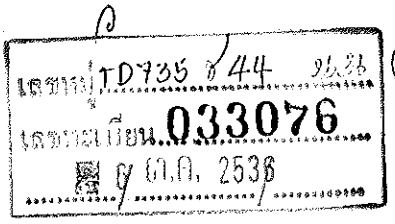
ผลกระทบจากน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุงต่อคุณภาพแหล่งน้ำในเขตเทศบาลเมืองพัทลุง

Impact of Phatthalung Hospital's Sewage Effluent on the Quality of Water Resource in Phatthalung Municipality

ชลฤดี เทพชนะ

Cholruedee Dhepchana



วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Management

Prince of Songkla University

2536

ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลกระทบจากน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุงต่อคุณภาพแหล่งน้ำในเขตเทศบาลเมืองพัทลุง
ผู้เขียน	นางชลฤดี เทพชนะ
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ณรงค์ ณ เชียงใหม่)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร เพื่องจันทร์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ณรงค์ ณ เชียงใหม่)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร เพื่องจันทร์)

.....กรรมการ
(อาจารย์อุดมผล พืชน์ไพบูลย์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรไชย รัตนไชย)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(ดร.ไพรัตน์ สงวนไทร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลกระทบจากน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุงต่อคุณภาพแหล่งน้ำในเขตเทศบาลเมืองพัทลุง
ผู้เขียน	นางชลฤดี เทพชนะ
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2536

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบจากน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุง ต่อคุณภาพแหล่งน้ำในเขตเทศบาลเมืองพัทลุง ซึ่งเริ่มศึกษาตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2533 ถึง เดือนเมษายน 2534 โดยเก็บตัวอย่างน้ำในคลองตำนานก่อนไหลผ่านโรงพยาบาลพัทลุงมาตรวจวิเคราะห์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) 3.2 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) 4.1 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นกรด-เบส (pH) 7.1 อุณหภูมิ 26.3 องศาเซลเซียส ความขุ่น 18.4 มิลลิกรัม/ลิตร ของซิลิกาสเกล ของแข็งแขวนลอย (SS) 25.2 มิลลิกรัม/ลิตร โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (เอ็ม พี เอ็น/100 มิลลิลิตร) 48.7×10^3 และตรวจไม่พบแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำในคลองตำนาน หลังจากไหลผ่านโรงพยาบาลพัทลุง พบว่ามีค่าเฉลี่ยความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) 6.9 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) 4.3 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นกรด-เบส (pH) 6.9 อุณหภูมิ 26.5 องศาเซลเซียส ความขุ่น 21.3 มิลลิกรัม/ลิตร ของซิลิกาสเกล ของแข็งแขวนลอย 25.3 มิลลิกรัม/ลิตร โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (เอ็ม พี เอ็น/100 มิลลิลิตร) 979.2×10^3 และตรวจไม่พบแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แหล่งน้ำในเขตเทศบาลเมืองพัทลุง ได้รับผลกระทบโดยตรงจากน้ำทิ้งของโรงพยาบาล

การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น พบว่า ตัวแปรตาม คือ BOD จะสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรที่แปรผันกลับกับ BOD ได้แก่ DO pH ส่วนตัวแปรที่แปรผันตรงกับ BOD คือโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และจากการวิเคราะห์ความถดถอย จะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง BOD DO pH และโคลิฟอร์มดังนี้ คือ

$$BOD = 83.15 - 2.65DO - 9.31pH + 4.64 \times 10^{-6} \text{ Coliform}$$

Thesis Title	Impact of Phatthalung Hospital's Sewage Effluent on the Quality of Water Resource in Phatthalung Municipality
Author	Mrs. Cholruedee Dhepchana
Major Program	Environmental Management
Academic Year	1993

Abstract

This is a study of the impact of Phatthalung Hospital's sewage effluent on the quality of the water resource in Phatthalung Municipality. The study was carried out on samples taken from the Thamnan Canal between August 1990 and April 1991. Analysis of the quality of the water before it passed the Phatthalung Hotpital gave the results: average Biochemical Oxygen Demand 3.2 mg/l, Dissolved Oxygen 4.1 mg/l, pH 7.1, Temperature 26.3 degree Celcius,Turbidity 18.4 mg/l as SiO_2, Suspended Solids 25.2 mg/l, Coliform bacteria (MPN/100 ml) 48.7×10^3. Analysis after the water had passed the Phatthalung Hotpital revealed: average Biochemical Oxygen Demand 6.9 mg/l, Dissolved Oxygen 4.3 mg/l, pH 6.9, Temperature 26.5 degree Celcius, Turbidity 21.3 mg/l as SiO_2, Suspended Solids 25.3 mg/l, Coliform bacteria (MPN/100 ml) 979.2×10^3. No pathogenic bacteria was found in both cases. The results reveal that Phatthalung Hospital's sewage effluent does have an impact on the quality of water resource in Phatthalung Municipality.

Regression analysis shows that Biochemical Oxygen Demand (BOD) has a nagative correlation with Dissolved Oxygen (DO) and pH, but a positive correlation with Coliform bacteria, which can be explained by the following equation:

$$BOD = 83.15 - 2.65DO - 9.31pH + 4.64 \times 10^{-6} \text{ Coliform}$$

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความกรุณาให้แนวทาง คำปรึกษา แนะนำและการช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านจากอาจารย์ที่ปรึกษาทั้ง 2 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ณรงค์ ณ เชียงใหม่ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร เฟื่องจันทร์ ผู้วิจัยรู้สึกเป็นพระคุณอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรไชย รัตนไชย และอาจารย์อุดมผล พืชน์ไพบูลย์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราพร ชมพิกุล และ ผู้ช่วย-ศาสตราจารย์กรรณิกา วิทย์สุภากร ที่ให้คำแนะนำด้านสถิติ

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลพัทลุง สำนักงานชลประทานพัทลุง สำนักงานเทศบาลเมืองพัทลุง สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพัทลุง สถานีอนามัยตำบลควนมะพร้าว ที่ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

ท้ายที่สุด ขอขอบคุณ คุณแม่ คุณพ่อ คุณไพโรจน์ เทพชนะ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจ จนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

ชลฤดี เทพชนะ

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ..... (3)

Abstract..... (4)

กิตติกรรมประกาศ..... (5)

สารบาญ..... (6)

รายการตาราง..... (8)

รายการภาพประกอบ..... (9)

ตัวย่อและสัญลักษณ์..... (10)

บทที่

1. บทนำ..... 1

ปัญหาและความเป็นมาของปัญหา..... 1

ลักษณะพื้นที่..... 4

ลักษณะทั่วไป..... 4

อาณาเขต..... 4

ภูมิประเทศ..... 4

ภูมิอากาศ..... 6

แหล่งน้ำ..... 7

การปกครอง..... 8

การตรวจเอกสาร..... 10

ความหมายของน้ำทิ้ง..... 10

แหล่งที่มาของน้ำทิ้ง..... 10

พารามิเตอร์ที่เป็นดัชนีสำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง..... 13

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 20

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 20

หน้า

2. วิธีการวิจัย..... 21
วัสดุ..... 21
อุปกรณ์..... 23
วิธีดำเนินการ..... 25
การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน..... 25
การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ..... 25
ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำ..... 32
การเก็บตัวอย่างน้ำ..... 32
ขอบเขตและวิธีการดำเนินงาน..... 33
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 34
3. ผลการทดลอง..... 37
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ..... 37
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 49
4. วิจารณ์และสรุป..... 55
วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา..... 55
แนวทางการแก้ไข..... 59
ข้อเสนอแนะ..... 63
5. บรรณานุกรม..... 64
6. ภาคผนวก..... 71
7. ประวัติผู้เขียน..... 113

รายการตาราง

หน้า

ตาราง

1 วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ..... 36

2 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ..... 39

3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจุดที่ 1..... 40

4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจุดที่ 2..... 41

5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจุดที่ 3..... 42

6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจุดที่ 4..... 43

7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจุดที่ 5..... 44

8 Kruskal-Wallis testของ BOD..... 50

9 Kruskal-Wallis test ของ Coliform..... 50

10 Analysis of Variance ของ pH..... 51

11 Analysis of Variance ของ DO..... 51

12 Model Fitting Results for BOD..... 52

13 แสดงเงื่อนไขของตัวแปรในสมการ 53

14 Analysis of Variance for the Full Regression..... 54

รายการภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ

1 แผนที่จังหวัดพัทลุง..... 5

2 แผนที่แสดงในเขตเทศบาลเมืองพัทลุง..... 9

3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ..... 22

4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจตัวอย่างน้ำ..... 24

5 แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 5 สถานี..... 26

6 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1..... 27

7 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2..... 28

8 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3..... 29

9 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4..... 30

10 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่ 5..... 31

11 แสดงค่าเฉลี่ยของ BOD ในแต่ละสถานี..... 45

12 แสดงค่าเฉลี่ยของ DO ในแต่ละสถานี..... 46

13 แสดงค่าเฉลี่ยของ pH ในแต่ละสถานี..... 47

14 แสดงค่าเฉลี่ยของ Coliform ในแต่ละสถานี..... 48

15 แสดงปริมาณน้ำฝนที่ตกในจังหวัดพัทลุง..... 57

16 แสดงกลไกการเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์..... 77

ตัวย่อและสัญลักษณ์

pH = พี เอช หรือ ค่าความเป็นกรด - เบส

Temp = อุณหภูมิ (Temperature)
มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}C$)

SS = ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended solids)
มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร

BOD = ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี
(Biochemical Oxygen Demand) มีหน่วยเป็น
มิลลิกรัม/ลิตร (mg/l)

Turb = ค่าความขุ่น (Turbidity) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร
ในรูปของซิลิกอนไดออกไซด์ (Unit as SiO_2)

MPN/100 ml = ค่า Most Probable Number ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย
ในน้ำ 100 มิลลิลิตร ที่เทียบจากตาราง MPN Index
จากผลบวกของการตรวจสอบในขั้นยืนยัน

บทที่ 1

บทนำ

1. ปัญหาและความเป็นมาของปัญหา

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เป็นอย่างมาก หลายคนเชื่อว่า น้ำเป็นทรัพยากรที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเพียงพอ เพราะน้ำเป็นทรัพยากรที่มีอยู่จำนวนมหาศาล หากแต่ปัจจุบันการเพิ่มขึ้นของประชากรที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีการขยายตัวของเมือง การเพิ่มขึ้นของอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ และการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัย นำทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ มาใช้เพื่อสนองความต้องการของมนุษย์ และมนุษย์ก็มีการถ่ายเทของเสียกลับสู่ธรรมชาติ ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ (Water pollution) อันเนื่องมาจากการใช้ทรัพยากรน้ำที่ขาดการวางแผนและการควบคุมสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม

ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาในแหล่งน้ำเสื่อมโทรมเกิดการเน่าเสีย และป้องกันการเกิดวิกฤตการณ์มลพิษของแหล่งน้ำในอนาคต ดังที่เกิดขึ้นมาแล้วจากการเน่าเสียของแม่น้ำเทมส์ในประเทศอังกฤษและการเน่าเสียของแม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล ในประเทศไทย ซึ่งอาจจะกระทำได้หลายวิธี อาทิเช่น การใช้ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำจัดน้ำเสียจากแหล่งต่าง ๆ และการใช้แรงจูงใจ เช่น การลดภาษีเงินได้สำหรับสถานประกอบการต่าง ๆ ตามความสามารถในการกำจัดน้ำเสีย หรือการจ่ายเงินอุดหนุนรวมทั้งการใช้มาตรการทางกฎหมายเข้าบังคับ โดยการกำหนดค่ามาตรฐานของคุณภาพของน้ำเสีย ที่สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้โดยที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ หรือส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เช่นการปล่อยน้ำทิ้งที่เป็น

แหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคลงสู่แม่น้ำ ทำให้คุณภาพน้ำ (ภาคผนวก ก) เปลี่ยนแปลง และเกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคที่มีน้ำเป็นสื่อ เช่น บิด และโรคอุจจาระร่วงอย่างแรงเป็นต้น

การปล่อยน้ำทิ้งจากโรงพยาบาล ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งรวมของเชื้อโรคนานาชนิดจากผู้ป่วยก็อาจจะเป็นแหล่งแพร่กระจายของเชื้อโรคได้ หากไม่ได้รับการดูแลในเรื่องการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ ทั้งนี้ของเสียจากผู้ป่วยอาจจะมีทั้งของเหลวและกากของเสีย โดยสามารถแยกตามแหล่งกำเนิดของเสียได้ดังนี้

1.1 สถานที่ตรวจคนไข้นอก เป็นสถานที่ของผู้ป่วยโดยทั่วไปและผู้ป่วยฉุกเฉินรวมทั้งญาติพี่น้องของผู้ป่วยมาใช้บริการจากโรงพยาบาล ได้แก่ ห้องส้วม ห้องน้ำ โรงอาหาร หรือร้านค้าต่าง ๆ

1.2 สถานที่รับคนไข้ ผู้ป่วยมารักษาตัวอยู่ในโรงพยาบาล ญาติพี่น้องและผู้มาเยี่ยมเยี่ยน ซึ่งลักษณะของเสียในสถานที่รับคนไข้จะแตกต่างกันไปตามลักษณะการรักษาพยาบาลที่ได้รับ เช่นการคลอดบุตร การผ่าตัดเป็นต้น

1.3 โรงซักรีด เป็นแหล่งน้ำทิ้งจากการซักฟอกเสื้อผ้า ผ้าปูที่นอน ปลอกหมอน จึงเป็นแหล่งที่มีเชื้อโรค ของเสียต่าง ๆ เจือปนออกมากับน้ำที่ใช้ในกิจกรรมเหล่านี้

1.4 โรงครัว และโรงอาหาร เป็นสถานที่ประกอบอาหารของผู้ประกอบการและผู้ใช้บริการ ของเสียที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นพวกเศษอาหาร ไขมัน และขยะปนเปื้อนมากับน้ำทิ้ง ซึ่งบางครั้งเศษอาหารและขยะต่าง ๆ เหล่านี้อาจจะทำให้เกิดการอุดตันของท่อน้ำทิ้งได้

1.5 ห้องปฏิบัติการ เป็นสถานที่ตรวจสอบและชันสูตรโรค ดังนั้นน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการอาจจะมีสิ่งเจือปนต่าง ๆ ได้แก่

1.5.1 เชื้อโรคซึ่งเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ เช่นโรคติดต่อบางชนิด ได้แก่ อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ และอุจจาระร่วงเป็นต้น

1.5.2 วัสดุใช้เพาะเลี้ยงเชื้อโรคต่าง ๆ

1.5.3 สารเคมี และยาฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ

1.6 ห้องผ่าตัดและห้องคลอด น้ำทิ้งจากห้องผ่าตัดและห้องคลอดส่วนใหญ่จะเป็นเลือดและยาฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ

1.7 อาคารที่พักอาศัยของเจ้าหน้าที่ น้ำทิ้งจะเกิดจากการชำระล้างทำความสะอาดร่างกาย การถ่ายเทของเสียจากร่างกาย การซักรีด การประกอบอาหาร ผงซักฟอกและสารเคมีภัณฑ์อื่น ๆ ที่ใช้ในครัวเรือน เช่น ยาฆ่าแมลง ยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น

1.8 สถานที่ทำการ ได้แก่ ตึกอำนวยการ น้ำทิ้งส่วนใหญ่จะเป็นการชำระล้างร่างกาย การถ่ายเทของเสีย และขยะต่าง ๆ

จะเห็นได้ว่าโรงพยาบาลเป็นแหล่งที่รวมของน้ำทิ้งจากสิ่งสกปรกต่าง ๆ มากมาย และโรงพยาบาลพัทลุง ก็เป็นโรงพยาบาลหนึ่งที่ไม่ได้มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะแม้จะเป็นโรงพยาบาลประจำจังหวัดที่มีขนาดใหญ่ มีจำนวนเตียง 255 เตียง มีบ้านพักอาศัยของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาล จำนวน 101 ครอบครัว โดยน้ำเสียที่ไหลออกจากโรงพยาบาลพัทลุงจะไหลลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ และไหลรวมกับน้ำในคลองตำนาน คลองทุ้งหม้าย ไปสิ้นสุดที่ทะเลสาบสงขลาตอนในบริเวณลำปำ เป็นระยะทางประมาณ 9 กิโลเมตร ทั้งนี้ระยะทางที่คลองตำนาน คลองทุ่งหม้ายไหลผ่านสู่ทะเลสาบสงขลานั้น จะมีหมู่บ้านที่ 3 และหมู่ที่ 9 ตำบลควนมะพร้าว จังหวัดพัทลุง ซึ่งมีจำนวนประชากรประมาณ 247 คน อาศัยน้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวเพื่อการอุปโภค

ฉะนั้นการศึกษาวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ จึงเป็นการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลพัทลุงและบริเวณใกล้เคียง โดยการพิจารณาผลกระทบจากคุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุง ต่อคุณภาพแหล่งน้ำในเขตเทศบาลเมืองพัทลุงเพื่อประโยชน์ในการใช้ข้อมูลเหล่านี้เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุง และเป็นประโยชน์ต่อการจัดการคุณภาพน้ำทิ้งของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด และเทศบาลเมืองพัทลุงต่อไป

2. **ลักษณะพื้นที่ของจังหวัดพัทลุง** (สำนักงานจังหวัดพัทลุง, 2534)

2.1 **ลักษณะทั่วไป**

จังหวัดพัทลุง ตั้งอยู่ทางตอนใต้ของประเทศไทย อยู่ระหว่างละติจูด 7 องศา 6 ลิปดาเหนือ กับ 7 องศา 53 ลิปดาเหนือ และระหว่างลองติจูด 100 องศา 26 ลิปดาตะวันออก กับ 100 องศา 61 ลิปดาตะวันออก ห่างจากกรุงเทพฯ ตามเส้นทางรถไฟสายใต้ประมาณ 864 กิโลเมตร หรือตามเส้นทางรถยนต์ เลียบชายฝั่งทะเลตะวันตก ด้านมหาสมุทรอินเดีย เป็นระยะทางประมาณ 1,200 กิโลเมตร หรือทางตะวันออกตามเส้นทางหลวงเอเชียหมายเลข 41 เป็นระยะทางประมาณ 858 กิโลเมตร ระยะทางจากทิศเหนือจดทิศใต้ยาวประมาณ 78 กิโลเมตร ทิศตะวันออกจดทิศตะวันตก ยาวประมาณ 53 กิโลเมตร คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 3,424.47 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 2,206,281 ไร่

2.2 **อาณาเขต** (ภาพประกอบ 1)

ทิศเหนือ จดเขตอำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช และอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

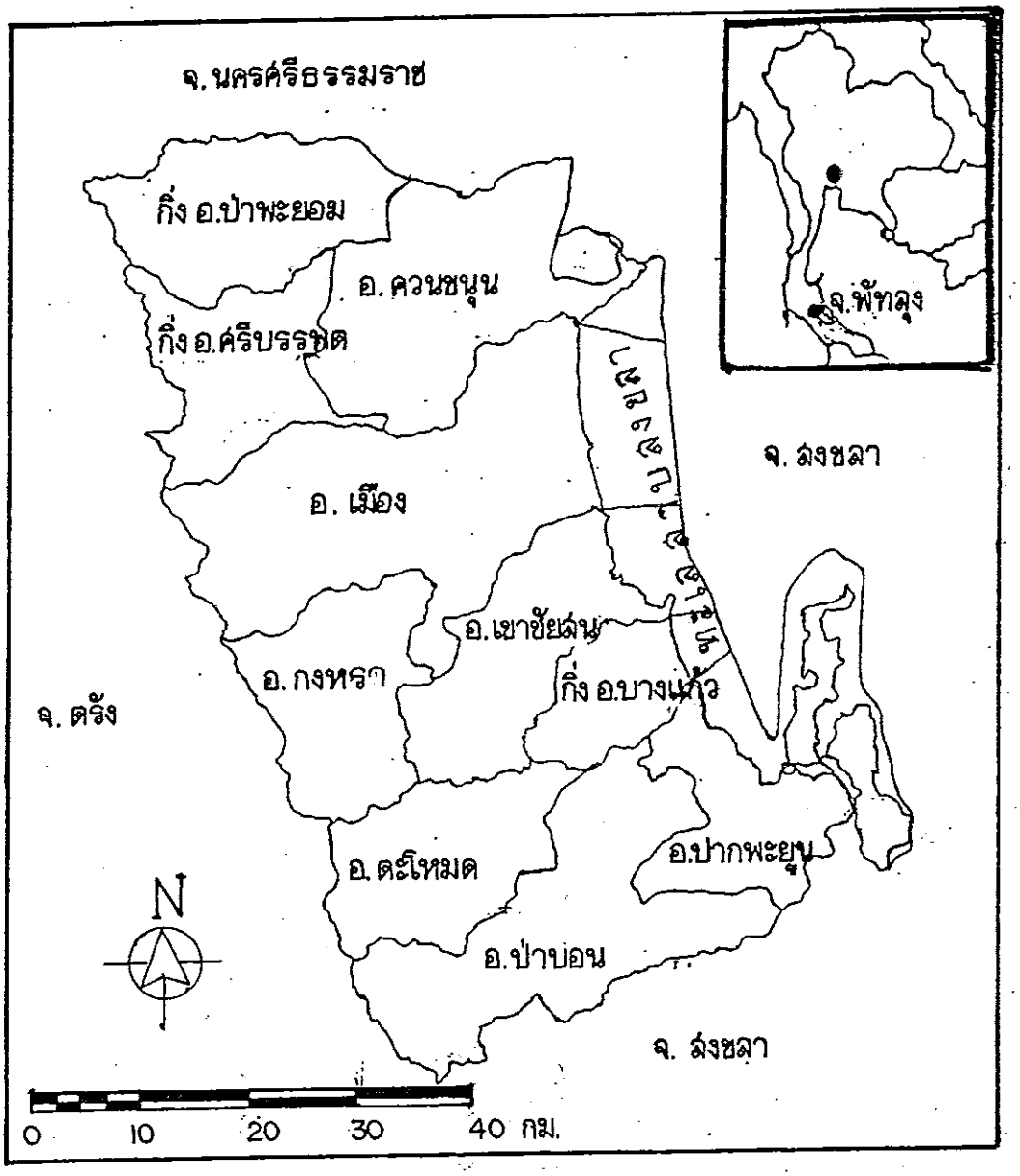
ทิศตะวันออก จดทะเลสาบสงขลา ติดต่อกับอำเภอระโนด อำเภอสะทิงพระ กิ่งอำเภอกระแสสินธุ์ จังหวัดสงขลา

ทิศตะวันตก จดอำเภอปะเหลียน อำเภอย่านตาขาว อำเภอห้วยยอด จังหวัดตรัง โดยมีเทือกเขาบรรทัดเป็นแนวแบ่งเขต

ทิศใต้ จดอำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

2.3 **ภูมิประเทศ**

ลักษณะภูมิประเทศและสภาพพื้นที่ทั่วไปของจังหวัดพัทลุง ทางทิศตะวันตกจะมีลักษณะเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อนและลาดต่ำลงมา ทิศตะวันออกจดทะเลสาบสงขลา พื้นที่ด้านตะวันออกจึงมีลักษณะเป็นที่ราบลุ่ม เหมาะแก่การเพาะปลูก การเกษตรด้านต่าง ๆ จากลักษณะดังกล่าวอาจจะแบ่งสภาพพื้นที่ของจังหวัดพัทลุงได้เป็น 3 เขต ดังนี้คือ



ภาพประกอบ 1 แผนที่จังหวัดพัทลุง

2.3.1 บริเวณพื้นที่สูงทางด้านตะวันตก เป็นบริเวณเทือกเขาบรรทัด บริเวณที่ลาดชันริมเทือกเขาและเป็นที่สูง มีความกว้างจากเทือกเขาไปด้านตะวันออกประมาณ 10 กิโลเมตร ระดับพื้นที่ในเขตนี้จะสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยประมาณ 40-800 เมตร ส่วนใหญ่การใช้ที่ดินบริเวณที่ราบสูงด้านตะวันตกนี้จะเป็นไม้ยืนต้น ป่าไม้และยางพารา

2.3.2 บริเวณที่ราบสลับที่ดอน เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากบริเวณที่ราบสูงด้านตะวันตก ลงมาทางทิศตะวันออก ซึ่งกว้างประมาณ 20 กิโลเมตร มีลักษณะดินเป็นดินทรายจนถึงดินเหนียว มีคุณภาพดินปานกลาง ในการใช้ประโยชน์ทางด้านกสิกรรม ปัจจุบันพื้นที่ในเขตนี้จะใช้ทำนา ปลูกยางพาราและพืชไร่บางชนิด ระดับของพื้นดินจะสูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 10-15 เมตร

2.3.3 บริเวณที่ราบต่ำตะวันออก เป็นเขตพื้นที่เริ่มจากแนวรถไฟไปทางทิศตะวันออกจนจดทะเลสาบสงขลา มีความกว้างเฉลี่ยประมาณ 10 กิโลเมตร ลักษณะดินมีคุณภาพค่อนข้างดี ในปัจจุบันเป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญแห่งหนึ่งของภาคใต้

2.4 ภูมิอากาศ

จังหวัดพัทลุง เป็นจังหวัดหนึ่งของไทยที่มีอากาศอบอุ่น เย็นสบาย ไม่ร้อนหรือหนาวจัดจนเกินไป สามารถแบ่งลักษณะภูมิอากาศได้เป็น 2 ฤดูคือ

2.4.1 ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม จะมีอากาศร้อนจัดในเดือนเมษายน เป็นฤดูที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าฤดูฝน เนื่องจากได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากทะเลอันดามัน ซึ่งพัดผ่านเข้ามาทางด้านทะเลอันดามันและถูกภูเขาสูงทางด้านตะวันตกบังไว้ทำให้มีปริมาณฝนน้อย

2.4.2 ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนมกราคม มีฝนตกหนักในเดือนตุลาคมถึงธันวาคม เนื่องจากได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากอ่าวไทย ร่วมกับอิทธิพลของพายุดีเปรสชั่นในมหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนใต้ ทำให้มีปริมาณน้ำฝนมาก ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี ประมาณ

1,929 มิลลิเมตร (ภาคผนวก จ) จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยปีละ 157 วัน สำหรับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยประมาณ ร้อยละ 79

2.5 **แหล่งน้ำ**

ลำธารและลำน้ำน้อยใหญ่ในเขตจังหวัดพัทลุง ส่วนมากจะเป็นสายน้ำสั้นๆ มีความกว้างประมาณ 10-30 เมตร ยาวประมาณ 25-30 กิโลเมตร มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาบรรทัด ซึ่งแบ่งเขตระหว่างจังหวัดตรังและจังหวัดพัทลุง การไหลของลำน้ำจะไหลจากทิศตะวันตกลงสู่ทะเลสาบสงขลาทางด้านตะวันออก สายน้ำต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่

2.5.1 คลองป่าพะยอม ต้นกำเนิดจากเทือกเขาบรรทัด ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาที่พรุควนเคร็ง ผ่านเขตอำเภอควนขนุน มีความยาวประมาณ 33 กิโลเมตร

2.5.2 คลองท่าแนะ มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาบรรทัดไหลผ่านเขตอำเภอควนขนุน ลงสู่ทะเลสาบสงขลาที่บ้านปากประเหนือ มีความยาวประมาณ 38 กิโลเมตร

2.5.3 คลองนาท่อม ต้นกำเนิดจากเทือกเขาบรรทัดไหลผ่านเขตอำเภอเมือง ลงสู่ทะเลสาบสงขลาที่บ้านลำปำ มีความยาวประมาณ 42 กิโลเมตร

2.5.4 คลองสะพานหยีหรือคลองหลักสาม ต้นกำเนิดจากเทือกเขาบรรทัด ไหลผ่านเขตอำเภอกงหรา อำเภอเมือง อำเภอเขาชัยสน และไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาที่บ้านปากพะเนียด มีความยาวประมาณ 35 กิโลเมตร

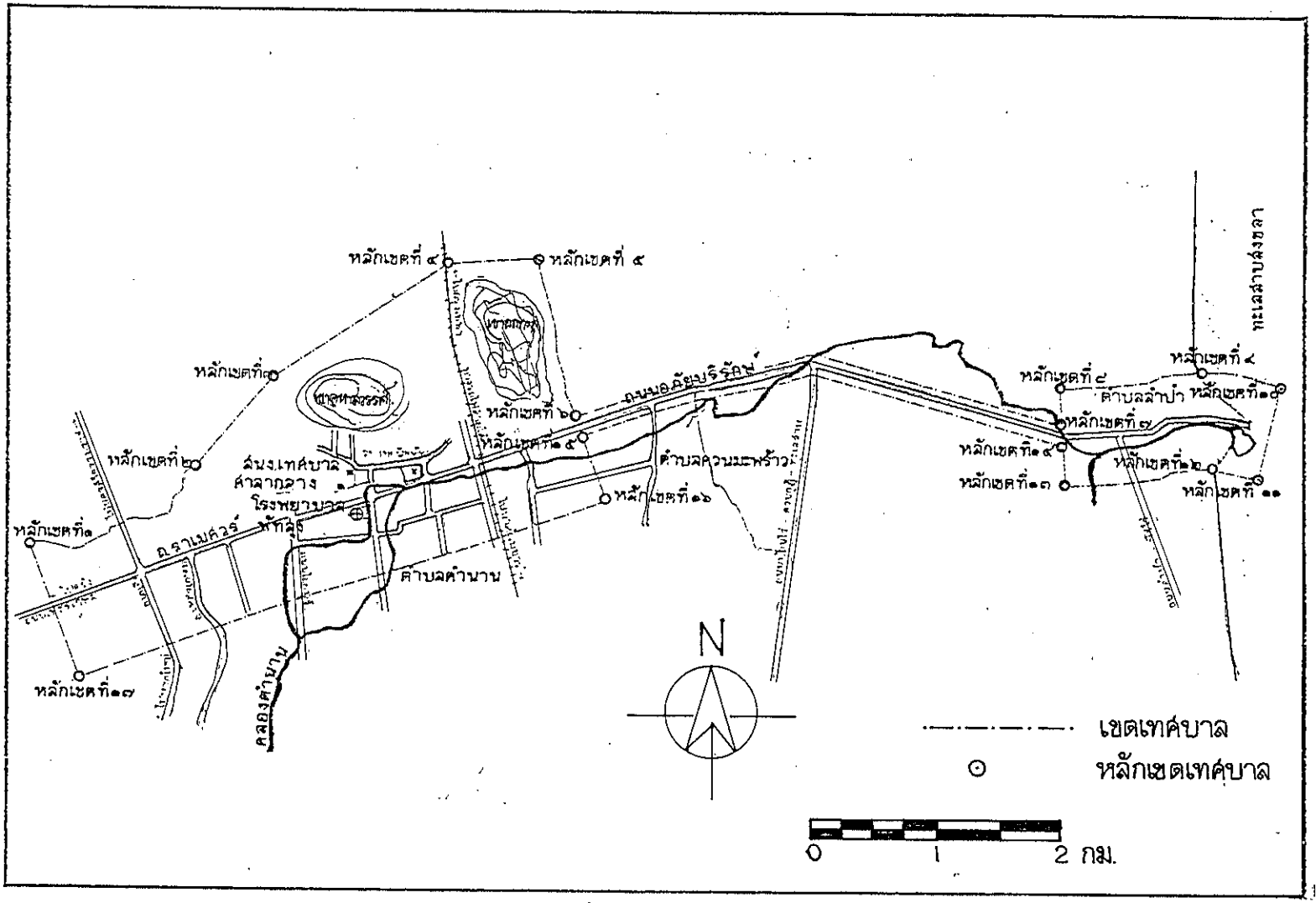
2.5.5 คลองท่าเชียด มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาบรรทัดไหลผ่านเขตอำเภอตะโหมด อำเภอเขาชัยสน และไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาที่บริเวณบ้านปากพล มีความยาวประมาณ 42 กิโลเมตร

2.5.6 คลองป่าบอน ต้นกำเนิดจากเทือกเขาบรรทัด ไหลผ่านอำเภอป่าบอน อำเภอปากพะยูน และไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาที่บ้านพระเกิด อำเภอปากพะยูน มีความยาวประมาณ 40 กิโลเมตร

2.5.7 คลองพรุพ้อ ต้นกำเนิดจากเทือกเขาบรรทัด เป็นคลองแบ่งเขตระหว่างจังหวัดพัทลุงทางด้านทิศใต้กับจังหวัดสงขลา ไหลผ่านอำเภอป่าบอน อำเภอปากพะยูน และไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาที่บ้านท่าหยี อำเภอปากพะยูน มีความยาวประมาณ 36 กิโลเมตร

2.6 การปกครอง

จังหวัดพัทลุง แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 7 อำเภอ 3 กิ่งอำเภอ การปกครองท้องถิ่นแบ่งออกเป็น องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาล 1 แห่ง (ภาพประกอบ 2) และสุขาภิบาล 7 แห่ง (ภาคผนวก ง)



ภาพประกอบ 2 แผนที่แสดงเขตเทศบาลเมืองพัทลุง
ที่มา : แผนที่ท้ายพระราชกฤษฎีกาเปลี่ยนแปลง
เขตเทศบาลเมืองพัทลุง พ.ศ. 2523

3. การตรวจเอกสาร

3.1 ความหมายของน้ำทิ้ง

วิทยา (2525) ได้อธิบายความหมายของน้ำทิ้งว่า น้ำทิ้งหรือน้ำโสโครก (Wastewater or sewage) หมายถึงน้ำที่ใช้แล้วในกิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชน บ้านเรือน อาคารพาณิชย์ สถานที่ประกอบการต่าง ๆ ตลอดจนโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งอาจจะประกอบด้วยน้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน และน้ำฝน รวมอยู่ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการนิยามความหมายของน้ำที่เสื่อมคุณภาพหรือน้ำที่มีลักษณะสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามธรรมชาติ จนทำให้เกิดการเสียหายต่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์และการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

3.2 แหล่งที่มาของน้ำทิ้ง

เปี่ยมศักดิ์ (2525)ได้แบ่งลักษณะที่มาของน้ำทิ้งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำทิ้งจากชุมชน แหล่งอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม

3.2.1 น้ำทิ้งชุมชน (Domestic wastewater)

เบ็ญจา (2525) อธิบายว่า น้ำทิ้งและสิ่งสกปรกจากอาคารบ้านเรือนที่จัดเป็นน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนมีหลายประเภท สามารถแยกได้หลายลักษณะตามการใช้ประโยชน์ของน้ำ เช่น น้ำทิ้งที่เกิดจากการชำระล้าง การซักล้าง การบริโภค การประกอบอาหาร รวมทั้งการทำความสะอาดวัสดุอุปกรณ์และอาคารบ้านเรือน ซึ่งจะแยกได้เป็น น้ำจากท่อระบายน้ำโสโครก น้ำโสโครกที่ซึมจากส้วมของระบบส้วมซึมผ่านชั้นดินลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะตลอดจนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลอื่น ๆ ที่ปนมากับน้ำทิ้ง ดังนั้นน้ำทิ้งจากชุมชนส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ สามารถสลายตัวได้เองในธรรมชาติโดยขบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ ในสภาวะแหล่งน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนเพียงพอต่อการย่อยสลายของแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญอาหาร และถ้าหากแหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่เพียงพออาจจะทำให้เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น เช่น ก๊าซไข่เน่า (Hydrogen Sulfide :H_2S)ที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียพวกที่ไม่ใช้ออกซิเจน

ซึ่งอาจแบ่งประเภทของน้ำทิ้งจากชุมชนออกเป็น 4 ประเภทดังนี้ คือ

3.2.1.1 น้ำทิ้งจากคนและสัตว์ ได้แก่ อุจจาระ ปัสสาวะ และมูลสัตว์ที่ทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ น้ำทิ้งเหล่านี้มีความสำคัญที่สุด เพราะอาจจะเป็นแหล่งเพาะพันธ์ของเชื้อโรค

3.2.1.2 น้ำทิ้งจากครัวเรือน ได้แก่น้ำที่ใช้ในการชำระร่างกาย น้ำซักผ้า น้ำล้างเหล่านี้จะมีผงซักฟอก เศษอาหารต่าง ๆ รวมทั้งไขมันปนเปื้อนในปริมาณมาก

3.2.1.3 น้ำฝนและน้ำล้างถนน น้ำฝนที่ไหลไปตามพื้นถนน ผิวดิน จะไหลรวมเอาเศษไม้ ดิน ทราย ใบไม้ ซากพืช ซากสัตว์ และขยะต่าง ๆ ลงสู่ท่อระบายน้ำทิ้ง

3.2.1.4 น้ำใต้ดินที่ไหลเข้าสู่ท่อน้ำทิ้ง ท่อน้ำทิ้งปกติจะฝังอยู่ใต้ดิน และบางแห่งอาจจะอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน ทำให้น้ำใต้ดินสามารถซึมผ่านเข้าบริเวณข้อต่าง ๆ เข้าสู่ท่อน้ำทิ้งได้

3.2.2 **น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม (Industrial wastewater)**

โรงงานอุตสาหกรรม จะเป็นแหล่งรวมของวัตถุดิบที่นำมาผลิต แปรรูปเป็นสินค้าทางเศรษฐกิจและบริการ เพื่อประโยชน์โดยทั่วไปของมนุษย์ และเป็นแหล่งที่มาของน้ำทิ้ง มีความสำคัญที่ทำให้เกิดมลภาวะทางแหล่งน้ำ เพราะปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมจะมีจำนวนมากแล้วยังมีสิ่งเจือปนที่สกปรกและเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เช่นโลหะหนัก สารอินทรีย์ รวมทั้งสารอนินทรีย์บางชนิดที่เป็นอันตราย เมื่อมีการพัฒนาอุตสาหกรรมมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของประชากร ความต้องการในการอุปโภคบริโภค และการขยายตัวของเมือง ทำให้มีปริมาณน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น และเมื่อปล่อยน้ำทิ้งเหล่านี้ลงสู่แหล่งน้ำ ในปริมาณเกินขีดความสามารถของแหล่งน้ำจะรองรับ และฟอกตัวให้กลับเป็นปกติได้ยาก ทำให้แหล่งน้ำมีโอกาสเน่าเสียเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ อาจแยกได้เป็น 4 ประเภท

3.2.2.1 น้ำหล่อเย็น (Cooling water) เป็นน้ำ

ที่ใช้ในขบวนการหล่อเย็นโดยการระบายความร้อนจากเครื่องจักร ซึ่งน้ำทิ้งประเภทนี้จะมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ แต่ไม่มีสิ่งเจือปนมากนัก

3.2.2.2 น้ำล้าง (Wash water) เช่น น้ำจากการล้างพื้นของโรงงาน เครื่องจักร หรือการล้างวัตถุดิบ รวมทั้งน้ำล้างห้องส้วม ห้องน้ำ เป็นต้น ซึ่งน้ำพวกนี้จะมีสิ่งเจือปนสูง

3.2.2.3 น้ำจากกระบวนการผลิต (Process wastewater)ลักษณะน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตแยกตามลักษณะอุตสาหกรรมได้เป็น 2 ประเภท

ก. น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมอนินทรีย์ (Inorganic industry)

ข. น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมอินทรีย์ (Organic industry)

3.2.2.4 น้ำทิ้งจากกิจกรรมอื่นๆ น้ำทิ้งจากคอนเดนเซอร์ น้ำทิ้งจากหม้อน้ำ น้ำทิ้งจากเครื่องทำน้ำอ่อนเป็นต้น

โดยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมอนินทรีย์จะไม่มีสารอินทรีย์ปนอยู่หรือปนอยู่น้อยมาก สิ่งปนเปื้อนในอุตสาหกรรมประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเป็นพวกโลหะต่าง ๆ อาจจะมีค่าความเป็นกรด-เบสสูง ส่วนน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมอินทรีย์จะมีสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้อยู่เป็นอย่างมาก เช่น กรณีโรงงานน้ำตาลที่จังหวัดขอนแก่น ปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้เกิดการสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจอย่างมหาศาล

ปัญหาการทิ้งน้ำลงสู่ท่อระบายน้ำทิ้ง หรือลงสู่แหล่งน้ำของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภท จะไม่เกิดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากนัก หากมีการบำบัดน้ำทิ้งให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และได้มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนหรือมาตรฐานน้ำทิ้งของอุตสาหกรรม (ภาคผนวก ค)

3.2.3 น้ำทิ้งจากการเกษตร

เกษมและคณะ (2524) กล่าวว่าน้ำเสียจากการเกษตร

เกิดได้ในทุกกระบวนการ เริ่มจากกระบวนการเตรียมที่เพาะปลูกอาจจะเกิดจากการไถพรวนดินในกระบวนการเพาะปลูก อาจจะเกิดจากการใช้ปุ๋ยและวัตถุมีพิษ เช่นยาฆ่าแมลงและสารปราบศัตรูพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตและโอกาสที่จะพัดพาสิ่งเจือปนเหล่านี้ลงสู่แหล่งน้ำจากการทำความสะอาดพืชผล การไหลของน้ำผิวดินจากปริมาณน้ำฝน ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของเบญจา (2525) พบว่าแหล่งที่มีการเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ และการชลประทานนั้น เป็นแหล่งที่ทำให้เกิดมลพิษของแหล่งน้ำ โดยการใช้สารปราบศัตรูพืชและสารกำจัดแมลง ซึ่งจะสังเกตได้จากปริมาณของสารเหล่านี้ที่มีการเพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยการที่สารเคมีเหล่านี้บางชนิดสลายตัวเร็ว บางชนิดสลายตัวได้ช้า ทำให้เกิดการสะสมในสิ่งที่มีชีวิตในน้ำ หรือในร่างกายของมนุษย์ ตามห่วงโซ่อาหาร

3.3 พารามิเตอร์ที่เป็นดัชนีสำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

สภาพของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ที่เป็นสาเหตุของการเกิดมลภาวะต่าง ๆ ในแหล่งน้ำ นักวิทยาศาสตร์ได้อาศัยดัชนีต่าง ๆ ที่สำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อทราบถึงสภาพของแหล่งน้ำ และสามารถป้องกันหรือแก้ไขผลกระทบที่อาจจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ ดัชนีที่สำคัญเหล่านี้ได้แก่

3.3.1 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ในแต่ละวัน แต่ละฤดู แต่ละปี แต่ทั้งนี้อุณหภูมิของน้ำยังมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าอุณหภูมิของอากาศและดิน ซึ่ง Reid(1961)ได้รายงานว่าอุณหภูมิของน้ำจะแปรผันตามอุณหภูมิของอากาศ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเส้นรุ้ง ระดับความสูง และภูมิประเทศด้วย นอกจากนี้ Ruttner (1953) ยังพบว่า รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ลม และการระเหยของน้ำมีส่วนทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้ Mckinney (1962) กล่าวว่า อุณหภูมิของน้ำมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนในน้ำ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นออกซิเจนละลายน้ำได้น้อย ซึ่งสอดคล้องกับกฎของบอยส์และชาลส์ และนอกจากนี้ Harold (1950) ยังพบว่า ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น ความหนืดของน้ำจะลดลง การเกิดตะกอนจะสามารถเกิดได้ดีขึ้น จากการศึกษาของ Warren (1971) ยัง

พบว่ากิจกรรมของมนุษย์หลายอย่างที่เป็นเหตุทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากระดับปกติ และถึงแม้ว่าสิ่งมีชีวิตในน้ำจะสามารถปรับตัวเองให้เข้ากับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้ระดับหนึ่ง แต่ความสามารถดังกล่าวก็มีอยู่เป็นขีดจำกัดในการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเกษม (2530) ที่พบว่าน้ำเสียที่เกิดจากอุณหภูมิของน้ำนั้น ถ้ามีอุณหภูมิสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ จะได้รับอันตราย และโดยปกติแล้วอุณหภูมิของน้ำในแหล่งน้ำของประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้น จะอยู่ระหว่าง 20 - 35 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้ แต่ก็มีอุตสาหกรรมบางประเภท เช่นโรงงานผลิตสุรามีอุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส โรงงานปลาป่นมีอุณหภูมิสูงถึง 40.5 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ Schroepfer (1955) ยังพบว่า อุณหภูมิของน้ำเสียเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมอัตราจำกัดของความต้องการใช้ออกซิเจนทางชีวเคมี และ Eckenfelder (1966) พบว่าอัตราเร็วของปฏิกิริยาชีวเคมีจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ จนถึงอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และจะลดลงถ้าหากอุณหภูมิสูงมากไปกว่านี้ ทั้งนี้ Metcalf and Eddy (1972) กล่าวว่าอุณภูมิของน้ำทิ้งจะสูงกว่าอุณหภูมิ ธรรมชาติและอุณหภูมิของอากาศ ทั้งนี้เพราะมีน้ำอุ่นจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรมไหลลงสู่แหล่งน้ำ และอุณหภูมิที่สูงนี้จะเป็นดัชนีที่สำคัญ เพราะจะมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำดังที่กล่าวไปแล้ว และจะมีผลต่อปฏิกิริยาอื่น ๆ อีกมากมาย เช่นการศึกษาของ Stack (1957) ที่พบว่าอุณหภูมิในช่วง 10-30 องศาเซลเซียส จะมีความสัมพันธ์กับปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทางชีวเคมีแบบเส้นตรง และปฏิกิริยาทางชีวเคมีนี้จะเท่ากับศูนย์ที่อุณภูมิเท่ากับ 4 องศาเซลเซียส

3.3.2 ความเป็นกรด-เบสของน้ำ (pH)

ความเป็นกรด-เบสเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน (Hydrogen ion : H^+) และปริมาณไฮดรอกไซด์อิออน (Hydroxide ion :OH^-) ในน้ำ ซึ่งปริมาณไฮโดรเจนและไฮดรอกไซด์อิออน จะมีความสำคัญต่อคุณภาพน้ำ เนื่องจากปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ จะมี

ชีวิตอยู่ได้ในช่วงความเป็นกรด-เบสของน้ำระหว่าง 6.5-8.5 (Mckee and Wolf, 1971) นอกจากนี้ Warren (1971) ยังพบว่าในน้ำธรรมชาติจะมีค่าความเป็นกรด-เบสผันแปรอยู่ระหว่าง 6.5 - 8.5 แต่ส่วนใหญ่จะมีความเป็นกรด-เบสต่ำ ค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อย เนื่องจากปริมาณไบคาร์-บอเนต (Bicarbonate:HCO_3^-) และกรดอินทรีย์ละลายปนอยู่เล็กน้อย และจากการศึกษาของเกษมและคณะ (2524) พบว่า คุณภาพน้ำที่มีความเป็นกรด-เบสน้อยกว่า 5.0 หรือมากกว่า 9.0 สิ่งมีชีวิตอาจจะได้รับอันตราย ดังนั้นค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำจะเป็นดัชนี บ่งชี้สภาพความเสียหายของลำน้ำนั้น ๆ และทั้งนี้ จากการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งที่มีค่าความเป็นกรด-เบสแตกต่างกัน เช่น โรงงานสุรา โรงงานแป้งมัน โรงงานผลไม้กระป๋อง โรงงานปลาป่น โรงงานกระดาษ โรงงานน้ำมันรำ และโรงงานน้ำตาล มีค่าความเป็นกรด-เบสประมาณ 7.0, 4.5, 4.4, 7.0, 11.1, 9.8 และ 7.0 ตามลำดับ ซึ่งน้ำทิ้งจากโรงงานบางประเภท จะมีผลต่อค่าความเป็นกรด-เบสของแหล่งน้ำเป็นอย่างมาก และสอดคล้องกับการศึกษาของสิรินี (2527) ที่พบว่าความเป็นกรด-เบสโดยทั่วไป จะเป็นดัชนีพื้นฐานที่ชี้ถึงสภาพของปฏิกิริยาในน้ำขณะนั้นเป็นอย่างไรและบริเวณน้ำที่ได้รับการปนเปื้อนจนความเป็นกรด-เบสแตกต่างไปจากเดิม สิ่งมีชีวิตในน้ำขณะนั้นมีแนวโน้มของการขับถ่ายลดต่ำลง เพราะเกิดกรดอินทรีย์จากการย่อยสลายของแบคทีเรีย นอกจากนี้ สุชิน (2523) จุฑาธิป (2523) ธีรศักดิ์ (2526) ได้พบว่าบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ผสมของการเกษตรกรรม จะมีค่าความเป็นกรด-เบสประมาณ 7.0 ค่าความเป็นกรด-เบสจะสูงขึ้นในฤดูฝนและลดต่ำลงในฤดูแล้ง อาจจะเนื่องมาจากปริมาณน้ำที่น้อยลง ทำให้ความเข้มข้นของปริมาณไฮโดรเจนอิออนจากน้ำทิ้งของชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มสูงขึ้น

3.3.3 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen : DO)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ จะมีปริมาณมากน้อยจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดันและสารละลายเป็นสำคัญ เมื่อความเข้มข้นของออกซิ-

เจนละลายน้ำมีค่าน้อยกว่าค่าอิ่มตัว ออกซิเจนจากอากาศจะถ่ายเทลงสู่ผิวน้ำได้เองตามธรรมชาติ ขบวนการถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศลงสู่ผิวน้ำนี้เรียกว่า ขบวนการเติมออกซิเจนจากอากาศ (Atmospheric aeration) ซึ่งเป็นขบวนการรักษาสมดุลบริมาณออกซิเจนละลายน้ำตามธรรมชาติ และบริมาณออกซิเจนในน้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น อุณหภูมิของอากาศซึ่งจะสัมพันธ์กับความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจน ออกซิเจนละลายจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทางชีววิทยาจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งและความต้องการออกซิเจนจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่บริมาณออกซิเจนในน้ำน้อยลง ทั้งนี้ถ้าหากมีการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis process) ของพืชสีเขียวในน้ำเมื่อมีแสงแดดจะเป็นการเพิ่มบริมาณออกซิเจนละลายน้ำให้สูงขึ้น แต่ถ้ามีการสลายตัวของสารอินทรีย์จากแบคทีเรียที่ต้องการใช้ออกซิเจน (Aerobic bacteria) จะทำให้บริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดต่ำลง นั่นคือ บริมาณออกซิเจนจะเป็นดัชนีสำหรับบ่งชี้ถึงความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ที่ต้องการใช้ออกซิเจน และการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตที่ไม่ต้องการใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตอยู่ เช่น แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic bacteria) นอกจากนี้การศึกษา ของ Mckee and Wolf (1971) ที่กล่าวว่า พืชและสัตว์ในน้ำจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ถ้าน้ำขาดออกซิเจน Nemerow (1974) ยังได้กล่าวว่า ปลาส่วนใหญ่ไม่สามารถอาศัยอยู่ในน้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่น้อยกว่า 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร และบริมาณออกซิเจนนี้ยังเป็นดัชนีที่ป้องกันการเกิดการเน่าเหม็น (Septicity) ของแหล่งน้ำ ซึ่งสภาพปัญหามลภาวะต่าง ๆ ที่พบในปัจจุบัน ส่วนมากพบว่าเกิดจากแหล่งน้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่ต่ำเกินไปหรือไม่มีบริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่เลย ทั้งนี้จากการศึกษาของ Harold (1950) จำนวนออกซิเจนละลายในน้ำทิ้งโดยการวัดบริมาณออกซิเจนละลายน้ำ จะชี้ให้เห็นถึงความใหม่ของน้ำทิ้ง และการมี ออกซิเจนละลายน้ำทิ้งว่ามีบริมาณออกซิเจนสมบูรณ์เพียงใด ทั้งนี้ในน้ำทิ้งโดยทั่วไปจะไม่มีออกซิเจนละลายน้ำ นอกจากน้ำทิ้งใหม่

กรรณิการ์ (2526) กล่าวว่า ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเป็นพื้นฐานของค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี เพื่อหากำลังความสกปรกของน้ำเสีย และอัตราของการใช้ออกซิเจนทางชีวเคมี ซึ่งวัดได้โดยการหาค่าออกซิเจนละลายน้ำ ณ เวลาต่าง ๆ

3.3.4 **ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี** (Biochemical Oxygen Demand : BOD)

กรรณิการ์ (2526) กล่าวว่า ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี คือ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่แบคทีเรียต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ที่สภาวะมีออกซิเจนและอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสภายในระยะเวลา 5 วัน ซึ่งปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีนี้ เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำทิ้ง นั่นคือ การวัดความสามารถของแหล่งน้ำ ที่จะสามารถกำจัดความสกปรกโดยธรรมชาติ (Self-purification process) ทั้งนี้ Stack (1957) ได้อธิบายว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทางชีวเคมี เป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ นั่นคือในช่วงอุณหภูมิ 10-30 องศาเซลเซียส สามารถเกิดปฏิกิริยาได้เร็ว และอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทางชีวเคมีนี้จะเท่ากับศูนย์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสดังที่ได้กล่าวไปแล้ว นอกจากนี้การศึกษาของ Eckenfelder (1966) ยังพบว่าผลของการเพิ่มของอุณหภูมิในช่วง 24-30 องศาเซลเซียส จะทำให้ อัตราย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียเพิ่มขึ้น และอัตราเร็วของปฏิกิริยานี้จะลดลงเมื่อมีอุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Galler and Gotaas (1964) ที่พบว่าผลของอุณหภูมิในช่วง 23-32 องศาเซลเซียสเป็นช่วงแบคทีเรียสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้เพิ่มขึ้น และจะลดลงเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง

กรรณิการ์ (2526) กล่าวว่าอัตราการใช้ออกซิเจนทางชีวเคมี หมายถึงกำลังความสกปรกของแหล่งน้ำ ในเทอมของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทางเคมี นั่นคือ ความต้องการในการใช้ออกซิเจนละลายน้ำในการย่อยสลายสารอินทรีย์ และถ้าสารอินทรีย์ในน้ำมีปริมาณมาก อัตราการใช้

ออกซิเจนย่อมมีความต้องการมากขึ้น ทำให้ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีสูง นั่นคือ แหล่งน้ำมีความสกปรก ในทางตรงข้าม หากความต้องการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์มีน้อย แสดงว่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีมีน้อย ความสกปรกของแหล่งน้ำก็มีน้อยเช่นเดียวกัน

3.3.5 **คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย**

กรรณิการ์ (2526) กล่าวว่าโรคที่สำคัญซึ่งเกิดจากแบคทีเรีย และการแพร่กระจายของน้ำเป็นสื่อ ได้แก่ ไทฟอยด์ บิด และอหิวาตกโรค ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร ดังนั้นในการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อโรคเหล่านี้ จึงต้องวิเคราะห์หาจำนวนและชนิดของแบคทีเรียที่อยู่ในอุจจาระ (Faecal bacteria) ของผู้ป่วยเป็นดัชนีสำคัญที่เป็นเครื่องชี้บอกถึงการปนเปื้อนจากแบคทีเรีย ซึ่งนิตยาและประนอม (2530) กล่าวถึงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียเป็นมาตรฐานและนิยมใช้นั้น มีขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยากและสลับซับซ้อน ใช้เวลาวิเคราะห์หลายวัน ดังนั้นจึงอาศัยการวิเคราะห์แบคทีเรียกลุ่มของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) และฟีคัลโคลิฟอร์ม (Faecal coliform bacteria) เป็นดัชนีสำคัญที่ชี้ให้เห็นถึงการปนเปื้อนของอุจจาระซึ่งมีแบคทีเรียอยู่

3.3.6 **ปริมาณสารแขวนลอย**

เกษมและคณะ (2524) กล่าวว่า น้ำเสียจากการเกษตรเกิดได้ทุกกระบวนการ และมีการปนเปื้อนของของแข็งแขวนลอยในน้ำอยู่ด้วย ซึ่งของแข็งแขวนลอยในน้ำนี้ หมายถึง ของแข็งที่เป็นสารแขวนลอย เช่น ตะกอนที่มีขนาดเล็ก ๆ ได้แก่ เศษดินเหนียวละเอียด หรือสารอินทรีย์ รวมถึงสารที่ละลายน้ำได้ ทั้งนี้ Oschwald (1972) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า สารแขวนลอย หมายถึงสารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนภายหลังจากการระเหยของไอน้ำและทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ซึ่งสารแขวนลอยเหล่านี้ ทำให้เกิดความขุ่นของแหล่งน้ำ ขัดขวางการส่องผ่านของแสงในน้ำ ซึ่ง Reid (1961) กล่าวว่า สารแขวนลอยที่ทำให้เกิดความขุ่นนี้จะเป็นสารพวกสารอินทรีย์ หรือเกิดจากสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ (Microorganism) ที่มีขนาด

เล็กกว่า 1 ไมครอน ซึ่งอาจจะปรากฏในรูปของคอลลอยด์ ไปจนถึงสิ่งมีชีวิตขนาด 10 ไมครอน ปรากฏในรูปของสารแขวนลอย ได้แก่ อนุภาคทรายดินเหนียวหรือสารอื่น ๆ นอกจากนี้ ไมตรี (2522)ได้บรรยายถึงสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ เช่น ตะกอนดินต่าง ๆ หรือ สารอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดความขุ่นและความไม่โปร่งใสของน้ำเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อขบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงตอนพืช (Phytoplankton) และยังเกิดการปกคลุมร่างกายของสิ่งมีชีวิตใน น้ำ เช่น ผิวหนัง เหงือก เป็นต้น ซึ่งจะทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนออกซิเจนลดประสิทธิภาพลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุชิน (2523) ที่พบว่าความขุ่นของน้ำจะมีผลต่อคุณภาพน้ำเป็นอย่างมาก และปริมาณตะกอนและสารแขวนลอย ตลอดจนสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในน้ำจะเป็นสาเหตุทำให้น้ำมีความขุ่นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ วัชรินทร์ (2522) กล่าวว่า น้ำที่มีความขุ่นมากจะเป็นตัวกั้นแสงสว่างให้ผ่านลงน้ำได้น้อย ในทางตรงข้ามถ้าน้ำมีความขุ่นน้อยแสงสว่างจะผ่านลงสู่ลำน้ำได้เพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาของ Bolton and Klein (1976) พบว่าของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งมีสารอินทรีย์และอนินทรีย์ สารอินทรีย์ได้แก่ สิ่งขับถ่ายจากมนุษย์และสัตว์ สบู่ ขยะชิ้นเล็ก ๆ กระดาษ เป็นต้น ส่วนสารอนินทรีย์ ได้แก่ กรวด ดิน ทรายและแร่ธาตุต่างๆ ที่สามารถละลายน้ำได้ ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำทิ้งจะมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้จะขึ้นกับชนิดของแหล่งน้ำทิ้ง ฤดูกาล และอากาศ โดยที่ของแข็งที่เป็นสารอินทรีย์ส่วนมากจะมาจากน้ำทิ้งจากครัวเรือน ชุมชน ซึ่งของแข็งแขวนลอยที่อยู่ระดับผิวน้ำ จะมีพวกโปรตีน คาร์โบไฮเดรทและไขมัน สำหรับน้ำทิ้งต่าง ๆ ปริมาณของสารจะไม่ละลายน้ำ ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของคอลลอยล์หรือเป็นชิ้นใหญ่ ๆ ที่ห้อยแขวนอยู่โดยจะเพิ่มขั้นตอนความสกปรกของแหล่งน้ำนั้น ๆ ของแข็งแขวนลอยที่ไม่ละลายน้ำนี้สามารถแยกออกได้โดยการกรองอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เรียกว่าสารแขวนลอยไม่ละลายน้ำ และเมื่อนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 500 $\pm$ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-30 นาที จะมีของแข็งบางส่วนระเหยไป สารเหล่านี้เป็นสารอินทรีย์ เรียกว่าของแข็งระเหย และของแข็งที่ไม่ระเหยส่วนใหญ่จะเป็นสาร

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

อินทรีย์ที่มีจุดหลอมเหลวสูง เรียกว่า ของแข็งไม่ระเหย นอกจากนี้ Harold (1950) ยังอธิบายว่า น้ำทิ้งจากชุมชนจะมีความแตกต่างกันในแต่ละชุมชน โดยทั่วไปจะพบว่า จำนวนน้ำทิ้ง 1 ตัน จะมีของแข็งแขวนลอยอยู่ประมาณ 0.25 ปอนด์ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม จะมีปริมาณความเข้มข้นของสารแขวนลอยและลักษณะที่แตกต่างกันซึ่ง เสวก (2528) กล่าวว่าของแข็งแขวนลอยในน้ำจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่อปริมาณตะกอนพวกสารอินทรีย์สูงขึ้น นอกจากนี้ Harold (1950) ได้อธิบายว่า การแยกของแข็งแขวนลอยออกจากน้ำนั้นทำได้ยาก และ Velz (1970) and Nemerow (1974) ได้อธิบายถึงการฟอกตัวเองของแหล่งน้ำให้บริสุทธิ์นั้น เป็นการลดปริมาณสารแขวนลอย ซึ่งมีปัจจัยต่าง ๆ มากมายเข้ามาเกี่ยวข้องดังกล่าวไว้แล้วข้างต้น

4. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุง และคุณภาพน้ำในคลองระบายน้ำ (คลองตำนาน คลองทุ่งหม้าย คลองลำปำ) ของเทศบาลเมืองพัทลุง จนออกสู่ทะเลสาบสงขลาบริเวณลำปำ

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

5.1 ทราบข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุง และคุณภาพน้ำในคลองระบายน้ำในแต่ละช่วงฤดูกาล อันจะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนที่ได้อาศัยน้ำในคลองสำหรับอุปโภค

5.2 เป็นแนวทางในการวางแผนควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุง

5.3 เทศบาลเมืองพัทลุง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถที่จะใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการควบคุม ปรับปรุงแก้ไขสภาพลำน้ำ ตลอดจนแผนการขยายตัวของเมือง

033076

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

1. วัสดุ

สารเคมีที่ใช้ (ภาพประกอบ 3)

1.1 สารละลายแมงกานิสซัลเฟต (Manganese Sulfate Solution : $MnSO_4$)

1.2 อัลคาไลด์ ไอโอไดด์เอไซด์ รีเอเจนต์ (Alkaline Iodide Azide Reagent)

1.3 กรดกำมะถันเข้มข้น (Conc. H_2SO_4)

1.4 น้ำแป้ง (Starch Solution)

1.5 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.025 นอร์มัล (0.025 N Standard Sodium Thiosulfate)

1.6 สารละลายมาตรฐานไบโอเดทความเข้มข้น 0.025 N (0.025 N Standard Biodate Solution)

1.7 สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (Phosphate Buffer Solution)

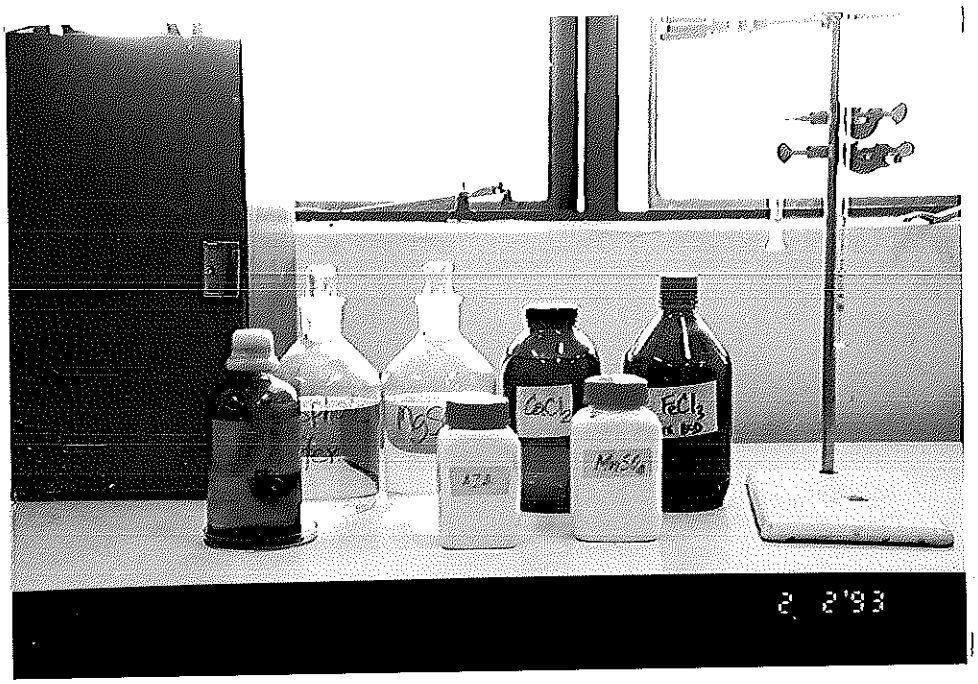
1.8 สารละลายแมคนีเซียมซัลเฟต (Magnesium Sulfate Solution : $MgSO_4$)

1.9 สารละลายแคลเซี่ยมคลอไรด์ (Calcium Chloride Solution : $CaCl_2$)

1.10 สารละลายเฟอริคคลอไรด์ (Ferric Chloride Solution : $FeCl_3$)

1.11 อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งประกอบด้วย

1.11.1 Lactose bile broth



ภาพประกอบ 3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

1.11.2 Brillian green lactose bile broth

1.11.3 Endo agar

1.11.4 Lactose broth

1.11.5 Nutrient agar

2. **อุปกรณ์** (ภาพประกอบ 4)

2.1 pH meter ของ Orion research model 231

2.2 เทอร์โมมิเตอร์ ชนิดปรอทมีหน่วยเป็น °C

2.3 ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร พร้อมจุกแก้วที่เป็น ground joint

2.4 ขวดรูปกรวยขนาด 500 มิลลิลิตร

2.5 บุเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร

2.6 ตู้อบ สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 20 °C ของ Precision Scientific Model 815 (อุณหภูมิ 10-50 °C)

2.7 เครื่องเติมออกซิเจนของ WR Scientific No 1074

2.8 เครื่องชั่ง (Analytical balance)

2.9 กระดาษกรอง Whatman Glass microfiber filter เส้นผ่าศูนย์กลาง 5.5 cm.

2.10 ขวดดูด (Suction Flask)

2.11 Aqua Analyzer Photoelectric Colorimeter Filter No 470 Model Number 950

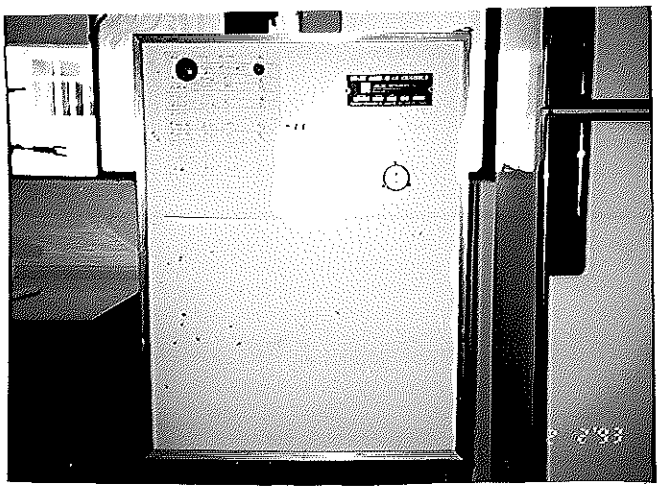
2.12 เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์แบคทีเรีย

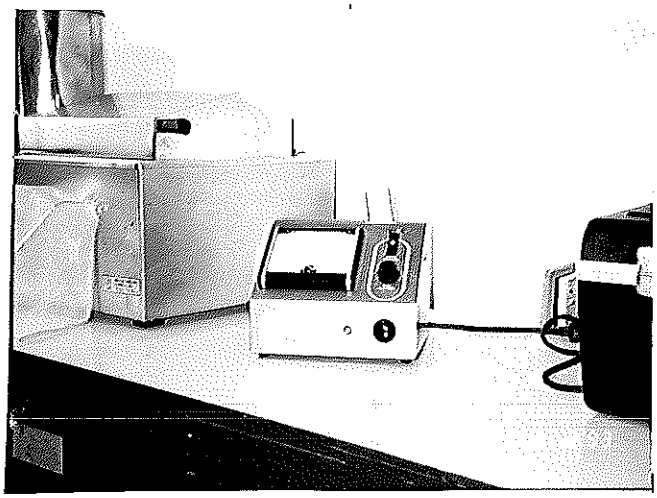
2.13 Incubator ที่มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่สม่ำเสมอตลอดเวลา ในทุกเนื้อที่ในตู้และแปรผันไม่เกิน $\pm$ 0.5 °C

2.14 Hot Air Sterilizing ซึ่งมี เทอร์โมมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิ ในช่วง 160-180 °C

2.15 Autoclave มีที่อัดความดันและมีอุณหภูมิภายในตู้สม่ำเสมอตลอด

2.16 Gas Sterilizer ใช้สำหรับฆ่าเชื้อโรคในภาชนะที่ทำด้วยพลาสติก





ภาพประกอบ 4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจตัวอย่างน้ำ

3. วิธีดำเนินการ

3.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานนี้จะศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากเอกสารเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ จำนวนประชากร ลักษณะการจัดการคุณภาพแหล่งน้ำจากหน่วยงานราชการต่าง ๆ ในจังหวัดพัทลุง เช่น โรงพยาบาลพัทลุง เทศบาลเมืองพัทลุง สำนักงานชลประทานพัทลุง เป็นต้น นอกจากนี้ยังศึกษารวบรวมเอกสารวิธีการผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมทั้งแผนที่จังหวัดพัทลุง เพื่อนำข้อมูลจากการรวบรวมเหล่านี้มาเป็นพื้นฐานการศึกษาวิจัยครั้งนี้

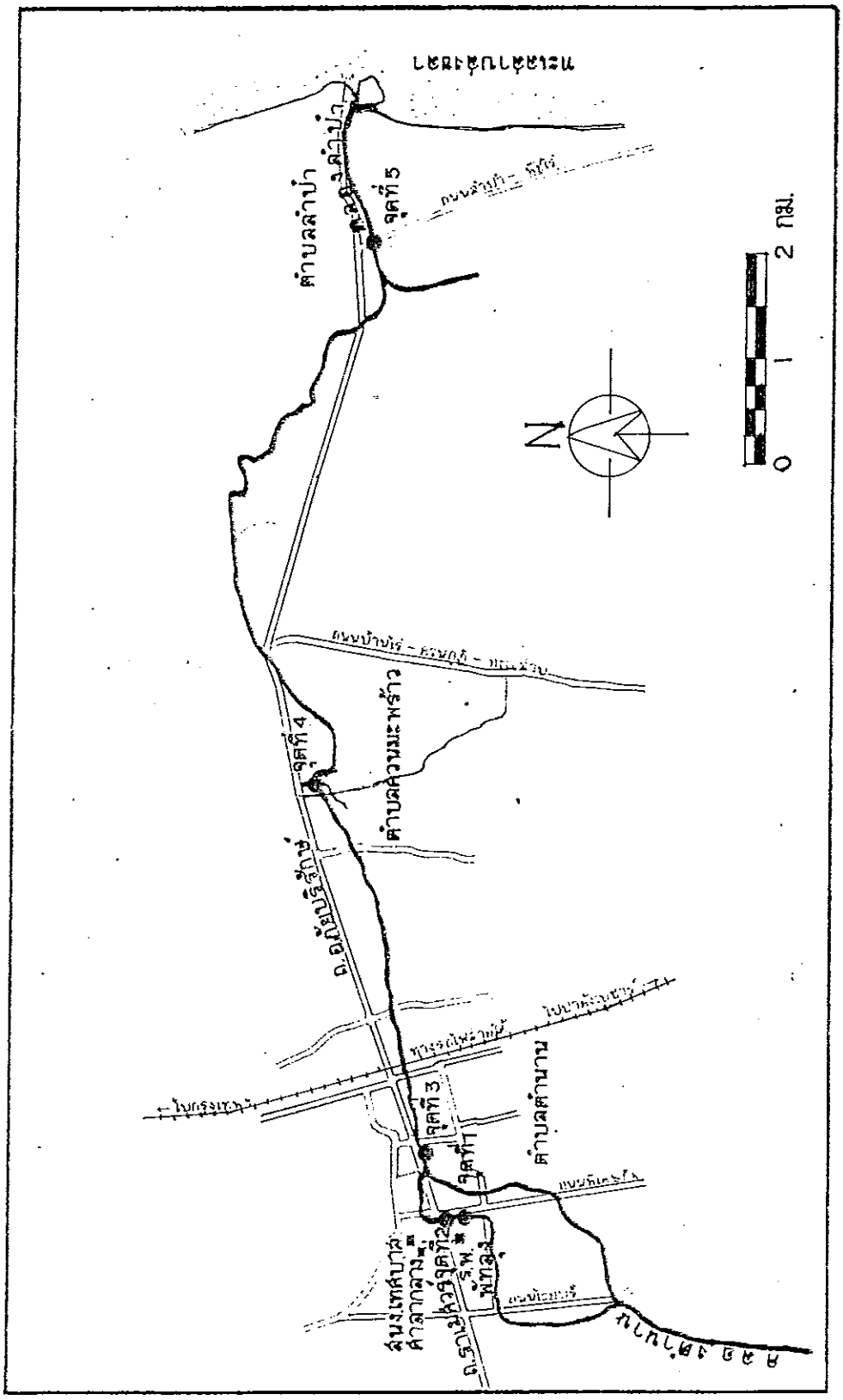
3.2 การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานข้างต้น พิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งมุ่งเน้นการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบจากน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุงต่อคุณภาพน้ำในเขตเทศบาลเมืองพัทลุง ซึ่งได้ทำการกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างขึ้น โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยอาศัยจุดปล่อยน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุง ที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำในเขตเทศบาลเมืองพัทลุงและชุมชนที่ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำดังกล่าว เป็นหลักในการพิจารณาเก็บตัวอย่าง ซึ่งแบ่งสถานีเก็บตัวอย่างออกเป็น 5 สถานี ซึ่งภาพประกอบ 5 แสดงสถานีเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 5 สถานี และภาพประกอบ 6 ถึงภาพประกอบ 10 แสดงสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ สถานีที่ 1-5 ตามลำดับ

สถานี 1 ช่วงก่อนน้ำในลำคลองจะไหลผ่านสถานีปล่อยน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุง

สถานี 2 จุดน้ำทิ้งจากโรงพยาบาล ระบายออกสู่คลองระบายน้ำ (เก็บจากท่อน้ำ)

สถานี 3 ช่วงหน้าวัดภูผาภิมุข ซึ่งเป็นจุดที่น้ำทิ้งจากโรงพยาบาลพัทลุงได้ถ่ายเทลงสู่น้ำในคลองแล้ว โดยห่างจากบริเวณท่อน้ำทิ้งประมาณ 500 เมตร



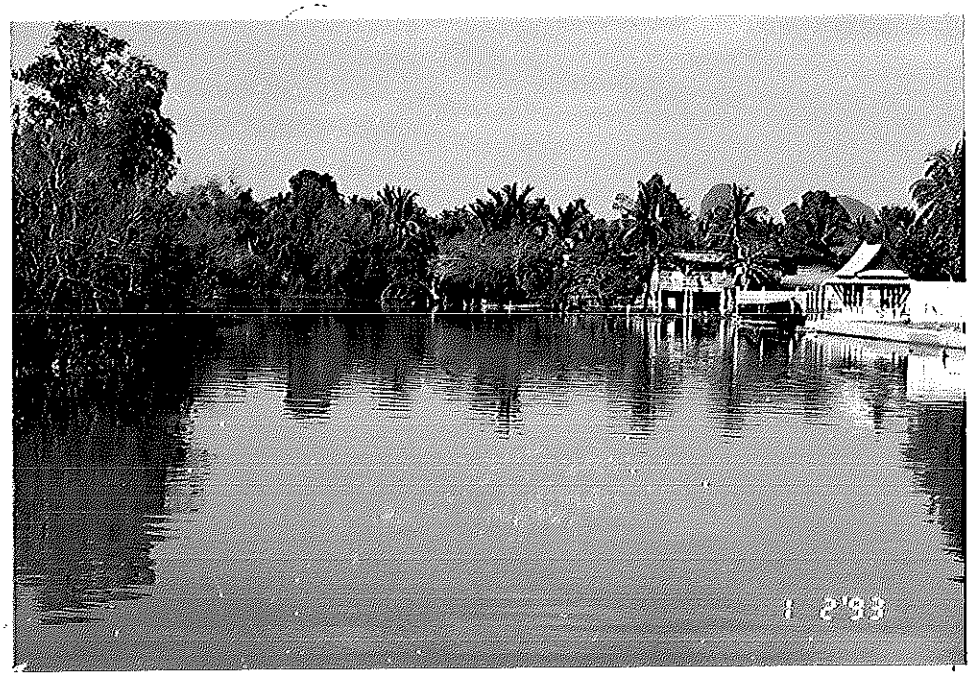
ภาพประกอบ 5 แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 5 สถานี

ภาพประกอบ 6 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1

ภาพประกอบ 7 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2

ภาพประกอบ 8 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3

ภาพประกอบ 9 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่ 4



ภาพประกอบ 10 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่ 5

สถานี 4 บริเวณหมู่ที่ 3,9 ของตำบลควนมะพร้าว ซึ่งประชาชนใช้แหล่งน้ำนี้ในการอุปโภค (อาบ ซัก ล้าง) ซึ่งอยู่ห่างจากโรงพยาบาลประมาณ 4 กิโลเมตร

สถานี 5 จุดที่น้ำไหลผ่านชุมชน และออกสู่ทะเลสาบสงขลาที่บ้านลำป่าซึ่งอยู่ห่างจากโรงพยาบาลประมาณ 9 กิโลเมตร

3.3 **ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำ**

ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำจากสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ จะใช้ปริมาณน้ำในแต่ละฤดูกาลเป็นหลักในการพิจารณา ซึ่งกำหนดการเก็บตัวอย่าง 6 ครั้ง คือจะเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ถึง 3 ในช่วงเดือนสิงหาคม 2533 ถึงเดือนมกราคม 2534 ซึ่งเป็นช่วงเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า ส่วนการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 ถึง 6 นั้น จะเก็บในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2534 ถึงเดือนเมษายน 2534 ซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า

3.4 **การเก็บตัวอย่างน้ำ** (ภาคผนวก ข)

3.4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์ทางกายภาพ

3.4.1.1 วัดอุณหภูมิน้ำ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส วัดอุณหภูมิที่ระดับความลึกประมาณ 10 ซม. จากผิวน้ำ

3.4.1.2 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อหาปริมาณของแข็งแขวนลอย ความขุ่น ความเป็นกรด-เบส โดยใช้ขวดโพลีเอทธิลีน ขนาด 500 มิลลิลิตร เก็บให้เหลือที่ว่างประมาณ 2.5 ซม. เพื่อสะดวกต่อการเขย่าตัวอย่างน้ำ ปิดให้แน่น เก็บไว้ในถังเก็บความเย็นอุณหภูมิไม่เกิน 4 °C เมื่อถึงห้องปฏิบัติการจึงทำการตรวจวิเคราะห์หาค่าทันที

3.4.2 การเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์ทางเคมี

3.4.2.1 การหาค่า DO โดยใช้ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร เก็บให้เต็มขวดโดยไม่ให้มีฟองอากาศ

3.4.2.2 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อหาค่า BOD โดยใช้ขวดโพลีเอทธิลีน ขนาด 2 ลิตร เก็บเต็มขวด ปิดฝาให้แน่น เก็บรักษาไว้ใน

ถังเก็บความเย็นที่อุณหภูมิไม่เกิน 4°C เมื่อถึงห้องปฏิบัติการจึงทำการตรวจวิเคราะห์ทันที

3.4.2.3 บันทึกสภาพแวดล้อมทั่วไปของบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างน้ำแต่ละสถานี เพื่อเน้นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เช่น ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม บริเวณชุมชนหนาแน่น หรือบริเวณเกษตรกรรม บันทึกเวลาที่เก็บตัวอย่างน้ำ

3.4.3 การเก็บตัวอย่างน้ำ สำหรับตรวจวิเคราะห์ทางชีวภาพ

ใช้ขวดเก็บน้ำขนาด 120 มิลลิลิตร บรรจุอยู่ในกระป๋องทองแดง ซึ่ง sterilize เรียบร้อยแล้ว เมื่อเวลาจะใช้ให้คว่ำกระป๋องเอาก้นขึ้นแล้วค่อย ๆ หมุนถอดยกกระป๋องขึ้น ให้ขวดคว่ำอยู่กับฝากระป๋องแล้วดึงขวดออก เมื่อบรรจุน้ำใส่ขวดแล้วให้บรรจุขวดลงในกระป๋องทองแดงตามวิธีเดิม แล้วแช่กระป๋องซึ่งบรรจุขวดเก็บน้ำลงในถังเก็บความเย็นอุณหภูมิไม่เกิน 4°C แล้วรีบนำกลับยังห้องปฏิบัติการภายใน 6 ชั่วโมง เพื่อทำการวิเคราะห์ MPN/100 ml ของ Coliform bacteria และ Pathogenic bacteria (Salmonella, Shigella, *Vibrio cholerae* และ *Vibrio parahaemolyticus*)

3.5 **ขอบเขตและวิธีการดำเนินงาน**

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ จะศึกษาเฉพาะลำคลองบริเวณที่ไหลผ่านโรงพยาบาลพัทลุง ซึ่งไหลไปรวมกับคลองอื่น ๆ ภายในเขตเทศบาลเมืองพัทลุง และไหลออกสู่ทะเลสาบสงขลาบริเวณบ้านลำป่า อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง เป็นระยะเวลา 12 เดือนโดยการศึกษาคุณภาพน้ำจากพารามิเตอร์ที่เป็นดัชนีสำคัญในการบ่งชี้คุณภาพน้ำ ได้แก่

3.5.1 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand : BOD) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร (mg/l)

3.5.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen : DO) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร (mg/l)

3.5.3 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids : SS) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร (mg/l)

3.5.4 ความขุ่น (Turbidily : Turb) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร SiO_2 (mg/l as SiO_2)

3.5.5 อุณหภูมิ (Temperature : Temp) มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}C$)

3.5.6 ความเป็นกรด-เบส (pH : พีเอช)

3.5.7 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria : Coliform) ซึ่งหาในรูปของ MPN/100 มิลลิลิตร

3.5.8 Pathogenic bacteria (Salmonella, Shigella *Vibrio cholerae* และ *Vibrio parahaemolyticus*)

ทั้งนี้จะศึกษาร่วมกับข้อมูลทุติยภูมิจากข้อมูลพื้นฐาน เพื่อหาแนวทางการควบคุมคุณภาพน้ำในลำคลอง และการเฝ้าระวังโรคติดต่อที่มีน้ำเป็นสื่อ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 การตั้งสมมติฐาน

H_o : ดัชนีคุณภาพน้ำแต่ละตัวของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำแต่ละแห่งไม่แตกต่างกัน

H_1 : ดัชนีคุณภาพน้ำแต่ละตัวของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำแต่ละแห่งแตกต่างกัน

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ One-way Analysis of Variance และ Kruskal-Wallis Test

3.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการหาค่าสูงสุด (Maximum) ค่าต่ำสุด (Minimum) พิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Average) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของพารามิเตอร์ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ และนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear Regression) โดย

กำหนดให้ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) เป็นพารามิเตอร์หลัก หรือตัวแปรตาม (Dependent Variable) และให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) ความเป็นกรด-เบส (pH) อุณหภูมิ (Temperature) โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) และความขุ่น (Turbidity) เป็นพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) โดยอาศัยการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นแบบเลือกพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญ (Stepwise Multiple Regression) จากโปรแกรมสำเร็จรูป Statgraphic (Statgraphic Handbook) ในรูปของสมการทางสถิติของตัวแบบจำลองดังนี้

$$y = a+b_1x_1+b_2x_2+b_nx_n$$

เมื่อ

y หมายถึง Dependent Variable ได้แก่ BOD

a หมายถึง ค่าคงที่ของสมการ

b_1 หมายถึง ค่าคงที่ของพารามิเตอร์ x_1

b_2 หมายถึง ค่าคงที่ของพารามิเตอร์ x_2

b_n หมายถึง ค่าคงที่ของพารามิเตอร์ x_n

x_1-x_n หมายถึง Independent Variable ได้แก่ DO Suspended Solids pH Temperature Coliform bacteria และ Turbidity

3.6.3 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่างน้ำทั้งหมดนำมาตรวจวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งมีทั้งการตรวจในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ การตรวจภาคสนาม คือการวัดอุณหภูมิ การตรวจในห้องปฏิบัติการ คือการหาค่าออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ความเป็นกรด-เบส ของแข็งแขนลอย ความขุ่น โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และพาโทจีนิคแบคทีเรีย สำหรับวิธีการวิเคราะห์ แสดงในตาราง 1 และรายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ฉ

ตาราง 1 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	วิธีการวิเคราะห์
ออกซิเจนละลายน้ำ	Azide Modification Method
ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี	Azide Modification Method
ความเป็นกรด-เบส	pH meter
อุณหภูมิ	Thermometer
ของแข็งแขวนลอย	Gravimetric Method
ความขุ่น (mg/l ของ SiO_2)	Spectrophotometer
แบคทีเรีย	Multiple Tube Technique
- โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	
- พาโทจีนิคแบคทีเรีย	

บทที่ 3

ผลการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

จากการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำของแต่ละพารามิเตอร์ทั้ง 5 สถานี รวม 30 ตัวอย่าง ในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2533 ถึงเดือนเมษายน 2534 พบว่า

1.1 ปริมาณความต้องการของออกซิเจนทางชีวเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีพิสัยระหว่าง 1.0 ถึง 69.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 18.3

1.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีพิสัยระหว่าง 0.5 ถึง 6.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.4

1.3 ความเป็นกรด - เบส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.2 มีพิสัยระหว่าง 5.7 - 7.6 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5

1.4 ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีพิสัยอยู่ในช่วง 3.4 - 117.0 มิลลิกรัมต่อลิตรและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 28.9

1.5 อุณหภูมิ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.3 องศาเซลเซียส มีพิสัยระหว่าง 24 ถึง 28 องศาเซลเซียส และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.9

1.6 ความขุ่นมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 22.7 มิลลิกรัมต่อลิตร SiO_2 มีพิสัยระหว่าง 5.0-92.0 มิลลิกรัมต่อลิตร SiO_2 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 27.3

1.7 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าเฉลี่ย MPN/100 มิลลิลิตร เท่ากับ

1.2×10^6 มีพิสัยอยู่ระหว่าง 220 ถึง 1.2×10^7 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.7×10^6

1.8 Pathogenic bacteria คือ Salmonella, Shigella, *Vibrio cholerae* และ *Vibrio parahaemolyticus* ตรวจไม่พบในทุกตัวอย่างน้ำ (ภาคผนวก ช)

รายละเอียดดังแสดงในตาราง 2 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้ง 5 สถานี ในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2533 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2534 และสำหรับรายละเอียดผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแต่ละสถานี (สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึงสถานีเก็บตัวอย่างที่ 5) แสดงในตาราง 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสถานีที่ 1 ถึงตาราง 7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสถานีที่ 5 โดยภาพประกอบ 11-14 แสดงค่าเฉลี่ยของ BOD,DO,pH และ coliform bacteria ในแต่ละสถานี

ตาราง 2 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของจุดเก็บน้ำทิ้ง 5 จุด ในช่วงเดือนสิงหาคม 2533 ถึงเมษายน 2534

พารามิเตอร์	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	พิสัย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
DO(mg/l)	6.8	0.5	0.5-6.8	3.51	2.4
BOD(mg/l)	69.2	1	1-69.2	12.2	18.3
pH	7.6	5.7	5.7-7.6	7.2	0.5
SS(mg/l)	117	3.4	3.4-117	25.2	28.9
Temperature($^{\circ}$C)	28	24	24-28	26.3	0.9
Turbidity (mg/l SiO_2)	92	5	5-92	22.7	27.3
MPN/100 ml	1.267×10^7	220	$220-1.2 \times 10^7$	1.2×10^6	2.7×10^6
Pathogenic bacteria	None	None	None	None	None

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสถานีที่ 1

พารามิเตอร์	สค.33	ตค.35	มค.34	กพ.34	มีค.34	เมย.34	พิสัย	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
DO(mg/l)	3.8	5.4	5.1	2.0	3.2	5.2	2.0- 5.4	4.166	1.357
BOD(mg/l)	2.1	2.9	1.0	1.4	3.6	8.4	1.0- 8.4	3.233	2.704
SS(mg/l)	6.4	69.2	5.2	18.8	13.5	38.0	5.2-69.2	25.183	24.621
pH	7.1	6.8	7.1	7.3	6.5	7.5	6.5- 7.5	7.05	0.356
Temp(°C)	27.0	26.0	26.0	26.0	27.0	26.0	26.0-27.0	26.333	0.516
Turb(mg/l SiO_2)	10.0	68.0	10.0	6.5	10.0	6.0	6.0-68.0	18.416	24.360
MPN/100 ml	540.0	$1.6x10^3$	$240x10^3$	$22.22x10^3$	$26x10^3$	$1.99x10^3$	$540-240x10^3$	$48.72x10^3$	$94.37x10^3$
Pathogenic bacteria	None	None	None	None	None	None	None	None	None

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสถานีที่ 2

พารามิเตอร์	สค.33	ตค.33	มค.34	กพ.34	มีค.34	เมย.34	พิสัย	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
DO(mg/l)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
BOD(mg/l)	23.4	3.0	14.4	52.2	64.0	69.2	3.0-69.2	37.7	27.733
SS(mg/l)	10.2	117.0	6.0	18.4	20.2	36.0	6.0-117	34.633	24.621
pH	7.6	7.4	7.1	7.6	5.7	7.0	5.7- 7.6	7.066	0.356
Temp(°C)	27.0	26.5	24.0	26.5	27.0	28.0	24.0-28.0	26.5	0.516
Turb(mg/l SiO_2)	17.0	88.0	7.5	10.0	16.0	30.0	7.5-88.0	28.038	24.360
MPN/100 ml	$240x10^3$	$24x10^3$	$240-10^3$	$2400x10^3$	$24x10^3$	$12670x10^3$	$24x10^3$ - $1.2670x10^7$	$2959.67x10^3$	$4889.78x10^3$
Pathogenic bacteria	None	None	None	None	None	None	None	None	None

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสถานีที่ 3

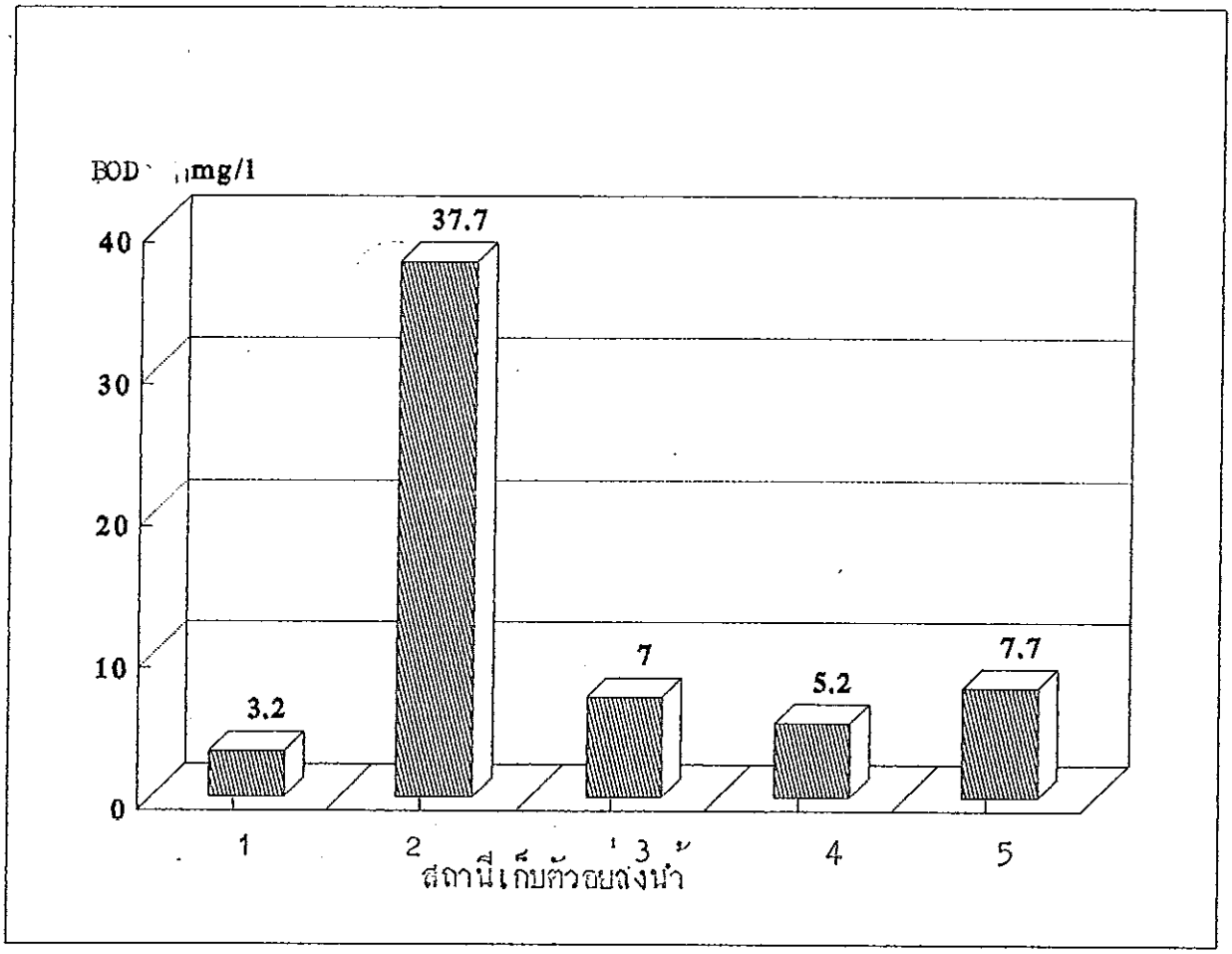
พารามิเตอร์	สค.33	ตค.33	มค.34	กพ.34	มีค.34	เมย.34	พิสัย	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
DO (mg/l)	0.5	5.0	6.8	4.5	4.3	4.8	0.5- 8.0	4.316	2.392
BOD(mg/l)	5.2	1.75	1.3	3.6	10.6	19.2	1.3-19.2	6.941	6.879
SS(mg/l)	3.4	86.0	4.4	2.8	15.7	30.0	2.8-86.0	25.38	31.213
pH	7.4	7.1	7.2	6.6	6.5	6.6	6.5- 7.4	6.9	0.695
Temp(°C)	27.0	26.0	24.0	26.0	26.0	27.0	24.0-27.0	26.5	1.095
Turb(mg/l SiO_2)	16.0	85.0	6.5	7.0	8.5	5.0	5.0-85.0	21.333	31.428
MPN/100 ml	$24x10^3$	920	$24x10^3$	$35x10^3$	$31x10^3$	$576x10^4$	$920-576x10^4$	$979.15x10^3$	$2342.16x10^3$
Pathogenic bacteria	None	None	None	None	None	None	None	None	None

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสถานีที่ 4

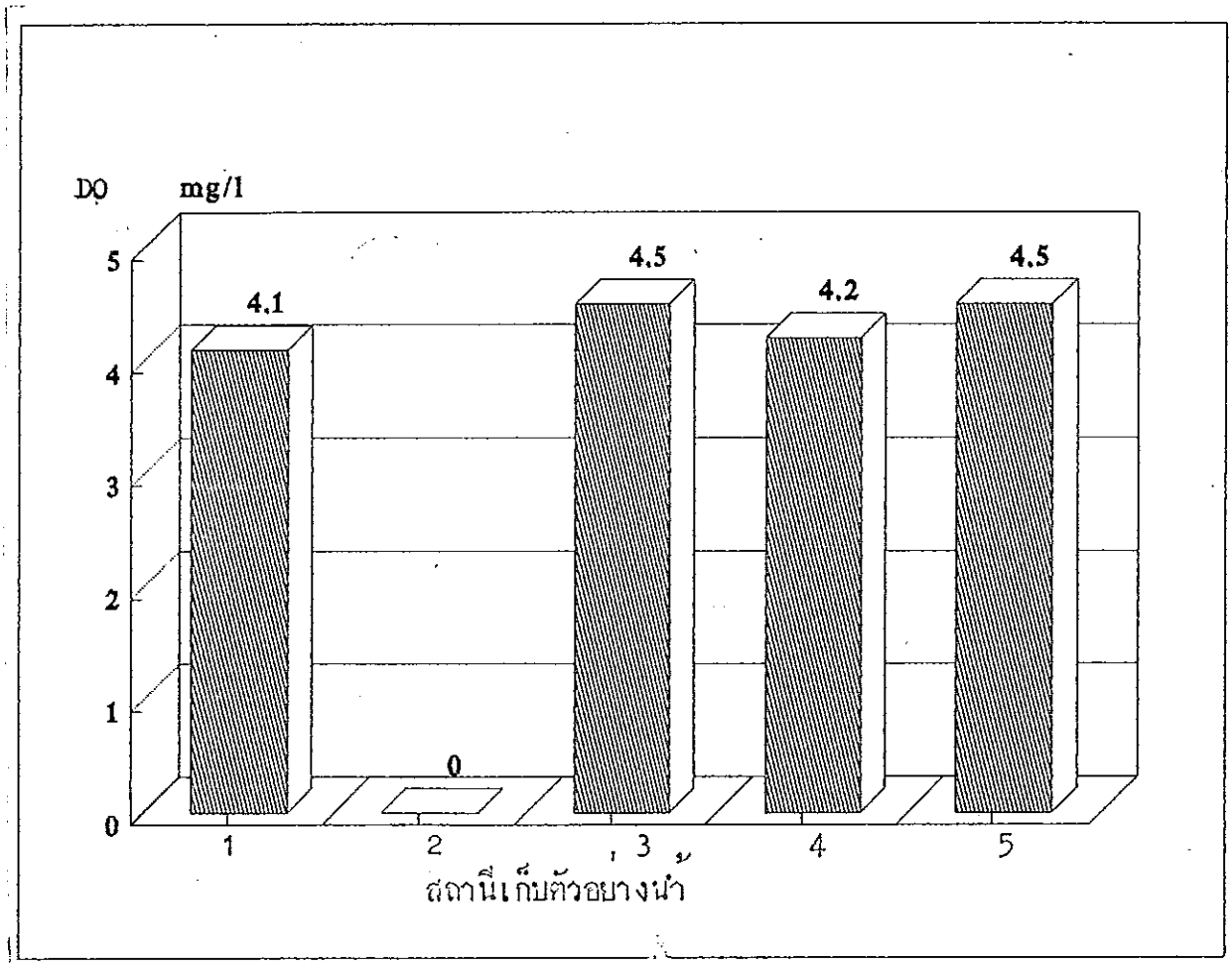
พารามิเตอร์	สค.33	ตค.33	มค.34	กพ.34	มีค.34	เมย.34	พิสัย	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
DO (mg/l)	0.9	5.9	6.4	6.4	5.0	4.0	0.9- 6.4	4.766	2.107
BOD(mg/l)	2.3	3.05	1.8	2.6	5.8	15.6	1.8-15.6	5.191	5.289
SS(mg/l)	4.4	9.1	93.0	3.6	6.4	13.0	3.6-93.0	21.58	35.154
pH	7.2	6.9	7.1	6.5	7.3	6.5	6.5- 7.3	6.9	0.234
Temp(°C)	28.0	26.0	26.0	25.0	26.0	26.5	25.0-28.0	26.25	0.987
Turb(mg/l (SiO_2)	11.0	72.0	8.5	7.0	10.0	9.0	7.0-72.0	19.253	25.891
MPN/100 ml	540.0	425.0	$24x10^3$	$54x10^3$	$70x10^3$	$4954x10^3$	$425-4954x10^3$	$839.994x10^3$	$2015.55x10^3$
Pathogenic bacteria	None	None	None	None	None	None	None	None	None

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสถานีที่ 5

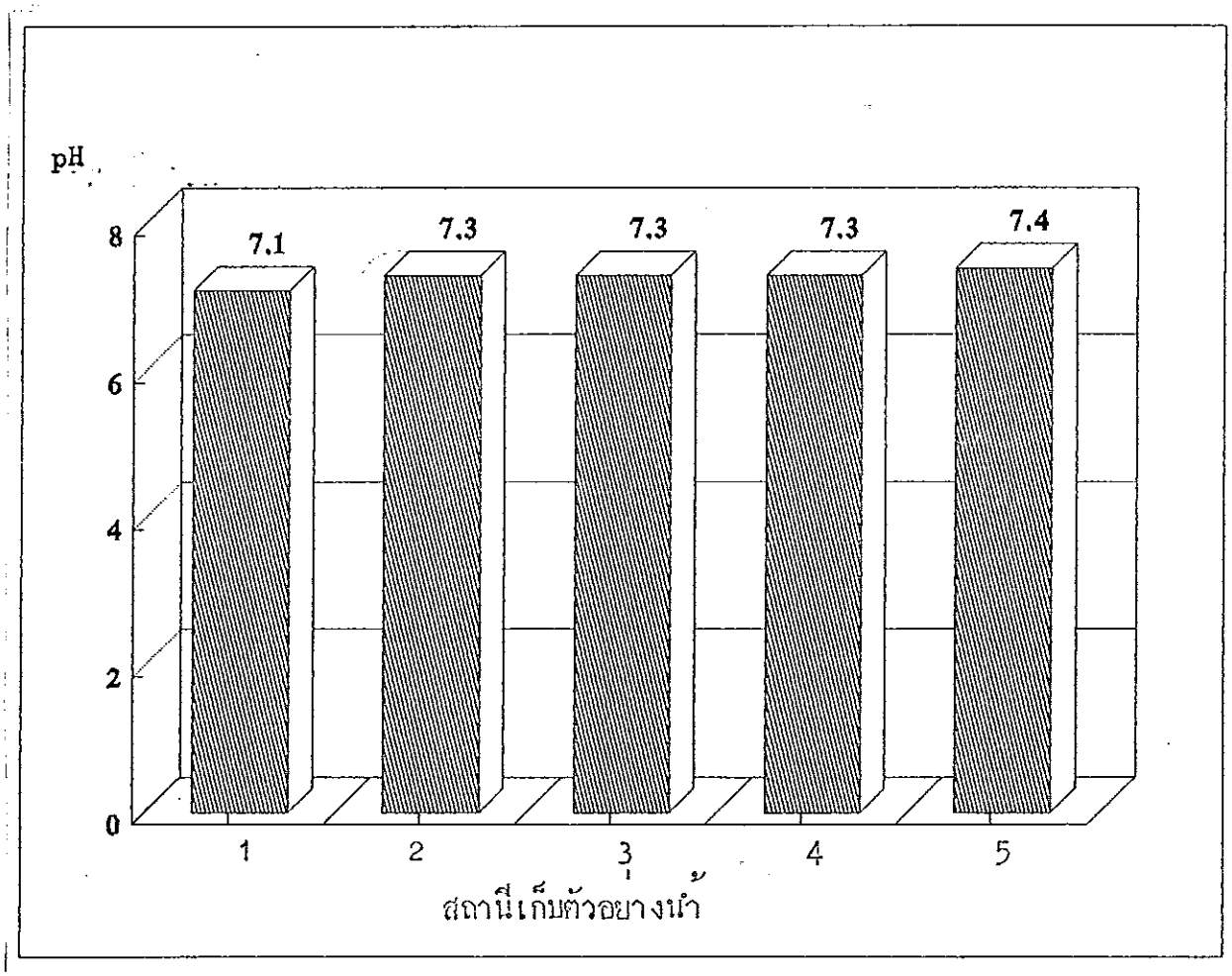
พารามิเตอร์	สค.33	ตค.33	มค.34	กพ.34	มีค.34	เมย.34	พิสัย	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
DO (mg/l)	1.65	4.7	4.1	5.7	5.5	5.2	1.8- 5.7	4.508	1.424
BOD(mg/l)	5.3	1.6	1.8	4.1	6.2	27.6	1.6-27.6	7.766	9.889
SS(mg/l)	8.8	37.0	16.4	12.4	11.8	29.0	8.8-37.0	19.233	11.223
pH	7.3	6.8	6.9	6.9	6.8	6.6	6.6- 7.3	6.98	0.356
Temp($^{\circ}$C)	28.0	26.5	26.0	27.0	26.5	26.0	26.0-28.0	26.667	0.752
Turb(mg/l (SiO_2)	7.0	92.0	26.0	11.0	10.0	12.0	7.0-92.0	26.333	32.843
MPN/100 ml	540.0	220.0	1600.0	$49x10^3$	$26x10^3$	$5760x10^3$	$220-5760x10^3$	$972.89x10^3$	$2345.27x10^3$
Pathogenic bacteria	None	None	None	None	None	None	None	None	None



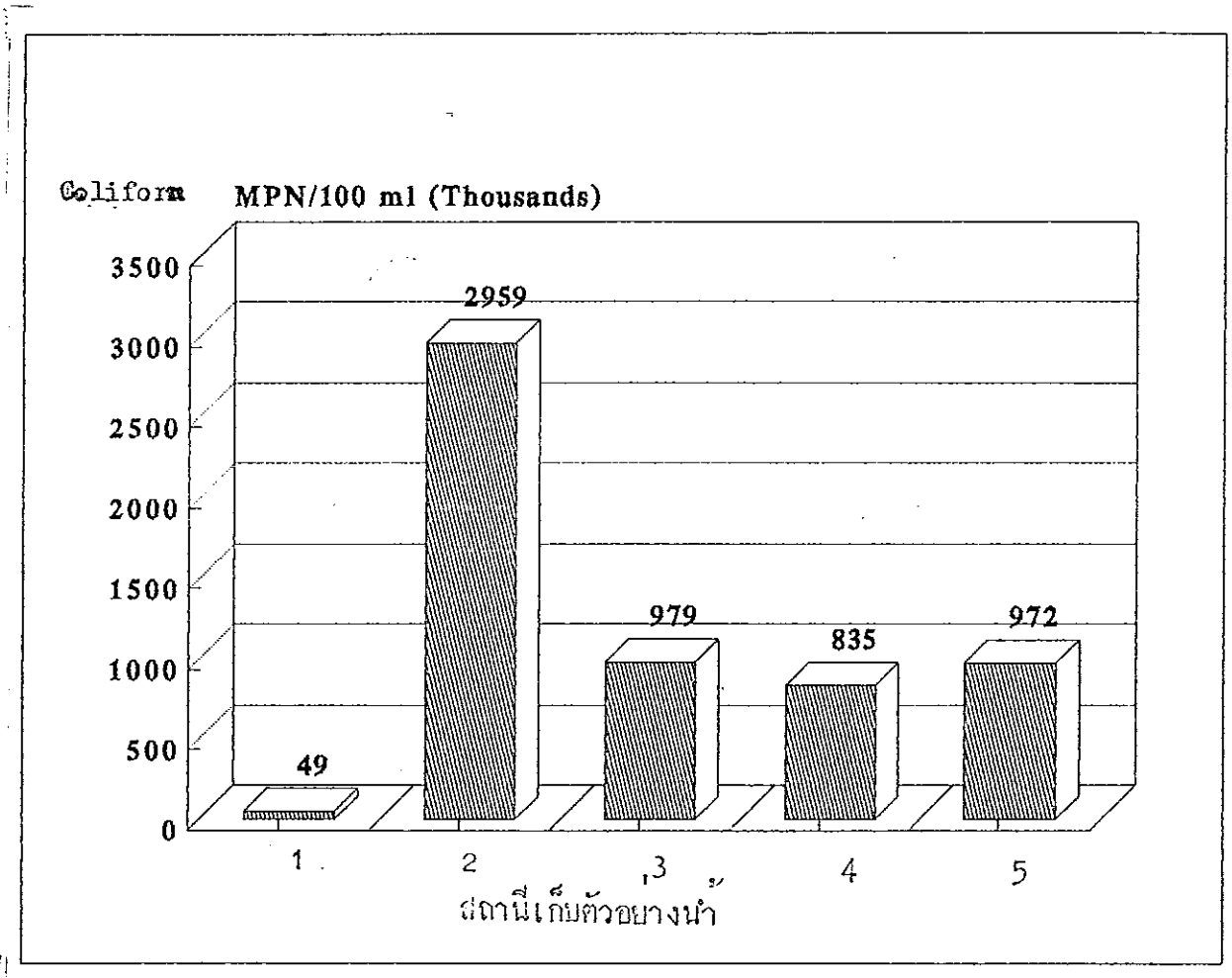
ภาพประกอบ 11 แสดงค่าเฉลี่ยของ BOD ในแต่ละสถานี



ภาพประกอบ 12 แสดงค่าเฉลี่ยของ DO ในแต่ละสถานี



ภาพประกอบ 13 แสดงค่าเฉลี่ยของ pH ในแต่ละสถานี



ภาพประกอบ 14 แสดงค่าเฉลี่ยของ Coliform ในแต่ละสถานี

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลทั้งหมดที่วิเคราะห์ นำมาทดสอบสมมติฐาน โดยการทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียวโดยใช้ One-way Analysis of Variance (สำหรับ DO และ pH) และ Kruskal - Wallis Test (สำหรับ Coliform และ BOD) ซึ่งได้ผลดังนี้ คือ

2.1 BOD ของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำแต่ละสถานี ไม่มีความแตกต่างกัน (P - value = 0.0501) (รายละเอียด ตาราง 8)

2.2 Coliform bacteria ของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำแต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างกัน (P - value = 0.5351)(รายละเอียด ตาราง 9)

2.3 pH ของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ แต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างกัน (P - value = 0.7430) (รายละเอียด ตาราง 10)

2.4 DO ของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ แต่ละสถานีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P - value = 0.0012) (รายละเอียด ตาราง 11)

และสำหรับการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นตรง ระหว่างความสัมพันธ์ของ BOD กับพารามิเตอร์อื่น ๆ ในรูปสมการทางสถิติ จะได้สมการโดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Stepwise Regression ดังนี้

$$BOD=83.15-2.65\ DO-9.31\ pH+4.64 \times 10^{-6}\ Coliform$$

จากสมการนี้แสดงให้เห็นว่า BOD จะแปรผันกลับกับ DO และ pH ซึ่งหมายความว่า เมื่อ DO หรือ pH มีค่าสูงขึ้น ค่า BOD จะลดลง ซึ่งตรงข้ามกับความสัมพันธ์ของ BOD กับ Coliform ซึ่งจะแปรผันตามกัน โดยที่เมื่อ MPN/100 มิลลิลิตร ของ Coliform สูงขึ้นหรือลดลง BOD ก็จะสูงขึ้นหรือลดลงด้วย

สมการนี้จะใช้ได้ดีพอสมควร (R-square = 0.7127) (รายละเอียด ตาราง 12) แต่จะต้องมีข้อจำกัดของตัวแปรแต่ละตัว ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตาราง 13 โดยแยกเป็นแต่ละเงื่อนไข

ตาราง 8 Kruskal - Wallis test ของ BOD

Kruskal-Wallis H (equivalent to Chi square) = 9.485
Degree of freedom = 4
P Value = 0.0501

ตาราง 9 Kruskal - Wallis test ของ Coliform

Kruskal-Wallis H (equivalent to Chi square) = 3.138
Degree of freedom = 4
P Value = 0.5351

ตาราง 10 แสดง Analysis of Variance ของ pH

Variation	SS	df	MS	F statistic	P-Value
Between	0.511	4	0.128	0.493	0.74306
Within	6.477	25	0.259		
Total	6.988	29			

ตาราง 11 แสดง Analysis of Variance ของ DO

Variation	SS	df	MS	F statistic	P-Value
Between	90.811	4	22.703	6.580	0.0012
Within	86.258	25	3.450		
Total	177.070	29			

ตาราง 12 แสดง Model Fitting Results for BOD

Independent variable	Coefficient	Std.error	t-value	Sig-level
Constant	83.15329	27.047682	3.0743	0.0040
DO	-2.652806	0.785575	-3.3769	0.0003
pH	-9.314515	3.812123	-2.4434	0.0215
MPN	4.648926×10^{-6}	6.911042×10^{-7}	6.7268	0.0001

R-SQ.(ADJ.) = 0.7127 SE = 9.807617 MAE = 6.809956 Durbwat = 1.527

30 Observation fitted. forecast(s) computed for 0 missing val. of dep.var.

ตาราง 13 แสดงเงื่อนไขของตัวแปรในสมการ

ตัวแปร / เงื่อนไข	DO	pH	Coliform
1	≤ 7.0	≤ 7.0	$\leq 1.3 \times 10^6$
2	≤ 7.5	≤ 7.5	$\leq 1.4 \times 10^6$
3	≤ 7.5	≤ 7.6	$\leq 1.6 \times 10^6$
4	≤ 6.8	≤ 6.6	$\leq 1.2 \times 10^6$

จากเงื่อนไข แสดงว่าสมการจะใช้ได้เมื่อ DO มีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับ 7.5 ในขณะที่ pH มีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับ 7.6 ซึ่งในขณะเดียวกันนั้น Coliform bacteria มีค่า MPN/100 มิลลิลิตร มากกว่า หรือเท่ากับ 1.6×10^6 แต่ถ้าตัวแปรระหว่าง DO หรือ pH ตัวใดตัวหนึ่งมีค่าน้อยลง ตัวแปรอีกตัวหนึ่งมีค่าสูงขึ้น สมการนี้ก็จะสามารถใช้ได้ เช่น ถ้า pH ลดลงเท่ากับ 6 ค่า DO สามารถสูงขึ้นถึง 10 หรือถ้า DO ลดลงเท่ากับ 3 ค่า pH จะสามารถสูงถึง 8

จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ พบว่า DO มีค่าสูงสุด 6.8 มิลลิกรัม/ลิตร pH สูงสุด 7.6 และ Coliform bacteria มีค่า MPN/100 มิลลิลิตร 1.2×10^7 ซึ่งจะสอดคล้องกับสมการ

รายละเอียด Model Fitting Results for BOD และ Analysis of Variance for the Full Regression แสดงในตาราง 12 และตาราง 14 ตามลำดับ

ตาราง 14 แสดง Analysis of Variance for the Full Regression

Source	Sum of Squares	DF	Main Square	F-Ratio	P-value
Model	7209.19	3	2403.06	24.9826	0.0001
Error	2500.92	26	96.1894		

Total (corr) 9710.11

R-squared 0.742441 Stnd. error of est = 9.8076

R-squared (Adj. for df.) = 0.712723 Durbin-Watson Statistic = 1.5269

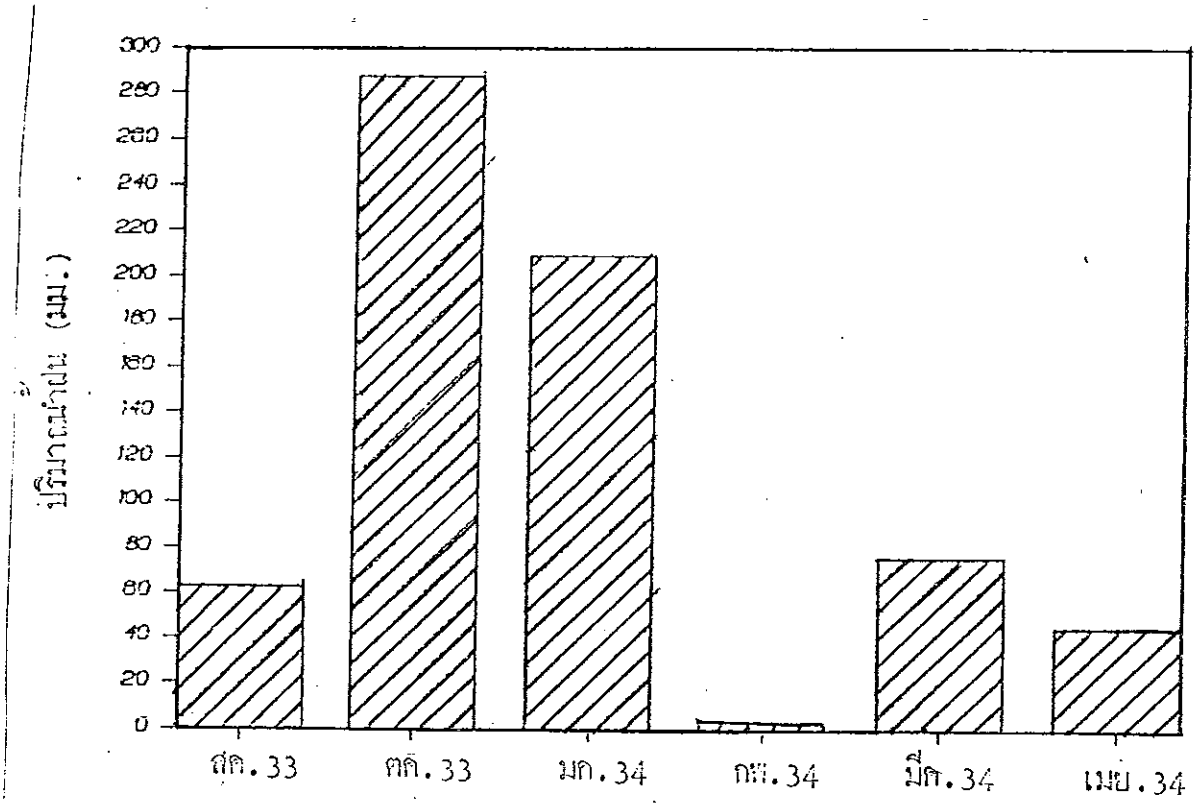
บทที่ 4

วิจารณ์และสรุป

1. วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลพัทลุง และบริเวณใกล้เคียง จากการเก็บตัวอย่างน้ำช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 6 ครั้ง จากสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 สถานี พบว่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.2 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นกรด-เบส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.2 อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.3 องศาเซลเซียส ปริมาณสารแขวนลอยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.2 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณความขุ่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.7 มิลลิกรัม/ลิตร ของ SiO_2 และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีค่าเฉลี่ย MPN/100 มิลลิลิตรเท่ากับ $1.16x10^6$ จากการตรวจตัวอย่างไม่พบ Pathogenic bacteria เนื่องจาก Pathogenic bacteria ตรวจพบได้น้อยมากในสิ่งแวดล้อม เพราะมีชีวิตได้ไม่นานในสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

ถ้าหากพิจารณาผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแต่ละสถานี จะพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ส่วนใหญ่จะพบว่าปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้น (การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1-3) ซึ่งตรงข้ามกับปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีที่มีปริมาณลดลงเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะสถานีเก็บตัวอย่างที่ 2 ทั้งนี้อาจจะกล่าวได้ว่าปริมาณน้ำฝนจะเป็นตัวเจือจาง (Diluter) ทำให้สารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเจือจางลง ดังรายละเอียดที่นำเสนอในภาพประกอบ 15 แสดงปริมาณน้ำฝนที่ตกในจังหวัดพัทลุง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2533 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2534



ภาพประกอบ 15 แสดงปริมาณน้ำฝนที่ตกในจังหวัดพัทลุง
สิงหาคม 2533 - เมษายน 2534

และทั้งนี้ถ้าหากพิจารณาปริมาณโคลิฟอร์ม และความต้องการของออกซิเจนทางชีวเคมีที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำฝนน้อยลง รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของปริมาณออกซิเจน ละลายน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำเพิ่มกับการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis)จะพบว่าพารามิเตอร์หลักๆ ที่เป็นดัชนีในการบ่งชี้ถึงความสกปรกของลำน้ำจะมีความสัมพันธ์กันดังนี้คือ

$$BOD=83.15 - 2.65\ DO - 9.31\ pH + 4.64 \times 10^{-6}\ Coliform$$

เมื่อ

BOD หมายถึง ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

DO หมายถึง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

pH หมายถึง ความเป็นกรด-เบส

Coliform หมายถึง ปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในรูปของ MPN/100 ml

จากสมการข้างต้นสามารถวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่าง BOD กับพารามิเตอร์อื่นๆ ได้ กล่าวคือ ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีจะแปรผันกลับกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและความเป็นกรด-เบส นั่นหมายถึงถ้าปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและความเป็นกรด-เบส จะลดลง ซึ่งตรงข้ามกับความสัมพันธ์ของความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีกับจำนวนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยที่ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเพิ่มสูงขึ้น จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะเพิ่มสูงขึ้น และอาจจะกล่าวได้ว่า ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีหรือค่าความสกปรกของแหล่งน้ำมีค่ามาก จำนวนแบคทีเรียจะมีจำนวนมากด้วย ทั้งนี้จะสอดคล้องกับการศึกษาของกรรณิการ์ (2526) และ Stack (1957)

ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีและจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่มีค่าสูงกว่าสถานีอื่น ๆ คือสถานีที่ 2 ซึ่งก็เป็นจุดที่ปล่อยน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุง คือมีค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในช่วงพิสัย 3.0-69.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และจำนวนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย MPN/100 มิลลิลิตร อยู่ระหว่าง 24×10^3 - 1.267×10^7 ดังนั้นน้ำทิ้งจะมีความสกปรกมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนิตยาและกิตติพงษ์ (2532) และณรงค์ (2528) ที่ได้กล่าวถึงน้ำเสียจากโรงพยาบาลว่า จะมีความคล้ายคลึงกับน้ำเสียจากชุมชนมากหากแต่ว่าน้ำเสียจากโรงพยาบาลมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคมากกว่ากล่าวคือ มี MPN/100 ml ประมาณ 2.8×10^8 เพราะฉะนั้นน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลจึงจำเป็นต้องมีการบำบัดและมีการฆ่าเชื้อโรคโดยผ่านขบวนการบำบัดน้ำทิ้ง (Wastewater treatment process) ก่อนที่จะมีการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และทั้งนี้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้กำหนดคุณภาพของน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลไว้เพื่อลดการเกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยการกำหนดค่าความสกปรก (ณรงค์, 2534) วัดเป็นความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณสารแขวนลอยไม่เกิน 30 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นกรด-เบส อยู่ระหว่าง 5-9 ปริมาณซัลไฟด์ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณออร์กานิคไนโตรเจนไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณของแข็งละลายน้ำไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งขั้นตอนการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลที่สำคัญที่สุด คือการทำลายเชื้อโรค และสารอินทรีย์ต่าง ๆ ก่อนที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และโรงพยาบาลพัทลุงเองก็เป็นโรงพยาบาลจังหวัดที่มีขนาดใหญ่ คือมีจำนวนเตียงถึง 255 เตียง มีบ้านพักอาศัยของเจ้าหน้าที่ในโรงพยาบาลถึง 101 ครอบครัว สถิติคนไข้ในปี 2533 มีผู้มารับบริการทุกประเภทจำนวน 118,816 ราย เป็นผู้ป่วยนอกจำนวน 86,876 ราย เฉลี่ย 304 รายต่อวันจำนวนผู้ป่วยใน 15,905 ราย เฉลี่ย 249 ราย/วัน อัตราครองเตียงร้อยละ 97.8 จำนวนคนไข้ที่นอนรักษาตัวอยู่ที่โรงพยาบาลเฉลี่ยคนละ 6 วัน ปริมาณใช้น้ำของโรงพยาบาล

10,866 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ปริมาณน้ำใช้ของบ้านพักอาศัยภายในโรง-พยาบาล 1,700 ลูกบาศก์เมตร/เดือน เพราะฉะนั้น ในหนึ่งเดือนโรง-พยาบาลพัทลุงจะใช้น้ำ 12,566 ลูกบาศก์เมตรหรือประมาณ 419 ลูกบาศก์-เมตร/วัน โดยปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมดนี้จะไหลลงสู่ท่อน้ำทิ้งเทศบาล แล้วไหลรวมกับแหล่งน้ำธรรมชาติในคลองตำนาน ลงสู่ทะเลสาบสงขลาบริเวณบ้านลำปำเป็นระยะทางทั้งสิ้นประมาณ 9 กิโลเมตร ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาล พบว่าปริมาณความสกปรกและโคลิฟอร์มมีค่าสูง ซึ่งมีแนวโน้มที่อาจเป็นไปได้ว่า เชื้อโรคที่มีน้ำเป็นสื่อพวกบิด ไทฟอยด์ และท้องร่วงอย่างแรง อาจแพร่กระจายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะที่ประชาชนใช้ในการอุปโภคได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งราษฎรที่อาศัยอยู่บริเวณแหล่งน้ำดังกล่าว ซึ่งได้แก่ราษฎรในหมู่ 3 และหมู่ 9 ซึ่งใช้น้ำในลำคลอง ทุ่งหม้าย สำหรับอาบ ล้างภาชนะ ซักเสื้อผ้า และใช้ในการเกษตร เช่น การทำนา ดังนั้น การเกิดอันตรายหรือความเสี่ยงจากโรคที่มีน้ำเป็นสื่อ ของชาวบ้านในบริเวณนั้นมีอัตราความเสี่ยงสูง และถ้าหากพิจารณาอัตราการป่วยด้วยโรคระบบทาง-เดินอาหารของจังหวัดพัทลุง พบว่าในปี พ.ศ.2531 มีจำนวน 2,084 รายต่อผู้ป่วยทั้งหมด 100,000 ราย หรือ 2.084 % และพบว่าในปี พ.ศ.2532 มีผู้ป่วยด้วยโรคทางเดินอาหาร 2,434 รายต่อผู้ป่วย 100,000 ราย หรือ 2.434 % ซึ่งจะพบว่าผู้ป่วยด้วยโรคทางเดินอาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.35 ต่อปี แต่อัตราการป่วยด้วยโรคระบบทางเดินอาหารเนื่องจากน้ำเป็นสื่ออาจจะเกิดขึ้นได้เสมอในสภาวะที่การสุขาภิบาลไม่ดี เช่น การไม่ถ่ายลงส้วม การดื่มน้ำที่ปนเปื้อนเชื้อโรค และการจัดบ้านเรือนที่ไม่ถูกสุขลักษณะ

2. แนวทางการแก้ไข

2.1 แนวทางการแก้ไขของกระทรวงสาธารณสุข

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข เป็นหน่วยงานที่ดำเนินการทางด้านเทคนิคในเรื่องน้ำเสียจากโรงพยาบาลได้ให้การคุ้มครองความปลอดภัยแก่ประชาชน จากปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมโดยมุ่งดำเนินการที่สำคัญ 3 ประการ คือ

2.1.1 การเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม

2.1.2 การควบคุมแหล่งหรือกิจกรรมที่ก่อมลพิษ

2.1.3 การพัฒนาและส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

การให้ความช่วยเหลือโรงพยาบาลที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสีย เมื่อสิ้นปีงบประมาณ 2531 ได้ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียกว่า 70 โรงพยาบาลทั่วประเทศ ไว้ใช้งานเป็นที่เรียบร้อยแล้วและยังได้รับนโนบายและมาตรการเร่งด่วน เพื่อแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ อากาศและเสียงในประเทศไทยตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงานเสนอ ซึ่งจะต้องก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลของรัฐ 108 แห่ง ซึ่งขณะนี้ได้ก่อสร้างเสร็จและใช้งานได้แล้ว 80 แห่ง เหลืออีก 28 แห่งจะต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายในแผนฯ 7 นอกจากต้องเร่งสร้างระบบบำบัดน้ำเสียให้กับโรงพยาบาลของรัฐทุกแห่งแล้ว กระทรวงสาธารณสุขซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพอนามัย ยังมีหน่วยงานซึ่งอยู่ในส่วนภูมิภาค ทั้งระดับ ศูนย์เขต จังหวัด อำเภอ ตำบล เพื่อดูแลปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในท้องถิ่น โดยให้มีการเฝ้าระวังคุณภาพ น้ำ อากาศ เสียง เป็นต้น

2.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาของจังหวัดพัทลุง

จังหวัดพัทลุงได้ดำเนินการวางแผน เพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมของจังหวัด โดยการจัดทำแผนปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัด โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบและมีส่วนเกี่ยวข้องจะต้องริเริ่ม และดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 การทบทวนตรวจสอบข้อเท็จจริงในปัจจุบันเกี่ยวกับสภาพของปัญหา ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในจังหวัด โดยพิจารณาขอบเขตเรื่องสำคัญ ๆ ดังนี้คือ

- น้ำ (ต้นน้ำลำธาร,น้ำดี น้ำเสีย)
- ดิน และการใช้ดิน
- ป่าไม้
- ทรัพยากรประมงและชายฝั่ง

- แหล่งธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมศิลปกรรม
- อากาศและเสียง
- กากของเสีย (มูลฝอย และสิ่งปฏิกูล)

ขั้นตอนที่ 2 การคาดคะเน สภาพปัญหาของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของจังหวัดที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (เช่น สภาวะขาดแคลนน้ำดื่มน้ำใช้ ภาวะน้ำเน่าเสีย ปริมาณมูลฝอย)

ขั้นตอนที่ 3 การทบทวน ตรวจสอบการดำเนินงานเพื่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนที่ 4 การริเริ่มแนวทางและวิธีการ (แผนงาน/โครงการ) จัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมของจังหวัด

ขั้นตอนที่ 5 การจัดทำข้อเสนอแผนงาน/โครงการ ในขณะนี้หน่วยงานต่าง ๆ ในจังหวัดพัทลุงกำลังร่วมทำแผนปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมของจังหวัดในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานนั้น ๆ

2.3 **แนวทางการแก้ไขของเทศบาลเมืองพัทลุง**

เทศบาลเมืองพัทลุง เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในเขตเทศบาลที่จะเป็นผู้ดูแลโดยตรง ได้ตระหนักถึงปัญหามลพิษทางน้ำ โดยได้ พยายามตั้งงบประมาณเพื่อจัดทำท่อระบายน้ำให้มีมาตรฐานดีขึ้น ตลอดจนปรับปรุงขุดลอกคูคลองระบายน้ำที่มีอยู่เดิมให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ และปรับปรุงทัศนียภาพในคูคลองระบายน้ำให้ดูสวยงามขึ้น โดยปลูกไม้ประดับตามคันคลอง และปลูกบัวซึ่งเป็นพืชน้ำที่สวยงามและสามารถลดมลพิษได้

2.4 **แนวทางการแก้ไขในทัศนของผู้วิจัย**

จากผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลพัทลุง ถึงแม้ว่าค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จะไม่เป็นปัญหามากนักในขณะนี้ แต่โรงพยาบาลพัทลุงเป็นหน่วยงานของรัฐบาลที่ให้บริการด้านการรักษาพยาบาลและส่งเสริมสุขภาพอนามัย จึงควรตระหนักในเรื่องการรักษาสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชาชนโดยทั่วไป และประกอบกับในอนาคต โรงพยาบาลพัทลุงจะต้องขยายตัว เพื่อรองรับผู้ป่วยที่มีจำนวนมากขึ้น ฉะนั้น การสร้าง

ระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อช่วยแก้ปัญหามลภาวะทางน้ำจึงจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งนอกจากแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยการวางแผนสร้างระบบบำบัดน้ำเสียของกระทรวงสาธารณสุข แผนการแก้ไขของเทศบาลเมืองพัทลุง และของโรงพยาบาลพัทลุงแล้ว สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือประชาชนและหน่วยงานอื่น ๆ เพราะแหล่งน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติของทุกคน ในเรื่องการแก้ไขและการจัดการเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ เพื่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์นั้นเป็นเรื่องที่มีขอบข่ายงานเกี่ยวข้องกับหน่วยงาน และมีความสัมพันธ์กับประชาชนทุกระดับ ทั้งในชนบทและในเมือง ซึ่งประชาชนแต่ละกลุ่ม แต่ละระดับจะมีความแตกต่างกันทั้งพื้นฐานความรู้ อาชีพ เพศ วัยและปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยเฉพาะความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่มสิ่งแวดล้อม และความรุนแรงของผลกระทบที่จะเกิดขึ้น ดังนั้นหน่วยงานของรัฐจึงควรที่จะสร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ประชาชนทั่วไปมีความเข้าใจถูกต้อง และตระหนักในหน้าที่ซึ่งการดำเนินการสร้างจิตสำนึก การให้การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชนเป็นเรื่องสำคัญมาก นอกจากการใช้เทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสียหรือออกมาตรการควบคุมป้องกันมิให้มีการปล่อยน้ำเสียอย่างผิดวิธี โดยการออกกฎหมายควบคุมผู้กระทำผิดแล้วอาจทำได้โดย

2.4.1 การให้การศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม

2.4.1.1 การให้การศึกษาในสถาบันการศึกษาต่างๆ เพิ่มมากขึ้น

2.4.1.2 การฝึกอบรม ประชุม สัมมนา

2.4.1.3 การดำเนินงานด้านการให้การศึกษา ในระดับท้องถิ่น

2.4.2 การเผยแพร่และประชาสัมพันธ์งานด้านสิ่งแวดล้อม

2.4.2.1 การสร้างสื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์

2.4.2.2 การเผยแพร่ผ่านสื่อมวลชน

2.4.3 การรณรงค์ด้านสิ่งแวดล้อม

2.4.3.1 การรณรงค์ด้านสิ่งแวดล้อมโดยภาครัฐบาล

2.4.3.2 การรณรงค์ด้านสิ่งแวดล้อมโดยภาคเอกชน

2.4.3.3 การรณรงค์ด้านสิ่งแวดล้อม โดยองค์กรพัฒนาเอกชน

2.4.4 การสร้างแรงจูงใจ

3. ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากระยะเวลามีจำกัด ทำให้ศึกษารายละเอียดไม่ได้มากนัก หากมีผู้สนใจศึกษาในโอกาสต่อไป ผู้วิจัยจึงใคร่ขอเสนอแนวทางในการศึกษาดังนี้

3.1 ปริมาณน้ำทิ้งของชุมชนในเขตเทศบาลเมืองพัทลุง

3.2 ความสามารถในการรองรับของเสีย ของคลองในเขตเทศบาลเมืองพัทลุง

3.3 คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลพัทลุง หลังจากใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว

บรรณานุกรม

กรรณิการ์ สิริสิงห์ และ กฤษณ์ เทียรประสิทธิ์. 2519. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** ภาควิชาสุขาภิบาลวิศวกรรม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ.

กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2522. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** บริษัทสยามมวลชน จำกัด. กรุงเทพฯ.

กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2526. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** บริษัทสยามมวลชน จำกัด. กรุงเทพฯ.

เกษม จันทร์แก้ว. 2530. **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.** ฉบับปรับปรุง. อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพฯ.

เกษม จันทร์แก้ว นิพนธ์ ตั้งธรรม สามัคคี บุณยะวัฒน์ และ วิชา นิยม. 2524. **การวิจัยเกี่ยวกับการจัดการลุ่มน้ำบนภูเขา** (สรุปรายงาน 15 ปี). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จุฑาธิป อยู่เย็น. 2523. "การวิเคราะห์แบคทีเรียในน้ำจากลุ่มป่าดิบเขา บริเวณดอยปุย เชียงใหม่", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2528. **อนามัยสิ่งแวดล้อมชุมชน.** ภาควิชาเวชศาสตร์-ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. สงขลา.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2534. **คู่มือแนะนำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม** ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลา-นครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. สงขลา.

ทบวงมหาวิทยาลัย. 2528. **เคมีเล่มที่ 2**. อักษรเจริญทัศน์. กรุงเทพฯ.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2525. **คู่มือวิเคราะห์น้ำทิ้ง**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

ธีรศักดิ์ บุญชูดวง. 2526. "ผลกระทบจากการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ ต่อสมบัติบางประการของน้ำบริเวณดอยปุย", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์-มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิตยา มหาผล และกิตติพงษ์ ธนศานติ. 2532. "การกำจัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชน", **วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม** 3 (มกราคม-เมษายน 2534), 5-18.

นิตยา มหาผล และประนอม ภูวนัตตรัย. 2530. **แนวทางการควบคุมคุณภาพแหล่งน้ำ**. กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวง-สาธารณสุข. กรุงเทพฯ.

บุญจา พวงสุวรรณ. 2524. **รายงานการวิเคราะห์ผลงานวิจัยอันดับ 6 น้ำทิ้งน้ำเสีย พ.ศ. 2524-2523**. กองวิเคราะห์และประเมินผล สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยีและการพลังงาน. กรุงเทพฯ.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2525. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

พิมล เรียนวัฒนา และ ชัยวัฒน์ เจนวณิชย์. 2525. **เคมี สภาวะแวดล้อม.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2522. "คุณสมบัติของน้ำกับการเลี้ยงปลา", **วารสารการประมง** 32 (เมษายน-มิถุนายน 2522), 145-149.

ลักษณา เนาวรัตน์. 2532. "ความสามารถการรองรับของเสียของคลองอู่ตะเภา", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

วิทยา เพียรวิจิตร. 2525. **เทคโนโลยีการกำจัดน้ำเสีย.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

วัชรินทร์ พยัคชาติ. 2522. "การควบคุมสุขาภิบาลชุมชน.", **วารสารสุขาภิบาล.** 4 (กันยายน-ธันวาคม 2522), 15-20.

สำนักงานจังหวัดพัทลุง. 2534. **รายงานข้อราชการจังหวัดพัทลุง.** สำนักงานจังหวัดพัทลุง. พัทลุง.

สิรินี ทิพพากร. 2527. "การฟอกตัวเองของน้ำทางแบคทีเรียในห้วยแม่รากบริเวณโครงการพัฒนาต้นน้ำ หน่วยที่ 1 (ทุ่งจ๊อ) อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุชิน พจนานภาศิริ. 2523. "ผลกระทบของการเกษตรบนภูเขาต่อปริมาณเชื้อบักเตรีในน้ำลำธารที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสวก กาญจนประดิษฐ์. 2528. "การศึกษาประสิทธิภาพและการหาค่าตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบกำจัดน้ำเสียแบบชั้นตัวกลางจุลินทรีย์ลอยตัว", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์.

Bolton, R.L. and L.Klein. 1976. Sewage Treatment. Ann Arbour Science Publisher, Inc., Michigan.

Eckenfelder, W.W.Jr. 1966. Industrial water pollution control. McGraw-Hill, Inc., New York.

EPA. 1971. Methods for chemical analysis of water and wastes. Washington, D.C.

EPA. 1973. Water quality criteria 1972. A report of the committee on water criteria. Environmental Studies Board. Washington, D.C.

EPA. 1980. Water quality criteria 1979. A report of the committee on water quality criteria. Environmental Studies Board. Washington, D.C.

Galler, B.A. and H.S. Gotaas. 1964. "Sewage treatment of Military Installation Committee Report, National Research Council", Sewage Work J. 18(5) : 791.

Harold, E.B. 1950. Sewerage and sewage treatment. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Hewlett, J.D. and Nutter, W.L. 1969. Forest Hydrology. University of Georgia Press, Athen, U.S.A.

Mckee, J.E. and H.W. Wolf. 1971. Weter quality criteria. 2d ed., The Resource Agency of California State Water Resource Control Board, California, U.S.A.

Mckinney, R.E. 1962. Microbiology for sanitary engineers. McGraw-Hill, Inc., New York.

Metcalf and Eddy. 1972. Wastewater engineering. McGraw-Hill, Inc., New York.

Nemerow, N.L. 1974. Scientific stream pollution analysis. McGraw-Hill, Inc., New York.

Oschwald, W.R. 1972. "Sediment - Water Interactions", J. Environmental Quality. 1(4) : 360 - 366.

Reid, G.K. 1961. Ecology of inland water and esturies. Reinhold Publishing Corporation Chapman and Hall, Ltd., New York.

Ruttner, F. 1953. Fundamental of limnology. 3d ed., University of Toronto Press, Toronto, Canada.

Schroepfer, G.J. and N.R. Zeike. 1955. Development of the aerobic contact process. Sewage Industrial Wastes 31 : 164 - 190.

Stack, V.T. 1957. Theoretical performance of the trickling filtration process. Sewage and Industrial Waste 29 : 987 - 1001.

Velz, C.J. 1970. Applied stream sanitation. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Warren, C.E. 1971. Biological and water pollution control. W.B. Saunders Co., Philadelphia, U.S.A.

Wert, J.W. and Keller F.J. 1963. Preliminary study of sediment sources and transport in the Potomac River Basin. Interstate Commission on Potomac River Basin. Washington, D.C.

Wolhman, N.G. 1964. Problems posed by sediment derived from construction activities in Marryland. Report to the Marryland water pollution control commission, Annapotes, Marryland.

ภาคผนวก ก

คุณภาพน้ำ

ตามธรรมชาติ น้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอจากสถานะหนึ่งไปอีกสถานะหนึ่ง เช่น มีการระเหยขึ้นไปในอากาศแล้วตกลงมาเป็นฝน น้ำที่ระเหย จากพื้นผิวทะเลและมหาสมุทรนั้นอาจมีบางส่วนที่ถูกพัดพามาบนแผ่นดินและตกลงมาเป็นฝน น้ำฝนที่ตกจะไหลลงสู่ที่ต่ำและในที่สุดก็กลับสู่ทะเลอีกครั้ง บางส่วนอาจซึมลงใต้ดินและพักตัวอยู่ในชั้นบาดาล ซึ่งบางส่วนที่ซึมอยู่ในดินจะถูกดูดไปใช้โดยพืช การคายน้ำ (Transpiration) ของพืชจะทำให้น้ำกลับสู่บรรยากาศอีกครั้งหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวหมุนเวียนไม่รู้จักจบสิ้น เรียกว่า "วัฏจักรของน้ำ" (Hydrological cycle) (Hewllett and Nutter, 1969) น้ำ แบ่งออกได้เป็น 3 แหล่ง (นิตยาและประนอม, 2530) ได้แก่

1. น้ำฝน เป็นน้ำที่มีแหล่งการเกิดอยู่ในชั้นบรรยากาศ จัดเป็นแหล่งน้ำสะอาดและมีคุณภาพดี ทั้งนี้เพราะเป็นกระบวนการกลั่นโดยธรรมชาติ มีลักษณะใส เป็นน้ำอ่อนที่มีปฏิกิริยาเกิดฟองสบู่ได้ง่าย มีคุณสมบัติเป็นกลาง ไม่ค่อยมีแบคทีเรีย ในกรณีที่น้ำฝนตกในบริเวณที่มีฝุ่นละอองหรือแก๊สต่าง ๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน แอมโมเนีย หรือซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือในบริเวณที่มีไอของโลหะหรือธาตุกัมมันตรังสีลอยอยู่ น้ำฝนจะละลายเอาไอของสารเหล่านั้นมาด้วย สำหรับแบคทีเรียนั้นอาจมีการปนเปื้อนได้ภายหลัง

2. น้ำผิวดิน เป็นน้ำที่ขังอยู่บนพื้นโลกได้แก่

2.1 ทะเลและมหาสมุทร เป็นแหล่งน้ำผิวดินที่ใหญ่ที่สุด คือ ประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของผิวโลกทั้งหมด

2.2 แม่น้ำลำคลอง เป็นแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญ ประชากรโลกใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคโดยตรง ใช้เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปา และใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อกิจกรรมอื่น ๆ ทั้งภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การคมนาคม เป็นต้น โดยจะมีปริมาณความขุ่นและสีสูงกว่าแหล่งน้ำอื่น ๆ

2.3 ทะเลสาบ เป็นแหล่งน้ำที่มีการตกตะกอนและฟอกตัวเองของน้ำตามธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ทะเลสาบปิด เป็นทะเลสาบที่ไม่มีทางติดต่อกับทะเล เช่น ทะเลสาบหนองหารบึงบรเพ็ดเป็นต้น และทะเลสาบที่มีอาณาเขตติดต่อกับทะเล มักเป็นทะเลสาบน้ำเค็มหรือ น้ำกร่อย เช่น ทะเลสาบสงขลา เป็นต้น

2.4 อ่างเก็บน้ำ เป็นแหล่งน้ำที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับทะเลสาบแต่มีขนาดเล็กและเกิดจากมนุษย์สร้างขึ้น คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำส่วนใหญ่ จะมีคุณภาพดีกว่าน้ำในแม่น้ำลำคลองซึ่งไหลผ่านบ้านเรือนเป็นระยะทางยาวและมีกิจกรรมต่าง ๆ อยู่ 2 ฝั่งที่ระบายของเสียลงแม่น้ำลำคลอง

3. น้ำใต้ดิน เมื่อน้ำฝนที่ตกลงมาจะมีส่วนหนึ่งที่ซึมผ่านลงมาได้เรียกว่า Pervious stratum น้ำจะซึมไปเรื่อย ๆ จนไม่สามารถซึมผ่านได้เรียกว่า Impervious stratum น้ำที่ซึมผ่านจะมารวมกันที่นี่ ฉะนั้นชั้นของดินที่อยู่เหนือ Impervious layer ขึ้นมาจะอิ่มตัวด้วยน้ำเรียกว่า Zone of saturation และระดับน้ำบนสุดของโซน เรียกว่า Water table ซึ่งระยะห่างระหว่าง Water table กับผิวดินไม่แน่นอนอาจจะเป็นระยะเล็กน้อยหรือมากก็ได้ ลักษณะโดยทั่วไปของชั้นน้ำใต้ดิน คือ ไม่มีพวกออกซิเจนละลายน้ำอยู่ ถึงแม้จะมีแก๊สอื่น ๆ อยู่ก็ตาม ทั้งนี้เพราะว่าน้ำใต้ดินนั้นไหลผ่านสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดิน ซึ่งอาจจะละลายเอาแร่ธาตุต่าง ๆ ได้มากน้อยแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณธาตุที่มีอยู่ในดิน แร่ธาตุที่พบเสมอในน้ำใต้ดินคือเหล็ก แมงกานีสและสารประกอบที่ทำให้เกิดความกระด้างของน้ำ น้ำใต้ดินจะปราศจากแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค เพราะแบคทีเรียในดินนั้นจะไม่สามารถอยู่ได้ตามระดับความลึก 3 - 4 เมตร (ณรงค์, 2528)

คุณภาพน้ำ

ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในแหล่งต่าง ๆ ทั้ง 3 แหล่งข้างต้น มีอยู่ประมาณ 1.50 พันล้านลูกบาศก์กิโลเมตร มีน้ำจืดเพียงร้อยละ 3 เท่านั้นและ 3 ใน 4 ส่วนเป็นน้ำแข็งที่อยู่บริเวณขั้วโลก และอีกส่วนหนึ่งคือน้ำที่อยู่ในชั้นของเปลือกโลก น้ำพวกนี้นำมาใช้ไม่ได้ มีปริมาณเป็น 16 เท่าของน้ำบนผิวโลก (Wolhman, 1964) ซึ่งแหล่งน้ำที่นำมาใช้ประโยชน์โดยทั่วไป แม้กระทั่งน้ำฝนที่ถือว่าเป็นน้ำสะอาดนั้น ยังมีสิ่งเจือปนเล็กน้อย จากสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในบรรยากาศของโลก ซึ่งสิ่งเจือปนมากับน้ำจะทำให้ลักษณะทางกายภาพ เช่น สี กลิ่น รส ตะกอน หรืออุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพเดิมตามธรรมชาติ นอกจากนั้นสิ่งเจือปนอื่น ๆ เช่น จุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเป็นแบคทีเรียหรือไวรัส และสิ่งแปลกปลอมพวกอินทรีย์สารต่าง ๆ เหล่านี้ จะเป็นปัจจัยที่มีผลทำให้ลักษณะทางเคมีของน้ำแตกต่างไปจากเดิม

สิ่งเจือปนในน้ำผิวดินแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. สิ่งแขวนลอยในน้ำ (Suspended impurities) ได้แก่ อนุภาคดินต่างๆ อินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร สาหร่าย โปรโตซัวและแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคที่มีน้ำเป็นสื่อ (Water-born diseases) สิ่งแขวนลอยในน้ำเหล่านี้ทำให้น้ำมีสี กลิ่น และขุ่นเมื่อตั้งทิ้งไว้สิ่งเจือปนเหล่านี้จะสามารถตกตะกอนได้

2. สิ่งเจือปนที่ละลายในน้ำ ได้แก่ แก๊สต่าง ๆ เช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน ไฮโดรเจน แอมโมเนีย มีเทน รวมทั้งสารประกอบ ไนเตรด และไนไตรท์

3. สารคอลลอยด์ในน้ำ ได้แก่ อนุภาคที่เล็กที่สุดของซิลิกา และดิน อินทรีย์สาร ที่เน่าเปื่อย และกรดอินทรีย์ ซึ่งอยู่ในรูปของคอลลอยด์ที่ไม่ตกตะกอน

จากสิ่งเจือปนในน้ำข้างต้นสามารถแยกคุณภาพของน้ำได้ดังนี้ คือ

ก. คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical quality)

ข. คุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical quality)

ค. คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา (Microbiological quality)

ง. คุณภาพน้ำทางกัมมันตรังสี (Radiological quality)

ก. **คุณภาพน้ำทางกายภาพ** (Physical quality)

คุณภาพน้ำทางกายภาพ หมายถึง ลักษณะความสกปรกในน้ำที่สามารถสัมผัสได้ด้วยประสาททั้ง 5 ลักษณะเหล่านี้ได้แก่ สี ความขุ่น รส กลิ่น และอุณหภูมิ

คุณภาพน้ำ และสาเหตุที่ทำให้น้ำมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไปทางด้านกายภาพมีอยู่หลายประการดังนี้ (ณรงค์, 2528)

1. สี

สีของน้ำเกิดจากสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งมาจากพืชที่เน่าเปื่อยด้วย นอกจากนี้ยังเกิดจากสีของสารอินทรีย์อื่น ๆ ซึ่งการเกิดสีของน้ำอาจจะจำแนกได้ 2 พวก คือสิ่งเจือปนที่ละลายในน้ำ และพวกสารแขวนลอย ดังนั้นสีของน้ำอาจแยกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1.1 สีแท้จริง (True Color) เกิดจากการละลายของสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำ

1.2 สีปรากฏ (Apparent Color) เกิดจากการสะท้อนของสิ่งแขวนลอยในน้ำ การสะท้อนของท้องฟ้า หรือสีของน้ำที่เกิดจากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของการผลิตของโรงงาน

สีทั้งสองประเภทนี้แยกจากกันได้โดยการเซนตริฟิวจ์ พวกสีปรากฏจะตกตะกอน สำหรับสีของน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ ทั่วไปอาจมีค่าตั้งแต่น้อยกว่า 1 Unit ถึงมากกว่า 200 Unit (1 Unit of Color = 1.00 มิลลิกรัม/ลิตรของ Pt ในรูปของ K_3PtCl_6) โดยทั่วไปน้ำที่สะอาดต้องมีสีไม่เกิน 20 Unit และ น้ำที่ใช้บริโภคไม่ควรมีสีเกิน 5 Unit (หบวงมหาวิทยาลัย, 2528)

2. ความขุ่น

ความขุ่นของน้ำเกิดจากการมีสารพวกสารแขวนลอยซึ่งได้แก่ ดินเหนียว แพลงตอน อนุภาคเล็กของสารอินทรีย์ หรือพวกสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ

ซึ่งเมื่อแสงส่องกระทบสารเหล่านี้จะทำให้เกิดการหักเหของแสงอย่างไม่เป็นระเบียบหรือแสงนั้นอาจถูกกั้นไม่ให้ทะลุผ่านไปได้ จึงทำให้มองเห็นน้ำขุ่น ซึ่งความขุ่นของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยดังต่อไปนี้คือ

2.1 พื้นของแหล่งน้ำ ไม่ว่าจะเป็นแม่น้ำ ลำคลอง ชนิดของแหล่งน้ำนั้นอาจเป็นพวกดินเหนียว โคลน ทราย หรือกรวด ซึ่งแต่ละชนิดจะทำให้เกิดความขุ่นไม่เหมือนกัน พื้นของแหล่งน้ำที่เป็นดินเหนียวและโคลนจะมีความขุ่นมากกว่าพื้นของแหล่งน้ำที่เป็นทรายและกรวด

2.2 อัตราการไหลของน้ำ อัตราของการไหลของน้ำจะมีอิทธิพลต่อความขุ่นของน้ำ เพราะน้ำที่มีอัตราการไหลเร็วและแรงนั้น พวกสารแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ ส่วนน้ำที่มีการไหลอย่างสงบนั้น จะทำให้สารแขวนลอยในน้ำเกิดการตกตะกอนโดยธรรมชาติ ทำให้ความขุ่นลดลง

2.3 ชายฝั่ง ลักษณะของชายฝั่งจะมีอิทธิพลต่อความขุ่น เพราะชายฝั่งที่เป็นโคลนจะทำให้น้ำมีความขุ่นมากกว่าชายฝั่งที่เป็นกรวด และทราย

2.4 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณต้นน้ำ คือลักษณะภูมิประเทศที่น้ำนั้นไหลผ่าน ถ้าหากผ่านทุ่งนา ป่าเขา ตามธรรมชาติน้ำจะมีความขุ่นพอสมควร แต่ถ้าหากไหลผ่านแหล่งกสิกรรม โรงงานอุตสาหกรรม น้ำจะมีความขุ่นสูง (กรรณิการ์และกฤษณ์, 2519; Wert and Keller, 1963) นอกจากนี้ยิ่งถ้ามีการก่อสร้างบ้านเรือนบนฝั่งน้ำด้วยแล้วปริมาณการตกตะกอนจะสูงทำให้น้ำมีความขุ่นสูงด้วย (EPA, 1973)

2.5 การเน่าเปื่อยของพืช ความขุ่นของน้ำที่เกิดจากการเน่าเปื่อยของพืชผักต่าง ๆ จะมีลักษณะของความเป็นกรดอินทรีย์ จะทำให้น้ำมีความขุ่นมากกว่าปกติ

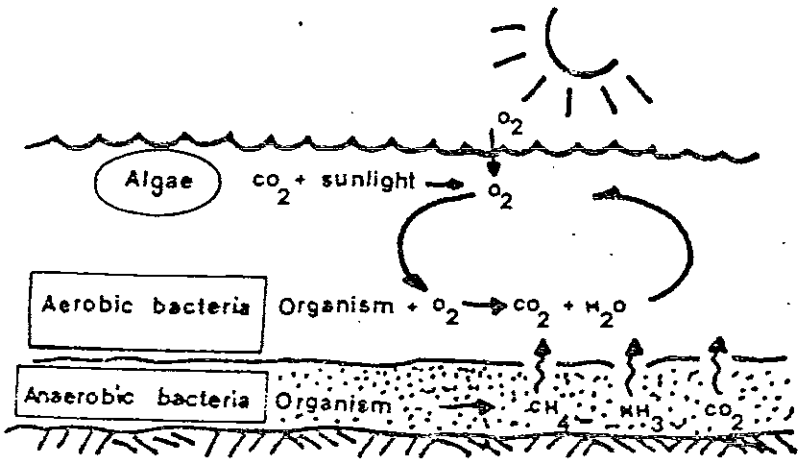
2.6 อุณหภูมิ มีผลต่อความขุ่นของน้ำคืออุณหภูมิต่ำ ความหนาแน่นสูง ทำให้ความหนืดสูง ดังนั้นพวกสารแขวนจึงตกตะกอนได้ยาก ทำให้ความขุ่นสูง

3. อุณหภูมิ

น้ำตามแหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยปกติแล้วจะได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศ และจากพื้นดิน อุณหภูมิของแหล่งน้ำธรรมชาติจะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ และตามลักษณะภูมิอากาศในแต่ละท้องที่และฤดูกาล ปกติแล้ว น้ำมีความจุความร้อนเท่ากับ 1 ทำให้น้ำสามารถอุ้มความร้อนไว้ได้มาก เปรียบเสมือนเป็นฉนวนคอยควบคุมอุณหภูมิของน้ำไม่ให้เปลี่ยนแปลงมากเกินไป แต่อย่างไรก็ตามรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ลม และการระเหยของน้ำจากแหล่ง ก็มีส่วนทำให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกัน (EPA, 1973) น้ำใต้ดินอุณหภูมิทั่วไปเกือบคงที่เสมอในแต่ละฤดู แต่ถ้าหากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป จะมีผลทำให้ช่วงการเปลี่ยนแปลงอุณภูมิของน้ำกว้างขึ้นได้ (จุฑาทิป, 2523)

4. กลิ่น

กลิ่นน้ำที่เกิดจากพวกสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในน้ำทำการย่อยอินทรีย์สาร จะทำให้เกิดการเน่าเปื่อยซึ่งในน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายไม่เพียงพอจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ แก๊สมีเทน ซึ่งกลไกปฏิกิริยาดังแสดงในภาพประกอบ 16 นอกจากนี้กลิ่นของน้ำยังมีสาเหตุมาจากการที่น้ำนั้นมีพวกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (Blue-green algae) พวกของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial waste) และอาจเกิดจากสารเคมีในการบำบัดน้ำ (ณรงค์, 2528)



ภาพประกอบ 16 แผนภาพแสดงกลไกการเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน

ที่มา พิมล และ ชัยวัฒน์, 2525.

5. รส

รสของน้ำอาจมีรสต่าง ๆ เช่น เปรี้ยว หวาน ขม ซึ่งอาจมีสาเหตุจากสิ่งต่อไปนี้คือ (ณรงค์, 2528)

5.1 เนื่องจากน้ำนั้นมีเกลือละลาย (Dissolved Salt) ละลายอยู่จำนวนมาก

5.2 เนื่องจากน้ำนั้นมีสารที่เป็นกรดหรือด่างปนอยู่ด้วย

5.3 เนื่องจากน้ำนั้นมีสารประกอบของเหล็กอยู่ด้วย

5.4 เนื่องจากน้ำนั้นมีสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำมากเกินไป (Excessive chemical treatment)

ข. คุณภาพน้ำทางเคมี

เนื่องจากน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี จะละลายพวกเกลือ แร่ธาตุ และสารประกอบต่าง ๆ ของสารเคมีจากดิน หรือชั้นหินตามสภาพทางธรณีวิทยาต่าง ๆ ได้หลายชนิด สารประกอบบางตัวอาจเป็นพิษและให้โทษแก่ผู้ใช้น้ำได้ เช่น โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว สารหนู แคดเมี่ยม ทองแดง และปรอท เป็นต้น หรือสารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชโดยเฉพาะตัวที่สลายยาก เช่น DDT (Dichloro Diphenyl Trichloro benzene) เป็นต้น ซึ่งสารมลพิษเหล่านี้จะมีมากหรือน้อยขึ้นกับแหล่งน้ำผิวดินที่ไหลผ่าน (นิตยาและประนอม 2530)

1. ความกระด้างของน้ำ

น้ำกระด้างมีสาเหตุเนื่องจากพวกอิออนของโลหะหนัก ที่มีวาเลนซี่ 2 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสบู่แล้วเกิดตะกอนขึ้น หรือทำปฏิกิริยากับอิออนที่มีประจุบวกบางตัวในน้ำ แล้วเกิดเป็นตะกอนขึ้นมาเมื่อทำให้น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (กรรณิการ์, 2522)

ความกระด้างของน้ำแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามอิออนลบที่มีอยู่ในน้ำ คือ

1.1 ความกระด้างชั่วคราว น้ำพวกนี้ความกระด้างที่มีสาเหตุมาจากสารพวกคาร์บอเนต และสารพวกไบคาร์บอเนต ของแคลเซี่ยม และ

แมกนีเซียม กำจัดได้โดยการต้ม

1.2 ความกระด้างถาวร ความกระด้างชนิดนี้เกิดจากพวกซัลเฟตและคลอไรด์ ของแคลเซียม และแมกนีเซียม ที่มีอยู่ในน้ำ ก่อให้เกิดความกระด้างถาวรไม่สามารถแก้ไขได้โดยการต้ม ในบางกรณี น้ำนั้นอาจไม่มีความกระด้างแต่มีพวกโซเดียมที่มากพอก็สามารถขัดขวางการเกิดฟองสบู่ได้เช่นกัน น้ำพวกนี้มักมีรสกร่อย และความกระด้างไม่ใช่ความกระด้างแท้จริง ค่าของความกระด้างมีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต (mg/l ของ $CaCO_3$)

2. ความเป็นกรด-เบสของน้ำ

เมื่อกล่าวถึงสารละลายน้ำไม่ว่าจะเป็นสารละลายกรด เบส หรือเกลือ เรามักสนใจว่าสารละลายนั้นมีความเป็นกรดหรือเบสมากน้อยแค่ไหน ซึ่งความเป็นกรดของสารละลายใด ๆ คือความสามารถของสารละลายนั้นในการแตกตัวให้โปรตอนหรือความเป็นกรดคือความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน $[H^+]$ รวมทั้งกรดอ่อนเช่น กรดคาร์บอนิก กรดแทนนิค สารละลายเกลือที่แตกตัวด้วยน้ำ เช่น เกลือเหล็ก ซัลเฟต เป็นต้น และในสารละลายที่มีกรดแร่เจือปนอยู่ ส่วนความเป็นเบสของสารละลายใด ๆ คือความสามารถของสารละลายนั้นในการรับโปรตอน หรือความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์อิออน $[OH^-]$ ความเป็นเบสของน้ำธรรมชาติหรือน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค เกิดขึ้นจากองค์ประกอบของสารละลายไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ เป็นต้น (ธงชัย,2525.)

ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำธรรมชาติจะอยู่ในช่วง 4.0 - 9.0 แต่ส่วนใหญ่ค่อนข้างเป็นเบสเล็กน้อย เนื่องจากมีคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต น้ำที่มีความเป็นกรด-เบสสูงหรือต่ำ อาจมีสาเหตุจากการปนเปื้อนของสารเจือปนในบรรยากาศ

จากค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำสามารถแบ่งชนิดของน้ำออกได้เป็น 3 ชนิด (ณรงค์, 2528) คือ

1.1 น้ำที่เป็นกรด น้ำพวกนี้มีความเข้มข้นของไฮโดรเจน

อิออนสูง คือมีค่าความเป็นกรด-เบสตั้งแต่ 1-6 น้ำพวกนี้ได้แก่ น้ำฝนที่ตกลงมายังบริเวณทุ่งหญ้า ป่าซึ่งจะเป็นกรดอ่อน ๆ เพราะบริเวณดังกล่าวจะมีพวกกรดอินทรีย์อยู่มาก นอกจากนี้ความเป็นกรดยังอาจจะได้รับมาจากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

1.2 น้ำที่เป็นเบส น้ำพวกนี้จะมีไฮดรอกไซด์อิออนสูงมีค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ระหว่าง 8.5-14.0 น้ำพวกนี้มักมีเกลือของโซเดียมคาร์บอเนตหรือคาร์บอนไดออกไซด์อิสระละลายปนอยู่ด้วย เมื่อเทียบกับน้ำที่เป็นเบสกับน้ำที่เป็นกรดแล้วน้ำที่เป็นเบสมีน้อยมาก โทษก็คือทำให้เหล็กเป็นสนิมหม้อน้ำผุกร่อนเป็นต้น

1.3 น้ำที่เป็นกลาง น้ำพวกนี้มีค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ระหว่าง 6.0-8.0 ได้แก่ น้ำที่เป็น Portable water นั่นเอง

3. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ออกซิเจน นับว่าเป็นแก๊สที่มีความสำคัญมากในการดำรงชีวิตของคน สัตว์ และพืชเพราะต้องถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ เพื่อก่อให้เกิดพลังงาน ขบวนการต่าง ๆ ที่ต้องการออกซิเจนเรียกว่า Aerobic Process แก๊สต่างๆ ในบรรยากาศละลายอยู่ในน้ำได้มากน้อยต่างกันแล้วแต่ชนิดของแก๊ส สำหรับแก๊สไนโตรเจน และออกซิเจน เป็นแก๊สที่ละลายได้น้อยมาก และเนื่องจากมันไม่ได้ทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำ ดังนั้นการละลายจึงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความดันย่อยของตัวมันเอง ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะช่วยให้น้ำมีรสปร่า (ณรงค์,2528) ค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำจะอยู่ในช่วง 14.6 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ 0.0 องศาเซลเซียส 9.0 มิลลิกรัม/ลิตรที่ 20.0 องศาเซลเซียส และ 7.0 มิลลิกรัม/ลิตรที่อุณหภูมิ 35.0 องศาเซลเซียส ซึ่งจะพบว่าปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และความต้องการออกซิเจนจะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิด Aerobic condition เนื่องจากปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ ซึ่งอาจทำให้เกิดการเน่าเหม็นได้ ความสามารถการละลายต่ำของออกซิเจน เป็นปัจจัยสำคัญที่จำกัดความสามารถในการฟอกตัวเองให้บริสุทธิ์ของน้ำ

ตามธรรมชาติ จึงจำเป็นที่จะต้องกำจัดความสกปรกในน้ำเสียก่อนที่ปล่อยลงแม่น้ำลำธาร ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะมากหรือน้อยกว่าปริมาณที่อิ่มตัว ขึ้นกับสภาวะของน้ำนั้น เช่น ถ้ามีการสังเคราะห์แสง ปริมาณออกซิเจนในน้ำก็จะสูงมีการละลายดีขึ้น แต่ถ้ามีการสลายตัวของสารอินทรีย์จะทำให้ออกซิเจนในน้ำถูกใช้ไป ดังนั้นปริมาณออกซิเจนในน้ำจะลดลง นอกจากนั้นปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ เช่นการออกซิไดส์ ของเหล็ก แมงกานีส และซัลเฟอร์ในน้ำ ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง การละลายของออกซิเจนในน้ำที่มีเกลือแร่จะน้อยกว่าในน้ำสะอาด ดังนั้น ณ ที่อุณหภูมิหนึ่ง การละลายของออกซิเจนในน้ำจืดจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อน้ำนั้นเข้าใกล้ทะเล นั่นคือ การละลายของออกซิเจนขึ้นอยู่กับทั้งอุณหภูมิ และปริมาณคลอไรด์ในน้ำ (คลอไรด์ในน้ำทะเลมีประมาณ 19,000 มิลลิกรัม/ลิตร) (กรรณิการ์, 2522)

เพราะฉะนั้น ปริมาณของออกซิเจนซึ่งละลายในน้ำจะสัมพันธ์กับปัจจัยดังต่อไปนี้ (ธงชัย, 2525) คือ

1. อุณหภูมิของน้ำ
2. ความกดดันของบรรยากาศ
3. สิ่งเจือปนในน้ำ

ความสำคัญของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

1. ค่า DO ในน้ำ เป็นตัวชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีวะที่เกิดขึ้นโดย Aerobic หรือ Anaerobic organisms พวก Aerobic organisms ใช้ออกซิเจนอิสระ เพื่อการออกซิไดส์สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เกิดผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นอันตราย ในขณะที่ Anaerobic organisms ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นโดยการรีดิวซ์เกลืออินทรีย์บางตัวเช่น ซัลเฟต เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น Organisms ทั้งสองชนิดนี้พบในธรรมชาติ จึงจำเป็นที่จะต้องรักษาสภาวะที่พวก Aerobic organisms ชอบไว้ (คือในสภาวะที่มีออกซิเจน) มิฉะนั้น Anaerobic organisms จะเข้ามาแทนที่ การหาค่า DO จึงจำเป็นเพื่อที่จะรักษาสภาพ Aerobic Condition ในน้ำธรรมชาติ ซึ่งจะรับเอาสิ่งสกปรกต่าง ๆ และยังใช้ในการรักษาสภาพที่เหมาะสมใน

Aerobic process treatment ด้วย (กรรณิการ์, 2522)

2. ค่า DO มีความสำคัญในการที่จะรักษาสภาวะของน้ำ ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ คือ ให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในปริมาณที่พอเหมาะเช่นไม่น้อยกว่า 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร และถ้าปริมาณออกซิเจนในน้ำน้อยกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตรจะทำให้เกิดมลพิษทางน้ำขึ้นได้ (กรรณิการ์, 2522) นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ จะเป็นตัวที่สำคัญ คือ เป็นตัวจำกัดชนิดการเจริญเติบโตของพืช การเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของสัตว์น้ำ รวมทั้งการเกิดกระบวนการย่อยสลายของอินทรีย์สารจะเกิดเร็วหรือช้า ขึ้นกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเป็นสำคัญ เนื่องจากจะส่งผลโดยตรงไปถึงกิจกรรมของสัตว์น้ำที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการนี้ด้วย

3. ค่า DO เป็นพื้นฐานของค่า BOD หรือความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี เพื่อหาความสกปรกของน้ำเสียและอัตราของการออกซิไดซ์ทางชีวภาพ ซึ่งสามารถวัดได้โดยการหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลือ ณ เวลาต่าง ๆ (กรรณิการ์, 2522)

4. ค่า DO เป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมการกัดกร่อนของเหล็ก โดยเฉพาะในหม้อน้ำไม่ควรมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเลย แต่ถ้าความดันต่ำกว่า 250 ปอด์นต่อตารางนิ้ว (psi) มีปริมาณออกซิเจนประมาณ 0.02 มิลลิกรัม (กรรณิการ์, 2522)

4. **สารพิษ**

สารพิษ คือ สารที่ละลายอยู่ในน้ำซึ่งทั้งหมดอยู่ในรูปของแร่และในรูปของอิออนในแหล่งน้ำธรรมชาติ อิออนเหล่านี้มีหลายชนิดทั้งที่จำเป็นสำหรับร่างกายมนุษย์ ซึ่งร่างกายต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าหากขาดธาตุเหล่านี้แล้วจะทำให้อวัยวะของร่างกายไม่สามารถทำงานตามปกติได้ เช่น โซเดียม แมงกานีส โคบอลต์ และสังกะสี เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามถ้าร่างกายรับอิออนพวกนี้มากเกินไป ก็อาจทำให้เกิดโทษและเป็นพิษต่อร่างกายได้ ยิ่งไปกว่านั้นยังมีโลหะอิออนและโลหะอีกเป็นจำนวนมากที่ร่างกายไม่ต้อง

การ ซึ่งถ้าร่างกายได้รับเข้าไปแม้ในปริมาณเล็กน้อยจะเป็นอันตรายร้ายแรงถึงชีวิตได้ เช่น ปรอท ตะกั่ว แคดเมี่ยม โครเมี่ยม เป็นต้น (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2528)

5. Substances affecting potability

คือ พวกสารเคมีที่เมื่ออยู่ในน้ำแล้วจะทำให้ความน่าบริโภคของน้ำลดลงเพราะจะทำให้เกิดรส สี และกลิ่นขึ้นแก่น้ำนั้น ๆ สารเคมีเหล่านี้ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส แคลเซียม แมกนิเซียม ทองแดง เป็นต้น (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2528)

ค. คุณภาพทางจุลชีวะ (Microbiological Quality)

(กรรณิการ์, 2522 ; ณรงค์, 2528)

ปัญหาที่พบในปัจจุบัน คือ ปัญหาเกี่ยวกับการทำน้ำให้สะอาดเหมาะที่จะนำมาใช้ดื่มและการกำจัดน้ำเสียลงแหล่งน้ำ ปกติแล้วน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ท่อเทศบาล มักจะถูกปล่อยลงในแหล่งน้ำที่จะนำมาใช้ในการบริโภค ซึ่งน้ำทิ้งเหล่านี้จะมีพวก Microorganisms ที่เป็นอันตรายได้เท่า ๆ กับการมีสารพิษ โรคที่สำคัญซึ่งเกิดจากแบคทีเรียและแพร่กระจายโดยน้ำเป็นสื่อ ได้แก่ ไข้รากสาด (Typhoid fever) ไข้รากสาดเทียม (Paratyphoid fever) โรคบิดชนิดแบย์ซิลลารี่ (Bacillary desentery) โรคบิดชนิดซัลโมเนลลา (Salmonellosis) โรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบมีเชื้อ (Gastroenteritis) และโรคท้องร่วงอย่างแรง เป็นต้น โรคเหล่านี้ส่วนใหญ่จะเป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร ในการตรวจวิเคราะห์จึงต้องวิเคราะห์หาแบคทีเรียในอุจจาระ (Faecal bacteria) เป็น Indicator of faecal pollution แบคทีเรียพวกนี้ได้แก่ *Escherichia Coli (E.Coli) Streptococcus faecalis* เป็นต้น ส่วนปริมาณของ Microorganisms ในน้ำมีอยู่ไม่คงที่แน่นอน ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยดังต่อไปนี้คือ

1. ปริมาณสารอาหาร
2. แหล่งน้ำ เช่นน้ำผิวดิน มักมีปริมาณของ Microorganisms

สูงกว่าน้ำใต้ดิน น้ำฝน เป็นต้น

3. อุณหภูมิ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความมากน้อยของ Microorganisms เช่น แบคทีเรียที่เจริญในอุณหภูมิเรียก Thermophilic bacteria อุณหภูมิปานกลางเรียกว่า Mesophilic bocteria แบคทีเรียบางชนิดชอบอุณหภูมิต่ำ ๆ เรียกว่า Psycophilic bacteria เป็นต้น

4. แสง พวกแสง Ultra Violet Ray ที่มีอยู่ในแสงแดดสามารถทำลายแบคทีเรียได้

5. เกลือแร่ต่าง ๆ ถ้ามีอยู่มาก ๆ ในน้ำจะทำให้แบคทีเรียบางชนิดหยุดการเจริญเติบโต บางชนิดก็ชอบอยู่ในน้ำที่มีปริมาณของเกลือเจือจาง (Halophilic bacteria)

6. ออกซิเจนละลายน้ำ ถ้ามี Oxygen ละลายอยู่มาก ๆ แล้วพวก Microorganisms จะเจริญได้ดีเฉพาะพวก Aerobic bacteria

7. ความดัน มีความดันบรรยากาศพวก Microorganisms จะเจริญเติบโตได้แต่ถ้ามีความดันสูงมาก ๆ จะมีผลต่อการเจริญเติบโตและสามารถทำลายพวก Microorganisms บางชนิดได้

8. Agitation and Vibration น้ำที่มี gentle agitation นั้นเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย แต่ในน้ำที่มี Vigorous agitation and vibration ในระยะเวลานาน ๆ จะทำลายพวก Microoganisms ได้

9. Sound of supersonic wave คลื่นเสียงที่มีความถี่ 289,000 รอบต่อวินาที นั้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเคมีและกายภาพอย่างมากมาย ซึ่งแบคทีเรียบางชนิดเมื่อได้รับคลื่นเสียงความถี่สูง ๆ ดังกล่าวเป็นระยะเวลานานพอจะทำให้เซลล์ของแบคทีเรียสลายออก

10. กระแสไฟฟ้าจะสามารถทำลายแบคทีเรียทางอ้อม คือ

- ไฟฟ้ากระแสสลับจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้แบคทีเรียตาย
- ไฟฟ้ากระแสตรงจะทำให้เกิด Electrolysis ซึ่งให้สารที่เป็นพิษแก่แบคทีเรีย

11. Atomic energy มีอิทธิพลต่อ Protoplasm ของแบคทีเรีย เช่นเดียวกับมีผลต่อ Protoplasm ของสัตว์ชั้นสูงขึ้นมา และเพียงแต่อุณหภูมิที่เกิดจาก Nuclear fission เพียงอย่างเดียวก็จะทำลายแบคทีเรียได้หมด

ง. คุณภาพทางกัมมันตรังสี

สารกัมมันตรังสี มีโอกาสเข้าไปปะปนอยู่ในแหล่งน้ำได้โดยกระบวนการต่าง ๆ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2528) ดังนี้

1. การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีในอาวุธนิวเคลียร์เช่นจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์

2. การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติเช่น Uranium และผลผลิตจากการสลายตัวของ Uranium

3. การผลิตสารกัมมันตรังสี และกากกัมมันตรังสีในเตาปฏิกรณ์ปรมาณูหรือใช้ในโรงงานไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

4. การใช้สารกัมมันตรังสีทางการแพทย์ อุตสาหกรรมและการวิจัยสารกัมมันตรังสีเหล่านี้ มีโอกาสเข้าไปในระหว่างห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์น้ำ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์เมื่อรับประทานอาหารจากแหล่งน้ำนั้น ๆ เข้าไป

ภาคผนวก ข

วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

Preservation	Action	Applicable
$HgCl_2$	Bacterial Inhibitor	Nitrogen forms Phosphorous forms
Acid (HNO_3)	Metals solvent,prevents precipitation	Metals
Acid (H_2SO_4)	Bacterial Inhibitor	Organic sample (COD, Oil and Grease, Organic Carbon, etc.,
	Salt formation with organic bases	Ammonia, Amines
Alkali (NaOH)	Salt formation with volatile compounds.	Cyanide, Organic acids
Refrigeration or Freezing	Bacterial Inhibitor	Acidity - Alkalinity, Organic meterials, BOD, Color, Odor, Organic N, Carbon, etc., Biological Organisms (Coliform,etc.,)

Recommended Storage Procedure

Analysis	Sample Storage	
	Refrigeration at 4°C	Frozen
Total solids	O.K.	O.K.
Suspended solids	Up to several days	NO
Volatile suspended solids	Up to several days	NO
COD	Up to several days	NO
BOD	Up to one day in composite sampling systems	Lag develops must use fresh sewage seed

Sample Preservation

Parameter	Preservation	Maximum Holding Period
Acidity – Alkalinity	Refrigeration at 4°C	24 hours
Biochemical Oxygen Demand	Refrigeration at 4°C	6 hours
Chemical Oxygen Demand	2 ml H_2SO_4 per liter	7 days
Calcium	None required	7 days
Chloride	None required	7 days
Color	Refrigeration at 4°C	24 hours
Cyanide	NaOH to pH 10	24 hours
Dissolved Oxygen	Determine on site	No holding
Fluoride	None Required	7 days

Parameter	Preservation	Period Maximum Holding
Hardness	None Required	7 days
Metals, Total	5 ml HNO_3 per liter	6 mounths
Nitrogen, Ammonia	*40 mg $HgCl_2$ per liter 4°C	7 days
Nitrogen, Kjeldahl	*40 mg $HgCl_2$ per liter 4°C	Unstable
Nitrogen, Nitrate-Nitrite	*40 mg $HgCl_2$ per liter 4°C	7 days
Oil and Grease	2 ml H_2SO_4 per liter 4°C	24 days
Organic Carbon	2 ml H_2SO_4 per liter (pH<2)	7 days
pH	Determine on site	No Holding
Phenolics	1 mg $CuSO_4$ per liter + H_3PO_4 to pH 4 4°C	24 hours
Phosphorus	*40 mg $HgCl_2$ per liter 4°C	7 days
Solids	Non available	7 days
Specific Conductance	Refrigeration at 4°C	7 days
Sulphate	2 ml Zinc Acetate per liter	7 days
Sulphide	Refrigeration at 4°C	7 days
Threshold Odor	Non available	7 days
Turbidity		7 days

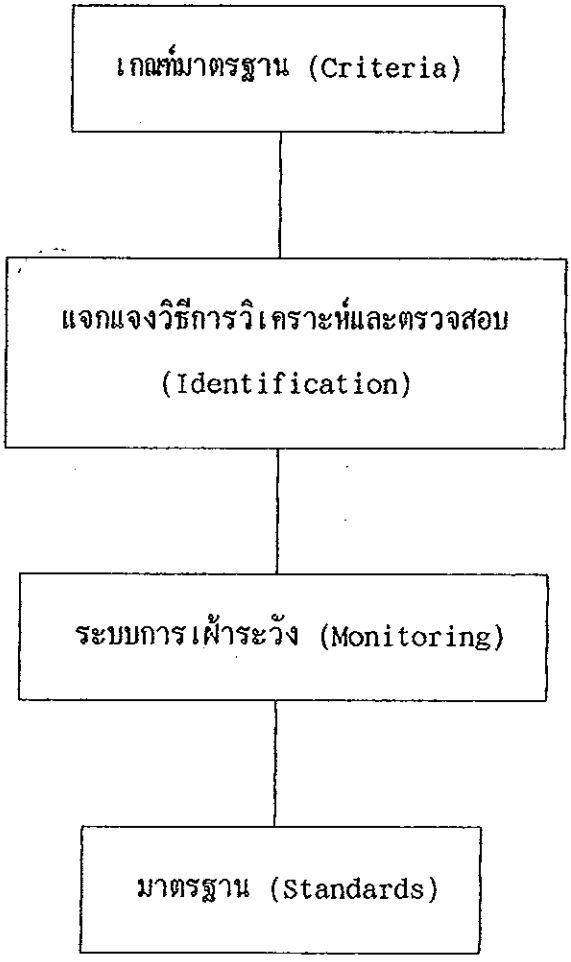
หมายเหตุ

* Disposal of Mercury – containing samples is a recognized problem; research investigations are under way to replace it as preservation

ที่มา EPA, 1971. "Methods for chemical analysis of water and wastes."

ภาคผนวก ค

การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำ ในการกำหนดมาตรฐานนั้นมีขั้นตอนหรือวิธีการเป็นลำดับดังนี้



สำหรับแนวทางการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ (Water quality criteria) ของ EPA (1973 และ 1980) ซึ่งมีทั้งคุณภาพทางกายภาพทางเคมี และทางชีววิทยา ที่คำนึงถึงการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำในหลายๆ ด้าน และเกณฑ์มาตรฐานนั้นพิจารณาจัดตั้งมาจากข้อมูล 2 ลักษณะ คือ

1. ข้อมูลต่าง ๆ ทางวิชาการของสารมลพิษที่มีต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน สิ่งมีชีวิตในน้ำ ตลอดถึงในเรื่องของการนันทนาการ

2. ปริมาณสารมลพิษในน้ำ และคุณภาพน้ำที่มีสารมลพิษเจือปนอยู่ในช่วงที่ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมใด ๆ ได้

ขั้นแรก จากข้อมูลคุณภาพน้ำและอื่น ๆ ที่สำรวจและรวบรวมได้มาพิจารณาจัดตั้งเกณฑ์มาตรฐาน ที่อยู่บนพื้นฐานการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น ซึ่งพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของปริมาณสารมลพิษกับสิ่งแวดล้อม และสุขภาพอนามัยของประชาชน โดยไม่ได้คำนึงถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยี

ขั้นที่สอง เมื่อได้เกณฑ์มาตรฐานแล้ว เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้หน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทราบ จากนั้นศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติม ซึ่งอยู่ในขอบเขตของเรื่องผลกระทบของสารมลพิษที่มีต่อสิ่งแวดล้อม พิสัยของสารมลพิษที่เจือปนในน้ำแล้วยังสามารถนำน้ำนั้นมาใช้ประโยชน์ได้ และความเข้มข้นของสารมลพิษที่ยอมให้มีได้ในแหล่งน้ำสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ จากนั้นตีพิมพ์ผลเพื่อการพิจารณาต่อไป

ขั้นที่สาม เป็นการศึกษาเพื่อจัดตั้งเกณฑ์มาตรฐานตามการใช้สอย เช่น

1. เกณฑ์มาตรฐานสำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำ พิจารณาจากค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารมลพิษต่าง ๆ ที่มีผลให้เกิดการตายเฉียบพลัน ครึ่งหนึ่งของตัวอย่างสัตว์น้ำทดลอง (LC 50) แล้วคูณด้วยอัตราส่วนป้องกันผลที่จะเกิดขึ้นแบบเรื้อรังโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารมลพิษที่สามารถสะสมได้ในสิ่งมีชีวิต

2. เกณฑ์มาตรฐานสำหรับป้องกันสุขภาพอนามัย วิธีการเป็นไปในทำนองเกี่ยวกับข้อ (1) คือพิจารณาจากสารมลพิษที่ให้ผลทั้งชนิดเฉียบพลันและเรื้อรัง ที่สามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตทั้งที่ไม่ใช่มนุษย์ ในมนุษย์เอง

ในบางกรณีเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแต่ละแห่งอาจมีค่าไม่เหมือนกันได้ ขึ้นอยู่กับสภาพท้องที่ซึ่งอาจมีแนวโน้มการปนเปื้อนสูงและมีแหล่งกำเนิดสารมลพิษ เกณฑ์มาตรฐานจึงสามารถกำหนดได้ตามความเหมาะสม

การกำหนดหรือจัดตั้งมาตรฐาน เมื่อได้เกณฑ์มาตรฐานที่เสนอแนะมาแล้วจากขั้นต้น จำเป็นต้องมีการแจกแจงวิธีการวิเคราะห์และตรวจสอบให้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน เพื่อสามารถเทียบผลการวิเคราะห์ในแต่ละแห่งของตัวอย่างน้ำได้ถูกต้อง นอกจากนี้ต้องมีระบบหรือขบวนการเฝ้าระวังเพื่อการตรวจสอบสภาพความเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ เพื่อให้มาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดขึ้นนั้น มีประสิทธิภาพต่อการใช้งานจริง

อย่างไรก็ตาม การจัดทำมาตรฐานจำเป็นจะต้องมีขั้นตอนทางด้านการเมือง สังคมและทางด้านเศรษฐศาสตร์ผนวกเข้ามาด้วย เพื่อให้การตัดสินใจในการกำหนดมาตรฐานเป็นที่ยอมรับของทุก ๆ ฝ่าย

สำหรับในประเทศไทย มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำและสุขภาพอนามัยของประชาชน ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม มีมาตรฐานคุณภาพน้ำดังนี้

1. มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค

1.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม

1.1.1 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

1.1.2 ร่างมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (เสนอแนะโดย คณะอนุกรรมการตรวจสอบคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท กรมอนามัย)

1.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค

1.2.1 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรฐานในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุข และการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อม

2. มาตรฐานน้ำทิ้ง

2.1 มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

2.1.1 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 10

(พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2521 เรื่องหน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน เฉพาะประเภทถลุงโลหะสังกะสี

2.1.2 ประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2525) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2521 เรื่องหน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

2.1.3 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2525) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2521 เรื่องหน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

2.2 มาตรฐานน้ำทิ้งลงบ่อบาดาล

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่องกำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการ ในทางวิชาการสำหรับระบายน้ำลงบ่อบาดาล

2.3 มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน

มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน และวิธีการตรวจสอบ (ร่างประกาศสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ)

3. มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล

3.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลบริเวณอ่าวกะรน

3.1.1 ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน เรื่องกำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลบริเวณแหลมไม้ง้าง อ่าวกะรน และเกาะปู จังหวัดภูเก็ต

3.1.2 ประกาศสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม-แห่งชาติ เรื่องวิธีหาและกำหนดจุดตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลบริเวณแหลมไม้ง้าง อ่าวกะรน และเกาะปู จังหวัดภูเก็ต

4. มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเล

4.1 มาตรฐาน และวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเล

4.1.1 ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน เรื่อง กำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเล (พ.ศ. 2529)

4.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา

4.2.1 ประกาศสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม-แห่งชาติเรื่องกำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา (พ.ศ.2529)

ภาคผนวก ง

การแบ่งเขตการปกครองของจังหวัดพัทลุง

จังหวัดพัทลุง แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 7 อำเภอ 3 กิ่ง-อำเภอ 63 ตำบล 1 เทศบาล 7 สุขาภิบาล จำนวนประชากรเมื่อเดือนมิถุนายน 2535 มีจำนวน 468,227 คน เป็นชาย 231,056 คน หญิง 237,171 คน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ลำดับที่	อำเภอ/กิ่งอำเภอ	จำนวน		จำนวนประชากร
		ตำบล	หมู่บ้าน	
1	เมือง	17	163	114,553
2	ควนขนุน	12	112	91,419
3	เขาชัยสน	5	48	47,965
4	ปากพะยูน	7	54	50,936
5	กงหรา	4	35	30,330
6	ตะโหมด	3	28	24,901
7	ป่าบอน	5	42	39,683
8	ศรีบรรพต	3	27	16,987
9	บางแก้ว	3	22	22,926
10	ป่าพะยอม	4	28	28,527
รวม		63	559	468,227

ที่มา : สำนักงานจังหวัดพัทลุง, 2534

ตารางแสดงจำนวนประชากรในเขตเทศบาลเมืองพัทลุงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511-2534

พ.ศ.	ประชากร	ชาย	หญิง
2511	12,322	6,035	6,287
2512	12,694	6,254	6,440
2513	14,378	6,560	7,818
2514	14,732	6,693	8,039
2515	16,228	7,493	8,735
2516	16,447	7,557	8,890
2517	16,914	7,849	9,065
2518	17,349	8,116	9,223
2519	17,917	8,495	9,422
2520	18,749	8,910	9,839
2521	19,824	9,464	10,360
2522	20,948	9,938	10,914
2523	29,948	14,380	15,568
2524	30,921	14,830	16,091
2525	31,909	15,492	16,787
2526	32,279	15,559	16,811
2527	32,370	15,559	17,064
2528	32,898	15,834	17,064
2529	33,074	15,872	17,202
2530	33,165	16,482	11,683
2531	34,145	16,781	17,364
2532	34,675	17,088	17,587
2533	35,358	17,347	18,011
2534	35,615	17,534	18,081

ที่มา: แผนกทะเบียนราษฎร์ เทศบาลเมืองพัทลุง

เทศบาล จังหวัดพัทลุงมีเทศบาล 1 แห่ง คือเทศบาลเมืองพัทลุง มี 1 ตำบล ซึ่งมีพื้นที่อยู่ในเขตเทศบาลทั้งหมดคือ ตำบลคูหาสวรรค์และอีก 5 ตำบล ซึ่งมีพื้นที่บางส่วนอยู่ในเขตเทศบาลมีพื้นที่ทั้งสิ้น 13.3 ตารางกิโลเมตร ประชากร 35,615 คน เป็นชาย 17,534 คน หญิง 18,081 คน

สุขาภิบาล มีสุขาภิบาล 7 แห่ง คือ

สุขาภิบาลควนขนุน	อำเภอควนขนุน
สุขาภิบาลมะกอกเหนือ	อำเภอควนขนุน
สุขาภิบาลแม่ขรี	อำเภอตะโหมด
สุขาภิบาลตะโหมด	อำเภอตะโหมด
สุขาภิบาลเขาชัยสน	อำเภอเขาชัยสน
สุขาภิบาลท่ามะเดื่อ	กิ่งอำเภอบางแก้ว
สุขาภิบาลปากพะยูน	อำเภอปากพะยูน

ภาคผนวก จ

ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดพัทลุงในรอบ 16 ปี

ปี	เฉลี่ยทั้งปี (มม.)
2518	3488.4
2519	2487.6
2520	1255.2
2521	1699.2
2522	2038.8
2523	1546.8
2524	2095.2
2525	2098.8
2526	1891.4
2527	2258.4
2528	1939.2
2529	1814.4
2530	1767.6
2531	2569.2
2532	1368.0
2533	1371.6

ที่มา: สำนักงานชลประทานพัทลุง, 2534

ภาคผนวก ฉ

วิธีตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ (กรรณิการ์, 2526)

1. การหาปริมาณความเป็นกรด-เบส

    1. เครื่องมือและอุปกรณ์

        1.1 pH meter Radio meter Model 625

        1.2 Beaker

    2. วิธีการตรวจ

        2.1 ปรับเครื่องวัดให้ได้มาตรฐาน โดยใช้ standard solution pH 4.0 และ 7.0

        2.2 ดูดน้ำตัวอย่างใส่ beaker ขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 50 มิลลิลิตร

    3. จุ่ม electrode ลงในน้ำตัวอย่างใน beaker นาน 2 นาที

    4. อ่านผลจากตัวอย่างเลขบนหน้าปัทม์ pH meter

2. การหาค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen)

    โดยวิธี The Azide Modification of the Winkler Method

    1. เครื่องมือและอุปกรณ์

        1.1 เครื่องเติมออกซิเจน VWR Scientific No.1074

        1.2 กระบอกตวง ขนาด 1,000 มิลลิลิตร

        1.3 ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร

    2. สารเคมี

        2.1 Manganese sulfate solution

        ละลาย $MnSO_4 . H_2O$ จำนวน 364 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เป็นปริมาตร 1 ลิตร

2.2 Alkali iodide - azide Reagent

ละลาย KOH จำนวน 700 กรัม กับ KI จำนวน 150 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วทำให้ปริมาตรเป็น 2,000 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย NaN_2 จำนวน 10 กรัม ในน้ำ 40 มิลลิลิตร เก็บสารละลายนี้ในขวดสีน้ำตาล

2.3 Conc. H_2SO_4

2.4 Starch

ละลายแป้งจำนวน 2 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน แล้วนำไปต้มให้เดือด 2-3 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น เติม salicylic acid จำนวน 0.4 กรัม เพื่อให้เก็บไว้ได้นาน

2.5 0.025 N Standard sodium thiosulfate

ละลาย $Na_2S_2O_2.5\ H_2O$ จำนวน 6.205 กรัม ในน้ำกลั่นที่ต้มเดือดแล้วทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร แล้วเติม NaOH จำนวน 0.4 กรัม เพื่อให้เก็บไว้ได้นาน

2.6 Standardization sodium thiosulfate titrant ละลาย KI จำนวน 2 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วเติม H_2SO_4 เข้มข้น จำนวน 2-3 หยด และ Standardized biiodate solution จำนวน 20 มิลลิลิตร แล้วปรับให้ได้ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็นในที่มืดแล้วนำมาทิเทรตกับ 0.025 N. $Na_2S_2O_3$

2.7 Standard biiodate solution 0.025 N ละลาย $KH(IO_3)_2$ จำนวน 812.4 กรัมในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

3. **วิธีการหาออกซิเจนละลายน้ำ**

3.1 เติม $MnSO_4$ solution จำนวน 2 มิลลิลิตร ลงในขวด BOD ที่มีน้ำตัวอย่างและ dilution water

3.2 เติม Alkali iodide azide Reagent ลงไป 2 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าขวดกลับไปกลับมา เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาทั่วถึง

3.3 ปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดตะกอน ซึ่งจะมีสีน้ำตาล

3.4 เติม H_2SO_4 เข้มข้น จำนวน 2 มิลลิลิตรเพื่อละลายตะกอน

3.5 เขย่าขวดกลับไปกลับมา ให้ตะกอนละลาย และให้ iodine ละลาย

3.6 นำน้ำที่ได้มา 203 มิลลิลิตร ไปทิเทรตกับ 0.025 N $Na_2S_2O_3$ จดปริมาตรไว้ ใช้น้ำแป้งเป็น indicator 1-2 มิลลิลิตร จุดอิ่มตัวจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี

4. การคำนวณ

เนื่องจาก 1 มิลลิลิตรของ 0.025 N $Na_2S_2O_3$ สมมูลย์กับ 0.200 มิลลิกรัม DO ดังนั้น แต่ละมิลลิลิตรของ $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้จะสมมูลย์กับ 1 มิลลิลิตรกรัมต่อลิตร DO เมื่อใช้ปริมาตรตัวอย่างเริ่มต้น 200 มิลลิลิตร หรือใช้ปริมาตรตัวอย่างซึ่งเติมน้ำยาเคมีแล้ว 203 มิลลิลิตร

$$200 \times \frac{300}{300 - 4} = 203 \text{ มิลลิลิตร}$$

3 การหาค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand) โดยวิธี Azide Modification

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 ตู้อบอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส Precision Scientific Model 815 (อุณหภูมิ 10 - 55 องศาเซลเซียส)

1.2 เครื่องเติมออกซิเจน VWR Scientific No.1074

1.3 กระบอกตวง ขนาด 1,000 มิลลิลิตร

1.4 ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร

2. สารเคมี (สำหรับเป็น nutrient)

2.1 Phosphate buffer solution

ละลาย KH_2PO_4 จำนวน 8.5 กรัม K_2HPO_4 จำนวน 21.75 กรัม $Na_2HPO_4.7H_2O$ จำนวน 33.5 กรัม และ NH_4Cl จำนวน 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร (ซึ่งจะมี pH ประมาณ 7.2)

2.2 Magnesium sulfate solution

ละลาย $MgSO_4.7H_2O$ จำนวน 22.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

2.3 Calcium chloride solution

ละลาย $CaCl_2$ จำนวน 27.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

2.4 Ferric chloride solution

ละลาย $FeCL_2.6H_2O$ จำนวน 0.25 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

3. **วิธีเตรียม dilution water**

3.1 เอาน้ำกลั่นที่จะใช้ไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ล่วงหน้า 1 วัน

3.2 นำน้ำกลั่นที่เก็บเอาไว้ มาเติมออกซิเจนด้วยเครื่องเติมออกซิเจน นาน 1.30 ชั่วโมง

3.3 เติมสารละลายที่เป็น nutrient ในอัตรา 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร (Phosphate buffer, Magnesium sulfate, Calcium chloride, Ferric chloride)

3.4 เติมออกซิเจนต่อไปอีก 5 นาที เพื่อผสมให้เข้ากันดี

4. **วิธีเตรียมน้ำตัวอย่างเพื่อหา BOD**

4.1 กำหนด % ของ dilution (mixture)

4.2 ทำตัวอย่างละ 3 dilution, dilution ละ 2 ขวด

วิธีทำ

1. ใช้กระบอกตวง ขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติม dilution water ที่เตรียมไว้ จำนวน 300 มิลลิลิตร โดยไม่ให้มีฟองอากาศ

2. ดูดน้ำตัวอย่างที่ต้องการหา BOD ใส่ลงในกระบอกตวงตามปริมาตรที่กำหนดไว้ใน dilution ratio

3. เติมน้ำ dilution water ลงในกระบอกตวง ให้มีปริมาตร ครบ 1,000 มิลลิลิตร

4. ทำการผสม (mix) ด้วยขดลวดโดยไม่ให้เกิดฟองอากาศ นานประมาณ 2 นาที

5. ถ่ายน้ำจากกระบอกตวงลงสู่ขวด BOD ที่เตรียมไว้โดยใช้ siphon อย่างช้า ๆ ให้เต็มทั้ง 2 ขวด โดยไม่ให้มีฟองอากาศ แล้วปิดจุกให้สนิท

6. ทำอีก 2 dilution ตามขั้นตอนที่ 1-5

7. ทำ blank โดยใช้น้ำ dilution water ตามขั้นตอนที่ 3 - 5

8. นำขวด BOD ในแต่ละdilution ไปหาออกซิเจนละลายน้ำ ที่วันที่ 0 จำนวน 1 ขวด เก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาหาออกซิเจนละลายน้ำอีก 1 ขวด

การคำนวณหาค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี

$$\text{มิลลิกรัม/ลิตร } BOD_5 = \frac{(DO_0 - DO_5)}{\%\ \text{dilution}} \times 100$$

DO_0 = DO ของตัวอย่างที่ได้ทำการเจือจางแล้วในวันที่ 0

DO_5 = DO ของตัวอย่างที่ได้ทำการเจือจางแล้วในวันที่ 5

4 การหาปริมาณสารแขวนลอย หมายถึงปริมาณตะกอนแขวนลอยที่สามารถกรองด้วยกระดาษกรองใยแก้ว มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 กระดาษกรองใยแก้วเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 เซนติเมตร

1.2 กรวยของบุคเนอร์ (Buchner funnel) ความจุ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1.3 ขวดดูด (Suction Flask)

1.4 ตู้อบความร้อน (Drying oven) 25-180° องศาเซลเซียส

1.5 เดสิกเกเตอร์ (Desiccator)

1.6 เครื่องชั่งละเอียด (Analytical balance)

2. วิธีการวิเคราะห์

2.1 อบกระดาษกรองให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดสิกเกเตอร์ แล้วชั่งหาน้ำหนัก

2.2 เลือกปริมาตรน้ำตัวอย่างประมาณ 200 มิลลิลิตร

2.3 วางกระดาษกรองลงในกรวยบุคเนอร์ ซึ่งต่อกับเครื่องดูดอากาศ

2.4 ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียกเพื่อให้ติดแน่นกับกรวย

2.5 กรองน้ำตัวอย่างโดยอาศัยแรงดูดช่วย

2.6 ใช้น้ำกลั่นล้างของแข็งที่ติดอยู่ข้างกรวยจนหมด และรอจนกว่าจะแห้ง

2.7 ปิดเครื่องดูดอากาศใช้ปากคีบกระดาษกรองใส่กระจกนาฬิกา (watch glass) นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง

2.8 ทิ้งให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้องในเดสิกเกเตอร์ แล้วชั่งหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

3. การคำนวณ

$$\text{ปริมาณสารแขวนลอย} = \frac{\text{น้ำหนักของสารแขวนลอย (มิลลิกรัม)}}{\text{ลบ.ซม. ของน้ำตัวอย่างที่ใช้}} \times 1,000$$

5. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย

การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ เพื่อประเมินคุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย จากตัวอย่างน้ำบริโภค น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำทิ้งจากชุมชน น้ำเสียจากโรงพยาบาลและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม สามารถวิเคราะห์ได้หลายวิธี ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์การปนเปื้อนจากแบคทีเรียทั้งหมด

ทำการวิเคราะห์ โดยการนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียบนจานอาหารเพาะเชื้อมาตรฐาน (Heterotrophic Plate Count) โดยให้สมมุติฐานว่า เซลล์ของแบคทีเรียมีชีวิตหนึ่งเซลล์จะเจริญเติบโตเป็นหนึ่งโคโลนี บนจานอาหารเพาะเชื้อ จำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่ขึ้นบนจานเพาะเชื้อจึงเท่ากับจำนวนแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในตัวอย่างน้ำ การวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดนี้ มีวิธีการตรวจวิเคราะห์ 3 วิธี คือ

ก. วิธีเทเพลท (Pour Plate Method)

ข. วิธีกระจายเพลท (Spread Plate Method)

ค. วิธีผ่านเยื่อกรอง (Membrane Filter Method)

5.2 การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัล-โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์แบคทีเรียเหล่านี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพน้ำบริโภค คุณภาพของน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ หรือเพื่อจำแนกระดับของแหล่งน้ำ ที่นิยมมี 2 วิธี คือ

ก. **วิธีผ่านเยื่อกรอง** (Membrane Filter Technigue)

วิธีนี้ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ไม่ยุ่งยาก หรือซับซ้อน

ต้องการวัสดุอุปกรณ์จำนวนน้อยแต่ราคาค่อนข้างแพงให้ผลการตรวจวิเคราะห์เร็ว แต่ไม่เหมาะกับตัวอย่างน้ำที่มีความขุ่นมาก หรือมีสารแขวนลอยเจือปน ถ้าตัวอย่างน้ำมาจากแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนสูง ต้องทำการเจือจาง และตรวจสอบหลาย ๆ ชุด เพื่อให้ได้จำนวนโคโลนี ปริมาณที่ให้ความถูกต้องในการนับ

ข. **วิธีมาตรฐาน** (Standard Multiple-Tube MPN Tests)

เป็นวิธีมาตรฐานที่ได้รับความนิยมมาก McCrady เป็นผู้ริเริ่มหลักการของ MPN Tests ในปี ค.ศ. 1915 หลังจากนั้น Hoskings เป็นผู้พัฒนาหลักการนี้จนได้ตารางของ MPN Index ที่ได้มีโอกาสให้ใช้จนถึงปัจจุบัน

วิธีนี้ สามารถหาปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำต่าง ๆ โดยการนำตัวอย่างน้ำมาเพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะ ในอุณหภูมิและเวลาที่กำหนด แล้วบันทึกผลจากแก๊สที่เกิดขึ้น ซึ่งถูกดักในหลอดดักแก๊ส และเทียบปริมาณของแบคทีเรีย โดยอาศัยตาราง MPN Index

วิธีการตรวจวิเคราะห์นี้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ก. การตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive Test)

ข. การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed Test)

ค. การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed Test)

ก. **การตรวจสอบขั้นแรก** เป็นการค้นหาแบคทีเรียที่สามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโทส ที่อุณหภูมิ 35° ซ. แล้วให้ผลผลิตเป็นกรดและแก๊สภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง โดยคาดว่าแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีนี้เป็นกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ข. **การตรวจสอบในขั้นยืนยัน** เป็นการตรวจสอบเพื่อยืนยันว่าแบคทีเรียที่ทำให้เกิดผลบวกในการตรวจสอบขั้นแรกนั้น เป็นกลุ่มของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย หรือฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยการถ่ายเชื้อจากหลอด

แลคโทสที่ให้ผลบวกลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิด ดังนี้

- ถ่ายเชื้อจำนวนหนึ่งลงในหลอดดอาหารบริลเลียนกรีนไบล์ 2 % (Brilliant Green Bile 2 %) แล้วอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35° ซ. เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง เพื่อยืนยันว่าเป็นกลุ่มของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยสังเกตจากฟองแก๊สที่เกิดขึ้นเมื่อเขย่าเบา ๆ และถูกดักในหลอดดักแก๊ส

- ถ่ายเชื้ออีกจำนวนหนึ่ง ลงในหลอดอาหารอีซีมีเดียม (EC Medium) แล้วอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 44.5°C. เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อยืนยันว่าเป็นแบคทีเรียชนิดฟีคัลโคลิฟอร์ม หรือ *E.coli* โดยสังเกตจากฟองแก๊สที่เกิดขึ้น เป็นผลผลิตจากการย่อยสลายน้ำตาลแลคโทส

ค. การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ เป็นขั้นตอนการตรวจสอบเพื่อคัดแยกและตรวจดูตามลักษณะของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยสัณฐานวิทยาและปฏิกิริยาแบบแกรม จากเชื้อแบคทีเรีย ที่ให้ผลบวกในอาหารเลี้ยงบริลเลี่ยนกรีนไบล์ 2 %

โดยทั่วไป การตรวจวิเคราะห์โดยวิธีมาตรฐาน (Standard Multiple-Tube MPN tests) ซึ่งอาศัยโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นเครื่องชี้บอกถึงการปนเปื้อน ที่นิยมปฏิบัติกันเฉพาะขั้นตอนแรกและขั้นตอนยืนยันเท่านั้น โดยการนำผลการตรวจสอบในขั้นยืนยันมาเทียบหาปริมาณของแบคทีเรียจากตาราง MPN Index และคำนวณหาปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียจากสูตร โดยมีหน่วยเป็น MPN/100 ml

$$\text{MPN/100 ml} = \frac{\text{จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก} \times 100}{\sqrt{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่างในหลอดที่ให้ผลลบ} \times \text{ปริมาตรน้ำในทุกหลอด}}}$$

ส่วนการตรวจสอบในขั้นสมบูรณ์ จะปฏิบัติเฉพาะในกรณีที่ต้องการตรวจสอบประสิทธิภาพ ของการควบคุมคุณภาพ การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียและในกรณีที่ข้อมูลจากการตรวจสอบเพื่อยืนยันปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีการขัดแย้งกัน

ภาคผนวก ช

ผลการตรวจคุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย
ห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลพัทลุง

สิ่งส่งตรวจ (น้ำ) น้ำในคลองตำนาน

วันที่เก็บตัวอย่าง 13 สิงหาคม 2533

สถานที่เก็บตัวอย่าง จุดเก็บน้ำที่ 1, 2, 3, 4, 5 ในคลองตำนาน

รายละเอียดเพิ่มเติม

รายงานผล

1. จำนวนเชื้อแบคทีเรียในน้ำ 1 ซีซี =

   (มาตรฐานไม่เกิน 500) (Bacterial count/c.c.)

2. จำนวนเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำ 100 ซีซี =

   (มาตรฐานไม่เกิน 2) (Coliform count/100 c.c.)

   MPN/100 ml

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 1 = 540

ตัวอย่างที่ 2 = 24×10^3

ตัวอย่างที่ 3 = 24×10^3

ตัวอย่างที่ 4 = 540

ตัวอย่างที่ 5 = 540

No Salmonella, Shigella, Vibrio isolated ทุกตัวอย่าง

ผู้รายงาน (ลงชื่อ) ระวิวรรณ

วันที่ 20 สิงหาคม 2533

ห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลพัทลุง

สิ่งส่งตรวจ (น้ำ) น้ำในคลองตำนาน

วันที่เก็บตัวอย่าง 31 ตุลาคม 2533

สถานที่เก็บตัวอย่าง จุดเก็บน้ำที่ 1, 2, 3, 4, 5 ในคลองตำนาน

รายละเอียดเพิ่มเติม

รายงานผล

1. จำนวนเชื้อแบคทีเรียในน้ำ 1 ซีซี =

   (มาตรฐานไม่เกิน 500) (Bacterial count/c.c.)

2. จำนวนเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำ 100 ซีซี =

   (มาตรฐานไม่เกิน 2) (Coliform count/100 c.c.)

   MPN/100 ml

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 1 = 1.6×10^3

ตัวอย่างที่ 2 = 24×10^3

ตัวอย่างที่ 3 = 920

ตัวอย่างที่ 4 = 425

ตัวอย่างที่ 5 = 220

No Salmonella, Shigella, Vibrio isolated

ผู้รายงาน (ลงชื่อ) ระวิวรรณ

วันที่ 7 พฤศจิกายน 2533

ห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลพัทลุง

สิ่งส่งตรวจ (น้ำ) น้ำในคลองตำนาน

วันที่เก็บตัวอย่าง 9 มกราคม 2534

สถานที่เก็บตัวอย่าง จุดเก็บน้ำที่ 1, 2, 3, 4, 5 ในคลองตำนาน

รายละเอียดเพิ่มเติม

รายงานผล

1. จำนวนเชื้อแบคทีเรียในน้ำ 1 ซีซี = _____

   (มาตรฐานไม่เกิน 500) (Bacterial count/c.c.)

2. จำนวนเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำ 100 ซีซี = _____

   (มาตรฐานไม่เกิน 2) (Coliform count/100 c.c.)

   MPN/100 ml

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 1 = 240×10^3

ตัวอย่างที่ 2 = 240×10^3

ตัวอย่างที่ 3 = 24×10^3

ตัวอย่างที่ 4 = 24×10^3

ตัวอย่างที่ 5 = 1600

No Salmonella, Shigella, Vibrio isolated

ผู้รายงาน (ลงชื่อ) ระวิวรรณ

วันที่ 15 มกราคม 2534

ห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลพัทลุง

สิ่งส่งตรวจ (น้ำ) น้ำในคลองตำนาน

วันที่เก็บตัวอย่าง 14 กุมภาพันธ์ 2534

สถานที่เก็บตัวอย่าง จุดเก็บน้ำที่ 1, 2, 3, 4, 5 ในคลองตำนาน

รายละเอียดเพิ่มเติม

รายงานผล

1. จำนวนเชื้อแบคทีเรียในน้ำ 1 ซีซี =

   (มาตรฐานไม่เกิน 500) (Bacterial count/c.c.)

2. จำนวนเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำ 100 ซีซี =

   (มาตรฐานไม่เกิน 2) (Coliform count/100 c.c.)

   MPN/100 ml

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 1 = 2222×10^3

ตัวอย่างที่ 2 = 2400×10^3

ตัวอย่างที่ 3 = 35×10^3

ตัวอย่างที่ 4 = 54×10^3

ตัวอย่างที่ 5 = 49×10^3

No Salmonella, Shigella, Vibrio isolated

ผู้รายงาน (ลงชื่อ) ระวิวรรณ

วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2534

ห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลพัทลุง

สิ่งส่งตรวจ (น้ำ) น้ำในคลองตำนาน

วันที่เก็บตัวอย่าง 6 มีนาคม 2534

สถานที่เก็บตัวอย่าง จุดเก็บน้ำที่ 1, 2, 3, 4, 5 ในคลองตำนาน

รายละเอียดเพิ่มเติม

รายงานผล

1. จำนวนเชื้อแบคทีเรียในน้ำ 1 ซีซี = _____
   (มาตรฐานไม่เกิน 500) (Bacterial count/c.c.)
2. จำนวนเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำ 100 ซีซี = _____
   (มาตรฐานไม่เกิน 2) (Coliform count/100 c.c.)
   MPN/100 ml

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 1 = 26×10^3

ตัวอย่างที่ 2 = 24×10^3

ตัวอย่างที่ 3 = 31×10^3

ตัวอย่างที่ 4 = 70×10^3

ตัวอย่างที่ 5 = 26×10^3

No Salmonella, Shigella, Vibrio isolated

ผู้รายงาน (ลงชื่อ) ระวิวรรณ

วันที่ 13 มีนาคม 2534

ห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลพัทลุง

สิ่งส่งตรวจ (น้ำ) น้ำในคลองตำนาน

วันที่เก็บตัวอย่าง 3 เมษายน 2534

สถานที่เก็บตัวอย่าง จุดเก็บน้ำที่ 1, 2, 3, 4, 5 ในคลองตำนาน

รายละเอียดเพิ่มเติม

รายงานผล

1. จำนวนเชื้อแบคทีเรียในน้ำ 1 ซีซี =

   (มาตรฐานไม่เกิน 500) (Bacterial count/c.c.)

2. จำนวนเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำ 100 ซีซี =

   (มาตรฐานไม่เกิน 2) (Coliform count/100 c.c.)

   MPN/100 ml

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 1 = 1.99×10^3

ตัวอย่างที่ 2 = 12670×10^3

ตัวอย่างที่ 3 = 576×10^4

ตัวอย่างที่ 4 = 4954×10^3

ตัวอย่างที่ 5 = 576×10^4

No Salmonella, Shigella, Vibrio isolated

ผู้รายงาน (ลงชื่อ) ระวิวรรณ

วันที่ 10 เมษายน 2534

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางชลฤดี เทพชนะ

วัน เดือน ปีเกิด 28 กรกฎาคม 2496

วุฒิการศึกษา	วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
	วท.บ. (สุขาภิบาล)	มหาวิทยาลัยมหิดล	2518

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน นักวิชาการสุขาภิบาล 6 สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพัทลุง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง