0.0052, 0.014, 0.094 และ 0.0065 mg/L ตามลำดับ ส่วนในช่วงฤดูแล้ง มีค่าเท่ากับ 29.94, 7.81, 0.47, 8.29, 0.024, 0.0041, 0.017, 0.717 และ 0.0077 mg/L ตามลำดับ และไม่พบปริมาณ แคดเมียม ตะกั่ว และปรอททั้ง 2 ฤดูกาล ซึ่งคุณภาพน้ำดิบจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 คือสามารถนำมาใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านการปรับปรุงคุณภาพทั่วไป

4.2 กระบวนการผลิตน้ำประปา

กระบวนการผลิตแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ระบบกรองแบบใช้แรงดัน (pressure filter) และระบบทรายกรองเร็ว (rapid sand filter) โดยระบบกรองแบบใช้แรงดันสามารถผลิตน้ำประปาได้ 50 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ซึ่งมีถังตกตะกอนและถังทรายกรอง จำนวน 4 ชุด พบว่าการใส่สารส้มไม่สามารถควบ

คุมปริมาณและอัตราส่วนที่เหมาะสมได้ จึงอาจทำให้ไม่เพียงพอในกระบวนการ coagulation ได้ ประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบกรองแบบใช้แรงดันสามารถลดความขุ่นได้ร้อยละ 33.83, 18.26, 42.76 และ 65.67 โดยประสิทธิภาพของถังทรายกรองถังที่ 4 มีประสิทธิภาพในการลดความขุ่นได้สูงที่สุด ส่วนระบบทรายกรองเร็ว (rapid sand filter) ซึ่งเป็นระบบหลักของมหาวิทยาลัยที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา สามารถผลิตน้ำประปาได้ 100 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ระบบนี้แบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ถังตกตะกอนและถังทรายกรอง โดยในถังตกตะกอนจะใส่ปูนขาวและสารส้มในการปรับสภาพน้ำดิบประมาณ 10 และ 20 กิโลกรัม/วัน จำนวน 3-4 ครั้ง/วัน ตามลำดับ และจะเติมสารปูนขาวเพื่อปรับ pH อีกครั้งเพื่อให้การตกตะกอนมีประสิทธิภาพดีขึ้น ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการลดความขุ่นของถังตกตะกอนและถังทรายกรอง คิดเป็นร้อยละ 77.36 และ 54.33 ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพรวมเฉลี่ยของระบบคิดเป็นร้อยละ 89.28 น้ำที่ผ่านทรายกรองทั้งสองระบบแล้วสามารถลดปริมาณ แมงกานีส ทองแดง สังกะสี เหล็ก และโครเมียม จากปริมาณที่พบในแหล่งน้ำดิบเฉลี่ยร้อยละ 42.65, 30.02, 19.54, 56.82 และ15.12 ตามลำดับ น้ำที่ผลิตได้จะรวมกันในถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีความขุ่นค่อนข้างสูง เนื่องจากน้ำที่ผ่านระบบกรองแบบใช้แรงดันมีประสิทธิภาพในการลดความขุ่นค่อนข้างต่ำ จึงมีตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานฯ เพียงร้อยละ 52.63 หลังจากเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคพบว่ามีปริมาณคลอรีนตกค้าง 0.2 mg/L ทุกตัวอย่าง เมื่อวิเคราะห์ปริมาณ total coliform bacteria พบว่ามีน้อยกว่า 2 MPN/100 mL หลังจากนั้นจะสูบน้ำไปเก็บไว้ในถังน้ำใส (5,000 ลูกบาศก์เมตร) ซึ่งคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก พร้อมจะจ่ายน้ำประปาเพื่อการอุปโภคและบริโภคต่อไป

4.3 การบริหารจัดการและการบำรุงรักษาระบบประปา

การบริหารจัดการระบบประปายังเป็นปัญหาอยู่ เนื่องจากคุณภาพน้ำประปาที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำแล้วยังมีปัญหาในเรื่องของความขุ่น จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปา ไม่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดไว้ 5 NTU คิดเป็นร้อยละ 78.95, 73.68, 47.40 และ21.06 ตามลำดับ ของระบบกรองแบบใช้แรงดันของถังทรายกรองที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งสาเหตุเกิดจากบางครั้งผู้ควบคุมระบบผลิตน้ำประปายังขาดความเอาใจใส่ในกระบวนการผลิต เช่นในเรื่องความถี่และปริมาณของการเติมสารส้มเพื่อการตกตะกอนในแต่ละวัน การระบายตะกอน และการล้างทรายกรอง นอกจากนี้วิธีการเติมสารเคมีในกระบวนการ coagulation ยังไม่สามารถควบคุมปริมาณและอัตราส่วนที่เหมาะสมได้ หน่วยงานที่ผลิตน้ำประปาควรมีเครื่องมือตรวจวัดค่าความขุ่นแบบอัตโนมัติ เพื่อตรวจสอบความขุ่นของน้ำหลังจากการล้างทรายกรอง ถ้าความขุ่นของน้ำยังมีค่าสูงอยู่ก็จะได้ทำการล้างซ้ำ แต่สำหรับกระบวนการผลิตในระบบทรายกรองเร็ว ซึ่งเป็นระบบหลักของมหาวิทยาลัยการบริหารจัดการและการดูแลของผู้ควบคุมระบบการผลิตสามารถดำเนินการได้ดี จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตพบว่าทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตร

ฐานฯ เนื่องจากสามารถติดตามกระบวนการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง เมื่อเกิดข้อผิดพลาดจากกระบวนการผลิตก็สามารถแก้ไขปัญหาได้ทันที

4.4 คุณภาพน้ำประปา

4.4.1 การศึกษาคุณภาพน้ำในพารามิเตอร์พื้นฐาน

พารามิเตอร์พื้นฐานที่ศึกษาประกอบด้วย ความขุ่น pH, conductivity, TDS อุณหภูมิ ปริมาณคลอรีนตกค้าง และปริมาณ total coliform bacteria โดยทำการศึกษาคุณภาพน้ำประปาในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2547-มีนาคม 2548 จำนวน 19 ครั้ง ในจุดเก็บตัวอย่าง 12 จุด ดังนี้คือ อาคารที่พักอาศัย อ.9 (A9) คณะวิศวกรรมศาสตร์ (EN) หมู่บ้านเก่า (V) ภาควิชาวาริชศาสตร์ (AS) คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (FEM) อาคารที่พักอาศัย อ.14 (A14) อาคารที่พักนักศึกษา 1(D1) อาคารที่พักอาศัย อ.18 (A18) อาคารที่พักนักศึกษา14 (D14) อาคารที่พักนักศึกษาพยาบาล 2 (N2) อาคารเลี้ยงเด็กปฐมวัย (NS) และโรงอาหารโรงช้าง (CAF) พบว่าคุณภาพน้ำประปาทั้งหมดมีความขุ่นอยู่ในช่วง 0.70-11.00 NTU (3.63$\pm$1.63 NTU) และมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.02-7.19 (6.75$\pm$0.22) ค่า conductivity อยู่ในช่วง 95.5-173.0 µS/cm (115.7$\pm$14.3 µS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 45-86 mg/L (55$\pm$7 mg/L) ค่าอุณหภูมิของน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.00-29.80 องศาเซลเซียส (28.28$\pm$1.30องศาเซลเซียส) ค่าคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0-0.2 mg/L ซึ่งตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดว่าต้องมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L มีจำนวน 162 ตัวอย่าง เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณ total coliform bacteria พบทุกตัวอย่างมี total coliform bacteria น้อยกว่า 2 MPN/100mL คุณภาพน้ำประปาจะมีปัญหาในเรื่องความขุ่นและ pH ส่วนพารามิเตอร์อื่นผ่านเกณฑ์มาตรฐานฯ

4.4.2 การศึกษาคุณภาพน้ำทางเคมีและปริมาณโลหะหนัก

การศึกษาคุณภาพน้ำประปาทางเคมีและปริมาณโลหะหนักจำนวน 2 ครั้งในเดือนพฤศจิกายน 2547 (ฤดูฝน) และมีนาคม 2548 (ฤดูแล้ง) โดยทำการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆ ทางเคมีระหว่างฤดูกาล โดยใช้สถิติแบบ The Wilcoxon matched pairs signed-ranks test พบว่าปริมาณความกระด้าง คลอไรด์ ไนเตรท-ไนโตรเจน และ ซัลเฟต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณความกระด้าง, คลอไรด์, ไนเตรท-ไนโตรเจน และซัลเฟต ของน้ำประปาทั้งสองฤดูกาลที่จ่ายผ่านท่อผสมและท่อ PVC โดยใช้สถิติแบบ Mann-Whiney U test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งพารามิเตอร์ดังกล่าวผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก

เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำประปาซึ่งได้แก่โครเมียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีในระหว่างฤดูกาลโดยใช้สถิติแบบ The Wilcoxon matched pairs signed-ranks test พบว่า

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักดังกล่าวทั้งสองฤดูกาลที่จ่ายผ่านท่อผสมและท่อ PVC โดยใช้สถิติแบบ Mann-Whiney U test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นปริมาณสังกะสีที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งสองฤดูกาล เนื่องจากมีเส้นท่อบางจุดเป็นท่อเหล็กเคลือบสังกะสีจึงส่งผลให้มีปริมาณสังกะสีในน้ำประปาเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณโลหะในน้ำประปาทุกพารามิเตอร์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก

4.5 ความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจในเรื่อง ความใสของน้ำ กลิ่นของน้ำประปา กลิ่นคลอรีน สี และ รสชาติของน้ำอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง ส่วนในเรื่องความกระด้างผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับระดับมาก ความพึงพอใจต่อความสะอาดของน้ำประปาอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางในเรื่องการนำน้ำมาดื่มโดยไม่ต้องผ่านการต้มหรือกรอง ความสะอาดเพียงพอสำหรับการดื่ม ความสะอาดเพียงพอสำหรับการปรุงอาหาร และความสะอาดไม่มีสิ่งแปลกปลอม ส่วนในเรื่องของความสะอาดเพียงพอกับการอาบและ ความสะอาดเพียงพอกับการซักล้างผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก สำหรับเรื่องปริมาณน้ำประปาเพียงพอต่อการอุปโภค-บริโภค แรงดันน้ำเพียงพอไม่ไหลกระปริบกะปรอย และการไหลของน้ำประปาในแต่ละวัน พบว่าผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ส่วนความพึงพอใจต่ออุปกรณ์และการบริการของผู้ใช้น้ำอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางในเรื่องอุปกรณ์ที่ใช้มีความคงทน ความสวยงามของอุปกรณ์ ความเพียงพอของก๊อกน้ำต่อการใช้งาน การประชาสัมพันธ์เมื่อจะมีการหยุดจ่ายน้ำล่วงหน้า แต่ในเรื่องความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ต่างๆ และตำแหน่งของก๊อกน้ำเหมาะสมต่อการใช้งาน พบว่าผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

4.6 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าประสิทธิภาพของระบบประปาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ยังพบปัญหา จึงควรดำเนินการในด้านต่างๆ คือ

1. ควรหาปริมาณและปรับปรุงระบบจ่ายสารเคมีในกระบวนการ coagulation ให้สามารถปรับปริมาณการจ่ายสารเคมีอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสม
2. ระบบกรองทั้งสองระบบควรเปลี่ยนทรายกรอง เนื่องจากใช้มาเป็นเวลานานมากกว่า 10 ปี ทำให้ประสิทธิภาพการกรองน้ำไม่ดีเท่าที่ควร
3. ควรหาอัตราการใส่คลอรีนที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อโรคเพื่อให้มีคลอรีนตกค้างตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก ถึงแม้ว่าผลการวิจัยจะพบปริมาณ total coliform bacteria มีค่าน้อยกว่า 2 MPN/100mL ก็ตาม ทั้งนี้เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับผู้บริโภคได้

4. ควรมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำดิบ และน้ำประปาปลายท่อทุกเดือน ทั้งน้ำประปาที่มหาวิทยาลัยผลิตและน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคน้ำตามพารามิเตอร์ที่กำหนดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกและมีการประชาสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความมั่นใจแก่ผู้บริโภค