# การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลการบำบัดน้ำเสีย: กรณีศึกษาคลังน้ำมัน บริเวณแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

นายสมชาย แสงวิมาน

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาเศรษฐศาสตร์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2555

# The Cost-Effectiveness of Investment in Waste Water Treatment Plant: The Case Study of Wastewater Treatment from Oil Depot in Tha Chin River Basin, Muang District, Samut Sakhon Province

**Mr. Somchai Sangvimarn**

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Economics

School of Economics

Sukhothai Thammathirat Open University

2012

| | |
|---|---|
| **หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ** | การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลการบำบัดน้ำเสีย กรณีศึกษาคลังน้ำมันบริเวณแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร |
| **ชื่อและนามสกุล** | นายสมชาย แสงวิมาน |
| **แขนงวิชา** | เศรษฐศาสตร์ |
| **สาขาวิชา** | เศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | รองศาสตราจารย์ ดร. อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์ |

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน 2555

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ศิริพร สัจจานันท์)

.....
(รองศาสตราจารย์อรรฆยัคณา แย้มนวล)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาเศรษฐศาสตร์

**ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ** การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลการบำบัดน้ำเสีย: กรณีศึกษาคลังน้ำมันบริเวณแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

**ผู้ศึกษา** นายสมชาย แสงวิมาน **รหัสนักศึกษา** 2516000359 **ปริญญา** เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต

**อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์ ดร. อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์ **ปีการศึกษา** 2555

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของวิธีการบำบัดน้ำเสียจากคลังน้ำมัน 3 วิธีคือ 1) วิธีการแบบบ่อปรับเสถียร 2) วิธีการแบบบ่อเติมอากาศ 3) วิธีการแบบบ่อบึงประดิษฐ์ เพื่อวิเคราะห์ว่าวิธีใดใช้ต้นทุนต่ำที่สุด แต่มีประสิทธิผลสูงสุดในการบำบัดน้ำเสีย

ในการวิเคราะห์ได้ใช้ตัวอย่างน้ำเสียจากคลังน้ำมันแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาคร โดยเก็บตัวอย่างน้ำปริมาณ 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ที่เหลืออยู่หลังจากที่ได้บำบัดโดยใช้วิธีบำบัดแต่ละวิธี

ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์จากวิธีที่ 1 บ่อบำบัดแบบปรับเสถียร บำบัดได้ 22 มิลลิกรัม/ลิตร ในขณะที่วิธีที่ 2 บ่อบำบัดแบบเติมอากาศ และวิธีที่ 3 บ่อบำบัดแบบบึงประดิษฐ์ บำบัดได้ 20 และ 25 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และเมื่อนำเอาปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ที่บำบัดได้มาวิเคราะห์กับต้นทุนต่อการบำบัดน้ำ 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร พบว่าต้นทุนและประสิทธิผลของวิธีที่ 1 เท่ากับ 962 บาท ในขณะที่ต้นทุนและประสิทธิผลของวิธีที่ 2 และ 3 มีจำนวน 1,071 บาท และ 1,643 บาท ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าวิธีที่ 1 เป็นวิธีที่ดีที่สุดที่ควรจะนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากใช้ต้นทุนต่ำสุดในการบำบัดน้ำต่อลิตร

**คำสำคัญ** การวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสีย

**Independent Study title:** The Cost-Effectiveness of Investment in Waste Water Treatment Plant: The Case Study of Wastewater Treatment from Oil Depot in Tha Chin River Basin, Muang District, Samut Sakhon Province
**Author:** Mr. Somchai Sangvimarn; **ID:** 2516000359; **Degree:** Master of Economics;
**Independent Study advisor:** Dr. Orapan Srisawalak, Associate Professor;
**Academic year:** 2012

## Abstract

The objective of this study was to analyse the cost-effectiveness of three wastewater treatment technologies, namely, 1) stabilization pond 2) aerated logoon and 3) constructed wetland. The purpose is to identify the technology that requires the least cost but is most effective in wastewater treatment.

In conducting this study, wastewater samples were collected from an oil depot in Samut Sakhon Province. Each of the above technology was used to treat 1,500 CC of wastewater, and the remaining Biochemical Oxygen Demand (BOD) content was used to compare the effectiveness of each technology.

After treatment, the volume of BOD that can be reduced from the stabilization pond technology was 22 mg/liter whereas aerated lagoon technology and constructed wetland can treat 20 mg/liter and 25 mg/liter respectively. Using this finding with the treatment cost per 1,500 CC of wastewater, it can be concluded that stabilization pond technology is the most cost-effective since the treatment cost per milligram of waste water is lowest at 962 baht compared to the unit costs of aerated lagoon and constructed wetland which were 1,071 baht and 1,643 baht respectively. This study concluded that the first method shoud be used for the treatment because of the lowest cost per liter.

**Keywords:** Cost-effectiveness analysis, Wastewater treatment technology

# กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร. อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์ และ รองศาสตราจารย์ศิริพร สัจจานันท์ ประจำสาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ ตลอดจนคณาจารย์สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและติดตามการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ คุณศิรินาท ถนอมทรัพย์ เจ้าหน้าที่ สำนักสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร ที่ได้ช่วยจัดพิมพ์และเรียบเรียงขัดเกลาตัวอักษรต้นฉบับของการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ และให้คำแนะนำ เอื้อเฟื้อข้อมูลพร้อมจัดหาเอกสารประกอบข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบคุณทุกท่านที่เสียสละเวลาและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและตัวอย่างวิเคราะห์ภาคสนาม

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณนพรัตน์ แสงวิมาน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ทุกท่าน ตลอดจนพี่น้องทุกคนที่คอยให้กำลังใจตลอดมา

สมชาย แสงวิมาน

พฤศจิกายน 2555

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

วัตถุประสงค์การวิจัย ..... 13

ขอบเขตการวิจัย ..... 13

นิยามศัพท์เฉพาะ ..... 13

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 14

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ..... 15

แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการทางต้นทุนและประสิทธิผล ..... 15

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการสิ่งแวดล้อม ..... 19

แนวคิดผลกระทบด้านมลพิษและการจัดการบำบัดน้ำเสีย ..... 22

แนวคิดทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการจัดการปัญหามลพิษ ..... 38

แนวคิดเกี่ยวกับเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 42

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 47

การวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล (CEA) ..... 47

การกำหนดเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ..... 48

การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับบีโอดี (BOD) ..... 49

การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 50

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 55

ตอนที่ 1 ตรวจวิเคราะห์ค่าบีโอดี (BOD) และวิธีการบำบัด ..... 52

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ CEA (Cost Effectiveness Analysis)
ถึงต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ ..... 56

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ..... 62
สรุปการวิจัย ..... 62
อภิปรายผล ..... 62
ข้อเสนอแนะ ..... 64
บรรณานุกรม ..... 65
ภาคผนวก ..... 68
ก การดำเนินการจัดทำวิธีการเพื่อทำการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล (CEA) ..... 69
ข ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ..... 76
ค ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ..... 79
ประวัติผู้ศึกษา ..... 83

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ค่าคุณภาพน้ำที่สำคัญของแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ..... 6
ตารางที่ 1.2 พารามิเตอร์ของปัญหาคุณภาพน้ำปี พ.ศ. 2552 ..... 9
ตารางที่ 1.3 พารามิเตอร์เปรียบเทียบคุณภาพน้ำตามฤดูกาลของภาคกลางปี พ.ศ. 2552 ..... 9
ตารางที่ 1.4 การกำหนดประเภทแหล่งน้ำผิวดิน ..... 10
ตารางที่ 2.1 ลักษณะแบบจำลองการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ที่มีการเปรียบเทียบ ..... 18
ตารางที่ 2.2 แสดงผลกระทบทางสรีระวิทยาของก๊าซไข่เน่า ..... 24
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบระดับการใช้ $O_2$ ในน้ำของเชื้อจุลินทรีย์ ..... 54
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบค่า BOD ..... 55
ตารางที่ 4.3 ค่าใช้จ่ายในการเก็บตัวอย่างส่งวิเคราะห์ ..... 55
ตารางที่ 4.4 ต้นทุนทางเลือกการจัดทำวิธีการทั้ง 3 วิธี ..... 59
ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลโดยการเปรียบเทียบ ..... 60

# สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 แบบจำลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน ..... 4
ภาพที่ 1.2 แผนที่แสดงคุณภาพแม่น้ำท่าจีน ปี 2551 ..... 7
ภาพที่ 1.3 แผนที่แสดงคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งทั่วประเทศ ปี 2551 ..... 8
ภาพที่ 3.1 รูปแบบทางเลือกในการบำบัดน้ำเสีย ..... 50

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ พืชและสัตว์ เนื่องจากน้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีความจำเป็นต่อหน้าที่และการทำงานของสิ่งมีชีวิต และนอกจากนี้น้ำยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อันเป็นองค์ประกอบในระบบนิเวศน์มนุษย์เรารู้จักนำเอาน้ำมาใช้เพื่อการบริโภค และอุปโภคในกิจกรรมต่างๆ มาเป็นเวลานานแล้ว และน้ำไม่ใช่มีความสำคัญเฉพาะการดำรงชีวิตขั้นพื้นฐานเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคเท่านั้น น้ำยังเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ การใช้ในการผลิตภาคอุตสาหกรรมและการเกษตรกรรม การท่องเที่ยว และการที่มีน้ำใช้อย่างสะดวกสบาย และมีระบบการบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ เป็นองค์ประกอบหนึ่งของการมีคุณภาพชีวิตที่ดีแต่ถ้าหากขาดการวางแผนในเรื่องการใช้และการอนุรักษ์แหล่งน้ำก็อาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ ตามมา ได้แก่ การขาดแคลนน้ำ และปัญหาน้ำเน่าเสียเป็นต้น (กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์: 2540)

ปัจจุบันปัญหาของการบริหารการจัดการน้ำอันดับหนึ่ง คือ ปัญหาของมลพิษทางน้ำในพื้นที่ๆ มีชุมชนหนาแน่นมีการกระจุกตัวของสถานประกอบการ ร้านค้าและโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้ปริมาณน้ำเสียและปริมาณสิ่งสกปรกที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น จนแหล่งน้ำธรรมชาติไม่สามารถกำจัดสิ่งสกปรกต่างๆ ได้ทั้งหมด ผลที่เกิดก็คือแหล่งน้ำเน่าเสีย มีกลิ่นเหม็น และสีดำคล้ำซึ่งเป็นปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์และสกปรกต่างๆ ในสภาวะไร้ออกซิเจนอิสระทำให้ค่าออกซิเจนละลายของน้ำในคลองมีค่าเป็นศูนย์หรือใกล้ศูนย์สภาพการเน่าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณสิ่งสกปรกและปริมาตรของน้ำเสีย ทำให้คุณภาพในแหล่งน้ำธรรมชาติมีคุณภาพลดต่ำลงเรื่อยๆ จนในที่สุดสัตว์น้ำไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ และแหล่งน้ำกลับกลายเป็นแหล่งสะสมสิ่งสกปรกและเชื้อโรคเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

ปัจจุบันคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ ทั่วประเทศทั้งแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำทะเลโดยเฉพาะในบริเวณที่มีความหนาแน่นของชุมชน และกิจกรรมพัฒนาต่างๆ กำลังประสบปัญหาความเสื่อมโทรม อันเนื่องมาจากการปนเปื้อนของสารพิษต่างๆ ที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งกิจกรรมจากชุมชนและกิจกรรมจากการประกอบการ ซึ่งขึ้นอยู่ตามความเจริญเติบโตจากเศรษฐกิจ

ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรกรรมและการท่องเที่ยว โดยมีผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติของทรัพยากรน้ำ ทั้งทางกายภาพและชีวภาพ รวมทั้งความสมดุลของระบบนิเวศในแหล่งน้ำนั้นๆ จนเกิดผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ความ เสื่อมโทรมหรือความเน่าเสียของทรัพยากรน้ำ ซึ่งจะปรากฏทั้งในรูปของการสูญเสียออกซิเจนละลายน้ำ (DO) การมีสารอินทรีย์ตัวทำลายออกซิเจน (BOD) และแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม (TBC) ในน้ำเพิ่มขึ้นๆ จนไม่สามารถใช้ประโยชน์ใดๆ ได้ในที่สุด

การที่มีแหล่งน้ำมีคุณภาพเสื่อมโทรมและมีแนวโน้มทวีความรุนแรงขึ้น รวมทั้งขยายพื้นที่แผ่วงกว้างไปเรื่อยๆ นั้น เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากร การขยายตัวและการกระจายของภาค อุตสาหกรรมออกสู่ภูมิภาคการพัฒนาด้านต่างๆ โดยขาดการจัดการและควบคุมมลพิษทางน้ำที่ได้มาตรฐาน ทำให้น้ำเสียมีความเข้มข้นสูงขาดระบบการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสม รวมทั้งปริมาณน้ำจากธรรมชาติลดลงอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการตัดไม้ทำลายป่า ซึ่งเป็นแหล่งผลิตน้ำธรรมชาติ และประการสำคัญคือการบริหารและการจัดการในปัจจุบันยังไม่มีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านการขาดเอกภาพในการดำเนินงานและการประสานงานที่ดี ขาดกฎหมายและมาตรการที่ชัดเจนในการติดตามตรวจสอบและควบคุมมลพิษทางน้ำ จากแหล่งกำเนิดอย่างมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะกิจกรรมทางการเกษตรขาดการบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องอย่างเคร่งครัด สมรรถภาพขององค์กรที่รับผิดชอบในทุกระดับยังมีข้อจำกัดทั้งในด้านงบประมาณตลอดจนบุคลากร และขาดมาตรการด้านเศรษฐกิจสังคมที่จะจูงใจให้ผู้ประกอบการและเจ้าของแหล่งกำเนิดมลพิษดำเนินการลด และขจัดปริมาณมลพิษหรือควบคุมการจัดการของเสียจากขบวนการผลิตอย่างจริงจัง (กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม: 2540)

ปัจจุบันแม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำที่แยกตัวมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลท่าซุง อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี กับฝั่งตะวันตกที่อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท และได้ไหลผ่านจังหวัดต่างๆ ทำให้แม่น้ำสายนี้มีชื่อเรียกได้หลายชื่อคือ ไหลผ่านจังหวัดชัยนาทเรียกว่า แม่น้ำมะขามเฒ่า ไหลผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี เรียกว่า แม่น้ำสุพรรณบุรี ไหลผ่านจังหวัดนครปฐม เรียกว่าแม่น้ำนครชัยศรี และไหลผ่านจังหวัดสมุทรสาครลงสู่อ่าวไทยที่ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เรียกว่าแม่น้ำท่าจีน มีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 325 กิโลเมตร ส่วนที่ผ่านจังหวัดสมุทรสาครจะมีคลองลำสาขาตัดผ่าน 6 สาย ดังนี้ คลองพิทยาลงกรณ์หรือคลองสรรพสามิต คลองมหาชัยหรือคลองสนามชัย คลองสุนัขหอนหรือคลองแม่กลอง คลองดำเนินสะดวก คลองบางยาง คลองภาษีเจริญ นอกจากนี้แม่น้ำท่าจีนยังถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ แม่น้ำท่าจีนตอนบน ตั้งแต่ชัยนาทถึงอำเภอเมืองสุพรรณบุรี ระยะทาง 123 กิโลเมตร แม่น้ำท่าจีนตอนกลางตั้งแต่อำเภอเมืองสุพรรณบุรีถึง

อำเภอนครชัยศรี นครปฐม ระยะทาง 120 กิโลเมตร และแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ตั้งแต่อำเภอนครชัยศรี นครปฐม ถึงปากแม่น้ำอำเภอเมืองสมุทรสาคร ระยะทาง 82 กิโลเมตร

แม่น้ำท่าจีนตอนล่างในช่วงปัจจุบันนี้มีความเสื่อมโทรมมาก ตั้งแต่จังหวัดนครปฐมไปถึงปากอ่าว จังหวัดสมุทรสาครเดิมกรมควบคุมมลพิษ จัดให้อยู่ในประเภท 4[1] ของแหล่งน้ำผิวดิน แต่ในปัจจุบันน้ำจะจัดอยู่ในประเภทที่ 5 โดยเฉพาะคลองเจดีย์บูชามีคุณภาพน้ำวิกฤติคือมีปัญหากลิ่นเหม็น ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชากรในพื้นที่โดยแหล่งกำเนิดน้ำเสียในพื้นที่มาจากแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร และวัชพืชในคลอง และในปัจจุบันระบบนิเวศน์ปากแม่น้ำท่าจีนได้เปลี่ยนแปลงไปมาก มีผลกระทบทั้งในเรื่องสิ่งแวดล้อมเศรษฐกิจและสังคม โดยเฉพาะทำให้ทรัพยากรสัตว์น้ำลดลงเป็นอย่างมาก เนื่องจากพื้นที่ๆ เป็นระบบนิเวศน์ที่สำคัญอันเป็นบริเวณที่อยู่อาศัย หากิน วางไข่ เลี้ยงตัวอ่อน มีสภาพเสื่อมโทรม ตลอดจนพื้นที่ป่าชายเลนมีเหลือน้อยมากทำให้ความอุดมสมบูรณ์ที่เคยมีมากำลังจะหายไป

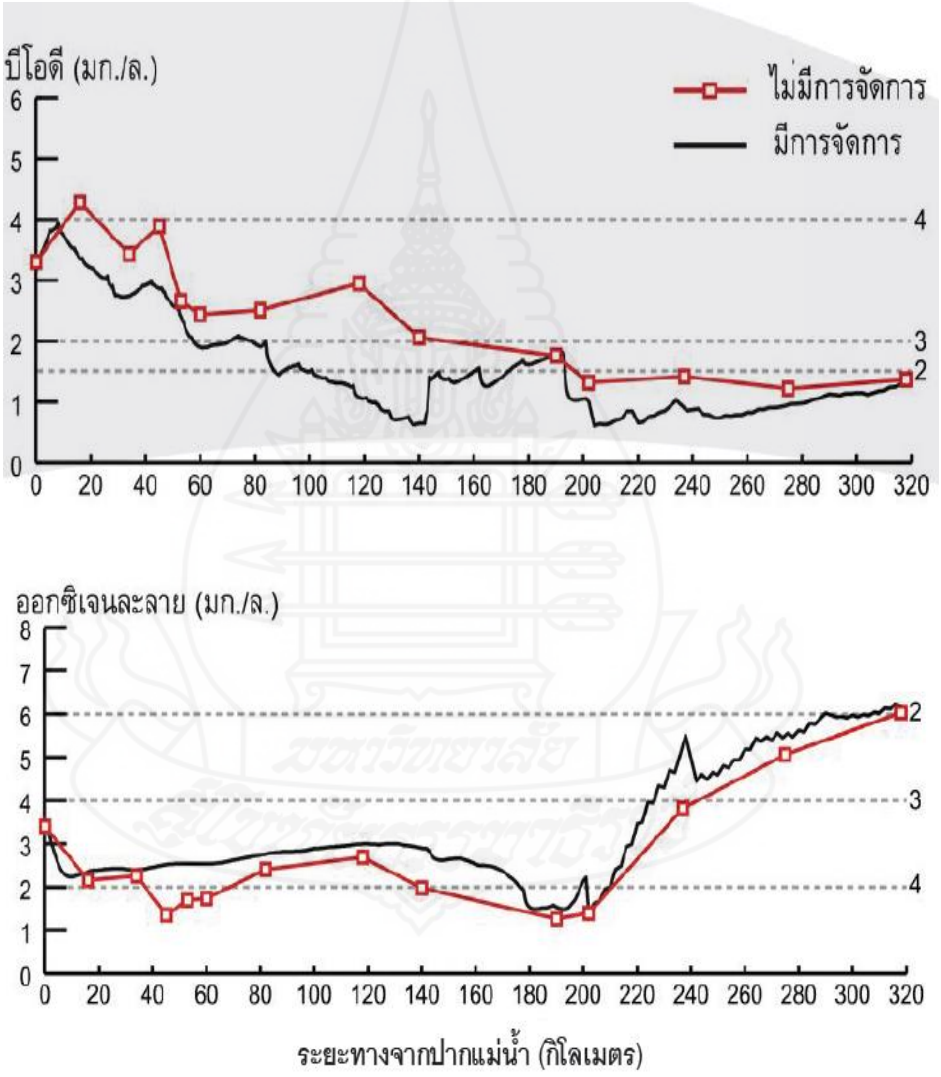
แม่น้ำท่าจีนครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด คือ ชัยนาท สุพรรณบุรี นครปฐม และสมุทรสาคร มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 12,000 ตร.กม. ซึ่งมีประชากรประมาณ 2 ล้านคน คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนอยู่ในสภาพเสื่อมโทรมมาก เกิดจากความเจริญเติบโตของประชากรมนุษย์เพิ่มมากขึ้นความต้องการด้านที่อยู่อาศัยจากความหนาแน่นของที่อยู่อาศัยได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศน์และสิ่งแวดล้อมจากของเสียที่ปล่อยออกมาสู่ธรรมชาติ และได้ระบายลงสู่แม่น้ำท่าจีนจากสาเหตุหลักมาจากโรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรม ตลอดจนที่อยู่อาศัยของชุมชน ซึ่งน้ำเสียจากกิจกรรมดังกล่าวที่ปล่อยสู่แม่น้ำท่าจีนก่อให้เกิดผลกระทบจนเกินขีดความสามารถของแม่น้ำจะรองรับและฟอกตัวเองได้เหมือนในอดีตในระยะแรกๆ ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอาจจะไม่ส่งผลทันที แต่จะส่งผลในระยะต่อมาเนื่อง จากความสัมพันธ์ระหว่างการทำลายสิ่งแวดล้อมและผลกระทบที่เกิดตามมาไม่ได้มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง จึงทำให้ทรัพยากรเสื่อมโทรมเพราะผู้ใช้จะตักตวงผลประโยชน์เฉพาะหน้าโดยไม่คำนึงถึงผลประโยชน์ในระยะยาว คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมในแม่น้ำท่าจีน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูน้ำน้อยไม่มีฝนตก (ธ.ค.-เม.ย.) พบในแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง (กม.ที่ 0-82 : ตั้งแต่ปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ถึงบริเวณหน้าอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม) และแม่น้ำท่าจีนตอนกลาง (กม.ที่ 82-202: ตั้งแต่บริเวณหน้าอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ถึงประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี) ขณะที่คุณภาพน้ำ

---

[1] แหล่งน้ำประเภทที่ 4 หมายถึงแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 หมายถึงน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทใช้เพื่อการคมนาคมเท่านั้น

อยู่ในเกณฑ์พอใช้ในแม่น้ำท่าจีนตอนบน (กม.ที่ 202-318: ตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ถึงบ้านปากคลองมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท)

เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนให้เป็นไปตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน สำหรับแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง กรมควบคุมมลพิษได้สร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นบีโอดีและออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีน และประเมินปริมาณสูงสุดรายวัน (Total maximum daily loads TMDL) ของบีโอดีที่แม่น้ำท่าจีนสามารถรองรับได้ในฤดูน้ำน้อย และยังคงทำให้คุณภาพน้ำในแต่ละช่วงแม่น้ำเป็นไปตามเกณฑ์ มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินที่กำหนดไว้




ภาพที่ 1.1 แบบจำลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน

ที่มา: รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2552 กรมควบคุมมลพิษ

จากภาพที่ 1.1 รูปบนเป็นค่าเฉลี่ยความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายทางชีวเคมี (บีโอดี) และรูปล่างเป็นค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลาย ของแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง (กม. ที่ 0-82) ของแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง (กม.ที่ 0-82) ตอนกลาง (กม.ที่ 82-202) และตอนบน (กม.ที่ 202-318) จากการคาดการณ์เมื่อลดปริมาณบีโอดีรวมที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำท่าจีนเท่ากับปริมาณบีโอดีสูงสุดรายวันที่แม่น้ำสามารถรองรับได้ในฤดูนี้ (67,506.5 กก./วัน) จากการตรวจวัดในปี พ.ศ. 2551-2552 เส้นประกำกับเลขแสดงคุณภาพน้ำทิ้ง ตอนบน ตอนกลาง ตอนล่าง ดังนี้

มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 บีโอดี $\leq$ 1.5 มก./ล. ออกซิเจนละลาย $\geq$ 6 มก./ล.

มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 บีโอดี $\leq$ 2 มก./ล. ออกซิเจนละลาย $\geq$ 4 มก./ล.

มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 บีโอดี $\leq$ 4 มก./ล. ออกซิเจนละลาย $\geq$ 2 มก./ล.

จากแบบจำลองพบว่า ถ้าต้องการปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนให้เป็นไปตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่กำหนดไว้ในแต่ละช่วงแม่น้ำในฤดูน้ำน้อยไม่มีฝนตกที่อาจดูปริมาณบีโอดีที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำท่าจีนไม่ให้เกิน TMDL (67,506.5 กก./วัน) ของบีโอดีที่แม่น้ำสามารถรองรับได้ในฤดูเดียวกัน การปรับปรุงคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนให้ได้ผล ควรใช้แนวทางผสมผสาน เช่น การควบคุมปริมาณบีโอดีรวมที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำไม่ให้เกิน TMDL ของบีโอดีที่แม่น้ำรองรับได้ควบคู่กับการลดปริมาณบีโอดีจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ แบบเจาะจง (Specific reduction technique) ในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำย่อยที่มีการปล่อยปริมาณบีโอดี ลงสู่แม่น้ำหลักเป็นจำนวนมาก และการจัดการน้ำ (Water allocation and flow rate management) ในแม่น้ำ เพื่อเจือจางของเสียในแม่น้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งฤดูน้ำน้อย เป็นต้น นอกจากนี้ควรศึกษาด้านระบบนิเวศทางน้ำตลอดจนกลไกการใช้ออกซิเจนในแม่น้ำของพืชและสัตว์น้ำ โดยเฉพาะในแม่น้ำท่าจีน เพื่อหาสาเหตุของการขาดแคลนปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved oxygen deficit) ที่พบในแม่น้ำ ทั้งนี้ผลจากการสร้างแบบจำลองบ่งชี้ว่าถึงแม้จะสามารถลดความเข้มข้นลง บีโอดีในแม่น้ำจนเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินที่กำหนดได้แล้ว หรือดีกว่าเดิม ยังไม่สามารถเพิ่มความเข้มข้นออกซิเจนละลายในบางช่วงของแม่น้ำให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินที่กำหนดไว้ได้เป็นต้น (รายงานสถานการณ์มลพิษกรมควบคุมมลพิษ, 2552)

ตารางที่ 1.1 ค่าคุณภาพน้ำที่สำคัญของแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง

| สถานี | ค่าคุณภาพน้ำที่สำคัญ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | DO | BOD | TCB | FCB | $NH_3$ | ความขุ่น |
| TC 01 | 0.6 | 4.9 | 78,000 | 20,500 | 1.4 | 34 |
| TC 04 | 1.1 | 3.7 | 65,000 | 6,600 | 1.4 | 35 |
| TC 07 | 1.1 | 2.9 | 187,000 | 18,000 | 1.4 | 13 |
| TC 09 | 0.6 | 5.4 | 223,300 | 117,500 | 2.0 | 16 |
| TC 10 | 0.8 | 2.8 | 42,700 | 19,700 | 1.2 | 14 |
| TC 11 | 0.6 | 3.1 | 17,300 | 4,900 | 1.0 | 200 |
| TC 13 | 1.3 | 2.8 | 61,100 | 8,800 | 0.9 | 19 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.9 | 3.7 | 96,300 | 28,000 | 1.3 | 47 |

TC 01 ปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

TC 04 วัดศิริมงคล อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

TC 07 ร.ร.บ้านปล่องเหลี่ยม อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร

TC 09 หน้าวัดเทียนดัด บ้านท่าใหม่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

TC 10 วัดบางช้างเหนือ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

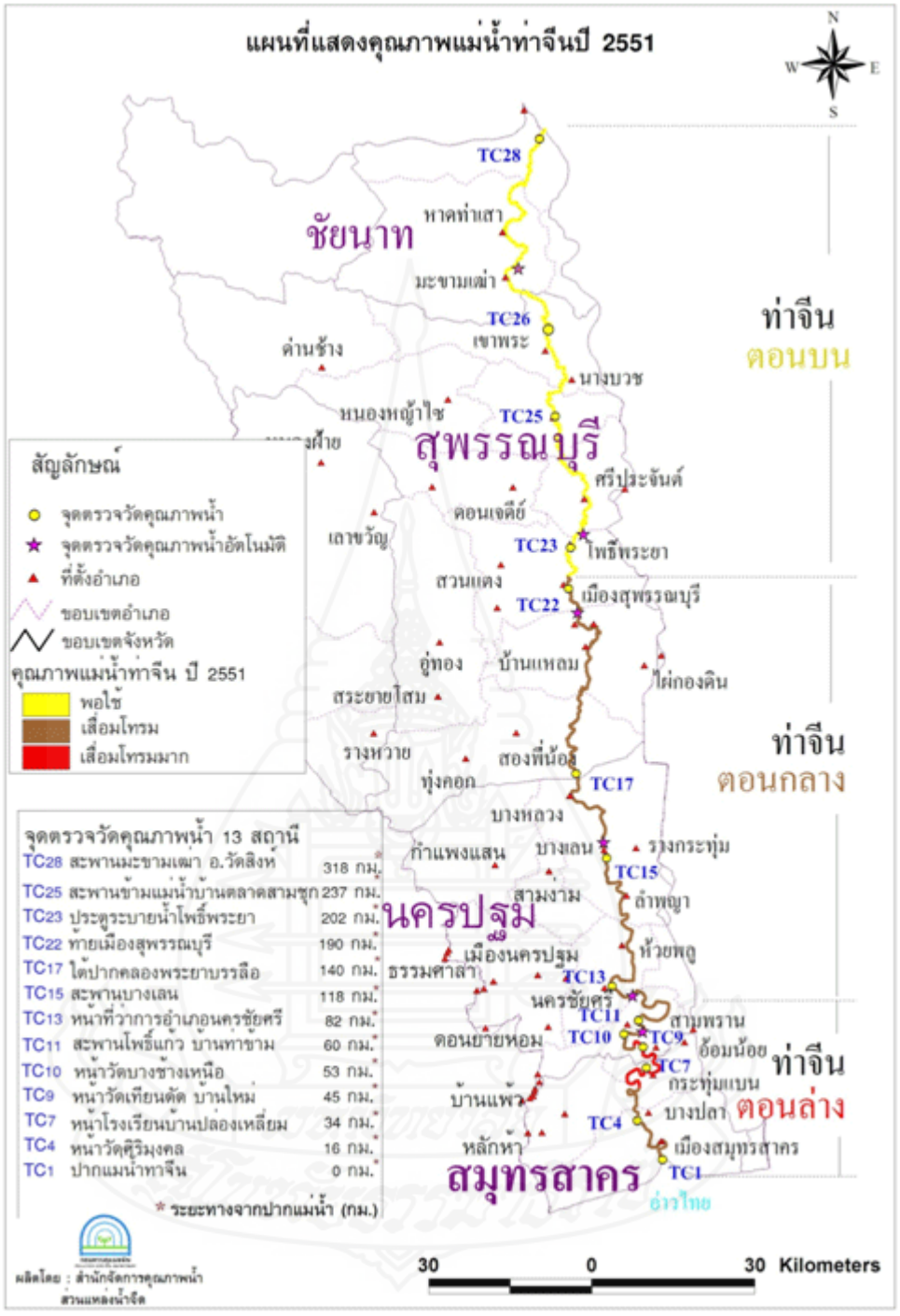
TC 11 สะพานโพธิ์แก้ว บ้านท่าข้าม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

TC 13 หน้าที่ว่าการ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

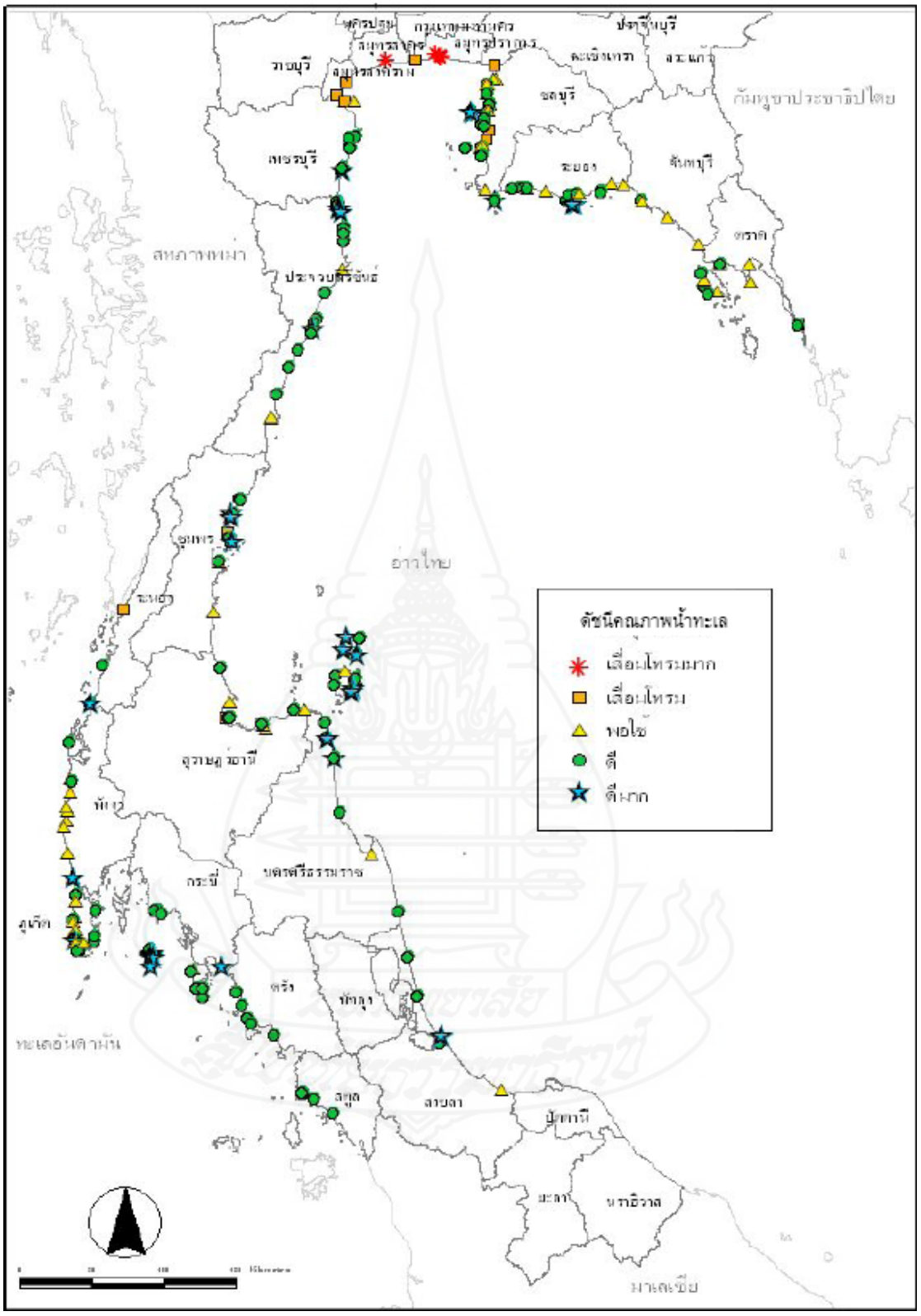
หมายเหตุ : ข้อเสนอแนะจากกรมประมง ความขุ่นในแหล่งน้ำ ไม่ควรเกิน 100 NTU[2]

ที่มา : รายงานสถานการณ์มลพิษทางน้ำ สำนักจัดการคุณภาพน้ำ

[2] NTU คือหน่วยความขุ่นของน้ำ (Nephelometric Turbidity Units) น้ำขุ่นปานกลางมีค่าความขุ่นระหว่าง 25-100 NTU ความขุ่นของน้ำคือ ความสามารถของน้ำที่สะกัดกั้นปริมาณแสงที่จะส่องผ่าน




ภาพที่ 1.2 แผนที่แสดงคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งทั่วประเทศ ปี 2551




ภาพที่ 1.3 แผนที่แสดงคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งทั่วประเทศ ปี 2551

พารามิเตอร์ที่บ่งชี้ปัญหาคุณภาพน้ำ คือ การปนเปื้อน แบคทีเรียกลุ่มฟีคอล โคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria: FCB) การปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria: TCB) แอมโมเนีย ($NH_3$) ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand: BOD) และออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen: DO) โดยทำการตรวจวัดแยกเป็นรายภาคได้ MPN/100 ml (Most probable number) เป็นการประมาณระดับการปนเปื้อนโดยวิธีการสังเกตการเจริญเติบโต (หรือไม่เจริญเติบโต) ของจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อแบบเหลวจากปริมาตรของตัวอย่างที่กำหนด

ตารางที่ 1.2 พารามิเตอร์ของปัญหาคุณภาพน้ำ ปี พ.ศ. 2552

| รายภาค | หน่วยวัด : MPN/100 ml | | หน่วยวัด : mg/L | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | FCB | TCB | $NH_3$ | BOD | DO |
| 1. ภาคเหนือ | 30 | 34 | 24 | 10 | 2 |
| 2. ภาคกลาง | 29 | 28 | 26 | 11 | 6 |
| 3. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 31 | 26 | 29 | 10 | 4 |
| 4. ภาคตะวันออก | 26 | 37 | 29 | 4 | 4 |
| 5. ภาคใต้ | 37 | 10 | 18 | 25 | 10 |
| เฉลี่ยทั้งหมด | 30 | 28 | 25 | 9 | 8 |

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 1.3 พารามิเตอร์เปรียบเทียบคุณภาพน้ำตามฤดูกาลของภาคกลาง ปี พ.ศ. 2552

| ช่วงระยะเวลาน้ำมาก-น้อย | หน่วยวัด : MPN/100 ml | | หน่วยวัด : mg/L | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | FCB | TCB | $NH_3$ | BOD | DO |
| ช่วงน้ำน้อย (มกราคม-มิถุนายน) | 26 | 24 | 31 | 9 | 10 |
| ช่วงน้ำมาก (กรกฎาคม-ธันวาคม) | 36 | 33 | 17 | 10 | 4 |

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 1.4 การกำหนดประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

| ประเภทแหล่งน้ำ | การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ | DO มก./ล. | BOD มก./ล. |
|---|---|---|---|
| ประเภทที่ 1 | แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อ<br>1) การอุปโภคบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน<br>2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตขั้นพื้นฐาน<br>3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ | ธ | ธ |
| ประเภทที่ 2 | แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อ<br>1) การอุปโภคบริโภคต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน<br>2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ<br>3) การประมง<br>4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ | 6.0 | 1.5 |
| ประเภทที่ 3 | แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อ<br>1) การอุปโภคบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งไปก่อน<br>2) การเกษตร | 4.0 | 2.0 |
| ประเภทที่ 4 | แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อ<br>1) การอุปโภคบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน<br>2) 2) การอุตสาหกรรม | 2.0 | 4.0 |
| ประเภทที่ 5 | แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถใช้เป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม | - | - |

ธ = เป็นไปตามธรรมชาติ ของแหล่งน้ำประเภทที่ 1 และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่ได้กำหนดค่า

ที่มา: พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

แม่น้ำท่าจีนตอนล่างถูกกำหนดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 4 โดยกำหนดค่าคุณภาพน้ำได้ คือ ค่าออกซิเจนละลายมากกว่าหรือเท่ากับ 2.0 มก./ล. ค่าความสกปรกในรูปบีโอดีไม่เกินกว่า 4.0 มก./ล. จากการตรวจวัดพบว่าค่าคุณภาพน้ำส่วนใหญ่ไม่ได้ตามมาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 4 ทำให้คุณภาพแม่น้ำท่าจีนตอนล่างโดยรวมอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมาก โดยตรวจพบว่าค่าออกซิเจนละลายของการตรวจวัดทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 2.0 มก./ล. ค่าความสกปรกในรูปบีโอดี มีค่าไม่เกิน 4.0 มก./ล. ค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดร้อยละ 62 มีค่ามากกว่า 20,000 หน่วย ค่าแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มมีค่ามากกว่า 4,000 หน่วย จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำท่าจีนตอนล่าง โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่เสื่อมโทรมมาก โดยสังเกตว่าทุกจุดที่ตรวจสอบมีค่าออกซิเจนละลายไม่ได้ตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ค่าการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด กลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม และค่าแอมโมเนียมีค่าสูง บ่งชี้ว่าแม่น้ำมีความสกปรกสูงไม่ควรใช้ในการอุปโภคบริโภค แต่ใช้ประโยชน์ด้านคมนาคมเท่านั้น (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ: 2537)

สาเหตุที่ทำวิจัยในครั้งนี้เนื่องจากสถานที่ตั้งของคลังน้ำมันอยู่ริมแม่น้ำท่าจีน ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ได้ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการจัดเก็บและจัดจ่ายน้ำมันปิโตรเลี่ยมให้ลูกค้าทั่วไปทางภาคใต้ตอนบนและเขตปริมณฑลรอยต่อกรุงเทพมหานคร เนื่องจากในปัจจุบันทางคลังน้ำมันยังขาดบ่อบำบัดน้ำเสียซึ่งได้ปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำท่าจีนที่เกิดจากการทำความสะอาดโรงงาน โดยใช้ผงซักฟอกและน้ำยาทำความสะอาดพื้นประจำวัน ตลอดจนการทำความสะอาดจากโรงอาหารโดยผ่านขั้นตอนเพียงใช้บ่อดักไขมันเพียงบ่อเดียว ในการจัดคราบน้ำมันไม่ให้ปนออกสู่แหล่งน้ำท่าจีนโดยตรงปราศจากการบำบัดให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดก่อนปล่อยทิ้ง จากการตรวจสอบของกรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชย์นาวีจากจุดปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำท่าจีนพบว่ามีค่า BOD (บีโอดี) 36.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินจากค่ามาตรฐานกำหนดให้ไม่เกิน 20.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นการสร้างมลภาวะให้กับแม่น้ำท่าจีนในการรับภาระที่ก่อวิกฤติต่อเนื่องไปไม่มีวันสิ้นสุด น้ำที่ปราศจากการบำบัดของคลังน้ำมันเป็นส่วนหนึ่งในการก่อเกิดมลพิษโดยรวมต่อคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีน เนื่องจากปัจจุบันแม่น้ำท่าจีนตอนล่างอยู่ในสภาพที่เสื่อมโทรมมาก เป็นแหล่งรองรับของเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. น้ำเสียจากแหล่งชุมชน เนื่องจากความเจริญเติบโตของอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ได้ครอบคลุมไปทุกพื้นที่ทำให้อัตราการขยายตัวของประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยส่วนใหญ่เป็นผู้คนจากต่างถิ่นเข้ามาประกอบอาชีพต่างๆ ในเขตเมือง ทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านถิ่นที่อยู่อาศัยเป็นจำนวนมากและขาดการวางแผนพัฒนาเมืองในการรองรับ ก่อให้เกิดความเสียหายแก่สภาพแวดล้อมจากการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำท่าจีนโดยขาดการบำบัดในการวางแผนจัดการน้ำเสียชุมชนจากการควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิด

2. น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งรองรับน้ำเสียส่วนใหญ่จากภาคอุตสาหกรรม คือ แม่น้ำ ท่าจีนเนื่องจากโรงงานส่วนใหญ่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำท่าจีน และคลองสาขาต่างๆ จึงทำให้ง่ายต่อการละเมิดข้อกฎหมายในการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำซึ่งเป็นต้นทุนต่ำสุดแต่สร้างผลกระทบต่อระบบนิเวศน์อย่างใหญ่หลวง โดยผู้ประกอบการส่วนใหญ่ขาดจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรแหล่งน้ำ

3. น้ำเสียจากภาคการเกษตร เกษตรส่วนใหญ่ของจังหวัดสมุทรสาครมีอาชีพในการปลูกไม้ผล ซึ่งทำการเกษตรแบบพืชเชิงเดี่ยว ทำให้เกิดโรคแมลงต่างๆ รบกวนอยู่ตลอดเวลาส่งผลให้เกิดการใช้ยาฆ่าแมลงชนิดต่างๆ และการพึ่งพาปุ๋ยเคมีในการบำรุงดิน น้ำที่เกษตรกรใช้จากสาขาต่างๆ ของแม่น้ำท่าจีนเพื่อดูแลสวนของเกษตรกรได้สร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำเนื่องจากการชะล้างนำสารเคมีต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำนั้น ๆ

การบำบัดน้ำเสีย หมายถึง การกำจัดหรือทำลายสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียให้หมดไป หรือเหลือน้อยที่สุดโดยให้ได้มาตรฐานที่กำหนดและไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ในทางปฏิบัติมีวิธีการหลัก ๆ โดย ทั่วไปในการบำบัดน้ำเสีย 3 วิธี ดังนี้

1. กระบวนการทางเคมี (Chemical process) ใช้การเติมสารเคมีลงในน้ำเสียเพื่อทำการแยกสารปนเปื้อนต่าง ๆ ออกมาโดยทำให้ตกตะกอน (precipitation) แต่มีข้อเสียคือเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

2. กระบวนการทางชีววิทยา (Biological process) ใช้หลักการโดยให้จุลินทรีย์มาทำการย่อยสลายเปลี่ยนเป็นอินทรีย์สารไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนียเป็นการบำบัดน้ำเสียที่ดีที่สุด ไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม โดยใช้แบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ และจัดแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 ประเภทคือ กลุ่มที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic bacteria) และกลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic bacteria)

3. กระบวนการทางกายภาพ (Physical process) ใช้วิธีการคัดแยกตะกอนและสิ่งที่เจือปนอยู่ในซึ่งไม่ละลายน้ำโดยทำให้ตกตะกอนด้วยวิธีการเรื่องแรงโน้มถ่วง

ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียแตกต่างกันส่วนใหญ่จะนำวิธีการทางชีววิทยา (Biological process) มาทำการบำบัดน้ำเสียโดยจัดสร้างเป็นบ่อชนิดต่างๆ ทั้งที่มีการใช้ออกซิเจนและไม่มีการใช้ออกซิเจน บ่อบำบัดทั้ง 2 ประเภทนี้จะทำเป็นบ่อเดี่ยวหรือต่อเป็นอนุกรมก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาณของน้ำเสียที่จะทำการบำบัดโดยอาศัยการทำงานของแบคทีเรียและพืชน้ำในการทำการบำบัด เทคโนโลยีของระบบบำบัดแบบนี้เหมาะต่อการลงทุนซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของการลงทุนและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบ บ่อบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่มักจะก่อสร้างเป็นบ่อดินอยู่กลางแจ้ง ความลึกของบ่อประมาณ 1.7-2.5 เมตร และอาศัย

กระบวนการทางธรรมชาติในการเติมอากาศและจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายของเสียในน้ำเสีย จนกระทั่งน้ำมีคุณภาพที่ดี ในการลงทุนเพื่อแก้ไขปัญหาของการบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องคำนึงถึงเทคโนโลยีต่างๆ ที่นำมาใช้ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียของแต่ละวิธีโดยทำการวิเคราะห์ถึงต้นทุนในการลงทุนให้มีความเหมาะสมต่อเงินทุนโดยคำนึงถึงหลักประหยัดและเกิดประสิทธิผลสูงสุดในการนำเทคโนโลยีนั้นๆ มาใช้เพื่อบำบัดน้ำเสียต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล (Cost Effectiveness Analysis) ของวิธีการในการบำบัดน้ำเสีย 3 วิธี ได้แก่

2.1 วิธีบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)

2.2 วิธีบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon)

2.3 วิธีบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed wetland)

## 3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ทำการศึกษาคลังน้ำมันสมุทรสาคร บริเวณอำเภอเมืองของแม่น้ำท่าจีนในวิธีการบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 วิธี โดยทำการวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล (Cost Effectiveness Analysis) มีความสัมพันธ์กับต้นทุนที่ต้องใช้ในการลงทุน โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจคือหลักประหยัดหรือหลักประสิทธิภาพ การวิเคราะห์โดยใช้หลักประหยัด (Cost Effectiveness Ratio) เป็นการพิจารณาเลือกโครงการที่เสียต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดในการบรรลุวัตถุประสงค์หรือบรรลุประสิทธิผล

3.2 การวิเคราะห์น้ำเสียที่มาจากคลังน้ำมันโดยใช้ข้อมูลจริงจากคลังน้ำมันแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาคร

3.3 วิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลของการบำบัดน้ำเสีย

## 4. นิยามศัพท์เฉพาะ

**4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล (Cost Effectiveness Analysis)** หมายถึง การที่ไม่สามารถตีราคาผลประโยชน์ได้โดยง่ายหรือเมื่อผลประโยชน์เป็นเรื่องที่อ่อนไหวหรือถกเถียงหาข้อสรุปไม่ได้ หรือบางครั้งเทคนิคของการประเมินมูลค่ายังไม่ดีพอ

**4.2 น้ำเสีย** หมายถึง น้ำที่ใช้แล้วและระบายทิ้งของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนที่อยู่ในของเหลวนั้น

**4.3 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD)** หมายถึง ค่าของปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ

**4.4 ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment Systems)** หมายถึง กระบวนการบำบัดของเสียด้วยการเปลี่ยนคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพของเสียก่อนปล่อยทิ้ง เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

**4.5 การจัดการปัญหาน้ำเสีย** หมายถึง การแยกหรือการทำลายสิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำทิ้ง ให้มีปริมาณลดลงอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียขึ้นในแหล่งน้ำที่รองรับน้ำทิ้งนั้น

**4.6 มลพิษทางน้ำ (Water pollution)** หมายถึง สภาวะที่น้ำมีคุณภาพเปลี่ยนไปจากธรรมชาติเดิม จนมีสภาพที่เลวลงและส่งผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตในน้ำ

## 5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อนำผลการวิจัยในครั้งนี้เสนอเป็นแนวทางในการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียของคลังน้ำมันสมุทรสาครในอนาคต เลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากคลังน้ำมัน อย่างน้อยก็โดยพิจารณาจากเกณฑ์หนึ่งคือวิธีที่บำบัดน้ำเสียได้มากที่สุดโดยใช้ต้นทุนต่ำที่สุด

# บทที่ 2
# แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ต้นทุนการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่แม่น้ำท่าจีน จากคลังน้ำมัน เขตอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร เพื่อให้เกิดความเข้าใจการเกี่ยวโยงในเรื่องการจัดการสิ่งแวดล้อม ผู้ศึกษาจึงได้ศึกษาและนำเอาแนวคิดทฤษฎีตลอดจนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและอ้างอิง ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการทางต้นทุนและประสิทธิผล
2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการสิ่งแวดล้อม
3. แนวคิดผลกระทบด้านมลพิษและการจัดการบำบัดน้ำเสีย
4. แนวคิดทางเศรษฐศาสตร์การจัดการปัญหามลพิษ
5. แนวคิดเกี่ยวกับเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

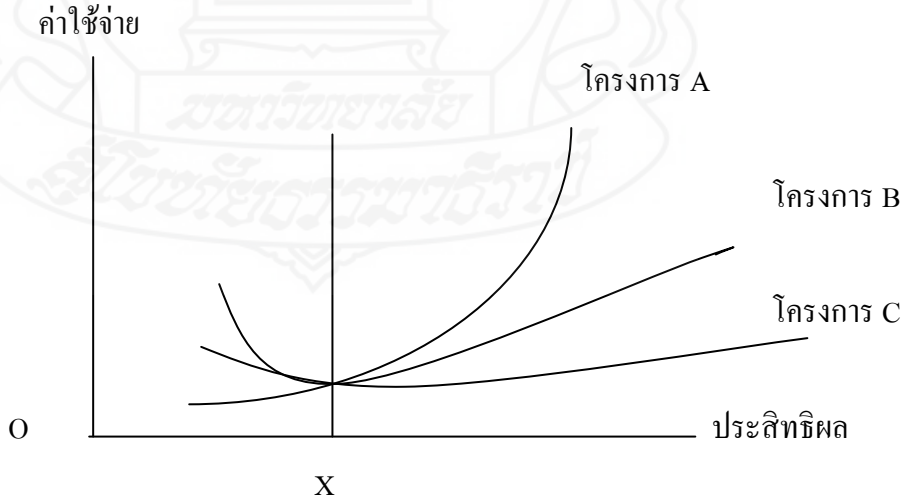
## 1. แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการทางต้นทุนและประสิทธิผล

การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล (Cost Effectiveness Analysis) เป็นวิธีการศึกษาที่ใช้เมื่อมีการตีมูลค่าผลประโยชน์ทำได้ยาก วิธีนี้จะเลือกนโยบายหรือโครงการที่ให้ผลตามต้องการโดยใช้ต้นทุนต่ำสุดหรืออีกนัยหนึ่งคือ หานโยบายหรือโครงการที่ให้ผลประโยชน์มากสุดภายใต้ข้อจำกัดเรื่องงบประมาณ ผู้ศึกษาจะคำนวณเฉพาะค่าปัจจุบันของต้นทุนของนโยบายหรือโครงการเท่านั้น โดยคำนวณ CE Ratio = ต้นทุน/ประสิทธิผล ค่า CE คือค่าใช้จ่ายในการลดมลพิษ 1 หน่วย ดังนั้นต้องเลือกนโยบายหรือโครงการที่มีค่า CE ต่ำสุดในการจัดทำวิเคราะห์โครงการการลงทุนของแต่ละโครงการจะต้องใช้หลักประสิทธิภาพและประสิทธิผล ในการวิเคราะห์โครงการที่ตีค่าผลประโยชน์ทำไม่ได้หรือทำได้ยาก เป็นโครงการที่เกิดขึ้นไม่มีราคาในตลาด หรือเป็นโครงการของรัฐทำเพื่อเป็นบริการสาธารณะ หรือเป็นศีลธรรม การเลือกทำโครงการจะถูกจำกัดด้วยงบประมาณหรือเลือกขนาดการลงทุน หรือวิธีการที่จะใช้เงินทุนน้อยที่สุดอย่างมีประสิทธิ-ภาพสูงสุดการวิเคราะห์จึงสนใจเฉพาะ ต้นทุนและระดับของการบรรลุวัตถุประสงค์ (หรือประสิทธิผล) ของการทำโครงการเป็นต้น การวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล (Cost Effectiveness Analysis) จึงต่างกับการวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์ (Cost Benefit Analysis) ตรงที่ว่าจะไม่มีการประมาณค่าหรือตีค่า

ผลประโยชน์จากโครงการอย่างที่ต้องทำในการวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์ของโครงการ โดยหลักประหยัดเราจะเลือกโครงการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดในการบรรลุถึงประสิทธิผลที่กำหนดให้

หลักประสิทธิภาพเป็นเรื่องของการเลือกโครงการโดยการกำหนดงบประมาณที่จะใช้ในการลงทุนขึ้นก่อนแล้วจึงเลือกโครงการลงทุนที่จะบรรลุประสิทธิผลในระดับสูงที่สุด หลักประหยัดนั้นเราจะกำหนดระดับประสิทธิผลที่ต้องการก่อน-หลังจึงเลือกโครงการที่เสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

เบญจพร ตันเกษมวัฒนา (2537) ให้แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล (Cost-effectiveness analysis) คือ การวิเคราะห์โครงการที่การ ตีค่าผลประโยชน์ทำไม่ได้หรือทำได้ยาก เป็นการวิเคราะห์โครงการหรือการประเมินโครงการทางเศรษฐศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจและต้องการเลือกบางโครงการจากโครงการที่มีอยู่ทั้งหมด การประเมินหรือวิเคราะห์โครงการทางเศรษฐศาสตร์จะนำมาซึ่งใช้ประกอบการตัดสินใจจากทางเลือกต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น เพราะโครงการที่จะทำเหล่านั้นทำไม่ได้หรือทำได้ยากเนื่องจากเป็นโครงการที่ไม่มีราคาในตลาดจากสาเหตุเป็นการตอบ สนองทางด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือผลประโยชน์ต่าง ๆ ต่อสาธารณะการเลือกทำโครงการหรือไม่ทำโครงการใดๆ จะต้องคำนึงถึงผลที่ได้รับมากน้อยเพียงไรและมีผลต่อการใช้เงินทุนต่อโครงการน้อยที่สุดแต่เกิดประสิทธิผลสูงสุด ฉะนั้นการวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล (Cost-effectiveness analysis) เป็นการพิจารณาเลือกหรือการตัดสินใจเลือกทำโครงการโดยพิจารณาจากหลักประหยัดในการลงทุนต่ำสุดแต่เกิดประ-สิทธิผลมากที่สุด โดยทำการเปรียบเทียบจากโครงการหรือทางเลือกนั้นๆ ตามวิธีการของ CEA ว่าโครงการนั้นเกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุดและให้ประสิทธิผลสูงสุด



โดยหลักประหยัดเราจะเลือกโครงการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ในการบรรลุระดับประสิทธิ ผลที่กำหนดให้คือที่ระดับ OX ซึ่งจะเห็นได้ว่าโครงการ C เป็นโครงการที่จะเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดในการที่จะบรรลุประสิทธิผล

ดังนั้นการวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล (Cost-effectiveness analysis) เป็นวิธีการศึกษาที่ใช้เมื่อการตีมูลค่าผลประโยชน์ทำได้ยาก วิธีนี้จะเลือกนโยบายหรือโครงการที่ให้ผลตามต้องการโดยใช้ต้นทุนต่ำสุดหรืออีกนัยหนึ่งคือหานโยบายหรือโครงการที่ให้ผลประโยชน์มากสุดภายใต้ข้อจำกัดเรื่องงบประมาณการประเมินทางเศรษฐศาสตร์มีทั้งผลประโยชน์ที่ได้รับและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น โดยมีการเปรียบเทียบกับโครงการหรือทางเลือกอื่นๆ จากการวิเคราะห์ต้นทุนจัดแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การวิเคราะห์ต้นทุนต่ำสุด CMA (Cost-minimization analysis) เป็นวิธีการประเมินที่ใช้ในการประเมินโครงการหรือทางเลือกที่ให้ผลประโยชน์ที่ได้รับเหมือนกันและจำนวนเท่ากัน (Identical) ซึ่งความแตกต่างหลักที่เกิดขึ้นก็คือต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินแต่ละโครงการหรือทางเลือกที่แตกต่างกัน ดังนั้นโครงการที่ถือว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดในทางเศรษฐศาสตร์ก็คือโครงการหรือทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำสุด

2. การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล CEA (Cost-effectiveness analysis) เป็นการประเมินค่าผลประโยชน์ที่ได้รับเพียงมิติเดียว (One-dimensional) สนใจหรือเลือกประเมินเพียงแค่ผลลัพธ์ ด้านสุขภาพหรือความปลอดภัยเพียงอย่างเดียวเหมือนกันสำหรับทุกโครงการหรือทางเลือก โดยผลประโยชน์ที่ได้รับจะถูกวัดในรูปแบบของผลลัพธ์ทางด้านสุขภาพหรือความปลอดภัย (Natural Unit) เช่น จำนวนลูกจ้างที่เสียชีวิตจำนวนวันที่ลูกจ้างขาดงาน จำนวนครั้งของอุบัติเหตุ เป็นต้น การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลจะมีการประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการภายใต้โครงการหรือทางเลือกต่างๆ และมีการประมาณจำนวนผลลัพธ์ทางด้านสุขภาพหรือความปลอดภัยที่อาจได้ รับหรืออาจเกิดขึ้นหลังจากมีการดำเนินการตามโครงการหรือทางเลือกนั้นๆ แล้วนำมาคำนวณเปรียบ เทียบค่าใช้จ่ายต่อหนึ่งหน่วยประสิทธิผลที่ได้รับในแต่ละโครงการหรือทางเลือก เช่น ค่าใช้จ่าย (บาท) ต่อจำนวนลูกจ้างที่เสียชีวิตที่ลดลง หรือค่าใช้จ่าย (บาท) ต่อจำนวนครั้งของอุบัติเหตุที่ลดลงเป็นต้น และโครงการหรือทางเลือกที่น่าสนใจจะเป็นโครงการหรือทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยสุขภาพหรือความปลอดภัยต่ำที่สุด

3. การวิเคราะห์ต้นทุนและอรรถประโยชน์ CUA (Cost-utility analysis) จะมีการประเมินค่าเหมือนการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล แต่จะแตกต่างกันโดยการวิเคราะห์ต้นทุนและอรรถประโยชน์จะมีการประเมินค่าผลประโยชน์ที่ได้รับแบบองค์รวมหรืออยู่ในรูปของอรรถประโยชน์ (Utility) ได้แก่ คุณภาพชีวิต ซึ่งนอกจากการมีชีวิตอยู่ การไม่เจ็บป่วย แต่ยังรวมถึง

คุณภาพชีวิตที่เปลี่ยนไปเนื่องจากความพิการ ปัญหาทางครอบครัวหรือความสุขในชีวิตที่ลดลง ซึ่งสามารถป้องกันหรือลดความสูญเสียเหล่านี้ได้จากการดำเนินตามโครงการหรือทางเลือกต่างๆ ดังนั้นหน่วยของอรรถ ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนิน การภายใต้โครงการหรือทางเลือกต่างๆ จะเหมือนกันเช่น จำนวนปีอายุที่ปรับด้วยคุณภาพชีวิต จำนวนปีอายุที่ปรับด้วยความพิการเป็นต้น ซึ่งจะครอบคลุมทุกมิติของคุณภาพชีวิตลูกจ้าง แต่อย่างไรก็ตามการประมาณค่าหรือการคำนวณค่าที่ดำเนินได้ยากและผลการประเมินขึ้นอยู่กับความรู้สึกและประสบการณ์ของลูกจ้าง รวมทั้งความชำนาญและทักษะของผู้ประเมิน

4. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับ CBA (Cost-Benefit Analysis) เป็นวิธีการประ-เมินที่มีการประมาณค่าของค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่ได้รับให้อยู่ในรูปของตัวเงิน ซึ่งจะแปลและเข้าใจง่ายสามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบโครงการหรือทางเลือกต่าง ๆ ที่ให้ผลลัพธ์ทางด้านสุขภาพหรือความปลอดภัยที่แตกต่างกัน โดยโครงการหรือทางเลือกที่น่าสนใจจะเป็นโครงการหรือทางเลือกที่ให้ผลประ-โยชน์ที่ได้รับสุทธิมากที่สุด ซึ่งผลประโยชน์สุทธิคำนวณได้จากการนำผลประโยชน์ที่ได้รับ (บาท) ลบด้วยค่าใช้จ่าย (บาท)

ตารางที่ 2.1 ลักษณะแบบจำลองการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ที่มีการเปรียบเทียบ

| รูปแบบการวิเคราะห์ต้นทุน | การวัดผลประโยชน์ที่ได้รับ | การประยุกต์ใช้หรือแปรผล |
|---|---|---|
| 1. CMA การวิเคราะห์ต้นทุนต่ำสุด | กำหนดให้ผลประโยชน์ที่ได้รับเหมือนกันและจำนวนเท่ากัน | เลือกโครงการที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด |
| 2. CEA การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล | กำหนดผลทางด้านสุขภาพหรือความปลอดภัยเพียงอย่างเดียว | เลือกโครงการที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดต่อหน่วย ทำให้สุขภาพดีขึ้นหรือมีความปลอดภัยมากขึ้น |
| 3. CUA การวิเคราะห์ต้นทุนและอรรถประโยชน์ | กำหนดให้คุณภาพชีวิตอยู่ในรูปของอรรถประโยชน์ | เลือกโครงการที่มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยรวมต่ำสุด |
| 4. CBA การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับ | ประเมินในรูปตัวเงิน | เลือกโครงการที่มีผลประโยชน์สิทธิสูงที่สุด |

ที่มา: เกสร เทพแปง เศรษฐศาสตร์ความปลอดภัยและอาชีวอนามัย: วิธีการประเมินทางเศรษฐศาสตร์

ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ไม่มีข้อมูลในระบบตลาดเหมือนกับสินค้าเอกชน เช่น ราคาการใช้บริการ ปริมาณการจำหน่ายเป็นต้น เพราะว่าไม่มีตลาดซื้อขาย จึงได้ประยุกต์หลักเศรษฐศาสตร์มาประเมินมูลค่าเป็นตัวเงินโดยมีเครื่องมือในการประเมินหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ (CBA) การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล (CEA) ในทางปฏิบัติการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล (Cost-effective analysis) ส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องของการใช้หลักประหยัดหรือเลือกโครงการที่เสียต้นทุนต่ำที่สุด ภายใต้ประสิทธิผลที่กำหนดให้ทั้งนี้เพราะหลักประสิทธิภาพจะเกี่ยว ข้องกับเทคนิค วิทยาการที่ใช้ในโครงการซึ่งถูกกำหนดโดยระดับวิทยาการที่มีอยู่

เครื่องมือในการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล (Cost-effectiveness analysis) เป็นวิธีการศึกษาที่ใช้เมื่อการตีมูลค่าผลประโยชน์ทำได้ยาก วิธีนี้จะเลือกนโยบายหรือโครงการที่ให้ผลตามต้องการโดยใช้ต้นทุนต่ำสุดหรืออีกนัยหนึ่ง คือ หานโยบายหรือโครงการที่ให้ผลประโยชน์มากสุดภายใต้ข้อจำกัดเรื่องงบประมาณการคำนวณจะคำนวณเฉพาะค่าปัจจุบันของต้นทุนของนโยบายหรือโครงการเท่านั้น

วิธีคำนวณ $$\text{CE Ratio} = \frac{\text{ต้นทุน}}{\text{ประสิทธิผล}}$$

CE คือ ค่าใช้จ่ายในการลด (ต้นทุน) 1 หน่วย และเลือกนโยบายหรือโครงการที่มีค่า CE ต่ำสุด

## 2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการสิ่งแวดล้อม

การจัดการสิ่งแวดล้อม หมายถึง ขบวนการดำเนินงานอย่างมีระบบในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติตอบสนองความต้องการของมนุษย์โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เพื่อการมีใช้ในอนาคตที่ยั่งยืน (เกษม จันทร์แก้ว, 2530: 297)

สิ่งแวดล้อม หมายถึง “สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา” ซึ่งได้แก่สิ่งที่มีชีวิตและสิ่งที่ไม่มีชีวิตเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่มีประโยชน์และเป็นมลพิษต่อสภาพแวดล้อมอาจเป็นรูปธรรม เช่น ต้นไม้ สัตว์ มนุษย์ ตึก บ้านเรือน ถนน ฯลฯ หรือนามธรรม ได้แก่ ศาสนา วัฒนธรรม กฎระเบียบ ข้อบังคับและความเชื่อในระบบนิเวศน์หนึ่งๆ ต้องประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมหลายอย่างคละกันไป ทั้งปริมาณ สัดส่วนและการกระจาย คือ มีทั้งสิ่งมีชีวิต ไม่มีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทางสังคมที่อยู่รวมกันในพื้นที่หนึ่งๆ

สิ่งแวดล้อมทางนิเวศวิทยาเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม โดยเน้นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ความผาสุก และคุณภาพชีวิตที่ดี ความเป็นอยู่อย่างปกติสุขของมนุษย์ที่มีความจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเพื่อสนองความต้องการด้านปัจจัยสี่ รวมทั้งความสะดวกสบาย ถ้าทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมถูกทำลายไปก็จะมีการทดแทนขึ้นมาใหม่ตามธรรมชาติภายหลัง เพราะสิ่งแวดล้อมแต่ละชนิดมีศักยภาพทางชีวภาพ (Biological Potential) ในการควบคุมการเกิดใหม่เพิ่มหรือลดแตกต่างกันไป สิ่งมีชีวิตบางชนิดในแหล่งน้ำอาจไม่สามารถใช้ประโยชน์จากสารเคมีบางชนิดได้ เนื่องจากไม่มีความต้องการสารดังกล่าวในกระบวนการเมตาโบลิซึมของตน ในกรณีเช่นนี้สิ่งมีชีวิตดังกล่าวจะไม่ได้รับผลกระทบทางนิเวศน์จากการเติมสารเคมีชนิดนั้นๆ ลงสู่แหล่งน้ำ นอกจากกระบวนการลูกโซ่ของสิ่งมีชีวิตอื่นจะสร้างผลพลอยได้ที่มีผลกระทบทางอ้อมต่อการดำรงชีวิตของมันน้ำมีความสำคัญต่อวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เช่น พืชและสัตว์ อย่างยิ่งความสามารถในการละลายน้ำเป็นตัวกลางที่นำธาตุอาหารจากดินไปยังส่วนต่างๆ ของพืชและในร่างกายของมนุษย์ประกอบด้วยน้ำประมาณ 50-70 เปอร์เซ็นต์ หากน้ำขาดหายไปจากร่างกาย 15 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นอันตรายถึงตายได้ ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการเมตาโบลิซึมของคนและสัตว์เกิดขึ้นในน้ำหรือสิ่งแวดล้อมที่มีน้ำอยู่ด้วย น้ำเป็นตัวนำอาหารไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย ดังนั้นน้ำจึงมีความสำคัญต่อสิ่งมี ชีวิตเพื่อความอยู่รอดของการดำรงชีวิตต่อสู้กับสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อสภาพร่างกายความเป็นอยู่ในสังคมอย่างเป็นปกติสุข

การจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นกระบวนการพัฒนาสาธารณชนให้ได้รับความรู้ในเรื่องสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและทางสังคมซึ่งอยู่รอบตัวมนุษย์ เพื่อแสวงหาแนวทางการแก้ไขปัญหาและจูงใจให้มีพฤติกรรมที่รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ให้เกิดความตระหนักที่จะช่วยกันปรับปรุงแก้ไขสภาพแวดล้อมให้มีความสมดุลทางธรรมชาติของระบบนิเวศน์แหล่งน้ำ เพื่อการดำรงของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศน์นั้น ความเหมาะสมของสถานการณ์ปัจจุบัน

การจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นงานที่สำคัญอย่างยิ่งในการใช้เก็บรักษา สงวน ซ่อมแซม และปรับปรุงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นแนวทางในการดำเนินงานที่จะต้องกำหนดไว้เพื่อใช้ปฏิบัติแต่เป็นที่น่าสังเกตว่างานทางด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมมีแผนงานทางการปฏิบัติทางการจัดการสิ่งแวดล้อมหรือทรัพยากรต่างๆ หลายสิ่งหลายอย่างร่วมกัน บางครั้งการปฏิบัติการจัดการทรัพยากรหนึ่งหรือสองประเภทอาจได้รับความสำเร็จแต่ก็มีอีกหลายประเภทไม่ได้รับความสำเร็จ ประสบความล้มเหลวในการจัด การสิ่งแวดล้อมเสมอในเกือบทุกประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่กำลังพัฒนาหรือต้องพัฒนาเช่นประเทศไทย เกือบกล่าวได้ว่าแผนการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมได้รับความสำเร็จน้อยมาก เหตุผลในความ

ล้มเหลวมีหลายประการ เช่น ขาดการวางแผนการใช้ทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน ขาดความศักดิ์สิทธิ์ทางกฎหมายประชากรในประเทศขาดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม การใช้ทรัพยากร ธรรมชาติมากเกินไปจนไม่สามารถจะกลับคืนสภาพเดิมของสิ่งแวดล้อมภายในระบบนั้นๆ ได้รวมทั้งระบบบริหารทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศที่ขาดประสิทธิภาพ เป็นต้น พื้นฐานของการจัดการสิ่งแวดล้อมจะช่วยให้เรียนรู้หลักการเบื้องต้นที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมได้ไม่มากก็น้อย สำหรับเนื้อหาสาระนี้จะเน้นหลักการจัดการสิ่งแวดล้อม เพราะมีทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในโลกนี้มากมายหลายสิ่งหลายอย่างที่จะต้องมีการวาง แผนให้รัดกุมที่จะดำเนินการจัดการกับสิ่งแวดล้อมได้

นักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปเข้าใจความหมายว่า “การจัดการสิ่งแวดล้อม” (Environ-mental Management) ก็คือ “การดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพโดยจะทำอะไรก็ได้ แต่ต้องไม่ให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม” (เกษม จันทร์แก้ว, 2530: 294) กล่าวง่ายๆ ก็คือ การจัดการสิ่งแวดล้อมนั้นเป็นการกำหนดกิจกรรมที่จะทำซึ่งเป็นกิจกรรมใดก็ได้ และกิจกรรมเหล่านั้นต้องไม่เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศน์สิ่งแวดล้อม เพื่อดำเนินการไปแล้วสิ่งแวดล้อมทั้งระบบนั้นๆ สามารถเอื้ออำนวยให้มวลมนุษย์ พืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อมอื่นอยู่อย่างถาวรต่อไป โดยไม่ขัดสนหรือเกิดปัญหาแต่อย่างใด

การจัดการสิ่งแวดล้อม คือ ขบวนการกำหนดให้ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมสร้างขึ้น มีส่วนทำให้การใช้ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมนั้นจะให้สิ่งต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ในการดำรงชีวิตรอดปลอดภัยอยู่ในสังคมเดียวกัน การใช้ทรัพยากรจะต้องพิจารณาตัดสินใจว่าอย่างไหนถูกอย่างไหนผิดที่ไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีการก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการต่างๆ ทุกประเภทที่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะต้องใช้มาตรการควบคุมป้องกันก่อนดำเนินการก่อสร้างเพื่อไม่ให้เกิดมลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ และมลพิษปนเปื้อนในดิน ดังนั้นพอสรุปได้ว่าการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นลักษณะของแผนงาน โครงการที่กำหนดขึ้นตามลักษณะของการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัด เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อมวลมนุษย์และจะต้องไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ด้วย เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างเพียงพอ สามารถสร้างจิตสำนึกตระหนักถึงความ สำคัญที่จะแก้ไขปัญหานำไปสู่การประยุกต์ใช้ทรัพยากรเพื่อการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

จากแนวคิดดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นกระบวนการพัฒนาสาธารณชนให้ได้รับความรู้ในเรื่องสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและทางสังคม ซึ่งอยู่รอบตัวมนุษย์เพื่อ

แสวงหาแนวทางการแก้ไขปัญหาและจูงใจให้มีพฤติกรรมที่รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมให้เกิดความตระหนักที่จะช่วยกันปรับปรุงแก้ไขสภาพแวดล้อมให้มีความสมดุลทางธรรมชาติของระบบนิเวศน์แหล่งน้ำ เพื่อการดำรงของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศน์นั้นให้เกิดความเหมาะสมของสถานการณ์ปัจจุบัน

## 3. แนวคิดผลกระทบด้านมลพิษและการจัดการบำบัดน้ำเสีย

มลพิษเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งที่ทำให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง และส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ และผลเสียต่อมนุษย์ พืชและสัตว์ในระบบนิเวศน์ ดังนั้นการจัดการกับปัญหามลพิษควรให้ความรู้ความเข้าใจถึงแหล่งกำเนิดมลพิษผลกระทบในด้านต่างๆ ที่ประชาชนอาจจะได้รับ เพื่อให้มีความตระหนักถึงปัญหาภาระหน้าที่รับผิดชอบในการช่วยจัดการแก้ไขปัญหามลพิษ

แนวคิดของ กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์ (2540) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับมลพิษและการจัดการไว้ว่ามลพิษทางน้ำ (water pollution) เป็นภาวการณ์ที่ทำให้น้ำเปลี่ยนแปลงจากคุณสมบัติตามธรรมชาติจนเราไม่สามารถ ใช้น้ำนั้นตามที่เราต้องการ หรือจนสิ่งมีชีวิตบางชนิดหรือหลายชนิดไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ ทำให้แหล่งน้ำนั้นสูญเสียสมดุลธรรมชาติไป ดังนั้นกรณีที่มีมลพิษเข้ามาสู่สิ่งแวดล้อม เช่น เกิดมลพิษทางน้ำ เพื่อให้สามารถจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นจะต้องทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยตั้งปัญหาไว้ คือสารมลพิษอะไรเข้าสู่สิ่งแวดล้อมมีปริมาณเท่าไร อะไรเป็นแหล่งกำเนิดและมีการแพร่กระจายอย่างไร รวมถึงผลกระทบ ของสารมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและแนวโน้มของความเข้มข้น ตลอดจนสามารถหาเหตุต่างๆ ของการเปลี่ยน แปลงความเข้มข้นของผลกระทบเพื่อที่เป็นแนวทางแก้ไขให้ลดลงได้ด้วยวิธีใดบ้าง ละงบค่าใช้จ่ายในการจัดการแก้ไขปัญหา ดังนั้นถ้าทราบข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ก็สามารถจัดการกับมลพิษต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิดของเดช กาญจนางกูร (2543) ได้กล่าวถึงภาวะมลพิษทางน้ำไว้ว่า มลพิษทางน้ำหมายถึงภาวะของน้ำที่ไม่สะอาดบริสุทธิ์ เนื่องมาจากการที่มีสารอื่นปนเปื้อนมีกลิ่นและสี ไม่สามารถนำไปใช้ในการอุปโภคและบริโภคได้ ตลอดจนไม่อาจลงไปว่ายน้ำหรือตกปลาได้ เพราะความสกปรกของน้ำจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ และสาเหตุของการเกิดภาวะมลพิษทางน้ำมีดังนี้

1. เกิดจากการซักล้าง และจากการใช้ในชีวิตประจำวันของคนเรา โดยเฉพาะผู้คนที่ตั้งบ้านเรือนใกล้แม่น้ำจึงใช้แม่น้ำเป็นที่ระบายสิ่งโสโครกโดยปริยาย และเกิดจาการประกอบธุรกิจการค้าต่างๆ ได้แก่ โรงแรม ร้านอาหาร อู่ซ่อมรถ ฯลฯ ซึ่งล้วนเป็นสาเหตุของน้ำเสียลงสู่แม่น้ำลำคลองทั้งสิ้น

2. เกิดจากการทิ้งของเสียและการทำของตกหล่นลงสู่แหล่งน้ำ รวมไปถึงการเดินเรือ ซึ่งจะมีน้ำมันเครื่องยนต์รั่วไหล ซึ่งน้ำมันที่รั่วจะแผ่กระจายออกไปเป็นคาบน้ำมันอย่างรวดเร็วตามกระแสคลื่นลม ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตสัตว์น้ำทั่วไปโดยตรง ได้แก่ คาบน้ำมันอาจไปเคลือบตัวสัตว์น้ำและตายในที่สุดและโดยอ้อมคือคาบน้ำมันยังทำหน้าที่เป็นฉนวนกันแสงแดดและออกซิเจนไม่สามารถส่องลงไปสู่แม่น้ำได้ ทำให้แผลนตอนที่อยู่ใต้ผิวน้ำไม่สามารถอยู่ได้ในที่สุด

3. เกิดจากบรรยากาศ ซึ่งในบรรยากาศจะมีหมอกควันของสารพิษลอยตัวอยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในย่านอุตสาหกรรม หมอกควันเหล่านั้นจะปะปนมาพร้อมกับฝนไหลลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้น้ำเจือปนไปด้วยสารพิษประเภทต่างๆ ไปด้วย และเกิดจากการปล่อยน้ำร้อนจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือโรงไฟฟ้า ลงสู่แหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิสูงเกินขีดความสามารถของพืชและสัตว์จะรับได้ และความร้อนของน้ำยังทำให้ปริมาณออกซิเจนของน้ำลดลงส่งผลให้วงจรของธรรมชาติในระบบนิเวศน์ขาดตอนไปด้วย

เดช กาญจนางกูร ยังได้สรุปคุณสมบัติ และคุณลักษณะตัวชี้วัดว่าเกิดมลพิษทางน้ำโดยอาศัยวิธีการวัดค่าทางเคมีได้ดังนี้

1. การวัดค่าปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO) ว่ามีมากน้อยเพียงใดถ้าค่า DO อยู่ในภาวะปกติ จะเท่ากับ 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm) แต่ถ้าน้อยกว่านี้น้ำจะอยู่ในภาวะเน่าเสีย

2. การวัดค่าปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่ย่อยได้ (Biochemical Oxygen Demand: BOD) ถ้าค่า BOD สูง แสดงว่าน้ำอยู่ในภาวะเน่าเสีย

3. การวัดค่าปริมาณของออกซิเจนที่ต้องการใช้ไปในการย่อยอินทรีย์สารในน้ำทางเคมี (Chemical Oxygen Demand : COD) โดยการเติมสารเคมีที่แตกตัวให้ออกซิเจนสูงลงไปในน้ำ เช่น กรดโครมิกโพแทสเซียมไดโตรเมต จะไปทำปฏิกิริยากับอินทรีย์สาร ซึ่งกระบวนการนี้ อินทรีย์สารเกือบทุกชนิดจะถูกย่อยสลายได้ ดังนั้นค่าของ COD จึงสูงกว่าค่า BOD เสมอ และผลที่แตกต่างย่อมแสดงว่ามีปริมาณอินทรีย์สารที่แบคทีเรียย่อยสลายไม่ได้ในแหล่งน้ำนั้นมีมาก

4. หาปริมาณแบคทีเรียที่มีอยู่ในน้ำ เช่น แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Coliform bacterial)

5. วัดความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำ เช่น ปรอท แคดเมี่ยม ตะกั่ว ดีดีที ฯลฯ

เดช กาญจนางกูร ยังได้สรุปถึงผลเสียที่เกิดจากน้ำเสีย ซึ่งส่งผลกระทบหลายๆ ด้าน ดังนี้

1. ผลเสียต่อสุขภาพ น้ำเสียจะส่งกลิ่นเหม็นก่อให้เกิดความรำคาญ และบั่นทอนสุขภาพเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงที่เป็นพาหะของเชื้อโรคหลายชนิด ได้แก่ มาลาเรีย ไข้เลือดออกและ

น้ำเสียยังเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคระบาด เช่น อหิวาต์ บิดซึ่งการมีสารพิษพวกโลหะหนักปะปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำ เช่น แคดเมียม ปรอท ตะกั่ว ตลอดจนดีดีที สารเหล่านี้จะไปทำลายระบบประสาทและระบบหมุนเวียนโลหิตของมนุษย์

2. ผลเสียต่อการเกษตร โดยน้ำที่มีสารพิษปะปนอยู่ย่อมไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการเพาะปลูก เพราะสารเคมีบางชนิดจะถูกสะสมอยู่ในดิน อาจทำให้ดินเปลี่ยนสภาพเป็นกรดหรือด่าง ซึ่งไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชได้

3. ผลเสียต่อการประมง เพราะสารพิษต่างๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำย่อมเป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิต และการสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำทำให้ปริมาณสัตว์น้ำลดปริมาณลงไปเรื่อย ๆ

4. ผลเสียต่อระบบนิเวศน์ เพราะกลไกในระบบนิเวศน์จะต้องพึ่งพาอาศัยกันและกันทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสิ่งมีชีวิตทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ ทำให้ความสมดุลธรรมชาติหรือระบบนิเวศน์เปลี่ยนไป

5. ผลเสียต่อทัศนียภาพเพราะแหล่งน้ำธรรมชาติมีความงดงามและเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจดังนั้นถ้าแหล่งน้ำเหล่านั้นมีความสกปรก และเน่าเสีย จึงทำให้ทัศนียภาพที่สวยงามของแหล่งน้ำเหล่านั้นถูกทำลายไปด้วย

กรมควบคุมมลพิษได้สรุปถึงมลพิษทางน้ำไว้ว่า น้ำเสียที่ปล่อยออกจากทุกกิจกรรมของมนุษย์จะไหลลงสู่ท่อระบายน้ำ ในกรณีที่อยู่ในย่านที่ไม่มีแม่น้ำไหลผ่าน และรางระบายน้ำนั้นเป็นรางเปิด ซึ่งน้ำเสียที่เกิดจากการหมักหมมในฤดูแล้งและขังอยู่ตามร่องระบายน้ำ จะส่งกลิ่นเน่าเหม็นเกิดเป็นก๊าซไข่เน่า และส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้ หรือผู้ที่สัญจรไปมา ซึ่งกรมควบคุมมลพิษทางน้ำได้สรุปถึงผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของก๊าซไข่เน่าไว้ในตารางที่ 2.2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงผลกระทบทางสรีระวิทยาของก๊าซไข่เน่า

| ความเข้มข้นของก๊าซไข่เน่าในอากาศ (ส่วนในล้านส่วน : ppm) | ผลกระทบ |
|---|---|
| 30 | เกิดกลิ่นเหม็นเหมือนไข่เน่า |
| 100 | ประสาทรับรู้กลิ่นเสื่อมสภาพใน 2-15 นาที |
| 200 | ไอและตาแดง |
| 300 | ประสาทรับรู้กลิ่นเสื่อมลงอย่างรวดเร็ว |
| 600 | สิ้นสติภายใน 30 นาที |

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

| ความเข้มข้นของก๊าซไข่เน่าในอากาศ (ส่วนในล้านส่วน : ppm) | ผลกระทบ |
|---|---|
| 800 | สิ้นสติอย่างรวดเร็ว |
| 1000 | สิ้นสติทันที |
| 2000 | เสียชีวิตในไม่กี่นาที |

ที่มา: http ://www.pcd.go.th./Water Quality / Water WT serverage.htm

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2545) ได้แบ่งประเภทน้ำเสียที่เกิดขึ้นออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1. น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater) ซึ่งเกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน เช่น น้ำเสียจากบ้านเรือน อาคารที่พักอาศัย และสถานประกอบการร้านค้า เป็นต้น

2. น้ำเสียจากอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรม ตั้งแต่ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ กระบวนการผลิตไปจนถึงการทำความสะอาดโรงงาน

3. น้ำเสียจากเกษตรกรรม (Agricultural Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร ครอบคลุมถึงการเพาะปลูก และการเลี้ยงสัตว์

4. น้ำเสียที่ไม่ทราบแหล่งกำเนิด (Nonpaint source Wastewater) ได้แก่ น้ำฝน น้ำหลากที่ไหลผ่านและชะล้างความสกปรกต่างๆ เช่น กองมูลฝอย แหล่งเก็บสารเคมี ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และคลองระบายน้ำกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมยังได้สรุปแหล่งสารปนเปื้อนและมีผลกระทบต่อแหล่งน้ำที่สำคัญจนกลายเป็นมลพิษทางน้ำไว้ดังนี้

1. โลหะหนักและสารพิษอื่นๆ ในเขตชุมชนส่วนใหญ่อาจจะมีสารพิษจากอุตสาหกรรมและครัวเรือนบางประเภท เช่น ร้านซุบโลหะ อู่ซ่อมรถ และน้ำเสียจากสถานพยาบาลที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดสารเคมีสามารถไหลลงสู่แหล่งน้ำ หรือน้ำบาดาล ซึ่งสามารถสะสมความเป็นพิษภายในร่างกาย

2. สารอินทรีย์ โดยมีแหล่งกำเนิดมาจากขยะเปียกประเภทเศษอาหารพืชผัก ซากสัตว์ที่ตายแล้วถูกทิ้งจากบ้านเรือน บริษัท อาคารต่างๆ ลงไปในแม่น้ำ ทำให้กลายเป็นสารอินทรีย์ ซึ่งถ้ามี

ในปริมาณที่มากขึ้น จุลินทรีย์ภายในน้ำก็ไม่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านั้นได้ จึงทำให้เกิดสภาพน้ำเน่าเสียได้ในที่สุด

3. ความร้อน ซึ่งส่วนใหญ่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดการเร่งปฏิกิริยาการใช้ออกซิเจน ของสารอินทรีย์ส่งผลให้ออกซิเจนในน้ำลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยปกติอุณหภูมิของน้ำที่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำประมาณ 25-35 องศาเซลเซียส

4. สารก่อให้เกิดฟอง ได้แก่ ผงซักฟอก สบู่ ซึ่งฟองเหล่านี้จะไปขัดขวางการละลายของออกซิเจน ในอากาศลงสู่น้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำได้

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ยังได้พบว่าการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะน้ำเสียควรได้รับความร่วมมือจากประชาชนจึงจะสัมฤทธิ์ผล

การจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน การป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำเสียชุมชนที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การจัดให้มีระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเพื่อบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐานก่อนที่จะระบายสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ในปี 2544 ประเทศไทยมีระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนกระจายอยู่ทั่วประเทศ ทั้งที่ทำการเดินระบบแล้ว 62 แห่งและที่กำลังก่อสร้าง 21 แห่ง รวมทั้งสิ้น 83 แห่ง โดยมีความ สามารถในการรองรับน้ำเสียรวมทั้งสิ้น 2,836,181 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งสามารถแบ่งจำนวนระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนและความสามารถในการรองรับน้ำเสียตามภาคต่างๆ โดยภาคกลางและกรุงเทพมหานครมีความ สามารถรองรับน้ำเสียได้มากที่สุด

ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ทำการเดินระบบแล้วมี 62 แห่ง มีความสามารถในการรองรับน้ำเสียทั้งหมด 1,299,802 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (คิดเป็นร้อยละ 45.83 ของความสามารถในการรองรับน้ำเสียทั้งหมด) โดยระบบในปัจจุบันแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้แก่ ระบบบ่อผึ่งธรรมชาติ (Stabilization Pond) 28 แห่ง ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) 13 แห่ง ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoons) 13 แห่ง ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) 7 แห่ง และระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contractor) 1 แห่ง

จะเห็นได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ได้ก่อสร้างแล้วและดำเนินการก่อสร้าง ส่วนใหญ่จะเป็นระบบบ่อผึ่งธรรมชาติ เนื่องจากเป็นระบบที่มีการทำงานไม่ซับซ้อน การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก และประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและบำรุงรักษา สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนในเขตกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่จะเป็นระบบตะกอนเร่ง เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ในการก่อสร้างและปริมาณน้ำเสียที่มีจำนวนมาก

การดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน ในปัจจุบันมีปัญหาการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียทั้งในด้านการจัดการและดำเนินการ เนื่องจากขาดแคลนบุคลากรและผู้รับผิดชอบ

โดยตรง รวมทั้งขาดแคลนงบประมาณในการดูแลและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

**2.1 การใช้มาตรการทางกฎหมายเพื่อควบคุมมลพิษทางน้ำ**

2.1.1 ปรับปรุงกฎระเบียบเพื่อควบคุมการปลูกสร้าง และการขออนุญาตใช้ประโยชน์ริมแม่น้ำลำคลอง หรือทะเล ทั้งนี้เพื่อมิให้มีการรุกล้ำแม่น้ำ ลำคลองสาธารณะ ตลอดจนแนวทางในการลดปัญหาและควบคุมไม่ให้มีการระบายของเสียสู่แม่น้ำโดยตรง

2.1.2 การกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินริมฝั่งแหล่งน้ำธรรมชาติให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการกำหนดประเภทการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ

2.1.3 การกำหนดมาตรฐาน คุณภาพน้ำและประเภทของแหล่งน้ำ

ตามมาตรา 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 บัญญัติให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นเป้าหมายในการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมนี้จะต้องอาศัยหลักวิชาการและหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน โดยจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจสังคมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเป็นมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมชนิดหนึ่งมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อควบคุมและรักษาคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์และความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

2. เพื่ออนุรักษ์ทรัพยากร และสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำที่ได้ประกาศแล้ว 2 ประเภท คือ

2.1 มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน โดยแบ่งเป็นประเภทคุณภาพน้ำออกเป็น 5 ประเภท ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ต่างๆพร้อมทั้งกำหนดดัชนีคุณภาพน้ำที่ต้องทำการตรวจวัดทั้งหมด 28 ชนิด

2.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง แบ่งประเภทคุณภาพน้ำออกเป็น 7 ประเภท ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ พร้อมทั้งกำหนดดัชนีคุณภาพแหล่งน้ำที่ต้องทำการตรวจวัดทั้งหมด 30 ชนิด

กรมควบคุมมลพิษได้นำเสนอมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ 2 ฉบับ คือ มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน และมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งต่อคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ซึ่ง ฯพณฯ นายก รัฐมนตรี ในฐานะประธานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้ลงนามเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2537

2.1.4 การกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีการกำหนดขึ้นและบังคับใช้มาแล้ว ก็คือ มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมแล้ว ยังมีมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร 10 ประเภท ซึ่งเริ่มมีผลบังคับใช้ในทางกฎหมายแล้ว 8 ประเภท มาตรฐานฯ ดังกล่าวเป็นแนวทางหนึ่งในการควบคุมการปล่อยน้ำเสียหรือของเสียลงสู่แหล่งน้ำ

**2.2 การกระจายอำนาจและความรับผิดชอบในการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม**

การดำเนินงานเพื่อการแก้ไขและป้องกันปัญหาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ผ่านมานั้นเป็นไปในลักษณะที่การตัดสินใจและการกำหนดมาตรการหรือแผนการจัดการต่างๆ มาจากหน่วยงานส่วนกลางแทบทั้งสิ้น ผลเสียที่เกิดตามมาก็คือ การไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงที มีประสิทธิภาพและอย่างต่อเนื่องยั่งยืน โดยการมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ขององค์กรปกครองท้องถิ่นและชุมชนประชาชนในท้องถิ่น (มาตรา 60-63 ใน พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 และพ.ร.บ. กำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (พ.ศ. 2542) จึงเป็นแนวทางที่สำคัญมากอีกแนวทางหนึ่งของการแก้ไขปัญหา ทั้งนี้เนื่องจากเจ้าพนักงานท้องถิ่นเป็นผู้ที่ใกล้ชิดกับปัญหาและทราบถึงสาเหตุได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความร่วมมือและการประสานงานกันระหว่างเจ้าพนักงานในส่วนกลางและส่วนท้องถิ่น ตลอดจนกับชุมชนและประชาชนในท้องถิ่นเองในที่สุด

**2.3 ความร่วมมือในการรักษาแม่น้ำ**

นอกเหนือจากการดำเนินงานในส่วนของเจ้าหน้าที่ของรัฐแล้ว ประชาชนหรือองค์กรเอกชนและเจ้าของแหล่งกำเนิดมลพิษ จะต้องเข้ามามีบทบาทในการช่วยกันดูแลรักษาแหล่งน้ำ ทั้งนี้การควบคุมรักษาและฟื้นฟูสภาพแหล่งน้ำให้ดีขึ้น จะประสบความสำเร็จได้ถ้าได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากการดำเนินการโดยหน่วยงานของรัฐเพียงลำพังฝ่ายเดียว ย่อมไม่สามารถบรรลุผลสำเร็จได้ถ้าปราศ จากความร่วมมือจากประชาชนและเอกชนที่เป็นเจ้าของกิจการต่างๆ วิธีการหนึ่งที่จะทำให้เกิดความร่วมมือในการรักษาแหล่งน้ำ คือการประชาสัมพันธ์และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้น้ำอย่างประหยัดและการกระทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าเสีย โดยชี้ให้ทราบถึงความรุนแรงของปัญหาคุณภาพน้ำ ตลอดจนวิธีการดูแลและรักษาแม่น้ำ

**2.4 การติดตามตรวจสอบ**

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง นอกจากเพื่อให้ทราบสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำแล้ว ยังทำให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปใช้เพื่อการกำหนดมาตรฐานคุณภาพ แหล่งน้ำ การวางแผนการจัดการคุณภาพน้ำและมาตรการต่างๆ ในการควบคุมหรือลดปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิด เพื่อรักษาแหล่งน้ำให้มีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ต่างๆ ปัจจุบันหน่วยงานรัฐหลายหน่วยงานมีหน้าที่ในการติดตามตรวจสอบ ดูแล

ควบคุมคุณภาพในแหล่งน้ำและคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภคอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น สำนักงานนโยบายและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมทรัพยากรธรณี กรมวิชาการเกษตร กรมชลประทาน กรมอนามัย การประปาส่วนภูมิภาค การประปานครหลวง กรมโยธาธิการ และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท เป็นต้น จำเป็นจะต้องมีการประสานข้อมูลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ การจัดแบ่งความรับผิดชอบเพื่อลดความซ้ำซ้อนในระหว่างหน่วยงานดังกล่าว รวมถึงการขยายกิจกรรมนี้ลงไปสู่องค์กรปกครองท้องถิ่นระดับต่างๆ และมีการนำเสนอข้อมูลดังกล่าวต่อชุมชนประชาชนอย่างเปิดเผยกว้างขวาง เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการวางแผนและการจัดการโดยการมีส่วนร่วมจากทุกฝ่าย

สรุปได้ว่า การจัดการน้ำเสียในประเทศไทยนั้น คือการจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน การป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำเสียชุมชนที่สำคัญประการหนึ่งคือ การจัดให้มีระบบรวบรวมและระบบบำบัด น้ำเสียชุมชนเพื่อบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐานก่อนที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำ จะเห็นได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ได้ก่อสร้างแล้วและดำเนินการก่อสร้างส่วนใหญ่จะเป็นระบบบ่อผึ่งธรรมชาติ เนื่องจากเป็นระบบที่มีการทำงานไม่ซับซ้อน การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก และประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและบำรุงรักษา การดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียชุมาชนในปัจจุบันมีปัญหาการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียทั้งในด้านการจัดการและด้านวิชาการ เนื่องจากการขาดแคลนบุคลากรและผู้รับผิดชอบโดยตรงรวมทั้งขาดแคลนงบประมาณในการดูแลและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการคุณภาพน้ำมีความหมายแตกต่างกันออกไปสำหรับกลุ่มคนต่างๆ ขึ้นอยู่กับจุดยืนหรือมุมมอง กล่าวโดยทั่วไปทางด้านเทคนิคคุณภาพน้ำอาจแสดงออกมาในรูปของตัวแปรทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา ตัวแปรส่วนใหญ่สามารถวัดออกมาเป็นเชิงปริมาณได้ และวิธีการวิเคราะห์มาตรฐานซึ่งเป็นที่ยอมรับและเชื่อถือได้ (ฉัตรไชย รัตนไชย, 2539: 16-19) ข้อมูลสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ เมื่อทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเชื่อถือได้ที่มีสภาวะคล้ายคลึงกัน (Reproducible) เช่น น้ำเสียโรงงานหนึ่งอาจมีค่า BOD เท่ากับ 35 มิลลิกรัมต่อลิตร สารแขวนลอยเท่ากับ 78 มิลลิกรัมต่อลิตร และ pH เท่ากับ 5.4 เป็นต้น การสื่อความหมายของคุณภาพน้ำเป็นเรื่องที่เข้าใจง่ายเพราะผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำสามารถแสดงได้เป็นค่าตัวเลขอย่างถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ทุกประการ ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพิจารณาปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ ซึ่งเป็นขั้นตอนต่อไปได้ แต่สิ่งที่สำคัญยิ่งกว่าค่าตัวแปรเหล่านี้ ได้แก่การแปลความหมายข้อมูลและการพิจารณาว่าน้ำที่มีคุณภาพดังกล่าวเหมาะสมกับลักษณะการใช้ที่กำลังกล่าวถึงหรือไม่ ซึ่งจุดนี้เป็นเรื่องที่คนต่างมุมมอง มักมีความเห็นไม่ตรงกันและอาจขัดแย้งกันมากด้วย แม้ทุกคนจะมีความเข้าใจตรงกันในความหมายเชิงเทคนิคของค่าตัวแปรคุณภาพน้ำที่วิเคราะห์

ได้ขั้นต้นก็ตาม เป็นธรรมดาที่เจ้าของผู้ประกอบการที่ต้องการทิ้งน้ำเสียลงในแม่น้ำ เกษตรกรที่ต้องการน้ำใช้เพื่อการ เกษตร และนักทัศนาจรที่ต้องการชื่นชมกับแหล่งน้ำ ย่อมมีทัศนคติแตกต่างกันต่อคุณภาพน้ำอันเดียวกัน (มีความเค็ม BOD และค่าตัวแปรอื่นๆ เท่ากัน)

ทรัพยากรน้ำเมื่อมีปริมาณมากจะเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของสิ่งที่มีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อยู่บนบก แต่จะสนับสนุนการเจริญเติบโตของสิ่งที่มีชีวิตที่อยู่ในน้ำ อย่างไรก็ตาม สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำจะมีชนิดและจำนวนมากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำ ซึ่งได้แก่ปริมาณออกซิเจน ความเค็ม อุณหภูมิความแรงของกระแสน้ำ และอื่นๆ เป็นสำคัญ คุณภาพของน้ำดังกล่าวอาจต่ำลงอย่างรวดเร็วอันสืบเนื่องมาจากมลภาวะและการทับถมของดินตะกอน

ฉัตรไชย รัตนไชย (2539: 58-59) ได้กล่าวถึงหลักการเกี่ยวกับผลกระทบของมลพิษต่อระบบชีววิทยาในน้ำอาจนำไปใช้ประยุกต์ ใช้ในวิธีการทางชีววิทยาเพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำหรือ เพื่อที่จะวัดผลกระทบของน้ำเสียอย่างใดอย่างหนึ่งได้ หลักการดังกล่าวเป็นเรื่องของชนิดพันธุ์และความหลาก หลายของชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่จุดต่างๆ ในแหล่งน้ำและเปรียบเทียบกับชนิดพันธุ์และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ซึ่งถือว่าเป็น “บรรทัดฐาน (Norm)” ของแหล่งน้ำประเภทนั้นๆ ในฤดูกาลหนึ่ง ภายใต้ขีดจำกัดของปัจจัยต่าง ๆ วิธีหนึ่งที่นิยมกันได้แก่ การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้จำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิต กำหนด ให้เป็น “ดัชนีชีวภาพ (indicator organism)” วิธีดังกล่าวตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำไม่เท่ากัน ซึ่งหมายความว่าเราอาจประเมินคุณภาพน้ำโดยการพิจารณาว่าสิ่งมีชีวิตใดสามารถดำรงชีวิตอยู่ในแหล่งน้ำได้บ้าง เช่น มีสาหร่ายบางชนิดอาศัยอยู่ได้ทั้งสามารถเจริญพันธุ์ ได้ดีในแหล่งน้ำสกปรก ขณะที่สาหร่ายอีกบางชนิดไม่อาจมีชีวิตอยู่ได้ในสภาพดังกล่าว การตรวจวัดชนิดพันธุ์และปริมาณของสาหร่ายในแหล่งน้ำ ผนวกกับข้อมูลเกี่ยวกับความไวต่อมลพิษของสาหร่ายชนิดต่าง ๆ เราก็สามารถประเมินคุณภาพน้ำได้

การติดตามพฤติกรรมของแพลงต์ตอนในแม่น้ำลำคลอง ให้ข้อมูลในเพียงช่วงเวลาสั้นๆ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะเคลื่อนไหวไปพร้อมกับน้ำ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้เกาะยึดติดอยู่กับที่ขณะที่น้ำไหลผ่านตลอดเวลาข้อมูลคุณภาพน้ำที่สะท้อนให้เห็นโดยสิ่งมีชีวิตพวกนี้ถึงคุณภาพโดยเฉลี่ยของน้ำในช่วงเวลานานนอกจากสิ่งมีชีวิตในน้ำบางครั้งอาจจำเป็นต้องพิจารณาถึงชนิดพันธุ์และประมาณของแมลง นก และอื่นๆ ด้วย เพื่อนำมาช่วยในการประเมินผลกระทบต่อเนื่องอื่นๆ ด้วยการใช้ดัชนีชีวภาพเพื่อประเมินคุณภาพน้ำ เคยได้รับความนิยมกันในอดีต แต่ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์หลายท่านไม่นิยมใช้วิธีนี้เนื่องจากพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลาและสถานที่ แม้ไม่มีผลกระทบจากสารมลพิษเลยก็ตาม นอกจากนี้ชีวิตหลายชนิดพันธุ์สามารถเจริญพันธุ์ได้ในเกือบทุกสภาวการณ์ ทำให้ไม่อาจใช้เป็นดัชนีชีวภาพได้ วิธีใหม่ที่นิยมกันคือการ

พิจารณาชุมชนของสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งชุมชน ทั้งในด้านจำนวนชนิดพันธุ์ปริมาณสัมพันธ์ของแต่ละชนิดพันธุ์และความหลากหลาย วิธีการดังกล่าวนี้ถือว่าน่าเชื่อถือกว่าวิธีแรกซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดพันธุ์เดียว

การจัดการน้ำเสียและการควบคุมป้องกันน้ำเสีย แนวคิดของการควบคุมป้องกันและปล่อยน้ำเสียในทางที่สามารถนำไปสร้างผลประโยชน์ให้กับแหล่งน้ำเป็นงานที่ท้าทายความสามารถของวิศวกรสิ่งแวดล้อม ในอดีตเรื่องเช่นนี้เป็นเรื่องที่ไม่มีใครสนใจ ส่วนใหญ่จะเน้นที่การออกแบบและสร้าง ระบบบำบัดน้ำเสียที่สามารถทำลายองค์ประกอบในน้ำเสีย ซึ่งองค์ประกอบบางอย่างหากได้รับการควบคุมการจัดการอย่างดีอาจนำมาใช้ประยุกต์ได้ การปล่อยน้ำเสียลงไปในแหล่งน้ำภายใต้การควบคุมป้องกันที่ดีอาจเป็นผลดีต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ สารอาหารที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียสามารถเพิ่มผลผลิตของปลา และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่นเดียวกับการปล่อยของเสียลงในดินสามารถช่วยในการเจริญเติบโตของพืชผลต่างๆ ได้หากมีการควบคุมอย่างเหมาะสมเพื่อให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ปัจจุบันแทนที่เราจะพัฒนาในการใช้ประโยชน์จากสารอาหารซึ่งปนอยู่ในน้ำเสียดังกล่าวเรากลับไปสนใจอยู่กับระบบบำบัดน้ำเสียที่ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง เพียงเพื่อจะทำลายสารอาหารที่มีค่าก่อนการปล่อยทิ้ง ดังนั้นผู้ที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการป้องกันและส่งเสริมสิ่งแวดล้อมและบำรุงรักษาทรัพยากรธรรมชาติ เพราะให้ความสนใจในเรื่องนี้มากกว่าที่เป็นอยู่

การจัดการบำบัดน้ำเสียที่มีส่วนประกอบของแข็งอินทรีย์ทั้งละลายและแขวนลอยซึ่งจะเน่าเสียและเสื่อมสลาย นอกจากนี้น้ำเสียยังมีสิ่งมีชีวิตจำนวนนับไม่ถ้วนอัน ได้แก่ แบคทีเรียและจุลินทรีย์อื่น ซึ่งอยู่ในการเจริญเติบโตทำให้เกิดกระบวนการสลายตัว ถ้าการเสื่อมสลายเกิดขึ้นภายใต้ภาวะแอนแอโรบิค คือ ปราศจากการออกซิเจนละลายในน้ำเสีย จะมีกลิ่นเน่าและสภาพไม่น่าดูเกิดขึ้น แต่ถ้าการเสื่อมสลายในภาวะ แอโรบิค คือมีออกซิเจนละลายในน้ำเสียดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้นและกระบวนการเสื่อมสลายจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตดังกล่าวข้างต้นยังมีแบคทีเรีย และไวรัสที่เป็นเชื้อโรคอยู่ในน้ำเสีย การกำจัดน้ำเสียจึงจำเป็นต้องกระทำอย่างถูกต้องมิฉะนั้นเชื้อโรคจะสามารถติดต่อจากผู้ป่วยไปยังผู้อื่นได้โดยอาศัยน้ำเสีย การกำจัดน้ำเสียอย่างถูกต้องจึงไม่เพียง แต่คุ้มครองอนามัยของประชาชน ทั้งยังเป็นการรักษาความสะอาดของสิ่งแวดล้อมและความผาสุขของผู้อยู่อาศัยในชุมชน การควบคุมแหล่งน้ำที่เหมาะสมจะต้องให้ผู้ประกอบการทุกประเภทที่ใช้น้ำในทางอุตสาหกรรมเพื่อหยุดยั้งหรือลดการกระทำบางอย่างที่ก่อให้เกิดการทำลายทรัพยากรแหล่งน้ำตามธรรมชาติทั้งทางตรงและทางอ้อมโดยความตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ตาม เพื่อผลประโยชน์การนำกฎ ระเบียบต่างๆ มาใช้จัดเตรียมมาตรการข้อบังคับในการควบคุมมิให้เกิดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวด ล้อมของทรัพยากรธรรมชาติ

น้ำเสียหรือน้ำสกปรกที่ผ่านการใช้ประโยชน์มาแล้ว ซึ่งอาจเป็นการใช้ประโยชน์ในบ้าน เรือนในการประกอบกิจการใช้น้ำทุกประเภท เช่น การประกอบอุตสาหกรรมต่างๆ และกิจการทางเกษตรหรือกิจการสถานบริการ โรงแรมทุกประเภท เป็นต้น การใช้น้ำเหล่านี้จะทำให้น้ำมีคุณสมบัติต่างไปจากเดิมมีการเปลี่ยนแปลงทางอุณหภูมิหรือสิ่งเจือปนเพิ่มมากขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) และลักษณะของการใช้น้ำ เช่น น้ำเสียจากบ้านเรือนจะมีปริมาณสารอินทรีย์สูง น้ำเสียจากการเกษตรจะมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสและสารเคมีเป็นพิษเจือปนอยู่มาก น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจะมีลักษณะพิเศษขึ้นอยู่กับประเภทการผลิตของอุตสาหกรรมนั้น

คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำแปรเปลี่ยนสภาพตลอดเวลา และสถานที่ทั้งตามธรรมชาติและโดยผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ นอกจากนี้ตัวแปรที่สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีสำหรับอธิบายคุณภาพน้ำก็มีหลายตัวการตัดสินใจในการเลือกตัวแปรที่เหมาะสม เทคนิคในการเก็บตัวอย่างเวลาเก็บตัวอย่างตลอดจนวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายประการบ่อยครั้งที่พบว่าดัชนีคุณภาพน้ำที่เหมาะสมที่สุดก็คือ ชนิดและความเข้มข้นของสารเจือปนบางตัวในน้ำ แต่ในบางกรณีที่เราอาจประเมินคุณภาพน้ำได้ดีกว่าโดยการวัดผลกระทบที่เกิดจากสารเจือปนบางตัวในน้ำที่เกิดจากสารเจือปนแทนที่จะวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของสารเจือปนนั้นโดยตรง และหากข้อจำกัดทางด้านเวลาทรัพยากรอื่นๆ ทำให้ทั้งสองวิธีไม่เหมาะสม ก็จำต้องเสี่ยงไปวัดค่าตัวแปรอื่นซึ่งอาจไม่มีความสำคัญในตัวของมันเอง แต่มีความสัมพันธ์กับค่าความเข้มข้นของสารเจือปนหรือผลกระทบของสารเจือปนที่เราสนใจ และในกรณีที่ทุกวิธีข้างต้นใช้ไม่ได้ผลก็จำต้องหันไปใช้ดัชนีคุณภาพน้ำเชิงคุณภาพ (Qualitative description) ในที่นี้จะแบ่งวิเคราะห์คุณภาพน้ำออกเป็น 5 กลุ่ม แต่ก็มีบางวิธีที่อาจจัดเข้าได้มากกว่า 1 กลุ่ม ดังนี้

1. การวัดความเข้มข้นของสารเจือปนชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งชีวิตโดยตรงและวัดเป็นเชิงปริมาณ

2. การวัดค่าตัวแปรโดยตรง แต่ใช้หน่วยอื่นที่ไม่ใช่ความเข้มข้นของสารเจือปนและค่าตัวแปรดังกล่าวอาจไม่มีความสัมพันธ์กับสารเจือปนชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ

3. การวัดค่าตัวแปรอื่นซึ่งมีสายสัมพันธุ์ (Correlation) กับค่าตัวแปรที่ต้องการ

4. การวัดผลที่เกิดจากสารเจือปนในน้ำแทนที่จะวัดความเข้มข้นของสารนั้นๆ โดยตรง

5. การวัดคุณภาพน้ำในลักษณะที่เป็นเชิงคุณภาพ

จากแนวคิดดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การจัดการคุณภาพน้ำนั้นมีหลายวิธีด้วยกัน แต่ที่นำมายก ตัวอย่างคือการจัดการคุณภาพน้ำแบบทางชีววิทยา เพื่อนำไปติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำหรือเพื่อที่ จะวัดผลกระทบของน้ำเสียอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ การจัดการน้ำ

เสียและการควบคุมป้องกันน้ำเสียแนวคิดของการควบคุมป้องกันการปล่อยน้ำเสียในทางที่สามารถนำไปสร้างผลประโยชน์ได้กับแหล่งน้ำ เพื่อให้แหล่งน้ำที่เน่าเสียสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์เหมือนเดิมได้

แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวกับการจัดการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียให้ถูกต้อง ตามหลักวิชาการก่อนปล่อยน้ำทิ้งออกจากสถานประกอบการ ควรเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากเชื้อโรค และไม่เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม ผู้ประกอบการจะต้องปฏิบัติให้มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับแนวนโยบายของกระทรวงผู้รับผิดชอบในการดูแลควบคุมป้องกันรักษาแหล่งน้ำสาธารณะ และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำตามธรรมชาติให้มีความสมดุลของระบบนิเวศน์ตามประกาศของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดประเภทของสถานประกอบการเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือไหลออกจากสถานประกอบการให้ได้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งชุมชน

การจัดระบบบำบัดน้ำเสียโดยการลดปริมาณสารมลพิษ สารอินทรีย์ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามวิธีการที่ใช้กันทั่วไปจึงไม่ได้ผลเท่าที่ควร จึงเกิดปัญหามลพิษขึ้นอย่างต่อเนื่อง สารที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสียบางชนิด เช่น ไนเตรทและฟอสเฟต เป็นธาตุอาหารสำคัญของพืชน้ำ เมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้ปริมาณพืชน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยการสังเคราะห์แสงสว่างปัญหาที่เรียกว่า ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ซึ่งเป็นปัญหาคุณภาพน้ำที่สำคัญมากสำหรับแหล่งน้ำปิด เช่น ทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำ พืชน้ำเหล่านี้ทำลายสุนทรียภาพกีดขวางการคมนาคมทางน้ำและอาจเข้าไปอุดตันทางน้ำเข้าออกหรืออุปกรณ์ที่นำน้ำจากแหล่งน้ำไปใช้ เช่น เครื่องสูบน้ำและเมื่อพืชตายลงซากพืชน้ำเหล่านี้ก็จะตกตะกอนกลายเป็น BOD ลดปริมาณออกซิเจนในน้ำ นอกจากนี้สาหร่ายบางชนิดอาจมีกลิ่นเหม็นหรือเป็นพิษต่อสัตว์น้ำด้วยวงจรของไนโตรเจน และกำมะถันในทางปฏิกิริยาในวงจรดังกล่าวอาจขึ้นอยู่กับอุปกรณ์หลายอย่าง เช่น อุณหภูมิของน้ำความ เร็วของน้ำความเข้มข้นของสารนั้นๆ และของสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องปริมาณจุลินทรีย์ที่ช่วยทำปฏิกิริยาภายใต้สภาวะที่ไม่เหมาะสมปฏิกิริยาต่าง ๆ อาจไม่เกิดขึ้น

การกำจัดน้ำเสียเป็นกระบวนการซึ่งของแข็งในน้ำเสียจะถูกขจัดออก และเปลี่ยนไปโดยการสลายตัวจากของแข็งอินทรีย์ที่เน่าเสียไปเป็นของแข็งอินทรีย์ที่ค่อนข้างอยู่ตัว ส่วนการเปลี่ยนไปมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับกระบวนการกำจัดที่ใช้ หลังจากนั้นยังจำเป็นต้องนำของเหลวและของแข็งทิ้งต่อไป ลักษณะของน้ำเสียและส่วนประกอบของน้ำเสียเป็นของเหลวขุ่น มีวัสดุของแข็ง (Solids) แขวนลอยอยู่ เมื่อยังสดจะมีสีเทาและสีเข้มข้นในน้ำเสียมีสิ่งปฏิกูล เศษอาหาร กระดาษและของเสียอื่นๆ ที่ใช้แล้วในชีวิตประจำวันของชุมชน เมื่อเวลาล่วงเลยไปน้ำเสียจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีดำเน่าและมีกลิ่นเหม็น และมีของแข็งสีดำลอยอยู่บนผิวน้ำ

โดยทั่วไปหากปล่อยน้ำเสียลงสู่ธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นแหล่งน้ำหรือพื้นดิน โดยไม่ผ่านระบบบำบัดที่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในทางลบได้ เช่นน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงเมื่อปล่อยสู่แม่น้ำลำธารปฏิกิริยากับออกซิเจนในน้ำ ทำให้มีปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงจนสัตว์น้ำอาศัยอยู่ไม่ได้ หรือน้ำเสียจากสถานประกอบการอุตสาหกรรมบางชนิดที่มีโลหะหนักผสมอยู่ในปริมาณสูง เมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำหรือพื้นดิน ก็จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและหากโลหะหนักซึ่งละลายอยู่ในนั้นเข้าสู่ระบบน้ำใต้ดิน ซึ่งหากมนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ก็อาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้

จากแนวคิดดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การจัดการระบบบำบัดน้ำเสียให้ถูกต้องตามหลักวิชาการก่อนปล่อยน้ำทิ้งออกจากสถานประกอบการ ควรเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากเชื้อโรคและไม่เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม

ปัญหาน้ำเน่าเสียที่เห็นได้ชัดคือ สภาพแม่น้ำลำคลองและชายฝั่งทะเลเกิดการเน่าเสีย ซึ่งทั้งหมดนี้ส่งผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน และกีดขวางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นจึงจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องกำหนดนโยบายและวัตถุ ประสงค์ในการป้องกันและแก้ไขสิ่งแวดล้อมด้านน้ำโดยเฉพาะขึ้น และนโยบายหลักนี้จะนำไปสู่มาตรการในการดำเนินงานเพื่อให้สอด คล้องต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วย

สุพัตรา มาศดิตถ์และสง่า สรรพศรี (2533) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาน้ำเสีย เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์จะต้องใช้กลยุทธ์หลัก 5 แนวทางดังนี้

1. ให้มีการใช้กฎหมายพ.ร.บ. ประกาศกระทรวงและระเบียบวิธีปฏิบัติที่มีอยู่อย่างเคร่งครัดในการวางแผน และควบคุมภาวะมลพิษควบคู่ไปกับการพัฒนา รวมทั้งควบคุมลักษณะการใช้ที่ดินและรูปแบบการพัฒนาโครงการต่างๆ อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมด้านน้ำด้วย

2. ให้มีการลดปริมาณสารมลพิษทางน้ำและแหล่งกำเนิด โดยจัดให้มีแผนหลักการจัดการรวมทั้งการลงในเรื่องระบบรักษาด้านน้ำให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้วด้วย

3. ให้มีระบบการติดตามตรวจสอบ เพื่อควบคุมให้มีการปฏิบัติตามมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม มาตรฐานลักษณะคุณสมบัติในการระบายของเสีย รวมทั้งการปฏิบัติตามเงื่อนไขหรือข้อกำหนดจากการประเมินผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างเคร่งครัดและมีประสิทธิภาพ

4. ให้มีการใช้มาตรการการเงินและการคลังของประเทศ เพื่อสนับสนุนการลงทุนของรัฐในด้านการป้องกันและแก้ไขมลพิษให้มากขึ้น รวมทั้งส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดบรรยากาศในการลงทุนของภาคเอกชนหรือการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชนเกี่ยวกับระบบป้องกันและปัญหาภาวะมลพิษด้านน้ำ

5. ให้ประชาชนได้รับรู้ข่าวสารมีความรู้ความเข้าใจเรื่องมลพิษและมีส่วนร่วมในการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการใช้สื่อมวลชนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น แนวคิดดังกล่าวยังได้เสนอแนวคิดว่ามาตรการการดำเนินการจะต้องมีทั้งระยะสั้นและระยะยาวเพื่อให้สอดคล้องในการดำเนินการด้วย

สุพัตรา มาศดิตถ์ และสง่า สรรพศรี (2533) ยังได้ให้แนวคิดการจัดการน้ำเสียของประเทศไทยไว้ว่า การจัดการน้ำเสียและผลกระทบจากการเน่าเสียของแหล่งน้ำเป็นปัญหาที่ทุกคนมีส่วนร่วมรับผิดชอบ และต่างก็ได้รับผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อมไม่มากก็น้อย ดังนั้นการแก้ปัญหาจึงเป็นหน้าที่ของทุกคน ส่วนในความรับผิดชอบของรัฐบาลนอกจากตัวกฎหมาย ข้อบังคับและระเบียบต่างๆ แล้ว ก็จะมีนโยบายและมาตรการเพื่อควบคุมและแก้ไขภาวะเป็นพิษของแหล่งน้ำ

สำหรับแนวคิดดังกล่าว ได้มองว่าตัวบทกฎหมายอย่างเดียวไม่อาจจะป้องกันควบคุมการเน่าเสียของแม่น้ำลำคลองได้หากไม่ได้รับความร่วมมือจากประชาชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากผู้ประกอบการซึ่งใช้น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญ

กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์ (2540) ได้มีแนวคิดเกี่ยวกับการป้องกันและการควบคุมปัญหามลพิษทางน้ำไว้ว่า การแก้ไขปัญหามลพิษที่ดีน่าจะเกิดโดยการพยายามป้องกันไม่ให้เกิดเพิ่มขึ้นมาใหม่และในขณะเดียวกันก็พยายามควบคุม ความเสียหายจากปัญหามลพิษทางน้ำที่เกิดขึ้นให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และจะแก้ปัญหาเช่นนี้ให้สำเร็จลงได้จะต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่ายและทุกคนช่วยกัน ซึ่งสิ่งที่สำคัญที่สุดคือการปลูกฝังให้มีความรับผิดชอบ มีจิตสำนึกที่ดีของทุกคนที่มีต่อสังคมสิ่งแวดล้อมส่วนรวม กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์ เชื่อว่าสาเหตุที่สำคัญสาเหตุหนึ่งของปัญหามลพิษทางน้ำคือสารมลพิษที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้นหากมีการปลูกฝังจิตสำนึกที่ดีมีต่อสิ่งแวดล้อมส่วน รวมแล้วสารมลพิษที่ลงสู่แหล่งน้ำก็จะน้อยลง ซึ่งอาจยังมีอยู่บ้างก็อาจเป็นเพียงการไม่ได้ตั้งใจหรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์การแก้ปัญหามลพิษทางน้ำจะต้องประชาสัมพันธ์เผยแพร่ความรู้ให้ทุกคนได้ทราบและเข้าใจถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น สาเหตุผลกระทบตลอดจนแนวทางป้องกันและควบคุมปัญหามลพิษทางน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเมื่อเกิดปัญหาผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายควรปรึกษาหารือ เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาอย่างจริงจัง โดยคำนึงถึงผลประโยชน์ร่วมกันทุกฝ่ายและต่อส่วนรวม ทั้งนี้เพื่อได้รับความร่วมมือปฏิบัติได้จริงและเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ

กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์ ยังเชื่อว่าการจัดการแก้ไขปัญหาน้ำเสีย ควรมีการส่งเสริมการวิจัยทางด้านนี้เฉพาะ เพื่อช่วยให้สามารถคิดค้นเทคนิคและวิธีการใหม่ๆ ที่ดีขึ้นมาช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวอีกด้วย

ส่วนแนวทางการแก้ไขมลพิษทางน้ำของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2542) ได้เสนอแนวทางแก้ไขปัญหา ไว้ดังนี้

1. กำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ เพื่อใช้ควบคุมและอนุรักษ์คุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายและเกิดประโยชน์ในการใช้

2. ควรดำเนินการควบคุมดูแลให้ผู้ประกอบกิจการที่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำมีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐาน

3. จัดทำระบบน้ำเสียรวม สำหรับแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำดำเนินการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งและในแหล่งน้ำ เพื่อควบคุมดูแลให้เป็นไปตามมาตรฐาน

4. ควรให้ความร่วมมือในการใช้น้ำอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ

5. ไม่ทิ้งขยะหรือกากของเสียลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ แม่น้ำลำคลอง

6. โรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ต้องให้ความร่วมมือในการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพตามมาตรฐานก่อนที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เชื่อว่าการแก้ไขปัญหาวิกฤตการณ์น้ำของชาติได้สำเร็จ จะต้องได้รับความร่วมมือระหว่างภาครัฐ และองค์กรเอกชนตลอดจนประชาชนอย่างจริงจัง

ส่วนแนวทางการจัดการกับปัญหาน้ำเสียของกรมวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกษตรศาสตร์ (2543) ได้เสนอแนวทางการจัดการปัญหาน้ำเสียโดยนำเอาหลักผู้ก่อมลภาวะเป็นผู้จ่าย โดยจัดเก็บค่าธรรมเนียมการบำบัดน้ำเสียและการใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมป้องกันหรือแก้ไขปัญหาน้ำเสียมาบังคับใช้ จึงจะบรรลุผลเนื่องจากปัจจุบันมีการปรับปรุงกฎหมายหลายฉบับเกี่ยวกับการป้องกันและแก้ปัญหาน้ำเสียซึ่งสามารถแยกเป็นกฎหมายที่เกี่ยวข้องได้แก่

1. พ.ร.บ. รักษาคลอง ร.ศ. 121 ซึ่งบัญญัติขึ้นเพื่อห้ามมิให้ผู้ใดทิ้งหรือปล่อยสิ่งใดลงไปในทางน้ำ ลำคู หรือคลอง

2. พ.ร.บ. การเดินเรือในน่านน้ำไทย 2456 เป็นการห้ามมิให้ผู้ใดปลูกสร้างอาคารหรือสิ่งใด ๆ ล่วงล้ำเข้าไปเหนือในและใต้ลำน้ำ หรือบนชายหาด และกฎหมายฉบับนี้ยังห้ามมิให้ผู้ใดเททิ้งสิ่งใดลงในลำน้ำอันจะเป็นเหตุให้แม่น้ำตื้นเขิน หรือตกตะกอน หรือเกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิต

3. ประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ ที่มีบทบัญญัติห้ามเอกชนขุดหลุมรับขยะมูลฝอยในระยะ 2 เมตรจากแนวเขตที่ดิน

4. พ.ร.บ. การชลประทานหลวง พ.ศ. 2485 บัญญัติเพื่อควบคุมการใช้และการบำรุง รักษาชลประทาน โดยห้ามการทิ้งมูลฝอย ซากสัตว์เถ้าถ่านหรือสิ่งปฏิกูลลงในทางน้ำชลประทาน

5. พ.ร.บ. การประมง พ.ศ. 2490 บัญญัติเพื่อควบคุมการทำประมงและอนุรักษ์สัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ จึงห้ามผู้ใดกระทำการใดๆ อันทำให้สัตว์น้ำมึนเมา หรือทำให้สัตว์น้ำได้รับอันตรายได้

6. ประมวลกฎหมายอาญา ซึ่งบัญญัติเพื่อรักษาความสงบและมีบทลงโทษผู้กระทำความผิดในกรณีทิ้งซากสัตว์ในทางสาธารณะ

7. พ.ร.บ. แร่ พ.ศ. 2510 บัญญัติขึ้นเพื่อห้ามผู้ถือประทานบัตรปล่อยน้ำสู่ชุมชนหรือมูลดินทรายลงในทางน้ำสาธารณะภายใน 50 เมตร

8. ประกาศคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 288 (พ.ศ. 2515) เรื่องการควบคุมการจัดสรรที่ดิน บัญญัติขึ้นเพื่อบังคับให้ผู้จัดสรรที่ดิน แสดงรายละเอียดการดำเนินการจัดเก็บและทำลายมูลฝอย รวมทั้งระบบระบายน้ำ และระบบน้ำเสียไว้

9. พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2535 โดยกำหนดให้อาคารสูง หรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษต้องมีการจัดเก็บขยะมูลฝอยโดยวิธีขนลำเลียง และต้องจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียและการระบายน้ำทิ้ง

10. พ.ร.บ. การสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ซึ่งบัญญัติขึ้นเพื่อกำหนดให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นมีอำนาจควบคุมการกำจัดมูลฝอยสิ่งปฏิกูล และสุขลักษณะและห้ามผู้ใดก่อเหตุรำคาญในที่หรือทางสาธารณะหรือสถานที่เอกชนรวมทั้งดูแลปรับปรุงบำรุงรักษาถนน และทางน้ำรวมทั้งจัดการกับการตั้งตลาด แผงลอยการค้าอาหารหรือน้ำแข็ง ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

11. พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ซึ่งเนื้อหาของ พ.ร.บ. ดังกล่าวครอบคลุมถึงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน การจัดระบบบริหารงานด้านสิ่งแวดล้อมรวม ถึงการควบคุมการจัดการกับปัญหาอากาศเสียและน้ำเสีย เพื่อแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับมลพิษ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เชื่อว่าหากนำเอากฎหมายต่างๆ ดังกล่าวมาบังคับใช้แล้ว จะต้องจัดเก็บค่าธรรมเนียมในการบำบัดน้ำเสียด้วย เพราะจะทำให้การจัดการกับปัญหาน้ำเสียสัมฤทธิ์ผลและไม่ได้เป็นการแก้ปัญหาน้ำเสียเท่านั้น ยังเป็นการป้องกันแหล่งกำเนิดน้ำเสียอีกด้วย

## 4. แนวคิดทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการจัดการปัญหามลพิษ

อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์ (2555) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้มาตรการทางเศรษฐ-ศาสตร์เพื่อสนับสนุนการบริหารการจัดการทรัพยากรทางทะเล เครื่องมือและมาตรการทางเศรษฐศาสตร์เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมผลักดันให้การจัดการของเสียมีประสิทธิภาพมากขึ้น

หลักเครื่องมือและมาตรการทางเศรษฐศาสตร์เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมผลักดันให้การจัดการของเสียมีประสิทธิภาพมากขึ้น หลักการทางเศรษฐศาสตร์ของการแทรกแซง คือ การส่งเสริมให้กลไกตลาดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และไม่ได้เป็นการเข้าไป “แทนที่” กลไกตลาด ผลที่ต้องการคือ ราคาของสินค้าและบริการที่สะท้อนทั้งต้นทุนการผลิตที่แท้จริง ทั้งต้นทุนส่วนบุคคลและต้นทุนทางสังคม (ซึ่งรวม ถึงต้นทุนในการจัดการกับผลกระทบภายนอกที่อาจจะเกิดขึ้น)หากราคาสินค้าและบริการสะท้อนต้นทุนทั้งสองส่วนนี้แล้วจะมีผลในการจำกัดหรือลดปริมาณการผลิต เพิ่มราคาสินค้าและบริการและลดหรือจำกัดปริมาณการใช้แนวคิดของเครื่องมือและมาตรการทางเศรษฐศาสตร์หรือมาตรการระบบตลาด มีลักษณะเป็นกลไกที่จูงใจให้แหล่งกำเนิดมลพิษบางประเภทไม่ว่าจะเป็น ผู้ประกอบกิจการ โรงงาน ชุมชน หรือสถานประกอบการใด ๆ ที่อยู่ในกระบวนการผลิต และการบริโภคให้มีการลงทุน หรือมีพฤติกรรมเป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยอาศัยกลไกตลาดโดยใช้ราคาเป็นเครื่องมือในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นขณะเดียวกันก็ใช้เป็นตัวส่งเสริมธุรกิจ ในแง่ภาพพจน์ทางการค้าทั้งต่อตัวองค์กรผู้ผลิตและตัวผลิตภัณฑ์สินค้า

มาตรการทางเศรษฐศาสตร์อีกด้านหนึ่งคือ การเก็บภาษีสิ่งแวดล้อม โดยใช้หลักการว่าใครเป็นผู้ก่อมลพิษผู้นั้นต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการกำจัดมลพิษนี้ (Polluter-Pay-Principles) สมมติว่าโรงงาน ผลิตน้ำอัดลม ถ้าอำนาจการตัดสินใจเป็นของผู้ประกอบการ ปริมาณการผลิตน้ำอัดลมนี้จะมีน้ำเสียหรือน้ำทิ้งเดิมผู้ประกอบการใช้วิธีการปล่อยลงแม่น้ำโดยไม่มีการบำบัดน้ำเสียแต่อย่างใด ผลที่ตามมาคือ คุณภาพน้ำในแม่น้ำที่ลดลง ครัวเรือนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงที่เคยใช้อุปโภคบริโภคก็ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ต่อไป รัฐจึงต้องลงทุนในการบำบัดน้ำเพื่อแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ โดยหลักการแล้วโรงงานผลิตน้ำอัดลมสมควรจะต้อง รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำ และวิธีการคือ รัฐควรเก็บภาษีสูงขึ้นเท่ากับต้นทุนทางสังคมหรือค่าใช้จ่ายในการบำบัดคุณภาพน้ำพอดี เพื่อให้ผู้ประกอบการรับผิดชอบต่อต้นทุนทางสังคมที่เกิดขึ้น ซึ่งก็มีความชอบธรรมเนื่องจากผู้ประกอบการเป็นผู้ก่อให้เกิดมลพิษ ภาษีที่เก็บนี้รัฐสามารถจะนำไปใช้เพื่อการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำที่เสื่อมลงไปรวมทั้งไปชดเชยครัวเรือนที่ได้รับผลกระทบอีกมาตรการหนึ่งคือ การออกใบอนุญาตที่กำหนดปริมาณหรือโควตาของมลพิษ (Permits) ใบอนุญาตนี้ซื้อขายกันได้

(Tradable) ผู้ประกอบการที่ต้นทุนในการกำจัดมลพิษสูงก็อาจจะต้องการซื้อใบ อนุญาตนี้จากผู้ประกอบการที่มีต้นทุนในการจัดการมลพิษที่ต่ำกว่า หลักการคือ การสร้างแรงจูงใจในการที่จะพัฒนาเทคโนโลยีที่กำจัดของเสียและมลพิษที่มีประสิทธิภาพ และมีต้นทุนที่ต่ำ ซึ่งน่าจะเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการที่รัฐจะเข้าไปตั้งมาตรฐานและป้องกันให้ปฏิบัติตาม

ในการนำมาปรับใช้ควรพิจารณาถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้เพียงให้การจัดการเกิดประสิทธิภาพ ประสิทธิผลสูงสุดและก่อผลกระทบต่อผู้เกี่ยวข้องน้อยที่สุด ซึ่งผลสำเร็จที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้นจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยหลายประการมาประกอบกัน ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยด้านการมีส่วนร่วมของผู้ผลิตและผู้บริโภค การสนับสนุนด้านภาษีและการเงินจากภาครัฐการจูงใจและบทลงโทษทางกฎหมาย ระบบและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีในการบริหารจัดการของเสีย เป็นต้น

หลักการเป้าหมายของการใช้มาตรการทางเศรษฐศาสตร์ การสร้างแรงจูงใจให้ผู้ผลิตและผู้บริโภคลดปริมาณการสร้างมลพิษ รวมทั้งแรงจูงใจในการบำบัดมลพิษไม่ว่าจะเป็นน้ำ หรือควัน ฯลฯ ก่อนที่จะปล่อยออกจากสถานที่ประกอบการ นอกจากนั้นการใช้มาตรการทางเศรษฐศาสตร์ก็เพื่อที่จะเรียกคืนทุน (Recover Cost) จากผู้ที่ใช้ประโยชน์สำหรับค่าใช้จ่ายรัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้ไปในการให้บริการทางด้านสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น การเก็บและกำจัดขยะ การบำบัดน้ำเสีย การดูแลรักษาอุทยานแห่งชาติ สถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติต่างๆ

การเก็บค่าธรรมเนียมทางด้านสิ่งแวดล้อมสามารถเก็บได้ในหลายลักษณะที่สามารถแบ่งได้คือ 1) ค่าธรรมเนียมด้านสิ่งแวดล้อม 2) ระบบกรรมสิทธิ์ 3) การสร้างตลาด (Market Creation) 4) ระบบความรับผิดชอบ (Liability system) 5) พันธบัตรการดำเนินการ (Performance bonds) 6) เครื่องมือด้านภาษี (Tax) และ 7) มาตรการทางด้านการเงิน (Financial Instruments)

1. ค่าธรรมเนียมด้านสิ่งแวดล้อม

1.1 การเก็บค่าธรรมเนียมมลพิษ (Effluent Charge/Emission Charge)

เป็นการเก็บค่าธรรมเนียมจากกิจการ/โรงงานที่ปล่อยของเสียหรือมลพิษออกสู่ภาพแวดล้อม ซึ่งการใช้ระบบค่าธรรมเนียมลักษณะนี้ควรมีความผันแปรไปตามจำนวนและประเภทของเสีย เนื่องจากระบบการจัดเก็บค่าธรรมเนียมขยะชุมชนในปัจจุบันมิได้แยกระหว่างของเสียจำนวนมากกับชนิดของของเสีย กล่าวคือเป็นการเก็บในลักษณะเท่ากันโดยตลอด (Flat Rate)

1.2 การเก็บค่าบำบัดมลพิษ (User Charge/User Fee)

เป็นการเก็บค่าธรรมเนียมจากการให้บริการแก่กิจการ/โรงงานที่นำของเสียหรือมลพิษมาบำบัดหรือกำจัดโดยผ่านการส่งผ่านไปยังโรงกำจัดของเสียรวม ซึ่งลักษณะการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในลักษณะนี้อาจจัดเก็บในอัตราคงที่ หรือพิจารณาจากปริมาณของเสียหรือมลพิษ

1.3 การเก็บภาษีผลิตภัณฑ์ (Product Charge)

เป็นการเก็บภาษีจากตัวสินค้าหรือผลิตภัณฑ์โดยตรง ซึ่งตามสภาพความเป็นจริง การเก็บภาษีดังกล่าวนี้ควรพิจารณาถึงประเภทและปริมาณของของเสียหรือมลพิษที่เกิดขึ้นตั้งแต่ในขั้นการผลิต หรือทันทีที่มีการบริโภคเกิดขึ้นแล้วก่อให้เกิดของเสียที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อมีการเก็บค่าผลิตภัณฑ์จะทำให้ต้นทุนของวัสดุมีพิษเพิ่มขึ้น ซึ่งจูงใจให้ผู้ผลิตหรือผู้บริโภคต้องมีการใช้ผลิตภัณฑ์ทดแทนที่เป็นมิตรและให้ความปลอดภัยกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

1.4 การเก็บค่าธรรมเนียมบริหารดำเนินงาน (Administration)

เป็นการเก็บค่าธรรมเนียมเพื่อใช้เป็นค่าใช้จ่ายในการบริหารดำเนินงาน เช่น ค่าใบอนุญาต ค่าขึ้นทะเบียน ในทางปฏิบัติส่วนใหญ่ค่าธรรมเนียมที่เก็บได้มักจะต่ำมาก และมีเป้าหมายเพื่อจะให้ได้ต้นทุนในบริหารการจัดการส่วนหนึ่งคืนมาเท่านั้น

2. ระบบกรรมสิทธิ์

สาเหตุประการหนึ่งของปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เกิดขึ้นจากความไม่ชัดเจนในกรรมสิทธิ์ความเป็นเจ้าของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ถ้ากรรมสิทธิ์ในทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีความชัดเจน ก็จะช่วยให้การใช้ทรัพยากรธรรมชาติมีประ-สิทธิภาพและลดการเกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3. การสร้างตลาด (Market Creation)

การสร้างตลาดซื้อขายใบอนุญาตปล่อยมลพิษ (Tradable Pollution Permits) เป็นการสร้างตลาดโดยการอาศัยการขอออกใบอนุญาตจากรัฐ ให้แก่ กิจการ/โรงงานที่ต้องการปล่อยของเสียหรือมลพิษออกสู่สภาพแวดล้อมภายใต้เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้จากการตรวจวัด สภาพดังกล่าวจะช่วยให้เจ้าของกิจการตระหนักและมุ่งควบคุมของเสียหรือมลพิษให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ ประกอบกับใบอนุญาตปล่อยมลพิษดังกล่าวยังสามารถก่อรายได้จากการขายสิทธิการปล่อยมลพิษของโรงงานตนเองแก่โรงงานอื่นได้

4. ระบบความรับผิดชอบ (Liability System)

การใช้หลักความรับผิดชอบนี้ เป็นวิธีการซึ่งให้ผู้ก่อมลพิษหรือก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของการใช้ทรัพยากร ต้องมีการจ่ายชดเชยให้แก่ผู้ที่ได้รับผลกระทบ โดยหลักความรับผิดชอบนี้จะช่วยให้ผู้ที่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมแก่ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมคำนึงถึงต้นทุนที่ต้องรับผิดชอบเมื่อก่อให้ เกิดความเสียหายกับบุคคลอื่นในสังคม และต้องมีการพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเงินที่ต้องจ่ายชดเชยและต้นทุนในการแก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การเก็บค่าปรับในการไม่ปฏิบัติตาม (Non-compliance fee) ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งในการสร้างความรับผิดชอบ การเก็บค่าปรับในการไม่ปฏิบัติตาม เป็นการใช้หลักผสมผสานระหว่างการให้เงินอุดหนุนและการเก็บค่าปรับแบบสุ่ม

กลไกลการลงโทษแบบสุ่มตัวอย่างนี้มีข้อปฏิบัติ 2 ประการคือ 1) ข้อมูลที่นำมาใช้ไม่ต้องมากเหมือนกรณีการเก็บค่าปล่อยมลพิษและการให้เงินอุดหนุน กล่าวคือถ้ามีการควบคุม ณ จุดปล่อยเพื่อหาความเข้มข้นของมลพิษทั้งหมดก็เพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องทราบระดับการควบคุมมลพิษของแต่ละธุรกิจ 2) วิธีการนี้ทำให้งบดุลสมดุลได้โดยไม่ต้องการรายรับเพิ่มที่เกินกว่าสวัสดิการที่สังคมได้รับประโยชน์จากการแก้ไขสิ่งแวดล้อม

5. พันธบัตรการดำเนินการ (Performance bonds)

เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการจัดการด้านทรัพยากร โดยมีเป้าหมายเพื่อเปลี่ยนความรับผิดชอบในการควบคุมการใช้ทรัพยากร ไปให้กับผู้ผลิตและผู้บริโภคให้มีการปฏิบัติตามกฎหมาย โดยการเก็บเงินค่าความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมไว้ล่วงหน้า ดังนั้นเมื่อมีการนำพันธบัตรสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการควบคุมมลพิษก็จะเป็นการประกันว่า 1) ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยมลพิษในระดับที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมจะต้องมีมาตรการเพียงพอ ในการทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดจากกิจกรรมในการดำเนินการ 2) ผู้ประกอบการเหล่านั้นได้ทำการควบคุมมลพิษโดยใช้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด และ 3) มีกองทุนเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่เสียหายจากการไม่ปฏิบัติตามกฎหมายของเจ้าของพันธบัตร

6. เครื่องมือด้านภาษี

6.1 การกำหนดความต่างของอัตราภาษี (Tax Differentiation) เป็นการเก็บภาษีสินค้าในอัตราที่แตกต่างกัน โดยพิจารณาจากระดับของมลพิษที่ปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อม

6.2 การลดหย่อนภาษี (Tax Allowances) เป็นการลดหย่อนภาษีให้แก่กิจการ/โรงงานหรือการคืนภาษีแก่ผู้ผลิต ในกรณีที่การผลิตไม่ก่อของเสียหรือมลพิษที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

7. มาตรการทางด้านการเงิน (Financial Instruments)

มาตรการทางด้านการเงินที่สำคัญ คือ การให้เงินอุดหนุน (Subsidies) การให้เงินอุดหนุนเป็นการ ให้ความช่วยเหลือทางการเงินแก่ผู้ผลิต เพื่อเป็นแรงจูงใจให้เกิดการควบคุมมลพิษหรือช่วยบรรเทาผล กระทบทางเศรษฐกิจ โดยช่วยให้ธุรกิจสามารถจ่ายต้นทุนในการปฏิบัติตาม (Compliance cost) ได้

การอุดหนุน (Subsidies) คือ การให้เงินเพื่อที่จะให้ผู้ประกอบการได้นำมาใช้เพื่อที่จะปรับปรุงเทคโนโลยีที่จะมีผลต่อการลดปริมาณมลพิษหรือการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและปัจจัยการผลิตต่างๆ นอกจากนั้น การอุดหนุนอาจจะหมายรวมถึงการให้เงินกู้อัตราดอกเบี้ยต่ำหรือการให้ความช่วยเหลือเพื่อที่จะให้เข้าถึงตลาดสินเชื่อได้ง่ายขึ้น

Benoit Laplante ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ในการจัดการมลพิษไว้ 5 ประการ คือ

1. จะสามารถลดหรือกำจัดมลพิษโดยใช้ต้นทุนต่ำสุด (Cost-effective)

2. สร้างแรงจูงใจให้ผู้ประกอบการลด/กำจัดมลพิษได้อย่างต่อเนื่อง (Dynamic Incentives)

3. ง่ายต่อการดำเนินการ คือต้องมีต้นทุนในการบริหารจัดการไม่สูง (Implementability)

4. มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของภาวะเศรษฐกิจและคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Flexibility)

5. ให้ความเป็นธรรมกับทุก ๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้องระหว่างผู้ประกอบการรายใหญ่และรายเล็กระหว่างคนรวยและคนจน หรือระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา

## 5. แนวคิดเกี่ยวกับเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชูเกียรติ ลีสุวรรณ์ (2531) ได้สรุปว่า “เครือข่ายในการให้ความรู้แก่ประชาชนจะต้องเป็นเครือข่ายเดียวกับระบบบริหารและการจัดการแก้ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และทุกระดับเครือข่ายจะต้องเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างลึกซึ้งและทุกหน่วยงานจะต้องร่วมกันกระตุ้นให้ประชาชนในท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วม และเน้นการใช้วิธีการยืดหยุ่น และพยายามใช้ประโยชน์จากระบบหรือสถาบันที่มีอยู่แล้วในชุมชนให้มากที่สุด” จากวารสารชุมชนไท (2548) ได้พบกรณีศึกษาในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมน้ำเสีย โดยวิธีธรรมชาติบำบัดของชุมชนริมคลองได้แก่ ชุมชนวัดกลาง ซึ่งมีคลองรำรางไหลผ่าน โดยการใช้น้ำหมักชีวภาพ เพื่อสิ่งแวดล้อมและการบำบัดน้ำเสียในแม่น้ำลำคลอง ซึ่งไม่ต้องใช้เทคโนโลยีสูงหรือลงทุนสูง ซึ่งทำได้โดยวิธีง่าย ๆ ไม่ยุ่งยาก และเป็นการลงทุนที่ต่ำมากโดยใช้ภูมิปัญหาชาวบ้านและวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น ซึ่งชุมชนดังกล่าวจากเดิมมีปัญหาเรื่องน้ำเน่าเสียจนประชาชนไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำได้ และส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตได้แก่ เกิดโรคผิวหนังและส่งกลิ่นเน่าเหม็นน่ารำคาญ ดังนั้นประชาชนได้ร่วมมือกันจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมน้ำเสียภายใต้โครงการ “รินน้ำใจให้แม่น้ำลำคลอง” โดยเริ่มจากประชาชนที่อยู่ริมแม่น้ำลำคลองร่วมกันเก็บขยะในลำคลอง และรณรงค์ไม่ให้ทิ้งขยะลงใน

แม่น้ำลำคลอง ขุดลอกลำคลอง เพื่อไม่ให้ตื้นเขิน จากนั้นหมักน้ำชีวภาพจากวัสดุที่เหลือใช้ในครัวเรือน เช่น เศษผักผลไม้ เศษอาหาร หรือพืชต่างๆ มาหมักกับกากน้ำตาลโดยหมักในภาชนะ 7-15 วัน หลังจากนั้นประชาชนได้ช่วยกันเทน้ำชีวภาพลงในแม่น้ำลำคลองอาทิตย์ละครั้งและทำอย่างต่อเนื่องจนทำให้แม่น้ำลำคลองฟื้นคืนสภาพ สามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำได้และทำให้ระบบนิเวศน์ในน้ำมีสัตว์น้ำและพืชน้ำเหมือนเช่นในอดีต

จากกรณีศึกษาการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมน้ำเสียของชุมชนวัดกลาง จะเห็นได้ว่าการจัด การกับปัญหาสิ่งแวดล้อมน้ำเสียไม่จำเป็นจะต้องใช้เทคโนโลยี และงบประมาณที่สูงก็สามารถทำได้โดยเริ่มจากจิตสำนึกของประชาชนในชุมชนและทำให้เห็นถึงบทบาทการมีส่วนร่วมของประชาชนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องว่าหากมีจิตสำนึกถึงประโยชน์การใช้ทรัพยากรธรรมชาติร่วมกันแล้วจะต้องช่วยกันดูแลรักษาด้วยส่วนผู้ประกอบการที่ปล่อยน้ำเสียควรให้ทางภาครัฐเข้าไปดำเนินการ โดยให้มีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยน้ำเสียทิ้งลงแม่น้ำลำคลอง ทั้งหมดนี้หากมีส่วนร่วมอย่างจริงจังจากทุกฝ่ายก็จะทำให้การจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมน้ำเสียประสบผลสำเร็จ และเป็นการรักษาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติน้ำ ทั้งนี้เพื่อให้ลูกหลานรุ่นหลังได้ใช้ประโยชน์เช่น คนรุ่นปัจจุบันสืบต่อๆ กันไป

จากแนวคิด เอกสาร ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ที่ได้ศึกษาทบทวนและได้หยิบยกมาอ้างอิงในครั้งนี้ ทำให้ผู้ศึกษาได้แนวคิดในเรื่องการจัดการกับปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะเรื่องน้ำเสีย ในเขตเมืองซึ่งเป็นศูนย์รวมความเจริญทุกอย่าง โดยขาดความระมัดระวังจึงเกิดมลพิษมากมายหลายด้าน ซึ่งมีหลายสาเหตุล้วนเป็นการกระทำของมนุษย์ที่นำเอาทรัพยากรน้ำมาใช้ประโยชน์จนเกินขีดความสามารถและยังทำให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรม โดยไม่ได้นึกถึงคนรุ่นหลังผู้ซึ่งมีสิทธิใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติเช่นกัน จึงส่งผลให้จนเกิดผลกระทบต่อวิถีการดำรงชีวิตของประชาชนในพื้นที่ได้รับผลกระทบโดยตรงและกระทบต่อระบบเศรษฐกิจสังคมของแต่ละพื้นที่และประเทศชาติด้วย ซึ่งที่ผ่านมาทางภาครัฐได้พยายามแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะเรื่องน้ำเสียไม่ว่าจะเป็นการใช้มาตรการกฎหมาย แต่ปัญหาดังกล่าวจะไม่สำเร็จลงได้ถ้าขาดการมีส่วนร่วมจากประชาชนและทุกฝ่าย โดยเฉพาะผู้ก่อให้เกิดแหล่งน้ำเสียที่มีปริมาณมากมาย เช่น ผู้ประกอบการย่านธุรกิจ ซึ่งบริเวณพื้นที่ย่านธุรกิจแต่ละแห่งที่มีสถานประกอบการหลากหลายชนิด ซึ่งล้วนแต่ใช้น้ำในกิจกรรมประกอบการแล้วปล่อยน้ำทิ้งหลังจากการใช้แล้วลงสู่แม่น้ำลำคลอง จึงเป็นเหตุทำให้เกิดปัญหาน้ำเสียในที่สุด

ดังนั้นการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อให้สัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์ได้ก่อนอื่นจะต้องทราบสาเหตุที่มาของปัญหาและการแก้ปัญหาทุกอย่างจะต้องมีส่วนร่วมจากทุกฝ่าย และที่สำคัญจะ ต้องมีการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความเข้าใจและสร้างนักวิชาการเฉพาะด้านแล้วนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ให้เหมาะสมกับสภาพปัญหา ซึ่งปัจจุบันได้นำเอาเทคโนโลยีจาก

ต่างประเทศ มาใช้แต่ไม่ค่อยได้ผลเท่าที่ควร สาเหตุเพราะขาดบุคลากรที่มีความชำนาญในการบำรุงรักษาและรัฐบาลต้องเสียงบประมาณในการจ้างให้ผู้ชำนาญจาก ต่างประเทศมาดูแลและไม่ค่อยได้ผลเท่าที่ควร ดังนั้นการจัดการกับปัญหาสิ่งแวดล้อมน้ำเสียในบริเวณพื้นที่ย่านธุรกิจ ซึ่งเกิดจากการประกอบการธุรกิจก็ควรให้ผู้ประกอบธุรกิจเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการกับปัญหา ดังกล่าวไม่ว่าจะเป็นการสร้างจิตสำนึกให้รู้ถึงคุณค่าและประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติที่ทุกคนเป็นเจ้าของ หรือการใช้หลักผู้ใช้เป็นผู้จ่ายก็จะเป็นการจัดการกับปัญหาที่ตรงจุด และเป็นการป้องกันหรือทำให้เกิดปัญหาให้น้อยที่สุด

อย่างไรก็ตามนอกจากการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมน้ำเสียแล้วควรหันมาใช้ภูมิปัญญาชาวบ้าน เช่น กรณีศึกษาของชุมชนวัดกลางที่สามารถแก้ปัญหาน้ำเสียโดยวิธีธรรมชาติอย่างได้ผล และนอกจากนี้ควรใช้กฎหมายในการจัดการกับปัญหาอย่างเคร่งครัดและต่อเนื่อง จึงจะเป็นการจัดการกับปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจต่อการจัดการน้ำเสีย ในกิจการต่างๆ มากมาย โดยน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งการใช้น้ำในอาคารบ้านเรือน ที่อยู่อาศัยประเภทต่างๆ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบธุรกิจร้านอาหาร ภัตตาคาร โรงแรม รวมทั้งน้ำเสียจากกิจกรรมการอุตสาหกรรม ปัจจุบันเป็นปัญหาสำคัญ ซึ่งงานศึกษาวิจัยพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

วิทยา เพียรวิจิตร (2525) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีการกำจัดน้ำเสียจากชุมชนและสถานประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม การศึกษาพบว่าน้ำที่ใช้ในการผลิตสินค้าอุปโภค-บริโภค เช่น โรงงานอาหารกระป๋อง หรือโรงงานต่างๆ ที่ปล่อยน้ำเสียออกท่อน้ำทิ้งโดยไม่ได้บำบัดก่อนจึงเป็นผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำตามธรรมชาติจึงมีการควบคุมป้องกันโดยใช้มาตรการข้อบังคับเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบอีกต่อไป

ผลการศึกษาปรากฏว่าการแก้ไขปัญหาน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมเป็นเรื่องต้องอาศัย หลักวิชาการ กำลังเงิน และความร่วมมือจากทุกฝ่าย ช่วยกันดำเนินการให้เป็นไปตามหลักวิชาการกำจัดน้ำเสียหรือบำบัดตามขั้นตอนก่อนปล่อยทิ้งลงสู่ท่อสาธารณะ ทั้งนี้เพื่อรักษาไว้ซึ่งแหล่งน้ำที่สะอาดปราศจากเชื้อโรค และให้ประชาชนได้มีแหล่งน้ำใช้อุปโภค-บริโภค เช่น การประปา การเกษตร การประมง การอุตสาหกรรม การคมนาคม การพักผ่อนหย่อนใจและอื่นๆ จึงสมควรอย่างยิ่งที่จะช่วยกันทุกๆ ฝ่ายเร่งดำเนินการปรับปรุงแก้ไขสภาพแวดล้อมของระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำตามธรรมชาติเกิดความสมดุลอย่างยั่งยืน

มานะ วัศวางกูล (2526) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การประยุกต์คอนแทคสเตบิไลเซชั่นสำหรับน้ำเสียโรงงานแป้งมัน ซึ่งผ่านการบำบัดแบบแอนแอโรบิค ผลการทดลองพบว่าการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งมีความเข้มข้นของมลสารอินทรีย์ประมาณ

1,000-1,500 มก.ซีโอดี/ลบ.ดม. มีประสิทธิภาพในการลดซีโอดีระหว่างร้อยละ 92-95 เมื่อมีการควบคุมตะกอนในช่วง 5-10 วัน ระยะ เวลาในถังคอนแทคอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ระยะเวลาในถังสเตปไลเซชั่น 8 ชั่วโมง และสูบตะกอนหมุนเวียนกลับในอัตราส่วนร้อยละ 100

ผลการวิจัยน้ำเสียจากขบวนการผลิตของโรงงาน มีมลสารอินทรีย์สูงควรบำบัดขั้นแรกก่อนด้วยขบวนการไม่ใช้ออกซิเจน เช่น ถังกรองไร้อากาศ บ่อบำบัดด้วยขบวนการคอนแทคสเตปไลเซชั่น สามารถบำบัดน้ำเสียขั้นสุดท้าย มีค่าซีโอดีของน้ำเข้าระบบประมาณ 1,500 มก./ลบ.ดม. ได้เป็นอย่างดี ใช้เครื่องบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพบำบัดมวลสารอินทรีย์ในรูปของซีโอดีสูงถึงร้อยละ 95

ณรงค์ นันทวรรณ และเอื้องฟ้า นันทวรรณ (2537) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยและการควบคุมมลพิษทางน้ำ แหล่งกำเนิดของมลพิษทางน้ำมีที่มาจากหลายๆ อย่าง เช่นเดียวกับการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำคือ เมื่อน้ำถูกใช้ไปกับกิจกรรมต่างๆ แล้วก็เปลี่ยนสภาพเป็นของเหลือใช้ ถูกปล่อยลงสู่ที่ต่างๆ สรุปผลได้ดังนี้

1. มลพิษทางน้ำเกิดจากการอุปโภค บริโภค เช่น น้ำที่ใช้ในอาคารบ้านเรือน ที่อยู่อาศัยและสถานที่ต่างๆ ที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำต่างๆ

2. มลพิษทางน้ำที่เกิดจากการเกษตรกรรมและการเลี้ยงสัตว์ การชลประทานที่ดีเป็นสิ่งสำคัญในการจัดสรรให้เพียงพอกับการใช้น้ำเพื่อการเกษตร คือต้องมีคู คลอง ส่งน้ำไปยังผู้ใช้และน้ำที่เหลือใช้จะเปลี่ยนสภาพการใช้เมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้เกิดน้ำเสียได้

3. มลพิษทางน้ำที่เกิดจากอุตสาหกรรม มลพิษที่เกิดจากอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นส่วนสำคัญมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่กำลังพัฒนา เพราะโรงงานอุตสาหกรรมได้ระบายน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำลำคลอง โดยไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียหรือควบคุมให้มีมาตรฐานตามที่กำหนดไว้

4. มลพิษทางน้ำที่เกิดจากกัมมันตรังสีและเชื้อโรคต่างๆ กัมมันตรังสีและเชื้อโรคต่างๆ ที่ขจัดลงสู่แม่น้ำส่วนใหญ่ถูกปล่อยลงมาจากสถานพยาบาลต่างๆ เมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำก็จะเป็นสาเหตุให้เกิดการเน่าเสียของน้ำขึ้น

วิชัย จันทร และคณะ (2537) ได้ศึกษาการกำจัดน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ของเทศบาลจำนวนหลายแห่งทั่วประเทศ การศึกษาวิจัยโดยใช้รูปแบบจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียแบบกระบวนการถังกรองไร้อากาศ (Aerobic Process) ควบกับกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยออกซิเจน วิธีการคือให้น้ำเสียผ่านลงไปในถังเกรอะ (Septic Tank) พักตัวประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วปล่อยเข้าสู่ระบบคลองวนเวียน (Oxidation ditch) ซึ่งมีระยะเวลาพักประมาณ 3-4 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าน้ำทิ้ง (Final effluent) มีค่า BOD อยู่ระหว่าง 40-70 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งลดลงมากกว่าร้อยละ 90 วิธีการนี้ใช้วัสดุอุปกรณ์ในท้องถิ่นประหยัดค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 3,500 บาท

กรมส่งเสริมสุขภาพอนามัยสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2538) ได้ศึกษาความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม การศึกษาพบว่าการใช้สื่อกลางเผยแพร่ขอความร่วมมือร่วมใจและสร้างจิตสำนึกที่ดีในการอนุรักษ์กับทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในสภาพที่ดีมีคุณภาพและเห็นคุณค่าของการพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้อยู่ยาวนานการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและยั่งยืน

ผลสรุปพบว่าน้ำจืดเป็นส่วนประกอบสำคัญของกิจกรรมที่มนุษย์ใช้อุปโภค บริโภคในการดำรง ชีวิตประจำวัน และน้ำเป็นแหล่งกำเนิดของสิ่งมีชีวิต เช่น พืชและสัตว์เป็นสิ่งที่ให้ความอุดมสมบูรณ์แก่สิ่งมี ชีวิตทั้งมวล ตลอดจนน้ำยังเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ

เกษ สันเทพ (2541) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการติดตามการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานในจังหวัดลำปาง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียของผู้ประกอบการโรงแรมในจังหวัดลำปาง และเพื่อศึกษาความสับสนระหว่างระดับความรับผิดชอบของผู้ประกอบการกับคุณภาพน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ การศึกษาได้ใช้วิธีการออกไปสำรวจ สอบถาม สัมภาษณ์ สังเกต ผู้ประกอบการโรงแรมที่ติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย โดยแบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ โรงแรมขนาดใหญ่ โรงแรมขนาดกลาง และโรงแรมขนาดเล็ก จำนวน 3-9 แห่ง แห่งละ 3 ครั้ง รวมทั้งหมด 117 ครั้ง เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งส่งตรวจวิเคราะห์หาค่า BOD เฉพาะสถานประกอบการโรงแรมที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ จำนวน 23 แห่ง ๆ ละ 3 ครั้ง รวม 69 ครั้ง ส่วนสถานประกอบการโรงแรมที่เหลืออีกจำนวน 16 แห่ง เป็นโรงแรมขนาดเล็กไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ปล่อยท่อน้ำทิ้งได้เพราะใช้บ่อเกรอะไม่มีน้ำทิ้งออกจากปลายท่อให้เก็บตัวอย่างได้

การเปรียบเทียบค่า BOD กับระดับความสนใจของผู้บริหารพบว่า ถ้าระดับความสนใจมากค่า BOD ก็จะต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ในทางตรงกันข้ามหากระดับความสนใจน้อยในการบำบัดน้ำเสียค่า BOD ก็จะสูง ซึ่งการเปรียบเทียบค่า BOD กับระดับความสนใจดังกล่าว มีความสัมพันธ์ต่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 และความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สรุปได้ว่าการกระจายของค่า BOD กับระดับความสนใจมีความแตกต่างกันจริง สมมติฐานที่กำหนดไว้ ค่าความแปรปรวนระหว่างค่า BOD กับระดับความสนใจในกลุ่มใกล้เคียงกันมีค่า Sig เท่ากับ 0.009 ซึ่งบ่งชี้ว่าค่า BOD กับระดับความสนใจมีความแตกต่างกันจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05

จากการทดสอบดังกล่าวสรุปได้ว่าสถานประกอบการโรงแรมที่ผู้บริหารเอาใจใส่และมีความรับผิดชอบในการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียสูง ค่า BOD จะต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน แต่ในทางตรงกันข้ามผู้บริหารของสถานประกอบการโรงแรมขาดการเอาใจใส่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียน้อย ส่งผลให้ค่า BOD ของน้ำทิ้งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศของกระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมกำหนดไว้

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการศึกษาวิจัยจำเป็นต้องทำการศึกษาถึงแนวทางการวิจัยทั้ง 4 ข้อ เพื่อศึกษาให้ทราบถึงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล (CEA) ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการลงทุนถึงปัจจัยต่างๆ ในการจัดทำเพื่อให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

2. การกำหนดเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับบีโอดี (BOD) ทำการเก็บน้ำจากบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 วิธี เพื่อส่งตรวจสอบวิเคราะห์หาค่าบีโอดี (BOD) ก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสีย

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบพรรณนาถึงวิธีการบำบัดน้ำเสียแต่ละวิธีและแบบวิเคราะห์ในรูปแบบเชิงปริมาณทำการแยกแยะค่าใช้จ่ายแต่ละวิธี

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผลจากวิธีทางเลือกทั้ง 3 วิธี เพื่อเปรียบเทียบถึงการใช้ต้นทุนต่ำสุดและเกิดประสิทธิผลสูงสุดมาเป็นทางเลือกในการจัดทำต่อไป

## 1. การวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล (CEA)

หลักการของการวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล (CEA) เพื่อเลือกนโยบายหรือโครงการที่ใช้ต้นทุนต่ำสุดหรือให้ผลประโยชน์มากสุดภายใต้ข้อจำกัดเรื่องงบประมาณโดยคำนวณจาก

$$\text{CE Ratio} = \frac{\text{ต้นทุน}}{\text{ประสิทธิผล}}$$

CE คือ ค่าใช้จ่ายในการลด (ต้นทุน) 1 หน่วย และเลือกวิธีการที่มีค่า CE ต่ำสุด ดำเนินการรวบ รวมข้อมูลที่ใช้ในการจัดทำข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของแต่ละวิธีทางด้านต้นทุนโดยแยกรายการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ด้าน คือ

1.1 ค่าลงทุนหรือค่าจัดหา (Fixed Cost) คือ ค่าใช้จ่ายหลักที่เกิดขึ้นในการจัดทำโครงการ เริ่มต้นประกอบไปด้วย ค่าที่ดิน อาคารสิ่งก่อสร้างต่างๆ เครื่องจักรและอุปกรณ์หลักๆ ของโครงการ การติดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ การจ้างผู้เชี่ยวชาญใน

การติดตั้งเครื่องจักรและการทดสอบเครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเครื่องจักรและค่าใช้จ่ายในการจัดหามาซึ่งเทคนิคการผลิตที่ใช้

1.2 ค่าใช้จ่ายดำเนินการ (Variable Cost) คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อมีการผลิตหรือการดำเนินงานของกิจการ ประกอบไปด้วย ค่าวัตถุดิบในการผลิต ค่าจ้างแรงงาน ค่าโสหุ้ยต่างๆ ในการดำเนินการผลิตที่เกิดขึ้น

1.3 ค่าบำรุงรักษาเครื่องมือ (Maintenance Cost) คือค่าใช้จ่ายช่วงระหว่างปฏิบัติงานในการผลิตที่เกิดขึ้น ได้แก่ ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพดีพร้อมใช้งาน เพื่อบำรุงรักษาอายุของอุปกรณ์เครื่องจักรให้ยาวนานขึ้นต่ออายุการใช้งาน หรือเพื่อไม่ให้เกิดเสื่อมค่าเร็วเกินไป ตลอดจนเพื่อป้องกันการ Break down ระหว่างปฏิบัติงาน

1.4 ค่าใช้จ่ายทางอ้อมต่างๆ (Indirect Cost) และผลกระทบภายนอกของโครงการ (Externalities) ในทางลบต่างๆ ซึ่งทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละประเภทของโครงการในการจัดทำนั้นๆ สำหรับผลกระทบในทางบวกจะผันแปรไปตามประเภทของแต่ละโครงการ

## 2. การกำหนดเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

ภายใต้การศึกษานี้ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ถึงต้นทุน-ประสิทธิผลจากวิธีการบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 วิธี โดยวิเคราะห์ถึงประสิทธิผลจากวิธีการบำบัดน้ำเสียและเทคโนโลยีที่นำมาใช้จาก 3 วิธี ดังนี้

2.1 วิธีบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกันและบ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Muturation pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายสู่แหล่งน้ำธรรมชาติต่อไป

2.2 วิธีบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) ที่ติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเติมออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายตามธรรมชาติสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากจะทำหน้าที่เพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยิ่งทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึง

2.3 วิธีบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed wetland) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวน การทางธรรมชาติในการบำบัด โดยใช้พืชน้ำในการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียเพื่อช่วยในการกรองและทำให้ตกตะกอนของสารแขวนลอย โดยใช้แสงแดดเป็นตัวช่วยปรับสภาพน้ำจากลักษณะของบ่อที่มีความสูงต่ำไม่เท่ากัน และต้องการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ แต่ส่วนใหญ่เป็นลักษณะแบบบ่อปิดคล้ายอ่างเก็บน้ำตามธรรมชาติ

## 3. การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับบีโอดี (BOD)

เพื่อวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพของแต่ละเทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสีย ได้จัดการจัดเก็บสุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการหาค่าบีโอดี (BOD) กับกรมวิทยาศาสตร์ โดยขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละวิธีจากการจัดเก็บต้องไม่น้อยกว่า 1,500 ซีซี ในการทำการตรวจวิเคราะห์และทำการศึกษาถึงวิธีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมน้ำเสียในพื้นที่คลังน้ำมันอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ได้ดำเนินการดังนี้

3.1 ศึกษาและดูงานจากโรงงานอื่นในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาครในการนำเอาเทคโนโลยี มาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของโรงงานจากการได้เข้าไปเยี่ยมชมการบำบัดน้ำเสียของโรงงานไทยยูเนี่ยน ซึ่งเป็นโรงงานบรรจุปลากระป๋องได้มีวิธีการบำบัดน้ำเสียแบบทำให้ตกตะกอนซึ่งอาศัยการใช้สารเคมีบำบัดคือสารส้มน้ำในการบำบัดน้ำเสีย โดยทำให้สารแขวนลอยตกตะกอนในบ่อพักและทำการควบคุมค่าบีโอดี (BOD) ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกรมโรงงานกระทรวงอุตสาหกรรมก่อนปล่อยน้ำทิ้งสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ซึ่งบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานมีอยู่ 2 บ่อ มีค่าความจุ 2,000 และ 1,000 ลูกบาศก์เมตร ในการรับน้ำทิ้งเพื่อดำเนินการปรับปรุงบำบัดต่อไป

3.2 ทบทวนวิธีการปรับปรุงสภาพน้ำเสียของคลังน้ำมันสมุทรสาคร พบว่ามีวิธีการเพียงใช้บ่อดักไขมัน เพื่อทำการจัดเก็บคราบน้ำมันและสิ่งเจือปนต่างๆ บนพื้นผิวของน้ำ โดยวิธีการดักเก็บตามผิวหน้าแยกใส่ภาชนะไว้ต่างหากเพื่อดำเนินการกำจัดต่อไป ส่วนน้ำทิ้งก็ดำเนินการปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติคือแม่น้ำท่าจีน โดยไม่มีวิธีการบำบัดน้ำเสียทำให้ทางกรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชย์นาวีได้มาทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทิ้งบริเวณจุดปล่อยออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ได้ตรวจพบจากการตรวจสอบซึ่งมีค่าบีโอดี (BOD) ได้ 36.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินจากค่ามาตรฐานที่ทางราชการกำหนดค่าไว้โดยให้ค่าบีโอดี (BOD) ไม่เกิน 20.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.3 เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อบำบัดน้ำเสียของคลังน้ำมันที่บำบัดด้วยวิธีทั้ง 3 วิธี ที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยใส่ลงในขวดขนาดบรรจุ 1,500 ซีซี เก็บให้เต็มขวดไม่มีพื้นที่ว่างให้อากาศแทรกตัวได้และดำเนินการ ปิดฝา เพื่อส่งให้กรมวิทยาศาสตร์ตรวจวิเคราะห์ โดยทำการเก็บตัวอย่างจากบ่อที่ทำการบำบัดแล้วและน้ำทิ้งก่อนทำการบำบัดเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าบีโอดี (BOD) ก่อนหลังจากการตรวจวิเคราะห์เพื่อสรุปผล

## 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

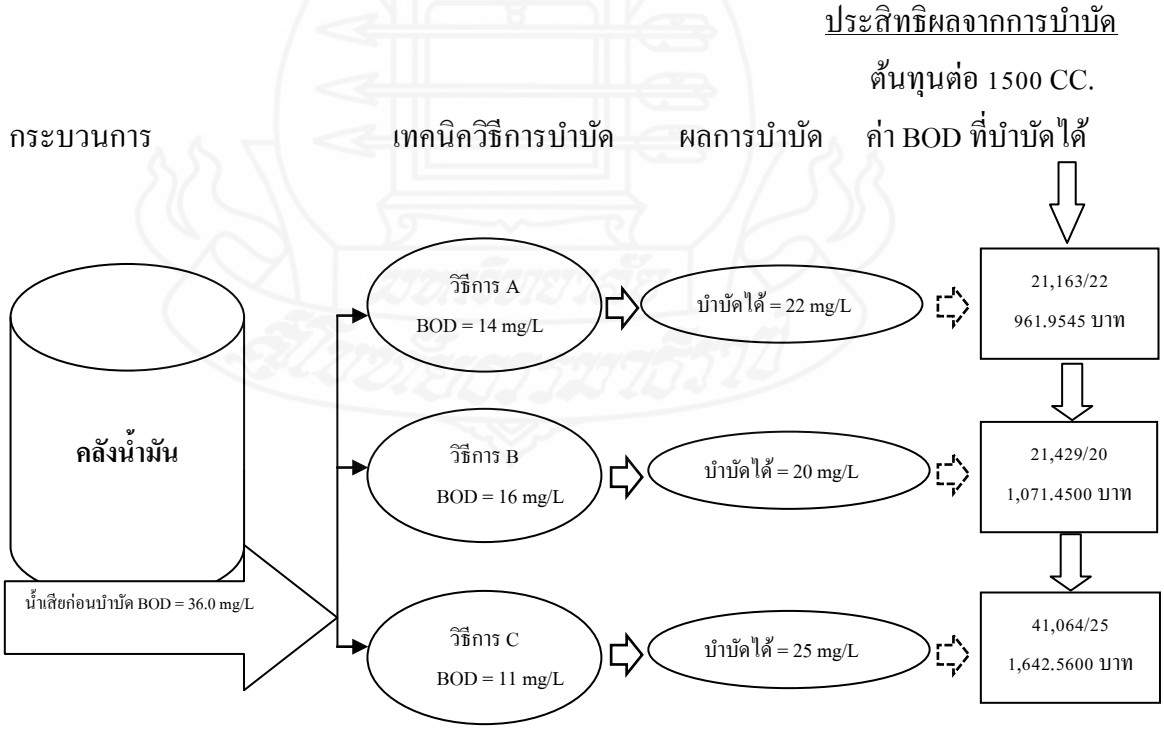
การวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ของค่าใช้จ่ายแต่ละประเภทในการเริ่มต้นจัดทำแต่ละวิธีตามขั้นตอนต่างๆ ของประเภทค่าใช้จ่ายในการลงทุน โดยทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากการดำเนินงานของทางเลือกทั้ง 3 วิธี ในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งการทำการศึกษาใช้การวิเคราะห์ 2 วิธี ดังนี้คือ

4.1 แบบพรรณนา (Descriptive Method) โดยการวิเคราะห์ถึงข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธี รวมถึงประสิทธิภาพในการกำจัดค่าบีโอดี (BOD) และความสะดวกในการดูแลรักษา

4.2 แบบวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Method) อาศัยวิธีการเปรียบเทียบจากวิธีทางเลือกทั้ง 3 วิธีของค่าใช้จ่ายในการจัดทำ โดยการพิจารณาวิเคราะห์ถึงวิธีที่เสียต้นทุนต่ำสุดในการบรรลุประสิทธิผลจากงบประมาณในการจัดทำ

การวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล (Cost Effectiveness Analysis) ทางเลือกในการจัดทำวิธีการบำบัด น้ำเสียทั้ง 3 วิธี โดยที่ใช้หลักประสิทธิผลจะเป็นเรื่องทางเทคนิคซึ่งเป็นไปตามระดับวิทยาการที่ใช้ใน แต่ละวิธีการพิจารณาเลือกวิธีระบบบำบัดน้ำเสียควรนำข้อมูลต่อไปนี้มาพิจารณาประกอบด้วยคือ

4.2.1 กระบวนการในการบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 วิธีมีดังนี้




ภาพที่ 3.1 รูปแบบทางเลือกในการบำบัดน้ำเสีย

4.2.2 การใช้ที่ดินในการดำเนินการก่อสร้าง การจัดทำวิธีการบ่อบำบัดน้ำเสียจะมีการใช้ที่ดินเรียงจากมากไปหาน้อยดังนี้จากวิธีการทั้ง 3 วิธี คือ

1) วิธีการแบบบ่อบึงประดิษฐ์ (Constructed wetland)

2) วิธีการแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)

3) วิธีการแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon)

4.2.3 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ค่าลงทุนดำเนินการ ค่าเดินระบบเรียงจากมากไปหาน้อย ดังนี้

1) วิธีการแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon)

2) วิธีการแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)

3) วิธีการแบบบ่อบึงประดิษฐ์ (Constructed wetland)

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงพื้นที่ในการทำการศึกษา โดยทั่วไปธุรกิจประเภทนี้เป็นธุรกิจขนาดกลางหากขาดความระมัดระวังในการปฏิบัติงานอาจส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจไม่ทางตรงก็ทางอ้อมและจะทำลายสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยน้ำทิ้งสู่แหล่งน้ำสาธารณะหากขาดความควบคุมที่ดีพอการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติงานจากการเก็บตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์และการวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินวิธีการบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 วิธี โดยทำการศึกษาออกเป็นดังนี้

ตอนที่ 1 ตรวจวิเคราะห์ค่าบีโอดี (BOD) และวิธีการบำบัด

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ CEA (Cost Effectiveness Analysis) ถึงต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์

จากวิธีการบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 วิธี โดยทำการเปรียบเทียบถึงประสิทธิผลที่ใช้ต้นทุนต่ำสุด

## ตอนที่ 1 ตรวจวิเคราะห์ค่าบีโอดี (BOD) และวิธีการบำบัด

ในปัจจุบันปัญหาภาวะมลพิษทางน้ำเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่กำลังทวีความสำคัญมากขึ้นตามอัตราการขยายตัวของชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำเสียจากแหล่งเหล่านี้จะถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติในปริมาณที่มากเกินกว่าสมรรถนะของแหล่งน้ำที่จะฟื้นฟูคุณภาพเองได้ในที่สุดจะส่งผลให้แหล่งน้ำนั้นเกิดสภาพเน่าเสีย ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและก่อให้เกิดความเดือดร้อนเสียหายต่อประชาชนและชุมชนใกล้พื้นที่ที่ทำให้เกิดปัญหามลพิษนั้น วิธีการหนึ่งที่จะแก้ปัญหาน้ำเสียคือการปรับสภาพน้ำเสียให้อยู่ในเกณฑ์ที่แหล่งน้ำจะรับได้ โดยการสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ ในน้ำให้มีปริมาณอยู่ในระดับเกณฑ์การควบคุมของทางราชการก่อนที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้โดยไม่ทำให้คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำเสื่อมลงมากเกินไป โดยทั่วไปการควบคุมน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมสามารถกระทำได้ง่ายกว่าน้ำเสียจากชุมชน เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมมักตั้งอยู่เป็นกลุ่มในขณะที่ชุมชนจะอยู่กระจัดกระจายทั่วไป

การตรวจสอบมลพิษทางน้ำสามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการ เช่น การหาค่า DO (Dissolved Oxygen) COD (Chemical Oxygen Demand) และ BOD (Biochemical Oxygen Demand) น้ำเสียที่มาจากแหล่งต่างๆ จะมีชนิดของสารที่ปนเปื้อนเหมือนกันคือพวกสารอินทรีย์จากซากพืช

ซากสัตว์ ส่วนสารปนเปื้อนที่แตกต่างกันคือ โลหะต่างๆ ที่ใช้ในกิจกรรมที่ต่างกัน เช่น จากโรงงานอุตสาหกรรมและเหมืองแร่ก็จะมีสารปรอท ตะกั่ว แคดเมี่ยม ฯลฯ เจือปน จากการเกษตรก็จะมีสารเคมีจากปุ๋ย และยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น น้ำเสียที่มาจากทุกแหล่งก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เพราะมีสิ่งที่เป็นมลสารปนเปื้อนในน้ำทั้งนั้น แต่น้ำเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมจะก่อให้เกิดอันตรายมากที่สุดเนื่องจากมีมลสารที่เป็นสารเคมีประเภทต่างๆ ที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น โรงงานผลิตแบตเตอรี่ สีทาบ้าน ยาฆ่าแมลง จะมีการปนเปื้อนของสารเคมีประเภทโลหะหนัก เช่น ปรอท ตะกั่ว และแคดเมี่ยม ซึ่งถ้าหากสารเหล่านี้เข้าไปสะสมในร่างกายสิ่งมีชีวิตในปริมาณที่มากพอก็อาจก่อให้ เกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

ในการหาค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand) เป็นการหาค่าปริมาณ $O_2$ ที่ต้องการโดยแบคทีเรียเพื่อใช้ในปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ค่า BOD (บีโอดี) นี้จะบอกถึงคุณลักษณะของน้ำเสียนั้นว่ามีสารอินทรีย์ปนอยู่มากน้อยแค่ไหน ถ้ามีสารอินทรีย์ปนอยู่มาก ค่า BOD (บีโอดี) ก็จะมากด้วย และในทำนองเดียวกันถ้ามีสารอินทรีย์ปนอยู่น้อยค่า BOD (บีโอดี) ก็จะน้อยด้วย วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเสียและการตรวจสอบการหาค่า BOD (บีโอดี) ทำได้ดังนี้

1. นำขวดมาตรฐาน ความจุ 250-300 $CM^3$ เก็บตัวอย่างน้ำตามจุดที่กำหนดไว้ให้เต็มขวดอย่าให้อากาศเหลืออยู่ในขวด ขณะเก็บอย่าให้น้ำสัมผัสกับอากาศ ปิดฝาให้แน่นแล้วนำไปตรวจสอบทันที

2. เก็บตัวอย่างน้ำมา 2 ขวด ขวดแรกตรวจหาปริมาณ $O_2$ ในน้ำทันที การหาค่าปริมาณ $O_2$ ในน้ำ ให้บันทึกค่าไว้เป็น $D_1$

3. นำน้ำตัวอย่างขวดที่ 2 ปิดจุกให้แน่นไม่ให้อากาศเข้าไปได้แล้วนำไปเก็บในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 20°C (หรืออาจเก็บไว้ในตู้เย็น) เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นนำมาหาค่าปริมาณ $O_2$ ในน้ำ และบันทึกค่าไว้เป็น $D_2$ นำค่า $D_2$ -$D_1$ จะได้เป็นค่า BOD (บีโอดี) ของน้ำใน แหล่งน้ำนั้นหน่วยเป็น $mg/cm^3$ และนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับระดับการใช้ $O_2$ ในน้ำของเชื้อจุลินทรีย์สามารถทราบว่าน้ำนั้นมีคุณภาพดีเพียงใด

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบระดับการใช้ $O_2$ ในน้ำของเชื้อจุลินทรีย์

| ระดับชั้น | คุณภาพน้ำ | ค่า BOD ($mg/cm^3$) |
|---|---|---|
| 1 | ดีเยี่ยม | อยู่ระหว่าง 0 – 1.5 |
| 2 | เยี่ยม | อยู่ระหว่าง 1.5 – 3.0 |
| 3 | ดี | อยู่ระหว่าง 3.0 – 6.0 |
| 4 | พอใช้ | อยู่ระหว่าง 6.0 – 12.0 |
| 5 | เลว | มากกว่า 12.0 ขึ้นไป |

การตรวจสอบมลพิษทางน้ำ นอกจากการหาค่าปริมาณ $O_2$ ที่ละลายในน้ำแล้วยังใช้เกณฑ์การหาค่า BOD (บีโอดี) จากการตรวจหาค่า BOD คือปริมาณ $O_2$ ที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ถ้าค่า BOD สูงกว่า 12 $mg/cn^3$ แสดงว่าน้ำเสีย ซึ่งน้ำเสียส่งผลกระทบต่อพืชและสัตว์ดังนี้

1. ผลกระทบต่อพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชน้ำถ้าหากว่าแหล่งน้ำเสียนั้นเกิดจากสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่จะทำให้แหล่งน้ำนั้นขาด $O_2$ เนื่องจากจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำใช้ $O_2$ ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้พืชขาด $O_2$ ในการหายใจและถ้าแหล่งน้ำนั้นมีมลสารที่เป็นพิษปนเปื้อนพืชน้ำก็จะดูดสารพิษเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อ เมื่อสัตว์กินพืชน้ำนี้เข้าไปก็จะรับสารพิษเข้าไปในร่างกายด้วยตามการถ่ายทอดในห่วงโซ่อาหาร

2. ผลกระทบต่อสัตว์ ถ้าแหล่งน้ำเสียนั้นมีปริมาณ $O_2$ ที่ละลายอยู่ในน้ำน้อยก็ส่งผลให้สัตว์น้ำขาดแคลน $O_2$ ที่ใช้ในการหายใจ ทำให้สัตว์น้ำเหล่านี้ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้จะค่อย ๆ ตายไปหรืออาจสูญพันธุ์ได้และเป็นผลให้ปริมาณสัตว์น้ำที่เป็นอาหารของมนุษย์ลดลงด้วย

ในการทำการศึกษาถึงวิธีการบำบัดน้ำเสียของคลังน้ำมันสมุทรสาคร โดยผ่านการบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 วิธี จึงได้ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ถึงคุณภาพน้ำทิ้งและน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว โดยส่งตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างละ 1,500 ซีซี เพื่อทำการตรวจสอบแบบ In house Method : TP.ww.EN.04 Based on ISO 5815-1989 จากการทดสอบที่ $BOD_5$, at 20°C mg/L ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบค่า BOD

| สิ่งตรวจสอบ | ค่า BOD mg/L | ผลการวิเคราะห์ |
|---|---|---|
| 1. น้ำเสียก่อนบำบัด | 36 | มีตะกอน มีกลิ่นเหม็น |
| 2. บ่อปรับเสถียร | 14 | น้ำสีเหลืองอ่อน มีตะกอนเล็กน้อย |
| 3. บ่อเติมอากาศ | 16 | น้ำสีเหลืองอ่อน มีตะกอนเล็กน้อย |
| 4. บ่อบึงประดิษฐ์ | 11 | น้ำสีเหลืองอ่อน มีตะกอนเล็กน้อย |

ผลจากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ผ่านวิธีการบำบัดค่า BOD (บีโอดี) จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อบึงประดิษฐ์มีประสิทธิผลสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากค่า BOD (บีโอดี) ที่ตรวจ สอบได้มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือไม่เกิน 20 mg/L

ในการดำเนินการเก็บตัวอย่างจะมีค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการจัดหาเพื่อให้ทราบผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำที่ทำการบำบัดค่าใช้จ่ายเหล่านี้เป็นค่าวิจัยและสำรวจถือว่าเป็นต้นทุนจม (Sunk Cost) คือเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในการดำเนินงานเบื้องต้นไม่ว่าจะทำโครงการหรือไม่จากทางเลือกทั้ง 3 วิธี เป็นต้นทุนที่เราจะไม่นำมารวมในการวิเคราะห์ซึ่งแต่ละวิธีได้แยกไว้ ดังนี้

1. วิธี A คือ บ่อบำบัดน้ำเสียแบบปรับเสถียร (Stabilization pond)
2. วิธี B คือ บ่อบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ (Aerated lagoon)
3. วิธี C คือ บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed wetland)

ตารางที่ 4.3 ค่าใช้จ่ายในการเก็บตัวอย่างส่งวิเคราะห์

| **รายการค่าใช้จ่ายในการจัดหา** | **ราคาต้นทุนวัสดุอุปกรณ์ (บาท)** | | |
|---|---|---|---|
| | วิธี A | วิธี B | วิธี C |
| 1. ค่าอุปกรณ์ในการจัดเก็บสิ่งตัวอย่าง | 140 | 140 | 140 |
| 2. ค่าแรงงานในการจัดเก็บสิ่งตัวอย่าง | 100 | 100 | 100 |
| 3. ค่าพาหนะในการเดินทาง | 400 | 400 | 400 |
| 4. ค่าเครื่องมือในการตรวจวิเคราะห์ | 300 | 300 | 300 |
| 5. ค่าธรรมเนียมวิเคราะห์แยกธาตุน้ำเสีย | 600 | 600 | 600 |
| **รวมค่าใช้จ่าย** | 1,540 | 1,540 | 1,540 |

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าทำการวิจัยและสำรวจในการทำการวิเคราะห์ต้นทุนของวิธีบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 วิธี มีค่าใช้จ่ายที่เท่ากันและเราไม่นำมารวมในการวิเคราะห์วิธีการทั้ง 3 วิธีที่จะเกิดค่าใช้จ่ายด้านต่างๆ ซึ่งเป็นต้นทุนที่สำคัญในการจัดทำ

## ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ CEA (Cost Effectiveness Analysis) ถึงต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์

### 2.1 ผลการวิเคราะห์ CEA (Cost Effectiveness Analysis) ถึงต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์จากวิธีการบำบัดน้ำเสีย ทั้ง 3 วิธี โดยทำการเปรียบเทียบถึงประสิทธิผลที่ใช้ต้นทุนต่ำสุด

วิธีการในการประเมินความเสียหายเป็นตัวเงินทำได้ยาก และมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ของธรรมชาติซึ่งไม่มีข้อมูลตัวเงินเหมือนกับในระบบตลาดของสินค้าเอกชน เช่น ราคา การให้บริการ ปริมาณการจำหน่าย เป็นต้น เพราะในตลาดไม่มีการซื้อขายทำให้เกิดการประยุกต์หลักเศรษฐศาสตร์มาประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมเป็นตัวเงิน เครื่องมือในการประเมินมีหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ (Cost Benefit Analysis) การตีมูลค่าสิ่งแวดล้อมโดยวิธี CVM การประเมินทางอ้อมและการวิเคราะห์กรณีที่มีความไม่แน่นอน เครื่องมือในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์แบ่งตามช่วงเวลาได้ 2 แบบ คือ 1. Before the fact 2. After the fact เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องข้อมูลและการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมมีความไม่แน่นอน การจะบรรลุ Pareto ไม่สามารถเป็นไปได้ ต้องหาแนวทางการปฏิบัติการประเมินนโยบายสิ่งแวดล้อมจะใช้ Cost-Effectiveness Analysis

ส่วนประกอบของต้นทุนในการดำเนินการก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสีย ในการลงทุนจัดทำบ่อบำบัดน้ำเสียจะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ โดยแปรผันไปตามแต่ละท้องถิ่นและขนาดของระบบในการจัดทำบ่อบำบัดโดยมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนแบ่งออกเป็นหมวดได้ดังนี้

1. ค่าลงทุนหรือค่าจัดหา (Fixed Cost) ประกอบไปด้วย ค่าที่ดิน อาคาร สิ่งก่อสร้างต่างๆ เครื่องจักรและอุปกรณ์หลักๆ ของโครงการ พร้อมการติดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ของระบบสาธารณูปโภค พร้อมการติดตั้งและเทคนิคที่ใช้

2. ค่าใช้จ่ายดำเนินการ (Variable Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อมีการผลิตประกอบไปด้วยค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงาน ค่าโสหุ้ยต่างๆ จากการดำเนินงาน

3. ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องมือ (Maintenance Cost) เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานส่วนใหญ่จะเป็นการบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ของการซ่อมบำรุงระบบให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและยืดอายุเครื่องจักรให้ยาวนานออกไป

4. ค่าใช้จ่ายทางอ้อมต่างๆ (Indirect Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว เช่น ค่าสำรวจติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยขึ้นอยู่กับในการจัดทำของวิธีการนั้นๆ

จากการจัดทำวิธีการบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 วิธีจะเกิดต้นทุนค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการวิเคราะห์เพื่อทำบ่อบำบัดน้ำเสียของวิธีแต่ละวิธีการ โดยมีค่าใช้จ่ายเริ่มต้นในการจัดทำดังนี้

4.1 ต้นทุนวิธีการ A บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)

| | โครงการ A (บาท) |
|---|---|
| 4.1.1(1) ค่าลงทุนหรือค่าจัดหา (Fixed Cost) | |
| - ที่ดินจำนวน 20 ไร่ ๆ ละ 1,500,000.- บาท | 30,000,000.-บาท |
| - อาคารโรงงานชั้นเดียว | 1,500,000.-บาท |
| - ค่าติดตั้งไฟฟ้าและอุปกรณ์ภายในอาคาร | 20,000.-บาท |
| - ค่าติดตั้งโทรศัพท์สำนักงาน 1 เครื่อง | 8,000.-บาท |
| - ค่าติดตั้งประปาภายในอาคาร | 10,000.-บาท |
| - ค่าติดตั้งอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน | 20,000.-บาท |
| - ค่าเครื่องสูบน้ำระบายน้ำทิ้ง ขนาด 40แรงม้าพร้อมติดตั้ง | 120,000.-บาท |
| รวม | 31,678,000.-บาท |
| 4.1.2(2) ค่าใช้จ่ายดำเนินการ (Variable Cost) | |
| - ค่าจ้างพนักงานประจำ 2 คน ๆ ละ 10,000.-บาท | 20,000.-บาท |
| - ค่าไฟฟ้าประจำเดือนสำหรับอาคารและเครื่องสูบน้ำ | 30,000.-บาท |
| - ค่าโทรศัพท์ประจำเดือน | 5,000.-บาท |
| - ค่าน้ำประปาประจำเดือน | 3,000.-บาท |
| - ค่าทำงานล่วงเวลาของพนักงาน | 4,000.-บาท |
| - ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดต่าง ๆ | 2,000.-บาท |
| รวม | 64,000.-บาท |
| 4.2.1(3) ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร (Maintenance Cost) | |
| - ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรประจำเดือน | 3,000.-บาท |
| รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด | 31,745,000.-บาท |

4.2 ต้นทุนวิธีการ B บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon)

| | โครงการ B (บาท) |
|---|---|
| 4.2.2.(1) ค่าลงทุนหรือค่าจัดหา (Fixed Cost) | |
| - ที่ดินจำนวน 20 ไร่ ๆ ละ 1,500,000.-บาท | 30,000,000.-บาท |

| | |
|---|---|
| - อาคารโรงงานชั้นเดียว | 1,500,000.-บาท |
| - ค่าติดตั้งไฟฟ้าและอุปกรณ์ภายในอาคาร | 20,000.-บาท |
| - ค่าติดตั้งโทรศัพท์สำนักงาน 1 เครื่อง | 8,000.-บาท |
| - ค่าติดตั้งประปาภายในอาคาร | 10,000.-บาท |
| - ค่าติดตั้งอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน | 20,000.-บาท |
| - ค่าเครื่องเติมอากาศ 2 ชุด พร้อมติดตั้ง | 500,000.-บาท |
| รวม | 32,058,000.-บาท |

4.2.2.(2) ค่าใช้จ่ายดำเนินการ (Variable Cost)

| | |
|---|---|
| - ค่าจ้างพนักงานประจำ 2 คน ๆ ละ 10,000.-บาท | 20,000.-บาท |
| - ค่าไฟฟ้าประจำเดือนสำหรับอาคารและเครื่องเติมอากาศ | 45,000.-บาท |
| - ค่าโทรศัพท์ประจำเดือน | 5,000.-บาท |
| - ค่าน้ำประปาประจำเดือน | 3,000.-บาท |
| - ค่าทำงานล่วงเวลาของพนักงาน | 4,000.-บาท |
| - ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดต่าง ๆ | 2,000.-บาท |
| รวม | 79,000.-บาท |

4.2.2.(3) ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร (Maintenance Cost)

| | |
|---|---|
| - ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรประจำเดือน | 6,000.-บาท |
| รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด | 32,143,000.-บาท |

4.2.3 ต้นทุนวิธีการ C บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อบึงประดิษฐ์ (Constructed wetland)

โครงการ C (บาท)

4.2.3.(1) ค่าลงทุนหรือค่าจัดหา (Fixed Cost)

| | |
|---|---|
| - ที่ดินจำนวน 40 ไร่ ๆ ละ 1,500,000.-บาท | 60,000,000.-บาท |
| - อาคารโรงงานชั้นเดียว | 1,500,000.-บาท |
| - ค่าติดตั้งไฟฟ้าและอุปกรณ์ภายในอาคาร | 20,000.-บาท |
| - ค่าติดตั้งโทรศัพท์สำนักงาน 1 เครื่อง | 8,000.-บาท |
| - ค่าติดตั้งประปาภายในอาคาร | 10,000.-บาท |
| - ค่าติดตั้งอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน | 20,000.-บาท |
| รวม | 61,558,000.-บาท |

4.2.3.(2) ค่าใช้จ่ายดำเนินการ (Variable Cost)

| | |
|---|---|
| - ค่าจ้างพนักงานประจำ 2 คน ๆ ละ 10,000.-บาท | 20,000.-บาท |
| - ค่าไฟฟ้าประจำเดือนสำหรับอาคาร | 4,000.-บาท |
| - ค่าโทรศัพท์ประจำเดือน | 5,000.-บาท |
| - ค่าน้ำประปาประจำเดือน | 3,000.-บาท |
| -ค่าทำงานล่วงเวลาของพนักงาน | 4,000.-บาท |
| - ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดต่าง ๆ | 2,000.-บาท |
| รวม | 38,000.-บาท |
| รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด | 61,596,000.-บาท |

การวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล (Cost Effectiveness Analysis) จากการวิเคราะห์วิธีการทั้ง 3 วิธี ทำให้การตีค่าผลประโยชน์ทำได้ยากเนื่องจากวิธีการดังกล่าวไม่มีราคาในตลาด แต่เพื่อต้องการให้เกิดผลประโยชน์หรือต้องการพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของระบบแม่น้ำท่าจีน จำเป็นต้องเลือกวิธีการที่จะใช้เงินทุนน้อยที่สุดอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดมาดำเนินการเป็นตัวเลือกในการตัดสินใจดำเนินวิธีการนั้น

ตารางที่ 4.4 ต้นทุนทางเลือกการจัดทำวิธีการทั้ง 3 วิธี

| (1) ประเภท | วิธีการต้นทุนการจัดทำบ่อบำบัดน้ำเสีย | | |
|---|---|---|---|
| | (2) วิธีการ A (บาท) | (3) วิธีการ B (บาท) | (4) วิธีการ C (บาท) |
| 1. ต้นทุนคงที่ | 31,678,000.- | 32,058,000.- | 61,558,000.- |
| 2. ต้นทุนแปรผัน | 64,000.- | 79,000.- | 38,000.- |
| 3. ค่าบำรุงรักษา | 3,000.- | 6,000.- | - |
| ค่าใช้จ่ายรวม | 31,745,000.- | 32,143,000.- | 61,596,000.- |

จากตารางที่ 4.4 ช่องแรก (1) ได้จัดแบ่งประเภทของวิธีการในการลงทุนออกเป็น 3 ประเภท คือ ต้นทุนคงที่,ต้นทุนแปรผัน และค่าบำรุงรักษา ในการจัดทำบ่อบำบัดน้ำเสีย

ช่องที่ (2) เป็นยอดสรุปของค่าใช้จ่ายของวิธีการ A ซึ่งมีค่าใช้จ่ายรวมจำนวน 31,745,000.- บาท

ช่องที่ (3) เป็นยอดสรุปของค่าใช้จ่ายของวิธีการ B ซึ่งมีค่าใช่จ่ายรวมจำนวน 32,143,000.- บาท

ช่องที่ (4) เป็นยอดสรุปของค่าใช้จ่ายของวิธีการ C ซึ่งมีค่าใช้จ่ายรวมจำนวน 61,596,000.-บาท

จากข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการจัดทำวิธีการจากทางเลือกทั้ง 3 วิธี จะเห็นได้ว่าวิธีการ A ใช้ต้นทุนเพียง 31,745,000.-บาท ซึ่งน้อยกว่าอีก 2 วิธีการ และวิธีการ C ใช้ทุนดำเนินการสูงกว่าวิธีการ A และ B ถึง 61,596,000.-บาท การทำ Cost-Effectiveness Analysis ของวิธีการบำบัดน้ำเสียนี้ใช้การเปรียบเทียบส่วนเพิ่มของการใช้เงินและส่วนเพิ่มของประสิทธิผล (marginal comparison) แทนที่จะพิจารณาจากค่าสัมบูรณ์ (absolute value) คือเราจะดูค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนเพิ่มขึ้นเท่าไรจากหน่วยของประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้น โดยเราจะเลือกทำวิธีการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลโดยการเปรียบเทียบ

| วิธีการทำบ่อบำบัดน้ำเสีย | (1) ต้นทุนรวมของวิธีการ (บาท) | (2) ต้นทุนต่อหน่วยของน้ำ 1500 CC (บาท) | (3) ประสิทธิผลในการบำบัด mg/L | (4) CE Ratio (บาท) |
|---|---|---|---|---|
| 1. วิธีการ A บ่อบำบัดแบบบ่อปรับเสถียร | 31,745,000.- | 21,163.- | 36-14 =22 | 961.9545 |
| 2. วิธีการ B บ่อบำบัดแบบบ่อเติมอากาศ | 32,143,000.- | 21,429.- | 36-16=20 | 1,071.4500 |
| 3. วิธีการC บ่อบำบัดแบบบึงประดิษฐ์ | 61,596,000.- | 41,064 | 36-11=25 | 1,642.5600 |

วิธีคำนวณของภาพตารางที่ 4.5 ดังนี้

ช่องที่ (1) เป็นช่องของต้นทุนรวมแต่ละวิธีการในการลงทุน เช่นวิธีการ A ลงทุนรวมทั้งสิ้นเป็น 31,745,000.-บาท

ช่องที่ (2) ได้จาก ต้นทุนรวม/1,500 ต้นทุนรวมได้จากช่องที่ (1) ส่วน 1,500 มาจากน้ำที่นำไปตรวจวิเคราะห์เพื่อหาค่า $BOD_5$ โดยถูกกำหนดให้มีปริมาตรเท่ากับ 1,500 CC เท่ากับ 1 หน่วยลงทุน จากตารางที่ช่อง (2) คือ 31,745,000/1,500 = 21,163 บาท เปรียบเทียบได้จากการลงทุน

วิธีการ A ที่จำนวนเงิน 31,745,000.-บาท เกิดประสิทธิภาพในการบำบัด BOD ได้ 21,163 บาท ต่อการลงทุนทั้งหมด

ช่องที่ (3) เกิดจากตรวจวิเคราะห์น้ำก่อนบำบัดได้ค่า BOD = 36 mg/L ทั้ง 3 โครงการ แต่หลังจากตรวจวิเคราะห์แล้วจะได้ค่า $BOD_5$ ดังนี้

วิธีการ A ค่า $BOD_5$ ที่ได้ 14 mg/L ประสิทธิผลคือ 36-14 = 22 หน่วย

วิธีการ B ค่า $BOD_5$ ที่ได้ 16 mg/L ประสิทธิผลคือ 36-16 = 20 หน่วย

วิธีการ C ค่า $BOD_5$ ที่ได้ 11 mg/L ประสิทธิผลคือ 36-11 = 25 หน่วย

จากช่องที่ (3) นี้แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ของการลดค่า $BOD_5$ ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

ช่องที่ (4) ได้จากช่องที่ (2) หารด้วยช่องที่ (3) คือต้นทุนต่อหน่วย (บาท)/ประสิทธิผลที่ได้(mg/L)

วิธีการ A ค่าที่ได้คือ 21,163/22 = 961.9545 บาท

วิธีการ B ค่าที่ได้คือ 21,429/20 = 1,071.4500 บาท

วิธีการ C ค่าที่ได้คือ 41,064/25 = 1,642.5600 บาท

# บทที่ 5
# สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ต้นทุนการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่แม่น้ำท่าจีน จากคลังน้ำมัน จังหวัดสมุทรสาคร โดยการศึกษาการวิเคราะห์โดยทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากวิธีการทั้ง 3 วิธีจาก Cost Effective Analysis ของแต่ละวิธีและนำมาเปรียบเทียบในการวิเคราะห์ต้นทุนทางด้านประสิทธิผลจากวิธีการทั้งหมด ต่อไปนี้

## 1. สรุปการวิจัย

### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเป็นแนวทางถึงวิธีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะของคลังน้ำมัน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร โดยมีวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญ 2 ประการ ดังนี้

1.1.1 ทำการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงวิธีการในการบำบัดน้ำเสียซึ่งจะนำมาใช้กับคลังน้ำมันก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

1.1.2 เพื่อทำการศึกษาถึงแนวทางและมาตรการในการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ต้นทุนการบำบัดน้ำเสียจากวิธีการทั้ง 3 วิธี ภายใต้การศึกษานี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากวิธีการบำบัดทั้ง 3 วิธี เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ถึงต้นทุนและประสิทธิผลจากวิธีการนั้นๆ

### 1.2 ผลการวิจัย

สรุปผลการวิเคราะห์จากการตรวจสอบค่า บีโอดี (BOD) จากวิธีการบำบัดน้ำเสียและวิเคราะห์ถึงต้นทุนประสิทธิผล (CEA) บ่อบำบัดแบบบ่อปรับเสถียรดีที่สุด

## 2. อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล (CEA) วิธี A ดีที่สุดต้นทุนต่ำที่สุดได้ผลดีที่สุด จากการพิจารณาถึงต้นทุนรวม 31,745,000 บาท สามารถบำบัดน้ำเสียจากค่า BOD เดิม 36.0 mg/L เหลือเพียง 14.0 mg/L สามารถบำบัดได้ถึง 22.0 mg/L หมายถึง ต้นทุนต่อหน่วยเท่ากับ 961.9545 บาท เป็นต้นทุนต่ำสุดเมื่อเทียบกับวิธี B และวิธี C ซึ่งมีต้นทุนต่อหน่วยที่ 1,071.4500 บาท และ

1,642.5600 บาท แต่จากการที่วิธีการ A เป็นวิธีการที่ดีที่สุดเนื่องจากเราใช้เกณฑ์เดียวคือ ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล แต่ว่าผลการพิจารณาอาจนำมาใช้ประกอบกับเกณฑ์อื่น ๆ เพราะแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียดังต่อไปนี้

**2.1 บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)**

***2.1.1 ข้อดี***

ระบบบ่อปรับเสถียรสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียจากชุมชน หรือโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร หรือน้ำเน่าเสียจากเกษตรกรรม เช่น น้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร เป็นต้น การเดินระบบก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อนดูแลรักษาง่าย ทนทานต่อการเพิ่มอย่างกะทันหัน (Shock Load) ของอัตรารับสารอินทรีย์ และอัตราการไหลได้ดีเนื่องจากมีระยะเวลาเก็บกักนาน และยังสามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้มากกว่าวิธีการบำบัดแบบอื่น ๆ โดยไม่จำเป็นต้องมีระบบฆ่าเชื้อโรค

***2.1.2 ข้อเสีย***

ระบบบ่อปรับเสถียรต้องใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง ในกรณีที่ใช้บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) อาจเกิดกลิ่นเหม็นได้หากการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพอ นอกจากนี้อาจมีน้ำทิ้งที่สร้างปัญหาสาหร่ายปะปนอยู่มากโดยเฉพาะจากบ่อแอโรคบิค (Aerobic Pond)

**2.2 บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon)**

***2.2.1 ข้อดี***

บ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon) มีข้อดีได้แก่ค่าลงทุนในการก่อสร้างตั้งแต่ประสิทธิภาพของระบบสูง สามารถรับการเพิ่มภาระมลพิษอย่างกะทันหัน (Shock load) ได้ดี มีกากตะกอนและกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นน้อย การดำเนินการและบำรุงรักษาง่ายสามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

***2.2.2 ข้อเสีย***

ในระบบของบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon) มีข้อเสียคือมีค่าใช้จ่ายมากทางด้านของค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศทั้ง 2 เครื่อง และค่าซ่อมบำรุงในการดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศอยู่ตลอดเวลาเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาต่อระบบบำบัดน้ำเสียประจำวัน

**2.3 บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อบึงประดิษฐ์ (constructed wetland)**

***2.3.1 ข้อดี***

บ่อแบบบึงประดิษฐ์ทำให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศน์และสภาพแวดล้อมเป็นที่อยู่อาศัยของนกนา ๆ ชนิดตลอดจนเป็นแหล่งพักผ่อนตามธรรมชาติ

*2.3.2 ข้อเสีย*

ไม่พบข้อเสียเพราะเป็นระบบที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัด

การดำเนินการทำวิจัยเพื่อศึกษาองค์ความรู้ในการบำบัดน้ำเสียจากวิธีการ ทั้ง 3 วิธี เป็นการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีการทางธรรมชาติและการบำบัดน้ำเสียด้วยเทคโนโลยีทำให้ทราบถึงองค์ประกอบของน้ำดีและน้ำเสีย ตลอดจนแหล่งกำเนิดของน้ำเสียซึ่งมาจากแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ โดยทั่วไปโครงสร้างของน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะประกอบด้วย

ลักษณะที่ 1 น้ำดีมีลักษณะสีขุ่นโคลนปะปน มีสัตว์น้ำอาศัยมาก มีออกซิเจนมากไม่เป็นพิษ โดยเฉพาะอาการคันตามผิวหนัง

ลักษณะที่ 2 น้ำเสียมีลักษณะสีของน้ำเขียว มีสัตว์น้ำอาศัยน้อย มีโคลนและตะกอนมาก มีกลิ่นคาวมีออกซิเจนน้อย บางครั้งเป็นพิษเกิดอาการคันตามผิวหนัง

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของต้นทุน-ประสิทธิผล (CEA) ของวิธีการ A นี้ มีความสอดคล้องจากการที่ได้ไปทำการเก็บตัวอย่างจากบ่อบำบัดน้ำเสียของบึงมักกะสันเขตกรุงเทพมหานครและที่อำเภอเมืองจังหวัดอ่างทอง โดยส่งตรวจวิเคราะห์ที่กรมวิทยาศาสตร์และได้ผลสรุปไปในทิศทางเดียวกันคือวิธีการ A บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรมีประสิทธิผลดีที่สุดโดยมีต้นทุนต่ำสุดและได้ผลดีที่สุด

## 3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ในการทำวิจัยวิธีการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรมีประสิทธิภาพในการบำบัดและมีต้นทุนต่ำสุด จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาเป็นตัวเลือกในการจัดทำ บ่อบำบัดวิธีนี้มีข้อดีคือสามารถรับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในการทำการบำบัดได้อย่างมีประสิทธิภาพและการดูแลรักษาง่าย ส่วนข้อเสียคือต้องใช้พื้นที่ในการก่อสร้างค่อนข้างมาก เพราะมีบ่อบำบัดหลายบ่อและต้องคอยระวังเรื่องกลิ่น

3.2 ผลการจากทำวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผลครั้งนี้ไม่ได้นำค่าใช้จ่ายทางอ้อมต่างๆ ที่เกิดขึ้น หลังจากการลงทุนดำเนินการไปแล้ว การทำวิจัยครั้งต่อไปน่าจะนำค่าใช้จ่ายทางด้าน Indirect Cost มาพิจารณาทำการศึกษาต่อไป

# บรรณานุกรม

# บรรณานุกรม


กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2545) *คู่มือการจัดการขยะและน้ำเสีย* กรุงเทพมหานคร กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมควบคุมมลพิษ กองจัดการและควบคุมน้ำ.ระบบบำบัดน้ำเสีย (ม.ป.ป.) ค้นคืนวันที่ 17 เมษายน 2550 จาก http://www.pcd.go.th/Info_serv/water_wt.html

กระทรวงอุตสาหกรรม (2539) *กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน* ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539).

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม (2542) *การแก้ไขมลพิษทางน้ำ* กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกษม จันทร์แก้วและคณะ. (2530) *วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม* กรุงเทพหานคร อักษรสยามการพิมพ์

เกษ สันเทพ (2541) “การติดตามการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงแรมในจังหวัดลำปาง” วิทยานิพนธ์ศิลปะศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์ (2540) *มลพิษทางน้ำ* นครปฐม ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ฉัตรไชย รัตนไชย (2539) *การจัดการคุณภาพน้ำ* พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชูเกียรติ ลีสุวรรณ์ (2531) “การให้ความรู้ความเข้าใจระดับตำบลในเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดลำปาง” รายงานการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ณรงค์ นันทวรรณะ และเอื้องฟ้า นันทวรรณะ (2537) *ความปลอดภัยและการควบคุมมลพิษ* กรุงเทพมหานคร ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

เดช กาญจนางกูร (2543) *การบริหารสิ่งแวดล้อมในจังหวัดเชียงใหม่* เชียงใหม่ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เบญจพร ตันเกษมวัฒนา (2537) *การวิเคราะห์โครงการพัฒนา* กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยรามคำแหง

มานะ วิศรางกุล (2526) *การประยุกต์คอนแทคสเตบิไลเซชั่นสำหรับโรงงานแป้งมัน* เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วิชัย จันทร และคณะ (2537) *การกำจัดน้ำเสียจากโรงงานฆ่าสัตว์ของเทศบาลหลายแห่งทั่วประเทศ* เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วิทยา เพียรวิจิตร (2525) *เทคโนโลยีการกำจัดน้ำเสียจากชุมชนและสถานประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม* เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สุพัตรา มาสดิตถ์, สง่า สรรพศรี. (2533) “สรุปผลการสัมมนานโยบายและแนวทางการจัดการน้ำเสียของประเทศไทย” ณ ห้องประชุมชั้น 5 อาคารไอบีเอ็ม กรุงเทพมานคร

อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์ ,(2555*) การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้มาตรการทางเศรษฐศาสตร์เพื่อสนับสนุนการบริหารการจัดการทรัพยากรทะเล* พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร

# ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**

การดำเนินการจัดทำวิธีการเพื่อทำการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล (CEA)

**การดำเนินการจัดทำวิธีการเพื่อทำการวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล (CEA) จากวิธีบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 วิธี** ได้แก่

1) วิธีการ A บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)

2) วิธีการ B บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon)

3) วิธีการ C บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อบึงประดิษฐ์ (Constructed wetland)

ในการจัดทำวิธีทั้ง 3 วิธีนี้มีรูปแบบในการจัดทำและเทคโนโลยีที่นำมาใช้แตกต่างกันออกไป หลักการในการจัดการน้ำเสียที่สำคัญได้แก่การนำน้ำเสียที่เกิดขึ้นเข้าสู่กระบวน การบำบัดให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดของค่าบีโอดี (BOD) น้ำทิ้งหรือปล่อยออกสู่แหล่งสาธารณะ ซึ่งมีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของส่วนรวม บ่อบำบัดน้ำเสียที่ใช้ออกซิเจนในการบำบัดจะอาศัยหลักการธรรมชาติและง่ายต่อการปฏิบัติงานจากการบำบัดของแต่ละวิธีโดยจัดทำเป็นรูปบ่อเดียวหรือหลายบ่อต่อเนื่องเป็นอนุกรมก็ได้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและปริมาณของน้ำเสียที่จะทำการบำบัด

การดำเนินการจัดทำวิธีบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 วิธีนี้ส่วนใหญ่จะมีภาระทางด้านค่าใช้ จ่ายในการลงทุนการบำบัดน้ำเสียเพราะเป็นวิธีที่มุ่งหวังให้เกิดผลประโยชน์ในทางบวกต่อท้องถิ่น เพราะเป็นการลงทุนที่ไม่ได้มุ่งหวังทางด้านกำไรของสถานประกอบการหรือชุมชนนั้น แต่ค่าใช้จ่ายในการดำเนิน การจะแปรผันไปตามแต่ละท้องถิ่นและขนาดของวิธีโดยมีข้อมูลดังนี้

รายละเอียดของข้อมูลแต่ละวิธีในการจัดทำ การจัดทำวิธีระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องมีการจัดการเรื่องระบบบำบัด ซึ่งต้องใช้พื้นที่ให้เหมาะสมสำหรับใช้เป็นระบบบ่อชนิดต่างๆ ทั้งมีการใช้ออกซิเจนและไม่มีการใช้ออกซิเจน เทคนิคในการจัดทำรูปแบบของทั้ง 3 ระบบมีดังนี้

**1. บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)** เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ โดยปกติบ่อปรับเสถียรจะมีการต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 3 บ่อ และมีความลึกแตกต่างกันดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) บ่อแฟทคัลเททีฟ (Facultative Pond) เป็นบ่อที่นิยมใช้กันมากที่สุดภายในบ่อมีลักษณะการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

<u>ส่วนบนของบ่อ</u> เป็นแบบบ่อแอโรบิค (Aerobic pond) จะได้รับออกซิเจนจากการถ่ายเทอากาศที่บริเวณผิวน้ำและจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย

<u>ส่วนล่างของบ่อ</u> เป็นแบบแอนแอโรคบิค (Anaerobic pond) เป็นระบบที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงโดยไม่ต้องใช้ออกซิเจน

กระบวนการบำบัดที่เกิดขึ้นในบ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) เรียกว่า การทำความสะอาดตัวเอง (Self-Purification) สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำจะถูกย่อยสลาย โดยจุลินทรีย์ประเภทที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เพื่อเป็นอาหารและสำหรับการสร้างเซลล์ใหม่และเป็นพลังงาน โดยใช้ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่อยู่ในบ่อส่วนบน สำหรับบ่อส่วนล่างจนถึงก้นบ่อซึ่งแสงแดดส่องไม่ถึงจะมีปริมาณออกซิเจนต่ำจนเกิดสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Pondition) และมีจุลินทรีย์ประเภทไม่ใช้ออกซิเจน (angerobic Bacteria) ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ และแปรสภาพเป็นก๊าซเช่นเดียวกับบ่อแอนแอโรบิค แต่ก๊าซที่ลอยขึ้นมาจะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนที่อยู่ช่วงบนของบ่อทำให้ไม่เกิดกลิ่นเหม็น อย่างไรก็ตามถ้าหากปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบสูงเกินไปจนออกซิเจนในน้ำมีเพียงพอ เมื่อถึงเวลากลางคืนสาหร่ายจะหายใจเอาออกซิเจนและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดต่ำลงจนอาจเกิดสภาวะขาดออกซิเจนและเกิดปัญหากลิ่นเหม็นขึ้นได้

2) บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) เป็นบ่อที่มีแบคทีเรียและสาหร่ายแขวนลอยอยู่มีความลึกไม่มากนัก เพื่อให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งบ่อและมีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดความลึก โดยอาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและการเติมอากาศที่ผิวหน้า และยังสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ส่วนหนึ่งโดยอาศัยแสง แดดอีกด้วย

3) บ่อบ่ม (Maturation Pond) บ่อบ่มมีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดทั้งบ่อจึงมีความลึกไม่มากและแสงแดดส่องถึงก้นบ่อใช้รองรับน้ำเสียที่ต้องการบำบัดจากบ่อข้างต้นมาแล้ว เพื่อฟอกน้ำทิ้งให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น และอาศัยแสงแดดทำลายเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกต่อไป

เกณฑ์การออกแบบ (Design Criteria) ของบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรมีดังนี้

1) บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) ใช้ระยะเวลาในการเก็บกักน้ำ ประมาณ 4-5 วัน

- ความลึกของน้ำในบ่อ 2.4 เมตร
- อัตราภาระ BOD 224-672 กรัม $BOD_5$/ตร.ม.-วัน
- ประสิทธิภาพการกำจัด BOD ร้อยละ 50

2) บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) ใช้ระยะเวลาในการเก็บกักน้ำ ประมาณ 7-30 วัน

- ความลึกของน้ำในบ่อ 1-1.5 เมตร
- อัตราภาระ BOD 34 กรัม $BOD_5$/ตร.ม.-วัน
- ประสิทธิภาพการกำจัด BOD ร้อยละ 70-90

3) บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) ใช้ระยะเวลาในการเก็บกักน้ำ ประมาณ 4-6 วัน

- ความลึกของน้ำในบ่อ 0.2-0.6 เมตร
- อัตราภาระ BOD 45 กรัม $BOD_5$/ตร.ม.-วัน
- ประสิทธิภาพการกำจัด BOD ร้อยละ 80-95

4) บ่อบ่ม (Maturation Pond) ใช้ระยะเวลาในการเก็บกักน้ำ ประมาณ 5-20 วัน

- ความลึกของน้ำในบ่อ 1-1.5 เมตร
- อัตราภาระ BOD 2 กรัม $BOD_5$/ตร.ม.-วัน
- ประสิทธิภาพการกำจัด BOD ร้อยละ 60-80

**2. บ่อบำบัดน้ำเสียของบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon)** เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) ที่ติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ ย่อยสลายตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD) ได้ร้อยละ 80-95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic) โดยมีเครื่องเติมอากาศ ซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่เพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย ทำให้เกิดการย่อยสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึง ภายในบ่อระบบบ่อเติมอากาศส่วนใหญ่จะประกอบด้วยบ่อบำบัดดังนี้

1) บ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon) สามารถบำบัดน้ำเสียได้ทั้งน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีน้ำเสียค่อนข้างมากและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยปกติจะออกแบบให้บ่อมีความลึกประมาณ 2-6 เมตร ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Detention Time) ภายในบ่อเติมอากาศประมาณ 3-10 วัน และเครื่องเติมอากาศจะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพ สามารถทำให้เกิดการผสมกันของตะกอนจุลินทรีย์ออกซิเจนละลายในน้ำและน้ำเสีย อุปกรณ์ที่สำคัญของระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon) ได้แก่ เครื่องเติมอากาศ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ออกซิเจนแก่น้ำเสียเครื่องเติมอากาศแบ่งออกได้เป็น 4 แบบใหญ่ ๆ คือ

1.1 เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า (Surface Aerator) จะทำหน้าที่ตีน้ำที่ระดับผิวบนให้กระจายเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขึ้นมาเพื่อสัมผัสกับอากาศในการรับออกซิเจน ในขณะเดียวกันก็จะเป็นการกวนน้ำให้ผสมกันเพื่อกระจายออกซิเจน และมวลสารในน้ำเสียให้ทั้งบ่อ

1.2 เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ใต้น้ำ (Submerged Turbine Aerator) มีลักษณะการทำงานผสมกันระหว่างระบบเป่าอากาศและระบบเครื่องกลเติมอากาศ กล่าวคือ อากาศหรือ

ออกซิเจนจะเป่ามาตามท่อมาที่ใต้ใบยึดตีน้ำ จากนั้นอากาศจะถูกใบพัดเทอร์ไบน์ (Turbine) ตีฟองอากาศขนาดเล็กกระจายไปทั่วทั้งเติมอากาศ เครื่องเติมอากาศชนิดนี้มีความสามารถในการให้ออกซิเจนสูง แต่มีราคาแพงและต้องการบำรุงรักษามากกว่าแบบอื่น

1.3 เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator) มีลักษณะผสมกันระหว่างเครื่องสูบน้ำ (Pump) เครื่องดูดอากาศ (Air Blower) และเครื่องตีอากาศให้ผสมกับน้ำ (Dispersor) อยู่ในเครื่องเดียวกันแต่มีข้อจำกัดด้านการกวนน้ำ (Mixing)

1.4 เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีดน้ำ (Jet Aerator) มี 2 แบบ คือ แบบแรกใช้หลักการทำงานของ venture Ejector และแบบที่สองจะเป็นการสูบฉีดน้ำลงบนผิวน้ำ การทำงานของแต่ละแบบมีดังนี้

1.4.1 แบบ Venturi Ejector อาศัยเครื่องสูบน้ำแบบใต้น้ำฉีดน้ำผ่านท่อที่มีรูปร่างเป็น Venturi เพื่อเพิ่มความเร็วของน้ำจนกระทั่งเกิดแรงดูดอากาศจากผิวน้ำลงมาผสมกับน้ำก็จะถ่ายเทออกซิเจนลงไปในน้ำ การใช้เครื่องเติมอากาศแบบนี้เหมาะสำหรับน้ำเสียที่ไม่มีเศษขยะหรือของแข็งขนาดใหญ่ที่อาจเข้าไปอุดตันในท่อ Venturi ได้ง่าย

1.4.2 แบบสูบฉีดน้ำลงบนผิวน้ำ (Water Jet Aerator) เป็นการสูบน้ำจากถังเติมอากาศมาฉีดด้วยความเร็วลงที่ผิวน้ำ ซึ่งจะเกิดการกระจายของอากาศลงไปด้วยตามแรงฉีดเข้าไปในน้ำ

2) บ่อบ่ม (Polishing Pond หรือ Maturation Pond) เป็นบ่อที่รับน้ำเสียจากบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon) เพื่อทำให้ตกตะกอน และต้องควบคุมอัตราการไหลของน้ำภายในบ่อบ่มและระยะเวลาในการเก็บเพื่อให้เหมาะสมไม่นานเกินไป เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตการเพิ่มปริมาณของสาหร่าย (Algae) ในบ่อบ่มมากเกินไป

3) บ่อพักน้ำ เป็นบ่อสุดท้ายเพื่อปรับสภาพน้ำทิ้งโดยทำการตรวจวิเคราะห์ค่า BOD ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกต่อไป

**3. บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อบึงประดิษฐ์ (Constructed wetland)** เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติ เป็นที่นิยมกันมากขึ้นในปัจจุบันโดยเฉพาะในการใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ต้องการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก่อนระบายออกสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง นอกจาก นี้ระบบบึงประดิษฐ์ ก็ยังสามารถใช้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียในขั้นที่ 2 (Secondary treatment) สำหรับบำบัดน้ำเสียจากชุมชนได้อีกด้วยซึ่งข้อดีของระบบนี้คือ ไม่ซับซ้อนและไม่ต้องใช้เทคโนโลยีในการบำบัดสูง การทำงานของระบบเมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในบ่อบำบัดส่วนต้น สารอินทรีย์ส่วนหนึ่งจะตกตะกอนลงสู่ก้นบึงและถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำจะถูกกำจัดโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับพืชน้ำชั้นหินและจุลินทรีย์ที่

แขวนลอยอยู่ในน้ำ ระบบนี้จะได้รับออกซิเจนจากการแทรกซึมของอากาศผ่านผิวน้ำหรือชั้นหินลงมา ออกซิเจนบางส่วนจะได้จากการสังเคราะห์แสงแต่มีปริมาณไม่มากนัก สำหรับสารแขวนลอยจะถูกกรองและจมตัวอยู่ในช่วงต้น ๆ ของระบบการลดปริมาณไนโตรเจนจะเป็นไปตามกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Niteifi-cation) และดิไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ส่วนการลดปริมาณฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเกิดที่ชั้นดินส่วนพื้นบ่อและพืชน้ำจะช่วยดูดซับฟอสฟอรัสผ่านทางรากและนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ นอกจากนี้ระบบบึงประดิษฐ์ยังสามารถกำจัดโลหะหนัก (Heavy Metal) ได้บางส่วนอีกด้วย บ่อบึงประดิษฐ์ได้แยกระบบออกเป็น 2 ระบบ ดังนี้

1) บ่อบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland (FWS) เป็นแบบที่นิยมใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งหลังจากผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้วเพื่อต้องการค่า BOD ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ลักษณะของระบบแบบนี้จะเป็นบ่อดินที่มีการบดอัดดินให้แน่นหรือปูพื้นด้วยแผ่น HDPE ให้ได้ระบบเพื่อให้น้ำเสียไหลตามแนวนอนขนานกับพื้นดิน บ่อดินจะมีความลึกแตกต่างกันเพื่อให้เกิดกระบวนการบำบัดตามธรรมชาติอย่างสมบูรณ์ โครงสร้างของระบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วน อาจเป็นบ่อเดียวกันหรือหลายบ่อขึ้นอยู่กับการออกแบบ ดังนี้

<u>ส่วนที่ 1</u> เป็นส่วนที่มีการปลูกพืชที่มีลักษณะสูงโผล่พ้นน้ำและรากเกาะดินปลูกไว้ เช่น กก แฝก ธูปฤาษี เพื่อช่วยในการกรองและตกตะกอนของสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ที่ตกตะกอนได้ ทำให้กำจัดสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ได้บางส่วนเป็นการลดสารแขวนลอยและค่า BOD ได้ส่วนหนึ่ง

<u>ส่วนที่ 2</u> เป็นส่วนที่มีพืชชนิดลอยอยู่บนผิวน้ำ เช่น จอก แหน บัว ผักตบชวา รวมทั้งพืชขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ เช่น สาหร่าย หางกระรอก เป็นต้น พื้นที่ส่วนที่สองนี้จะไม่มีการปลูกพืชที่มีลักษณะสูงโผล่พ้นน้ำเหมือนในส่วนแรก

<u>ส่วนที่ 3</u> ส่วนนี้จะไม่มีการปลูกพืชน้ำ ในส่วนนี้จึงมีการสัมผัสกับอากาศและแสงแดดทำให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายซึ่งเป็นการเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้เป็นการลดค่า BOD ในน้ำเสีย และยังเกิดสภาพไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ด้วย แต่ในบางส่วนของส่วนที่ 3 นี้จะมีการปลูกพืชในลักษณะเดียวกับส่วนแรกแต่ไม่หนาแน่นมาก เพื่อช่วยกรองสารแขวนลอยที่ยังเหลืออยู่และทำให้เกิดสภาพดิไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) เนื่องจากออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ลดลง ซึ่งสามารถลดสารอาหารจำพวกสารประกอบไนโตรเจนได้

2) บ่อบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB) บ่อบึงประดิษฐ์แบบนี้จะมีข้อดีกว่าแบบ Free Water Surface Wetland คือเป็นระบบที่แยกน้ำเสียไม่ให้ถูกรบกวนจาก

แมลงหรือสัตว์ และป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ต่างๆ ที่ทำให้เกิดโรคมาปนเปื้อนกับคนได้ ในบางประเทศใช้บ่อบึงประดิษฐ์แบบนี้ในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเกรอะ (Septic Tank) และปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) หรือใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบแอกติเวเต็ดจ์สลัดจ์ (Activated Sludge) และระบบอาร์บีซี (RBC) หรือใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากอาคารดักน้ำเสีย (LSO) เป็นต้น ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อบึงประดิษฐ์มีดังนี้

ก) พืชที่ปลูกในระบบ จะมีหน้าที่สนับสนุนให้เกิดการถ่ายเทก๊าซออกซิเจนจากอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนให้แก่น้ำเสีย และยังทำหน้าที่สนับสนุนให้ก๊าซที่เกิดขึ้นในระบบ เช่น ก๊าซมีเทน (Methane) จากการย่อยสลายแบบแอนแอโรบิค (Anaerobic) สามารถระบายออกจากระบบได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้โดยการนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของพืช

ข) ตัวกลาง (Media) ภายในบ่อจะมีหน้าที่สำคัญดังนี้คือ

- เป็นที่สำหรับให้รากของพืชที่ปลูกในระบบยึดเกาะ
- ช่วยให้เกิดการกระจายของน้ำเสียที่เข้าระบบและรวบรวมน้ำทิ้งก่อนระบายออก
- เป็นที่สำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ
- ใช้สำหรับกรองสารแขวนลอยต่าง ๆ

จะเห็นได้ว่าบ่อแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed wetland) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวน การบำบัดทางธรรมชาติไม่มีเทคโนโลยีเข้าช่วยแต่ประการใด โดยใช้พืชในการดูดซับตะกอนจัดทำให้บ่อมีความลึกแตกต่างกันและนำวัชพืชน้ำมาปลูกเพื่อให้เกิดกระบวนการบำบัดตามธรรมชาติ

**ภาคผนวก ข**

ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

# ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

| ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/] | หน่วย | ค่าทางสถิติ | เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2/]ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ | | | | | วิธีการตรวจสอบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ประเภท1 | ประเภท2 | ประเภท3 | ประเภท4 | ประเภท5 | |
| 1.สี กลิ่นและรส (Colour,Odour and Taste) | - | - | ธ | ธ' | ธ' | ธ' | - | - |
| 2.อุณหภูมิ (Temperature) | ◌ซ | - | ธ | ธ' | ธ' | ธ' | - | เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะทำการเก็บตัวอย่าง |
| 3.ความเป็นกรดและด่าง (pH) | - | - | ธ | 5-9 | 5-9 | 5-9 | - | เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH meter)ตามวิธีหาค่าแบบ Electrometric |
| 4.ออกซิเจนละลาย (DO)[2/] | มก./ล. | P20 | ธ | 6.0 | 4.0 | 2.0 | - | Azide Modification |
| 5.บีโอดี (BOD) | มก./ล. | P80 | ธ | 1.5 | 2.0 | 4.0 | - | Azide Modificationที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน |
| 6.แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) | เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล. | P80 | ธ | 5,000 | 20,000 | - | - | Multiple Tube Fermentation Technique |
| 7.แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bateria) | เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล. | P80 | ธ | 1,000 | 4,000 | - | - | Multiple Tube Fermentation Technique |
| 8.ไนเตรต (NO3)ในหน่วยไนโตรเจน | มก./ล. | - | ธ | | 5.0 | | - | Cadmium Reduction |
| 9.แอมโมเนีย (NH3)ในหน่วยไนโตรเจน | มก./ล. | - | ธ | | 0.5 | | - | Distillation Nesslerization |
| 10.ฟีนอล (Phenols) | มก./ล. | - | ธ | | 0.005 | | - | Distillation,4-Amino antipyrene |
| 11.ทองแดง (Cu) | มก./ล. | - | ธ | | 0.1 | | - | Atomic Absorption -Direct Aspiration |
| 12.นิคเกิล (Ni ) | มก./ล. | - | ธ | | 0.1 | | - | Atomic Absorption -Direct Aspiration |
| 13.แมงกานีส (Mn) | มก./ล. | - | ธ | | 1.0 | | - | Atomic Absorption -Direct Aspiration |
| 14.สังกะสี (Zn) | มก./ล. | - | ธ | | 1.0 | | - | Atomic Absorption -Direct Aspiration |
| 15.แคดเมียม (Cd) | มก./ล. | - | ธ | | 0.005*<br>0.05** | | - | Atomic Absorption -Direct Aspiration |
| 16.โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr Hexavalent) | มก./ล. | - | ธ | | 0.05 | | - | Atomic Absorption -Direct Aspiration |

| ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/] | หน่วย | ค่าทางสถิติ | เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2/]ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ | | | | | วิธีการตรวจสอบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ประเภท1 | ประเภท2 | ประเภท3 | ประเภท4 | ประเภท5 | |
| 17.ตะกั่ว (Pb) | มก./ล. | - | ธ | | 0.05 | | - | Atomic Absorption -Direct Aspiration |
| 18.ปรอททั้งหมด (Total Hg) | มก./ล. | - | ธ | | 0.002 | | - | Atomic Absorption-Cold Vapour Technique |
| 19.สารหนู (As) | มก./ล. | - | ธ | | 0.01 | | - | Atomic Absorption -Direct Aspiration |
| 20.ไซยาไนด์ (Cyanide) | มก./ล. | - | ธ | | 0.005 | | - | Pyridine-Barbituric Acid |
| 21.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)<br>-ค่ารังสีแอลฟา(Alpha)<br>-ค่ารังสีเบตา(Beta) | เบคเคอเรล/ล. | - | ธ | | 0.1<br>1.0 | | - | Gas-Chromatography |
| 22.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides) | มก./ล. | - | ธ | | 0.05 | | - | Gas-Chromatography |
| 23.ดีดีที (DDT) | ไมโครกรัม/ล. | - | ธ | | 1.0 | | - | Gas-Chromatography |
| 24.บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC) | ไมโครกรัม/ล. | - | ธ | | 0.02 | | - | Gas-Chromatography |
| 25.ดิลดริน (Dieldrin) | ไมโครกรัม/ล. | - | ธ | | 0.1 | | - | Gas-Chromatography |
| 26.อัลดริน (Aldrin) | ไมโครกรัม/ล. | - | ธ | | 0.1 | | - | Gas-Chromatography |
| 27.เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอ อีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlorepoxide) | ไมโครกรัม/ล. | - | ธ | | 0.2 | | - | Gas-Chromatography |
| 28.เอนดริน (Endrin) | ไมโครกรัม/ล. | - | ธ | ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด | | | - | Gas-Chromatography |

**ภาคผนวก ค**

ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

# ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

| ดัชนีคุณภาพน้ำ | ค่ามาตรฐาน | วิธีวิเคราะห์ |
|---|---|---|
| 1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value) | 5.5-9.0 | pH Meter |
| 2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids) | □ ไม่เกิน 3,000 มก/ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล.<br>□ น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเลค่าทีดีเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอส ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก.ล. | ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105oC เป็นเวลา 1 ชั่วโมง |
| 3. สารแขวนลอย (Suspended Solids) | ไม่เกิน 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 มก./ล. | กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc) |
| 4. อุณหภูมิ (Temperature) | ไม่เกิน 40°C | เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ |
| 5. สีหรือกลิ่น | ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ | ไม่ได้กำหนด |
| 6. ซัลไฟด์ (Sulfide as H2S) | ไม่เกิน 1.0 มก./ล. | Titrate |
| 7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN) | ไม่เกิน 0.2 มก./ล. | กลั่นและตามด้วยวิธี Pyridine Barbituric Acid |
| 8. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease) | ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล. | สกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน |
| 9. ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) | ไม่เกิน 1.0 มก./ล. | Spectrophotometry |

| ดัชนีคุณภาพน้ำ | ค่ามาตรฐาน | วิธีวิเคราะห์ |
|---|---|---|
| 10. สารประกอบฟีนอล (Phenols) | ไม่เกิน 1.0 มก./ล. | กลั่นและตามด้วยวิธี 4-Aminoantipyrine |
| 11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) | ไม่เกิน 1.0 มก./ล. | Iodometric Method |
| 12. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide) | ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด | Gas-Chromatography |
| 13. ค่าบีโอดี (5 วันที่อุณหภูมิ 20 °C (Biochemical Oxygen Demand : BOD) | ไม่เกิน 20 มก./ล. หรือแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร แต่ไม่เกิน 60 มก./ล. | Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน |
| 14. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) | ไม่เกิน 100 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 200 มก./ล. | Kjeldahl |
| 15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD) | ไม่เกิน 120 มก./ล.หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 400 มก./ล. | Potassium Dichromate Digestion |
| 16. โลหะหนัก (Heavy Metal) | | |
| 1. สังกะสี (Zn) | ไม่เกิน 5.0 มก./ล. | Atomic Absorption Spectro Photometry ชนิด Direct Aspiration หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plama : ICP |
| 2. โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Hexavalent Chromium) | ไม่เกิน 0.25 มก./ล. | |
| 3. โครเมียมชนิดไตรวาเล้นท์ (Trivalent Chromium) | ไม่เกิน 0.75 มก./ล. | |
| 4. ทองแดง (Cu) | ไม่เกิน 2.0 มก./ล. | |
| 5. แคดเมียม (Cd) | ไม่เกิน 0.03 มก./ล | |

| ดัชนีคุณภาพน้ำ | ค่ามาตรฐาน | วิธีวิเคราะห์ |
|---|---|---|
| 6. แบเรียม (Ba) | ไม่เกิน 1.0 มก./ล | |
| 7. ตะกั่ว (Pb) | ไม่เกิน 0.2 มก./ล. | |
| 8. นิคเกิล (Ni) | ไม่เกิน 1.0 มก./ล. | |
| 9. แมงกานีส (Mn) | ไม่เกิน 5.0 มก./ล. | |
| 10. อาร์เซนิค (As) | ไม่เกิน 0.25 มก./ล. | Atomic Absorption Spectrophotometry ชนิด Hydride Generation หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP |
| 11. เซเลเนียม (Se) | ไม่เกิน 0.02 มก./ล. | |
| 12. ปรอท (Hg) | ไม่เกิน 0.005 มก./ล. | Atomic Absorption Cold Vapour Techique |

# ประวัติผู้ศึกษา

| | |
|---|---|
| **ชื่อ** | นายสมชาย แสงวิมาน |
| **วันเดือนปีเกิด** | 3 มกราคม พ.ศ. 2494 |
| **สถานที่เกิด** | อำเภอดุสิต จังหวัดกรุงเทพฯ |
| **ประวัติการศึกษา** | เศรษฐศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พ.ศ. 2550 |
| **สถานที่ทำงาน** | บริษัท พีเอสพี สเปเชียลตี้ส์ จำกัด<br>อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร |
| **ตำแหน่ง** | ผู้จัดการแผนก |