ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม

วัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม เพื่อศึกษาถึงความคิดเห็นของผู้ประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์น้ำต่อการสร้างและใช้ระบบบำบัดน้ำทิ้งรวม ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร สำหรับการค้นคว้าของนักศึกษาปริญญาโท สาขาบริหารธุรกิจสำหรับผู้บริหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อจะนำไป ใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผล และเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการใช้ระบบบำบัด น้ำทิ้งรวมต่อไป

ขอบคุณท่านที่ได้สละเวลาในการตอบแบบสอบถามนี้ แบบสอบถามนี้จะใช้เวลาประมาณ 10 นาที โดยท่านไม่ต้องแจ้งชื่อในแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ใน [ ] ข้อที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกิจการ

1. ลักษณะของกิจการ
   - ( ) 1. ล้างสัตว์น้ำ
   - ( ) 2. แกะ ล้าง ชำแหละ
   - ( ) 3. แกะ ล้าง ชำแหละ แปรรูป
   - ( ) 4. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)
2. ทุนจดทะเบียนของกิจการ
   - ( ) 1.ไม่เกิน 1 ล้านบาท
   - ( ) 2. 1,000,001-2,000,000 บาท
   - ( ) 3. 2,000,001-3,000,000 บาท
   - ( ) 4. มากกว่า 3,000,000 บาท
3. จำนวนพนักงานในสถานประกอบการของท่าน
   - ( ) 1. ไม่เกิน 20 คน
   - ( )2. 21-50 คน
   - ( )3. 51-80 คน
   - ( )4. มากกว่า 80 คน (โปรดระบุ.....)
4. รายได้ของธุรกิจท่าน เฉลี่ยต่อเดือน (ยอดขาย)
   - ( ) 1. ไม่เกิน 200,000 บาท
   - ( ) 2. 200,001- 500,000 บาท
   - ( ) 3. 500,001- 800,000 บาท
   - ( ) 4. 800,001 –1 ,100,000 บาท
   - ( ) 5. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. ปริมาณการผลิตต่อวัน

( ) 1. ไม่เกิน 10 ตันต่อวัน ( ) 2. 11-30 ตันต่อวัน

( ) 3. 31 - 50 ตันต่อวัน ( ) 4. 51 - 70 ตันต่อวัน

6. ปริมาณน้ำเสียจากการผลิต

( ) 1. ไม่เกิน 20 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ( ) 2. 21-40 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

( ) 3. 41-60 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ( ) 4. 61-80 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

( ) 5. 81-100 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

7. ปัจจุบันธุรกิจของท่านใช้น้ำจากแหล่งใด

( ) 1. บ่อตื้น ( ) 2. บ่อบาดาล ( ) 3. น้ำประปา

( ) 4. ลำคลอง ( ) 5. น้ำฝน ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

8. แหล่งรองรับน้ำทิ้งของโรงงานของท่าน

( ) 1. คู คลองข้างโรงงาน ( ) 2. ท่อระบายน้ำหน้าโรงงาน

( ) 3. แม่น้ำ ( ) 4. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)

9. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานเป็นชนิดใด

( ) 1. บ่อเก็บกัก ( ) 2. บ่อเก็บกักมีเครื่องเติมอากาศ

( ) 3. บ่อหมักไม่ใช้อากาศ ( ) 4. บ่อเก็บกักแบบเลี้ยงตะกอน

( ) 5. อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

10. ขนาดพื้นที่ของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานท่าน

( ) 1. ไม่เกิน 200 ตารางวา ( ) 2. 200 – 400 ตารางวา

( ) 3. 401 – 600 ตารางวา ( ) 4.601 – 800 ตารางวา

( ) 5. มากกว่า 800 ตารางวา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นต่อระบบบำบัดน้ำเสียรวม

2.1 ด้านการตลาด

1. ท่านมีความต้องการระบบบำบัดน้ำเสียรวมหรือไม่ อย่างไร

( ) 1. ต้องการ ( ) 2.เฉยๆ ( ) 3.ไม่ต้องการ

2. ปัจจุบันระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานท่านเพียงพอที่จะบำบัดน้ำเสียในกิจการของท่านหรือไม่

( ) 1.เพียงพอ ( ) 2. ไม่เพียงพอ

3. หากมีการขยายกิจการท่านคิดว่าระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานท่านเพียงพอที่จะรับน้ำเสียที่เพิ่มขึ้นหรือไม่

( ) 1. เพียงพอ ( ) 2. ไม่เพียงพอ

4. ท่านคิดว่าหากมีการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมสามารถรองรับน้ำเสียจากกิจการของท่านได้หรือไม่

( ) 1. ได้ ( ) 2. ไม่ได้

5. ท่านคิดว่าการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียรวมสามารถช่วยท่านประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียมากกว่าท่านลงทุนสร้างระบบบำบัดเองหรือไม่ อย่างไร

( ) 1. ประหยัดมาก ( ) 2.ประหยัดพอสมควร

( ) 3. ไม่ประหยัด ( ) 4. ไม่มีความเห็น

6. ถ้ามีการทำระบบบำบัดน้ำเสียรวม ท่านคิดว่าควรจะสร้างใหญ่เท่าไร

( ) 1. รองรับน้ำเสียได้ น้อย 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

( ) 2. รองรับน้ำเสียได้ 501-1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

( ) 3 1,001-1,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน.

( ) 4. 1,501-2,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

( ) 5. อื่นๆ (โปรดระบุ)

7. ท่านคิดว่าสถานที่ตั้งโรงงานบำบัดน้ำเสียรวมควรตั้งที่ใด

( ) 1. ในนิคมอุตสาหกรรม ( ) 2.นอกนิคมอุตสาหกรรม

( ) 3. อื่นๆ (โปรดระบุ)

8. ท่านได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมในจังหวัดสมุทรสาครหรือไม่ อย่างไร

( ) 1. ไม่เคยได้รับข่าวเลย ( ) 2. ได้รับน้อยกว่า 1 ครั้ง/เดือน

( ) 3. ได้รับ 1-2 ครั้ง/เดือน ( ) 4. ได้รับ 3-4 ครั้ง/เดือน

( ) 5. ได้รับ 5-6 ครั้งต่อเดือน ( ) 6. ได้รับมากกว่า 6 ครั้งต่อเดือน)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เลขหมู่.....
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ว
628.3
ส462ก
ค.3

9. ท่านได้รับทราบข่าวสารเรื่องการบำบัดน้ำเสียรวมจากแหล่งใด

( ) 1. หน่วยงานราชการ ( ) 2 วิทยุ ( ) 3 หนังสือพิมพ์

( ) 4 โทรทัศน์ ( ) 5 อื่นๆ ระบุ.....)

2.2 ด้านวิศวกรรม

1.ถ้ามีระบบบำบัดน้ำเสียรวม ท่านต้องการระบบบำบัดน้ำเสียประเภทใด

( ) 1. บ่อบำบัดแบบกึ่งแอโรบิค ( ) 2. บ่อบำบัดแบบแอโรบิค

( ) 3. บ่อบำบัดแบบกึ่งแอนาโรบิค ( ) 4. บ่อบำบัดแบบกึ่งแอโรบิค

( ) 5. ไม่มีความเห็น ( ) 6. อื่น (โปรดระบุ)

2.ถ้ามีการจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียรวม อะไรเป็นสิ่งที่ท่านให้ความสำคัญมากที่สุด

( ) 1. ราคาก่อสร้างถูก ( ) 2. ค่าบำรุงรักษาถูก

( ) 3. ค่าบริการถูก ( ) 4. รองรับน้ำเสียได้หลายประเภท

( ) 5. ไม่มีการใช้สารเคมี ( ) 6. อื่นๆ (โปรดระบุ)

3. ท่านคิดว่าระบบบำบัดน้ำเสียรวมควรใช้การบำบัดด้วยเทคโนโลยีแบบใด

( ) 1. เทคโนโลยีชั้นสูง ( ) 2. เทคโนโลยีชั้นปานกลาง

( ) 3. เทคโนโลยีพื้นบ้าน ( ) 4. อื่นๆ (โปรดระบุ))

4. ท่านคิดว่าระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้เทคโนโลยีชั้นสูงจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นหรือไม่ อย่างไร

( ) 1. มาก ( ) 2 .ปานกลาง ( ) 3. น้อย

( ) 4.ไม่มีผล ( ) 5. ไม่มีความเห็น

5. ท่านคิดว่าโครงการบำบัดน้ำเสียรวมควรจะบริหารงานในด้านวิศวกรรมโดย

( ) 1. รัฐบาล ( ) 2. รัฐบาลร่วมกับเอกชน ( ) 3. เอกชน

( ) 4. องค์กรอิสระ ( ) 5. อื่นๆ ระบุ

2.3 ด้านการเงิน

1. ท่านคิดว่าเงินทุนในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมควรมาจากแหล่งต่อไปนี้ร้อยละเท่าไร

( ) 1. รัฐบาลลงทุน 100%

( ) 2. รัฐบาลลงทุนร่วมกับเอกชนร้อยละ 20:80

( ) 3. รัฐบาลลงทุนร่วมกับเอกชนร้อยละ 50:50

( ) 4. รัฐบาลลงทุนร่วมกับเอกชนร้อยละ 30:70

( ) 5. อื่นๆ ระบุ.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ท่านคิดว่าเงินทุนในการบริหารโครงการระบบบำบัดน้ำเสียรวมควรมาจากแหล่งต่อไปนี้ร้อยละเท่าไร

( ) 1. รัฐบาลลงทุน 100%

( ) 2. รัฐบาลลงทุนร่วมกับเอกชนร้อยละ 20:80

( ) 3. รัฐบาลลงทุนร่วมกับเอกชนร้อยละ 50:50

( ) 4. รัฐบาลลงทุนร่วมกับเอกชนร้อยละ 20:80

( ) 5. รัฐบาลลงทุนร่วมกับเอกชนร้อยละ 30:70

( ) 6. เอกชนลงทุน 100%

( ) 5. อื่นๆ ระบุ.....

3. ท่านคิดว่าควรลงทุนก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมในจังหวัดสมุทรสาครในวงเงินงบประมาณเท่าไร?

( ) 1. น้อยกว่า 50 ล้านบาท ( ) 2. 50-100 ล้านบาท

( ) 3. 101 – 150 ล้านบาท ( ) 4.ไม่มีความเห็น

( ) 5. อื่นๆ (โปรดระบุ)

4. ท่านคิดว่าปริมาณเงินหมุนเวียนที่เหมาะสมสำหรับการบริหารระบบบำบัดน้ำเสียรวมในจังหวัดสมุทรสาครควรเป็นเท่าไร

( ) 1.น้อยกว่า 5 ล้านบาทต่อเดือน ( ) 2. 5-10 ล้านบาทต่อเดือน

( ) 3. 10 – 15 ล้านบาทต่อเดือน ( ) 4.ไม่มีความเห็น

( ) 5. อื่นๆ (โปรดระบุ)

5. ท่านคิดว่าค่าบริการบำบัดน้ำเสียรวมที่ท่านจะใช้บริการควรเป็นเท่าไร

( ) 1. 20-50 บาท/ลบ.ม. ( ) 2.50-100 บาท/ลบ.ม.

( ) 3. อื่นๆ (กรุณาระบุ)

6. ถ้ามีการจัดทำระบบน้ำเสียรวมโดยการระดมทุนในการก่อสร้างจากผู้ใช้บริการ ท่านคิดว่าท่านจะมีส่วนร่วมในการระดมทุนเท่าไร

( ) 1.น้อยกว่า 100,000 บาท ( ) 2. 100,000-500,000 บาท

( ) 3 500,001-1,000,000 .บาท ( ) 4. อื่นๆ (โปรดระบุ))

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1. ท่านคิดว่าโรงงานบำบัดน้ำเสียรวมจะส่งผลกระทบต่อชุมชนที่อยู่รอบข้างหรือไม่ อย่างไร

( ) 1. มีผลกระทบมาก ( ) 2. มีผลกระทบปานกลาง

( ) 3. มีผลกระทบน้อย ( ) 4. ไม่มีผลกระทบ

2. ท่านคิดว่าระบบบำบัดน้ำเสียรวมจะช่วยแก้ปัญหาอะไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

( ) 1. ภาวะการเน่าเสียของแหล่งน้ำสาธารณะ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง

( ) 2. ภาวะการแพร่ระบาดของเชื้อโรคและแมลงที่เจริญเติบโตในน้ำเสีย

( ) 3. เหตุรำคาญอันเกิดจากน้ำเสีย เช่น กลิ่นเหม็น

( ) 4. การระบายน้ำเสียที่มีสารปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

( ) 5. ผลทางเศรษฐกิจที่ต้องบำบัดน้ำเสียแบบไม่มีการใช้ทรัพยากรร่วมกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ประเภทของน้ำเสีย

น้ำเสีย (Waste Water) หมายถึง ของเหลวหรือน้ำที่ผ่านการใช้มาแล้วจากบ้านเรือนการประกอบธุรกิจ การค้า การทำงานในสถานที่ต่าง ๆ การเกษตร หรือโรงงานอุตสาหกรรม น้ำเสียมักมีสิ่งสกปรกต่าง ๆ ปนเปื้อนมาทั้งในรูปแบบของสารแขวนลอยหรือละลายในน้ำ ซึ่งความสกปรกหรือความไม่น่าใช้จึงมีมากกว่าแหล่งน้ำธรรมชาติ (พัฒนา, 2539)

น้ำเสียชุมชน (Domestic Waste Water, Sewage) หมายถึง น้ำเสียจากบ้านพักอาศัยขนาดต่าง ๆ โรงแรม ตลาด รวมทั้งสำนักงานและสถานที่ที่ทำงานนานาชนิด น้ำเสียประเภทนี้เกิดจากกิจกรรมในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เมื่อเปรียบเทียบน้ำเสียอุตสาหกรรมแล้ว น้ำเสียจากชุมชนต่าง ๆ จะมีลักษณะที่ไม่แตกต่างกันมาก ส่วนใหญ่ความสกปรกเป็นสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหารจากการล้างจานรวมภาชนะ หรือจากการปรุงอาหารรวมถึงสารต่าง ๆ ที่เกิดจากการล้างทำความสะอาดเสื้อผ้า รถ บ้านเรือน ฯลฯ (กรมควบคุมมลพิษ, 2537)

น้ำเสียเทศบาล (Municipal Wastewater, Sewage) หมายถึง น้ำเสียในท่อระบายน้ำจะประกอบด้วย น้ำเสียชุมชน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำซึม และน้ำไหล เข้าท่อ รวมทั้งน้ำจากท่อระบายรวมที่มีน้ำฝนปะปนมาด้วย (Hammer, 1977)

ในชุมชนเมืองทั่ว ๆ ไป น้ำเสียส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดเกิดจากชุมชนและประชากร ส่วนโรงงานอุตสาหกรรมนั้นจะมีความสำคัญมากก็เฉพาะย่านที่มีการพัฒนาอุตสาหกรรมมาก ๆ เช่น กรุงเทพมหานครและปริมณฑลและย่านนิคมอุตสาหกรรมเท่านั้น (วิชาญ และ จรินทร์, 2535)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

แหล่งกำเนิดมลพิษของน้ำ

สิ่งที่ทำให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำที่มีมาหลายแหล่งด้วยกัน เราอาจจำแนกประเภทของมลพิษของน้ำตามแหล่งที่มาของสารพิษ (Pollutants) ได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ (ผดุงเกียรติ 2541) คือ

1. มลพิษของน้ำที่เกิดจากน้ำโสโครกจากแหล่งชุมชน (Domestic Wastewater)
2. มลพิษของน้ำที่เกิดจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater)
3. มลพิษของน้ำที่เกิดจากการเกษตรกรรม (Agricultural Wastewater)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

ลักษณะและปริมาณน้ำเสีย

1.น้ำเสียชุมชน

ลักษณะและปริมาณน้ำเสียจากชุมชนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น กิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชน การใช้เครื่องบดขยะมูลฝอยในชุมชน ลักษณะการกินอยู่ของชุมชน และองค์ประกอบอื่น ๆ รวมทั้งวัฒนธรรมของชุมชนนั้นด้วย โดยทั่วไปน้ำเสียจากชุมชนที่เกิดใหม่จะมีสีเทาและมีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย หลังจากที่มีก๊าซออกซิเจนละลายน้ำจะถูกจุลินทรีย์ใช้ไปในปฏิกิริยาการย่อยสลายทางชีวภาพ สีของน้ำจะเปลี่ยนเป็นสีดำและมีก๊าซไข่เน่า (สมใจ, 2532)

2.ปริมาณน้ำเสีย

ปริมาณน้ำเสียของแต่ละชุมชนย่อมแตกต่างกันไปตามขนาดของชุมชน สภาพความเป็นอยู่และวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน โดยในเขตชุมชนอาจมีการใช้น้ำระหว่าง 10-40 ลิตรต่อคนต่อวัน ในขณะที่อัตราการใช้น้ำในเขตเมืองสูงขึ้น 300 ลิตรต่อคนต่อวัน โดยเฉลี่ยพบว่าคนไทยใช้น้ำวันละ 50-500 ลิตรต่อคนต่อวัน (เปี่ยมศักดิ์, 2539) แหล่งปัญหาหลักที่มีอัตราการใช้น้ำมาก ได้แก่ โรงแรม ศูนย์การค้า และอาคารชุด ซึ่งมีปริมาณน้ำเสียรวมมากกว่า ร้อยละ 50 ของปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่ชุมชนผลิตออกมา (สุเทพ, 2531)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

สารอินทรีย์

เกษม (2541) และ สมใจ (2532) ได้กล่าวว่า สารอินทรีย์ เป็นมลสารที่สำคัญที่สุดที่ก่อให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ มลสารที่เป็นสารอินทรีย์แบ่งออกได้เป็น สารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายได้ (Biodegradable) และย่อยสลายไม่ได้ (Non-Biodegradable) สารอินทรีย์ประเภทแรกจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ เนื่องจากในกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์จะต้องใช้ก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ถ้ามีมลสารประเภทนี้มากเกินไปก็จะทำให้แหล่งน้ำนั้นเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนได้ สารอินทรีย์ประเภทที่สอง ถ้าตัวมันเองไม่มีพิษก็จะไม่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ

ปฏิกิริยาสลายตัวของสารอินทรีย์ในน้ำ

สารอินทรีย์ในน้ำแบ่งออกได้เป็นสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ และละลายน้ำไม่ได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาการสลายตัวต่างกันดังนี้

1. สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้

การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ในแหล่งน้ำที่มีก๊าซออกซิเจนละลายอยู่จะเกิดปฏิกิริยาดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$\text{สารอินทรีย์} + O_2 \xrightarrow{\text{จุลินทรีย์}} CO_2 + H_2O + NH_3 + \text{เซลใหม่} + \text{สารอื่น ๆ}$$

ถ้าแหล่งน้ำนี้มีสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มาก จนก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำหมดไป จุลินทรีย์ก็จะดึงเอาออกซิเจนจากสารประกอบอื่นมาใช้ เช่น ไนเตรท และซัลเฟต โดยในขั้นแรกจุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนจากไนเตรทก่อน ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า ดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ดังสมการ

$$\text{สารอินทรีย์} + NO_3^- \xrightarrow{\text{จุลินทรีย์}} N_2 + CO_2 + H_2O$$

เมื่อไนเตรทถูกใช้จนหมดก็จะเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนทำให้ปฏิกิริยาสลายตัวของสารอินทรีย์เกิดอย่างไม่สมบูรณ์ ผลจากปฏิกิริยาจะอยู่ในรูปของกรดไขมัน (Fatty Acid) แอลกอฮอล์ และสารอื่น ๆ ซึ่งสารต่าง ๆ เหล่านี้จะก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นขึ้น แต่ถ้าแหล่งน้ำนั้นมีซัลเฟตอยู่ จุลินทรีย์ จะดึงออกซิเจนจากซัลเฟตมาใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่อไป ดังสมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\text{กรดไขมัน} + SO_4^{-2} \xrightarrow{\text{จุลินทรีย์}} S^{-2} + CO_2 + H_2O$$

ซัลไฟต์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะเกิดเป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟต์ ซึ่งมีกลิ่นเหม็น มีพิษต่อปลาและก่อให้เกิดปัญหาของการกัดกร่อนหรืออาจเกิดเป็นเหล็กซัลไฟต์อยู่ในตะกอนใต้น้ำ ทำให้ตะกอนมีสีดำ เมื่อซัลเฟตถูกใช้ไปหมดหรือไม่มีในแหล่งน้ำนั้น ก็จะเกิดกระบวนการสลายตัวของกรดไขมัน กลายเป็นก๊าซมีเทนขึ้น ซึ่งไม่มีกลิ่น และไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ดังสมการ

$$\text{กรดไขมัน} \xrightarrow{\text{จุลินทรีย์}} CH_2 + CO_2$$

โดยทั่วไปแล้วการสลายตัวของสารอินทรีย์ใน แม่น้ำ ลำคลอง จะหยุดแค่ ปฏิกิริยาการใช้ซัลเฟตเท่านั้น การสลายตัวของกรดไขมันเป็นก๊าซมีเทนมักจะไม่เกิดขึ้น

2. สารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ

สารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำมักจะมีขนาดของอนุภาคใหญ่ และจะจมลงใต้น้ำ สะสมอยู่ในตะกอนซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำในอีกลักษณะหนึ่ง กล่าวคือ ในบริเวณที่เป็นตะกอนจะเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนขึ้น ทั้ง ๆ ที่แหล่งน้ำนั้นจะมีก๊าซออกซิเจนละลายอยู่สูงก็ตาม เนื่องจากออกซิเจนที่ละลายในน้ำถ่ายเทไปสู่ตะกอนได้น้อย ทำให้การสลายตัวของสารอินทรีย์ในบริเวณนี้อยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจนเกิดเป็นก๊าซมีเทนขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฉ

ผลของสารอินทรีย์ที่มีต่อระบบนิเวศน์วิทยา

ถ้าแหล่งน้ำนั้นมีความสามารถในการย่อยสลายสารอินทีย์มากกว่าปริมาณของสารอินทรีย์ที่ปล่อยลงไป แหล่งน้ำนั้นยังคงมีก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ ปัญหามลพิษทางน้ำมีน้อยแต่อาจมีผลต่อระบบนิเวศวิทยาในน้ำได้ เช่น ทำให้ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำนั้นมีเพิ่มขึ้น

ในกรณีที่แหล่งน้ำนั้นมีความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้น้อยกว่าปริมาณของสารอินทรีย์ที่ปล่อยลงไป ก็จะก่อให้เกิดสภาวะไร้ออกซิเจน ทำให้ปลาตาย แหล่งน้ำนั้นมีกลิ่นเหม็นเป็นต้น

ผลของสารอินทรีย์ที่มีต่อระบบนิเวศเป็นส่วนสำคัญในการนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการศึกษาคุณภาพของน้ำโดยการสำรวจชนิดของสิ่งมีชีวิตในตะกอน (Bsurvey) ซึ่งสามารถจะบอกถึงคุณภาพของแหล่งน้ำนั้นได้ดีกว่าการใช้คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี เพราะเป็นผลที่เกิดขึ้นในระยะยาว โดยไม่มีผลผิดพลาดจากการเก็บตัวอย่างและความไม่แน่นอนของปริมาณสารอินทรีย์ที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำนั้นในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ช

การควบคุมและติดตามตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย

เพื่อให้การบำบัดน้ำเสียเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องควบคุมและติดตามตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่มีการใช้งานอยู่ในโรงงานหลายแห่ง เป็นระบบบ่อไร้อากาศแบบเปิด ซึ่งวิธีการควบคุมและติดตามตรวจสอบที่สำคัญ ได้แก่

- ควบคุมให้มีสารอินทรีย์เข้า (กิโลกรัม/ลบ.ม.-วัน)
- ควบคุมค่า pH อยู่ระหว่าง 6.8-7.4 และไม่ควรต่ำกว่า 6.5
- อัตราส่วนของกรดระเหยต่อด่างเท่ากับ 0.1-0.3
- คาร์บอนไดออกไซด์ 30-35% (ไม่เกิน 40%)
- แอมโมเนียต้องไม่เกิน 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร
- ซัลไฟด์ไม่เกิน 100 มิลลิกรัม/ลิตร
- อัตราส่วนบีโอดีต่อไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส (BOD : N: P) = 100 :1 :0.2
- อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 30+5 องศาเซลเซียส
- ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในบ่อประมาณ 10-30 วัน
- ปริมาณของสารอนินทรีย์ที่ปนมากับน้ำเสียหากมีมากเกินไปจะเป็นพิษทำให้แบคทีเรียตายได้ ปริมาณที่เหมาะสมคือ

แคลเซียม	100-200 มิลลิกรัม/ลิตร
แมกนีเซียม	75-150 มิลลิกรัม/ลิตร
โปแตสเซียม	200-400 มิลลิกรัม/ลิตร
โซเดียม	100-200 มิลลิกรัม/ลิตร

ระบบบำบัดแบบใช้อากาศ

1. ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)
   - ควบคุมน้ำเสียให้เข้าบ่อสม่ำเสมอ
   - ตรวจค่าออกซิเจนให้ละลายอยู่อย่างน้อย 1 มิลลิกรัม/ลิตร
   - ควบคุม pH ให้อยู่ในช่วง 6.8-8.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- ควบคุมไม่ให้เกิดฟองด้วยการฉีดน้ำ
- ตรวจจุลินทรีย์ ระวังไม่ให้มีสัตว์เซลล์เดียวพวก Rotifer ซึ่งจะเกินจุลินทรีย์และสาหร่ายในบ่อ
- ตรวจสอบเครื่องเติมอากาศให้ทำงานได้ดีอยู่เสมอ

2. ระบบบ่อผึ่งหรือบ่อธรรมชาติ (Oxidation Pond)
   - ต้องควบคุม pH ในบ่อไม่ให้เป็นกรด หากพบว่า pH ในบ่อต่ำลงจะต้องปรับด้วยปูนขาว
   - จะต้องดูแลความหนาแน่นของสาหร่ายไม่ให้มีมากเกินไป มิฉะนั้นตอนกลางคืนอาจทำให้มีออกซิเจนไม่พอเพียง
   - หากบ่อมีกลิ่นเหม็นให้เติมสาร โซเดียมไนเตรทดับกลิ่นแล้วตรวจความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่เข้าในบ่อ อาจเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้
   - หมั่นตัดหญ้าขอบบ่อเพื่อไม่ให้เป็นแหล่งเพาะยุงและหนูหรือสัตว์อื่น
3. ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge)

ปัญหาสำคัญที่พบในการใช้ระบบ AS ก็คือ การควบคุมระบบให้สามารถทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ ปัญหาดังกล่าวของผู้ควบคุมระบบ ได้แก่

- ไม่เห็นความสำคัญของการหมุนเวียนกลับของตะกอนเลน จึงปล่อยให้ตกค้างอยู่ก้นถังตกตะกอนเป็นเวลานาน
- ไม่ทราบปริมาณของตะกอนเลนส่วนเกินซึ่งต้องระบายทิ้ง
- ไม่ทราบปริมาณตะกอนเลนที่ต้องหมุนเวียนกลับ

การแก้ปัญหาสามารถกระทำโดย

- ทำการหมุนเวียนตะกอนเลนกลับคืนสู่ถังเติมอากาศเพื่อรักษาปริมาณตะกอนจุลชีพให้มีอยู่ในถังเติมอากาศให้มากที่สุด โดยอัตราการหมุนเวียนตะกอนเลนคืนกลับควรมีค่าประมาณร้อยละ 30 ของอัตราการไหลของน้ำเสียและต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง แต่ไม่จำเป็นต้องกระทำติดต่อกันตลอดเวลา โดยอาจกระทำเป็นระยะๆ ก็ได้

- การทิ้งตะกอนเลนส่วนเกินจากระบบ เป็นสิ่งที่ควรกระทำแต่ไม่จำเป็นต้องกระทำทุกวัน และหากไม่ระบายทิ้งและระบบบำบัดไม่เกิดปัญหาก็ไม่จำเป็นต้องระบายทิ้ง

ในการตรวจสอบเพื่อดูว่าต้องระบายตะกอนเลนทิ้งหรือไม่อาจกระทำได้ง่ายๆ ดังนี้ ตักน้ำที่มีตะกอนในถังเติมอากาศขณะกำลังทำงานอยู่เทใส่ในกระบอกตวงแก้วขนาด 1 ลิตรให้เต็มถังทิ้งไว้ 30 นาที จึงอ่านปริมาตรของตะกอนในกระบอกตวง ถ้าปริมาตรของตะกอนไม่เกิน 750 มล.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แสดงว่าไม่ต้องระบายตะกอนเลนทิ้ง แต่ถ้าปริมาตรน้อยกว่า 100 มล. แสดงว่ามีตะกอนน้อยเกินไป หรืออาจแสดงว่ามีตะกอนหนืออกไปจากระบบมากเกินไป หากจำเป็นต้องระบายตะกอนเลน ให้ระบายตะกอนเลนออก ไม่เกินร้อยละ 5 ของปริมาตรถังเติมอากาศต่อวัน หลังจากนั้นให้ตรวจสอบปริมาตรของตะกอนในกระบอกตวงใหม่ในวันต่อไป

การติดตามตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่

- ตรวจสอบ Lay-out เปรียบเทียบกับโครงสร้างจริงว่ามีการก่อสร้างตรงตามที่มีในแนบหรือไม่ ในส่วนของการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้ตรวจสอบตั้งแต่จุดน้ำเข้าระบบ จนถึงจุดท้ายคือจุดน้ำออก ว่ามีการติดตั้งครบถ้วนหรือไม่

- ตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่มองเห็นได้ก็ไม่มีปัญหา แต่ถ้าเป็นอุปกรณ์ที่มองไม่เห็น เช่น เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ หรือปั๊มใต้น้ำอาจทดสอบได้จากการสังเกตลักษณะฟอง หรือฟังเสียงการทำงานของเครื่อง หรือตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่ตู้ควบคุม ซึ่งในการตรวจสอบนี้อาจต้องลองเปิดเครื่องที่ยังไม่ได้ใช้งานในขณะนั้นเพื่อดูว่ายังสามารถทำงานได้ครบทุกเครื่องหรือไม่

- การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพต่างๆ ที่เป็นตัวชี้วัดสภาพการทำงานของระบบมีดังนี้

สี : สีของน้ำตะกอนที่ดีควรจะเป็นสีน้ำตาลเข้มคล้ายสีของช็อกโกแลต ยกเว้นโรงบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่น้ำเสียมีสีเจือปนมามาก เช่น โรงงานย้อมผ้าจะทำให้สีของน้ำตะกอนเปลี่ยนแปลงไปตามสีของน้ำเสียได้

กลิ่น : ระบบที่ได้รับการควบคุมที่ดีจะไม่มีกลิ่นเหม็น ถ้าตักตัวอย่างน้ำตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศมาดมจะมีเพียงกลิ่นจางๆ คล้ายกลิ่นดินเท่านั้น

ฟอง : ระบบที่ดีจะต้องไม่มีฟองเกิดขึ้นในระบบบำบัด หรือถ้ามีฟองก็มีไม่มาก คือประมาณ 20 % ของพื้นที่ผิวน้ำ

การเจริญเติบโตของสาหร่าย : สาหร่ายที่เกิดขึ้นมักจะอยู่ตามผนังของถังซึ่งระบบบำบัดที่ระบบเดินปกติจะไม่มีสาหร่ายเกิดขึ้นให้เห็นมากนัก

ลักษณะการเติมอากาศ : สำหรับเครื่องกลเติมอากาศ ใบพัดควรจะดีน้ำกระจายอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึงทั้งบ่อ และถ้าเป็นแบบเครื่องเป่าอากาศ ฟองจะต้องลอยขึ้นมาสู่ผิวน้ำและลักษณะการกวนของน้ำในถึงเติมอากาศอย่างสม่ำเสมอ

การสะสมของตะกอน : ไม่ควรมีการสะสมของตะกอนที่มุมถัง หรือช่วงกลางระหว่างเครื่องเติมอากาศ

ลักษณะการไหลของน้ำ : ระบบที่ดีจะไม่มีการไหลในลักษณะที่เรียกว่าไหลลัดวงจร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การกวน : การกวนให้ตะกอนจุลินทรีย์สัมผัสกับน้ำเสีย เป็นปัจจัยที่สำคัญในการบำบัดน้ำเสีย ระบบที่ดีจึงควรมีการกวนอย่างทั่วถึงในถังเติมอากาศ

- การตรวจสอบถังตกตะกอน ถังตกตะกอนมีหน้าที่เป็นส่วนให้น้ำนิ่ง ซึ่งจะใช้ตกตะกอนเชื้อเพื่อแยกน้ำใสออก ดังนั้น ถังตกตะกอนที่มีประสิทธิภาพดี จะเห็นน้ำใสแยกชั้นกับตะกอนได้อย่างชัดเจน จะไม่มีตะกอนลอย หรือตะกอนแขวนลอยแล้วไหลหลุดออกไปกับน้ำทิ้งส่วนอุปกรณ์ในถึงตกตะกอน เช่น ใบกวาดตะกอนก็จะต้องตรวจสอบว่าอุปกรณ์เดินได้ดีหรือไม่

- การกำจัดตะกอนส่วนเกินของระบบบำบัดน้ำเสีย มีหลักการคือ ถ้าตะกอนยังไม่เสถียรก็จะต้องทำให้ตะกอนเสถียรด้วยการย่อยสลายแบบมีอากาศ หรือไม่มีอากาศ หรือการใช้สารเคมี ต่อจากนั้นก็จะมีการแยกน้ำออกด้วย เครื่องจักร เช่น Filter press หรือ Belt press หรือตากในลานทราย และหลังจากนั้นก็จะนำตะกอนไปกำจัดที่อื่น เช่น การถมที่ หรือทำปุ๋ยต่อไป ในการตรวจสอบจะต้องดูว่ามีการบำบัดตะกอนที่ถูกต้องหรือไม่ และการกำจัดสุดท้ายส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมหรือไม่

- การตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าหากโรงงานมีกล้องจุลทรรศน์ ก็อาจจะใช้ตรวจสอบสมรรถภาพ ดุลยภาพ และชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำงานอยู่ในระบบก็สามารถบอกปัญหาที่กำลังจะเกิดขึ้นและวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

- จุลินทรีย์ที่เลี้ยงไว้ในถัง ส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรีย ชนิดต่างๆ จำวนมากน้อยไม่เท่ากันขึ้นกับชนิดของสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสีย เพราะแบคทีเรียต่างชนิดจะย่อยสารอินทรีย์แตกต่างกันไป นอกจานี้ยังมีรา สาหร่าย แต่ก็มีบทบาทในการย่อยสลายสารอินทรีย์ไม่มากนัก แต่หากมีเป็นจำนวนมากจะเป็นตัวก่อกวนระบบ ส่วนโปรโตซัว และโรติเฟอร์ จะเป็นตัวลดจำนวนแบคทีเรีย จัดอยู่ในพวกก่อกวนถ้ามีในจำนวนมาก อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์ชนิดนี้มีประโยชน์ในการใช้เป็นดัชนีบอกระดับการทำงานของระบบได้ ถ้ามีพวกโปรโตซัวที่มีขนมากแสดงว่าระบบสมบูรณ์ดี ถ้ามีโปรโตซัวที่มีก้าน แสดงว่าระบบไม่ค่อยสมบูรณ์ หากพลจุลินทรีย์ชนิดเป็นเส้นใย เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะลอยตัวไม่เกาะเป็นกลุ่มจะพบว่าตะกอนจมตัวได้ยาก และเป็นปัญหาในถังตกตะกอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 แสดงพารามิเตอร์ที่ต้องวิเคราะห์เพื่อติดตามตรวจสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

ขั้นตอน	พารามิเตอร์	หน่วย
บ่อไร้อากาศ	ระดับตะกอน	%ของความลึก
น้ำเสียจากระบบบำบัดแบบไร้อากาศ	COD	มิลลิกรัม/ลิตร
	BOD_5	มิลลิกรัม/ลิตร
	SS	มิลลิกรัม/ลิตร
	Settable solids	มิลลิกรัม/ลิตร
	อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส
	PH	
การกำจัดตะกอนของบ่อไร้อากาศ	ปริมาตรตะกอน	ลบ.ม./เดือน
		กรัม/ลิตร
ในระบบบำบัดแบบใช้อากาศ	VSS	กรัม/ลิตร
	Settable solids	มิลลิกรัม/ลิตร
	Sludge volume index	มิลลิกรัม/ลิตร
	DO	มิลลิกรัม/ลิตร
	การใช้พลังงาน	กิโลวัตต์/วัน
	อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส
การกำจัดตะกอนของบ่อตะกอน (Polishing Pond)	ระดับตะกอน	%ของความลึก
การกำจัดตะกอนส่วนเกิน	ปริมาตรตะกอน	ลบ.ม./เดือน
		กรัม/ลิตร
น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว	COD (regularly)	มิลลิกรัม/ลิตร
	BOD (occasionally)	มิลลิกรัม/ลิตร
	TKN	มิลลิกรัม/ลิตร
	Grease & Oil	มิลลิกรัม/ลิตร
	SS	มิลลิกรัม/ลิตร
	อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส
	PH	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ซ.

ต้นทุนค่าใช้จ่ายการดำเนินการของระบบบำบัดน้ำเสีย

กรมโรงงานอุตสาหกรรม(2541) ได้ศึกษาต้นทุนค่าใช้จ่ายการดำเนินการของระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางสรุปค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียขนาด 150 ลบ.ม./วัน

รายการ	ใช้พื้นที่มาก	ใช้พื้นที่ปานกลาง	ใช้พื้นที่น้อย
ขนาดของระบบบำบัด (ลบ.ม./วัน)	150.00	150.00	150.00
พื้นที่ (ไร่)	5.32	1.92	0.73
ค่าก่อสร้าง : ล้านบาท			
งานโยธาโครงสร้าง (a)	1.800	1.390	3.080
งานอุปกรณ์และเครื่องกล (b)	0.780	1.500	2.510
งานไฟฟ้าและท่อ (c)	0.214	0.238	0.433
ราคาเบื้องต้น (a+b+c)	2.794	3.128	6.023
OVERHRAD+PROFIT 10%	0.279	0.313	0.602
ค่าเผื่อขาดเหลือ 10%	0.307	0.344	0.663
รวมค่าก่อสร้างทั้งหมด	3.380	3.785	7.288
ราคาค่าก่อสร้าง (บาท/ลบ.ม.-วัน)	22,500	25,200	48,600
ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (O&M) : บาท			
ค่าบำรุงรักษา/เดือน*	2,000	3,000	10,000
ค่าไฟฟ้า/เดือน**	2,300	9,000	14,000
ค่าสารเคมี/เดือน	4,500	4,500	7,200
ค่าบุคลากร/เดือน	7,000	1,7000	24,000
รวมค่า O&M /เดือน	15,800	33,500	55,200
ค่า O&M /ปี	189,600	402,000	662,400
ค่า O&M บาท/ลบ.ม.	3.51	7.44	12.27
NPV (i=12%) ล้านบาท	**4.09**	**5.65**	**10.25**

หมายเหตุ : *ค่าบำรุงรักษาต่อปี 1.5% ของ (a) และ 2% ของ (b+c)

**ค่าไฟฟ้า 3.00 บาท/กิโลวัตต์-ชม. ระยะเวลาโครงการ 10 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางสรุปค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียและค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียขนาด 250 ลบ.ม./วัน

รายการ	ใช้พื้นที่มาก	ใช้พื้นที่ปานกลาง	ใช้พื้นที่น้อย
ขนาดของระบบบำบัด (ลบ.ม./วัน)	250.00	250.00	120.00
พื้นที่ (ไร่)	8.57	3.03	1.54
ค่าก่อสร้าง : ล้านบาท			
งานโยธาโครงสร้าง (a)	2.500	2.045	4.500
งานอุปกรณ์และเครื่องกล (b)	0.790	1.510	3.534
งานไฟฟ้าและท่อ (c)	0.273	0.313	0.591
ราคาเบื้องต้น (a+b+c)	3.563	3.868	8.625
OVERHRAD+PROFIT 10%	0.356	0.387	0.863
ค่าเผื่อขาดเหลือ 10%	0.392	0.425	0.949
รวมค่าก่อสร้างทั้งหมด	4.311	4.680	10.437
ราคาค่าก่อสร้าง (บาท/ลบ.ม.-วัน)	17,200	18,720	41,700
ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (O&M) : บาท			
ค่าบำรุงรักษา/เดือน*	3,000	5,600	16,000
ค่าไฟฟ้า/เดือน**	5,000	15,000	30,000
ค่าสารเคมี/เดือน	7,500	7,500	12,000
ค่าบุคลากร/เดือน	7,000	17,000	24,000
รวมค่า O&M /เดือน	22,500	45,100	82,200
ค่า O&M /ปี	270,000	541,200	984,000
ค่า O&M บาท/ลบ.ม.	3.00	6.01	12.27
NPV (i=12%) ล้านบาท	**5.37**	**7.24**	**14.88**

หมายเหตุ : *ค่าบำรุงรักษาต่อปี 1.5% ของ (a) และ 2% ของ (b+c)

**ค่าไฟฟ้า 3.00 บาท/กิโลวัตต์-ชม.

ระยะเวลาโครงการ 10 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายศุภชัย ศิริวัฒนเจริญชัย

วัน เดือน ปี เกิด 17 กันยายน 2495

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษามัธยมปลาย โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหการ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved