บทที่ 3

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการประเมินประสิทธิภาพระบบประปาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 4 ด้าน คือ

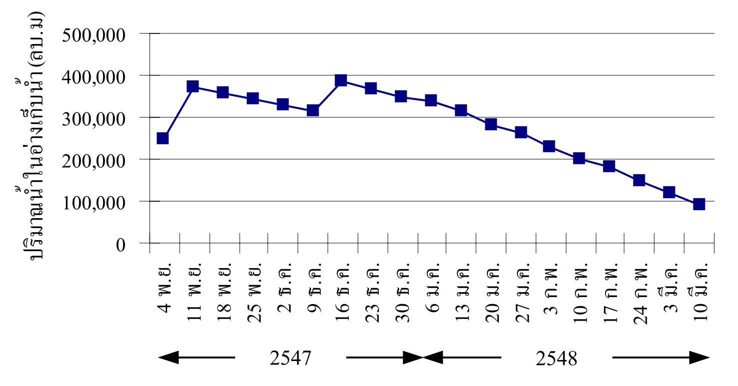
1. ปริมาณและคุณภาพแหล่งน้ำดิบ
2. กระบวนการผลิต
3. การบริหารจัดการและบำรุงรักษา
4. คุณภาพน้ำประปา

และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประปาโดยผลการศึกษามีดังนี้

3.1 ปริมาณและคุณภาพแหล่งน้ำดิบ

3.1.1 ปริมาณแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตประปาของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (อ่างเก็บน้ำศรีตรัง)

แหล่งน้ำดิบที่เหมาะสมเพื่อการผลิตประปานั้นจะต้องมีปริมาณน้ำเพียงพอกับความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคตลอดทั้งปี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์จะใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำศรีตรังมีความจุ 520,000 ลูกบาศก์เมตร เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปา ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (ภาพประกอบที่ 4) จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน ส่วนใหญ่จะเริ่มผลิตน้ำตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน และจะหยุดผลิตเมื่อน้ำในอ่างมีปริมาณน้อยกว่า 9,000 ลูกบาศก์เมตร หลังจากนั้นจะใช้น้ำประปาจากการประปาส่วนภูมิภาค



ภาพประกอบที่ 4 ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรังในเดือนพฤศจิกายน 2547-มีนาคม 2548

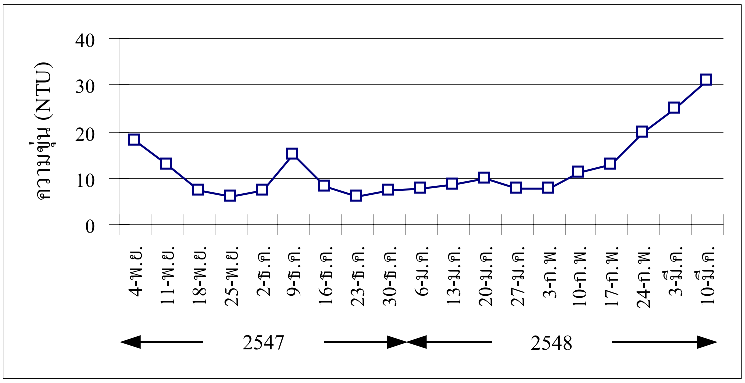
3.1.2 คุณภาพแหล่งน้ำดิบในอ่างเก็บน้ำศรีตรังเพื่อการผลิตประปาของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำแหล่งน้ำดิบทางด้านกายภาพและจุลชีววิทยา ในพารามิเตอร์ความขุ่น pH อุณหภูมิ conductivity, TDS, total coliform bacteria และ fecal coliform bacteria ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2547 ถึง มีนาคม 2548 จำนวน 19 ครั้ง มีรายละเอียดดังนี้

3.1.2.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

1) ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของแหล่งน้ำดิบเป็นพารามิเตอร์ที่ช่วยให้ผู้ควบคุมระบบประปาวางแผนในการจัดเตรียมสารเคมีในกระบวนการ coagulation จากการศึกษาพบว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรัง มีความขุ่นอยู่ในช่วง 6.00-31.00 NTU (12.10±6.93 NTU) โดยค่าความขุ่นจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำและมีทิศทางเดียวกันกับปริมาณน้ำฝน โดยจะเห็นได้ชัดเจนในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน เมื่อมีปริมาณน้ำฝนมากความขุ่นของน้ำในอ่างจะมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากน้ำฝนไหลบ่าชะล้างหน้าดินเอาสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ลงในอ่างเก็บน้ำ ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2548 พบว่าน้ำในอ่างมีความขุ่นสูงขึ้นมากกว่าในช่วงฤดูฝน (ภาพประกอบที่ 5) เนื่องจากมีธาตุอาหารมากขึ้น โดยพบว่า NO_3-N เพิ่มขึ้นจาก 0.12 ในฤดูฝน mg/L เป็น 0.47 mg/L ในฤดูแล้ง ซึ่งอาจส่งผลให้แพลงก์ตอนมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นด้วย จึงทำให้น้ำมีความขุ่นมากขึ้น (Lehman and Smith, 1991 และ Hellawell, 1978)

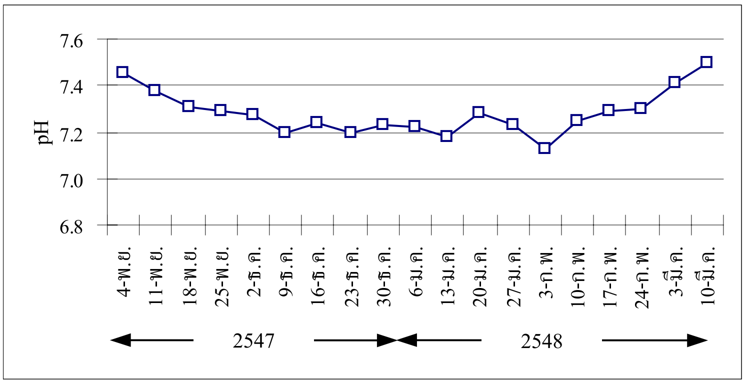


ภาพประกอบที่ 5 ค่าความขุ่นของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรัง

2) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากการศึกษาพบว่า pH ของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรังมีสภาพค่อนข้างเป็นกลาง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.13-7.50 (7.28±0.10) โดยในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน ค่า pH จะค่อยๆ ลดลงเล็กน้อย เนื่องจากปริมาณน้ำฝนมีสภาพเป็นกรดอ่อนๆ ซึ่งมี pH อยู่ใน

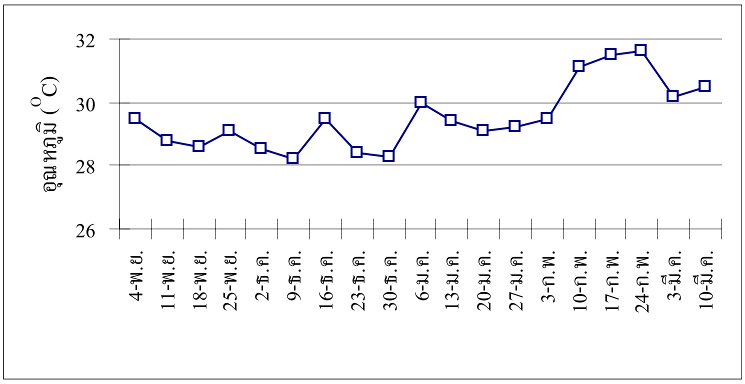
ช่วง 4.71-6.80 (สิทธิชัย ศรีมีชัย, 2535) ส่วนในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์-กลางเดือนมีนาคมซึ่งเป็นฤดูแล้ง ค่า pH มีแนวโน้มสูงขึ้น (ภาพประกอบที่ 6) อาจเนื่องจากเมื่อเกิดการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำทำให้มีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นปริมาณมากในช่วงกลางวันทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น หรืออาจทำให้มีค่า pH สูงถึง 9 ได้ในน้ำธรรมชาติ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2543) และถ้าความเข้มข้นของคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ pH เพิ่มขึ้นอีกด้วย ค่า pH ของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 5-9 (กรมควบคุมมลพิษ, 2538)



ภาพประกอบที่ 6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรัง

3) อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรัง อยู่ในช่วง 28.2-31.6 องศาเซลเซียส (29.5±1.0 องศาเซลเซียส) รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 7 ซึ่งอุณหภูมิจะแปรผันตามอุณหภูมิอากาศ โดยอุณหภูมิของน้ำจะเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้ง เพราะอากาศแห้งแล้ง ความชื้นในอากาศน้อยโอกาสที่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ลงมาสู่อ่างเก็บน้ำจึงมีมากทำให้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น เช่นเดียวกับอุณหภูมิของอากาศ



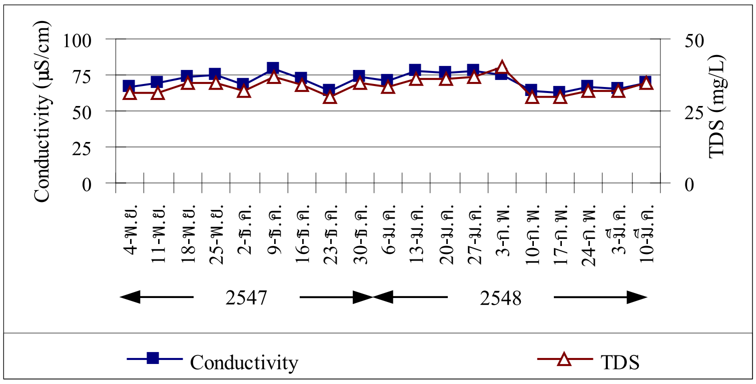
2547

ภาพประกอบที่ 7 อุณหภูมิของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรัง

4) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS)

ผลการศึกษาค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรัง มีค่าอยู่ในช่วง 62.5-78.6 μS/cm (70.7±5.2 μS/cm) รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 8 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำแสดงว่ามีสารอนินทรีย์ โดยเฉพาะพวกเกลือต่างๆ ละลายอยู่ในน้ำปริมาณน้อย นอกจากนี้ค่า conductivity มีประโยชน์มากในการประเมินคุณภาพน้ำซึ่งสามารถบอกคุณภาพน้ำได้อย่างคร่าวๆ ว่าน้ำมีคุณภาพดีหรือไม่ (Hem, 1971)

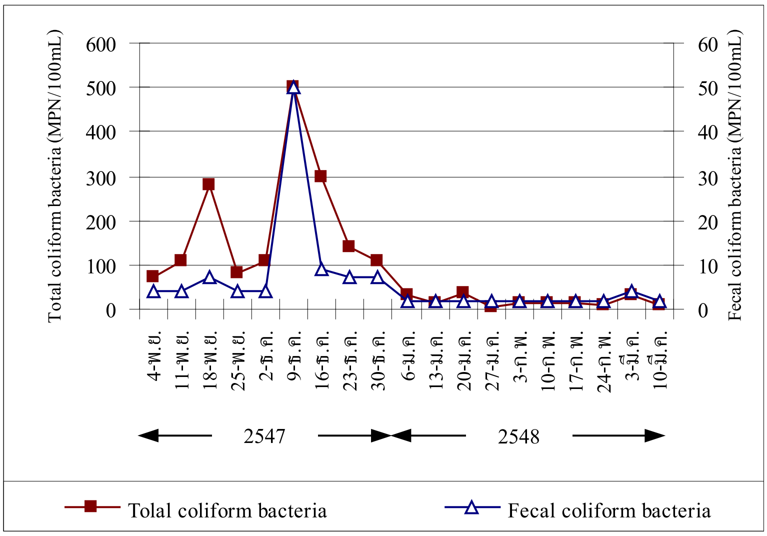
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS) ในอ่างเก็บน้ำศรีตรังมีค่าอยู่ในช่วง 30-40 mg/L (34±3 mg/L) รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 8 ค่า TDS จะมีค่าสูงหรือต่ำนั้นจะขึ้นอยู่กับโอกาสที่น้ำสัมผัสกับแร่ธาตุในดินและสารละลายแร่ธาตุที่ปนออกมา ซึ่งค่า TDS และ conductivity จะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน บางครั้งอาจประมาณค่า TDS ได้ด้วยการวัด conductivity ได้



ภาพประกอบที่ 8 conductivity และ TDS ของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรัง

3.1.2.2 คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย (Bacteria)

น้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรังมีปริมาณ total coliform bacteria และ fecal coliform bacteria อยู่ในช่วง 4-500 MPN/100 mL และ 2-50 MPN/100 mL ตามลำดับ (ภาพประกอบที่ 9) เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) พบว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรังจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 คือ สามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน ปริมาณ total coliform bacteria และ fecal coliform bacteria ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม จะมีค่าสูงกว่าเดือนอื่นๆ มาก เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนมีโอกาสเกิดการชะล้างตะกอนและของเสียต่างๆ จากชุมชนลงสู่อ่างเก็บน้ำ ส่วนในช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม ปริมาณ total coliform bacteria และ fecal coliform bacteria ลดน้อยลง เพราะน้ำในอ่างเก็บน้ำได้รับแสงอาทิตย์เป็นเวลาต่อเนื่อง ในที่โล่งแจ้งไม่มีสิ่งบดบังทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นอาจส่งผลต่อการลดลงของปริมาณ coliform bacteria ได้ (พณา ฟักอ่อน, 2544) การที่พบปริมาณ fecal coliform bacteria ในอ่างเก็บน้ำศรีตรังนั้นแสดงให้เห็นว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำมีการปนเปื้อนโดยอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่นและมีโอกาสที่จะพบแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของถาวร เพ็ชรบัว และคณะ (2547) ที่ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำน่านที่มีผลทางด้านสาธารณสุขพบการปนเปื้อน coliform bacteria มีค่าอยู่ในช่วง 224-1,190 MPN/100 mL เนื่องจากมีการปนเปื้อนจากเรือนแพและเรือตลอดลำน้ำ ที่มีการถ่ายอุจจาระสู่แหล่งน้ำโดยตรง



ภาพประกอบที่ 9 ปริมาณ total coliform bacteria และ fecal coliform bacteria ของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรัง

3.1.2.3 คุณภาพน้ำทางเคมี

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรังในพารามิเตอร์ความกระด้าง, คลอไรด์, ไนเตรท-ไนโตรเจน และซัลเฟต ในเดือน พฤศจิกายน 2547 (ช่วงฤดูฝน) และมีนาคม 2548 (ช่วงฤดูแล้ง) จำนวน 2 ครั้งมีรายละเอียดดังนี้

1) ความกระด้างของน้ำ (hardness) ความกระด้างของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรังในช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 19.94 mg/L และในช่วงฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 29.94 mg/L ระดับความกระด้างของน้ำในอ่างเก็บน้ำจัดเป็นประเภทน้ำอ่อน (soft water) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0-75 mg/L as $CaCO_3$ ซึ่งไม่เหมาะต่อการผลิตน้ำประปา สำหรับน้ำที่จะนำมาผลิตน้ำประปาควรมีความกระด้างประมาณ 50-80 mg/L as $CaCO_3$ เพราะถ้าความกระด้างน้อยกว่าน้ำจะเกิดการกัดกร่อนสูง (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2544) สาเหตุของความกระด้างของน้ำเกิดจากอิออนบวกของโลหะที่มีวาเลนซี 2+ จำพวก แคลเซียม (Ca^{2+}) แมกนีเซียม (Mg^{2+}) สตรอนเทียม (Sr^{2+}) เหล็ก (Fe^{2+}) และแมงกานีส (Mn^{2+}) โดยปกติแล้วแหล่งน้ำในธรรมชาติมักมีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมมากกว่าโลหะชนิดอื่นๆ ดังนั้นสาเหตุที่สำคัญของความกระด้างคือโลหะทั้งสองชนิดนี้ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2543)

2) คลอไรด์ (chloride) ปริมาณคลอไรด์ของน้ำในอ่างเก็บน้ำศรีตรังในช่วงฤดูฝนมีเท่ากับ 5.54 mg/L และในฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 7.81 mg/L โดยในช่วงฤดูแล้งปริมาณความเข้มข้นของคลอไรด์มีค่าสูงขึ้น เนื่องจากปริมาณของน้ำในอ่างเก็บน้ำลดลง แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีปริมาณคลอไรด์ไม่เกิน 250 mg/L (ซึ่งมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินไม่ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานในพารามิเตอร์นี้ไว้)

3) ไนเตรท-ไนโตรเจน (nitrate-nitrogen) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ในอ่างเก็บน้ำศรีตรังในช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 0.12 mg/L และในช่วงฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 0.47 mg/L ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณลดลงเนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้สารอาหารที่อยู่ในแหล่งน้ำนั้นเจือจางลงมีส่วนทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้น ส่วนในช่วงฤดูแล้งพบว่าปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น ทำให้น้ำมีคุณภาพต่ำลง แต่อย่างไรก็ตามปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ที่กำหนดไว้ว่า ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน ต้องไม่เกิน 5 mg/L

4) ซัลเฟต (sulfate) ปริมาณซัลเฟตในอ่างเก็บน้ำศรีตรังในช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 5.72 mg/L ส่วนในช่วงฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 8.29 mg/L โดยในช่วงฤดูแล้งปริมาณซัลเฟตมีค่าเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำลดลง แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณซัลเฟตในปริมาณน้อยจะไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งซัลเฟตที่ปรากฏอยู่ในน้ำธรรมชาติเป็นผลมาจากการละลายตัวของแร่ธาตุในดิน (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542) โดยทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติพบซัลเฟต 2-3 mg/L จนกระทั่งถึง 1,000 mg/L (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2544)

3.1.2.4 คุณภาพน้ำทางโลหะหนัก

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางโลหะหนักในอ่างเก็บน้ำศรีตรังระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2547 (ช่วงฤดูฝน) และมีนาคม 2548 (ช่วงฤดูแล้ง) จำนวน 19 จำนวน 2 ครั้ง พบว่า แมงกานีส ทองแดง สังกะสี เหล็ก และโครเมียม ในช่วงฤดูฝนมีค่า 0.017, 0.0052, 0.014, 0.094 และ 0.0065 mg/L ตามลำดับ ส่วนในช่วงฤดูแล้ง มีค่า 0.024, 0.0041, 0.017, 0.717 และ 0.0077 mg/L ตามลำดับ และไม่พบปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอท ทั้งสองฤดู ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบในอ่างเก็บน้ำ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ที่กำหนดปริมาณแมงกานีส ทองแดงสังกะสี แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว และปรอท ต้องมีค่าไม่เกิน 1.0, 0.1, 1.0, 0.005, 0.05, 0.005 และ 0.002 mg/L ตามลำดับ

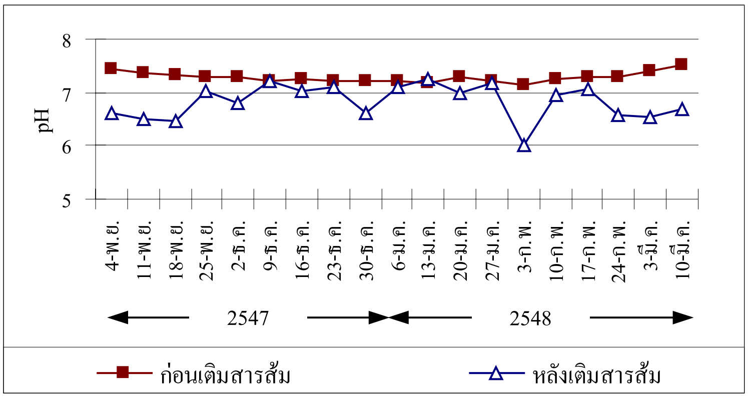
3.2 กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตน้ำประปาในมหาวิทยาลัย ใช้ 2 ระบบ คือ ระบบกรองแบบใช้แรงดัน (pressure filter) และระบบทรายกรองเร็ว (rapid sand filter) โดยเก็บตัวอย่างน้ำในระบบจำนวน 19 ตัวอย่าง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2547-มีนาคม 2548 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในพารามิเตอร์ pH ความขุ่น TDS, residual chlorine, total coliform bacteria และ fecal coliform bacteria

3.2.1 ระบบที่ 1 ระบบกรองแบบใช้แรงดัน (pressure filter) สามารถผลิตน้ำประปาได้ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งประกอบไปด้วย ถังเติมสารเคมี ถังตกตะกอน และถังทรายกรองอย่างละ4 ชุด และถัง 180 ลูกบาศก์เมตร (ภาพประกอบที่ 1 และ 2)

3.2.1.1 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการโคแอกกูเลชัน (coagulation)

การใส่สารเคมีช่วยในการตกตะกอนนั้นจะใช้สารส้มก้อน (aluminum sulphate) เป็นตัวช่วยในการตกตะกอน โดยให้น้ำไหลผ่านสารส้มก้อนที่อยู่ในถัง โดยจะทำการเติมสารส้ม 2-3 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 15 กิโลกรัม และไม่มีการเติมปูนขาวในการปรับสภาพ หลังจากเติมสารส้มแล้วจะเห็นได้ว่า pH ของน้ำดิบจะลดลงเล็กน้อย โดยมีค่า pH อยู่ในช่วง 5.75-7.25 (6.81±0.40) รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 10 ซึ่งปริมาณสารส้มอาจไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิด coagulation ได้ ค่า pH ลดลงเพียงเล็กน้อยและอัตราการลดลงไม่คงที่ ซึ่งสอดคล้องกับนิวัติ ศรีธรณ์ (2539) ได้กล่าวว่าการเติมสารส้มของระบบกรองแบบใช้แรงดันนั้นไม่สามารถควบคุมปริมาณและส่วนผสมของสารเคมีนี้ให้อยู่ในอัตราที่เหมาะสมได้



ภาพประกอบที่ 10 เปรียบเทียบค่า pH ของน้ำก่อนและหลังเติมสารส้มของระบบกรองแบบใช้แรงดันในการผลิตน้ำประปา

3.2.1.2 ประสิทธิภาพของระบบกรองแบบใช้แรงดัน (pressure filter)

การวัดประสิทธิภาพของระบบประปาจะใช้ค่าความขุ่นและค่า TDS เป็นตัวชี้วัด โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 19 ครั้งตลอดการศึกษา โดยเก็บตัวอย่างน้ำดิบก่อนเข้าถังตกตะกอน และหลังจากผ่านทรายกรองแล้ว เนื่องจากไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำ ก่อนเข้าระบบทรายกรองได้ เพราะถังตกตะกอนและถังทรายกรองเป็นระบบที่เชื่อมติดกัน ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้ (ภาพประกอบที่ 11)

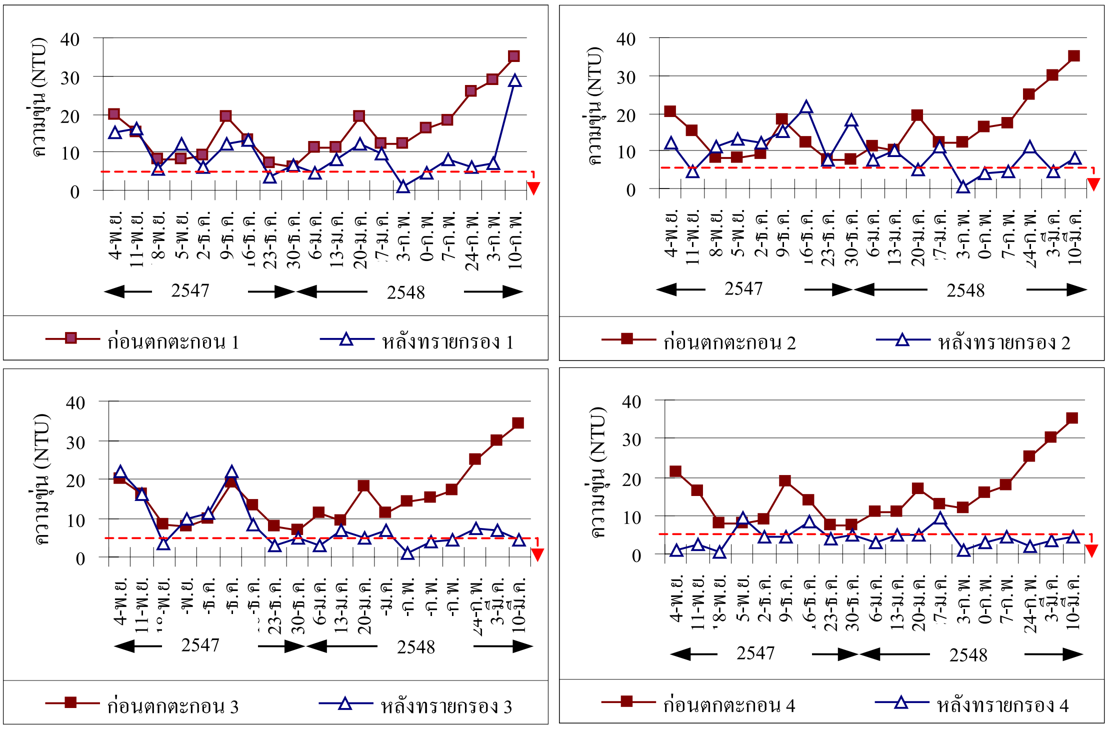
ถังตกตะกอนและระบบทรายกรองตัวที่ 1 ความขุ่นของน้ำดิบหลังจากเติมสารส้มแล้วมีค่าในช่วง 5.90-35.00 NTU (15.48±7.86 NTU) เมื่อผ่านถังตกตะกอนและระบบทรายกรองแล้วจะมีค่าความขุ่นอยู่ในช่วง 0.80-29.00 NTU (9.42±6.26 NTU) โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบในการลดความขุ่นร้อยละ 33.83 น้ำที่ผลิตได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (5 NTU) จำนวน 4 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 21.05 ส่วนค่า TDS พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างเห็นได้อย่างชัดเจนระหว่างน้ำที่เข้าและออกจากระบบ

ถังตกตะกอนและระบบทรายกรองตัวที่ 2 ความขุ่นของน้ำดิบหลังจากเติมสารส้มมีค่าในช่วง 7.50-35.00 NTU (15.39±7.78 NTU) เมื่อผ่านถังตกตะกอนและระบบทรายกรองจะมีค่าความขุ่นอยู่ในช่วง 0.40-22.00 NTU (9.55±5.29 NTU) โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบในการลดความขุ่นร้อยละ 18.26 น้ำที่ผลิตได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (5 NTU) จำนวน 5 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 26.32 ส่วนค่า TDS พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างเห็นได้อย่างชัดเจนระหว่างน้ำที่เข้าและออกจากระบบ

ถังตกตะกอนและระบบทรายกรองตัวที่ 3 ความขุ่นของน้ำดิบหลังจากเติมสารส้มมีค่าในช่วง 6.90-34.00 NTU (15.43±7.62 NTU) เมื่อผ่านถังตกตะกอนและระบบทรายกรองจะมีค่าความขุ่นอยู่ในช่วง 1.00-22.00 NTU (7.87±6.03 NTU) โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบในการลดความขุ่นร้อยละ 42.76 น้ำที่ผลิตได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (5 NTU)

จำนวน 10 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 52.60 ส่วนค่า TDS พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างเห็นได้อย่างชัดเจนระหว่างน้ำที่เข้าและออกจากระบบ

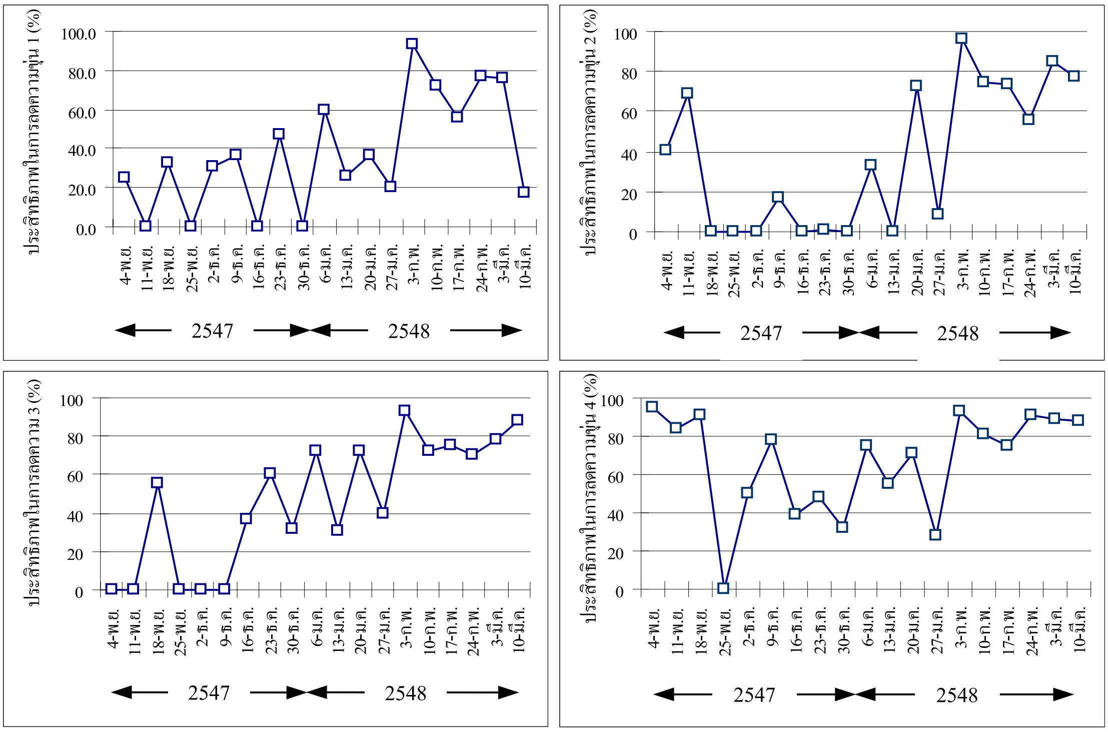
ถังตกตะกอนและระบบทรายกรองตัวที่ 4 ความขุ่นของน้ำดิบหลังจากเติมสารส้มมีค่าในช่วง 7.30-35.00 NTU (15.71±7.74 NTU) เมื่อผ่านถังตกตะกอนและระบบทรายกรองจะมีค่าความขุ่นอยู่ในช่วง 0.70-9.40 NTU (4.21±2.55 NTU) โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบในการลดความขุ่นร้อยละ 65.67 น้ำที่ผลิตได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (5 NTU) จำนวน 15 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 78.94 ส่วนค่า TDS พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างเห็นได้อย่างชัดเจนระหว่างน้ำที่เข้าและออกจากระบบ



ภาพประกอบที่ 11 เปรียบเทียบความขุ่นของน้ำก่อนตกตะกอนและหลังทรายกรองของระบบกรองแบบใช้แรงดันตัวที่ 1, 2, 3 และ 4

จากผลการศึกษาพบว่าถังทรายกรองแบบใช้แรงดัน (pressure filter) มีประสิทธิภาพค่อนข้างน้อยและไม่คงที่ในการลดความขุ่น (ภาพประกอบที่ 12) โดยพบว่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของถังทรายกรองแบบใช้แรงดัน ตัวที่ 1, 2, 3 และ 4 สามารถลดความขุ่นได้ร้อยละ 33.83, 18.26, 42.76 และ 65.67 ตามลำดับ ซึ่งลดได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบทรายกรองเร็ว เพราะวิธีการเติมสารส้มจะปล่อยให้น้ำไหลผ่านจึงไม่สามารถควบคุมปริมาณและอัตราส่วนของสารส้มได้ นอกจากนี้สารส้มที่ใช้ในการช่วยให้ตกตะกอนมีปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับระบบทราย

กรองเร็ว เพราะเมื่อมีการเติมสารส้ม สารส้มจะแตกตัวกลายเป็นอิออนบวกและลบที่มีวาเลนซ์ (Valence) สูง ซึ่งอิออนบวกสามารถทำปฏิกิริยากับ OH^- ทำให้เกิดคอลลอยด์ของสารประกอบโลหะไฮดรอกไซด์ซึ่งมีประจุบวก สารดังกล่าวจะจับตัวกับอนุภาคความขุ่นที่มีประจุลบทำให้ความขุ่นกลายเป็นกลางซึ่งเท่ากับเป็นการทำลายเสถียรภาพให้กับความขุ่นจึงมีการรวมตัวของตะกอนเกิดขึ้น แต่เมื่อปริมาณสารส้มไม่เพียงพอจะไม่ทำลายเสถียรภาพความขุ่น เมื่อผ่านทรายกรองก็ไม่สามารถกำจัดอนุภาคคอลลอยด์ ซึ่งจะทำให้น้ำขุ่นและไม่สามารถกำจัดปริมาณ TDS ได้ด้วย (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542) หลังจากน้ำผ่านการกรองจะเห็นว่าประสิทธิภาพของถังทรายกรองถังที่ 4 มีประสิทธิภาพในการลดความขุ่นได้สูงที่สุด ทั้งนี้เพราะทรายกรองในถังตัวที่ 4 เป็นทรายกรองใหม่ แต่ทรายกรองในถังตัวที่ 1-3 เป็นทรายกรองเก่าที่ใช้มาแล้วมากกว่า 10 ปี ส่งผลให้ทรายกรองหมดสภาพการใช้งาน นอกจากนี้ระบบกรองแบบใช้แรงดันเป็นถังเหล็กปิดทั้งหมดทำให้ผู้ปฏิบัติงาน ไม่สามารถมองเห็นกระบวนการผลิตระยะต่างๆภายในถังได้ จึงเป็นการยากลำบากที่จะควบคุมการทำงานให้เป็นไปอย่างถูกต้อง เช่นการเกิดกลุ่มดินโคลน (mud ball) สะสมในทรายกรอง (นิวัติ ศรีธรณ์, 2539) ทำให้เกิดความเสียหายต่อการผลิตได้

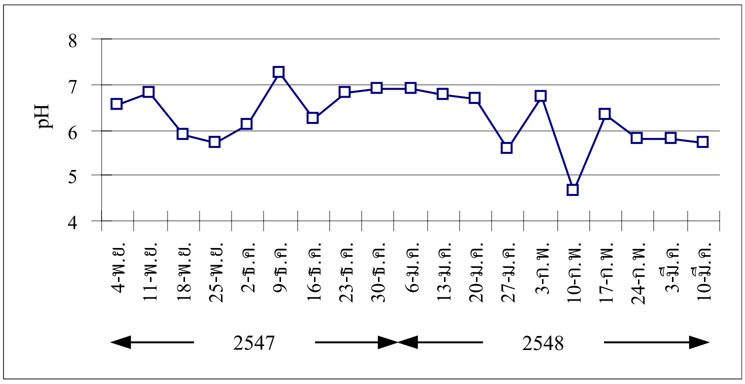


ภาพประกอบที่ 12 ประสิทธิภาพในการลดความขุ่นของระบบกรองแบบใช้แรงดัน ตัวที่ 1, 2, 3 และ 4

3.2.2 ระบบที่ 2 ระบบทรายกรองเร็ว (rapid sand filter) เป็นระบบหลักของมหาวิทยาลัยที่ใช้ในการผลิตน้ำประปา โดยระบบนี้สามารถผลิตน้ำประปาได้ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงซึ่งประกอบด้วยถังเติมสารส้ม ปูนขาว ถังตกตะกอนและถังทรายกรอง (ภาพประกอบที่ 1 และ 2)

3.2.2.1 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการโคแอกกูเลชัน

หลังจากมีการปรับสภาพน้ำดิบด้วยสารส้มในถังน้ำดิบที่ใช้ร่วมกับระบบกรองแบบใช้แรงดันมาครั้งหนึ่งแล้ว จะทำการใส่ปูนขาวและสารส้มเพิ่มอีกครั้งในถังตกตะกอน ซึ่งจะทำการเติมครั้งละประมาณ 10 และ 20 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ โดยแบ่งเติม 3-4 ครั้งต่อวัน โดยนำปูนขาวมาผสมน้ำแล้วปล่อยลงในน้ำดิบเพื่อปรับสภาพพร้อมกับการเติมสารส้ม การเติมสารส้มนั้นจะนำสารส้มชนิดก้อนใส่ถังพลาสติกแล้วเปิดน้ำให้ไหลผ่านเพื่อให้สารส้มละลายลงไปในน้ำดิบเพื่อสร้างตะกอนหลังจากนั้นจะปรับสภาพด้วยปูนขาวอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ pH ของน้ำเหมาะสมสำหรับการตกตะกอน จากการศึกษาพบว่าค่า pH หลังจากการปรับสภาพครั้งสุดท้ายแล้วมีค่าอยู่ในช่วง 4.67-7.25 (6.28±0.64) รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 13 โดยสารส้มจะตกตะกอนดินเหนียวได้ดีในช่วง pH 6.8-7.8 (AWWA, 1970) แต่จากการศึกษาพบว่ามีตัวอย่างเพียง 5 ตัวอย่าง ที่มีค่า pH ที่เหมาะสมกับการตกตะกอนคิดเป็นร้อยละ 26.32 แสดงว่าปริมาณปูนขาวที่ใช้ในการปรับสภาพน้ำไม่เพียงพอจึงทำให้การตกตะกอนไม่ดีเท่าที่ควร นอกจากนี้ควรจะทำจาร์เทส (jar test) เพื่อหาปริมาณสารส้มและปูนขาวที่เหมาะสมในการตะกอน เพื่อลดปริมาณสารเคมีในกระบวน coagulation และควรออกแบบการเติมสารเคมีให้สามารถปรับปริมาณและอัตราส่วนที่เหมาะสม

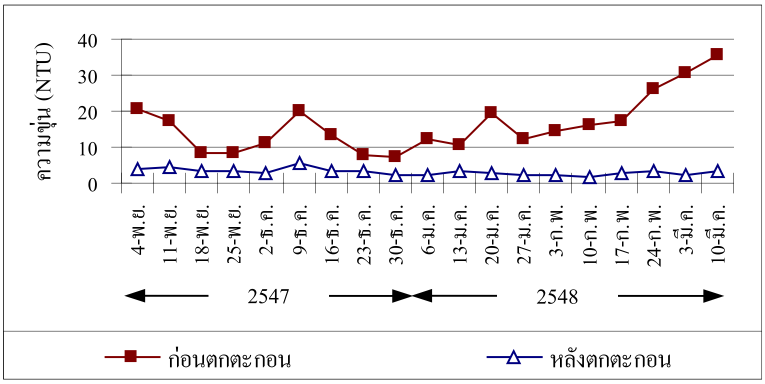


ภาพประกอบที่ 13 ค่า pH ของน้ำหลังปรับสภาพด้วยปูนขาวในถังตกตะกอน ของระบบทรายกรองเร็ว

3.2.2.2 ประสิทธิภาพของระบบทรายกรองเร็ว (rapid sand filter)

1) ถังตกตะกอน

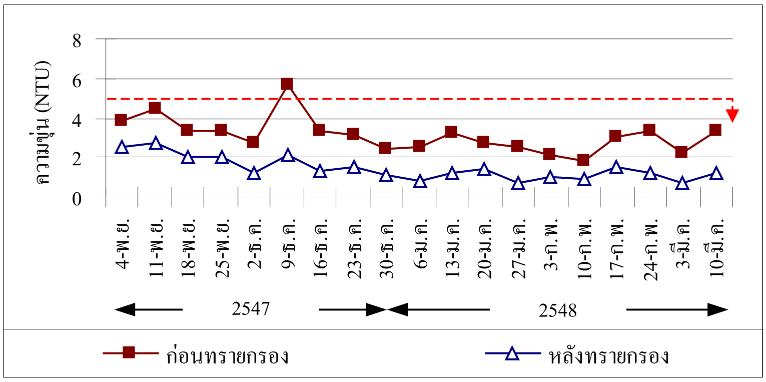
ความขุ่นของน้ำดิบหลังจากเติมปูนขาวและสารส้ม มีค่าอยู่ระหว่าง 8.00-36.00 NTU (16.11±7.76 NTU) และเมื่อผ่านกระบวนการ coagulation พบว่าน้ำมีความขุ่นลดลงอยู่ในช่วง 1.80-5.70 NTU (3.10±0.90 NTU) โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการลดความขุ่นของถังตกตะกอน ร้อยละ 77.36 รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 14



ภาพประกอบที่ 14 ค่าความขุ่นของน้ำก่อนและหลังตกตะกอนในระบบทรายกรองเร็ว

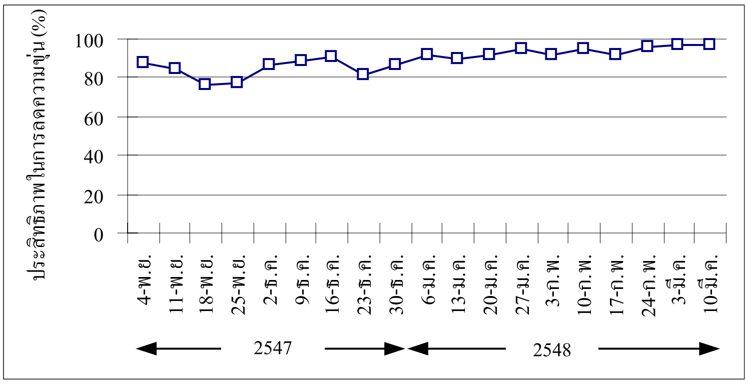
2) ถังทรายกรองเร็ว

น้ำก่อนเข้าถังทรายกรองเร็วมีค่าความขุ่นในช่วง 1.80-5.70 NTU (3.09±0.90 NTU) เมื่อผ่านระบบทรายกรองจะมีค่าความขุ่นอยู่ ในช่วง 0.70-2.70 NTU (1.43±0.57 NTU) รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 15 โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการลดความขุ่นร้อยละ 54.33 น้ำที่ผลิตได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (5 NTU) ทุกตัวอย่าง และค่า TDS พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างอย่างเห็นได้ชัดเจนระหว่างน้ำที่เข้าและออกจากระบบ



ภาพประกอบที่ 15 เปรียบเทียบความขุ่นของน้ำก่อนและหลังของระบบทรายกรองเร็ว

จากผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของถังตกตะกอนสามารถลดความขุ่นได้ร้อยละ 77.36 และประสิทธิภาพเฉลี่ยของถังทรายกรองในการลดความขุ่นมีค่า 54.33 ส่วนค่า TDS ไม่มีความแตกต่างเห็นได้อย่างชัดเจน โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยรวมทั้งระบบในการลดค่าความขุ่นร้อยละ 89.28 รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 16 จะเห็นว่าระบบนี้สามารถลดความขุ่นได้ค่อนข้างดีกว่าระบบกรองแบบใช้แรงดัน (pressure filter) ทั้งนี้เพราะ ระบบนี้เป็นระบบเปิดผู้ที่ดูแลระบบสามารถที่จะติดตามกระบวนการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ประสิทธิภาพในการลดความขุ่นของระบบนี้จะมีค่าค่อนข้างสูง ทั้งนี้เพราะ มีการล้างทรายกรองทุกวันและสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบได้ทุกขั้นตอนการผลิต จึงทำให้น้ำที่ผลิตได้จากระบบนี้มีคุณภาพค่อนข้างสูง แต่ระบบนี้ยังมีปัญหาในเรื่องปริมาณหน้าทรายกรองที่หลุดติดไปกับการล้างทรายกรอง (backwash) และอายุของทรายกรองที่ใช้มาเป็นเวลานาน ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการกรองไม่ดีเท่าที่ควร

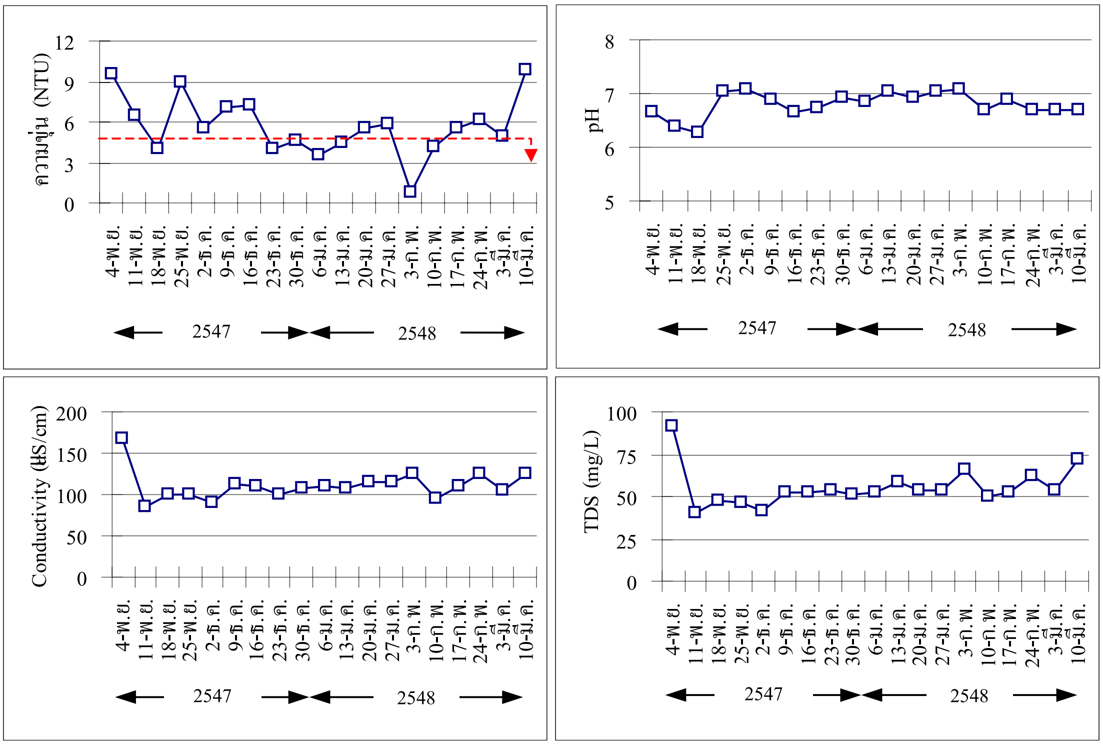


ภาพประกอบที่ 16 ประสิทธิภาพในการลดความขุ่นของระบบทรายกรองเร็ว

3.2.3 การเติมคลอรีนในการฆ่าเชื้อโรค (ถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร)

น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตทั้งสองระบบคือระบบกรองแบบใช้แรงดัน (pressure filter) และระบบทรายกรองเร็ว (rapid sand filter) จะไหลมารวมกันในถังขนาด 1,800 ลูกบาศก์เมตรเพื่อเติมคลอรีนในการฆ่าเชื้อโรค จากการศึกษาคุณภาพน้ำในถังนี้หลังจากการเติมคลอรีนจำนวน 19 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณคลอรีนตกค้าง 0.2 mg/Lทุกตัวอย่าง มีความขุ่นอยู่ในช่วง 0.70-9.80 NTU (5.69±2.22 NTU) โดยมี 10 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 52.63 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ความขุ่นมีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า conductivity อยู่ในช่วง 85.7-168.0 μS/cm (110.8±17.7 μS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 40-92 mg/L (55±12 mg/L) โดยทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L ค่า pH อยู่ในช่วง 6.28-7.06 (6.80±0.22) โดยมี 17 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 89.47 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.50-8.50 อุณหภูมิของน้ำ

ประปาอยู่ในช่วง 26.8-28.5 องศาเซลเซียส (27.6±0.4 องศาเซลเซียส) รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 17

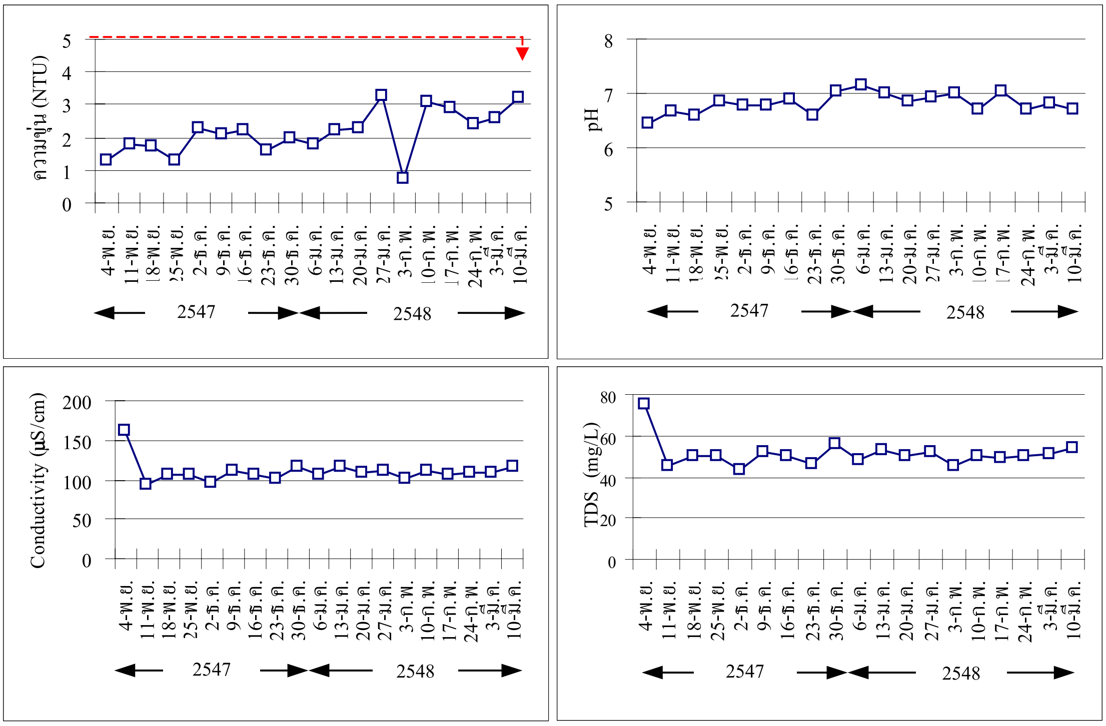


ภาพประกอบที่ 17 คุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และ TDS ในถังเติมคลอรีน (1800 ลูกบาศก์เมตร)

จากผลการศึกษาพบว่าผู้ดูแลระบบประปามีการเติมคลอรีนในถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร ประมาณวันละ 23-45 กิโลกรัมต่อวันโดยทำการเติม 2-3 ครั้งต่อวัน ครั้งละประมาณ 15 กิโลกรัม ทั้งนี้การเติมคลอรีนยังขึ้นอยู่กับความเอาใจใส่ของผู้ดูระบบประปาในแต่ละวัน พบว่ามีปริมาณคลอรีนตกค้าง 0.2 mg/L ทุกตัวอย่าง ซึ่งโดยปกติปริมาณคลอรีนตกค้างควรมีไม่น้อยกว่า 0.2 mg/L ซึ่งความขุ่นของน้ำในถังนี้จะมีความขุ่นค่อนข้างสูงเนื่องจากระบบการกรองแบบใช้แรงดันมีประสิทธิภาพในการกรองค่อนข้างต่ำ เมื่อน้ำทั้ง 2 ระบบรวมกันพบว่าน้ำมีความขุ่นเกิน 5 NTU จำนวน 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 52.63 ซึ่งอนุภาคความขุ่นจะเป็นเกาะกำบังทำให้คลอรีนไม่สามารถเข้าไปสัมผัสเชื้อโรคและจุลินทรีย์อื่นๆ ได้ (ศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย, 2547) แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณ total coliform bacteria พบน้อยกว่า 2 MPN/100 ml ทุกตัวอย่าง สาเหตุที่ไม่พบอาจเนื่องจากน้ำมี pH ที่เหมาะสมในการเติมคลอรีน (pH 5.0-7.5) ซึ่งทำให้ คลอรีนแตกตัวเป็นกรดไฮโปคลอรัส (Hypochlorus : HOCl) ซึ่งมีอำนาจในการฆ่าเชื้อโรคได้ดี

3.2.4 ถังน้ำใส (5,000 ลูกบาศก์เมตร)

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในถังน้ำใส (ถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 0.75-3.30 NTU (2.15±0.68 NTU) โดยทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ความขุ่นมีค่าไม่เกิน 5 NTU (น้ำมีความขุ่นลดลงจากถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร เนื่องจากเกิดการตกตะกอนเกิดขึ้นอีกครั้ง) ค่า conductivity อยู่ในช่วง 93.7-161.9 μS/cm (110.1±14.0 μS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 43-75 mg/L (51±7 mg/L) โดยทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L ค่า pH อยู่ในช่วง 6.45-7.13 (6.81±0.18) โดยมี 18 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 94.74 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.50-8.50 ค่าอุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 26.2-27.8 องศาเซลเซียส (27.1±0.4 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้าง 0.2 mg/L ทุกตัวอย่างซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดค่าคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L ทุกตัวอย่าง เมื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณ total coliform bacteria พบน้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 18



ภาพประกอบที่ 18 คุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ความขุ่น pH, conductivity และ TDS ในถังน้ำใส (5,000 ลูกบาศก์เมตร)

3.2.5 คุณภาพน้ำทางเคมีและโลหะหนักในกระบวนการผลิต

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในฤดูฝนและฤดูแล้ง จำนวน 2 ครั้ง ในเดือนพฤศจิกายน 2547 และ มีนาคม 2548 เพื่อทำการวิเคราะห์ในพารามิเตอร์ดังนี้ คือ ความกระด้าง คลอไรด์ ไนเตรท-ไนโตรเจน ซัลเฟต แมงกานีส ทองแดง สังกะสี เหล็ก โครเมียม แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 19

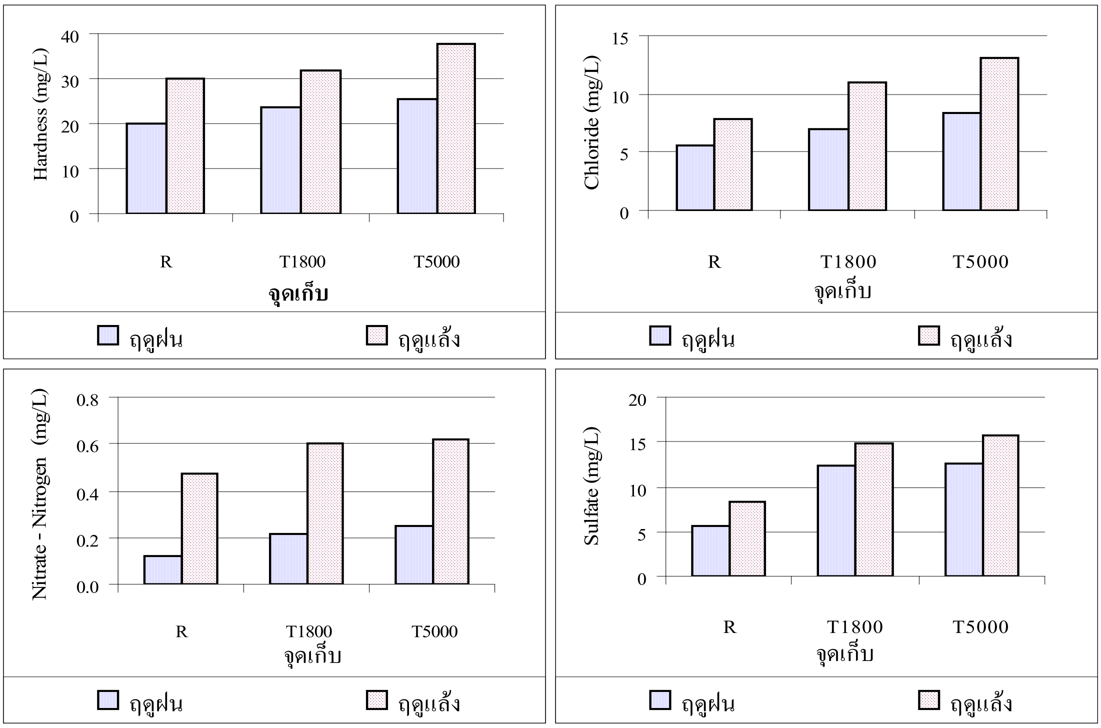
3.2.5.1 คุณภาพน้ำทางเคมี (รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 18)

ปริมาณความกระด้างในอ่างเก็บน้ำ (R) ในฤดูฝนและฤดูแล้งมีค่า 19.94 และ 29.94 mg/L ตามลำดับเมื่อเข้าผ่านทรายกรองทั้งสองระบบเข้าสู่ถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร (T1800) พบปริมาณความกระด้างเพิ่มขึ้นเป็น 23.69 และ 31.97 mg/L ตามลำดับและเมื่อเข้าสู่ถังน้ำใส (T5000) พบปริมาณความกระด้าง 25.66 และ 37.60 mg/L ตามลำดับ

ปริมาณคลอไรด์ในอ่างเก็บน้ำ (R) ในฤดูฝนและฤดูแล้งมีค่า 5.54 และ 7.81 mg/L ตามลำดับเมื่อเข้าผ่านทรายกรองทั้งสองระบบเข้าสู่ถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร (T1800) พบปริมาณคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 6.89 และ11.04 mg/L ตามลำดับและเมื่อเข้าสู่ถังน้ำใส (T5000) พบปริมาณคลอไรด์ 8.37 และ 13.15 mg/L ตามลำดับ

ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในอ่างเก็บน้ำ (R) ในฤดูฝนและฤดูแล้งมีค่า 0.12 และ 0.47mg/L ตามลำดับ เมื่อเข้าผ่านทรายกรองทั้งสองระบบเข้าสู่ถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร (T1800) พบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเป็น 0.22 และ 0.60 mg/L ตามลำดับและเมื่อเข้าสู่ถังน้ำใส (T5000) พบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน 0.25 และ 0.62 mg/L ตามลำดับ

ปริมาณซัลเฟตในอ่างเก็บน้ำ (R) ในฤดูฝนและฤดูแล้งมีค่า 5.72 และ 8.29 mg/L ตามลำดับ เมื่อเข้าสู่ทรายกรองทั้งสองระบบเข้าสู่ถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร (T1800) พบปริมาณซัลเฟตเพิ่มขึ้นเป็น 12.37 และ 14.27 mg/L ตามลำดับและเมื่อเข้าสู่ถังน้ำใส (T5000) พบปริมาณซัลเฟต 12.65 และ 15.74 mg/L ตามลำดับ



ภาพประกอบที่ 19 คุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความกระด้าง คลอไรด์ ไนเตรท-ไนโตรเจน และซัลเฟต

คุณภาพน้ำทางเคมีในกระบวนการผลิตน้ำประปาทั้งสองฤดูกาล พบว่ามีค่าเฉลี่ยของความกระด้าง คลอไรด์ ไนเตรท-ไนโตรเจน และซัลเฟต ของน้ำเพิ่มขึ้นจากน้ำดิบร้อยละ 12.79, 32.87, 54.03 และ 94.20 ตามลำดับ ปริมาณความกระด้างที่เพิ่มขึ้นนั้นมาจากการใส่ปูนขาวเพื่อการปรับสภาพ ค่า pH ของน้ำก่อนการตกตะกอน ทำให้เกิดความกระด้างถาวร ($CaSO_4$) ในน้ำ นอกจากนี้ปูนขาวจะทำปฏิกิริยากับคาร์บอเนตในน้ำกลายเป็นตะกอนแขวนลอยของหินปูนและเกิดการจับตัวของสารประกอบปูนขาวภายในท่อและภายในถังทำให้ค่าความกระด้างของน้ำสูงขึ้น (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542) ส่วนปริมาณคลอไรด์ที่เพิ่มมากขึ้นไม่มีอันตรายต่อมนุษย์ แต่อาจเป็นดัชนีบอกความสกปรกของน้ำได้ เช่นเดียวกับไนเตรท และแอมโมเนีย สำหรับปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องจากปริมาณสาหร่ายจำนวนมากในระบบตกตะกอนของระบบเปิด ซึ่งมั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ (2543) กล่าวว่าปริมาณไนเตรทจะเกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตปล่อยของเสียซึ่งมีสารประกอบไนโตรเจนออกมา จึงทำให้น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตมีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน เพิ่มมากขึ้น ส่วนค่าซัลเฟตเพิ่มขึ้นอาจมาจากการเติมอลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3.14H_2O$) ในกระบวนการ coagulation

3.2.5.2 ปริมาณโลหะหนัก (รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 20)

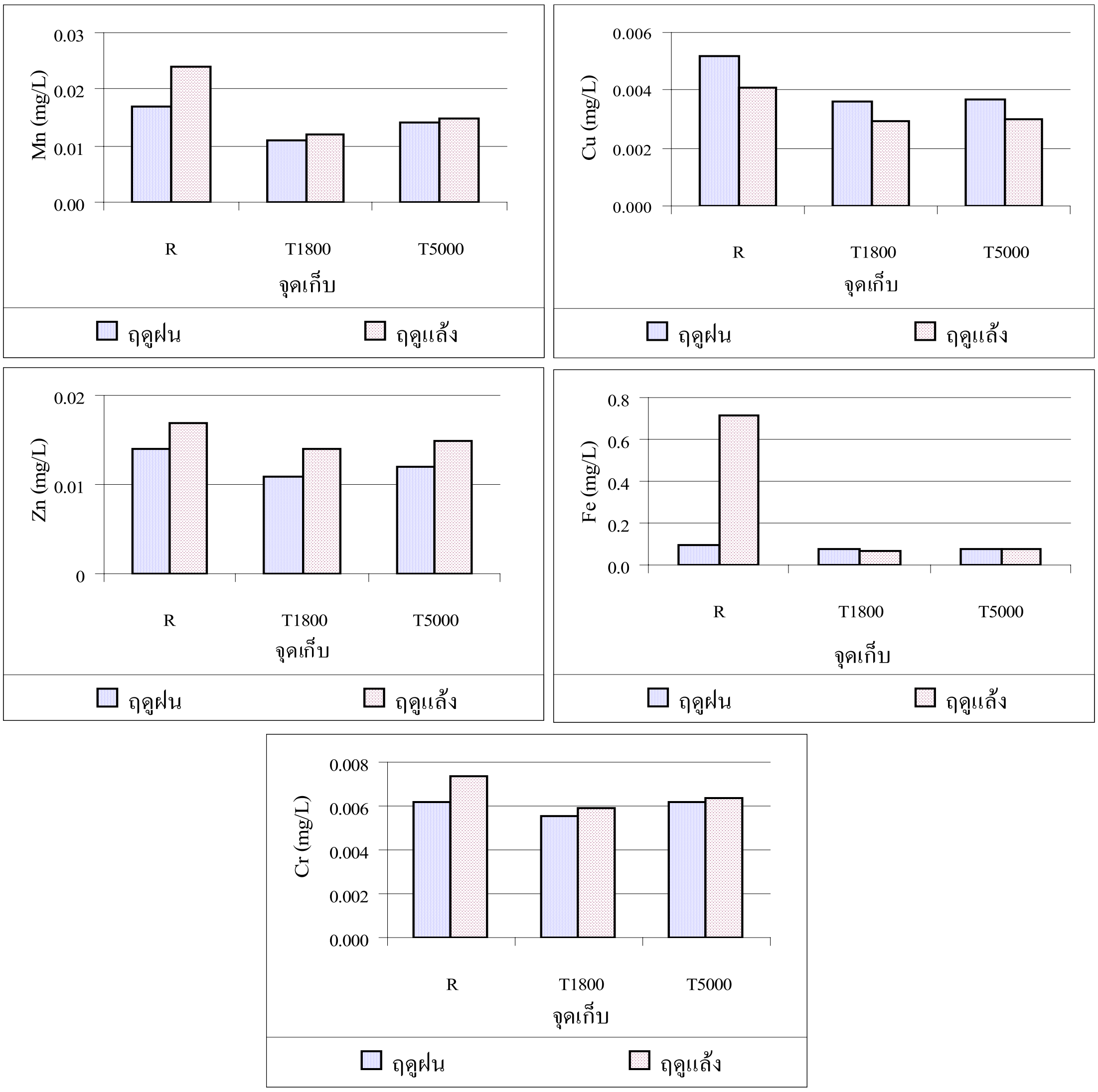
ปริมาณแมงกานีสในอ่างเก็บน้ำ (R) ในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้งมีค่า 0.017 และ 0.024 mg/L ตามลำดับ เมื่อผ่านทรายกรองทั้งสองระบบเข้าสู่ถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร (T1800) พบว่าปริมาณแมงกานีส ลดลงเป็น 0.011 และ 0.012 mg/Lตามลำดับ และเมื่อสู่ถังน้ำใส (T5000) พบปริมาณแมงกานีส 0.014 และ 0.015 mg/L ตามลำดับ

ปริมาณทองแดงในอ่างเก็บน้ำ (R) ในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้งมีค่า 0.0052 และ 0.0041 mg/L ตามลำดับ เมื่อผ่านทรายกรองทั้งสองระบบเข้าสู่ถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร (T1800) พบปริมาณทองแดงลดลงเป็น 0.0036 และ 0.0029 mg/L ตามลำดับ และเมื่อสู่ถังน้ำใส (T5000) พบปริมาณทองแดง 0.0037 และ 0.0030 mg/L ตามลำดับ

ปริมาณสังกะสีในอ่างเก็บน้ำ (R) ในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้งมีค่า 0.014 และ 0.017 mg/L ตามลำดับ เมื่อผ่านทรายกรองทั้งสองระบบเข้าสู่ถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร (T1800) พบปริมาณสังกะสีลดลงเป็น 0.011 และ 0.014 mg/L ตามลำดับและเมื่อสู่ถังน้ำใส (T5000) พบปริมาณสังกะสี 0.012 และ 0.015 mg/L ตามลำดับ

ปริมาณเหล็กในอ่างเก็บน้ำ (R) ในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้งมีค่า 0.094 และ 0.717 mg/L ตามลำดับ เมื่อผ่านทรายกรองทั้งสองระบบเข้าสู่ถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร (T1800) พบปริมาณเหล็กลดเป็น 0.072 และ 0.070 mg/L ตามลำดับ และเมื่อสู่ถังน้ำใส (T5000) พบปริมาณเหล็ก 0.075 และ 0.080 mg/L ตามลำดับ

ปริมาณโครเมียมในอ่างเก็บน้ำ (R) ในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้งมีค่า 0.0065 และ 0.0077 mg/L ตามลำดับ เมื่อผ่านทรายกรองทั้งสองระบบเข้าสู่ถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร (T1800) พบปริมาณโครเมียมลดลงเป็น 0.0058 และ 0.0062 mg/L ตามลำดับ และเมื่อสู่ถังน้ำใส (T5000) พบปริมาณโครเมียม 0.0065 และ 0.0067 mg/L ตามลำดับ



ภาพประกอบที่ 20 คุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์แมงกานีส ทองแดง สังกะสี เหล็ก และโครเมียม

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำที่ผ่านทรายกรองทั้งสองระบบมีปริมาณเฉลี่ยของ แมงกานีส ทองแดง สังกะสี เหล็ก และโครเมียม ลดลงจากแหล่งน้ำดิบเฉลี่ยร้อยละ 42.65, 30.02, 19.54, 56.82 และ 15.12 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการศึกษาของชลทิศ แก้วลี (2547) ที่พบว่าการใช้สารส้มในการตกตะกอนสามารถมีประสิทธิภาพกำจัดปริมาณนิเกิล แคดเมียมและสังกะสี ในน้ำเสียได้ร้อยละ 84.00-91.50, 65.25-80.31 และ 33.73-86.59 ตามลำดับ และสอดคล้องกับการศึกษาของเชษฐพันธุ์ กาฬแก้ว และคณะ (2543) ที่พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสในน้ำดิบมีค่า 0.5 และ0.07 mg/L ตามลำดับ เมื่อผ่านกระบวนการผลิตประปาแล้วจะลดลงเฉลี่ย 0.2 และ0.04 mg/L ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 60.00 และ42.86 ตามลำดับ

3.3 การบริหารจัดการและการบำรุงรักษาระบบประปา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ได้มอบหมายให้กองอาคารสถานที่บริหารจัดการและบำรุงรักษาระบบประปา โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การบริหารด้านกำลังคน

หัวหน้าหน่วยประปาจะมีหน้าที่ควบคุม กำกับ ดูแล ระบบการผลิตน้ำประปาทั้งหมด โดยจะจัดทำรายงานผลการปฏิบัติงานในเรื่อง การผลิต ค่าใช้จ่าย และปริมาณการใช้น้ำประปาในแต่ละเดือน นอกจากนี้ยังมีวิศวกรทำหน้าที่ควบคุมการผลิตและเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ วางแผนการปรับปรุงการบวนการผลิตให้ดีขึ้น และมีผู้ปฏิบัติงานจำนวน 5 คนซึ่งมีหน้าที่หลักในการผลิตน้ำประปา โดยจะทำหน้าที่ในการเติมสารเคมี ล้างทรายกรอง ปล่อยตะกอนในกระบวนการผลิตและตะกอนตามเส้นท่อ ตลอดจนการบันทึกข้อมูลของระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ มิเตอร์ไฟฟ้า และมาตรวัดน้ำ ตามตารางการปฏิบัติงานที่กำหนดไว้ และเจ้าหน้าที่ดังกล่าวได้ผ่านการฝึกอบรมดูแลระบบประปามาแล้ว

3.3.2 การบริหารด้านวัสดุอุปกรณ์

การบริหารด้านวัสดุอุปกรณ์ จะมีอุปกรณ์ไว้ใช้สำหรับการซ่อมแซม การบำรุงรักษาระบบประปา และวัสดุอุปกรณ์ที่เสียหายง่าย ซึ่งทำให้เกิดความคล่องตัวในการปฏิบัติงานสามารถซ่อมแซมอุปกรณ์ได้อย่างรวดเร็วเมื่อมีวัสดุอุปกรณ์เกิดชำรุดเสียหายและสามารถให้บริการน้ำประปาได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์บางอย่างที่ไม่มีสำรองไว้ เช่น ส่วนประกอบบางชนิดของปั๊มที่ใช้สูบน้ำ เมื่ออุปกรณ์ดังกล่าวชำรุดหรือเสียหาย จะส่งผลให้การผลิตไม่สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้อุปกรณ์ในการติดตามคุณภาพน้ำ เช่น เครื่องมือในการตรวจความกระด้าง pH ความขุ่น และ อุปกรณ์ชุดตรวจคลอรีนตกค้าง ควรจะมีพร้อมในการปฏิบัติงาน เพราะจะได้ตรวจติดตามคุณภาพน้ำและแก้ไขที่เกิดได้อย่างทันท่วงที

3.3.3 ด้านการบำรุงรักษา

หน่วยผลิตประปาจะมีหน้าที่ในการซ่อมแซมระบบท่อประปาหลักและสุขภัณฑ์ประปาทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัย และบำรุงรักษากระบวนการผลิตเพื่อให้น้ำประปาได้มาตรฐาน เช่นมีการล้างถังตกตะกอนทั้งสองระบบของกระบวนการผลิตจำนวน 2 ครั้งต่อปี และดูแลทำความสะอาดมอเตอร์สูบน้ำ โรงกรองน้ำ เป็นต้น

โดยสรุปแล้วการบริหารจัดการระบบประปายังมีปัญหาอยู่ เนื่องจากคุณภาพน้ำประปาที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำแล้วยังมีปัญหาในเรื่องความขุ่น จากการวิเคราะห์น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปา มีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดไว้ คิดเป็นร้อยละ 78.95, 73.68, 47.40 และ 21.06 ของระบบกรองแบบใช้แรงดันของถังทรายกรองที่ 1, 2, 3

และ 4 ตามลำดับ ซึ่งสาเหตุเกิดจากผู้ควบคุมระบบผลิตน้ำประปายังขาดความเอาใจใส่ในกระบวนการผลิต เช่น จำนวนครั้งและปริมาณของการเติมสารส้มเพื่อการตกตะกอนในแต่ละวัน การระบายตะกอน และการล้างทรายกรอง นอกจากนี้หน่วยงานที่ผลิตน้ำประปาควรมีเครื่องมือตรวจวัดค่าความขุ่นแบบอัตโนมัติ เพื่อตรวจสอบความขุ่นของน้ำหลังจากการล้างทรายกรอง ถ้าความขุ่นของน้ำยังมีค่าสูงอยู่ก็จะได้ทำการล้างซ้ำได้ทันที ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเชษฐพันธุ์ กาพแก้ว และคณะ (2543) ที่พบว่าน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปาไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด คิดเป็นร้อยละ 36.5 เนื่องจากผู้ควบคุมประปาขาดความรู้ ความเอาใจใส่ ในการดูแลบำรุงรักษา แต่สำหรับกระบวนการผลิตระบบทรายกรองเร็ว ซึ่งเป็นระบบหลักของมหาวิทยาลัย การบริหารจัดการและการดูแลของผู้ควบคุมระบบการผลิตสามารถดำเนินการได้ดี จากการวิเคราะห์น้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากระบบนี้สามารถติดตามกระบวนการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง เมื่อเกิดความผิดพลาดหรือปัญหาจากกระบวนการผลิตก็สามารถแก้ไขได้ทันที

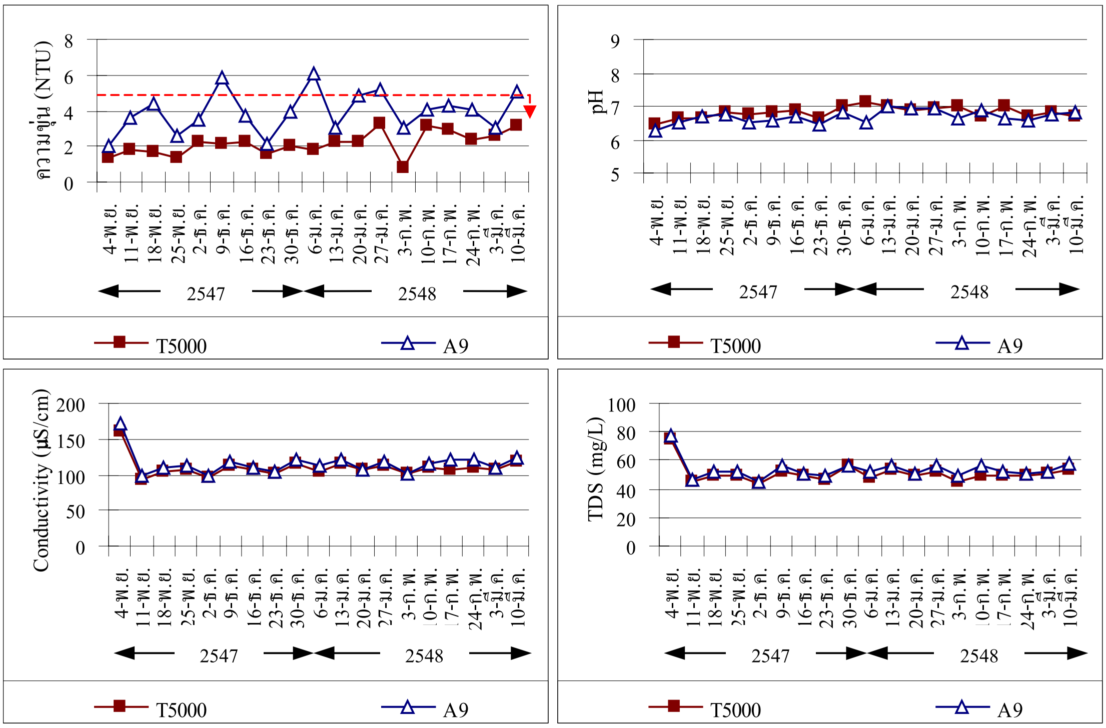
3.4 คุณภาพน้ำประปา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือการศึกษาคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์พื้นฐาน ทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ ส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำประปาทางเคมีและโลหะหนัก โดยทำการศึกษา 2 ฤดูกาล คือช่วงฤดูฝน (พฤศจิกายน 2547) และช่วงฤดูแล้ง (มีนาคม 2548)

3.4.1 การศึกษาคุณภาพน้ำในพารามิเตอร์พื้นฐาน ประกอบด้วยพารามิเตอร์ ดังนี้ ความขุ่น pH conductivity TDS อุณหภูมิ ปริมาณคลอรีนตกค้าง และปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยทำการศึกษาคุณภาพน้ำประปา ในระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2547-มีนาคม 2548 จำนวน 19 ตัวอย่าง ในจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 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) สำหรับผลการศึกษามีดังนี้

3.4.1.1 อาคารที่พักอาศัย อ.9 (A9)

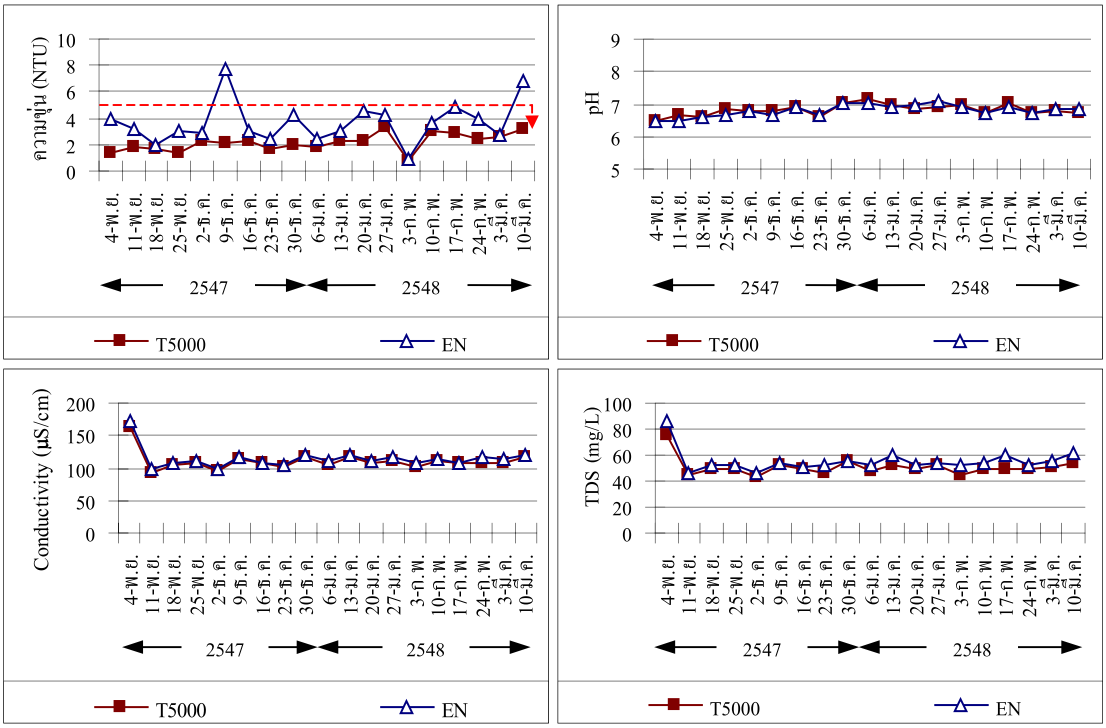
จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณอาคารที่พักอาศัย อ.9 (A9) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 2.00-6.10 NTU (3.92±1.17 NTU) โดยมี 15 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 78.95 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า pH อยู่ในช่วง 6.27-7.00 (6.68±0.19) โดยมี 17 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 89.47 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า conductivity อยู่ในช่วง 95.5-163.9 μS/cm (113.2±14.2 μS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 45-77 mg/L (54±7 mg/L) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L อุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.3-29.2องศาเซลเซียส (28.5±0.6 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0-0.1 mg/L ทุกตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดว่าต้องมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total coliform bacteria พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 21



ภาพประกอบที่ 21 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และ TDS ของถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000) และอาคารที่พักอาศัย อ9 (A9)

3.4.1.2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ (EN)

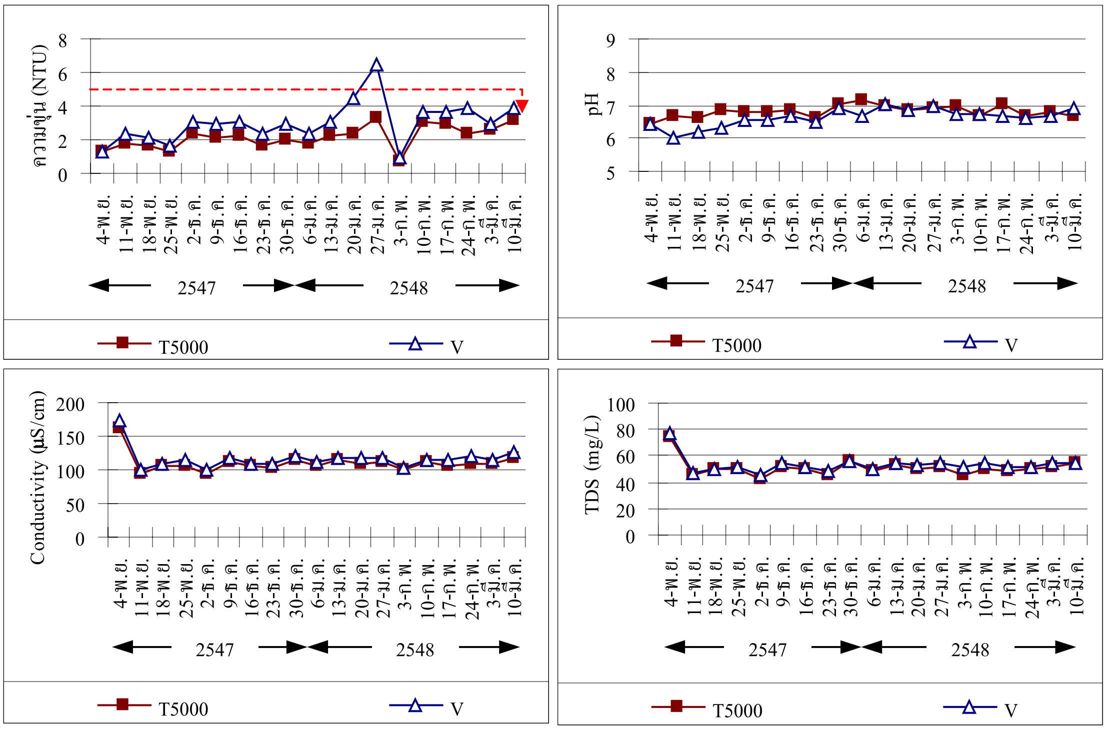
จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณคณะวิศวกรรมศาสตร์ (EN) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 0.95-7.80 NTU (3.69±1.61 NTU) โดยมี 17 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 89.47 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า pH อยู่ในช่วง 6.47-7.11 (6.80±0.18) โดยมี 17 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 89.47 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า conductivity อยู่ในช่วง 97.6-172.0 μS/cm (115.7±15.8 μS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 46-86 mg/L (55±8 mg/L) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L อุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.3-29.3 องศาเซลเซียส (28.3±0.6 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้าง อยู่ในช่วง 0-0.2 mg/L โดยมี 13 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 68.42 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดว่าต้องมีค่าคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L และอีก 6 ตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total coliform bacteria พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 22



ภาพประกอบที่ 22 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และ TDS ของถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000) และคณะวิศวกรรมศาสตร์ (EN)

3.4.1.3 หมู่บ้านเก่า (V)

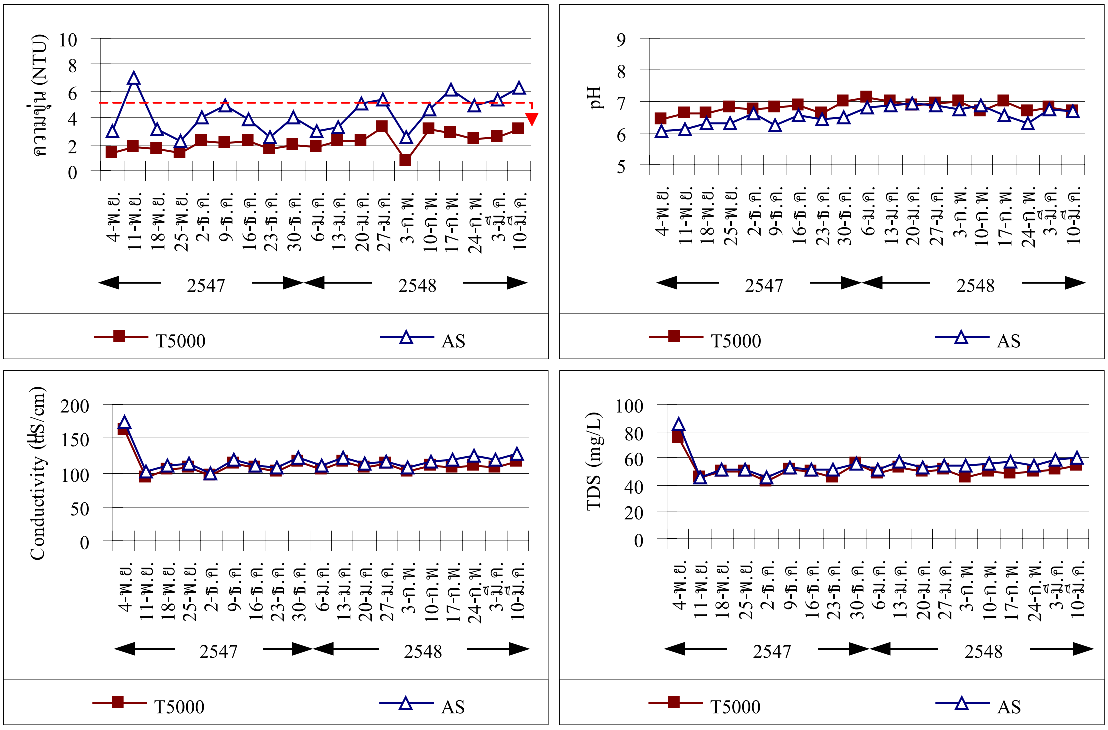
จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณหมู่บ้านเก่า (V) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 0.95-6.50 NTU (3.02±1.25 NTU) โดยมี 18 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 94.74 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า pH อยู่ในช่วง 6.02-7.03 (6.63±0.27) โดยมี 14 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 73.68 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า conductivity อยู่ในช่วง 98.7-162.0 μS/cm (113.2±14.0 μS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 45-77 mg/L (53±6 mg/L) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L อุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.2-29.2 องศาเซลเซียส (28.1±0.6 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0-0.2 mg/L ทุกตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดว่าต้องมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total coliform bacteria พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 23



ภาพประกอบที่ 23 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และ TDS ของถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000) และหมู่บ้านเก่า (V)

3.4.1.4 ภาควิชาวาริชศาสตร์ (AS)

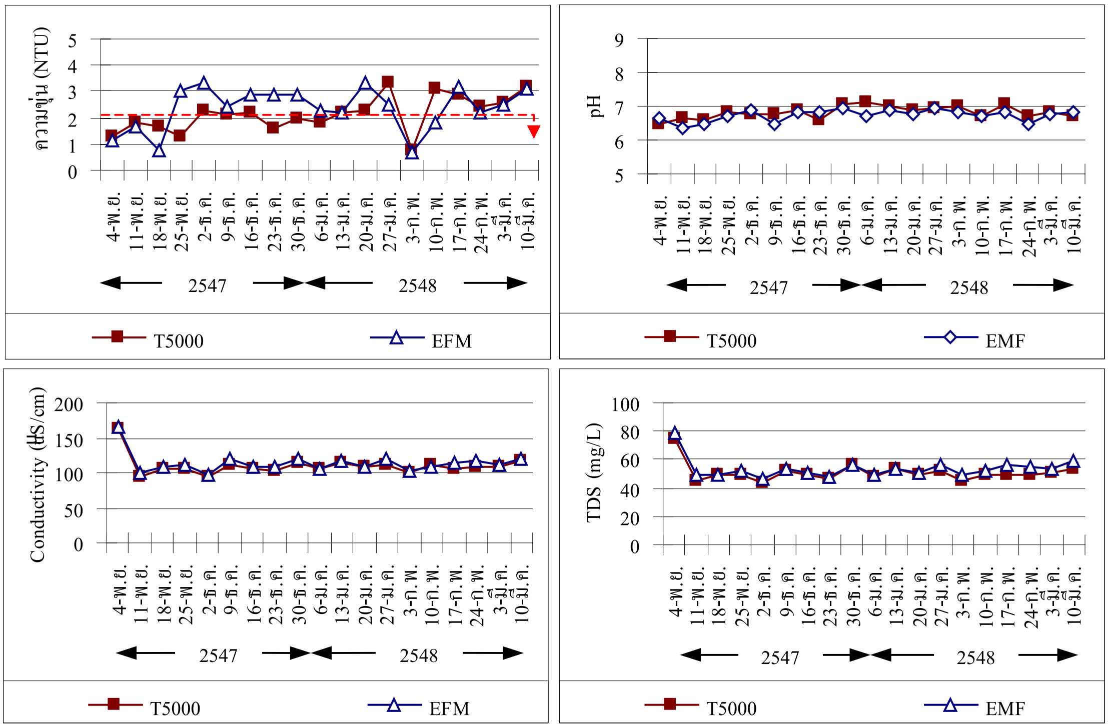
จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณภาควิชาวาริชศาสตร์ (AS) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 2.30-7.00 NTU (4.28±1.39 NTU) โดยมี 13 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 68.42 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า pH อยู่ในช่วง 6.08-6.92 (6.57±0.27) โดยมี 11 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 57.89 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า conductivity อยู่ในช่วง 96.3-173.0 µS/cm (115.9±16.3 µs/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 45-86 mg/L (55±8 mg/L) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L อุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.1-29.5 องศาเซลเซียส (28.2±0.6 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0-0.1 mg/L ทุกตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก ที่กำหนดว่าต้องมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total coliform bacteria พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 24



ภาพประกอบที่ 24 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และ TDSของถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000) และภาควิชาวาริชศาสตร์ (AS)

3.4.1.5 คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (FEM)

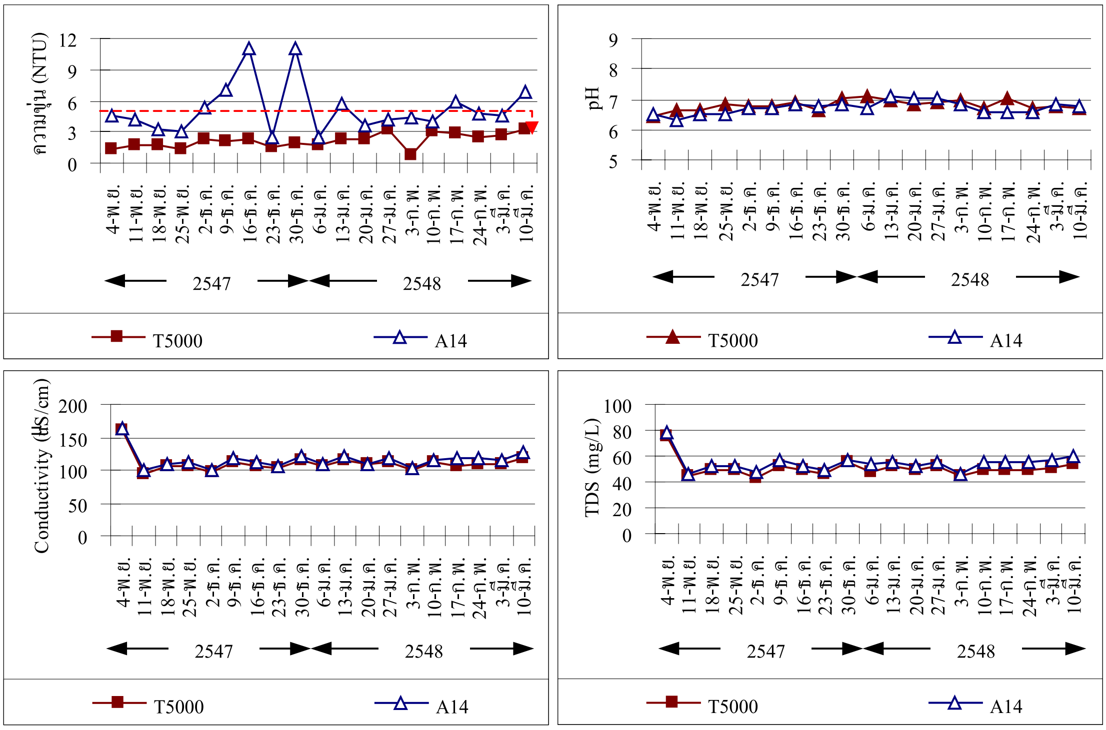
จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (FEM) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 0.70-3.33 NTU (2.36±0.82 NTU) โดยมี 19 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า pH อยู่ในช่วง 6.36-6.95 (6.74±0.17) โดยมี 17 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 89.47 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า conductivity อยู่ในช่วง 98.5-166.8 µS/cm (113.8±14.4 µS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 46-79 mg/L (54±7 mg/L) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L อุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.2-29.8 องศาเซลเซียส (28.4±0.7 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0-0.1 mg/L มี 19 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดว่าต้องมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total coliform bacteria พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 25



ภาพประกอบที่ 25 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และ TDSของถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000) และคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (FEM)

3.4.1.6 อาคารที่พักอาศัย อ.14 (A14)

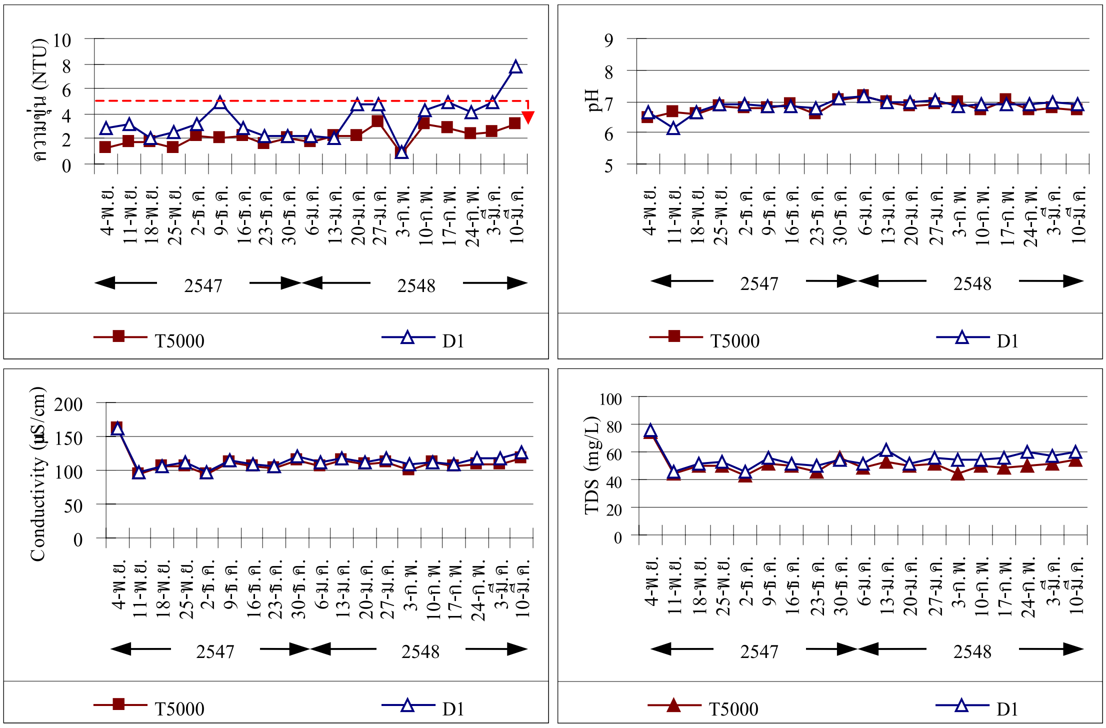
จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณอาคารที่พักอาศัย อ.14 (A14) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 2.40-11.00 NTU (5.17±2.43 NTU) โดยมี 13 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 68.42 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า pH อยู่ในช่วง 6.28-7.10 (6.72±0.21) โดยมี 17 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 89.47 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า conductivity อยู่ในช่วง 98.5-163.2 µS/cm (115.9±13.9 µS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 46-78 mg/L (55±7 mg/L) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L อุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.0-29.4 องศาเซลเซียส (28.3±0.75 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้าง อยู่ในช่วง 0-0.2 mg/L มีเพียงตัวอย่างเดียวที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดว่าต้องมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L และอีก 18 ตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total coliform bacteria พบว่าทุกตัวอย่างมีน้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 26



ภาพประกอบที่ 26 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และTDS ของถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000) และอาคารที่พักอาศัย อ.14 (A14)

3.4.1.7 อาคารพักนักศึกษา 1 (D1)

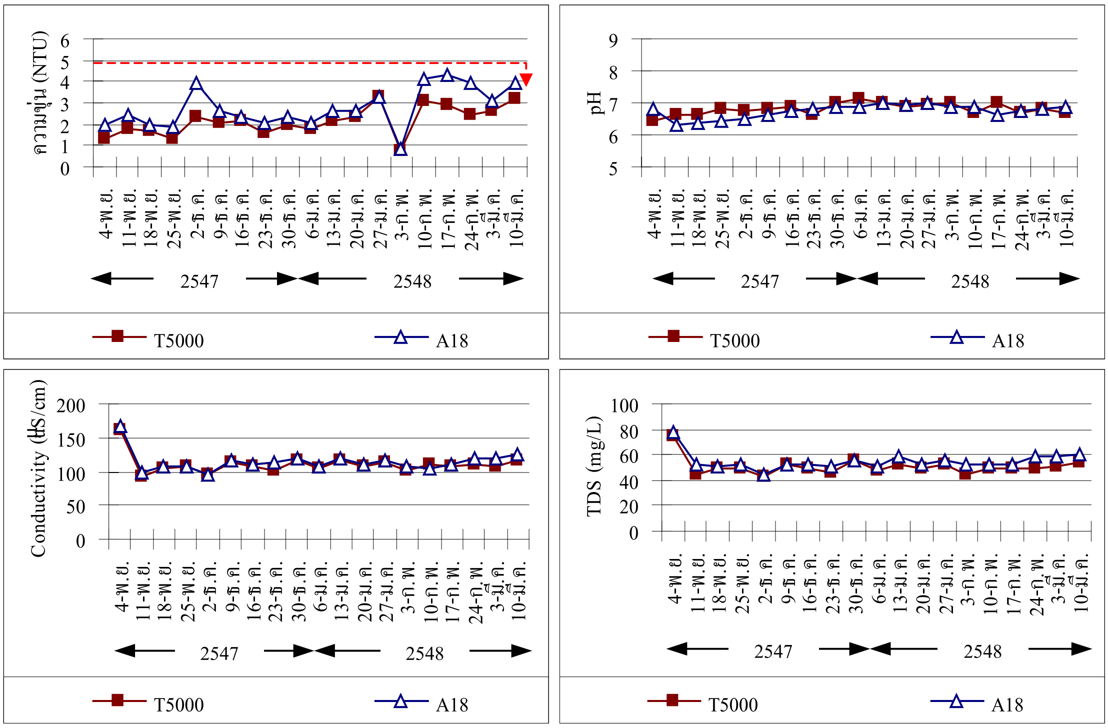
จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณอาคารพักนักศึกษา 1 (D1) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 1.00-7.80 NTU (3.54±1.60 NTU) โดยมี 18 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 94.74 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า pH อยู่ในช่วง 6.14-7.19 (6.86±0.22) โดยมี 18 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 94.74 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า conductivity อยู่ในช่วง 97.8-162.1 µS/cm (116.4±14.1 µS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 46-76 mg/L (55±7 mg/L) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L อุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.2-29.1 องศาเซลเซียส (28.0±0.6 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0-0.2 mg/L โดยมี 16 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 84.21 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดว่าต้องมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L ส่วนอีก 4 ตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total coliform bacteria พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าจำนวนน้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 27



ภาพประกอบที่ 27 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และ TDS ของ ถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000) และอาคารพักนักศึกษา 1 (D1)

3.4.1.8 อาคารที่พักอาศัย อ.18 (A18)

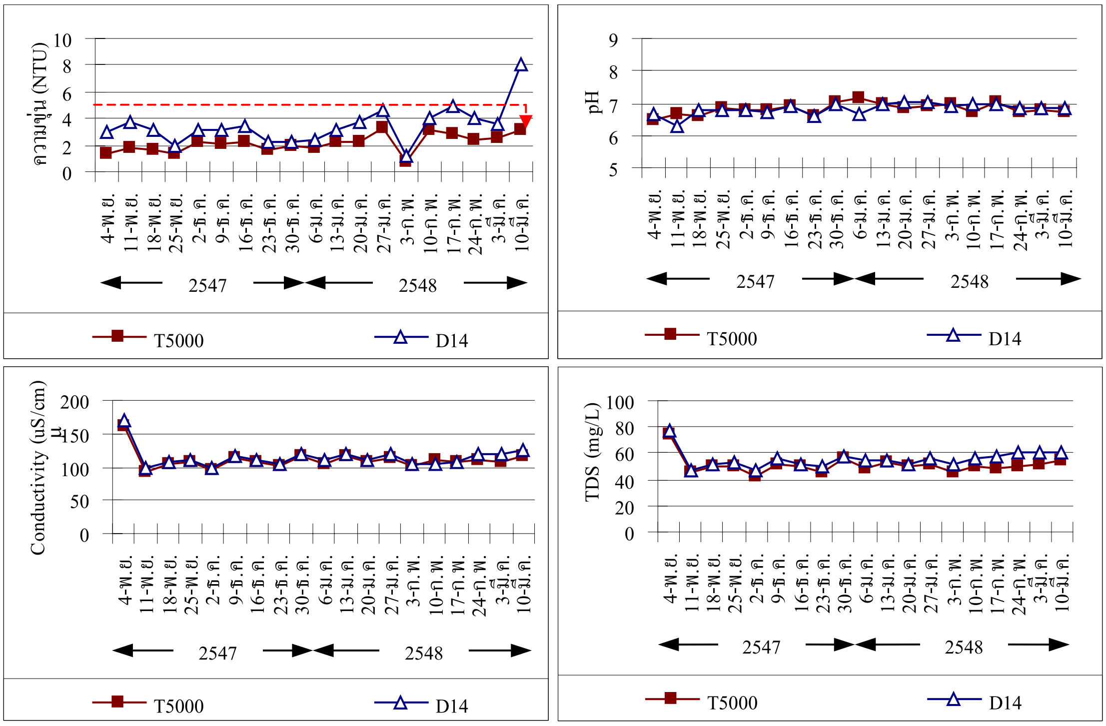
จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณอาคารที่พักอาศัย อ.18 (A18) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 0.85-4.30 NTU มีค่าเท่ากับ 2.75±0.93 NTU ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า pH อยู่ในช่วง 6.29-7.02 (6.75±0.21) โดยมี 16 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 84.21 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า conductivity อยู่ในช่วง 96.1-168.0 µS/cm (116.3±14.6 µS/cm) ค่า TDSอยู่ในช่วง 45-77 mg/L (55±6 mg/L) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L อุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.1-29.5 องศาเซลเซียส (28.3±0.7 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0-0.1 mg/L ทุกตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดว่าต้องมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total coliform bacteria พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 28



ภาพประกอบที่ 28 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และ TDS ของถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000) และอาคารที่พักอาศัย อ.18 (A18)

3.4.1.9 อาคารพักนักศึกษา 14 (D14)

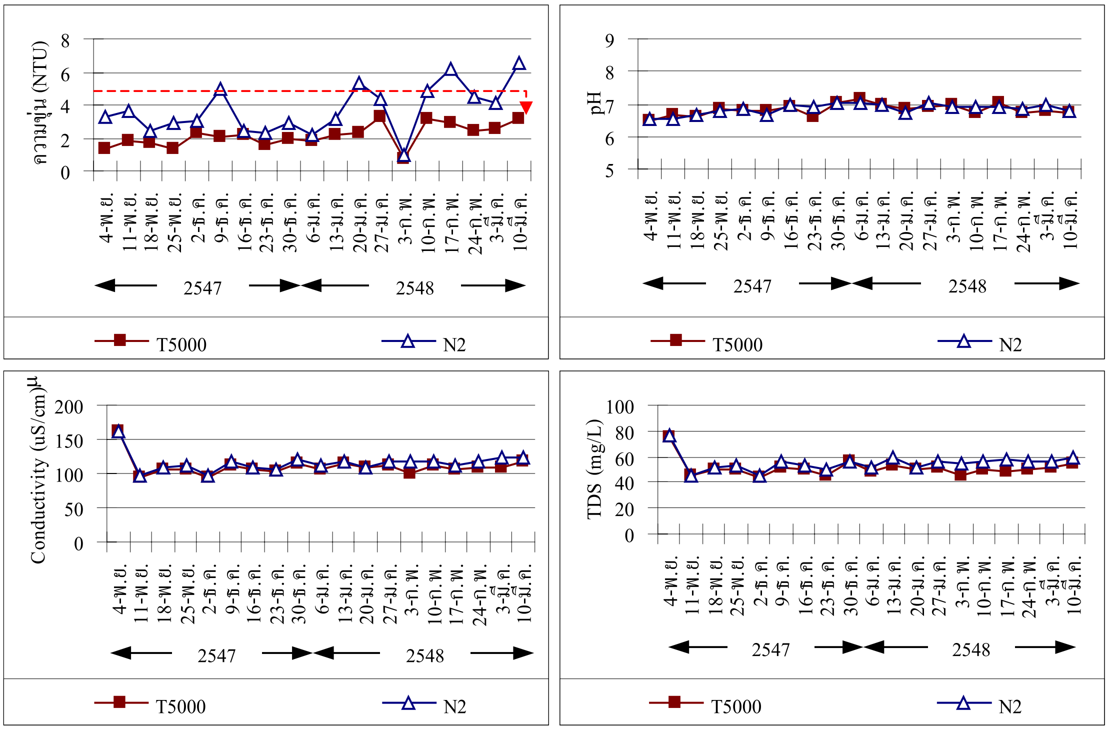
จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณอาคารพักนักศึกษา 14 (D14) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 1.20-8.00 NTU (3.45±1.44 NTU) โดยมี 18 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 94.74 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า pH อยู่ในช่วง 6.29-7.02 (6.82±0.18) โดยมี 18 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 94.74 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5ค่า conductivity อยู่ในช่วง 98.7-169.1 µS/cm (116.7±15.2 µS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 47-78 mg/L (56±7 mg/L) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L อุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.1-29.5 องศาเซลเซียส (28.0±0.7 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0-0.2 mg/Lโดยมี 12 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 63.16 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดว่าต้องมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L ส่วนอีก 7 ตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total coliform bacteria พบว่ามีน้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 29



ภาพประกอบที่ 29 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และ TDS ของถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000) และอาคารพักนักศึกษา 14 (D14)

3.4.1.10 อาคารพักนักศึกษาพยาบาล 2 (N2)

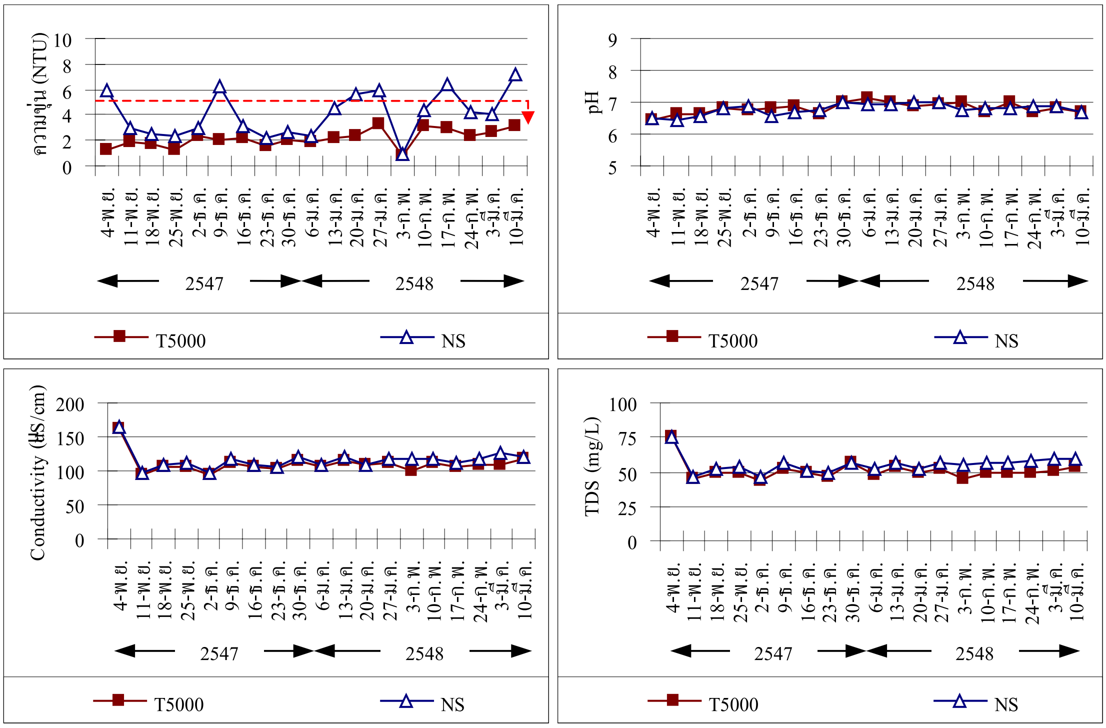
จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณอาคารพักนักศึกษาพยาบาล 2 (N2) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 0.95-6.60 (3.68±1.47 NTU) โดยมี 16 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 84.21 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า pH อยู่ในช่วง 6.52-7.05 (6.85±0.16) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า conductivity อยู่ในช่วง 97.0-162.8 μS/cm (117.5±14.0 μS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 46-76 mg/L (55±6 mg/L) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L อุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.5-29.5 องศาเซลเซียส (28.2±0.6 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้าง อยู่ในช่วง 0-0.1 mg/L ทุกตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดว่าต้องมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total coliform พบว่าทุกตัวอย่างมี total coliform น้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 30



ภาพประกอบที่ 30 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และ TDS ของถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000) และอาคารพักนักศึกษาพยาบาล 2 (N2)

3.4.1.11 อาคารเลี้ยงเด็กปฐมวัย (NS)

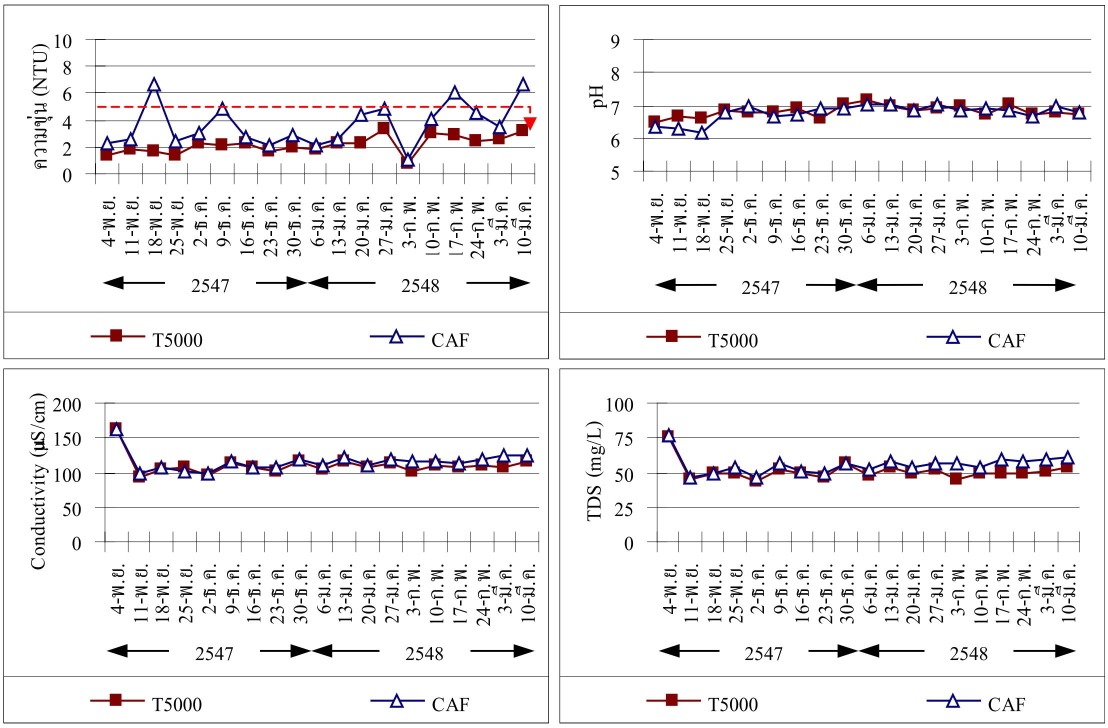
จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณอาคารเลี้ยงเด็กปฐมวัย (NS) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 1.00-7.20 NTU (4.05±1.78 NTU) โดยมี 13 ตัวอย่างคิดเป็น ร้อยละ 68.42 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า pH อยู่ในช่วง 6.43-7.01 (6.79±0.16) โดยมี 19 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า conductivity อยู่ในช่วง 98.1-164.3 µS/cm (117.4±14.1 µS/cm) ค่า TDS อยู่ในช่วง 46-76 mg/L (55±6 mg/L) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L อุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.2-29.2 องศาเซลเซียส (28.1±0.6 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0-0.2 mg/L โดยมี 10 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 52.63 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดว่าต้องมีค่าคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L ส่วนอีก 7 ตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total coliform bacteria พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 31



ภาพประกอบที่ 31 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และ TDS ของถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000) และอาคารเลี้ยงเด็กปฐมวัย (NS)

3.4.1.12 โรงอาหารโรงช้าง (CAF)

จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณโรงอาหารโรงช้าง (CAF) พบว่าความขุ่นของน้ำประปาอยู่ในช่วง 1.10-6.70 NTU (3.66±1.61 NTU) โดยมี 17 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 89.47 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5 NTU ค่า pH อยู่ในช่วง 6.17-7.06 (6.78±0.25) โดยมี 17 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 89.47 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า pH อยู่ในช่วง 6.5-8.5 ค่า conductivity อยู่ในช่วง 97.5-162.2 µS/cm (116.9±13.9 µS/cm) ค่า TDSอยู่ในช่วง 46-77 mg/L (56±7 mg/L) ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดให้ค่า TDS มีค่าไม่เกิน 1000 mg/L อุณหภูมิน้ำประปาอยู่ในช่วง 27.3-29.6 องศาเซลเซียส (28.0±0.6 องศาเซลเซียส) พบว่ามีคลอรีนตกค้าง อยู่ในช่วง 0-0.2 mg/L โดยมี 13 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 68.42 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดว่าต้องมีคลอรีนตกค้างอยู่ในช่วง 0.2-0.5 mg/L ส่วนอีก 6 ตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total coliform bacteria พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 2 MPN/100 mL รายละเอียดแสดงดังภาพประกอบที่ 32



ภาพประกอบที่ 32 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH, conductivity และ TDS ของถัง 5,000 ลูกบาศก์เมตร (T5000) และโรงอาหารโรงช้าง (CAF)

จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาบริเวณอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เมื่อเปรียบเทียบพารามิเตอร์ดังกล่าวตามลักษณะเส้นท่อพบว่าคุณภาพน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสม

(ท่อประปาที่มีท่อเหล็กเชื่อมต่อกับท่อPVC) มีค่าเฉลี่ยของความขุ่น 3.74±1.74 NTU (0.70-11.00 NTU), pH 6.69±0.23 (6.02-7.11), conductivity 114.6±14.6 µS/cm (95.5-173.0 µS/cm) และ TDS 54±7 mg/L (45-86 mg/L) ส่วนน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าเฉลี่ยของความขุ่น 3.52±1.51 NTU (0.85-8 NTU), pH 6.80±0.20 (6.14-7.19), conductivity 116.9±14.0 µS/cm (96.1-169.1 µS/cm) และ TDS 55±6 mg/L (45-78 mg/L) เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำประปาตามลักษณะเส้นท่อคือ น้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสม และท่อ PVC พบว่าค่าความขุ่น conductivity และ TDS ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่pH มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) โดยน้ำประปาที่ผ่านท่อผสมมีค่า pH ต่ำกว่าน้ำประปาที่ผ่านท่อเหล็ก สาเหตุอาจจากเกิดขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียในท่อได้ CO_2ทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดอ่อนได้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ CO_2 ซึ่งเมื่อละลายน้ำจะได้ H_2CO_3ซึ่งเป็นกรดอ่อน (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2544) ซึ่งเมื่อน้ำไหลผ่านท่อผสมซึ่งเป็นท่อเหล็กเชื่อมกับท่อ PVC กรดอาจจะละลายเหล็กจากท่อไปในอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ สอดคล้องกับปริมาณเหล็ก (0.022-0.315 mg/L) ที่พบในน้ำประปาที่จ่ายในท่อผสมจะมากกว่าปริมาณเหล็ก (0.023-0.139 mg/L) ในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกในพารามิเตอร์ ความขุ่น pH conductivity TDS residual chlorine และ total coliform bacteria ตามระยะทางการจ่ายน้ำจากถังน้ำใส (T5000) พบว่าความขุ่นของน้ำเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันกับระยะทาง โดยพบว่าถ้าระยะทางจากถังน้ำใส (T5000) จนถึงจุดเก็บตัวอย่างมากขึ้นค่าความขุ่นจะมากขึ้นด้วย ทำให้จำนวนร้อยละของตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานฯลดลง สาเหตุอาจเกิดจากความสกปรกของท่อหลังจากใช้มาเป็นเวลานานและจากตะกอนในเส้นท่อที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำประปา ซึ่งหน่วยการผลิตน้ำประปาจะแก้ไขปัญหานี้โดยการไล่ตะกอนในเส้นท่อสัปดาห์ละ 2 ครั้ง คือในวันอังคารและวันศุกร์เพื่อลดปัญหาดังกล่าว เช่นเดียวกับค่า pH ของ น้ำประปาในท่อผสมที่พบว่าถ้าระยะทางมากขึ้นค่า pH ของน้ำจะลดลงทำให้จำนวนร้อยละของตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานฯ ลดลง สาเหตุอาจเกิดจากขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียในท่อได้ CO_2ทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดอ่อนได้ (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2544) ซึ่งแตกต่างกับท่อ PVC ที่ค่า pH ของน้ำเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ส่วนปริมาณคลอรีนตกค้าง (residual chlorine) นั้นจะพบเฉพาะบริเวณท่อ PVC เท่านั้นที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานฯ สาเหตุอาจเนื่องจากท่อน้ำที่จ่ายผ่านผสมมีค่าค่าไนเตรท-ไนโตรเจน (0.028-1.66 mg/L) ในปริมาณมาก ซึ่งมีโอกาสที่จะเปลี่ยนรูปไปเป็นไนโตรท์-ไนโตรเจน และแอมโมเนีย-ไนไตรเจนได้ นอกจากนี้ยังพบเหล็กในปริมาณมากด้วย ซึ่งสารดังกล่าวจะทำปฏิกิริยากับคลอรีนที่เติมลงไปในน้ำประปาเพื่อฆ่าเชื้อโรค ทำให้พบ

ปริมาณคลอรีนตกค้างน้อย และจากการวิเคราะห์ปริมาณ total coliform bacteria พบว่าทุกตัวอย่างมีน้อยกว่า 2 MPN/100 mL แสดงให้เห็นถึงแม้จะมีคลอรีนตกค้างน้อยกว่า 0.2 mg/L ก็สามารถที่จะฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปาภายในเส้นท่อได้ แต่อย่างไรก็ตามหน่วยผลิตประปาควรหาปริมาณคลอรีนที่เหมาะสมในการเติมเพื่อให้มีคลอรีนตกค้างที่ปลายท่อที่ไกลที่สุดมีค่าไม่น้อยกว่า 0.2 mg/L เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อาจจะปนเปื้อนในน้ำประปาในเส้นท่อได้ รายละเอียดดังตารางที่ 9

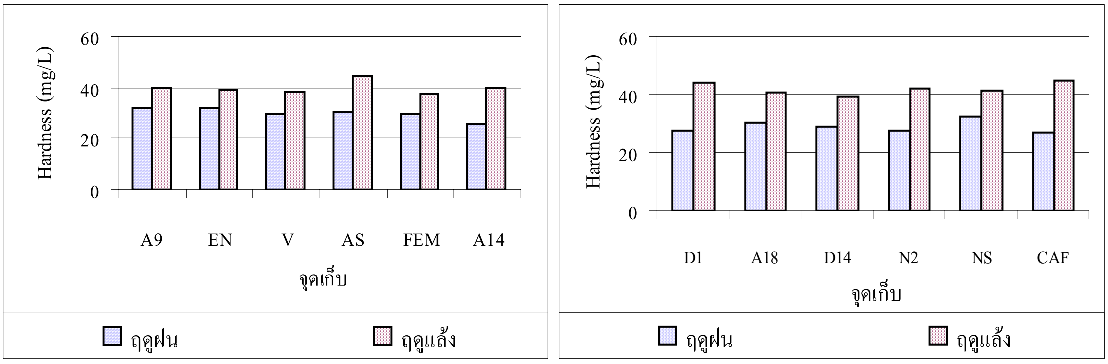
ตารางที่ 9 ร้อยละของตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก

จุดเก็บตัวอย่าง	ร้อยละของตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก						
	ชนิดของท่อ	ระยะทาง	ความขุ่น	pH	TDS	residual chlorine	total coliform bacteria
ถังน้ำใส (T5000)	-	0	100	95	100	100	100
อาคารที่พักอาศัย อ.9 (A9)	ผสม	475	79	89	100	0	100
อาคารที่พักอาศัย อ.14 (A14)	ผสม	760	68	89	100	5	100
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (FEM)	ผสม	1,050	100	89	100	0	100
อาคารที่พักนักศึกษา 1(D1)	PVC	1,100	95	95	100	84	100
อาคารที่พักอาศัย อ.18 (A18)	PVC	1,150	100	84	100	0	100
หมู่บ้านเก่า (V)	ผสม	1,200	95	74	100	0	100
คณะวิศวกรรมศาสตร์ (EN)	ผสม	1,380	90	68	100	68	100
ภาควิชาวาริชศาสตร์ (AS)	ผสม	1,685	68	58	100	0	100
อาคารเลี้ยงเด็กปฐมวัย (NS)	PVC	2,035	68	100	100	53	100
อาคารที่พักนักศึกษา 14 (D14)	PVC	2,382	95	95	100	63	100
โรงอาหารโรงช้าง (CAF)	PVC	2,400	89	89	100	68	100
อาคารที่พักนักศึกษาพยาบาล2 (N2)	PVC	2,460	84	100	100	0	100

3.4.2 การศึกษาคุณภาพน้ำทางเคมีและปริมาณโลหะหนัก จากการศึกษาคุณภาพน้ำทางเคมีซึ่งได้แก่ความกระด้าง คลอไรด์ ไนเตรท-ไนไตรเจน และซัลเฟต และปริมาณโลหะหนักซึ่งได้แก่ โครเมียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี ของน้ำประปาบริเวณอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่จ่ายผ่านท่อผสมและท่อ PVC ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ผลการศึกษาเป็นดังนี้

3.4.2.1 ความกระด้าง

ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีความกระด้างอยู่ในช่วง 25.77-32.09 mg/L (29.46±2.03 mg/L) ในช่วงฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 37.05-44.66 mg/L (40.94±2.43 mg/L) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณความกระด้าง ทั้ง 2 ฤดูกาลโดยใช้สถิติแบบ The Wilcoxon matched pairs signed-ranks test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสม และท่อ PVC พบว่าในช่วงฤดูฝนความกระด้างของน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 25.75-32.09 mg/L (29.90±2.26 mg/L) และความกระด้างของน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 27.23-32.09 mg/L (29.01±1.86 mg/L) ส่วนในช่วงฤดูแล้งความกระด้างของน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 37.05-44.15 mg/L (39.75±2.39 mg/L) และความกระด้าง ของน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 39.59-44.66 mg/L (42.12±1.98 mg/L) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณความกระด้างในน้ำประปาทั้งสองฤดูกาลที่ผ่านท่อผสมและท่อ PVC โดยใช้สถิติแบบ Mann-Whiney U test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 33



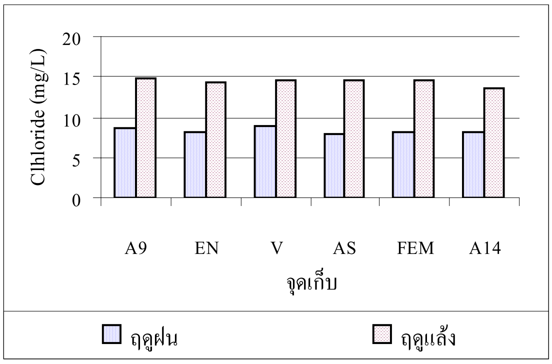
ท่อผสม ท่อ PVC

ภาพประกอบที่ 33 เปรียบเทียบความกระด้างของน้ำประปาตามลักษณะของเส้นท่อประปาภายในมหาวิทยาลัยในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

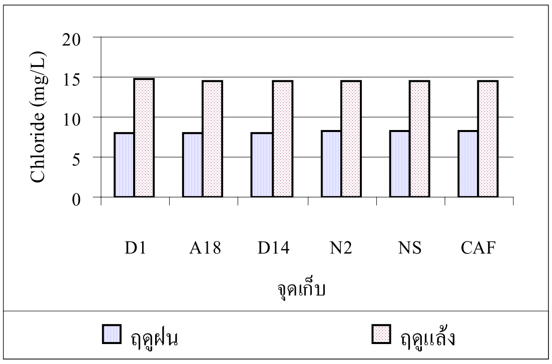
3.4.2.2 คลอไรด์

ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีปริมาณคลอไรด์ อยู่ในช่วง 7.88-8.86 mg/L (8.21±0.28 mg/L) ในช่วงฤดูแล้ง มีค่าอยู่ในช่วง 13.52-14.88 mg/L (14.46±0.33 mg/L) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณคลอไรด์ทั้ง 2 ฤดูกาล โดยใช้สถิติแบบ The Wilcoxon matched pairs signed-ranks test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสม และท่อ PVC พบว่า ในช่วงฤดูฝนปริมาณคลอไรด์ในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 8.02-8.86 mg/L (8.35±0.32 mg/L) และปริมาณคลอไรด์ในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มี

ค่าอยู่ในช่วง 7.88-8.35 mg/L (8.08±0.16 mg/L) ส่วนในช่วงฤดูแล้งปริมาณคลอไรด์ในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 13.52-14.88 mg/L (14.41±0.48 mg/L) และปริมาณคลอไรด์ในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 14.39-14.64 mg/L (14.51±0.08 mg/L) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณคลอไรด์ในน้ำประปาทั้งสองฤดูกาลที่ผ่านท่อผสมและท่อ PVC โดยใช้สถิติแบบ Mann-Whiney U test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 34



ท่อผสม

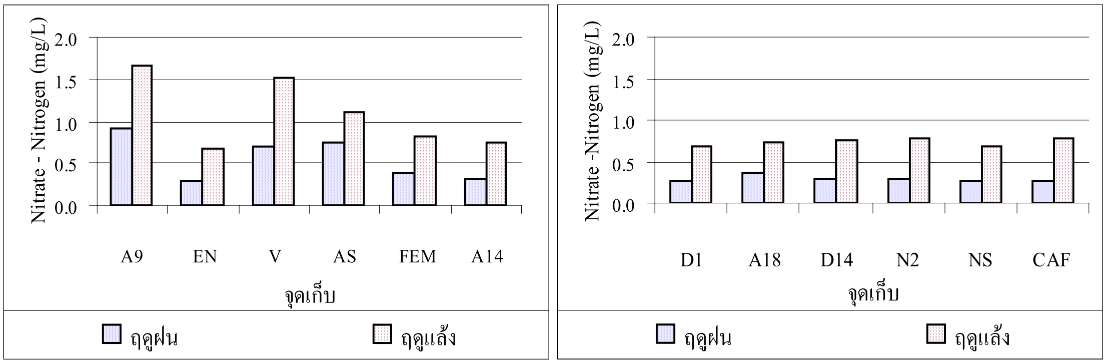


ท่อ PVC

ภาพประกอบที่ 34 เปรียบเทียบปริมาณคลอไรด์ในน้ำประปาตามลักษณะของเส้นท่อประปาภายในมหาวิทยาลัยในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

3.4.2.3 ไนเตรท-ไนโตรเจน

ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.26-0.92 mg/L (0.43±0.42 mg/L) ในช่วงฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.67-1.66 mg/L (0.91±0.34 mg/L) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ทั้ง 2 ฤดูกาล โดยใช้สถิติแบบ The Wilcoxon matched pairs signed-ranks test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสม และท่อ PVC พบว่า ในช่วงฤดูฝนปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 0.28-0.92 mg/L (0.56±0.28 mg/L) และปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 0.26-0.37 mg/L (0.30±0.04 mg/L) ส่วนในช่วงฤดูแล้งไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าในช่วง 0.67-1.66 mg/L (1.09±0.42 mg/L) และปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 0.68-0.79 mg/L (0.74±0.05 mg/L) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำประปาทั้งสองฤดูกาลที่จ่ายผ่านท่อผสมและท่อ PVC โดยใช้สถิติแบบ Mann-Whiney U test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 35

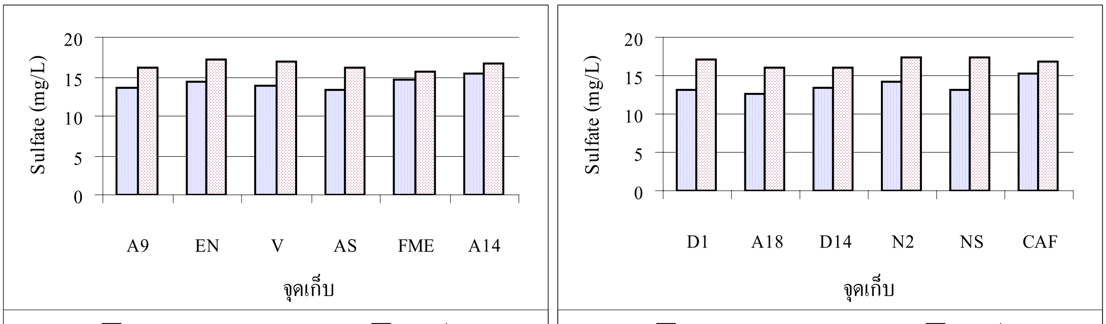


ท่อผสม ท่อ PVC

ภาพประกอบที่ 35 เปรียบเทียบปริมาณไนเตรท-ไนไตรเจนในน้ำประปาตามลักษณะของเส้นท่อประปาภายในมหาวิทยาลัยในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

3.1.2.4 ซัลเฟต

ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีปริมาณซัลเฟตอยู่ในช่วง 12.55-15.48 mg/L (13.90±0.90 mg/L) ในช่วงฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 15.60-17.33 mg/L (16.64±0.58 mg/L) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณซัลเฟตทั้ง 2 ฤดูกาล โดยใช้สถิติแบบ The Wilcoxon matched pairs signed-ranks test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสม และท่อ PVC พบว่าในช่วงฤดูฝนปริมาณซัลเฟตในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 13.28-15.48 mg/L (14.19±0.81 mg/L) และ ปริมาณซัลเฟตในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 12.55-15.27 mg/L (13.61±0.98 mg/L) ส่วนในช่วงฤดูแล้ง ปริมาณซัลเฟตในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 15.60-17.24 mg/L (16.49±0.59 mg/L) และปริมาณซัลเฟตในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 15.92-17.33 mg/L (16.78±0.60 mg/L) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณซัลเฟตในน้ำประปาทั้งสองฤดูกาลที่จ่ายผ่านท่อผสมและท่อ PVC โดยใช้สถิติแบบ Mann-Whiney U test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 36

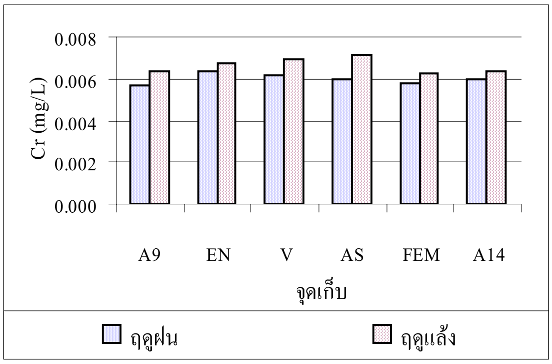


ท่อผสม ท่อ PVC

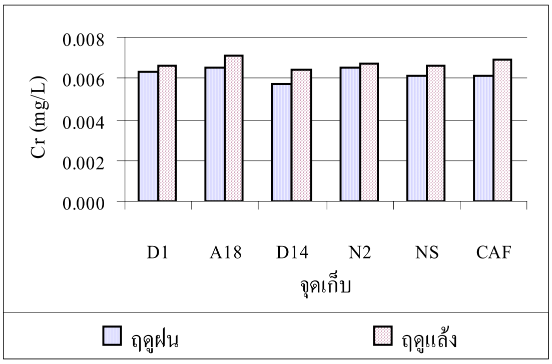
ภาพประกอบที่ 36 เปรียบเทียบปริมาณซัลเฟตในน้ำประปาตามลักษณะของเส้นท่อประปาภายในมหาวิทยาลัยในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

3.4.2.5 โครเมียม

ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีปริมาณโครเมียมอยู่ในช่วง 0.0057-0.0065 mg/L (0.0061±0.0003 mg/L) ในช่วงฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.0063-0.0071 mg/L (0.0067±0.0003 mg/L) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณโครเมียมทั้ง 2 ฤดูกาล โดยใช้สถิติแบบ The Wilcoxon matched pairs signed-ranks test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสม และท่อ PVC พบว่าในช่วงฤดูฝนปริมาณโครเมียมในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 0.0057-0.0064 mg/L (0.0060±0.0003 mg/L) และปริมาณโครเมียมในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 0.0057-0.0065 mg/L (0.0062±0.0003 mg/L) ส่วนในช่วงฤดูแล้งปริมาณโครเมียมในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 0.0063-0.0071 mg/L (0.0066±0.0003 mg/L) และปริมาณโครเมียมในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 0.0064-0.0071 mg/L (0.0067±0.0002 mg/L) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณโครเมียมในน้ำประปาทั้งสองฤดูกาลที่จ่ายผ่านท่อผสมและท่อ PVC โดยใช้สถิติแบบ Mann-Whiney U test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 37



ท่อผสม

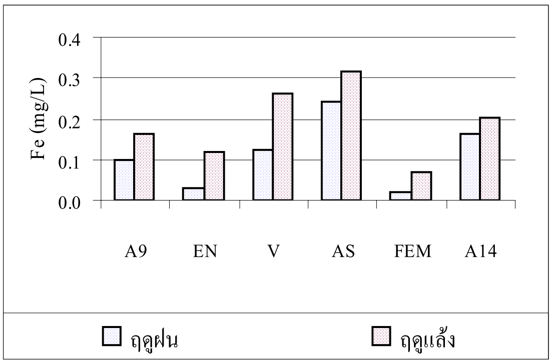


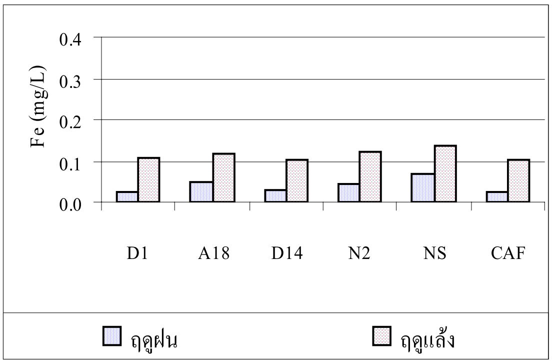
ท่อ PVC

ภาพประกอบที่ 37 เปรียบเทียบปริมาณโครเมียมในน้ำประปาตามลักษณะของเส้นท่อประปาภายในมหาวิทยาลัยในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

3.4.2.6 เหล็ก

ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีปริมาณเหล็กอยู่ในช่วง 0.022–0.241 mg/L (0.076±0.069 mg/L) ในช่วงฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.070-0.315 mg/L (0.152±0.072 mg/L) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณเหล็กระหว่าง 2 ฤดูกาล โดยใช้สถิติแบบ The Wilcoxon matched pairs signed-ranks test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสม และท่อ PVC พบว่าในช่วงฤดูฝนปริมาณเหล็กในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 0.022-0.241 mg/L (0.113±0.083 mg/L) และ ปริมาณเหล็กในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 0.023-0.067 mg/L (0.040±0.017 mg/L) ส่วนในช่วงฤดูแล้งปริมาณเหล็กในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 0.070-0.315 mg/L (0.185±0.093 mg/L) และปริมาณเหล็กในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 0.102-0.139 mg/L (0.118±0.016 mg/L) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณเหล็กในน้ำประปาทั้งสองฤดูกาลที่จ่ายผ่านท่อผสมและท่อ PVC โดยใช้สถิติแบบ Mann-Whiney U test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 38



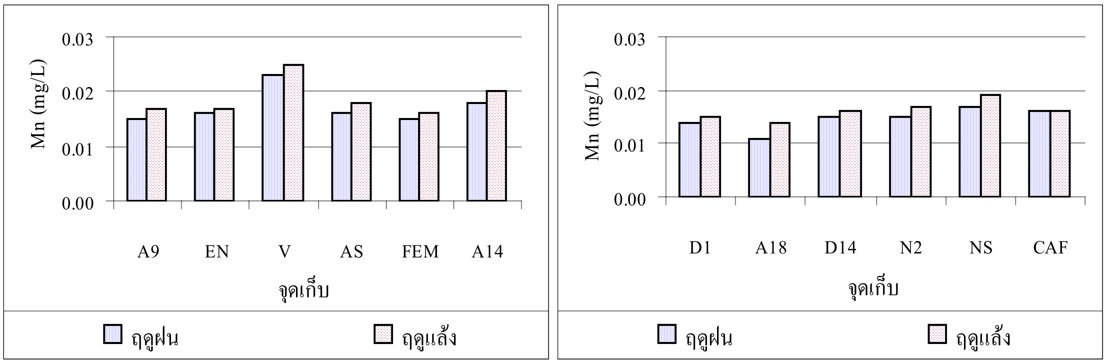


ท่อผสม ท่อ PVC

ภาพประกอบที่ 38 เปรียบเทียบปริมาณเหล็กในน้ำประปาตามลักษณะของเส้นท่อประปาภายในมหาวิทยาลัยในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

3.4.2.7 แมงกานีส

ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีปริมาณแมงกานีสอยู่ในช่วง 0.011-0.023 mg/L (0.016±0.003 mg/L) ในช่วงฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.014-0.025 mg/L (0.018±0.003 mg/L) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณแมงกานีสทั้ง 2 ฤดูกาล โดยใช้สถิติแบบ The Wilcoxon matched pairs signed-ranks test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสม และท่อ PVC พบว่าในช่วงฤดูฝนปริมาณแมงกานีสในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 0.015-0.023 mg/L (0.017±0.003 mg/L) และปริมาณแมงกานีสในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 0.011-0.017 mg/L (0.015±0.002 mg/L) ส่วนในช่วงฤดูแล้งปริมาณแมงกานีสในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 0.016-0.025 mg/L (0.019±0.003 mg/L) และปริมาณแมงกานีส ในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 0.014-0.019 mg/L (0.016± 0.002 mg/L) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณแมงกานีสในน้ำประปาทั้งสองฤดูกาลที่จ่ายผ่านท่อผสมและท่อ PVC โดยใช้สถิติแบบ Mann-Whiney U test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 39

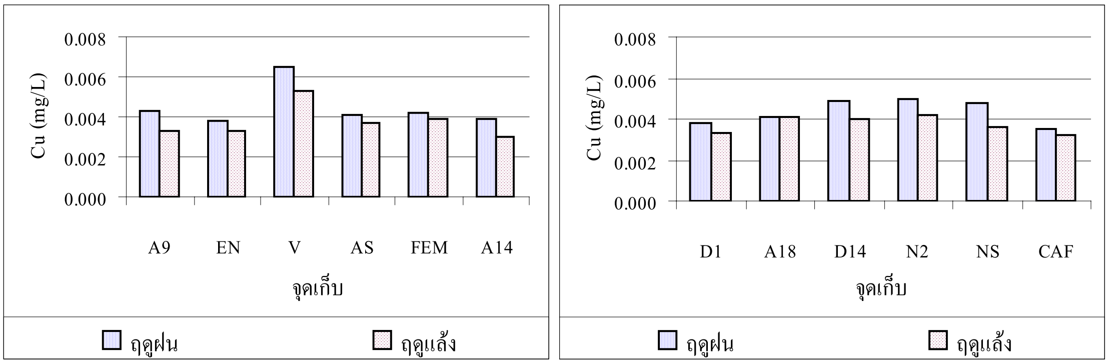


ท่อผสม ท่อ PVC

ภาพประกอบที่ 39 เปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสในน้ำประปาตามลักษณะของเส้นท่อประปาภายในมหาวิทยาลัยในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

3.4.2.8 ทองแดง

ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีปริมาณทองแดงอยู่ในช่วง 0.0035-0.0065 mg/L (0.0044±0.0008 mg/L) ในช่วงฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.0030-0.0053 mg/L (0.0037±0.0006 mg/L) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณทองแดงทั้ง 2 ฤดูกาล โดยใช้สถิติแบบ The Wilcoxon matched pairs signed-ranks test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสม และท่อ PVC พบว่าในช่วงฤดูฝนปริมาณทองแดงในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 0.0038-0.0065 mg/L (0.0045±0.0010 mg/L) และปริมาณทองแดงในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 0.0035-0.0050 mg/L (0.0044±0.0006 mg/L) ส่วนในช่วงฤดูแล้งปริมาณทองแดงในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 0.0030-0.0053 mg/L (0.0038±0.0008 mg/L) และปริมาณทองแดงในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 0.0032-0.0042 mg/L (0.0037±0.0004 mg/L) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณทองแดงในน้ำประปาทั้งสองฤดูกาลที่จ่ายผ่านท่อผสมและท่อ PVC โดยใช้สถิติแบบ Mann-Whiney U test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 40

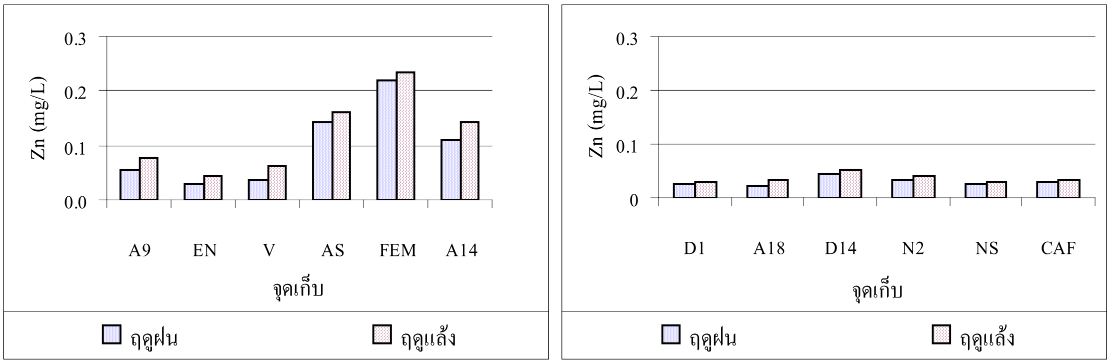


ท่อผสม ท่อ PVC

ภาพประกอบที่ 40 เปรียบเทียบปริมาณทองแดงในน้ำประปาตามลักษณะของเส้นท่อประปาภายในมหาวิทยาลัยในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

3.4.2.9 สังกะสี

ในช่วงฤดูฝนน้ำประปามีปริมาณสังกะสีอยู่ในช่วง 0.024-0.220 mg/L (0.065±0.061 mg/L) ในช่วงฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.028-0.223 mg/L (0.078±0.065 mg/L) และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสังกะสีทั้ง 2 ฤดูกาล โดยใช้สถิติ The Wilcoxon matched pairs signed-ranks test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสม และท่อ PVC พบว่าในช่วงฤดูฝนปริมาณสังกะสีในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 0.030-0.220 mg/L (0.099±0.074 mg/L) และ ปริมาณสังกะสีในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 0.024-0.042 mg/L (0.030±0.007 mg/L) ส่วนในช่วงฤดูแล้งปริมาณสังกะสีในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมมีค่าอยู่ในช่วง 0.043-0.233 mg/L (0.120±0.073 mg/L) และปริมาณสังกะสีในน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อ PVC มีค่าอยู่ในช่วง 0.028-0.052 mg/L (0.036±0.009 mg/L) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสังกะสีในน้ำประปาทั้งสองฤดูกาลที่จ่ายผ่านท่อผสมและท่อ PVC โดยใช้สถิติแบบ Mann-Whiney U test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 41



ท่อผสม ท่อ PVC

ภาพประกอบที่ 41 เปรียบเทียบปริมาณสังกะสีในน้ำตามลักษณะของเส้นท่อประปาภายในมหาวิทยาลัยในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

3.4.2.10 แคดเมียม, ตะกั่วและปรอท

จากการศึกษาคุณภาพน้ำประปาในฤดูฝนและฤดูแล้งไม่พบปริมาณแคดเมียม, ตะกั่ว และปรอท โดย minimum detection level (ICP-OES) เท่ากับ 0.01, 0.01 และ 0.02 mg/L ตามลำดับ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำทางเคมีและปริมาณโลหะหนัก ในน้ำประปาจำนวน 2 ครั้ง ในเดือนพฤศจิกายน 2547 และมีนาคม 2548 แล้วทำการเปรียบเทียบความกระด้าง คลอไรด์ ไนเตรท-ไนโตรเจน และซัลเฟต ของน้ำระหว่างฤดูกาล พบว่าคุณภาพน้ำประปาทุกพารามิเตอร์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P<0.05$) เนื่องจากคุณภาพน้ำดังกล่าวขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำดิบที่นำมาทำการผลิตน้ำประปา แต่เมื่อทำเปรียบเทียบพารามิเตอร์ดังกล่าว ระหว่างน้ำประปาที่ไหลผ่านท่อผสม และท่อ PVC ในแต่ละฤดูกาล พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำประปาพบว่าปริมาณแมงกานีส ทองแดง เหล็ก โครเมียม และสังกะสี ของน้ำระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปริมาณโลหะหนักดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำดิบเพราะกระบวนการผลิตจะลดปริมาณโลหะหนักดังกล่าวได้เล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อทำการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ดังกล่าวระหว่างน้ำประปาที่จ่ายผ่านท่อผสมและท่อPVC ในแต่ละฤดูกาล พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นปริมาณสังกะสีที่พบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างเส้นท่อในแต่ละฤดูกาล เนื่องจากท่อประปาบริเวณอาคารที่พักอาศัย อ.14 (A14) คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (FEM) และภาควิชาวาริชศาสตร์ (AS) เป็นท่อผสมที่แตกต่างจากบริเวณอื่นๆ โดยเป็นท่อเหล็กอาบสังกะสีเชื่อมต่อ

กับท่อ PVC จึงอาจเป็นเหตุให้มีสังกะสีในน้ำประปาสูง เพราะน้ำที่มีความกระด้างน้อยกว่า 50 mg/L (25.77-44.15 mg/L) มีทองแดงอยู่ในช่วง 0.0030-0.0042 mg/L และค่า pH อยู่ในช่วง 6.08-7.10 ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการกัดกร่อนของท่อประปาได้ (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2544; ศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย, 2547และ มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)

3.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

เมื่อแหล่งน้ำดิบในอ่างเก็บน้ำศรีตรังไม่เพียงพอต่อการผลิตน้ำประปา ทางมหาวิทยาลัยจึงใช้น้ำประปาจากการประปาส่วนภูมิภาคอำเภอหาดใหญ่ ได้ทำจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปา จำนวน 3 ครั้งในเดือน มีนาคม, เมษายนและพฤษภาคม 2548 ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้คือ

3.4.3.1 คุณภาพน้ำทางเคมี

ปริมาณความกระด้างของน้ำประปามีค่าอยู่ในช่วง 85.30-92.10 mg/L (88.3±3.47 mg/L) ปริมาณคลอไรด์มีค่าอยู่ในช่วง 43.59-58.60 mg/L (52.68±7.99 mg/L) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 2.85-3.42 (3.13±0.29 mg/L) และปริมาณซัลเฟตมีค่าอยู่ในช่วง 47.06-64.35 mg/L (56.71±8.82 mg/L)

3.4.2.2 คุณภาพน้ำทางโลหะหนัก

ปริมาณเหล็กมีค่าอยู่ในช่วง 0.070-0.084 mg/L (0.077±0.007 mg/L) ปริมาณแมงกานีส มีค่าอยู่ในช่วง 0.165-0.360 mg/L (0.264±0.975 mg/L) และปริมาณทองแดงมีค่าอยู่ในช่วง 0.004-0.012 mg/L (0.008±0.004 mg/L) ตรวจไม่พบปริมาณ โครเมียม ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท พบว่าปริมาณแมงกานีสสูง แต่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดไว้ว่าต้องมีค่าไม่เกิน 0.4 mg/L ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลคุณภาพน้ำดิบจากการศึกษาคุณภาพน้ำคลองอู่ตะเภาของศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมภาคใต้ (2542-2545) ที่พบปริมาณแมงกานีสมีค่าอยู่ในช่วง 0.072-0.522 mg/L โดยมีค่าค่อนข้างสูงแต่ยังไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (1.0 mg/L) ซึ่งโดยทั่วกระบวนการผลิตน้ำประปาสามารถกำจัดโลหะได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น(มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)

3.5 ความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในครั้งนี้จะสอบถามกลุ่มผู้ใช้น้ำประปา ซึ่งได้แก่ นักศึกษา บุคคลากรและอาจารย์ โดยทำการสุ่มตัวอย่างจำนวน 374 ราย และนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11.0 for

Windows ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ส่วนคือ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พฤติกรรมการใช้น้ำ ความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประปา และ ปัญหาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.5.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

จากการศึกษาพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดจำนวน 374 คน จำแนกเป็นเพศชาย ร้อยละ 42.0 และเพศหญิง ร้อยละ 58.0 มีอายุระหว่าง 15-24 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 79.9 รองลงมาคืออายุ 35-44 ปี อายุ 45-54 ปี อายุ 25-34 ปี, และอายุ 55 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 7.8, 7.0, 5.1 และ 0.3 ตามลำดับ โดยเป็นนักศึกษาร้อยละ 81.3 และบุคคลากรและอาจารย์ร้อยละ 18.7 ผู้ตอบแบบสอบถามกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 74.1 รองลงมาคือระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 8.8 กำลังศึกษาระดับปริญญาโทคิดเป็นร้อยละ 7.2 ระดับปริญญาเอกคิดเป็นร้อยละ 6.2 ระดับปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 2.9 ส่วนผู้มีการศึกษาต่ำกว่าระดับปริญญาตรีมีจำนวนน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.5 สำหรับประเภทที่พักอาศัยพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามพักอาศัยที่หอพักมีจำนวนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 81.3 รองลงมาคือพักอาศัยอยู่อาคารชุด(แฟลต) คิดเป็นร้อยละ 16.8 และกลุ่มที่พักอาศัยอยู่บ้านพักคิดเป็นร้อยละ1.87 ส่วนระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในมหาวิทยาลัย พบว่าอาศัยอยู่ในช่วง 1–5 ปี มีจำนวนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 88.9 รองลงมาคือกลุ่มที่พักอาศัย 10 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 6.4 และกลุ่มที่พักอาศัย 6-10 ปี คิดเป็นร้อยละ 3.7 ซึ่งมีจำนวนน้อยที่สุด รายละเอียดดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อที่	สถานภาพ	จำนวน	ร้อยละ
1.	เพศ		
	ชาย	157	42.0
	หญิง	217	58.0
2.	อายุ		
	15-24 ปี	299	79.9
	25-34 ปี	19	5.1
	35-44 ปี	29	7.8
	45-54 ปี	26	7.0
	55 ปี ขึ้นไป	1	0.3

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	สถานภาพ	จำนวน	ร้อยละ
3.	สภาพปัจจุบัน		
	นักศึกษาในหอพักของมหาวิทยาลัย	304	81.3
	บุคลากรและอาจารย์	70	18.7
4.	วุฒิการศึกษา		
	ต่ำกว่าปริญญา	2	0.5
	กำลังศึกษาปริญญาตรี	277	74.1
	ปริญญาตรี	11	2.9
	กำลังศึกษาปริญญาโท	27	7.2
	ปริญญาโท	33	8.8
	ปริญญาเอก	23	6.2
5.	ประเภทที่พักอาศัย		
	หอพัก	304	81.3
	บ้านพัก	7	1.9
	อาคารชุด	63	16.8
6.	ระยะเวลาที่อาศัยและใช้บริการ		
	1-5 ปี	336	89.9
	6-10 ปี	14	3.7
	10 ปีขึ้นไป	24	6.4

3.5.2 ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการใช้น้ำ

จากผลการศึกษาพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามใช้น้ำจากประปาเพื่อดื่มคิดเป็น ร้อยละ 79.4 ซึ่งประกอบด้วยร้อยละ 86.2 จากนักศึกษาจำนวน 262 คนและร้อยละ 50จาก บุคลากรและอาจารย์จำนวน 35 คนที่ตอบแบบสอบถาม และมีจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามไม่ใช้น้ำจากระบบประปาเพื่อดื่มคิดเป็นร้อยละ 20.6 การปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนดื่มโดยใช้วิธีกรองคิดเป็นร้อยละ 79.8 กรองและต้มร้อยละ 18.9 และโดยวิธีต้มคิดเป็นร้อยละ 1.3 เหตุผลของการดื่มน้ำจากระบบประปาเพราะว่ามีความสะดวก ร้อยละ 93.3 รองลงมา คือ ประหยัด สะอาด และไม่มีแหล่งน้ำอื่น คิดเป็นร้อยละ 48.5, 24.9 และ 9.1 ตามลำดับ สาเหตุที่ผู้ตอบแบบสอบถามไม่ดื่มน้ำจากระบบประปา เพราะน้ำไม่สะอาดคิดเป็นร้อยละ 53.2 รองลงมาคือน้ำเหม็นกลิ่นคลอรีน ไม่สะดวกยุ่งยาก

และไม่มั่นใจในความสะอาด คิดเป็นร้อยละ 36.4, 24.7 และ 14.3 ตามลำดับ ผู้ตอบแบบสอบถามใช้น้ำจากระบบประปาในการหุงต้มอาหารคิดเป็นร้อยละ 52.9 ไม่ใช้ในหุงต้มอาหารคิดเป็นร้อยละ47.1 และก่อนที่นำน้ำมาปรุงอาหารมีการปรับปรุงคุณภาพโดยผ่านเครื่องกรองน้ำคิดเป็นร้อยละ 60.6 รองลงมาคือเปิดน้ำจากก๊อกแล้วนำมาปรุงอาหารทันทีคิดเป็นร้อยละ 33.8 และเก็บทิ้งไว้ในภาชนะก่อนแล้วนำมาปรุงอาหาร คิดเป็นร้อยละ 5.6 นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามยังใช้ประโยชน์จากน้ำประปาในกิจกรรมต่างๆ ดังนี้ คือใช้อาบ รดน้ำต้นไม้ ล้างรถและการซักล้างคิดเป็นร้อยละ 96.5, 17.4, 10.4 และ 65.0 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 พฤติกรรมการใช้น้ำ

ข้อที่	พฤติกรรม	จำนวน	ร้อยละ
1.	ใช้น้ำจากระบบประปาเพื่อ		
	ดื่ม	297	79.4
	ไม่ดื่ม	77	20.6
2.	ก่อนนำน้ำมาดื่มมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดย		
	การต้ม	4	1.3
	กรอง	237	79.8
	กรองและต้ม	56	18.9
3.	สาเหตุที่ดื่มน้ำจากระบบประปาเพราะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
	สะดวก	277	93.3
	สะอาด	74	24.9
	ประหยัด	144	48.5
	ไม่มีแหล่งน้ำอื่น	27	9.1
4.	สาเหตุที่ไม่ดื่มน้ำจากระบบประปา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
	น้ำไม่สะอาด	41	53.2
	น้ำเหม็นกลิ่นคลอรีน	28	36.4
	ไม่สะดวกยุ่งยาก	19	24.7
	ไม่มั่นใจในความสะอาด	11	14.3
5.	ใช้น้ำจากระบบประปาในการหุงต้มอาหาร		
	ใช้หุงต้มอาหาร	198	52.9
	ไม่ใช้	176	47.1

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อที่	พฤติกรรม	จำนวน	ร้อยละ
6.	ปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนหุงต้มอาหารโดย		
	เปิดน้ำจากก๊อกแล้วนำมาปรุงอาหารทันที	67	33.8
	เก็บไว้ในภาชนะทิ้งไว้ก่อนแล้วนำมาปรุงอาหาร	11	5.6
	ผ่านเครื่องกรองน้ำ	120	60.6
7.	นอกจากนี้ใช้น้ำเพื่อประโยชน์ (ตอบได้มากกว่า1 ข้อ)		
	อาบ	361	96.5
	รดน้ำต้นไม้	65	17.4
	ล้างรถ	39	10.4
	ซักล้าง	243	65.0

3.5.3 ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประปา

1) ความพึงพอใจต่อคุณภาพน้ำประปา (ตารางที่ 12)

จากการศึกษาพบว่าผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจต่อคุณภาพน้ำประปาอยู่ในระดับปานกลาง ในเรื่อง ความใสของน้ำ กลิ่นของน้ำประปา กลิ่นคลอรีน สี และ รสชาติของน้ำซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าความขุ่นของน้ำประปาตลอดการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 0.70-11 NTU โดยมีจำนวน 32 ตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกคิดเป็นร้อยละ 14.04 บางครั้งน้ำประปาจะมีกลิ่นตะกอนและสนิมเหล็ก ส่วนกลิ่นคลอรีนจะมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับคลอรีนตกค้างที่พบในปริมาณน้อยโดยอยู่ในช่วง 0-0.2 mg/L แต่เมื่อใช้น้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคพบว่าน้ำประปาจะมีความขุ่นอยู่ในช่วง 4.5-5.2 NTU มีกลิ่นของตะกอนและกลิ่นของคลอรีนมากกว่าน้ำที่ผลิตภายในมหาวิทยาลัย จากการศึกษาคุณภาพน้ำในถัง 1,800 ลูกบาศก์เมตร พบว่ามีคลอรีนตกค้าง 0.3 mg/L บางครั้งน้ำจะเป็นสีเหลือง และพบว่ามีปริมาณแมงกานีสอยู่ในช่วง 0.165-0.360 mg/L ซึ่งอาจทำให้เสื้อผ้ามีรอยเปื้อนและมีความขุ่นได้ (ศริศักดิ์ สุนทรไชย, 2544 และมั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542) ส่วนในเรื่องความกระด้างของน้ำผู้ใช้น้ำมีความพอใจในระดับมากซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าน้ำประปาปลายท่อที่ผลิตในมหาวิทยาลัยมีความกระด้างอยู่ในช่วง 25.75-44.66 mg/L ซึ่งเป็นน้ำอ่อน (0-75 mg/L as $CaCO_3$)และน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค มีความกระด้างอยู่ในช่วง 85.3-92.1mg/L เป็นน้ำค่อนข้างกระด้าง (75-150 mg/L as $CaCO_3$) (กรรณ์การ์ สิริสิงห, 2544)

2.) ความพึงพอใจต่อความสะอาดของน้ำประปา (ตารางที่ 13)

จากการศึกษาพบว่าผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจต่อความสะอาดของน้ำประปาอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางในเรื่อง การนำน้ำมาดื่มโดยไม่ต้องผ่านการต้มหรือกรอง ความสะอาดเพียงพอสำหรับการดื่ม ความสะอาดเพียงพอสำหรับการปรุงอาหาร ความสะอาดไม่มีสิ่งแปลกปลอม เช่น ตะกอน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพน้ำประปาที่ผลิตในมหาวิทยาลัยที่พบว่ามีความขุ่นสูงทั้งนี้อาจเนื่องจากตะกอนในระบบเส้นท่อ ส่วนความขุ่นของน้ำประปาส่วนภูมิภาคอาจมีสาเหตุมาจากปริมาณแมงกานีสที่สูง (0.165-0.360 mg/L) เนื่องจากสูงกว่า 0.18 mg/L ซึ่งจะทำให้น้ำเกิดความขุ่น (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542) และอาจทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ โดยอาจทำให้เกิดพิษสะสมเรื้อรัง เม็ดเลือดขาวถูกทำลาย เกิดอาการทางจิตเสื่อม (ศริศักดิ์ สุนทรไชย, 2544) ส่วนในเรื่องความสะอาดเพียงพอกับการอาบ และความสะอาดเพียงพอกับการซักล้างพบว่าผู้ใช้น้ำมีความพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาที่พบว่าปริมาณแมงกานีสที่สูงกว่า 0.1 mg/Lจะทำให้เกิดรอยเปื้อนให้กับเสื้อผ้าได้

3.) ความพึงพอใจต่อปริมาณน้ำประปา (ตารางที่ 14)

จากการศึกษาพบว่าผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ในเรื่องปริมาณน้ำประปาเพียงพอต่อการอุปโภค-บริโภค แรงดันน้ำเพียงพอไม่ไหลกระปริบกะปรอย และการไหลของน้ำประปาในแต่ละวัน เนื่องจากมหาวิทยาลัยจะใช้น้ำในอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนเพื่อการผลิตน้ำประปา แต่เมื่อปริมาณน้ำลดลงก็จะใช้น้ำประปาจากการประปาส่วนภูมิภาคทำให้มีน้ำใช้ตลอดทั้งปี

4.) ความพึงพอใจต่ออุปกรณ์และการบริการ (ตารางที่ 15)

จากการศึกษาพบว่าผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ประดับปานกลางในเรื่องอุปกรณ์ที่ใช้มีความคงทน ความสวยงามของอุปกรณ์ เช่น ก๊อกน้ำ อ้างล้างหน้า ความเพียงพอของก๊อกน้ำต่อการใช้งาน การประชาสัมพันธ์เมื่อจะมีการหยุดจ่ายน้ำล่วงหน้า ส่วนเรื่องความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ต่างๆ และตำแหน่งของก๊อกน้ำเหมาะสมต่อการใช้งาน ผู้ใช้น้ำมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

3.5.4 ปัญหาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จากการศึกษาพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีปัญหาในเรื่อง คุณภาพของน้ำประปาซึ่งได้แก่ ตะกอน กลิ่น และสีของน้ำ (มีสีเหลืองไม่สามารถซักผ้าขาวได้) จึงทำให้ไม่มั่นใจในความสะอาด ส่วนมากจะพบปัญหานี้ในฤดูแล้ง และยังพบปัญหาการชำรุดของวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับระบบประปาในที่พักอาศัย การซ่อมแซมล่าช้าและไม่มีการติดตามหลังการให้บริการ นอกจากนี้ยังพบปัญหาในเรื่องการคำนวณค่าน้ำประปาอีกด้วย ผู้ใช้น้ำต้องการให้มหาวิทยาลัยปรับปรุงในเรื่องคุณภาพของน้ำและการบริการให้ดีขึ้น ส่วนในเรื่องน้ำดื่มนั้นผู้ตอบแบบสอบถามส่วนหนึ่งไม่มั่นใจในคุณภาพน้ำ จึงซื้อน้ำดื่มบรรจุขวดจากผู้จำหน่ายภายนอก

ตารางที่ 12 แสดงจำนวน ร้อยละ และค่าเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามความพึงพอใจต่อคุณภาพน้ำประปา

ความพึงพอใจต่อคุณภาพของน้ำประปา	มากที่สุด		มาก		ปานกลาง		น้อยที่สุด		ไม่พึงพอใจ		ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
ความใสของน้ำ	8	2.1	191	51.1	146	39.0	17	4.5	12	3.2	3.44	พอใจปานกลาง
กลิ่นของน้ำประปา	2	0.5	129	34.5	161	43.0	43	11.5	39	10.4	3.03	พอใจปานกลาง
กลิ่นคลอรีน	4	1.1	106	28.3	185	49.5	57	15.2	22	5.9	3.03	พอใจปานกลาง
สีของน้ำ	7	1.9	164	43.9	154	41.2	31	8.3	18	4.8	3.30	พอใจปานกลาง
รสชาติ	3	0.8	130	34.8	174	46.5	39	10.4	28	7.5	3.11	พอใจปานกลาง
ความกระด้าง	32	8.56	198	52.94	106	28.34	38	10.16	0	0	3.60	พอใจมาก
เฉลี่ย											3.25	พอใจปานกลาง

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 มากที่สุด, 3.50 – 4.49 มาก, 2.50 – 3.45 น้อย, 1.50 – 2.49 น้อยที่สุด, 1.00 – 1.49 ไม่พึงพอใจ

ตารางที่ 13 แสดงจำนวน ร้อยละ และค่าเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามความพึงพอใจต่อความสะอาดน้ำประปา

ความพึงพอใจต่อความสะอาดของน้ำประปา	มากที่สุด		มาก		ปานกลาง		น้อยที่สุด		ไม่พึงพอใจ		ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
สามารถดื่มน้ำได้โดยไม่ผ่านการต้มหรือกรอง	1	0.3	84	22.5	141	37.7	72	19.3	76	20.3	2.63	พอใจปานกลาง
ความสะอาดเพียงพอสำหรับการดื่ม	4	1.1	85	22.7	167	44.7	62	16.6	56	15.0	2.78	พอใจปานกลาง
ความสะอาดเพียงพอสำหรับการปรุงอาหาร	6	1.6	125	33.4	152	40.6	52	13.9	39	10.4	3.01	พอใจปานกลาง
ความสะอาดเพียงพอกับการอาบ	40	10.7	209	55.9	95	25.4	20	5.3	10	2.7	3.66	พอใจมาก
ความสะอาดเพียงพอกับการซักล้าง	42	11.2	203	54.3	113	30.2	13	3.5	3	0.8	3.72	พอใจมาก
ความสะอาด ไม่มีสิ่งแปลกปลอม	7	1.9	145	38.8	163	43.6	36	9.6	23	6.1	3.21	พอใจปานกลาง
เฉลี่ย											3.17	พอใจปานกลาง

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 มากที่สุด, 3.50 – 4.49 มาก, 2.50 – 3.45 น้อย, 1.50 – 2.49 น้อยที่สุด, 1.00 – 1.49 ไม่พึงพอใจ

ตารางที่ 14 แสดงจำนวน ร้อยละ และค่าเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามความพึงพอใจต่อปริมาณน้ำประปา

ความพึงพอใจต่อปริมาณน้ำประปา	มากที่สุด		มาก		ปานกลาง		น้อยที่สุด		ไม่พึงพอใจ		ค่าเฉลี่ย	เฉลี่ย
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
ปริมาณน้ำประปาเพียงพอต่อการอุปโภค-บริโภค	86	23.0	196	52.4	79	21.1	12	3.2	1	0.3	3.95	พอใจมาก
แรงดันน้ำเพียงพอไม่ไหลกระปริบกะปรอย	86	23	182	48.7	90	24.1	12	3.2	5	0.5	3.86	พอใจมาก
การไหลของน้ำประปาในแต่ละวัน	56	15	234	62.6	70	18.7	14	3.7	0	0	3.88	พอใจมาก
เฉลี่ย											3.90	พอใจมาก

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 มากที่สุด, 3.50 – 4.49 มาก, 2.50 – 3.45 น้อย, 1.50 – 2.49 น้อยที่สุด, 1.00 – 1.49 ไม่พึงพอใจ

ตารางที่ 15 แสดงจำนวน ร้อยละ และค่าเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามความพึงพอใจต่ออุปกรณ์และการบริการ

ความพึงพอใจต่ออุปกรณ์และการบริการ	มากที่สุด		มาก		ปานกลาง		น้อยที่สุด		ไม่พึงพอใจ		ค่าเฉลี่ย	เฉลี่ย
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
อุปกรณ์ที่ใช้มีความคงทน เช่น ก๊อกน้ำ อ่างล้างหน้า	32	8.6	168	44.9	128	34.2	29	7.8	17	4.5	3.45	พอใจปานกลาง
ความสวยงามของอุปกรณ์ เช่น ก๊อกน้ำ อ้างล้างหน้า	12	3.2	124	33.2	181	48.4	46	12.3	11	2.9	3.21	พอใจปานกลาง
ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ต่างๆ	31	8.3	185	49.5	131	35.0	20	5.3	7	1.9	3.56	พอใจมาก
ตำแหน่งของก๊อกน้ำเหมาะสมต่อการใช้งาน	39	10.4	207	55.3	101	27.0	22	5.9	5	1.3	3.68	พอใจมาก
ความเพียงพอของก๊อกน้ำต่อการใช้งาน	32	8.6	158	42.2	151	40.4	17	4.5	16	4.3	3.46	พอใจปานกลาง
การประชาสัมพันธ์เมื่อจะมีการหยุดจ่ายน้ำล่วงหน้า	11	2.9	117	31.3	147	39.3	60	16.0	39	10.4	3.00	พอใจปานกลาง
											3.39	พอใจปานกลาง

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 มากที่สุด, 3.50 – 4.49 มาก, 2.50 – 3.45 น้อย, 1.50 – 2.49 น้อยที่สุด, 1.00 – 1.49 ไม่พึงพอใจ