# บทที่ 4
# ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล

จากการศึกษาทดลองจะได้ผลการทดลองดังรายละเอียดในภาคผนวก ข. และจากผลการทดลองสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างของน้ำประปาได้ดังนี้

## 4.1 ปริมาณคลอรีนตกค้างในระบบท่อน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร

จากการทดสอบหาปริมาณคลอรีนตกค้างในระบบโครงท่อน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าปริมาณคลอรีนตกค้างตามจุดต่าง ๆ ที่ได้ไปทำการทดสอบมีค่าค่อนข้างที่ใกล้เคียงกัน และมีค่าคงที่ทุกช่วงเวลาที่ทำการทดสอบ คือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ได้ตามเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดไว้ให้อยู่ระหว่าง 0.1 – 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งจะเห็นว่าในขณะนี้การควบคุมปริมาณการเติมคลอรีนให้กับระบบการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรนั้นมีคุณภาพได้ตามมาตรฐานดีอยู่แล้ว

## 4.2 ค่า pH ของน้ำประปาในระบบท่อน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร

จากการทดสอบในจุดทดสอบต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้ว พบว่าค่า pH ของน้ำประปาเกือบทุกจุดมีค่าใกล้เคียงกันมาก คือมีค่าอยู่ระหว่าง 6.5 – 7.5 ซึ่งในมตรฐานของน้ำประปาได้กำหนดไว้ให้มีค่าประมาณ 6.5 – 8.5 ดังนั้นจะเห็นว่าในขณะนี้น้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรมีค่า pH ที่ตรงตามมาตรฐาน และมีการควบคุมค่า pH ที่ค่อนข้างที่แน่นอนดีแล้ว

นอกจากนี้ในระหว่างการทำการทดสอบน้ำตัวอย่างได้สังเกตพบว่าน้ำประปานั้นมีสีใส ไม่มีความขุ่น และกลิ่นที่น่ารังเกียจ จึงถือได้ว่าน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวรในขณะนี้มีคุณภาพที่ดีเหมาะสมกับการที่จะนำไปใช้เพื่อการอุปโภค – บริโภค ได้อย่างปลอดภัย

## 4.3 เปรียบเทียบปริมาณคลอรีนที่ใช้ในการผลิตน้ำประปากับข้อมูลที่ได้จากกองแผนงานของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ข้อมูลที่ได้รับจากกองแผนงานของมหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าการผลิตน้ำประปานั้นจะใช้แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ ( $Ca(OCl)_2$) ชนิดผง 6.5 กิโลกรัมต่อน้ำดิบ 12,500 ลูกบาศก์เมตรต่อการผลิต 1 วัน ซึ่งเมื่อเทียบเป็นความเข้มข้นแล้วจะได้ค่าประมาณ 0.52 มิลลิกรัม/ลิตร จะเห็นว่าค่าที่ได้มีค่าที่สูงกว่าข้อกำหนดที่กำหนดไว้ให้อยู่ในช่วง 0.25 – 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร( มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ : วิศวกรรมการประปา,2538) เล็กน้อย แต่จากการทดสอบหาปริมาณคลอรีนตกค้างในระบบโครงข่ายน้ำประปาแล้วพบว่าปริมาณคลอรีนที่ตกค้างมีค่าที่อยู่ในเกณฑ์ที่นิยมใช้ในการออกแบบการผลิตน้ำประปา คืออยู่ระหว่าง 0.1 – 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ : วิศวกรรมการประปา,2538) ซึ่งเป็นค่าที่เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อโรคในระบบของน้ำประปาตลอดของความยาวของเส้นท่อ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้รับจากกองแผนงานของมหาวิทยาลัยนเรศวรนั้นเป็นข้อมูลที่ค่อนข้างนานแล้ว แต่ในการทดสอบได้กระทำเมื่อไม่นานนี้ ซึ่งในปัจจุบันการผลิตน้ำประปาเพื่อการบริโภค – อุปโภคได้เพิ่มขึ้นจากเดิมมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการปรับปรุงระบบการผลิตน้ำประปาให้ดียิ่งขึ้นจึงควรที่จะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ทันสมัยมากกว่านี้ อาจจะมีการศึกษาระบบการเติมคลอรีนที่ทันสมัยจากข้อมูลใหม่ ๆ เพราะการผลิตจากข้อมูลเดิมอาจจะได้น้ำประปาที่ไม่ได้คุณภาพหรือไม่เพียงพอต่อการบริโภคก็ได้

## 4.4 วิจารณ์ระบบการเติมคลอรีนของระบบการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร

คลอรีนที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคในระบบการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นผงของแคลเซียมไฮโปคลอไรต์ ( $Ca(OCl)_2$) ซึงมี % Aviable Chlorine สูงมากประมาณ 70 – 80 % การเติมคลอรีนให้กับระบบการผลิตเป็นแบบ Postchlorination คือเป็นการเติมภายหลังจากกระบวนการผลิตน้ำประปาแล้ว ซึ่งจากการทดสอบหาปริมาณคลอรีนตกค้างในระบบโครงข่ายน้ำประปาพบว่าปริมาณคลอรีนที่ตกค้างมีค่าอยู่ในระดับที่ได้มาตรฐานตามข้อกำหนด ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนไปเติมคลอรีนแบบ Prechlorination ซึ่งเป็นระบบที่สิ้นเปลืองมากกว่า

และจากการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ กับสารคลอรีนในรูปแบบอื่น ๆ พบว่า แคลเซียมไฮโปคลอไรต์นั้นมีความเข้มข้นที่ใช้งานมากกว่า โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl ), คลอรีนไดออกไซด์ ($ClO_2$) และโอโซน แคลเซียมไฮโปคลอไรต์มีเสถียรภาพที่ดีกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรต์และโอโซน แต่มีพิษต่อจุลชีพที่ดีใกล้เคียงกันกับโซเดียมไฮโปคลอไรต์, คลอรีนไดออกไซด์ และโอโซน ในด้านผลกระทบที่จะมีต่อผู้ใช้นั้น แคลเซียมไฮโปคลอไรต์นั้นมีผลกระทบต่อผู้ใช้น้อยกว่าการใช้ก๊าซคลอรีน, คลอรีนไดออกไซดด์ และโอโซน ซึ่งจากการศึกษายังพบว่าการใช้ก๊าซคลอรีน และโอโซนในการฆ่าเชื้อโรคนั้นจะทำให้ระบบท่อน้ำประปาเสียหาย เพราะจะเกิดการกัดกร่อนระบบท่อ ด้านราคาแคลเซียมไฮโปคลอไรต์ก็มีราคาที่ต่ำกว่า การใช้โอโซนมาก แต่ในด้านประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค แคลเซียมไฮโปคลอไรต์มีประสิทธิภาพที่ดีถึงดีมากกว่าการใช้สารคลอรีนในประเภทอื่น ๆ

ดังนั้นในขณะนี้ระบบการเติมคลอรีนของมหาวิทยาลัยนเรศวรโดยการใช้ แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ชนิดผง จึงถือว่าเป็นระบบการผลิตที่เหมาะสม คุ้มค่า และได้มาตรฐานแล้ว น้ำประปาที่ผลิตได้ก็มีคุณภาพดี ตรงตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด สามารถนำไปใช้ได้อย่างปลอดภัย ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนระบบการเติมคลอรีน และระบบการผลิตใหม่ แต่ในอนาคตมหาวิทยาลัยกำลังขยายตัว ปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้นดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาและอาจจะต้องเปลี่ยนระบบการผลิตน้ำประปาให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำก็ได้