

ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง

ปริญญานิพนธ์

ของ

รังษี ปัดลี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2546

ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๒๕๘.๓๔
๖๖๕๐
๖.๖

ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวยก

บทคัดย่อ

ของ

รังษี ปัดลี

14 ต.ค. 2546

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2546

๒ ๕๕๕๐๖ ๖.๖

รังษิ ปัตลี (2546). ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง .

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันทรกุล , อาจารย์โอบาส
สุขหวาน.

การวิจัย เพื่อออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง ทดสอบ
ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียเทียบเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยา
ศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ระบบบำบัดน้ำเสียออกแบบเป็นระบบตกตะกอนแบบท่อเอียง ต่ออนุกรม
กับระบบกรองไม่เติมอากาศ ใช้ 8 ท่อ พีวีซี (PVC) มีค่าสัดส่วนความยาวท่อและเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 20 โดย
ทำมุมเอียงกับแนวราบ 45 องศา และใช้ตัวกลางพลาสติกแบบวงแหวน (Pall Ring) ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส
(Specific Surface Area) 102 ตร.ม/ลบ.ม ของตัวกลาง ความสูงของชั้นตัวกลาง 0.60 เมตร ผลการประกอบ
สร้างตามแบบและทดสอบประสิทธิภาพสามารถกักขังน้ำเสียได้ตามระยะเวลาทดลอง และสามารถบำบัดน้ำ
เสียชุมชนจากอาคารโรงอาหารและบ้านพักอาศัยได้

ระบบบำบัดน้ำเสียทดสอบกับน้ำเสียชุมชนจากอาคารโรงอาหารและบ้านพักอาศัย ที่ปริมาณน้ำเสีย
0.537 ลบ.มต่อวัน ใช้เวลาเก็บกักน้ำเสียในส่วนระบบตกตะกอนท่อเอียง และส่วนกรองไร้อากาศ ส่วนละ 12
ชั่วโมง ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียในรูปค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำเสียที่ผ่าน
ระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว สำหรับน้ำเสียจากโรงอาหารและบ้านพักอาศัย เมื่อเทียบกับมาตรฐานเป็นดังนี้

ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่า 7.47 และ 7.23 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 5-9

ค่า บี โอดี (BOD) มีค่า 8.33 มก./ล และ 16.33 มก./ล. ตามลำดับ

ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน 20 มก./ล.

ค่าปริมาณของแข็งละลาย (Dissolved Solids) มีค่า 195.55 มก./ล. และ 228 มก./ล. ตามลำดับ

ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน 500 มก./ล.

ค่าปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids) มีค่า 0.00 มก./ล. และ 0.00 มก./ล. ตามลำดับ

ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน 0.5 มก./ล.

ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) มีค่า 11 มก./ล. และ 0.00 มก./ล. ตามลำดับ

ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน 30 มก./ล.

ค่าปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide) มีค่า 0.00 มก./ล. และ 1.67 มก./ล. ตามลำดับ

เกินเกณฑ์มาตรฐาน 1 มก./ล. สำหรับน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย

ค่าปริมาณน้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease) มีค่า 0.67 มก./ล. และ 0.66 มก./ล. ตามลำดับ

ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน 20 มก./ล.

ค่าไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen) มีค่า 40 มก./ล. และ 1.67 มก./ล. ตามลำดับ

เกินเกณฑ์มาตรฐาน 35 มก./ล. สำหรับน้ำเสียจากโรงงาน

DESIGN OF AN ANAEROBIC FILTER SYSTEM BY USING
PLASTIC MEDIA FOR WASTEWATER TREATMENT

AN ABSTRACT
BY
RANGSEE PATLEE

Presented in partial fulfillment of the requirement
for the Master of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University
May 2003

Rangse Patlee. (2003). *Design of an anaerobic filter system by using plastic media for wastewater treatment*. Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Dr. Upawit Suwakantagul, Mr. Ophat Sukwan.

This objectives of this thesis were to designed of an anaerobic filter system by using plastic media for wastewater treatment. The efficiency of wastewater treatment system evaluated by comparing with the wastewater quality standards of the Pollution control Department of Ministry of Science, Technology and Environment. The wastewater treatment system combined with the inclined tube settlers and the anaerobic filter compartments. For the inclined tube settlers compartment, using 8 – PVC pipes that had ratio between length and diameter of pipe about 20 at 45° inclined angle. The plastic media selected for the anaerobic filter compartment that were designed a specific surface area of media at 102 m²/m³ and 0.6 meter depth of media. The drawing wastewater treatment system could be constructed and testing that get to optimum capacity all time for resisting water pressure. The wastewater treatment system could be treated wastewater from restaurant and dwelling.

The wastewater treatment system was carried out to treat a domestic wastewater of restaurant and a dwelling in order. The performance were conducted by flowrate 0.537 m³/d at detention time 12 hours for each compartment.

The quality of wastewater that treated by wastewater treatment system is an optimum value when compared with standard definition. While, the results indicated of testing get to sulfide and Total Kjeldahl Nitrogen effluent more than standard definition for wastewater of dwelling and restaurants. The everage effluent parameter were resulted for a restaurant and a dwelling in order such as,

pH	7.47	and 7.23 , Standard 5-9
BOD	8.33	mg/l and 16.33 mg/l, Standard ≤ 20 mg/l
Dissolved Solids	195.55	mg/l and 228 mg/l, Standard ≤ 500 mg/l
Settleable Solids	0.00	mg/l and 0.00 mg/l, Standard ≤ 0.5 mg/l
Suspended Solids	11.00	mg/l and 0.00 mg/l, Standard ≤ 30 mg/l
Sulfide	0.00	mg/l and 1.67 mg/l, Standard ≤ 1 mg/l
Fat Oil and Grease	0.67	mg/l and 0.66 mg/l, Standard ≤ 20 mg/l
Total Kjeldahl Nitrogen	40.00	mg/l and 1.67 mg/l, Standard ≤ 35 mg/l

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง

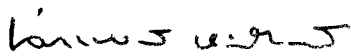
ของ

นายรังษี ปัดลี

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นำเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

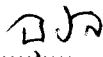


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพร หะวานนท์)

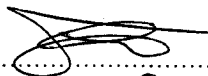
วันที่...๙...เดือน...พฤษภาคม...พ.ศ 2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



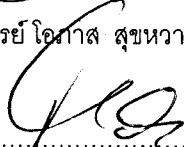
.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.อุบลวิทย์ สุวคันธกุล)



.....กรรมการ

(อาจารย์ โอภาส สุขหวาน)



.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)



.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณอมสิน ดิสถาพร)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่ง จากอาจารย์ ดร.อุพิทย์ สุวคันธกุล ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ โอภาส สุขหวาน คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนผู้วิจัยสามารถดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ได้สำเร็จ ผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ผศ.ถนนอมสิน ดิสถาพร, คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ และชี้แนะในการแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วิทยา อยู่สุข ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเอกสารการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย และให้ข้อเสนอแนะแก้ไขปรับปรุง

คุณประโยชน์จากปริญญานิพนธ์มอบให้คุณพ่อ คุณแม่ และครูอาจารย์ ซึ่งมีพระคุณอย่างยิ่ง ฐานะเป็นผู้สร้างรากฐานการศึกษาแก่ผู้วิจัย

รังษี ปัตติ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	3
สมมุติฐานในการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
น้ำเสียจากแหล่งชุมชน.....	5
การบำบัดน้ำเสียและการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย.....	6
หลักการออกแบบและระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบมีตัวกลาง.....	6
การตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งและเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร.....	15
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
3 การดำเนินการวิจัย.....	30
ประชากร, กลุ่มตัวอย่างและตัวแปรที่ศึกษา.....	35
ศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย.....	37
ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย.....	37
ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเอกสารการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย.....	44
กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย.....	44
กำหนดระยะเวลา สถานที่ การสร้าง การติดตั้งและการทดลอง.....	44
สร้างและติดตั้งตามแบบที่กำหนด.....	45
ทดลองการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย.....	45
ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย.....	50
การจัดการทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปอภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	56
จุดมุ่งหมายในการวิจัย	56
ความสำคัญของการวิจัย	56
สมมติฐานของงานวิจัย.....	56
การดำเนินการวิจัย.....	56
การประเมินประสิทธิภาพ.....	57
ผลการวิจัย.....	57
อภิปรายผล.....	58
ข้อเสนอแนะ.....	61
บรรณานุกรม.....	63
ภาคผนวก.....	66
ภาคผนวก ก. หนังสือรับรองผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเอกสารการออกแบบระบบ บำบัดน้ำเสีย.....	67
ภาคผนวก ข. หนังสืออนุญาตขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน.....	70
ภาคผนวก ค. รายงานผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย.....	74
ภาคผนวก ง. ภาพประกอบการติดตั้งการทดลองระบบบำบัดน้ำเสีย.....	86
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	89

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ปริมาณน้ำเสียจากชุมชนของอาคารประเภทต่างๆ.....	7
2 ลักษณะน้ำเสียจากอาคารประเภทต่างๆในประเทศไทย.....	7
3 ลักษณะน้ำเสียจากชุมชน.....	8
4 ประโยชน์ของข้อมูลค่าปริมาณของแข็งที่มีต่อการบำบัดน้ำเสีย.....	10
5 วิธีการกักตัวอย่างของน้ำและช่วงเวลากักและปริมาณของตัวอย่างน้ำที่ควรกักไว้.....	20
6 ชนิดต่างๆของตัวกลางสำหรับถังกรองไร้อากาศ.....	29
7 วิธีตรวจสอบมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร.....	30
8 การจำแนกประเภทอาคาร.....	31
9 มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร	32
10 แสดงการแบ่งการทดลองเป็น 2 ชุด ตามกลุ่มตัวอย่างน้ำเสีย.....	45
11 วิธีการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ.....	50
12 แสดงแบบฟอร์มบันทึกผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย.....	51
13 แสดงผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากโรงงานอาหาร.....	53
14 แสดงผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย.....	54

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ค่า BOD สำหรับน้ำเสียทั่วไป.....	9
2 วัฏจักรของซัลเฟอร์.....	11
3 การแปรเปลี่ยนรูปของไนโตรเจน.....	13
4 ถังตกไขมันหรือน้ำมันแบบทั่วไป.....	14
5 การบำบัดขั้นต้น.....	15
6 การบำบัดขั้นที่สอง.....	17
7 การตกตะกอนในท่อเอียงแบบทวนทิศทางการไหลของน้ำเสีย.....	24
8 การตกตะกอนในท่อเอียงแบบตามทิศทางการไหลของน้ำเสีย.....	25
9 การตกตะกอนในท่อเอียงแบบตั้งฉากทิศทางการไหลของน้ำเสีย.....	25
10 ชนิดต่างๆของตัวกลางสำหรับถังกรองไร้อากาศ.....	28
11 แสดงกรอบความคิดในการวิจัย.....	36
12 ลักษณะของตัวกลางพลาสติกที่ใช้ในการศึกษา.....	42
13 แสดงแบบแปลนและรูปตัดถึงบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมแบบมีตัวกลาง.....	43
14 Flow Diagram.....	46
15 แสดงผังการทดลองการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติม อากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง.....	49
16 ตัวกลางพลาสติกแบบวงแหวน (Pall Ring).....	87
17 การจัดวางตัวกลางพลาสติกแบบวงแหวน (Pall Ring).....	87
18 ระบบถังบำบัดน้ำเสียขณะที่ยังไม่ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพ.....	88
19 ระบบบำบัดน้ำเสียขณะที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพ.....	88

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

น้ำเสียเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมปัญหาหนึ่ง ที่มีระดับความรุนแรงไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านอื่นๆ ปี พ.ศ. 2534 มติคณะรัฐมนตรีขณะนั้น กำหนดให้เป็นปีแห่งการกำจัดน้ำเสีย โดยกำหนดให้หน่วยราชการดำเนินการกำจัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงรางระบายน้ำสาธารณะ (เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญาและคณะ. 2537:1) น้ำเสียจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เมื่อถูกปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยปราศจากการบำบัดน้ำเสีย จะทำให้แหล่งน้ำเกิดสภาพเน่าเสีย วิธีการบำบัดน้ำเสียมีหลายวิธี การบำบัดน้ำเสียต้องเลือกวิธีการบำบัดน้ำเสียให้ถูกต้องและเหมาะสมกับแหล่งที่มาของน้ำเสียนั้นๆ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539:21)

แหล่งที่มาของน้ำเสียที่สำคัญมาจากน้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater) และน้ำเสียอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater) (เสริมพล รัตสุข. 2518:1) น้ำเสียชุมชนเป็นน้ำเสียมาจากบ้านพักอาศัยและสถานประกอบการ เช่น ภัตตาคาร , ศูนย์การค้า , โรงแรม สำนักงานสถานศึกษา เป็นต้น ส่วนน้ำเสียอุตสาหกรรมเป็นน้ำเสียที่มาจากกระบวนการของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น น้ำหล่อเย็น, น้ำล้างเครื่องจักรอุปกรณ์, น้ำเสียจากกระบวนการผลิต เป็นต้น น้ำเสียชุมชนจากบ้านพักอาศัยและสถานประกอบการ มีปริมาณน้ำเสียคิดเป็นสัดส่วนสูงมากในพื้นที่ที่มีประชากรอยู่หนาแน่น อย่างเช่น ในกรุงเทพมหานคร น้ำเสียจากบ้านเรือนมีปริมาณความสกปรก (BOD Loading) ประมาณร้อยละ 75 ของปริมาณความสกปรกทั้งหมด (ศักดิ์ชัย สุริยจันทราทอง. 2542:1) ปริมาณน้ำเสียชุมชนตามปกติอัตราการเกิดน้ำเสียจะมีค่าประมาณร้อยละ 70-80 ของปริมาณน้ำใช้ ธงชัย พรรณสวัสดิ์และคณะได้สรุปข้อมูลเกี่ยวกับอัตราน้ำเสีย จากน้ำเสียในชุมชนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี 2530 ตามแหล่งที่มาสำคัญดังนี้ ภัตตาคาร, โรงแรม, หมู่บ้านจัดสรร, สำนักงาน, ห้างสรรพสินค้า, โรงพยาบาล, ตลาดและหอพัก มีอัตราน้ำเสียดังนี้ 25 ลิตร/วัน/ตารางเมตร, 1061 ลิตร/วัน/เตียง, 179 ลิตร/วัน/คน, 2.54 ลิตร/วัน/ตารางเมตร, 4.6 ลิตร/วัน/เมตร, 800 ลิตร/วัน/เตียง, 69 ลิตร/วัน/ตารางเมตร และ 79 ลิตร/วัน/ห้อง ตามลำดับ

น้ำเสียจากแหล่งชุมชนมีคุณลักษณะเป็นกลาง สิ่งสกปรกในน้ำเสียมีทั้งสารอินทรีย์และ อนินทรีย์ ลักษณะน้ำเสียรวมจากแหล่งชุมชนมีค่าพารามิเตอร์ บีโอดีของแข็งแขวนลอย, ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัสและน้ำมัน มีค่าความเข้มข้นเป็นมิลลิกรัม/ลิตร ดังนี้ 100-300 , 100-350, 20-80, 6-20 และ 50-150 ตามลำดับ (ศักดิ์ชัย สุริยจันทราทอง. 2542:11)

การแก้ไขปัญหาน้ำเสียชุมชน กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้ออกประกาศกระทรวงเรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด เมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537 ตามมาตรา 55 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้โดยเทียบเท่าหรือเข้มงวดกว่า จึงจำเป็นที่ผู้ออกแบบหรือผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียให้กับอาคารนั้นๆ ต้องมีความรับผิดชอบที่จะให้ระบบบำบัดน้ำเสีย ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย มีคุณภาพดีพอที่จะระบายลงสู่ทางน้ำสาธารณะได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐาน กระบวนการบำบัดน้ำเสียชุมชนพิจารณาจากลักษณะน้ำเสียรวมจากแหล่งชุมชนระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีววิทยา (Biological Unit Processes) เป็นระบบที่ถูกเลือกออกแบบมากที่สุด วิธีการบำบัดน้ำเสียอาศัยจุลินทรีย์ทำการย่อยสลายและเปลี่ยนสารอินทรีย์ต่างๆ ไปเป็นก๊าซลอยขึ้นสู่อากาศ และได้จำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีววิทยาแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ขบวนการกำจัดแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Process) และขบวนการกำจัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Process) ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย ชุมชน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ. 2537:14) การบำบัดเบื้องต้น จะเป็นขั้น

ตอนแยกเศษอาหาร ไชมัน ออกจากน้ำเสียก่อน, การบำบัดขั้นที่สอง จะเป็นขั้นตอนที่มีประสิทธิภาพในการกำจัด บีโอดีสูง นิยมใช้ระบบ เอ เอส (Activated Sludge), ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) อื่นๆ และขั้นที่ 3 เป็นขั้นตอนระบายน้ำทิ้งสู่ท่อสาธารณะหรือลำน้ำธรรมชาติได้

การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับน้ำเสียชุมชนสำหรับอาคารตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมจะกระทำได้ด้วยความสะดวก เนื่องจากชุมชนจะอยู่กระจุกกระจายกัน แนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาคือการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก ที่ต้องการบำรุงรักษาน้อยและไม่ต้องการเทคโนโลยีสูงมากนัก ระบบถังเกรอะ ถังซึมเป็นระบบหนึ่งที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน แต่ถังเกรอะถังซึมมีข้อจำกัดในการใช้งานในบริเวณที่มีดินแน่น และระดับน้ำใต้ดินสูง (สมชาย ดารารัตน์. 2529:1) นอกจากนี้ น้ำเสียชุมชนยังมีปัญหาจากน้ำมันและไขมัน (Fat oil and Grease) ที่เกิดจากการประกอบอาหาร ซึ่งระบบถังเกรอะ ถังซึมไม่สามารถรองรับได้ แม้ว่าจะมีการบำบัดไขมันโดยใช้บ่อดักไขมันแล้วก็ตาม แต่ค่าที่ผ่านบ่อดักไขมันก็ยังมีความประมาณ 200-300 mg/l ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (สมเดช ใจเพชร. 2539:3)

มีการพัฒนาระบบแยกน้ำมันและไขมันออกจากน้ำเสียโดยอาศัยหลักการตกตะกอนแบบแผ่นเอียง ทำให้ถังตกตะกอนมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสัดส่วนความยาวแผ่นเอียงต่อระยะห่างแผ่นเอียง เหมาะสมที่ 20-40 เท่าและมีมุมเอียงของแผ่นเอียงที่ประมาณ 45 องศา กับ แนวนอน (Uthit Thipsuwan. 1976:41-42) และการทดลองนำน้ำที่ผ่านการสร้างตะกอน (Coagulation) จากถังกวน และถังสร้างตะกอน (Mixing and Flocculation Tank) ของโรงกรองน้ำประปาสามเสน ผ่านเข้าไปในถังตกตะกอนแบบท่อเอียง โดยใช้ไม้ไผ่เป็นท่อเอียงประสิทธิภาพ การตกตะกอนสูงถึงร้อยละ 93.8 โดยมีความยาวที่เหมาะสมของท่อเอียง 120 เซนติเมตร ทำมุมเอียงกับแนวนอน 45 องศา (Phaibul Vasanadiloklert. 1978:37)

การทดลองออกแบบและสร้างระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปใช้ติดตั้งเฉพาะที่ (Onsite treatment System) เป็นแบบระบบตกตะกอนท่อเอียงต่ออนุกรมกับระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปชนิดกรองไม่เติมอากาศ เพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชนให้มีคุณภาพน้ำทิ้งผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งอาคารที่กำหนดบังคับใช้โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยใช้หลักความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของน้ำมัน - ไขมันและน้ำ โดยอาศัยกฎของ สโตก (Stoke's Law) เพื่อใช้คำนวณความเร็วในการลอยตัวของน้ำมันและไขมัน สำหรับออกแบบถังตกตะกอน แบบท่อเอียง แยกน้ำมัน-ไขมันและน้ำ โดยนำหลักการบำบัดน้ำเสียแบบชีววิทยาประเภทถังกรองไม่เติมอากาศ (Anaerobic Filter Process) ที่มีสื่อชีวภาพพลาสติก (Plastic Media) เป็นวัสดุกรอง โดยทำหน้าที่เพิ่มพื้นที่ยึดเกาะสำหรับจุลินทรีย์ชนิดไม่ต้องการอากาศ ในการลดค่าความสกปรกของน้ำทิ้ง (Degremont. 1991:725-742) จะเป็นแนวทางหนึ่งในการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการบำบัดน้ำเสียชุมชน และยังเป็นการสร้างต้นแบบ เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาต่อไป

ความมุ่งหมายในงานวิจัย

1. เพื่อออกแบบสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง
2. เพื่อหาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียที่สร้างขึ้นโดยใช้ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ความสำคัญของงานวิจัย

ได้ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนต้นแบบ ที่มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ขอบเขตการวิจัย

1. ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง

เป็นระบบตกตะกอนแบบท้อเอียง ต่ออนุกรมกับระบบบำบัดน้ำเสียชนิดรองไม่เติมอากาศ ประกอบสร้างจากวัสดุพลาสติกใส ขนาด 0.60x2.107x1.207 เมตร (กว้างxยาวxสูง) โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1.1 ส่วนระบบตกตะกอนแบบท้อเอียง ส่วนนี้มีปริมาตรเก็บกักน้ำได้ 0.523 ลบ.ม. (Effective Volume) ชุดท้อเอียงเป็นท้อ PVC (Polyvinyl Chloride) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 50 มม. ยาว 1 เมตร จำนวน 8 ท่อ วางเรียงซ้อนเป็น 2 ชั้น ชั้นละ 4 ท่อ โดยทำมุมเอียงกับแนวนอน 45 องศา

1.2 ส่วนระบบกรองไร้อากาศ ระบบส่วนนี้มีปริมาตรเก็บกักน้ำได้ 0.345 ลบ.ม. (Effective Volume) เป็นถังที่มีหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 0.60x0.60x1.207 เมตร (กว้างxยาวxสูง) มีความหนาของชั้นตัวกลางพลาสติก (Plastic Media) 0.60 เมตร ตัวกลางเป็นชนิด Pall Ring

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร

ประชากรที่ศึกษาคือ แหล่งน้ำเสียชุมชน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง

1.2.1 ตัวอย่างน้ำเสียชุมชนจากบ้านพักอาศัย

1.2.2 ตัวอย่างน้ำเสียชุมชนจากร้านอาหาร

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ

3.1.1 น้ำเสียจากบ้านพักอาศัย

3.1.2 น้ำเสียจากร้านอาหาร

3.2 ตัวแปรตาม ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พารามิเตอร์ ดังนี้

3.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

3.2.2 บี โอดี (BOD)

3.2.3 ปริมาณของแข็ง (Solids)

3.2.3.1 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids)

3.2.3.2 ปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids)

3.2.3.3 ปริมาณของแข็งละลาย (Total Dissolved Solids)

3.2.4 ซัลไฟด์ (Sulfide)

3.2.5 ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูป ที เค เอ็น (TKN)

3.2.6 น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ระบบบำบัดน้ำเสีย หมายถึงระบบตกตะกอนแบบท้อเอียง ต่ออนุกรมกับระบบบำบัดน้ำเสียชนิดกรองไม่เติมอากาศ ประกอบสร้างจากวัสดุพลาสติกใสขนาด 0.60x2.107x1.207 (กว้างxยาวxสูง) โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1.1 ส่วนตกตะกอนแบบท่อเอียง ส่วนนี้มีปริมาตรเก็บกักน้ำได้ 0.523 ลูกบาศก์เมตร (Effective Volume) ชุดท่อเอียงเป็นท่อ PVC (Polyvinyl Chloride) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 50 มิลลิเมตร ยาว 1 เมตร จำนวน 8 ท่อ วางเรียงซ้อนกันเป็น 2 ชั้น ชั้นละ 4 ท่อ โดยทำมุมเอียงกับแนวระนาบ 45 องศา

1.2 ส่วนกรองไร้อากาศ ส่วนนี้มีปริมาตรเก็บกักน้ำได้ 0.345 ลูกบาศก์เมตร (Effective Volume) เป็นถังที่มีหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 0.60x0.60x1.207 เมตร (กว้างxยาวxสูง) มีความหนาของชั้นตัวกลางพลาสติก (Plastic Media) 0.60 เมตร ตัวกลางเป็นชนิด Pall Ring

2. น้ำเสียชุมชน หมายถึง น้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากอาคาร 12 ประเภท ได้แก่ อาคารชุดอาศัยด้วยกฎหมายอาคารชุด, โรงแรม, สถานพยาบาล, อาคารที่สร้างขึ้นในที่ดินของผู้ที่ได้รับการจัดสรรที่ดิน (บ้านพักอาศัย), อาคารโรงเรียนมหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาอื่น, อาคารที่ทำการของราชการรัฐวิสาหกิจหรือองค์การระหว่างประเทศและเอกชน, ศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้า, ตลาด, ภัตตาคารหรือร้านอาหาร, หอพัก สถานบริการประเภทอาบน้ำนวดหรืออบตัว และแปปลาดตามกฎหมายว่าด้วยการจัดระเบียบกิจการแปปลาด ซึ่งถูกควบคุมด้วยเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ. 2537:6-7)

3. ประสิทธิภาพ หมายถึง เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

4. เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร หมายถึง ดังต่อไปนี้ (กรมควบคุมมลพิษ. 2537:5)

4.1 ความเป็นกรดและด่าง (pH) เป็นค่าที่บอกถึงความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสีย เลขดัชนีนี้มีค่าระหว่าง 0-14 (ไม่มีหน่วย) หากค่าพีเอชต่ำกว่า 7 น้ำจะมีสถานะเป็นกรด ถ้าสูงกว่า 7 มีสถานะเป็นด่าง โดยทั่วไปน้ำเสียชุมชนจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5-9 อยู่แล้ว และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควบคุม การวิจัยครั้งนี้จึงไม่ออกแบบระบบปรับสภาพน้ำให้เป็นกลาง

4.2 บี โอ ดี (Biochemical Oxygen Demand) หมายถึง ค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ ซึ่งเป็นค่าชี้บอกความสกปรกของน้ำเสีย ถ้ามีค่าสูงแสดงว่าความสกปรกหรือสารอินทรีย์มาก เกณฑ์มาตรฐานกำหนดไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.3 ปริมาณของแข็ง (Solids) หมายถึง ปริมาณของสารต่างๆ ที่อยู่ในน้ำเสียทั้งในลักษณะที่ไม่ละลายน้ำและที่ละลายน้ำของแข็งบางชนิดมีน้ำหนักเบาและแขวนลอยอยู่ในน้ำ (Suspended Solids) บางชนิดหนักและจมตัวลงเบื้องล่าง (Settle Solids) ปริมาณของแข็งแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

4.3.1 ปริมาณของแข็งละลาย (Dissolved Solids) หมายถึง ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ซึ่งส่วนมากได้แก่ เกลือ อินทรีย์ และสารอินทรีย์บางอย่าง เกณฑ์มาตรฐานกำหนดว่าไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.3.2 ปริมาณของแข็งตกตะกอน (Settleable Solids) หมายถึง ของแข็งส่วนที่ไม่ละลายในน้ำ เป็นตะกอนขนาดใหญ่ และหนักสามารถตกมารวมกันยังส่วนล่างได้ เกณฑ์มาตรฐานกำหนดค่าไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

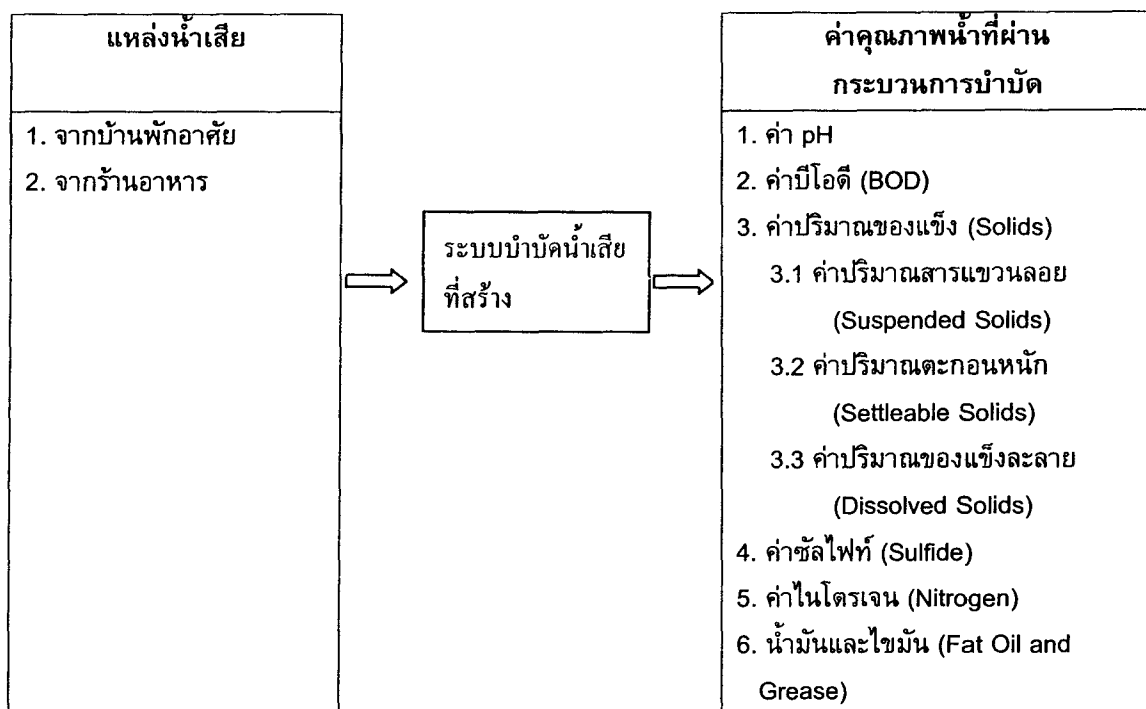
4.3.3 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) หมายถึง ของแข็งที่ไม่ละลายในน้ำแต่มีขนาดเล็กพอที่จะแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ เกณฑ์มาตรฐานกำหนดค่าไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.4 ซัลไฟด์ (Sulfide) เป็นสารประกอบของกำมะถัน เป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์และมียอยู่ในน้ำเสียจากอาคาร โดยเฉพาะจากอุจจาระเมื่อถูกจุลินทรีย์ย่อยในสภาพไร้อากาศ จะกลายเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือก๊าซไข่เน่า เกณฑ์มาตรฐานกำหนดค่าไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.5 ไนโตรเจน (Nitrogen) เป็นธาตุจำเป็นในการสร้างเซลล์ของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่จุลินทรีย์ขนาดเล็กไปจนถึงสารขนาดใหญ่และเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน เมื่อสารประกอบอินทรีย์ถูกย่อยสลาย ไนโตรเจนจะเปลี่ยนสภาพเป็นแอมโมเนีย (NH_3) การปล่อยน้ำเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนสูง แอมโมเนียจะถูกย่อยต่อไปเป็นไนไตรต์และไนเตรต (NO_2^- และ NO_3^-) ซึ่งจะทำให้ ออกซิเจนในน้ำลดลง เกณฑ์มาตรฐานกำหนดค่าในรูป TKN (Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่เกิน 35 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.6 น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease) ได้แก่ น้ำมันและไขมันจากพืชและสัตว์ที่ใช้ใน การทำอาหาร สบู่จากการอาบน้ำ ฟองสารซักฟอกจากการซักล้าง ก่อให้เกิดสภาพไม่นาดู และขวางกั้นการ ซึมของออกซิเจน เกณฑ์มาตรฐานกำหนดค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมติฐานในการวิจัย

คุณภาพน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยและร้านอาหารที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง ผ่านค่าเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารโดยกรมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

1. น้ำเสียจากแหล่งชุมชน
2. การบำบัดน้ำเสีย และการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย
3. หลักการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบมีตัวกลาง
4. การตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งและเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. น้ำเสียจากแหล่งชุมชน

น้ำเสียชุมชนเป็นน้ำทิ้งที่ได้ถูกใช้มานานแล้ว โดยมากเป็นน้ำประปาที่ถูกใช้มาแล้ว สำหรับชุมชน หมายถึง บ้านพักอาศัย อาคารพาณิชย์ต่าง ๆ) (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2537:24) น้ำเสียชุมชนมีส่วนประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้โดยจุลชีพ (Biodegradable) นอกจากนี้ จะประกอบไปด้วย ตะกอนแขวนลอย ไขมัน กรวด ดินทราย ปะปนมากับน้ำเสียด้วย (มงคล ดำรงค์ศรี. 2531:1)

1.1 ปริมาณน้ำเสียชุมชน

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำเสียชุมชนได้แก่

1.1.1 มาตรฐานค่าครองชีพ ประชาชนที่มีรายได้สูงมักใช้น้ำและผลิตน้ำเสียมากกว่าผู้มีรายได้น้อย ซึ่งเป็นผลจากมีกิจกรรมอุปโภคบริโภคอำนวยความสะดวกมาก เช่น เครื่องสุขภัณฑ์ รถยนต์

1.1.2 ระบบน้ำประปา บริเวณที่มีการบริการน้ำประปาอย่างสมบูรณ์จะทำให้การใช้น้ำและการเกิดน้ำเสียอัตราสูงกว่าพื้นที่ ซึ่งมีการบริการประปาไม่สมบูรณ์

1.1.3 การรณรงค์ให้มีการประหยัดการใช้น้ำ จะส่งผลให้อัตราการเกิดน้ำเสียลดลง

ตามปกติอัตราการเกิดน้ำเสียจะมีค่าประมาณร้อยละ 70-80 ของปริมาณน้ำใช้ (ศักดิ์ชัย สุริยจันทร์ ทอง. 2542:8) ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราน้ำเสียที่มีการรวบรวมถึงแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ปริมาณน้ำเสียจากชุมชนของอาคารประเภทต่าง ๆ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539:27)

ประเภทของอาคาร	หน่วย	ปริมาณน้ำเสีย (ลิตร/หน่วย วัน)	ประเภทของอาคาร	หน่วย	ปริมาณน้ำเสีย (ลิตร/หน่วย วัน)
อาคารสำนักงาน	คน	70	สนามบิน	ผู้โดยสาร	15
โรงพยาบาล	เตียง	1000	โรงอาหาร	คน	60
โรงแรม	ห้อง	200	บ้านพักอาศัย	คน	300
โรงเรียน	นักเรียน	150	เรือนจำ	คน	450
โรงพยาบาล	คน	150	สโมสร	คน	350
ภัตตาคาร	คน	50	ร้านค้าแฟ	คน	50
หอพัก	คน	340	ร้านตัดผม	คน	220
ศูนย์การค้า	คน	100	หอประชุม	ที่นั่ง	10
ห้องปฏิบัติการ	คน	50	สถานีบริการน้ำมัน	รถ	40

1.2 ลักษณะน้ำเสีย

สิ่งเจือปนหลักในน้ำเสียชุมชน เป็นสารอินทรีย์มีทั้งอยู่ในรูปละลายและไม่ละลายน้ำลักษณะน้ำเสียแปรเปลี่ยนไปตาม ชนิดอาคารดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 2 ลักษณะน้ำเสีย จากอาคารประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย (ศักดิ์ชัย สุริยจันทร์ทอง. 2542:12)

พารามิเตอร์	หอพัก			โรงพยาบาล	ตลาดสด	อาคารสำนักงาน		ห้างสรรพสินค้า	โรงแรม
	จากส้วม	จากส่วนอื่นๆ	จากครัวและอื่นๆ			จากส้วม	จากครัวและอื่นๆ		
PH	8.55	7.78	6.74	6.84	6.67	8.10	7.4	7.51	7.05
COD	1290	138	3164	350	2528	392	96	253	311
BOD	723	75	1759	238	1172	181	41	81	190
TKN	329	19.2	63.2	15.2	76.5	44.1	9.7	66.8	23
PO ₄ -P	6.8	3.9	2.6	3.29	5.1	2.0	0.4	10.1	1.8
SS	666	29	913	87	662	158	26	61	84
FOG	377	411	1570	631	892	455	527	577	563

หมายเหตุ : หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้น pH (ไม่มีหน่วย)

สำหรับลักษณะน้ำเสียรวมจากแหล่งชุมชน จากข้อมูลเก็บตัวอย่างจากท่อรวบรวมน้ำเสีย เพื่อนำไปบำบัดด้วยระบบบำบัดรวม จะมีค่าแปรปรวนค่อนข้างมาก ขึ้นกับรวบรวมจากอาคารประเภทใด มีการบำบัดเบื้องต้นมากก่อนหรือไม่ ซึ่งมีลักษณะน้ำเสีย โดยประมาณดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ลักษณะน้ำเสียรวมจากแหล่งชุมชน (ศักดิ์ชัย สุริยจันทร์หาทอง. 2542:11)

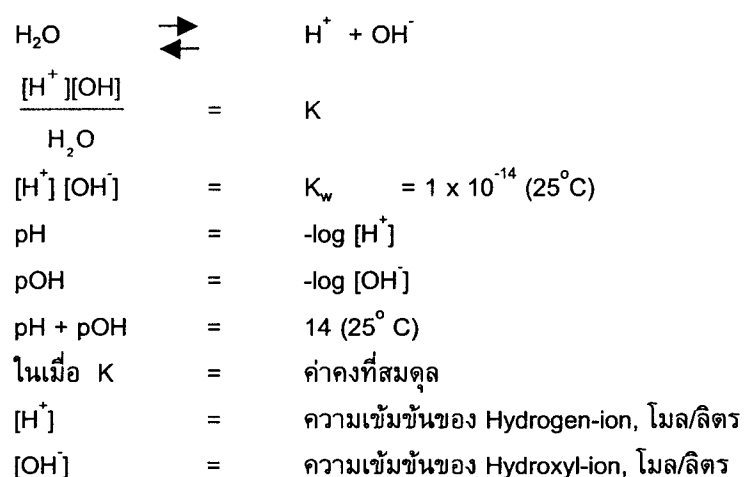
พารามิเตอร์	ความเข้มข้น, มก./ล.
บีโอดี	100 – 300
ของแข็งแขวนลอย (SS)	100 – 350
ไนโตรเจน (TKN)	20 – 80
ฟอสฟอรัส	6 – 20
น้ำมัน (FOG)	50 – 150

1.3 พารามิเตอร์ลักษณะน้ำเสีย

ลักษณะน้ำเสีย (Characteristic of Wastewater) ที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กำหนดเป็นเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร ที่สำคัญมีดังนี้

1.3.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความหมายของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้อธิบายไว้ดังสมการต่อไปนี้



ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน เป็นค่าที่สำคัญค่าหนึ่งในน้ำเสียทั่ว ๆ ไปค่านี้จะเป็นค่าหนึ่งที่สามารถบ่งถึงคุณภาพของน้ำว่าจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั่ว ๆ ไปในน้ำหรือไม่ ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) จะแสดงถึงความเป็นกรด หรือด่าง ของน้ำเสียนั้น ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์อย่างมากต่อการบำบัดน้ำเสียทั้งวิธีทางชีวภาพและวิธีทางเคมี อย่างเช่นถ้าค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ของน้ำเสียเท่ากับ 7.0 จะมีความเหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ สำหรับการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ส่วนมากนิยมใช้เครื่อง pH meter ซึ่งสะดวกรวดเร็ว และได้ค่าที่น่าเชื่อถือได้

1.3.2 ค่าบีโอดี (BOD)

ค่า BOD นี้เป็นค่าที่นิยมใช้กันมากในการแสดงถึงความสกปรกมากน้อยเพียงใดของน้ำเสียจากชุมชน และจากโรงงานต่าง ๆ ค่าของ BOD นี้เป็นค่าที่มีสำคัญอย่างมากในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียโดยทางชีวภาพ สามารถใช้บ่งบอกถึงค่าภาระอินทรีย์ (Organic Loading) และใช้ในการหา

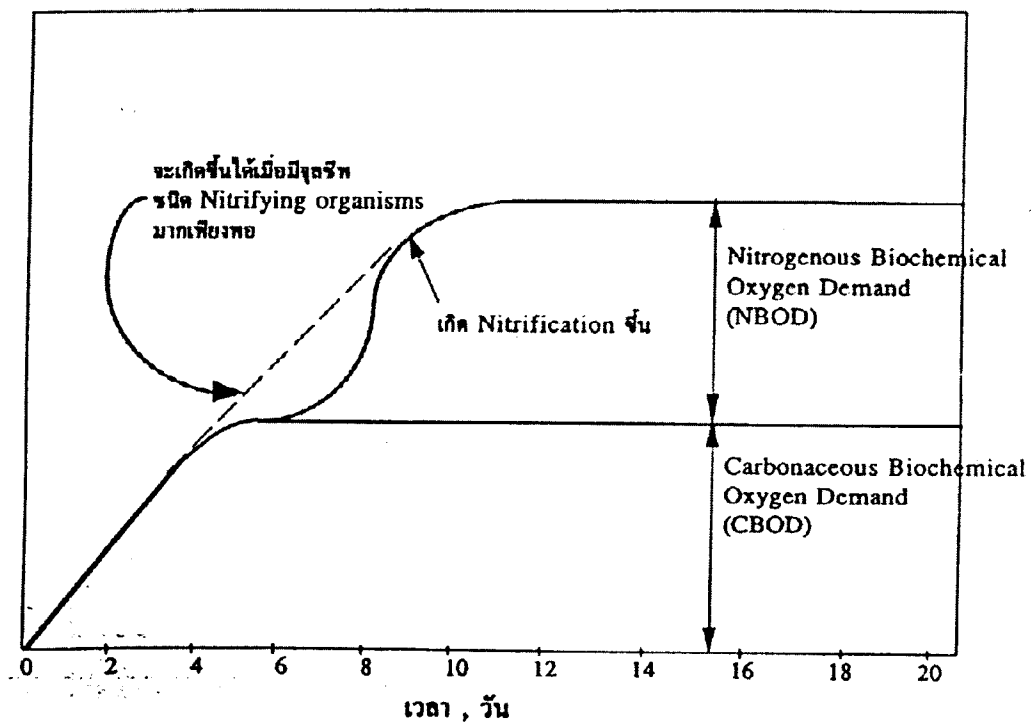
ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียการวัดค่าของ BOD ยังใช้สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของน้ำในแม่น้ำลำคลองอีกด้วย

BOD₅ คือ ค่าปริมาณของออกซิเจนที่ถูกใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic) โดยจุลินทรีย์ในระยะเวลา 5 วัน ณ อุณหภูมิ 20°C สำหรับการวิเคราะห์หาค่าของ BOD₅ มีหลักการง่าย ๆ ดังต่อไปนี้

1. นำตัวอย่างน้ำเสียที่ต้องการหาค่าของ BOD₅ มาเติมด้วยอากาศ จนแน่ใจว่าอิ่มตัวด้วยอากาศแล้ว
2. นำไปใส่ในขวดมาตรฐาน BOD 2 ขวด (ต้องปิดให้สนิท) และใช้ขวดหนึ่งมาทำการวัดค่าของ DO (Dissolved oxygen) = DO₀ (ค่า DO ในวันที่ 0)
3. นำขวดที่เหลือไปเก็บไว้ในตู้มืดที่อุณหภูมิ 20°C ในเวลา 5 วัน
4. หลังจากนั้น นำออกมาวัดค่าของ DO = DO₅ (ค่า DO ในวันที่ 5)
5. เพราะฉะนั้นจะได้ค่า BOD₅ ที่ 20°C (มก/ลิตร)

$$DOD_5 = \frac{(DO_0 - DO_5)(\text{ปริมาตรของขวด BOD})}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างน้ำเสียที่ใช้}}$$

ค่า BOD ของน้ำเสีย จะขึ้นอยู่กับเวลาเป็นสิ่งสำคัญ ค่า BOD ในเวลา 5 วัน (BOD₅) ได้นิยมใช้กันมาก แต่จริง ๆ แล้วสารอินทรีย์ในตัวอย่างน้ำเสียที่สามารถย่อยสลายได้มักใช้เวลาประมาณ 20 วันในการถูกย่อยสลายเกือบหมดสิ้นไปดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ค่า BOD สำหรับน้ำเสียทั่ว ๆ ไป
(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539:39)

1.3.3 ปริมาณของแข็ง (Solids)

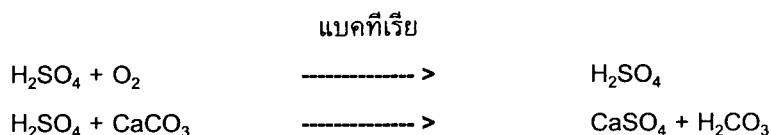
ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะประกอบด้วย ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids) และปริมาณของแข็งละลาย (Total Dissolved Solids) ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะประกอบไปด้วย ของแข็งที่สามารถระเหยได้ ณ อุณหภูมิ 600°C บวกกับของแข็งที่ไม่ระเหย ณ อุณหภูมิ 600°C ซึ่งปริมาณของแข็งที่ระเหยไป ณ อุณหภูมิ 600°C ก็คือ ค่าปริมาณของปริมาณสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้ และปริมาณของแข็งที่ไม่ระเหย ณ อุณหภูมิ 600°C ก็คือ ค่าปริมาณของปริมาณสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้ ตาราง 4 แสดงประโยชน์ของการทราบค่าปริมาณของแข็งต่างๆ

ตาราง 4 ประโยชน์ของข้อมูลค่าปริมาณของแข็งที่มีต่อการบำบัดน้ำเสีย (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539:34)

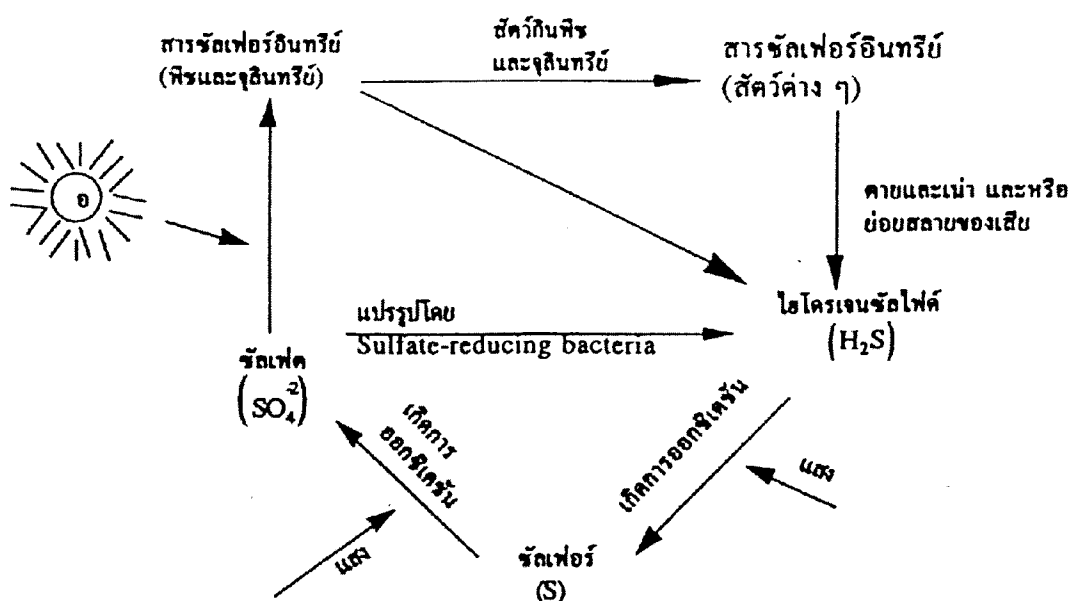
ค่าปริมาณของแข็ง	ประโยชน์ของข้อมูล
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) (Total Solids)	สามารถรู้ถึงค่าความหนาแน่นของน้ำเสียได้ว่ามีค่าสูงหรือต่ำ และใช้ในการเลือกวิธีกำจัดความกระด้างของน้ำ
ปริมาณของแข็งที่แขวนลอย (TSS) (Total Suspended Solids)	บ่งชี้ถึงความสกปรกของน้ำเสียและบอกถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ได้บ้าง
ปริมาณของแข็งที่ตกตะกอนได้ (Settleable Solids)	ใช้ประมาณค่าปริมาณของตะกอนที่จะถูกกำจัดโดยถังตะกอนและยังสามารถบอกถึงประสิทธิภาพของถังตะกอนได้
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TDS) (Total Dissolved Solids)	สามารถบอกปริมาณของธาตุเกลือในน้ำเสียได้ เช่น คลอไรด์ โดยประมาณ
ปริมาณของแข็งที่ระเหยได้ (VS) (Volatile Solids)	บอกถึงปริมาณอย่างประมาณของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

1.3.4 ซัลเฟอร์ (Sulfur)

ซัลเฟอร์เป็นสารที่อยู่ในน้ำธรรมชาติ และจะมีซัลเฟอร์อยู่ในสิ่งที่มีชีวิตทุกประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารซัลเฟอร์จะเป็นสารหนึ่งที่สำคัญประกอบอยู่ใน Aminoacids ของโปรตีน สารซัลเฟอร์ที่มีความสำคัญในงานน้ำเสียได้แก่ Organic Sulfur, Hydrogen Sulfide (H_2S), ธาตุซัลเฟอร์ (S^0), สารซัลเฟต (SO_4^{2-}) เป็นต้น โดยความสัมพันธ์ของสารซัลเฟอร์ต่างๆ ได้แสดงในลักษณะของวัฏจักรซัลเฟอร์ (Sulfur cycle) ดังแสดงในภาพประกอบ 2 โดยวัฏจักรซัลเฟอร์ไปเกี่ยวข้องกับงานจัดการน้ำเสียค่อนข้างมากเนื่องจากสารซัลเฟอร์ต่างๆ ได้สัมพันธ์กับการย่อยของจุลินทรีย์ การเกิดปัญหากลิ่นเหม็นจากการย่อยสลายน้ำเสีย การกักตุนต่อสภาพแวดล้อม ฯลฯ พบว่าถ้าเกิดก๊าซ H_2S ขึ้นภายในท่อน้ำเสีย มักจะทำให้เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีได้กรด H_2SO_4 ซึ่งมีลักษณะในการกักตุนท่อน้ำเสีย และเมื่อเกิดกรด H_2SO_4 แล้วจะไปทำปฏิกิริยาเคมีกับท่อน้ำเสียที่เป็นท่อคอนกรีต ทำให้พวกสารแคลเซียมในคอนกรีตหลุดออกมา ซึ่งทำให้เกิดท่อคอนกรีตนั้นชำรุดเสียหาย ดังแสดงในสมการเคมีต่อไปนี้



สำหรับในระบบย่อยสลัดจ์ด้วยวิธีชีวภาพ ปริมาณซัลเฟต (SO_4^{2-}) สามารถถูกย่อยแปรเปลี่ยนไปเป็นซัลไฟด์ (S^{2-}) ซึ่งถ้ามีปริมาณซัลไฟด์มากเกินไป 200 มก/ลิตร ในระบบย่อยสลัดจ์ดังกล่าว อาจทำให้ระบบย่อยสลัดจ์ลดประสิทธิภาพลง เช่น อาจไม่เกิดปริมาณก๊าซมีเทนที่ควรเกิดขึ้น อาจลดประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ลงอย่างมาก เป็นต้น



ภาพประกอบ 2 วัฏจักรของซัลเฟอร์
(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539:48)

1.3.5 ไนโตรเจน (Nitrogen)

ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพวก Protista และพืชทั่วไป ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญที่สุดธาตุหนึ่ง ต่อการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ต่างๆ ดังนั้นในกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีวภาพจำเป็นต้องมีสารไนโตรเจนพอเพียงในน้ำเสีย ถ้ามีไม่พอจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเติมสารไนโตรเจนผสมลงไป ในน้ำเสีย ให้อยู่ในอัตราส่วน COD : N : P = 150 : 5 : 1 หรือ BOD₅ : N : P = 100 : 5 : 1 แต่ถ้ามีมากเกินไปในแม่น้ำลำคลองหรือบ่อน้ำต่างๆ ไป ก็จะทำให้เกิดปัญหาขึ้น คือจะมีการเจริญเติบโตของสาหร่ายมาก หรือนิยมเรียกว่าสาหร่ายเบ่งบาน (Algal Blooms) ในแม่น้ำลำคลองนั้นๆ ได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งต้องควบคุมปริมาณของไนโตรเจนในน้ำให้เหมาะสม ดังนั้นถ้ามีความเข้มข้นของสารไนโตรเจนมากในบ่อน้ำใช้ทั่วไปตามชนบทแสดงว่าอาจมีสิ่งปนเปื้อนจากอุจจาระหรือปัสสาวะไหลลง ในบ่อน้ำนี้

ไนโตรเจนที่อยู่ในธรรมชาติจะอยู่ในรูปต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ก๊าซไนโตรเจน (N_2)
2. NH_3 , NH_4^+ , NO_2^- และ NO_3^-
3. สารไนโตรเจนอินทรีย์ (Organic Nitrogen)
 - ก. สารที่สามารถละลายน้ำได้ (Amino acids, Urea ฯลฯ)
 - ข. พวกแบคทีเรีย, Phytoplankton และ Zooplankton

สำหรับกระบวนการแปรเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนได้เกิดขึ้นในธรรมชาติ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบบำบัดน้ำเสียแบบวิธีชีวภาพ ซึ่งสามารถศึกษาได้จากภาพประกอบ 3 ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจได้ลึกซึ้งขึ้น

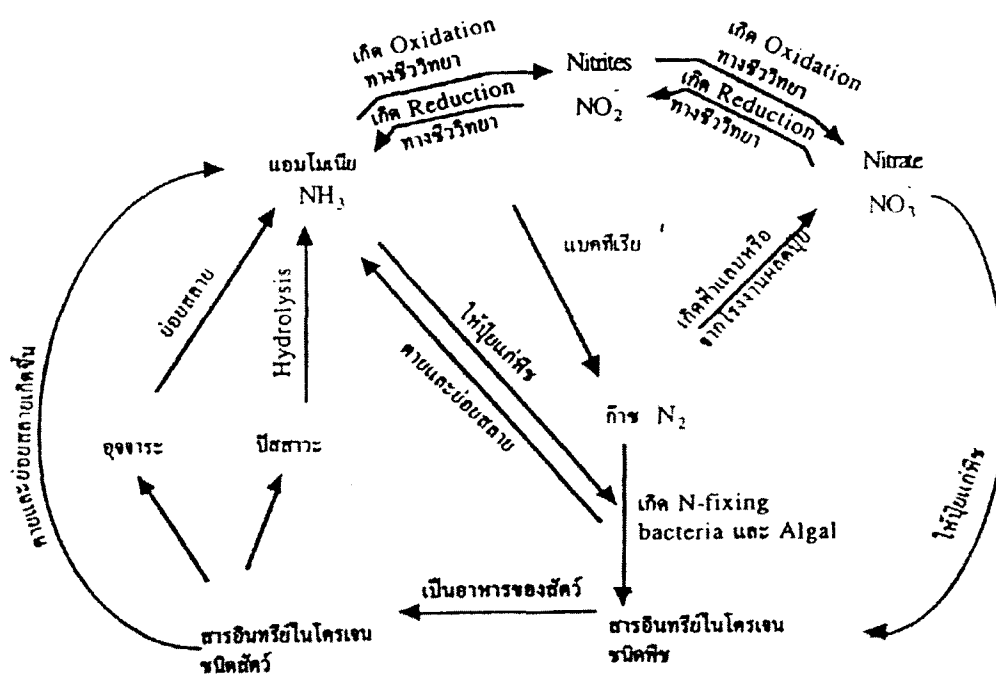
การวิเคราะห์หาค่าของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) สามารถวิเคราะห์หาได้ โดยทำการเพิ่ม pH และกลั่นให้แอมโมเนียที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำออกไปพร้อมๆ กับไอน้ำ และทำการเคี่ยวไอน้ำที่มีแอมโมเนียอยู่จนเป็นของเหลวอีกครั้ง จากนั้นนำไปวิเคราะห์โดยการไทเทรต หรือใช้เครื่อง Spectrophotometer วัดความเข้มข้นของสี (วิธี Colorimetric)

การวิเคราะห์หาค่าของสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ สามารถวิเคราะห์ได้โดยวิธี Kjeldahl ขั้นแรกทำการต้มตัวอย่างน้ำ เพื่อให้แอมโมเนียออกจากตัวอย่างน้ำให้หมด แล้วทำการย่อย (ต้ม) เพื่อให้สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนในตัวอย่างน้ำทั้งหมดเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนีย หลังจากนั้นก็นำสารละลายที่ถูกย่อยแล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) ดังได้กล่าวข้างต้นแล้ว ก็จะได้ค่าของอินทรีย์ไนโตรเจน

การวิเคราะห์หาค่าของ Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) สามารถทำได้โดยนำค่าของสารอินทรีย์ไนโตรเจนบวกกับสารแอมโมเนียไนโตรเจน หรือสามารถได้โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หาโดยทำคล้ายๆ กับการวิเคราะห์หาค่าของไนโตรเจนอินทรีย์ แต่มีความแตกต่างกันตรงที่ไม่ต้องทำการต้มตัวอย่างน้ำให้แอมโมเนียออกจากตัวอย่างน้ำเท่านั้น

การวัดค่าของไนโตรเจน ไนโตรเจน สามารถวิเคราะห์หาได้โดยวิธี Colorimetric

สำหรับความสัมพันธ์ของสารไนโตรเจนรูปแบบต่างๆ ได้แสดงไว้ในสมการต่อไปนี้



ภาพประกอบ 3 การแปรเปลี่ยนรูปของไนโตรเจน
(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539:45)

$$\begin{aligned} \text{TKN} &= (\text{NH}_3 - \text{N}) + (\text{อินทรีย์ไนโตรเจน}) \\ \text{TN} &= \text{ค่าของไนโตรเจนทั้งหมด} = \text{TKN} + (\text{NO}_2 - \text{N}) + (\text{NO}_3 - \text{N}) \end{aligned}$$

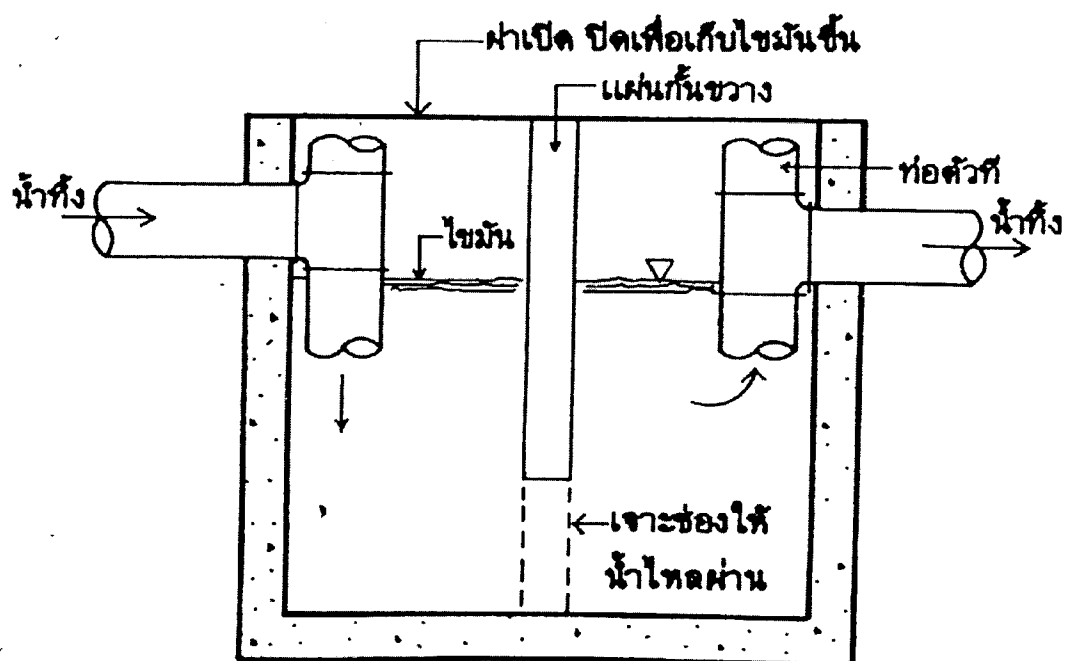
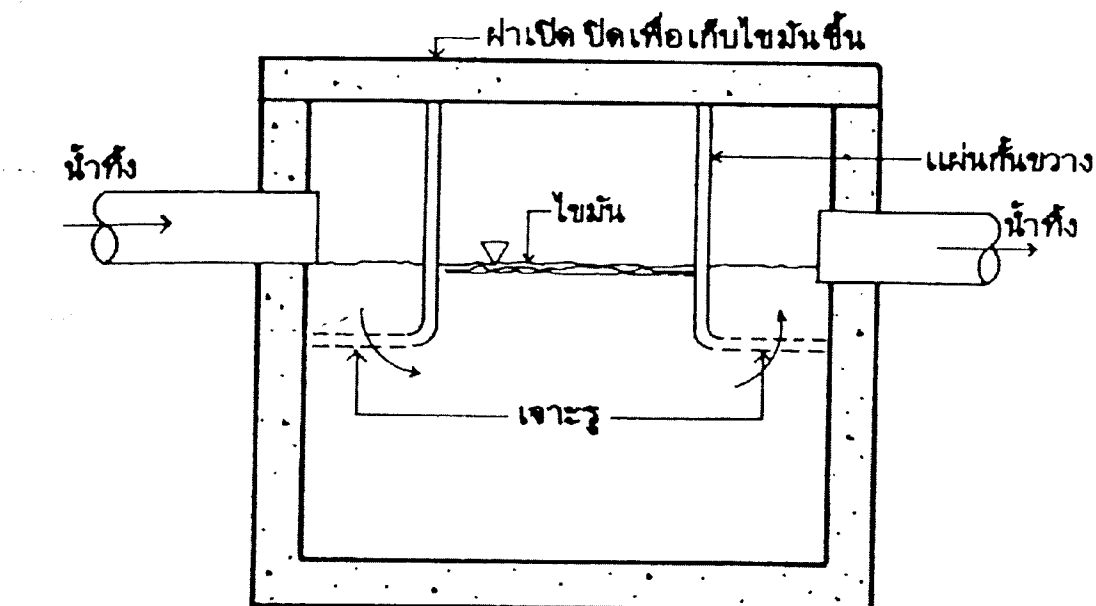
1.3.6 น้ำมันและไขมัน (Oil and Grease Removal)

น้ำมันและไขมันจะพบมากในน้ำทิ้งจากร้านอาหารต่างๆ ไป สถานีจำหน่ายน้ำมัน ตู้ซ่อมรถยนต์ และโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่มีไขมัน การกำจัดน้ำมัน และไขมันมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ดังนี้

- 1.3.6.1 เดิมคลอรีนประมาณ 2-5 มก./ลิตร
- 1.3.6.2 เดิมคลอรีนร่วมกับการเป่าอากาศ
- 1.3.6.3 การทำให้ลอย (Flotation) แล้วเก็บกวาดออกจากน้ำมันผิวน้ำ
- 1.3.6.4 การเพิ่มอุณหภูมิ เพื่อช่วยลดค่าความตึงผิวของน้ำมันหรือไขมันทำให้ลอยขึ้นมาได้มาก
- 1.3.6.5 การขจัดไขมันสำหรับพวกน้ำมันหรือไขมันเกาะตามถังหรือเครื่องมือต่างๆ
- 1.3.6.6 การเป่าอากาศเพื่อให้ฟองอากาศที่มีจำนวนมากศาลาพวกน้ำมัน หรือไขมันลอยขึ้นมาได้มาก

สำหรับระบบกำจัดไขมัน หรือน้ำมันแบบที่นิยมใช้เป็นถังพักที่มีแผ่นกั้นขวางอยู่ใน บ่อเพื่อดักไขมันไว้ให้ได้ปริมาณมาก โดยแสดงรายละเอียดไว้ในภาพประกอบ 4 ซึ่งหลักในการออกแบบถังดักไขมันคือ ต้องมีขนาดพื้นที่ผิวของถังเพียงพอกับปริมาณไขมันที่จะลอยขึ้นมาความเร็วของน้ำไหลภายในถังต้องต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ บริเวณทางออกต้องไม่ให้อากาศพัดพาไขมันหลุดลอยออกไปได้ และถ้าเป็นถังดักไขมันที่ใช้คนเก็บกวาดขึ้นมา

ต้องหมั่นคอยเก็บขึ้นมาให้หมดทุกๆ วัน ในการออกแบบขนาดถังดักไขมัน เวลาเก็บกักของถังดักไขมันควรมีมากกว่า 30 นาที แต่ต้องไม่นานเกินไปจนเกิดกลิ่นเหม็นขึ้นในถัง พบว่าบ่อเกรอะที่ใช้กันตามบ้านมีขนาดใหญ่เพียงพอแก่การดักไขมันสำหรับน้ำทิ้งจากห้องครัวได้ เพราะสามารถรับได้ทั้งปริมาณการไหลสูงๆ หรือต่ำได้



ภาพประกอบ 4 ถังดักไขมันหรือน้ำมันแบบทั่วไป

(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539:95)

2. การบำบัดน้ำเสียและการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

2.1 การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียชุมชน เนื่องจากน้ำเสียชุมชนมีส่วนประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ในน้ำ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมจึงเป็นระบบบำบัดทางชีววิทยา (Biological treatment process) ซึ่งขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียเป็นดังนี้

2.1.1 การรวบรวมน้ำเสีย (Wastewater collection System) ได้แก่การนำน้ำเสีย จากแหล่งกำเนิดหลายๆ แหล่งไปยังสถานที่บำบัดน้ำเสีย แบ่งเป็น 3 ระบบ คือ

2.1.1.1 ระบบระบายน้ำเสีย จากบ้านเรือน และชุมชนโดยไม่รวมน้ำฝน (Sanitary sewer system)

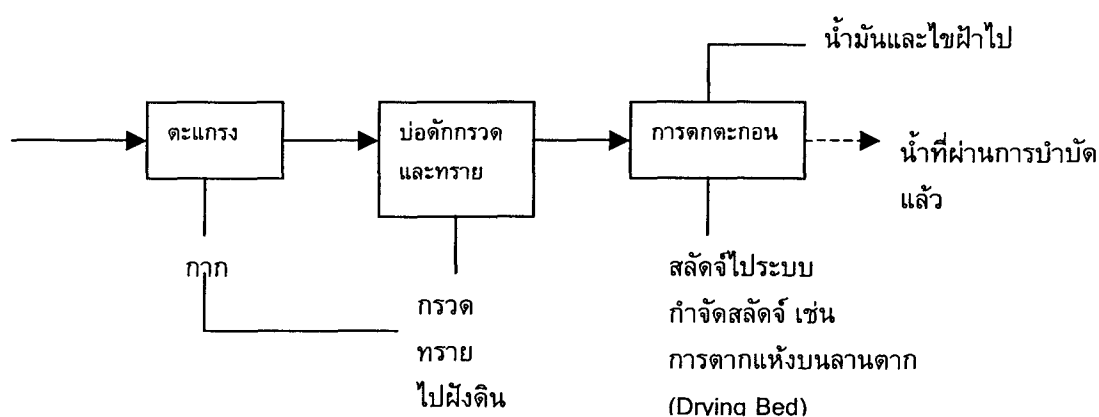
2.1.1.2 ระบบระบายน้ำฝน (Storm sewer System)

2.1.1.3 ระบบระบายน้ำรวม (Combined sewer System) โดยออกแบบระบบท่อน้ำเสียและน้ำฝนเป็นท่อเดียวกัน

2.1.2 การบำบัดขั้นต้น (primary treatment)

ได้แก่ การกำจัดสารที่ลอยหรือตกตะกอนได้ในน้ำเสีย เป็นการลดปริมาณของแข็ง และน้ำมันหรือไขมันที่ลอยอยู่ กระบวนการบำบัดขั้นต้นสามารถกำจัดปริมาณของแข็งและบีโอดีได้ราว 20-35 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการนี้ประกอบด้วยขั้นตอนที่แสดงในภาพประกอบ 5 ดังนี้

- การกรองด้วยตะแกรง (screening)
- การกำจัดกรวดและทราย (Grit removal)
- การตกตะกอน (sedimentation)
- การกำจัดน้ำมันและไขมัน (Oil and grease removal)



ภาพประกอบ 5 การบำบัดขั้นต้น
(กรมควบคุมมลพิษ. 2537:32)

สลัดจ์ คือ ตะกอนในลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวแบบซีเลน ซึ่งได้จากการจมตัวของของแข็งในถังตกตะกอน

2.1.3. การบำบัดขั้นที่ 2 (Secondary Treatment) ได้แก่ การกำจัดบีโอดีในน้ำเสียให้ลด ปริมาณลงมาอีกร้อยละ 50-90 ขึ้นอยู่กับระบบที่ใช้ การบำบัดขั้นที่สองประกอบด้วยระบบที่ใช้กันแพร่หลาย ซึ่งนิยมใช้ระบบบำบัดแบบชีวภาพแสดงในภาพประกอบ 6 ดังต่อไปนี้

- 2.1.3.1 ระบบเอเอส (Activated Sludge)
- 2.1.3.2 ระบบสระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)
- 2.1.3.3 ระบบคูวนเวียน (Oxidation Ditch)
- 2.1.3.4 ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)
- 2.1.3.5 ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter)
- 2.1.3.6 ระบบอาร์บีซี (RBC)
- 2.1.3.7 ระบบบำบัดโดยดิน (Land Application)
- 2.1.3.8 ระบบบ่อผักตบชวา (Water hyacinth pond)
- 2.1.3.9 ระบบยูเอสบี (UASB, Up flow Anaerobic Sludge Blanket)
- 2.1.3.10 ระบบกักให้ระเหย (Storage and Evaporation)
- 2.1.3.11 ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

2.2 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

การเก็บน้ำตัวอย่าง เพื่อเป็นตัวแทนของน้ำที่ต้องการจะศึกษาหรือวิเคราะห์ แยกเป็นดังนี้ (กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2525:1-7)

2.2.1 ชนิดของตัวอย่าง

2.2.1.1 ตัวอย่างแยก (Grab or Catch Samples) หมายถึง ตัวอย่างที่เก็บ ณ เวลาและสถานที่หนึ่งแล้วนำมาวิเคราะห์เป็นตัวอย่างๆ ไป ตัวอย่างแยกนี้จะเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำนั้น เฉพาะเวลาและจุดที่เก็บเท่านั้น

2.2.1.2 ตัวอย่างรวมแบบ composite (Composite Samples) หมายถึง ส่วนผสมของตัวอย่างแยกที่ทำการเก็บ ณ จุดเดียวกัน แต่ต่างเวลามารวมกัน ใช้คำว่า time composite samples มีประโยชน์สำหรับการใช้กับงานที่ต้องการทราบความเข้มข้นเฉลี่ย เช่น ในการคำนวณความสามารถที่จะกำจัดน้ำเสีย หรือประสิทธิภาพของเครื่องจักรในโรงงานกำจัดน้ำเสีย จะทำการวิเคราะห์ตัวอย่างแยกทุกตัว แล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของผล อาจจะเป็นตัวอย่างรวมของตัวอย่างแยกทุกตัวอย่าง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของผล อาจจะทำตัวอย่างรวมของตัวอย่างแยกเหล่านี้ แล้วทำการวิเคราะห์ครั้งเดียว เป็นการประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายได้อย่างมาก

ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบบางอย่างของน้ำ เช่น แก๊สที่ละลายในน้ำ คลอรีนตกค้าง อุณหภูมิ และพีเอช ค่าเหล่านี้เปลี่ยนแปลงได้ง่ายเมื่อเก็บรักษาตัวอย่างไว้จึงไม่เหมาะที่จะใช้ตัวอย่างรวม ตัวอย่างรวมแบบ composite ใช้เฉพาะการหาค่าส่วนประกอบที่ทราบได้แน่นอนว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายใต้สภาวะของการเก็บและการรักษาตัวอย่างเท่านั้น

2.2.1.3 ตัวอย่างรวมแบบ Integrated (Integrated Samples) หมายถึง ส่วนผสมของตัวอย่างแยกที่เก็บจากจุดต่างๆ กันในเวลาเดียวกันหรือในเวลาใกล้เคียงกันที่สุด ตัวอย่างที่จำเป็นต้องเก็บโดยวิธีนี้ ได้แก่ แม่น้ำ ลำธาร ซึ่งคุณภาพแปรผันตามความกว้างและลึก โดยประเมินค่าส่วนประกอบเฉลี่ยหรือปริมาณสารทั้งหมด (Total Loading) ก็ต้องใช้ของผสมของตัวอย่างที่เกิดเป็นตัวแทนของจุดต่างๆ ในสัดส่วน (Cross Section) ของแหล่งน้ำซึ่งเป็นสัดส่วนกับการไหล

การเตรียมตัวอย่างรวมแบบ Integrated นี้ต้องการเครื่องมือพิเศษในการเก็บตัวอย่างจากจุดที่ทราบความลึกโดยไม่มีการปนจากน้ำส่วนบน และต้องทราบปริมาตร การเคลื่อนไหว และส่วนประกอบต่างๆ ของน้ำที่จะทำการเก็บก่อนด้วยวิธีนี้จะยุ่งยากกว่าวิธีอื่น

2.2.2 ปริมาณในการตรวจหาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำ โดยทั่วไปจะเก็บตัวอย่าง 2 ลิตร ก็พอ แต่ถ้าจะทำการหาส่วนประกอบอื่นเพิ่มเติมก็ต้องใช้ปริมาณมากกว่านี้ดังแสดงในตาราง 5 ที่สำคัญจะไม่ใช้ตัวอย่างเดียวกันสำหรับวิเคราะห์ทางเคมี ทางแบคทีเรีย และด้วยการใช้กล้องจุลทรรศน์ เฉพาะวิธีที่ใช้การเก็บและปฏิบัติต่อตัวอย่างจะแตกต่างกัน

2.2.3 ช่วงระยะเวลาระหว่างการเก็บวิเคราะห์ ช่วงเวลาจะขึ้นอยู่กับลักษณะตัวอย่าง สารที่จะวิเคราะห์และวิธีการในการเก็บรักษา เมื่อเก็บตัวอย่างมาแล้วควรทำการวิเคราะห์ให้เร็วที่สุดเพราะยิ่งทิ้งไว้นานส่วนประกอบของตัวอย่างน้ำอาจจะเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำ ความผิดพลาดข้อนี้อาจลดให้น้อยลงได้โดยเก็บตัวอย่างน้ำไว้ในที่มืดและอุณหภูมิต่ำ (4°C) จนถึงเวลาที่จะวิเคราะห์ ระยะเวลาที่ยอมให้มากที่สุดที่จะเก็บตัวอย่างไว้ก่อนทำการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีเป็นดังนี้

น้ำสะอาด (Unpolluted Water)	72	ชั่วโมง
น้ำค่อนข้างสกปรก (Slightly Polluted Water)	48	ชั่วโมง
น้ำสกปรก (Polluted Water)	24	ชั่วโมง

ถ้าช่วงเวลานานพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในความเข้มข้นหรือสภาพทางกายภาพของส่วนประกอบที่จะทำการวัด ให้ทำการเก็บรักษาตัวอย่างตามตาราง 5 ทำการจดเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง เวลาทำการวิเคราะห์ และสารช่วยรักษาที่ใช้

2.2.4 วิธีที่ใช้ในการเก็บรักษา การเก็บรักษาตัวอย่างทำได้ยากสารช่วยรักษาเกือบทุกตัวขัดขวางการหาสารบางตัว ดังนั้น ถ้าเป็นไปได้ควรทำการวิเคราะห์ทันที การเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ (4 °C) เพื่อทำการวิเคราะห์ในวันถัดมาจัดว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด ควรใช้สารเคมีในการเก็บรักษาต่อเมื่อสารนั้นไม่ขัดขวางการวิเคราะห์ และให้เติมลงในขวดตัวอย่างก่อนทำการเก็บเพื่อว่าทุก ๆ ส่วนของตัวอย่างจะถูกเก็บรักษาทันทีที่ทำการเก็บ

วัตถุประสงค์ในการเก็บรักษาตัวอย่างเพื่อชลอปฏิบัติทางชีววิทยา ชลอการเกิดไฮโดรไลซิสของสารเคมีและสารเชิงซ้อน (Complex) และเพื่อลดการระเหยตัวของส่วนประกอบของสาร วิธีที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างทำได้โดยการควบคุมพีเอช การเติมสารเคมี การแช่เย็น และการแช่แข็ง ดังแสดงในตาราง 5

2.2.5 ข้อควรปฏิบัติทั่วไปในการเก็บตัวอย่างน้ำ

2.2.5.1 ขวดที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำควรทำด้วยพลาสติก (Polyethylene) เพราะทนส่งเสถียร ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นในน้ำ ข้อสำคัญต้องล้างให้สะอาดก่อนใช้ คือ ล้างด้วยกรดโครมิกน้ำก๊อก และน้ำกลั่นตามลำดับ และก่อนทำการเก็บให้ล้างด้วยน้ำตัวอย่างที่จะเก็บก่อนสัก 2-3 ครั้ง

2.2.5.2 เขียนฉลากติดที่ขวดตัวอย่างให้เรียบร้อยก่อน บอกชื่อผู้เก็บ เวลา สถานที่ วันที่เก็บ อุณหภูมิของน้ำ ชนิดของสารช่วยรักษา

2.2.5.3 ควรวัดอุณหภูมิ พีเอช แก๊สที่ละลายน้ำ เช่น CO₂ และ O₂ ทันทีที่เก็บเพราะค่าเหล่านี้เปลี่ยนแปลงได้ง่าย

2.2.5.4 บางกรณีการเก็บตัวอย่างไว้มีผลต่อการวิเคราะห์มาก เช่น อีออนบวก บางตัวจะสูญหายไปโดยการดูดซับ (adsorption) หรือ โดยการแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange) กับผิวของภาชนะที่ทำด้วยแก้ว อีออนบวกเหล่านั้นได้แก่ Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Ag และ Zn จึงควรทำการเก็บแยกต่างหากโดยใช้ขวดที่สะอาด และทำให้เป็นกรดด้วยกรดเกลือเข้มข้น หรือกรดดินประสิวเข้มข้นจนพีเอชต่ำกว่า 2 เพื่อลดการตกตะกอน และการดูดซับบนผิวภาชนะ

2.2.5.5 แอมโมเนียไนโตรเจน (NH₄-N) ในน้ำ ถ้าพีเอช สูงจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแอมโมเนียไนโตรเจน (NH₃-N) ให้อัตราลดลงนั้นควรเก็บแยกขวด และปรับค่า PH ให้ต่ำลง

2.2.5.6 น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ให้เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากทุก ๆ จุดที่ปล่อยน้ำออกมาหรือจุดที่รวมของน้ำทิ้ง

2.2.5.7 น้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน ให้เก็บตัวอย่างน้ำจากท่อระบายน้ำโสโครก

2.2.5.8 น้ำทิ้งจากระบบกำจัดน้ำเสียให้เก็บจากจุดต่างๆ ตามขั้นตอน

2.2.5.9 น้ำประปาให้ใช้ทั้งสักระหว่างก่อนเก็บ

2.2.5.10 น้ำป่อควรเก็บภายหลังจากบ่อนั้นถูกดูดน้ำขึ้นระยะหนึ่งแล้วควรจัดอัตราเร็วของการดูดน้ำด้วย

2.2.5.11 แม่น้ำและลำธาร ควรเก็บน้ำจากผิวถึงก้นแม่น้ำตรงใจกลางแม่น้ำ แล้วเอามารวมกันเป็นตัวอย่างรวมแบบ integrated ถ้าจะเก็บเป็นตัวอย่างให้เก็บจากใจกลางแม่น้ำที่จุดกึ่งกลางของความลึกจึงนับว่าเป็นตัวอย่างที่ดีที่สุด

2.2.5.12 น้ำในทะเลสาบ มักมีการแปรผันในคุณภาพทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน แต่ในสภาพทั่วๆ ไปแล้ว เราไม่สนใจค่ารวมหรือเฉลี่ยของสภาพเหล่านี้ สนใจแต่การเปลี่ยนแปลงในแต่ละจุดเท่านั้น ดังนั้น จึงควรใช้ตัวอย่างแยกมากกว่า

ตาราง 5 วิธีการกักตัวอย่างของน้ำ และช่วงเวลากัก และปริมาณของตัวอย่างน้ำ ที่ควรกักไว้ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539:63-67)

ลักษณะน้ำ ที่ทำการวิเคราะห์	วิธีการกัก	ช่วงเวลา กักที่ยอมให้ นานที่สุด	ปริมาณของตัว อย่งน้ำที่ควรกัก ไว้ ลบ.ซม.
Acidity และ Alkalinity	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	14 วัน	200
Ammonia Nitrogen	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C และ ใส่ H ₂ SO ₄ จนได้ pH<2	28 วัน	400
BOD	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	2 วัน	1000
Chloride	ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึง	28 วัน	50
Chlorine	ต้องวัดทันที	-	500
Chromium VI	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	1 วัน	500
COD	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C และใส่ H ₂ SO ₄ จนได้ pH<2	28 วัน	50-100
Coliform	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	6 ชม.	-
Color	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	2 วัน	500
Cyanide	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	1 วัน	500
Dissolved Oxygen	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C และ ใส่ NaOH จนได้ pH>12	-	300
Fluoride	ต้องวัดที่จุดเก็บ	28 วัน	300
Hardness	ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึง ใส่ HNO ₃ หรือ H ₂ SO ₄ จนได้ pH<2	6 เดือน	100
Mercury	ใส่ HNO ₃ จนได้ pH <2	28 วัน	500
Metals	ใส่ HNO ₃ จนได้ pH <2	6 เดือน	200
Nitrate และ Nitrite N	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C	2 วัน	100

ตาราง 5 (ต่อ)

ลักษณะน้ำ ที่ทำการวิเคราะห์	วิธีการกัก	ช่วงเวลา กักที่ยอมให้ นานที่สุด	ปริมาณของตัว อย่างน้ำที่ควรกัก ไว้ ลบ.ซม.
Oil และ Grease	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C และ ใส่ H ₂ SO ₄ จนได้ pH <2	28 วัน	1000
Organic Carbon	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C และ ใส่ H ₂ SO ₄ จนได้ pH <2	28 วัน	100
Orthophosphate	กรองทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างและ แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C	2 วัน	50
pH	ต้องวัดที่จุดเก็บ	-	25
Phenol	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C และ ใส่ H ₂ SO ₄ จนได้ pH <2	28 วัน	500
Phosphorus	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C และใส่ H ₂ SO ₄ จนได้ pH <2	28 วัน	50
Solids	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C	7 วัน	100
Specific conductance	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C	28 วัน	500
Sulfate	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C	28 วัน	50
Sulfide	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C และ ใส่ Zinc Acetate และ NaOH จนได้ pH >9	7 วัน	500
Surfactants	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C	2 วัน	-
Threshold odor	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C	7 วัน	100-500
Total Kjeldahl Nitrogen	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C และ ใส่ H ₂ SO ₄ จนได้ pH <2	28 วัน	500
Turbidity	แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C	2 วัน	100

h 224 908 8.2

3. หลักการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบมี ตัวกลาง

3.1 ทฤษฎีการออกแบบถังตกตะกอนแบบท้อเอียง

ถังตะกอนเป็นวิธีการแยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสียโดยอาศัยหลักของความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของตะกอนหรือสารแขวนลอยกับน้ำ กรณีน้ำเสียที่มีน้ำมันหรือไขมันผสมอยู่ กฎของสโตก (Stokes'law) จะถูกนำมาใช้ในการออกแบบถังตะกอนได้ ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความเร็ว ในการลอยตัว, } V = \frac{\Delta P g d_E^2}{18\eta} \quad (1)$$

ΔP = ความแตกต่างของความหนาแน่นระหว่างน้ำมัน-น้ำ
 g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก
 d_E = เส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดน้ำมัน
 η = ความหนืดจลน์ (dynamic viscosity) ของวัฏภาคต่อเนื่อง (continuous phase) ในกรณีนี้ คือ น้ำ

โดยทั่วไปประสิทธิภาพของถังตะกอนขึ้นกับระยะความลึกและอัตราไหลสั้น โดยไม่ขึ้นกับระยะเวลาเก็บกักน้ำ ถ้าน้ำในถังตกตะกอนมีการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulence) อนุภาคจะตกถึงก้นถังได้ยาก ส่วนการไหลในท้อเอียงสภาพการไหลจะเป็นแบบราบเรียบ (Laminar) ซึ่งไม่มีกระแสน้ำที่ปั่นป่วนรบกวนประสิทธิภาพในการตกตะกอนจึงมีประสิทธิภาพกว่า

การไหลของน้ำเสียในท้อเป็นแบบราบเรียบเพราะมีแรงเสียดทานจากการไหลที่ผิวท้อ โดยมีค่าตัวเลขเรโนลด์ (Reinold Number) เป็นการบอกประเภทการไหล ดังสมการต่อไปนี้

$$Re = \frac{DVp}{\mu} \quad (2)$$

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท้อ
 V = ความเร็วในการไหล
 P = ความหนาแน่นของของเหลว
 μ = ความหนืดของของเหลว
 Re = Reynold Number ไม่มีหน่วย

ตัวเลขเรโนลด์จะไม่มีหน่วย เพราะหน่วยจะตัดกันหมดไปเป็นเพียงตัวเลขบอกค่าเปรียบเทียบ ตัวเลขเรโนลด์เป็นดัชนีบอกถึงสภาพการไหลได้คือ

การไหลแบบราบเรียบ $Re < 2,100$

การไหลแบบปั่นป่วน $Re < 4,000$

ในกรณีที่ท้อไม่ใช่ท้อกลมเป็นท้อเหลี่ยม ให้ใช้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเทียบเท่า (Equivalent Diameter) แทนค่าในสูตรหาตัวเลขเรโนลด์

$$\text{เส้นผ่านศูนย์กลางเทียบเท่า (D)} = \frac{4 \times \text{พื้นที่หน้าตัด}}{\text{เส้นรอบวง}}$$

การจัดรูปแบบการออกแบบของถังตกตะกอนที่เป็นท่อเอียง (Tube Settling) แบ่งเป็น 3 รูปแบบดังนี้ (Degremont. 1991:166-170)

ก. ทิศทางการไหลของน้ำเสียและการตกตะกอนสวนทางกัน (Countercurrent Settling) ดังภาพประกอบ 7

$$U_1 = \frac{Q}{n \cdot l (L \cos \theta + e \sin \theta)} \quad (3)$$

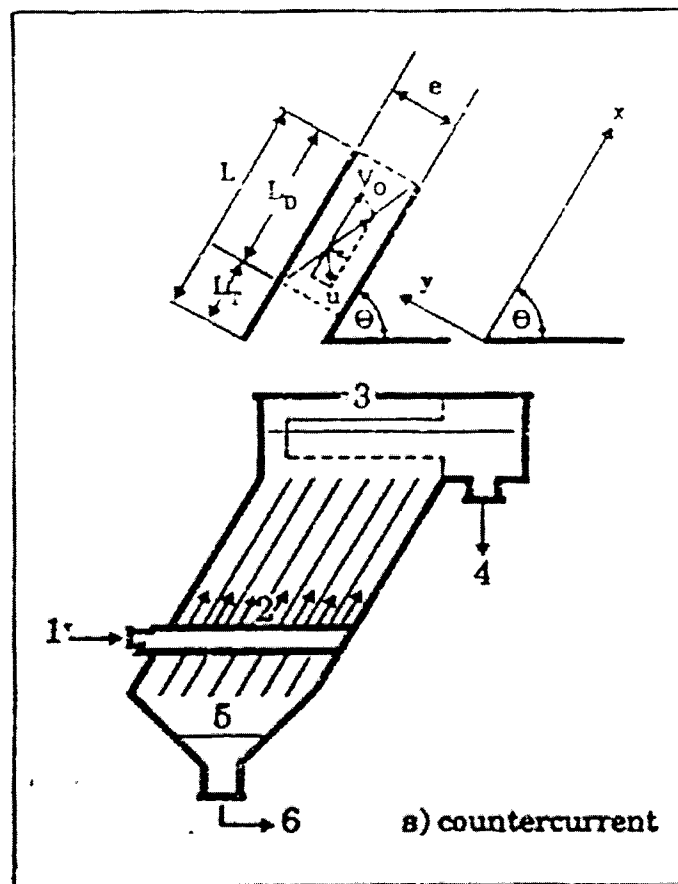
ข. ทิศทางการไหลของน้ำเสีย และการตกตะกอนเป็นทิศทางการตามกัน (Cocurrent Settling) ประกอบ 8

$$U_1 = \frac{Q}{n \cdot l (L \cos \theta + e \sin \theta)} \quad (4)$$

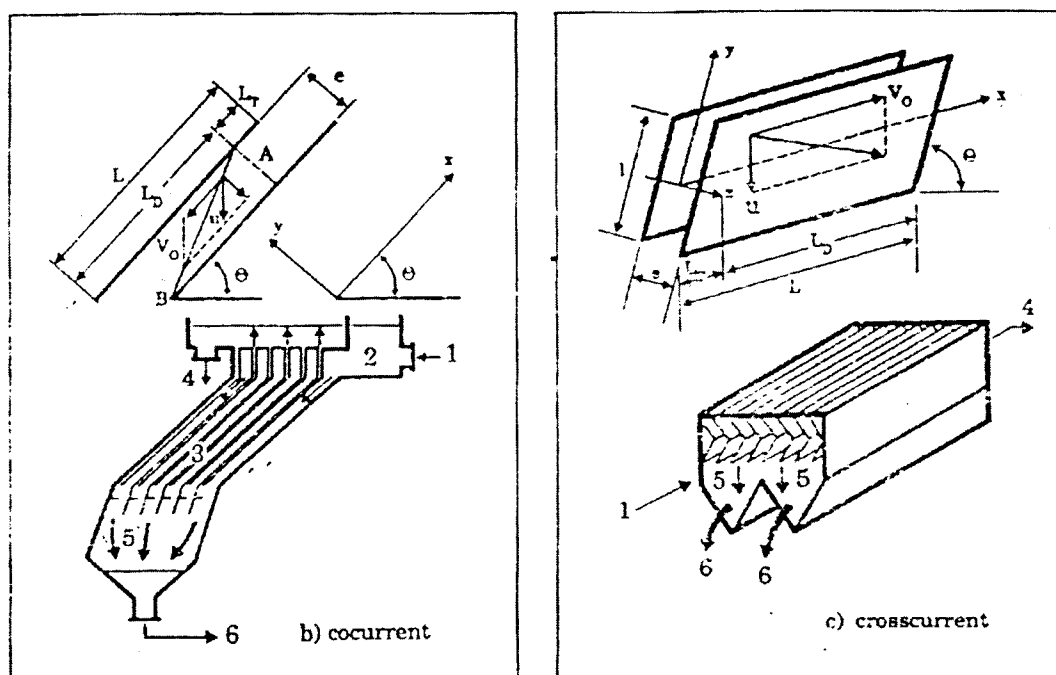
ค. ทิศทางการไหลของน้ำเสียและการตกตะกอนตั้งฉากกัน (Crosscurrent Settling) ประกอบ 9

$$U_1 = \frac{Q}{n \cdot l \cos \theta} \quad (5)$$

เมื่อ ;	L	=	ความยาวของท่อเอียง
	e	=	เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเอียง
	l	=	ระยะแนวตั้งของท่อเอียง
	U_1	=	ความเร็วในการจมตัวของอนุภาค (Settling Velocity)
	θ	=	มุมเอียงของท่อเอียงกับแนวราบ
	Q	=	อัตราการไหลของน้ำเสีย



ภาพประกอบ 7 การตกตะกอนในท่อเอียงแบบทวนทิศทางการไหลของน้ำเสีย
(Degremont. 1991:167)



สัญลักษณ์

1. น้ำเสียเข้า (Inflow of flocculated water)
2. โซนแบ่งน้ำ (Distribution zone)
3. รวบรวมน้ำใส (Clarified water collection)
4. น้ำทิ้งที่ผ่านการตกตะกอน (Clarified water outlet)
5. ส่วนเก็บตะกอน (Sludge water outlet)
6. ทิ้งตะกอน (Sludge draw-out)

ภาพประกอบ 8 การตกตะกอนในท่อเอียง
แบบตามทิศทางการไหลของน้ำเสีย
(Degremont. 1991:168)

ภาพประกอบ 9 การตกตะกอนในท่อเอียงแบบ
ตั้งฉากทิศทางการไหลของน้ำเสีย
(Degremont. 1991:168)

3.2 ทฤษฎีการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียกรองไร้อากาศ (Anaerobic filter Tank)

3.2.1 หลักการบำบัด

ระบบบำบัดน้ำทิ้งจากชุมชนโดยเฉพาะจากบ้านพักอาศัย ต้องพิจารณาองค์ประกอบหลายด้าน เนื่องจากกิจกรรมการใช้น้ำของบ้านนั้นเป็นช่วงสั้น ๆ เข้าเย็นเท่านั้น ตามหลักแล้วถึงบำบัดจะต้องมีหลายส่วน (Compartments) ประกอบกันเป็นชุดของถัง แต่ละส่วนทำหน้าที่แตกต่างกัน เช่น ส่วนของถังเกรอะ (Septic) ทำหน้าที่เก็บกัก หมัก กากตะกอน และไข (Scum) ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) ทำหน้าที่ในการบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐานน้ำทิ้งก่อนปล่อยสู่ภายนอก หลังจากผ่านทั้งสองส่วนแล้วน้ำทิ้งจะได้มาตรฐานน้ำทิ้งตามที่กำหนด โดยมาตรฐานนั้นจะขึ้นกับประเภทของโครงการ ค่าความสกปรกในรูปของ BOD แตกต่างกันไป

3.2.2 ด้านปริมาณน้ำทิ้ง

ปริมาณน้ำทิ้งของแต่ละโครงการนั้นแตกต่างกันโดยทั่วไปจะยึดมาจากการสำรวจของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการพลังงาน

ปริมาณน้ำใช้โดยเฉลี่ยของประชากร 200 ลิตรต่อคนต่อวัน

น้ำใช้จะออกมาเป็นน้ำเสียร้อยละ 80

น้ำเสียจากบ้านพักอาศัย = $200 \times 0.8 = 160$ ลิตร/คน/วัน

3.2.3 ด้านคุณลักษณะน้ำทิ้ง

ลักษณะน้ำเสียที่ออกมาจากบ้านเรือนในชุมชนต่าง ๆ จากข้อมูลที่สำรวจโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และพลังงานเมื่อ ปี 2534 โดยการสำรวจระหว่างเดือน เม.ย.-

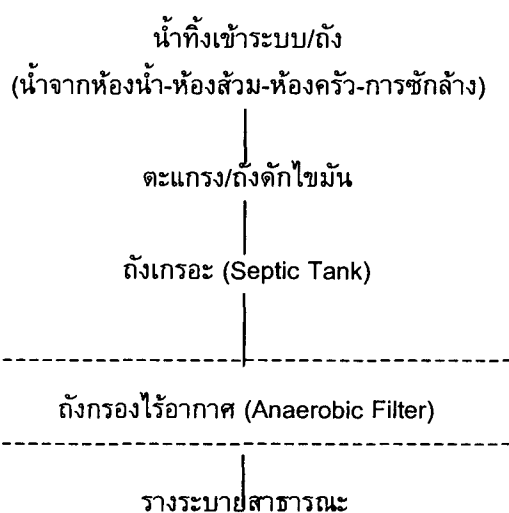
ต.ค 33

pH	7.08	
BOD	197	mg/l. (ประมาณ 200 มก./ลิตร)
Suspended Solid	234	mg/l.
Grease & Oil	299.1	mg/l.
NH ₃ -N	23.9	mg/l.
Organic Nitrogen	8.5	mg/l.
TKN	32.5	mg/l.

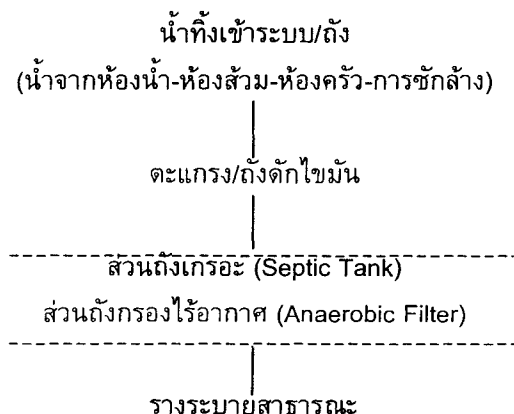
3.2.4 การไหลของระบบบำบัด

ระบบบำบัดที่ออกแบบจะมี 2 ชนิดด้วยกัน คือ ชนิดที่เป็นถังแยกกันโดยเด็ดขาดมีการติดตั้งแยกกัน (Separated Tank) กับชนิดที่ออกแบบให้ถังเกรอะ และถังกรองใโรอากาศอยู่ในถังเดียวกัน (Compact or package Treatment Tank) โดยมีการแบ่งช่องให้สมดุลย์กันภายในถัง การคำนวณอาศัยพื้นฐานเดียวกัน หลักการทำงานเหมือนกัน เพียงแต่การออกแบบสร้างให้สะดวกในการนำไปใช้เท่านั้น โดยมีการเลือกขนาด ปริมาตรให้เหมาะสมกับการใช้งานเท่านั้น

3.2.4.1 ระบบถังแยกส่วน (Separated Tank):



3.2.4.2 ระบบถังรวม (Package Treatment Tank) :



3.2.5 การคำนวณหาขนาดของถัง

3.2.5.1 ขนาดของส่วนถังเกรอะ (Septic Tank)

ถังกรองต้องทำหน้าที่เก็บกักกากตะกอน (Solid) และไข (Scum) ต้องมีขนาดโตพอสมควร ปริมาณเก็บกักประมาณ 1 วัน โดยมีส่วนปริมาตรเก็บกักตะกอนประมาณ 2/3 ของถังเพื่อให้ประสิทธิภาพของ ถังบำบัดสูงพอสำหรับการบำบัดความสกปรก เช่น

ลดค่า BOD	ระหว่าง	30-65%
ลดค่า Suspended Solid	ระหว่าง	40-80%
ลดค่า Grease & Oil	ระหว่าง	70-80%

3.2.5.2 ขนาดของถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) :

หลักการคำนวณ อาศัยการประยุกต์ใช้สูตร Kinetic Model for Fixed Film Anaerobic Filter (Degremont. 1991:308-309) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันตามหลักวิชาการคือ

$$(Se/Si) = e[kA (H/Qn)] \quad (6)$$

Se	=	Effluent BOD	
Si	=	Influent BOD	
k	=	Biodegradability rate	0.03 mg/l.
As	=	Specific surface area of media	
A	=	Surface area of media,	m ²
Q	=	Flow of wastewater	m ³ /day
n	=	Coefficient	0.91-(21.48/As)
H	=	Dept of Water or Filter	m.

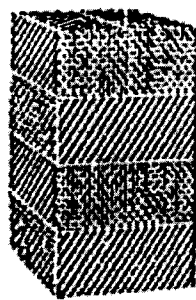
ระยะเวลาในการบำบัด (Detention Time of Tank)

$$t = (S_i - S_e) / K S_e \quad (7)$$

t	=	Detention Time of tank ,days
K	=	Degrade Coefficient 0.5/hr.
S _e	=	Effluent BOD
S _i	=	Influent BOD

3.2.5.3 ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัสของตัวกรอง (Surface area of media)

ประสิทธิภาพของถังกรองไร้อากาศขึ้นอยู่กับกรออกแบบชั้นตัวกลางที่ดี การไหลของน้ำเสียสัมผัสกับจุลินทรีย์อย่างทั่วถึง โดยไม่เกิดการลัดวงจร ตัวกลางที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ หินขนาด 1 ½ - 2 ½" ซึ่งมีราคาถูก หาได้ง่าย แต่น้ำหนักมาก โครงสร้างของถังกรองจึงต้องแข็งแรง ปัจจุบันมีการผลิตตัวกลางซึ่งมีความพรุนสูงและน้ำหนักเบา เช่น พลาสติก พีวีซี ในลอน ภาพประกอบ 10 และ ตาราง 6) ประสิทธิภาพของตัวกลางเหล่านี้สูงเพราะมีเนื้อที่ให้จุลินทรีย์เกาะได้มาก โครงสร้างของถังกะทัดรัดกว่าแบบใช้หิน แต่ตัวกลางมีราคาแพงกว่า



แบบกล่อ่ง



แบบวงแหวนโพลีเอทิลีนและพลาสติก



แบบทรงกลม



แบบวงแหวนโพลีเอทิลีน

ภาพประกอบ 10 ชนิดต่าง ๆ ของตัวกลางสำหรับถังกรองไร้อากาศ

(กรมควบคุมมลพิษ. 2537:46)

ตาราง 6 ชนิดต่าง ๆ ของตัวกลางสำหรับถังกรองไร้อากาศ (กรมควบคุมมลพิษ. 2537:46)

ชนิดของตัวกลาง	ความพรุน (ร้อยละ)	พื้นที่ผิวใช้งาน* (ตร.ม./ลบ.ม.)
กล่องพลาสติกลูกฟูก	>95	92
กล่อง พีวีซีลูกฟูก 1.16 x 0.6 x 0.6 ม.	95	110
วงแหวนโพลีเอทิลีน ϕ 70 มม. X 22 มม.	95	190
วงแหวนพลาสติก ϕ 90 มม. X 90 มม.	95	102
วงแหวนไนลอน ϕ 90 มม. X 90 มม.	95	102
โพลีโพรพิลีนทรงกลม ϕ 90 มม.	>95	89

* effective specific surface area

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้ชนิดตัวกลางแบบวงแหวนพลาสติก ϕ 90 มม. ความพรุน 95% และพื้นที่ผิวใช้งาน 102 ตร.ม. / ลบ.ม.

4. การตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งและเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

4.1 การตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้ง

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ใน Standard Methods for the Examination of water and Wastewater หรือคู่มือวิเคราะห์น้ำเสียที่มีมาตรฐานสากล และเป็นที่ยอมรับ วิธี การตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร ดังแสดงในตาราง 7 ต่อไปนี้

ตาราง 7 วิธีตรวจสอบมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร (กรมควบคุมมลพิษ. 2537:89)

ลักษณะน้ำทิ้ง	วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร
1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ใช้เครื่องมือวัดความเป็นกรดต่างของน้ำ (pH meter) ตามวิธีการหาค่าแบบ Electrometric Agide
2. บีโอดี (BOD)	Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน
3. ปริมาณของแข็ง (Solids)	
3.1 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids)	กรองผ่าน Glass Fiber Filter Disc
3.2 ปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids)	วิธีการจมตัวของตะกอนสู่ก้นกรวยอิมฮอฟ (Imhoff cone) ความจุ 1,000 ลบ.ซม. ในเวลา 1 ชม.
3.3 ปริมาณของแข็งละลาย (Dissolved Solids)	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. ภายหลังจากการกรองปริมาณสารแขวนลอยออกแล้ว
4. ซัลไฟด์ (Sulfide)	ไตเตรตหาปริมาณซัลไฟด์ทั้งหมด (Titration)
5. ไนโตรเจน (TKN)	เจลดาล์ (Kjeldahl)
6. น้ำมันและไขมัน (Oil and Grease)	สกัดด้วยเครื่องซอกซ์เลต (Soxhlet Apparatus)

4.2 เกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ โดยอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 55 และ 69 แห่ง พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้ออกประกาศกระทรวงฯ จำนวนสอง เรื่อง ตามลำดับ ดังนี้

1. กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดออกสู่สิ่งแวดล้อม
2. กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

อาคาร หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างขึ้น ไม่ว่าจะมัลักษณะเป็นอาคารหลังเดียวหรือเป็นกลุ่มของอาคารซึ่งตั้งอยู่ภายในพื้นที่ซึ่งเป็นบริเวณเดียวกัน และไม่ว่าจะมีท่อระบายน้ำท่อเดียว หรือมีหลายท่อ ที่เชื่อมติดต่อกันระหว่างอาคารหรือไม่ก็ตาม

การจำแนกประเภทของอาคาร ได้แสดงไว้ในตาราง 8

น้ำทิ้ง หมายความว่า น้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วจนเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งตามที่กำหนดไว้ในประกาศนี้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 9

แหล่งน้ำสาธารณะ หมายความว่า ความรวมถึง ท่อระบายน้ำสาธารณะด้วย

การบำบัดน้ำเสีย หมายความว่า กระบวนการทำหรือปรับปรุงน้ำเสีย เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งตามที่กำหนดไว้ในประกาศนี้ แต่ทั้งนี้ห้ามใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilution)

ตาราง 8 การจำแนกประเภทอาคาร (สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534:13-14)

ลักษณะอาคาร	ประเภทอาคาร				
	ก	ข	ค	ง	จ
1. อาคารชุด (ห้องนอน)	≥ 500	100-< 500	< 100	-	-
2. โรงแรม (ห้อง)	≥ 200	60-< 200	< 60	-	-
3. หอพัก (ห้อง)	-	≥ 250	50-< 250	10-< 50	-
4. สถานบริการ (ตารางเมตร)	-	≥ 5000	1000-< 5000	-	-
5. สถานพยาบาล (เตียง)	≥ 30	10-< 30	-	-	-
6. อาคารโรงเรียน สถาบันอุดมศึกษา (ตารางเมตร)	≥ 25000	5000-< 25000	-	-	-
7. อาคารที่ทำการ (ตารางเมตร)	≥ 55000	10000-< 55000	5000-< 10000	-	-
8. ศูนย์การค้า หรือห้างสรรพสินค้า (ตารางเมตร)	≥ 25000	5000-< 25000	-	-	-
9. ตลาด (ตารางเมตร)	≥ 2500	1500-< 2500	1000-< 1500	500-< 1000	-
10. ภัตตาคารหรือร้านอาหาร (ตารางเมตร)	≥ 2500	500-< 2500	250-< 500	100-< 250	< 100
11. อาคารที่สร้างในที่ดินที่ได้รับอนุญาตตามกฎหมาย(บ้านพักอาศัย)(หลัง)	> 500	101-500	20-100	< 20	-
12. แฟบปลา (ตร.ม.)	-	> 300	-	-	-

ตาราง 9 มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534:11-12)

พารามิเตอร์	หน่วย	ประเภทอาคาร				
		ก	ข	ค	ง	จ
1. พีเอช	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9
2. บีโอดี	มก./ล.	20	30	40	50	200
3. ปริมาณของแข็ง						
3.1 สารแขวนลอย	มก./ล.	30	40	50	50	60
3.2 ตะกอนหนัก	มก./ล.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3.3 สารที่ละลายได้*	มก./ล.	500	500	500	500	500
4. ชัลไฟด์	มก./ล.	1.0	1.0	3.0	4.0	-
5. ทีเคเอ็น	มก./ล.	35	35	40	40	-
6. น้ำมันและไขมัน	มก./ล.	20	20	20	20	100

หมายเหตุ

- น้ำทิ้งต้องมีค่าไม่เกินที่แสดงไว้ในตาราง
- *หมายถึงเป็นค่าที่เพิ่มขึ้นจากน้ำใช้ตามปกติ

5. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จรงค์ จิระภาพันท์, (2531) ได้ศึกษา ถึงการใช้ระบบบำบัดน้ำเสีย สำหรับน้ำทิ้งจากฟลัด โดยเก็บน้ำเสียรวมจากฟลัดชุมชนการเคหะแห่งชาติห้วยขวาง โดยใช้ถังจำลองระบบ เซฟติก และแอนแอโรบิคฟิวเตอร์ (Septic Anaerobic filter System) บรรจุด้วยตัวกลางพลาสติกแบบจำลองใช้น้ำเสียป้อนเข้าถึงอย่างสม่ำเสมออัตราการไหล 29 ลิตร/วัน มีค่าความเข้มข้นบีโอดี เฉลี่ย 185.84 มก./ล ผลการทดลอง มีประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี เมื่อผ่านระบบแล้วร้อยละ 78.5 น้ำทิ้งที่ผ่านออกจากระบบมีความเข้มข้นเฉลี่ย 39.1 มก./ล.

ทรงศักดิ์ ศรีทุมมา และคณะ, (2534) ได้ศึกษา รูปแบบและประสิทธิภาพของระบบติดกับที่ชนิดถังเกรอะ – ถังกรองไร้อากาศที่ใช้บำบัดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งของการแก้ไขปัญหาการบำบัดและกำจัดน้ำเสีย สำหรับบ้านพักอาศัยที่ตั้งอยู่ในบริเวณดิน ชีมน้ำไม่ดี มีน้ำท่วมขังหรือระดับน้ำใต้ดินสูง การทดลองเป็นการทดลองในภาคสนามจริงโดยใช้กับครอบครัวขนาด 6 คน โดยถังเกรอะขนาด 2.87 ลบ.ม. ถังกรองไร้อากาศขนาด 1 ลบ.ม. ภายในถังกรองไร้อากาศบรรจุหินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 – 3.5 ซม. หนา 90 ซม. ปริมาณน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยเฉลี่ย 978 ลิตร และใช้เวลาเก็บกัก 4 วัน ผลการทดลองพบว่า น้ำเสียจากบ้านพักอาศัย เมื่อผ่านระบบแล้วมีค่าพารามิเตอร์สำคัญ คือ ค่าเฉลี่ย บีโอดี, สารแขวนลอย ไนโตรเจนทั้งหมด, ซัลไฟด์, น้ำมัน และไขมัน มีค่า 32.01 มก./ล., 31.54 มก./ล., 23.09 มก./ล., 3.48 มก./ล. และ 109 มก./ล. ตามลำดับ ค่าความสกปรกเหล่านี้มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ๑ ยกเว้นค่าของน้ำมันและไขมัน

เกรียงศักดิ์ คูหิรัญญรัตน์, (2535) ได้ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียชนิดติดกับที่แบบถังกรองไร้ออกซิเจนสำหรับกักตุน ระบบบำบัดน้ำเสียประกอบไปด้วย บ่อดักไขมันบ่อกะละ และถังกรองไร้ออกซิเจนโดยทดลองใช้หินเบอร์ 2 เป็นตัวกรองลึก 0.90 เมตร น้ำเสียเข้าระบบมีค่า BOD ช่วง 1,102 – 3,108 มก./ล. เฉลี่ย 1985.02 มก./ล. น้ำเสียที่เข้าระบบช่วงแรกมีค่า 0.789 ลบ.ม/วัน ได้ระยะเวลากักเก็บ 4.5 วัน ต่อมากักตุนขยายได้ ทำให้ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ 1.236 ลบ.ม/วัน ได้ระยะเวลากักเก็บ 3.67 วัน ผลการศึกษาพบว่ามีเพียงค่า pH, ของแข็งตกตะกอน, ออร์แกนิกไนโตรเจน มีค่ามาตรฐานตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร ส่วนคุณลักษณะอื่น ๆ มีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง

ศิราภรณ์ โตเต็ม, (2536) ได้ศึกษา ถึงการใช้พลาสติกเป็นตัวกลางยึดเกาะในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอน พบว่าตัวกลางที่ดัดแปลงจากขวดน้ำนั้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในระบบบำบัดแบบเลี้ยงตะกอนได้ ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพลดค่าบีโอดี และปริมาณของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 94 – 85 และ 91 – 97 ตามลำดับ

นิพนธ์ ศรีบุญเรือง และคณะ, (2537) ได้ศึกษา ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงแรม โดยใช้ถังเกรอะร่วมกับถังกรองไร้ออกซิเจน โดยทดลองกับโรงแรมน้ำโขงรอยัล จังหวัดหนองคาย ผลการทดลองพบว่า คุณภาพน้ำก่อนการบำบัด และหลังการบำบัด พิจารณาค่า BOD และตะกอน แขนวนลอย มีค่า 124.3, 43.3 มก./ล. สำหรับ BOD และ 88.2 , 13.0 มก./ล. สำหรับตะกอนแขวนลอยตามลำดับ ซึ่งระบบมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าที่ควร ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง จากอาคาร

Uthit Thipsuwan, (1976) ได้ศึกษาออกแบบถังแยกน้ำมัน-ออกจากน้ำเสียโดยใช้ถังตกตะกอนแบบแผ่นเอียง (Application of inclined plates in the separation of oil and water) พบว่าประสิทธิภาพของระบบทำงานได้ดีที่สุดเมื่อมีค่าสัดส่วนความยาวของเพลท (Plate length) และระยะห่างของเพลท (Plate Spacing) อยู่ในช่วง 20 – 40 โดยมีมุมเอียงของเพลทให้ประสิทธิภาพสูงที่สุดที่ 45 องศา

Phaibul Vasanadiloklert, (1978) ได้ศึกษาการนำน้ำทิ้งที่ผ่านถังกวน และถังสร้างตะกอน (Mixing and Flocculation Tank) ของโรงกรองน้ำประปาสามเสนผ่านไปในถังตกตะกอนแบบท่อเอียงโดยใช้ไม้ไผ่เป็นท่อเอียง (Used of inclined tube-settlers in water treatment System) ประสิทธิภาพการตกตะกอนได้สูง ถึงร้อยละ 93.8 โดยมีความยาวเหมาะสมของท่อเอียง 120 ซม. ทั้งนี้เส้นผ่านศูนย์กลางท่อเอียง 6.3 ซม. โดยทำมุมเอียงกับแนวราบ 45 องศา โดยสัดส่วนความยาวของท่อเอียงและเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นประมาณ 20

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศ แบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง โดยออกแบบเป็นระบบตกตะกอนแบบท่อเอียงต่อเนื่องต่อกันกับระบบบำบัดน้ำเสียชนิดกรองไม่เติมอากาศประกอบสร้างจากวัสดุพลาสติกใสขนาด 0.60x2.107x1.207 เมตร (กว้างxยาวxสูง) โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนในถังเดียวกัน ซึ่งเป็นการนำหลักการการตกตะกอนในท่อเอียงและหลักการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดกรองไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง ออกแบบให้ทำงานร่วมกันในถังเดียวกัน โดยเป็นการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น (Primary treatment process) และการบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง (Secondary treatment process) ในส่วนที่ 1 และ 2 ของถังตามลำดับ จะเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการบำบัดน้ำเสียชุมชน และยังเป็นการสร้างต้นแบบ เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาต่อไป

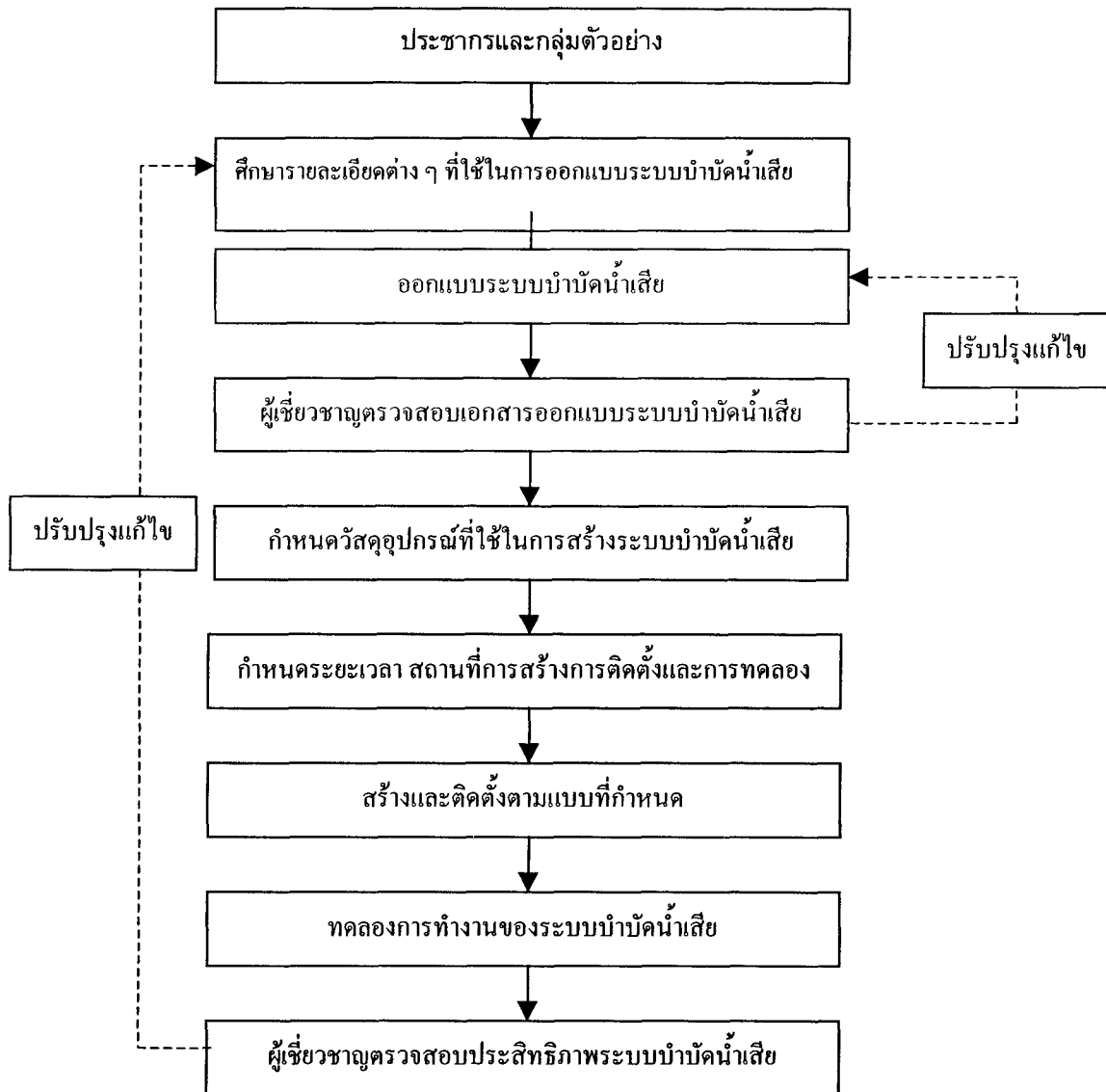
บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiment Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรกลุ่มตัวอย่าง และตัวแปรที่ศึกษา
2. ศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
3. ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
4. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเอกสารการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย
5. กำหนดวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย
6. กำหนดระยะเวลา สถานที่ การสร้าง, การติดตั้งและการทดลอง
7. สร้างและติดตั้งตามแบบที่กำหนด
8. ทดลองการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย
9. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย
10. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

สามารถเขียนเป็นกรอบแนวความคิดในการดำเนินการได้ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แสดงกรอบความคิดในการวิจัย

1. ประชากร,กลุ่มตัวอย่างและตัวแปรที่ศึกษา

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ น้ำเสียชุมชน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง (ใช้วิธีสุ่มแบบเจาะจง)

1.2.1 น้ำเสียชุมชนจากบ้านพักอาศัย

1.2.2 น้ำเสียชุมชนจากร้านอาหาร

1.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.3.1 ตัวแปรอิสระ

1.3.1.1 น้ำเสียจากบ้านพักอาศัย

1.3.1.2 น้ำเสียจากร้านอาหาร

1.3.2 แปรตามประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมพารามิเตอร์ดังนี้

1.3.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

1.3.2.2 ค่าบีโอดี (BOD)

1.3.2.3 ปริมาณของแข็ง (Solids)

1.3.2.3.1 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids)

1.3.2.3.2 ปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids)

1.3.2.3.3 ปริมาณของแข็งละลาย (Dissolved Solids)

1.3.2.4 ซัลไฟด์ (Sulfide)

1.3.2.5 ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูป ทีเคเอ็น (TKN)

1.3.2.6 น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease)

2. ศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

การศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง

2.1 ศึกษาค้นคว้า ตำรา และงานทดลองที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบมีตัวกลาง

2.2 ศึกษาคุณสมบัติ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง เพื่อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการประกอบสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อทดสอบการทำงาน

3. ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบมีตัวกลางมีลักษณะเป็นถังตะกอนแบบท้อเอียงต่ออนุกรมกับถังบำบัดน้ำเสียชนิดกรองไม่เติมอากาศ โดยออกแบบสร้างเป็นชุดเดียวกัน มีการออกส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

3.1 ส่วนถังตกตะกอนแบบท่อเอียง

ออกแบบเป็นถังตกตะกอนรูปสี่เหลี่ยมมีทิศทางการไหลของน้ำเสียและการตกตะกอนสวนทิศทางการไหล (Counter Current Settling)

กำหนด

อัตราน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย 179 ลิตร/วัน/คน (ศักดิ์ชัย สุริยจันทร์ทอง).

ทดลองสร้างขนาดรองรับจำนวนคน 3 คน

ปริมาณน้ำเสีย (Q) = $179 \times 3 = 537$ ลิตร/วัน

= 0.537 ลบ.ม./วัน

เลือกติดตั้งท่อ PVC (Tube Settlers)

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง = 0.05 เมตร

ความยาว = 1 เมตร ($L/D \sim 20$)

ติดตั้งท่อเอียงทำมุม = 45 องศา กับแนวนอน

พื้นที่หน้าตัดที่ต้องการของกลุ่มท่อเอียง

จาก $SLR = \frac{Q}{A}$

เมื่อ $SLR =$ อัตราน้ำล้นของถัง (Surface loading rate)
ถังสี่เหลี่ยมผืนผ้า 30-50 ลบ.ม./ตร.ม./วัน
(เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539:210)

$A = \frac{0.537}{40}$; เลือก $SLR = 40$ ลบ.ม./ตร.ม./วัน
= 0.013425 ตร.ม.

จำนวนท่อ (n) = $\frac{A}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{0.013425}{\frac{\pi (0.05)^2}{4}}$
= 6.80 เลือก 8 ท่อ

จาก K.M. YAO (1970)

Overflow rate (V_{sc}) = $\frac{S_c V_o}{\sin \theta + L/D \cos \theta}$

เมื่อ $V_o =$ ความเร็วของน้ำโดยเฉลี่ยที่ไหลในท่อกลม

$S_c =$ พารามิเตอร์ มีค่า 4/3 สำหรับท่อกลม

$\theta =$ มุมเอียงกับแนวนอน

$L =$ ความยาวท่อ

$D =$ เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ

แทนค่า $S_c = 4/3$, $\theta = 45^\circ$, $L/D = 20$

$V_{sc} = 0.089979 V_o$.

อัตราการไหลต่อท่อ = $\frac{0.537}{8} = 0.067125$ ลบ.ม./วัน

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่หน้าตัดท่อ} &= \frac{\pi(0.05)^2}{4} = 0.00196 \text{ ตร.ม} \\
 V_{sc} &= \frac{0.067125}{0.00196} = 34.186 \text{ ลบ.ม./ตร.ม./วัน} \\
 &\quad (\text{อยู่ในเกณฑ์ } 30\text{-}50 \text{ ลบ.ม./ตร.ม./วัน}) \\
 V_o &= 379.94 \text{ ม./วัน} \\
 &= 4.4 \times 10^{-4} \text{ ม./วัน} \\
 \text{ค่าตัวเลขเรโนลด์} &= \frac{DVP}{\mu} \\
 &= \frac{0.05 \times 4.4 \times 10^{-4} \times 1.0}{1 \times 10^{-6}} \\
 &= 22 < 2, 1000 \\
 &\quad (\text{เป็นการไหลแบบราบเรียบ}) \\
 \text{ระยะเวลาักเก็บ(Detention time)} &= \frac{\text{Tube Volume}}{\text{Flow rate}} \\
 &= \frac{[\pi(0.05)^2/4] [1]}{0.067125} \\
 &= 0.02925 \text{ วัน} \\
 &= 42 \text{ นาที}
 \end{aligned}$$

ขนาดถังตกตะกอนที่ต้องการ

$$\text{เลือกเวลาเก็บกัก} = 12 \text{ ชม.}$$

ปริมาตรถังตกตะกอน รวมกับปริมาตรท่อเอียง

$$\begin{aligned}
 V &= Q.t \quad \text{ลบ.ม.} \\
 &= 0.537 \times 0.50 \text{ ลบ.ม.} \\
 &= 0.2685 \text{ ลบ.ม.}
 \end{aligned}$$

3.2 ส่วนถังกรองไร้อากาศ

(1) กำหนด

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย} &= 179 \text{ ลิตร/วัน/คน} \\
 &\quad (\text{ศักดิ์ชัย สุริยจันทร์ทรง. 2524:11})
 \end{aligned}$$

$$\text{ทดลองสร้างขนาดถังรองรับจำนวนคน} = 3 \text{ คน}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาณน้ำเสีย (Q)} &= 179 \times 3 = 537 \text{ ลิตร/วัน} \\
 &= 0.537 \text{ ลบ.ม./วัน}
 \end{aligned}$$

ลักษณะน้ำเสีย (ข้อมูลสำรวจกระทรวงวิทยาศาสตร์, ปี 2534)

$$\text{pH} = 5\text{-}9$$

$$\text{BOD} = 200 \text{ mg/l}$$

Suspended Solid	= 234 mg/l
Grease & Oil	= 299.1 mg/l
TKN	= 32.5 mg/l

(2) คำนวณขนาดถังกรองไร้อากาศ

จาก Kinetic Model for Fixed Film Anaerobic filter (Degremont. 1991:727)

Se/Si	= $e[kA (H/Q^n)]$
Se	= 20 mg/l
Si	= 120 mg/l (คิดให้ถังตกตะกอนแบบท่อเอียงบำบัดได้ 40%)
K	= 0.03 mg/l
A	= Surface area of media m^2
n	= $0.91 - (21.48/AS)$
AS	= Specific surface area of media (เลือก $102 m^2/m^3$)
H	= Dept of water or filter m.

Detention time (t)

t	= $(Si - Se) / kSe$
K	= 0.5/hr.
t	= $(120-20) / 0.5 \times 20$ = 10 hrs

ปริมาณความสกปรกเข้าถังจากบ้านพักอาศัย (load)

เกณฑ์	= 0.01-0.3 กก./ม ² /วัน (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2537:210)
เลือก	= 0.01 กก./ม ² /วัน
ความสกปรก BOD เข้าถัง	= $\frac{120 \times 0.537}{1000} = 0.06444$ กก./วัน

$$\text{พื้นที่ผิวสัมผัสที่ต้องการ} = \frac{0.0644}{0.01} = 6.44 \text{ สำหรับจุลินทรีย์}$$

เลือกตัวกลางพลาสติกแบบ Pall Ring ขนาด 90 x 90 mm.

Porosity > 90%

Specific Surface Area $102 m^2 / m^3$

$$\text{ปริมาตรถังต้องการ} = \frac{0.537 \times 10}{24} \text{ ลบ.ม.}$$

$$= 0.22375 \text{ ลบ.ม.}$$

$$\text{เลือกขนาดถัง (ก x ย x ส)} = 0.60 \times 0.60 \times 1.20 \text{ เมตร}$$

$$\text{Pall Ring จำนวน} = 1200 \text{ ตัว/ลบ.ม.}$$

$$\therefore \text{ต้องการจำนวน} = \frac{1200}{102} \times 6.44$$

$$= 75.76 \sim 80 \text{ ตัว}$$

ขนาดความลึกตัวกลางที่สร้าง 0.60 เมตร

คิดเป็นปริมาตร $= 0.60 \times 0.60 \times 0.60$ ลบ.ม.

$= 0.216$ ลบ.ม.

คิดเป็นตัวกลาง $= 1200 \times 0.216$ ตัว

$= 259.2$ ตัว

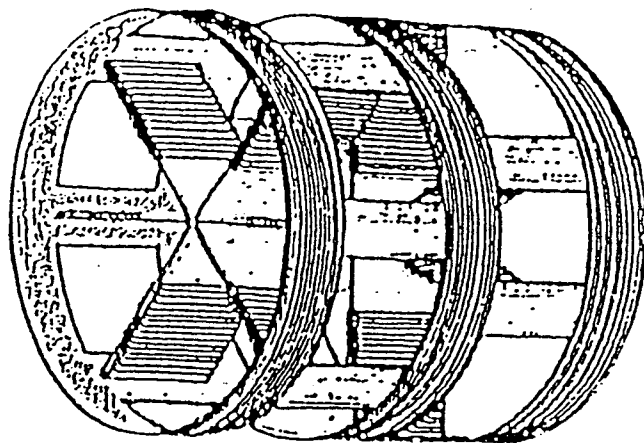
เลือกเต็มตัวกลาง (Media) ในถัง > 80 ตัวจนได้ความหนา $= 0.60$ เมตร

(3) คุณสมบัติตัวกลาง แสดงในภาพประกอบ 12

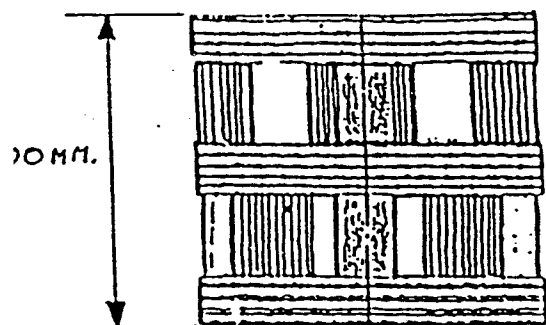
- | | |
|--------------------|---------------------------|
| - ชนิด | วงแหวน (Pall Ring) |
| - วัสดุ | พลาสติก |
| - ขนาด | $\phi 90$ มม x 90 มม |
| - พื้นที่ผิวสัมผัส | 102 ตร.ม/ลบ.ม. ของตัวกลาง |
| - ความพรุน | 90% |
| - จำนวน | 1200 ชิ้น/ลบ.ม. |

3.3 เขียนแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

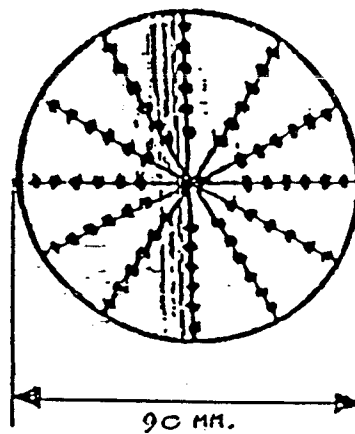
จากรายละเอียดรายการคำนวณในข้อ 3.1 และ 3.2 เขียนแบบถังบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง โดยแสดงรายละเอียดรูปแปลนและรูปตัดระบบบำบัดน้ำเสีย ดังภาพประกอบ 13



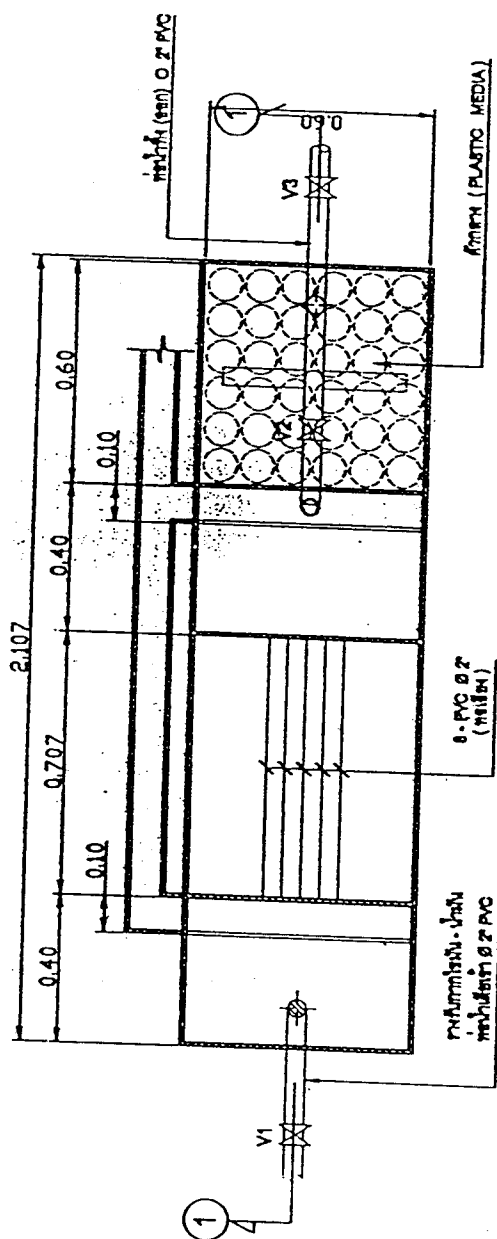
FRONT VIEW



TOP VIEW

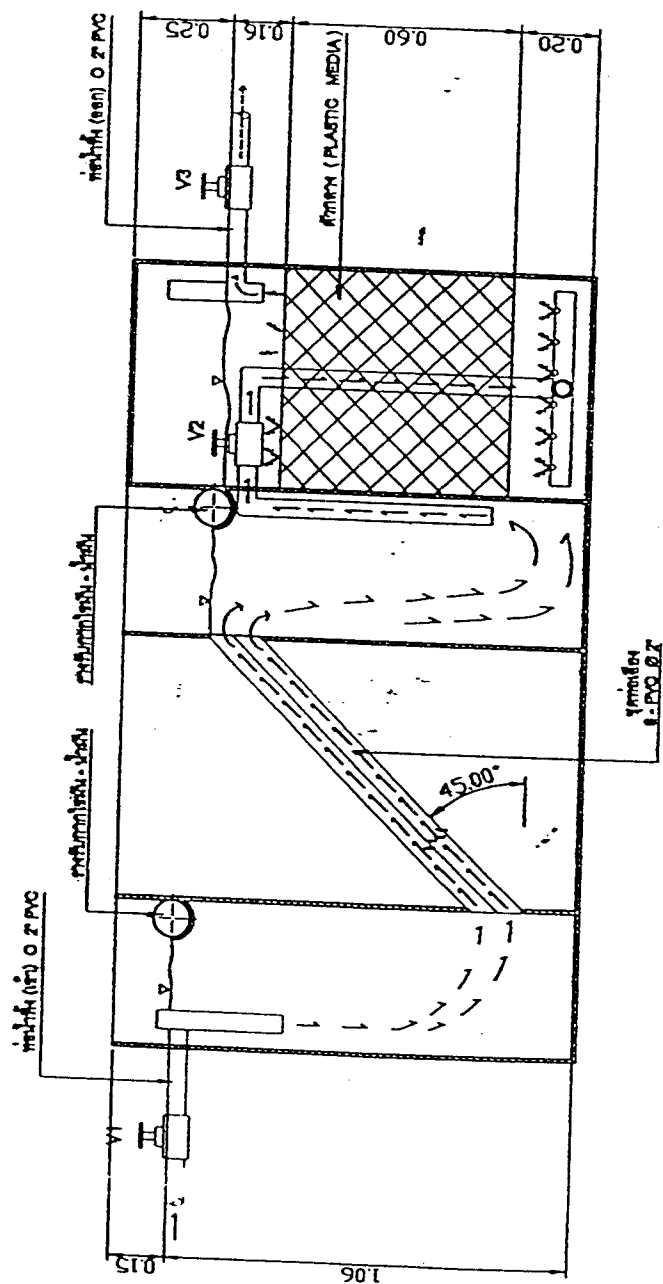


ภาพประกอบ 12 ลักษณะของตัวพลาสติกที่ใช้ในการศึกษา



កម្មសម្បត្តិសិប្បករ

V = valve gate



ภาพประกอบ 13 แสดงแบบแปลนและรูปตัดตั้งน้ำบ้น้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบมีตัวกลาง

4. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเอกสารออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

หลังจากออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง เรียบร้อยแล้ว นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบข้อบกพร่อง และข้อเสนอแนะการปรับปรุง

5. กำหนดวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

การสร้างถังบำบัดน้ำเสีย เพื่อการศึกษาครั้งนี้ใช้วัสดุ อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

5.1 วัสดุอุปกรณ์

- 5.1.1 พลาสติกใส หนา 6 มิลลิเมตร 12 ตารางเมตร
- 5.1.2 เหล็กฉาก ขนาด L 25x25x2.3 มิลลิเมตร ยาว 29 เมตร
- 5.1.3 ท่อ พี วี ซี (PVC) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 100 มม. ยาว 3.5 เมตร
- 5.1.4 ท่อ พี วี ซี (PVC) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 50 มม. ยาว 5 เมตร
- 5.1.5 วาล์วเกท (Gate Valve) ทองเหลืองขนาด 50 มม. 3 ตัว
- 5.1.6 ตัวกลางพลาสติกแบบวงแหวน (Pall Ring) จำนวน 220 ตัว
- 5.1.7 ข้อต่อ พี วี ซี (PVC) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 100 มม. จำนวน 2 ตัว
- 5.1.8 ข้อต่อ พี วี ซี (PVC) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 50 มม. จำนวน 5 ตัว
- 5.1.9 ซิลิโคน ยาแนวรอยต่อกันรั่วซึม จำนวน 5 หลอด
- 5.1.10 สกรูยึดโครงกับพลาสติกขนาด 1 หุน จำนวน 5 กล่อง

5.2 เครื่องมือประกอบด้วย

- 5.2.1 เลื่อยสำหรับตัดท่อ พี วี ซี (PVC) 1 ตัว
- 5.2.2 สว่านเจาะเหล็กขนาด 3/8 นิ้ว จำนวน 1 ดอก
- 5.2.3 ชูตอัดยิงซิลิโคน 1 ตัว
- 5.2.4 เลื่อยตัดพลาสติกใส 1 ตัว
- 5.2.5 ไขควงปากแบน 1 อัน
- 5.2.6 ไขควงปากแฉก 1 อัน
- 5.2.7 เครื่องเชื่อมโครงเหล็กไฟฟ้า 1 ชุด

6. กำหนดระยะเวลาสถานที่การสร้างการติดตั้งและการทดลอง

6.1 ระยะเวลาในการสร้างถังบำบัดน้ำเสีย เริ่มตั้งแต่วันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ 2546 ถึงวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2546

6.2 สถานที่การสร้าง, ติดตั้งถังบำบัดน้ำเสีย บ้านเลขที่ 100/714 หมู่บ้านอมรพันธ์ 9 แขวงจระเข้บัว เขตลาดพร้าว 10230

6.3 การทดลอง

6.3.1 น้ำเสียที่ใช้ในการศึกษาเป็นน้ำเสียชุมชนที่เก็บตัวอย่างมาจากบ่อกักน้ำที่ระบายน้ำเสีย รวมโรงอาหาร องค์การเภสัชกรรม และน้ำเสียจากบ่อกักน้ำเสียรวม จากบ้านพักอาศัย เลขที่ 100/714 หมู่บ้านอมรพันธ์ 9 แขวงจระเข้บัว เขตลาดพร้าว 10230

6.3.2 สถานที่วิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ บริษัททอเดอร์เทส จำกัด 208/9 หมู่ 6 ถนนพหลโยธิน เขตสายไหม กรุงเทพฯ 10200

6.3.3 ระยะเวลาในการทดลองถึงบำบัดน้ำเสียเริ่มตั้งแต่วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2546 ถึง 11 มีนาคม 2546

7. สร้างและติดตั้งตามแบบที่กำหนด

การสร้างถังบำบัดน้ำเสีย เพื่อการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีรายละเอียดสำคัญ ดังนี้

7.1 ขั้นตอนการสร้าง เริ่มจากสั่งซื้อ วัสดุ อุปกรณ์, จัดเตรียมเครื่องมือ, ประกอบสร้างตามแบบ และ ทดสอบถังน้ำเสีย เพื่อการรั่วซึม และข้อบกพร่อง เพื่อปรับปรุงแก้ไข

7.2 ลักษณะระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบมีตัวกลางเป็นระบบถังบำบัดน้ำเสียพลาสติก ใส ขนาด 0.60x2.107x1.207 (กว้างxยาวxสูง) โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

7.2.1 ส่วนถังตกตะกอนท่อย่อย มีขนาดเก็บกักน้ำได้ 0.523 ลบ.ม (Effective Volume) ชุด ท่อย่อยเป็นท่อกลม พี วี ซี (PVC) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 50 มม. ยาว 1 เมตร จำนวน 8 ท่อ วาง เรียงซ้อนเป็น 2 ชั้น ชั้นละ 4 ท่อ โดยทำมุมเอียงกับแนวนอน 45 องศา

7.2.2 ส่วนถังกรองไร้อากาศ มีขนาดเก็บกักน้ำได้ 0.345 ลบ.ม (Effective Volume) มีความหนาชั้นตัวกลางพลาสติก 0.60 เมตร บรรจุตัวกลางพลาสติกแบบ Pall Ring จำนวน 220 ตัว

8. ทดลองการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

การวิจัยนี้ตัวแปรที่ทดสอบคือ ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

8.1 กำหนดชุดการทดลอง

ในการทดลองจะแบ่งเป็น 2 ชุด ทดลอง ตามกลุ่มตัวอย่างน้ำเสียดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงการแบ่งการทดลองเป็น 2 ชุด ตามกลุ่มตัวอย่างน้ำเสีย

การ ทดลองที่	กลุ่มตัวอย่างน้ำเสีย	ตัวกลาง	อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน)	ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (ชม.)	
				ส่วนตกตะกอน	ส่วนกรอง
1	น้ำเสียจากบ้านพักอาศัย	Pall Ring	0.537	12	12
2	น้ำเสียจากร้านอาหาร	Pall Ring	0.537	12	12

หมายเหตุ

อัตราการไหล กำหนดจากการคำนวณอัตราการไหล เพื่อกำหนดขนาดถังบำบัดน้ำเสียตามข้อ 3.1

ระยะเวลา เก็บกักน้ำเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดคำนวณขนาดถังบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นเกณฑ์ออกแบบ ถึงตกตะกอนและถังกรอง (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539:101-227)

8.2 การควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสีย

สำหรับการควบคุมอัตราการไหลใช้วาล์วเกทจะเป็นตัวควบคุมดังภาพประกอบ 14 แสดง Flow diagram

8.3 การควบคุมระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

การดำเนินการทดลอง กำหนดระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (Detention time) โดยควบคุมดังนี้

8.3.1 กำหนดเวลาเก็บกักน้ำเสียในส่วนถังตกตะกอนแบบท้อเอียง 12 ชั่วโมง ควบคุมโดยวาล์ว... V1 และ V2 ดังรูป

8.3.2 กำหนดเวลาเก็บกักน้ำเสียในส่วนถังกรองไร้อากาศ 12 ชั่วโมง ควบคุมโดยวาล์วเกท V1, V2 และ V3 โดยเติมน้ำเสียเข้าไปทางเข้าถังบำบัดน้ำเสียจนน้ำเต็มทั้ง 2 ส่วน และขังน้ำไว้ 12 ชั่วโมง ภาพประกอบ 14

8.4 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

8.4.1 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำ

ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ เป็นชนิดขวดแก้วหรือโพลีเอทิลีนขนาดใหญ่ที่จะบรรจุน้ำไปทำการวิเคราะห์ มีฝาเกลียวปิดมิดชิด ก่อนใช้ล้างให้สะอาดด้วยกรดโครมิก แล้วล้างน้ำสะอาดอีก 2-3 ครั้ง จึงล้างด้วยน้ำกลั่น

8.4.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

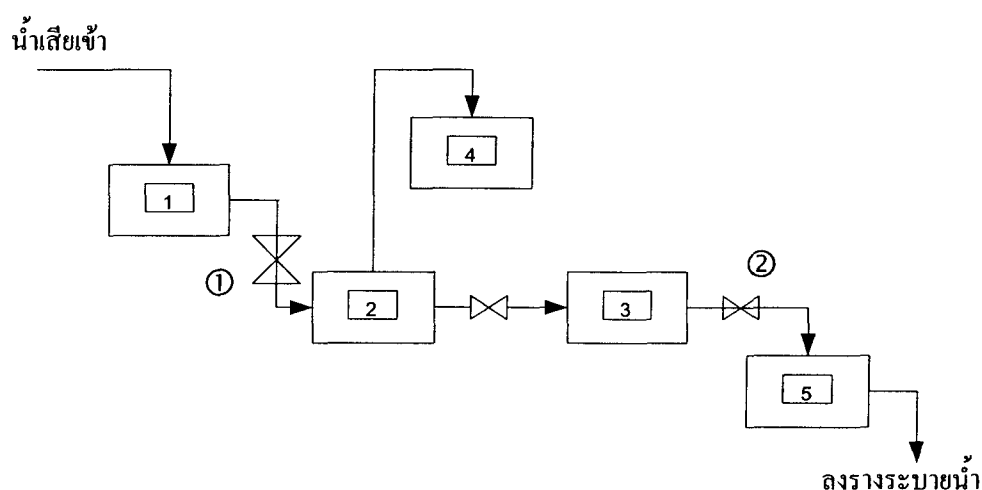
เก็บตัวอย่างน้ำที่จุด 1 และ 2 ดังแสดงในภาพประกอบ 14

8.4.3 ความถี่ของการเก็บตัวอย่างน้ำ

ในการทดลองครั้งนี้จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจุดที่ 1 และ 2 ระยะเวลาห่างกัน 24 ชั่วโมง ต่อ 1 ชุด ตัวอย่าง โดยกำหนดชุดตัวอย่างตามประเภทน้ำเสียจากโรงอาหาร 3 ชุดและจากบ้านพักอาศัย 3 ชุด รวมทั้งหมด 6 ชุด

8.4.4 การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเสีย

ตัวอย่างน้ำเสียจะถูกกักตามมาตรฐาน ในตาราง 5 โดยวิธีเก็บแบบแยก (Grab Sample)



ภาพประกอบ 14 FLOW DIAGRAM

สัญลักษณ์

	=	ถังเก็บน้ำเสีย (Storage Tank)
	=	ถังตกตะกอนท่อยิ่ง (Settling Tank)
	=	ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic filler Tank)
	=	ถังเก็บกากน้ำมัน-ไขมัน (Storage Tank)
	=	ถังเก็บน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว (Storage Tank)
	=	วาล์วเกท
①	=	จุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียตำแหน่งท่อน้ำเสียก่อน เข้าระบบตกตะกอนท่อยิ่ง
②	=	จุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วที่ ตำแหน่งท่อน้ำเสียออกจากระบบกรองไร้อากาศ

8.5 ผังการทดสอบระบบบำบัดน้ำเสีย ดังแสดงในภาพประกอบ 15 มีขั้นตอนสำคัญดังนี้

8.5.1 การเตรียมตะกอนแบคทีเรียในถังบำบัดน้ำเสีย

ทดลองเริ่มต้นโดยการเติมตะกอนแบคทีเรีย (Sludge) นำมาจากถังตกตะกอนระบบบำบัดน้ำเสีย องค์การเภสัชกรรม ลงในถังส่วนตกตะกอนท่อยิ่ง และส่วนถังกรองไร้อากาศ โดยใช้ร้อยละ 5-10 ของปริมาตรสุทธิของถัง (Effective Volume) (กรมควบคุมมลพิษเล่ม 4.2537:46) ครั้งนี้เลือกใช้ 85 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 9.79 จากนั้นเติมน้ำเปล่าให้เต็มถังทิ้งไว้ 7 วัน แล้วเติมน้ำเสียจากโรงอาหารองค์การเภสัชกรรมวันละประมาณ 174 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 20 ของปริมาตรถังสุทธิต่อกัน 5 วัน ทั้งหมดเริ่มตั้งแต่วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2546 ถึงวันที่ 4 มีนาคม 2546 รวมระยะเวลาควบคุมเข้าสู่สภาวะเสถียร 12 วัน จึงเริ่มทดลองในขั้นตอนต่อไป

8.5.2 ขั้นตอนเติมน้ำเสียเข้าสู่ระบบตามประเภทกลุ่มตัวอย่างและเวลาเก็บกักกำหนด

8.5.2.1 เริ่มป้อนน้ำเสียจากโรงอาหารองค์การเภสัชกรรมเข้าสู่ถังบำบัดน้ำเสียติดต่อกัน 3 วัน ระยะห่างกัน 24 ชั่วโมง พร้อมเก็บน้ำตัวอย่างส่งวิเคราะห์ 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียวันที่ 5 มีนาคม 2546

ณ จุดที่ 1

เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียวันที่ 6 มีนาคม 2546

ณ จุดที่ 2

ครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสียวันที่ 6 มีนาคม 2546

ณ จุดที่ 1

เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียวันที่ 7 มีนาคม 2546

ณ จุดที่ 2

ครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสียวันที่ 7 มีนาคม 2546

ณ จุดที่ 1

เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียวันที่ 8 มีนาคม 2546

ณ จุดที่ 2

8.5.2.2 เริ่มป้อนน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียติดต่อกัน 3 วัน

ระยะเวลาห่างกัน 24 ชั่วโมง พร้อมทำการเก็บตัวอย่างส่งวิเคราะห์
3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียวันที่ 8 มีนาคม 2546

ณ จุดที่ 1

เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย วันที่ 9 มีนาคม 2546

ณ จุดที่ 2

ครั้งที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย วันที่ 9 มีนาคม 2546

ณ จุดที่ 1

เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย วันที่ 10 มีนาคม 2546

ณ จุดที่ 2

ครั้งที่ 3 เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย วันที่ 10 มีนาคม 2546

ณ จุดที่ 1

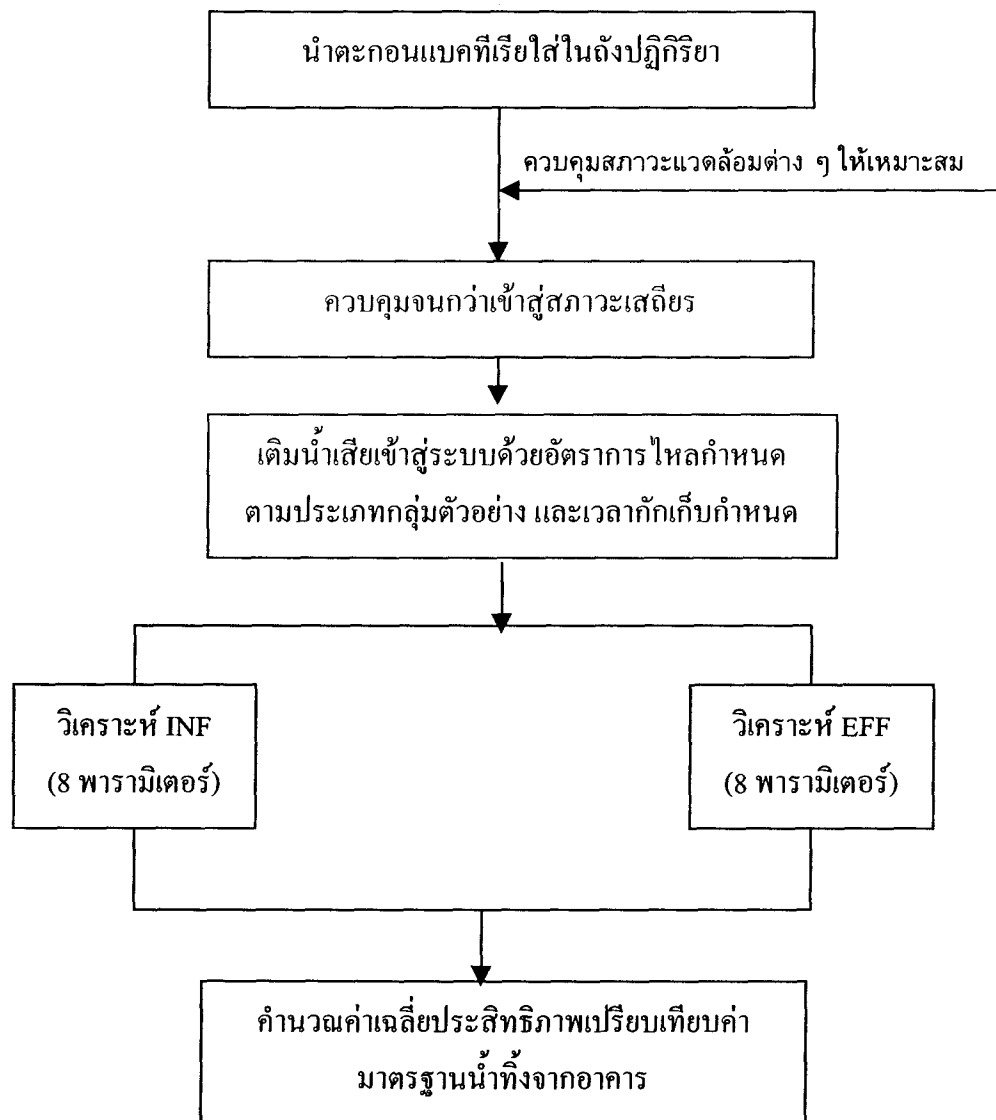
เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียวันที่ 11 มีนาคม 2546

ณ จุดที่ 2

8.5.3 ขึ้นส่งตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การส่งตัวอย่างน้ำตรวจวิเคราะห์ ส่งไปที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

บริษัทวอเตอร์เทส จำกัด จะเป็นการส่งทันที เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำ รวมทั้งสิ้น 12 ชุดตัวอย่างน้ำ



ภาพประกอบ 15 แสดงผังการทดลองการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ
ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง

9. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย

9.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ บริษัทวอเตอร์เทส จำกัด มีผู้เชี่ยวชาญที่เป็นเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ และผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ตรวจและเซ็นต์รับรองผล การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ซึ่งเป็นผู้ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนหมายเลขเป็นผู้เชี่ยวชาญจากกรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม จำนวน 2 คน และ 1 คนตามลำดับ

9.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย จะเทียบว่าคุณภาพน้ำที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียที่วัดได้ มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม วิธีวิเคราะห์จะแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 วิธีการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (ประเภท)				
			ก	ข	ค	ง	จ
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH meter	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9
บีโอดี (BOD)	เจือจาง	มก/ล	20	30	40	50	200
สารแขวนลอย(SS)	กรองผ่าน Glass Fiber Filter Disc	มก/ล	30	40	50	50	60
ตะกอนหนัก	วิธีการจมตัวใน Imhoff cone	มก/ล	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
สารที่ละลายได้ (TDS)	อบแห้ง 103-105°C	มก/ล	500	500	500	500	500
ซัลไฟด์ (Sulfide)	Titrate	มก/ล	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ไนโตรเจน (TKN)	Kjeldahl Method	มก/ล	35	35	40	40	-
น้ำมันและไขมัน (FOG)	Soxhlet	มก/ล	20	20	20	20	100

หมายเหตุ ประเภทอาคาร ก, ข, ค, ง และ จ ดูตาราง 8

10. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

10.1 เอกสารบันทึกข้อมูล

เอกสารสำหรับบันทึกข้อมูลระหว่างทดลอง ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 แสดงแบบฟอร์มบันทึกผล วิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย

☐ น้ำเสียจากบ้านพักอาศัย

☐ น้ำเสียจากโรงอาหาร

วัน เดือน ปี ที่ทดลอง	จุดเก็บ ตัวอย่าง	ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ								หมายเหตุ
		pH	BOD (mg/L)	Solids (mg/L)			SULFIDE (mg/L)	TKN (mg/L)	FOG (mg/L)	
				SS	TS	DS				
	1									
	2									
	1									
	2									
	1									
	2									
ค่าเฉลี่ย	1									
	2									

10.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) สำหรับหาค่าเฉลี่ยค่าคุณภาพน้ำเสียแต่ละจุดเก็บน้ำตัวอย่าง

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ = แทนค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ = ผลรวมค่าคุณภาพน้ำทุกครั้ง แต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำ
 N = แทนจำนวนครั้งในการเก็บน้ำตัวอย่างสำหรับ แต่ละจุดเก็บน้ำตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนที่ 2 ทำการศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ขั้นตอนที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเอกสารการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ขั้นตอนที่ 5 กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ขั้นตอนที่ 6 กำหนดระยะเวลาสถานที่ การสร้าง, การติดตั้งและการทดลอง ขั้นตอนที่ 7 สร้างและติดตั้งตามแบบที่กำหนด ขั้นตอนที่ 8 ทดลองการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียและขั้นตอนที่ 9 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งได้ผลการทดลอง ดังนี้

ผลการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

นำรายการคำนวณและแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลางที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ประกอบสร้างและทดสอบเป็นดังนี้

1. ลักษณะระบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบสร้างได้ตามรายละเอียดแบบ โดยเป็นระบบถังบำบัดน้ำเสียพลาสติกใส ขนาด 0.60x2.107x1.207 เมตร (กว้างxยาวxสูง) ภายในประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ
 - 1.1 ส่วนระบบตกตะกอนท่อย่อย เฝือกกักน้ำเสียได้ตามออกแบบ 0.523 ลบ.ม (Effective Volume), ท่อย่อยเป็นท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 50 มิลลิเมตร ยาว 1 เมตร จำนวน 8 ท่อ เรียงซ้อน 2 ชั้น ชั้นละ 4 ท่อ เฝือกทำมุมกับแนวราบ 45 องศา
 - 1.2 ส่วนระบบกรองใ้อากาศ เฝือกกักน้ำเสียได้ตามออกแบบ 0.345 ลบ.ม. (Effective Volume), บรรจุตัวกลางพลาสติกแบบวงแหวน (Pall Ring) จำนวน 220 ตัว และได้ความหนาแน่นชั้นตัวกลางพลาสติกตามการออกแบบ 0.60 เมตร
2. การเฝือกกักน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถกักขังน้ำเสียได้ตามระยะเวลาทดลอง ตั้งแต่วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2546 ถึงวันที่ 11 มีนาคม 2546
3. ระบบบำบัดน้ำเสีย สามารถบำบัดน้ำเสียชุมชนชนิดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยและจากอาคารโรงงานอาหารได้

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหาร

การวัดประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย จากการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหาร ทำการทดลองเก็บตัวอย่างน้ำเสียทั้งหมด 3 ชุด แต่ละชุดจะเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ที่ตำแหน่งท่อเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนระบบตกตะกอนท่อย่อย โดยกำหนดให้เป็นจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ 1 และเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วที่ตำแหน่งท่อออกจากระบบบำบัดน้ำเสียส่วนระบบกรองใ้อากาศ โดยกำหนดให้เป็นจุดเก็บตัวอย่าง น้ำเสียที่ 2 ดังผลสรุปในตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากโรงอาหาร

วัน เดือน ปี	จุดเก็บ ตัวอย่างน้ำ	ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ								หมายเหตุ
		pH	BOD (mg/l)	Solids (mg/l)			SULFIDE (mg/l)	TKN (mg/l)	FOG (mg/l)	
				SS	TS	DS				
5 มี.ค 2546	1	5.10	780	180	0.20	824	5.87	62	33	
6 มี.ค 2546	2	7.30	7	10	0.00	178	0.00	34	0.33	
6 มี.ค 2546	1	4.90	800	190	0.20	836	6.37	66	34	
7 มี.ค 2546	2	7.50	8	11	0.22	199	0.00	41	0.67	
7 มี.ค 2546	1	4.80	880	198	0.30	862	8.03	72	39	
8 มี.ค 2546	2	7.60	10	12	0.00	210	0.00	4.5	1	
ค่าเฉลี่ย	1	4.93	820	189.33	0.23	840.66	6.76	66.67	35.33	
	2	7.47	8.33	11.00	0.00	195.55	-	40.00*	0.67	
ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง (ไม่เกิน)		5-9	20	30	0.5	500	1	35	20	

* หมายถึง ค่าที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

จากตาราง 13 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากโรงอาหารที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วได้ค่าเฉลี่ย เทียบเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (กรมควบคุมมลพิษ 2537 : 5) ดังต่อไปนี้

ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย 7.47 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด โดยมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5-9

ค่า บี โอ ดี (BOD) มีค่าเฉลี่ย 8.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าปริมาณของแข็งละลาย (Dissolved Solids) มีค่าเฉลี่ย 195.55 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน กำหนด 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids) มีค่าเฉลี่ย 0.00 ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) มีค่าเฉลี่ย 11 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน กำหนด 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าซัลไฟด์ (Sulfide) มีค่าเฉลี่ย 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูปค่า Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) มีค่าเฉลี่ย 40 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิน เกณฑ์มาตรฐานกำหนด 35 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าน้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease) มีค่าเฉลี่ย 0.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน กำหนด 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย

การหาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย จากการบำบัดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย ทำการทดลองเก็บตัวอย่างน้ำเสีย จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ที่ตำแหน่งท่อเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนระบบตกตะกอนท่อยิ่ง โดยกำหนดให้เป็นจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ 1 และเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ที่ตำแหน่งท่อออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนระบบกรองไร้อากาศ โดยกำหนดให้เป็นจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ 2 ดังผลสรุปในตารางที่ 14

ตาราง 14 แสดงผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย

วัน เดือน ปี	จุดเก็บ ตัวอย่างน้ำ	ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ								หมายเหตุ
		pH	BOD (mg/l)	Solids (mg/l)			SULFIDE	TKN (mg/l)	FOG (mg/l)	
				SS	TS	DS				
8 มี.ค 2546	1	6.6	130	20	2.95	306	28	0.00	2.33	
9 มี.ค 2546	2	7.5	10	9	0.00	201	4	0.00	1.33	
9 มี.ค 2546	1	7.1	85	24	0.00	275	0.00	16	0.67	
10 มี.ค 2546	2	7	23	15	0.00	272	0.00	3	0.33	
10 มี.ค 2546	1	6.9	109	22	0.8	298	10	12	1.33	
11 มี.ค 2546	2	7.2	16	12	0.00	211	1	2	0.33	
ค่าเฉลี่ย	1	6.87	108	22	1.25	293	12.67	9.33	1.44	
	2	7.23	16.33	12	0.00	228	1.67*	1.67	0.66	
ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง (ไม่เกิน)		5-9	20	30	0.5	500	1	35	20	

* หมายถึง ค่าที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

จากตาราง 14 แสดงผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วได้ค่าเฉลี่ย เทียบเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (กรมควบคุมมลพิษ.2537 : 5) ดังต่อไปนี้

ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย 7.23 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด โดยมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5-9

ค่า บี โอ ดี (BOD) มีค่าเฉลี่ย 16.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าปริมาณของแข็งละลาย (Dissolved Solids) มีค่าเฉลี่ย 228 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids) มีค่าเฉลี่ย 0.00 ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) มีค่าเฉลี่ย 12 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าซัลไฟด์ (Sulfide) มีค่าเฉลี่ย 1.67 มิลลิกรัมต่อลิตร เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูปค่า Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) มีค่าเฉลี่ย 1.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 35 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าน้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease) มีค่าเฉลี่ย 0.66 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากตาราง 13 และตาราง 14 ให้ผลวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำเสียเมื่อผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วมีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมผ่านเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen) 1 ค่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร ขณะที่การบำบัดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย มีค่าซัลไฟด์ (Sulfide) 1 ค่า ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเพื่อออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง และทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียเทียบเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง จากอาคาร โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มีรายละเอียดดังนี้

จุดมุ่งหมายในงานวิจัย

1. เพื่อออกแบบสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง
2. เพื่อหาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียที่สร้างขึ้น โดยใช้ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ความสำคัญของงานวิจัย

ได้ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนต้นแบบ ที่มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

สมมติฐานของงานวิจัย

คุณภาพน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยและร้านอาหารที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลางผ่านค่าเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

การดำเนินการวิจัย

- ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้
- ขั้นตอนที่ 1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - ขั้นตอนที่ 2 ศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง
 - ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง
 - ขั้นตอนที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเอกสารการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ชนิดไม่เติมอากาศ แบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลางก่อนที่จะทำการสร้าง
 - ขั้นตอนที่ 5 กำหนดวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง
 - ขั้นตอนที่ 6 กำหนดระยะเวลา สถานที่ที่ใช้ในการสร้าง, ติดตั้งและทดลอง
 - ขั้นตอนที่ 7 สร้างและติดตั้งตามแบบที่กำหนดไว้
 - ขั้นตอนที่ 8 ทดลองการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง
 - ขั้นตอนที่ 9 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย โดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียที่ห้องปฏิบัติการ บริษัท วอเตอร์เทส จำกัด มีผู้เชี่ยวชาญที่เป็นเจ้าหน้าที่ประจำห้อง

ปฏิบัติการวิเคราะห์และผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนหมายเลขเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 2 คน และ 1 คน ตามลำดับจากกรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม

การประเมินประสิทธิภาพ

โดยการใช้ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลางเทียบเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร โดยกรมควบคุมมลพิษกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้แก่

ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5-9

ค่า บี โอดี (BOD) ค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าปริมาณของแข็ง (Solids) แยกตามชนิดดังนี้

ปริมาณของแข็งละลาย (Dissolved Solids) ค่าไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids) ค่าไม่เกิน 0.50 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) ค่าไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าซัลไฟด์ (Sulfide) ค่าไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าไนโตรเจน (Total kjeldahl Nitrogen) ค่าไม่เกิน 35 มิลลิกรัมต่อลิตร

น้ำมันและไขมัน (Fat oil and Grease) ค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง ทดลองการทำงานตามตารางแสดงผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยเสนอเป็นหัวข้อเพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้

1. การออกแบบสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง

1.1 สามารถสร้างบำบัดน้ำเสีย มีลักษณะตามรายละเอียดที่ออกแบบทั้งด้าน ประเภทวัสดุ วัสดุที่เป็นพลาสติกใส, ขนาด (กว้างxยาวxสูง) และปริมาตรการเก็บกักน้ำเสีย โดยระบบบำบัดน้ำเสียภายในประกอบไปด้วยส่วนระบบตกตะกอนท่อนเอียง มีหน้าที่แยกสิ่งเจือปนในน้ำเสียขนาดใหญ่ โดยอาศัยหลักความแตกต่างของความหนาแน่นของวัสดุเจือปนและน้ำเสีย และส่วนระบบกรองไร้อากาศ มีหน้าที่ขจัดสิ่งเจือปนที่เป็นสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยอาศัยหลักให้แบคทีเรียในน้ำเสียทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทั้งนี้ระบบส่วนนี้มีการเพิ่มพื้นที่การยึดเกาะของแบคทีเรียเป็นตัวกลางพลาสติก

1.2 ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถกักขังน้ำเสียได้ตามระยะเวลาทดลองตั้งแต่วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2546 ถึงวันที่ 11 มีนาคม 2546

1.3 ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถบำบัดน้ำเสียชุมชนชนิดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยและจากอาคารโรงอาหารได้

2. ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง วิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย โดยทำการทดลอง จำนวน 6 ครั้ง แบ่งเป็นทดลองกับชนิดน้ำเสียจากโรงอาหาร 3 ครั้ง และชนิดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย 3 ครั้ง ผลปรากฏว่า ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียเฉลี่ยเทียบเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารโดยกรมควบคุมมลพิษกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม สรุปผลการทดลองดังนี้

2.1 การทดลองกับชนิดน้ำเสียจากโรงอาหาร ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 7 ค่า จากทั้งหมด 8 ค่า คิดเป็นร้อยละ 87.5 โดยมีค่าคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคือ ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH), ค่า บี โอ ดี (BOD) , ค่าปริมาณของแข็งละลาย (Dissolved Solids), ค่าปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids), ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) ค่าน้ำมัน-ไขมัน (Fat oil and Grease) และค่าซัลไฟด์ (Sulfide) ส่วนค่าที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคือค่าไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen) สอดคล้องสมมติฐาน 7 ค่า ไม่สอดคล้องสมมติฐาน 1 ค่า

2.2 การทดลองกับชนิดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 7 ค่า จากทั้งหมด 8 ค่า คิดเป็นร้อยละ 87.5 โดยมีค่าคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 7 ค่า ดังนี้ ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) , ค่า บี โอ ดี (BOD), ค่าปริมาณของแข็งละลาย (Dissolved Solids), ค่าปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids), ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) และค่าปริมาณไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen) และค่าน้ำมัน-ไขมัน (Fat oil and Grease) ส่วนค่าที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคือค่า ซัลไฟด์ (Sulfide) สอดคล้องสมมติฐาน 7 ค่า ไม่สอดคล้องสมมติฐาน 1 ค่า

อภิปรายผล

ออกแบบสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง อภิปรายผลได้ดังนี้

1. การออกแบบสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง เมื่อประกอบสร้างตามแบบและทดสอบประสิทธิภาพสามารถกักขังน้ำได้ตลอดระยะเวลาการทดลอง ซึ่งครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเรื่องการรับแรงดันจากน้ำเสียเพื่อออกแบบวัสดุที่ประกอบสร้าง แต่เป็นการออกแบบสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย แล้วทดสอบประสิทธิภาพด้านการบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นการกำหนดขนาดวัสดุและอุปกรณ์ จึงกำหนดประเภทวัสดุที่ทำให้สามารถมองเห็นระบบภายในถังและเลือกเป็นพลาสติกใส โดยกำหนดความหนาพลาสติกใส 6 มิลลิเมตร พร้อมวัสดุยาแนวรอยต่อเป็นซิลิโคน ซึ่งด้านประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียสามารถบำบัดน้ำเสียชุมชนชนิดน้ำเสียจากอาคารบ้านพักอาศัยและจากอาคารโรงอาหารได้ เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย โดยผสมผสานหลักการบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ เพื่อมุ่งแยกสิ่งเจือปนขนาดใหญ่ในน้ำเสียได้แก่ ของแข็งขนาดใหญ่ เช่น เศษกระดาษ, เศษอาหาร, กรวดทราย และไขมัน-น้ำมัน และหลักการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพเพื่อมุ่งลดปริมาณสิ่งเจือปนในรูปสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสีย ซึ่งทั้ง 2 หลักการได้ออกแบบให้มีการทำงานแบบต่อเนื่องกันดังต่อไปนี้

1.1 ส่วนระบบตกตะกอนท่อยิ่ง อาศัยหลักความแตกต่างของความหนาแน่นสิ่งเจือปนขนาดใหญ่และน้ำเสีย, ระยะเวลาการเก็บกักน้ำเสียที่เหมาะสมและการบังคับการไหลของน้ำเสียให้เป็นแบบราบเรียบโดยใช้ท่อเอียงทำให้เกิดการแยกตัวของสิ่งเจือปนขนาดใหญ่และน้ำเสีย โดยกรณีที่สิ่งเจือปนที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำเสียก็จะลอยขึ้นที่ผิวน้ำและถูกแยกออกไปตามรางเก็บกากไขมันและน้ำมัน ขณะที่สิ่งเจือปนที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำเสียก็จะตกตะกอนสู่ด้านล่างดังต่อไปนี้ ซึ่งค่าสิ่งเจือปนที่สามารถบำบัดได้ในส่วนนี้ที่สำคัญคือ ค่าปริมาณ ไขมันและน้ำมัน (Fat oil and Grease) การแยกสิ่งเจือปนในน้ำเสีย โดยอาศัยหลักความแตกต่างของความหนาแน่นสิ่งเจือปนและน้ำเสีย เป็นไปตามกฎของ สโตค (Stoke's law)

1.2 ส่วนระบบกรองไร้อากาศ อาศัยหลักการบำบัดน้ำเสียแบบชีววิทยาประเภทกรองไม่เติมอากาศ (Anaerobic Filter Process) โดยมีสื่อชีวภาพพลาสติก (Plastic Media) เป็นวัสดุกรอง เพื่อทำหน้าที่เพิ่มพื้นที่ยึดเกาะสำหรับแบคทีเรียชนิดไม่ต้องการอากาศย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เจือปนในน้ำเสีย ให้เปลี่ยนไปเป็นก๊าซมีเทน (CH_4), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และเซลล์แบคทีเรียใหม่

(Degremont.1991 : 725-742) ซึ่งค่าปริมาณความเข้มข้นสิ่งเจือปนหลังจากผ่านส่วนระบบตกตะกอนท่อยิ่งจะถูกแบคทีเรียย่อยสลายอีกครั้งหนึ่งที่ส่วนระบบกรองไร้อากาศ

2. ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียในการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร

ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้มีค่าที่สอดคล้องสมมติฐาน 7 ค่า จากทั้งหมด 8 ค่า คือ ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย 7.47, ค่า บี โอ ดี (BOD) เฉลี่ย 8.33 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าปริมาณของแข็งละลาย (Dissolved Solids) เฉลี่ย 195.55 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids) เฉลี่ย 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) เฉลี่ย 11 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าซัลไฟด์ (Sulfide) เฉลี่ย 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าน้ำมันและไขมัน (Fat oil and Grease) เฉลี่ย 0.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด, ขณะที่ค่าไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen) มีค่าเฉลี่ย 40 มิลลิกรัมต่อลิตร เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด (35 มิลลิกรัมต่อลิตร) สามารถอภิปรายผล ดังนี้

2.1 ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าเป็นกรดเฉลี่ย pH 4.93 เมื่อผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วให้ค่าเพิ่มขึ้นมีค่าเฉลี่ยเป็นกลาง ถือว่าเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของแบคทีเรีย โดยทั่วไป ซึ่งค่าที่เพิ่มขึ้นเกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีไร้อากาศ เป็นการเปลี่ยนสภาพสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยแบคทีเรีย จะใช้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในน้ำเสียและทำให้เกิดก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และเซลล์แบคทีเรียใหม่ ส่งผลให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในน้ำเสียลดลงค่า pH จึงมีความเป็นกรดลดลงทำให้น้ำเสียมีสภาพเป็นกลางมากขึ้นสอดคล้องกับ เกรียงศักดิ์ อุดสินโรจน์ (2529 : 227) อธิบายได้ว่า มีการลดลงของค่าไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในน้ำเสียโดยเปลี่ยนไปอยู่ในรูปก๊าซ ทำให้อัตราความเป็นด่างมากขึ้น เนื่องจากค่าความเป็นกรดขึ้นกับปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำเสีย

2.2 ค่าปริมาณสารอินทรีย์ในรูป ค่าบีโอดี (BOD), ค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ (Dissolved Solids), ค่าปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids), ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids), ค่าปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide), ค่าปริมาณไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen), น้ำมันและไขมัน (Fat oil and Grease) มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนดยกเว้นค่าปริมาณไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen) โดยมีค่าเปรียบเทียบก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียและเมื่อผ่านระบบบำบัดน้ำเสียทุก ๆ พารามิเตอร์ให้ค่าปริมาณความเข้มข้นลดลง เป็นไปตามหลักขบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีไร้อากาศ (Anaerobic) โดยสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งมีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน, ไฮโดรเจน, ออกซิเจน, ไนโตรเจนและซัลไฟด์เป็นหลัก เช่น พวกรับไฮเดรต, โปรตีน, ไขมันและอื่น ๆ เมื่อถูกย่อยสลายด้วยแบคทีเรียประเภทไม่ใช้อากาศ ก็จะได้ก๊าซมีเทน (CH_4), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และเซลล์แบคทีเรียใหม่ในส่วนระบบกรองไร้อากาศที่ออกแบบไว้ ทำให้อัตราความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียในรูปพารามิเตอร์ต่าง ๆ มีค่าลดลงเนื่องจากแบคทีเรียได้เปลี่ยนสภาพสิ่งเจือปนโดยการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบข้างต้นไปอยู่ในรูปก๊าซและเซลล์แบคทีเรียใหม่แทน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเทียบกับมาตรฐานสามารถอธิบายดังนี้

ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 7 ค่าดังกล่าวข้างต้นมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อคิดเป็นร้อยละค่าสิ่งเจือปนที่บำบัดได้เมื่อผ่านการบำบัดแล้วเทียบกับค่าที่ก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียเป็นดังนี้ ร้อยละ 78.98, 94, 100, 76.76, 98 สำหรับค่า บีโอดี (BOD), ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids), ค่าของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids), ค่าของแข็งละลาย (Dissolved Solids), ค่าซัลไฟด์

(Sulfide) และค่าน้ำมันและไขมัน (Fat oil and Grease) ตามลำดับ ซึ่งระดับค่าอยู่ในเกณฑ์สูง เมื่อเทียบกับค่ายอมให้ของมาตรฐาน ซึ่งเป็นผลจากการออกแบบได้รวมเอากระบวนการตกตะกอนที่เอียงทำหน้าที่บำบัดขั้นต้น เช่น ของแข็งต่าง ๆ , สิ่งเจือปนขนาดใหญ่ แล้วจึงทำการบำบัดขั้นที่สองด้วยระบบกรองไร้อากาศ อย่างไรก็ตามสำหรับค่าไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen) คิดเป็นร้อยละ 40 ให้ผลประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบนั้น จะเป็นการเปลี่ยนรูปสารประกอบไนโตรเจนไปเป็นก๊าซไนโตรเจน (NO_2) และก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) แบคทีเรียกลุ่มที่จะย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจน จะต้องมีการควบคุมตัวแปรเรื่องอุณหภูมิ, ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียที่เหมาะสมประมาณ $30-40^\circ\text{C}$ และ 7 วันขึ้นไป ตามลำดับ (เกรียงศักดิ์ อุทมนสินโรจน์, 2529 : 241) ซึ่งผู้วิจัยมีได้จัดให้มีการควบคุมด้วยต้องการให้เป็นระบบอย่างง่ายที่ใช้งานโดยผู้อยู่อาศัยทั่วไป และระยะเวลาการเก็บกักน้ำเสียที่มากขึ้นจะมีผลทำให้ขนาดระบบบำบัดต้องใหญ่ขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายมากขึ้น

3. ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียในการบำบัดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย

ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้มีค่าสอดคล้องสมมติฐาน 7 ค่า จากทั้งหมด 8 ค่า คือ ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ย 7.23, ค่า บี โอ ดี (BOD) มีค่าเฉลี่ย 16.33 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าปริมาณของแข็งละลาย (Dissolved Solids) มีค่าเฉลี่ย 228 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids) มีค่าเฉลี่ย 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) มีค่าเฉลี่ย 12 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen) มีค่าเฉลี่ย 1.67 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าน้ำมันและไขมัน (Fat oil and Grease) มีค่าเฉลี่ย 0.66 มิลลิกรัมต่อลิตร อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ขณะที่ค่าซัลไฟด์ (Sulfide) มีค่าเฉลี่ย 1.67 มิลลิกรัมต่อลิตร เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด (1 มิลลิกรัมต่อลิตร) สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

3.1 ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าเป็นกรดเฉลี่ย pH 6.87 เมื่อผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วให้ค่าเพิ่มขึ้นมีค่าเฉลี่ยเป็นกลาง ถือว่าเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของแบคทีเรีย โดยทั่วไป ซึ่งค่าที่เพิ่มขึ้นเกิดจากขบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีไร้อากาศ เป็นการเปลี่ยนสภาพสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยแบคทีเรียจะใช้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในน้ำเสียและทำให้เกิดก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ก๊าซไข่เน่า (H_2S) และเซลล์แบคทีเรียใหม่ส่งผลให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในน้ำเสียลดลงค่า pH จึงมีความเป็นกรดลดลงทำให้น้ำเสียมีสภาพเป็นกลางมากขึ้นสอดคล้องกับ เกรียงศักดิ์ อุทมนสินโรจน์ (2529 : 227) อธิบายได้ว่า มีการลดลงของค่าไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในน้ำเสียโดยเปลี่ยนไปอยู่ในรูปก๊าซ ทำให้ค่าความเป็นด่างมากขึ้น เนื่องจากค่าความเป็นกรดขึ้นกับปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำเสีย

3.2 ค่าปริมาณสารอินทรีย์ในรูป ค่าบีโอดี (BOD), ค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ (Dissolved Solids), ค่าปริมาณของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids), ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids), ค่าปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide), ค่าปริมาณไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen), น้ำมันและไขมัน (Fat oil and Grease) มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนดยกเว้นค่าปริมาณซัลไฟด์ (Sulfide) โดยมีค่าเปรียบเทียบกับก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียและเมื่อผ่านระบบบำบัดน้ำเสียทุก ๆ พารามิเตอร์ให้ค่าปริมาณความเข้มข้นลดลง เป็นไปตามหลักขบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีไร้อากาศ (Anaerobic) โดยสารอินทรีย์ในน้ำเสียซึ่งมีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน, ไฮโดรเจน, ออกซิเจน, ไนโตรเจนและซัลไฟด์เป็นหลัก เช่น พวกคาร์โบไฮเดรต, โปรตีน, ไขมันและอื่น ๆ เมื่อถูกย่อยสลายด้วยแบคทีเรียประเภทไม่ใช้อากาศ ก็จะได้ก๊าซมีเทน (CH_4), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ก๊าซไข่เน่า (H_2S) และเซลล์แบคทีเรียใหม่ในส่วนระบบกรองไร้อากาศ

อากาศที่ออกแบบไว้ ทำให้ค่าปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียในรูปพารามิเตอร์ต่าง ๆ มีค่าลดลง เนื่องจากแบคทีเรียได้เปลี่ยนสภาพสิ่งเจือปนโดยการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบข้างต้นไปอยู่ในรูปก๊าซและเซลล์แบคทีเรียใหม่แทน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเทียบกับมาตรฐานสามารถอธิบายดังนี้

ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 7 ค่าดังกล่าวข้างต้นมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อคิดเป็นค่าร้อยละค่าสิ่งเจือปนที่บำบัดได้เมื่อผ่านการบำบัดแล้วเทียบกับค่าที่ก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียเป็นดังนี้ ร้อยละ 84.9, 45.45, 100, 22.20, 82.10 และ 54.20 สำหรับค่า บีโอดี (BOD), ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids), ค่าของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids), ค่าของแข็งละลาย (Dissolved Solids), ค่าไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen) และค่าน้ำมันและไขมัน (Fat oil and Grease) ตามลำดับ พบว่าความสามารถในการลดสิ่งเจือปนให้ค่าสูงเฉพาะค่า บีโอดี (BOD) ที่เห็นชัดเจน ขณะที่ค่าอื่น ๆ ยกเว้นค่าซัลไฟด์ (Sulfide) ถึงแม้เทียบเกณฑ์มาตรฐาน แล้วให้ค่าอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งเกิดจากการทดลองครั้งนี้ เมื่อทดลองผ่านไประยะหนึ่งเชื้อแบคทีเรียคาดว่าจะมีบางส่วนไม่เสถียร ซึ่งผู้วิจัยได้มีการทดสอบค่าระดับความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลาย โดยตรวจสอบในรูปกรดอะซิติก หากอยู่ในเกณฑ์ 200-400 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือว่าอยู่ในสภาพเสถียร (กรมโรงงานอุตสาหกรรม.2545 : 6-40) ด้วยผู้วิจัยตั้งใจให้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่ยุ่งยากในการดูแลรักษา อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยได้สอดคล้องข้อสรุปคุณภาพน้ำทิ้งจากถังกรองไว้จากอากาศจากอาคารบ้านพักอาศัย ซึ่ง เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ได้อ้างถึง จากข้อมูลหนังสือเทคโนโลยีการควบคุมมลพิษการประชุม สวสท.2536 ซึ่งมีค่าที่สอดคล้องคือค่าของแข็งตกตะกอนได้ (Settleable Solids), ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) และค่าของแข็งละลายได้ (Dissolved Solids) มีค่าเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรอยู่ในช่วง 0-0.6, 10.1-55.3 และ 225-444 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสำหรับค่าซัลไฟด์ (Sulfide) คิดเป็นร้อยละสามารถจัดได้ 86.82 ให้ผลประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีซัลไฟด์เป็นองค์ประกอบให้เป็นแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) แบคทีเรียกลุ่มที่จะย่อยสลายสารซัลเฟอร์อินทรีย์จะเป็นกลุ่มที่ต้องมีการควบคุมตัวแปรอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย เช่นเดียวกับสารอินทรีย์ไนโตรเจน โดยควบคุมที่อุณหภูมิ $30-40^{\circ}C$ และเก็บกักน้ำเสีย 7 วันขึ้นไปตามลำดับ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์.2529 : 241) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการควบคุมด้วยต้องการให้เป็นระบบอย่างง่ายที่ใช้งานโดยผู้อาศัยทั่วไป อีกทั้งเมื่อระยะเวลาเก็บกักมากขึ้น มีผลให้ขนาดระบบบำบัดน้ำเสียใหญ่ขึ้นทำให้ค่าใช้จ่ายมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การวิจัยนี้สมบูรณ์ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ ๆ เกี่ยวกับงานวิจัยนี้ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอนาคต ดังนี้

1. การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบมีพลาสติกเป็นตัวกลาง

1.1 ควรออกแบบใช้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียให้ครอบคลุมถึงระยะเวลาที่แบคทีเรียกลุ่มที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจนและสารซัลเฟอร์อินทรีย์ทำงานได้เหมาะสม ในสภาพช่วงอุณหภูมิ น้ำเสียที่เหมาะสม

1.2 มีการตรวจสอบสภาพเสถียรของแบคทีเรียในระบบระหว่างการทดลอง โดยตรวจวัดความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ ที่เกิดจากการย่อยสลายในรูปกรดอะซิติก

1.3 วัดประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย แยกเฉพาะส่วนตกตะกอนที่เอียง และระบบกรองไว้อากาศ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรจะทำการศึกษาวิจัยการกำจัด ซัลไฟด์ (Sulfide) และไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen) ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย ชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรรณิการ์ สิริสิงห์. (2525). *เคมีน้ำโสโครกและการวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: บริษัทประยูรวงศ์ การพิมพ์ จำกัด.
- เกรียงศักดิ์ คูหิรัญญรัตน์. (2535). *การศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียชนิดติดกับที่แบบถังกรองไร้ออกซิเจน สำหรับบำบัดตาการ*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมโยธา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2539). *การบำบัดน้ำเสีย*. กรุงเทพฯ: บริษัทมิตรนราการพิมพ์ จำกัด.
- จงรักษ์ จิระภาพันธุ์. (2531) *ระบบเซปติก – แอนแอโรบิคฟิเตอร์สำหรับบำบัดน้ำทิ้งจากฟลัด*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม.(วิศวกรรมสุขาภิบาล) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ทรงศักดิ์ ศรีทума และบุญส่ง ไช้เกษ. (2534, เมษายน-มิถุนายน). *การบำบัดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยด้วย ระบบเกราะกรองไร้อากาศ. ในวารสารกองสุขาภิบาล*. ปี17(3):3.
- นิพนธ์ ศรีบุญเรือง, อุไรวรรณ อินทร์ม่วงและ บัน ยีรัมย์. (2537). *ประสิทธิภาพ ของบำบัดน้ำเสียจาก โรงแรมโดยใช้ถังเกราะร่วมกับถังกรองไร้ออกซิเจนอิสระ.ผลงานวิจัยศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 6*. ขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- มงคล ดำรงศรี. (2525). *เคมีน้ำโสโครกและการวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ : บริษัทประยูรวงศ์ การพิมพ์ จำกัด.
- ศักดิ์ชัย สุริยจันทร์ทอง. (2542). *วิศวกรรมการประปาและสุขาภิบาล*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. เรือนแก้วการพิมพ์.
- ศิริราภรณ์ โตเต็ม. (2536). *การใช้พลาสติคเป็นตัวกลางยึดเกาะในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอน*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- สมชาย ดารารัตน์. (2529). *การศึกษาประสิทธิภาพและดัชนีในการออกแบบถังกรองไร้อากาศในการบำบัด น้ำเสียชุมชน*. วิทยานิพนธ์ วท.ม.(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร
- สมเดช ใจเพชร. (2539) .*การบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารโดยใช้บ่อดักไขมันร่วมกับถังกรองไร้ออกซิเจน*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม.(สายวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.
- เสรีวัฒน์ สมิทธิ์ปัญญาและคณะ (2537). *มลพิษทางน้ำของน้ำทิ้งจากอาคารปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒนประสานมิตร*. ผลงานวิจัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒน ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- เสริมพล รัตนสุข. (2518). *การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน*. หน่วยวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย.
- Degremont. (1971). *Water treatment Handbook* . Sixth English edition. France : Copyright by Degremont.
- Vasanadilokiert, Phaibul. (1978). *Use of inclined Tube –Settlers in water treatment System* . Tesis for the degree of master Engineering. Bangkok: Asian – Institute of Technology.

Thipsuwan, Uthit. (1976). *Application of Inclined platesa in the separation of oil and Water* . Thesis
for the degree of master of Engineering . Bangkok : Asian-Institute of Technology

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

หนังสือรับรองผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเอกสารการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ที่ ทบ 1012/๐๙๕๕



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๗ มกราคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์

เนื่องด้วย นายรังษิ ปิคลี นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่เติมอากาศแบบใช้พลาสติกเป็นตัวกลาง” โดยมี อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันทรกุล และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์ วิชา อยู่สุข เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเอกสารการออกแบบชุดทดลอง และตรวจสอบผลการทดลอง

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายรังษิ ปิคลี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์อานันท์ หะวานนท์)

คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

โทรสาร. 02-258-4119

หมายเหตุ: ต้องการสอบถามข้อมูล กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 02-2038702 มือถือ 01-8065377



ที่ ทม ๐๔๑๔/๐๗๕๗

คณะกรรมการสุขาสุตตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

๔๒๐/๑ ถนนราชวิถี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ ๑๐๔๐๐

๒๕๔๖ มีนาคม ๒๕๔๖

เรื่อง อนุญาตให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

อ้างถึง หนังสือ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ ทม ๑๐๑๒/๐๔๘๐

ลงวันที่ ๓๐ มกราคม ๒๕๔๖

ตามหนังสือที่อ้างถึง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์
 วิทยา อยู่สุข เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงเอกสารการออกแบบชุดทดลอง และตรวจสอบ
 เลการทดลอง เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ของนายรังษี ปัดลี นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอก
 ตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ดังความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

ในการนี้ คณะกรรมการสุขาสุตตร์พิจารณาแล้วไม่ขัดข้อง ยินดีอนุญาตให้ รองศาสตราจารย์
 วิทยา อยู่สุข เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือวิจัยฯ ของนายรังษี ปัดลี นิสิตดังกล่าวได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์รัชชัย วรพงษ์)

รองคณบดีฝ่ายบริหาร

กองงานคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะกรรมการสุขาสุตตร์

โทร ๐ ๒๒๕๖ ๑๗๖๖

โทร ๐ ๒๒๕๖ ๑๗๖๕

ภาคผนวก ข.

หนังสืออนุญาตขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน
(ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย)



ที่ออก 0412- / 2544

กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

๖ มีนาคม 2544

เรื่อง ค่ออายุหนังสืออนุญาตขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน

เรียน ผู้รับอนุญาตขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน บริษัท วอเตอร์เทสต์ จำกัด

อ้างถึง หนังสือบริษัท วอเตอร์เทสต์ จำกัด ที่วท. 0114/44 ลงวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2544

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแนบท้ายหนังสืออนุญาตให้ค่ออายุขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน
บริษัท วอเตอร์เทสต์ จำกัด จำนวน 2 แผ่น

ตามหนังสือที่อ้างถึง ท่านขอค่ออายุหนังสืออนุญาตขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์
เอกชน สถานที่ตั้ง เลขที่ 208/9 หมู่ 6 ถนนพหลโยธิน แขวงสายไหม เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร
ให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมพิจารณา นั้น

กรมโรงงานอุตสาหกรรมพิจารณาแล้ว อนุญาตให้ค่ออายุหนังสืออนุญาตขึ้นทะเบียน
ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน โดยมี เลขทะเบียน ว-017 มีผู้ควบคุมและเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ
วิเคราะห์ ดังนี้

ผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1. นายสุขสม แฉ่งสว่าง | ทะเบียนเลขที่ ว-017-ก-430 |
| 2. นายมะปาริ อาแวก็อจิ | ทะเบียนเลขที่ ว-017-ก-431 |

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1. นายนิทัศน์ วิมล | ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-199 |
| 2. นางสาวกรรณิการ์ สุวรรณวัจน์ | ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-432 |
| 3. นางสาวนิตยา พุดลิ | ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433 |

ขอเรียนขอเชิญที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมอนุญาตให้วิเคราะห์ ในน้ำทิ้ง ตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

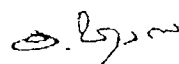
ค่ออายุอนุญาต...

-2-

จึงมอบหมายให้ตนมอบหมายในวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2547 หากประสงค์จะขอขอร้อง
 ให้ออกรับพิจารณาให้ยื่นคำขอขอร้องหรือขอรับสรุปผลงานในรอบ 3 ปีที่ผ่านมาต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม
 ก่อนวันหมดอายุ หรือก่อนอายุ 3 เดือนนับจากวันหมดอายุดังกล่าวขอรับได้ ที่ กรมโรงงานอุตสาหกรรม

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ



(นายอิสสระ โชติบุรการ)

รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน

อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

สำนักเลขาธิการอธิบดีกรมโรงงาน

ศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมส่วนกลาง

โทร. 2024146-7

โทรสาร. 2024147



ที่ออกเลข ๐๒๒๒

กรมโรงงานอุตสาหกรรม
ถนนพหลโยธิน ๑๕ แขวงจตุจักร
กรุงเทพมหานคร ๑๐๑๑๐

27 ก.ย. 2546

เรื่อง อนุญาตให้เพิ่มเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

เรียน ผู้รับอนุญาตขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด

อ้างถึง หนังสือบริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด ที่ วท.0202/46 ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2546

ตามหนังสือที่อ้างถึง ท่านขอเพิ่มเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน ทะเบียนเลขที่ ว-017 สถานที่ตั้งเลขที่ 208/9 หมู่ที่ 6 ถนนพหลโยธิน แขวงสายไหม เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร ให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมพิจารณา นั้น

กรมโรงงานอุตสาหกรรมพิจารณาแล้ว อนุญาตให้เพิ่มเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ ดังนี้

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

1. นางสาวสาธิตี เทพพิทักษ์ ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-432
2. นายอำนาจ ศรีสม ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433

อนึ่ง หนังสือฉบับนี้จะหมดอายุพร้อมหนังสืออนุญาตต่ออายุขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน ที่ ออก 0413/2541, คือในวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2547

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายศิริก รัตนวิทย์)

รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

สำนักทะเบียน ก่อตั้งและดูแลโรงงาน

ศูนย์วิเคราะห์ กรมพิษ

โทร. ๐ 2202 4146-7

โทรสาร 0 2202 4148

ภาคผนวก ค.
รายงานผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย



บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด
WATER TEST CO., LTD.

รายงานผลการวิเคราะห์ ANALYSIS REPORT

เลขที่ WTA 0385/46

Ref. No.

วันที่ 17 มีนาคม 2546

Date

ผู้ส่งวิเคราะห์ คุณรังษิ

Client

สถานที่เก็บตัวอย่าง

Collected from

เลขที่ตัวอย่าง 549

Sample No.

รายละเอียดของตัวอย่าง

Description of Sample

วันที่เก็บตัวอย่าง/เวลา 5 มีนาคม 2546 (เวลา 9.00 น.)

Collecting Date/Time

วันที่รับตัวอย่าง/เวลา 5 มีนาคม 2546

Sample Arriving Date/Time

รายละเอียดและผลการวิเคราะห์

Test performed and Results

Parameter	Results
	จุดเก็บน้ำที่ 1 (ประเภทน้ำเสียจากโรงอาหาร)
pH	5.1
TDS (mg/l)	824
SS (mg/l)	180
BOD ₅ (mg/l)	780
TKN (mg/l)	62
Grease & Oil (mg/l)	33.0
Hydrogen Sulfide (mg/l)	5.87
Settleable Solids (ml/l)	0.2

ผู้วิเคราะห์/ทดสอบ

Analysed/Tested by

1

(นายอำนาจ ศรีสม)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433

2

(นายนิทัศน์ วิมล)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-199

ผู้รับรอง

Approved by

(นายมะปาริ อาเวกกิจ)

ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-ค-431

รายงานนี้รับรองผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ได้รับมอบหมาย

6 ถนนพหลโยธิน แขวงสายไหม เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร 10220 โทร. (662) 9936625, 9936627, โทร.-แฟกซ์: (662) 9936634
66 Phaholyothin Rd., Samsai, Bangkok 10220 Thailand Tel. (662) 9936625, 9936627, Tel-Fax: (662) 9936634



บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด
WATER TEST CO., LTD.

รายงานผลการวิเคราะห์ ANALYSIS REPORT

เลขที่ WTA 0386/46

Ref. No.

วันที่ 17 มีนาคม 2546

Date

ผู้ส่งวิเคราะห์ คุณรังษี

Client

สถานที่เก็บตัวอย่าง

Collected from

เลขที่ตัวอย่าง 550

Sample No.

รายละเอียดของตัวอย่าง

Description of Sample

วันที่เก็บตัวอย่าง/เวลา 6 มีนาคม 2546 (เวลา 9.00 น.)

Collecting Date/Time

วันที่รับตัวอย่าง/เวลา 6 มีนาคม 2546

Sample Arriving Date/Time

รายละเอียดและผลการวิเคราะห์

Test performed and Results

Parameter	Results
	จุดเก็บน้ำที่ 2 (ประเภทน้ำเสียจากโรงอาหาร)
pH	7.3
TDS (mg/l)	178
SS (mg/l)	10
BOD ₅ (mg/l)	7
TKN (mg/l)	34
Grease & Oil (mg/l)	0.33
Hydrogen Sulfide (mg/l)	nil
Settleable Solids (ml/l)	nil

ผู้วิเคราะห์/ทดสอบ

Analyssed/Tested by

1

(นายอำนาจ ศรีสม)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433

2

(นายนิทัศน์ วิมล)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-199

ผู้รับรอง

Approved by

(นายมะปารี อาแวเกือจ)

ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-ก-431

รายงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจและดำเนินการต่อไป



บริษัท วอเตอร์เทส จำกัด
WATER TEST CO., LTD.

รายงานผลการวิเคราะห์ ANALYSIS REPORT

เลขที่ WTA 0387/46

Ref. No.

วันที่ 17 มีนาคม 2546

Date

ผู้ส่งวิเคราะห์ คุณรังษี

Client

สถานที่เก็บตัวอย่าง

Collected from

เลขที่ตัวอย่าง 551

Sample No.

รายละเอียดของตัวอย่าง

Description of Sample

วันที่เก็บตัวอย่าง/เวลา 6 มีนาคม 2546 (เวลา 9.00 น.)

Collecting Date/Time

วันที่รับตัวอย่าง/เวลา

Sample Arriving Date/Time

6 มีนาคม 2546

รายละเอียดผลการวิเคราะห์

Test performed and Results

Parameter	Results	
	จุดเก็บน้ำที่ 1 (ประเภทน้ำเสียจากโรงอาหาร)	
pH	4.9	
TDS (mg/l)	836	
SS (mg/l)	190	
BOD ₅ (mg/l)	800	
TKN (mg/l)	66	
Grease & Oil (mg/l)	34.0	
Hydrogen Sulfide (mg/l)	6.37	
Settleable Solids (ml/l)	0.2	

ผู้วิเคราะห์/ทดสอบ

Analysed/Tested by

1

(นายอำนาจ ศรีสม)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433

2

(นายนิทัศน์ วิมล)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-199

ผู้รับรอง

Approved by

(นายมะปาริ อาเวกกิจ)

ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-ก-431

รายงานนี้จัดทำขึ้นโดยห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของทางบริษัทฯ



บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด
WATER TEST CO., LTD.

รายงานผลการวิเคราะห์ ANALYSIS REPORT

เลขที่ WTA 0388/46

Ref. No.

วันที่ 17 มีนาคม 2546

Date

ผู้ส่งวิเคราะห์

คุณรังษิ

Client

สถานที่เก็บตัวอย่าง

Collected from

เลขที่ตัวอย่าง

552

Sample No.

รายละเอียดของตัวอย่าง

Description of Sample

วันที่เก็บตัวอย่าง/เวลา 7 มีนาคม 2546 (เวลา 9.00 น.)

Collecting Date/Time

วันที่รับตัวอย่าง/เวลา 7 มีนาคม 2546

Sample Arriving Date/Time

รายละเอียดและผลการวิเคราะห์

Test performed and Results

Parameter	Results
	จุดเก็บน้ำที่ 2 (ประเภทน้ำเสียจากโรงอาหาร)
pH	7.5
TDS (mg/l)	199
SS (mg/l)	11
BOD ₅ (mg/l)	8
TKN (mg/l)	41
Grease & Oil (mg/l)	0.67
Hydrogen Sulfide (mg/l)	nil
Settleable Solids (ml/l)	nil

ผู้วิเคราะห์/ทดสอบ

Analyysed/Tested by

1

(นายอำนาจ ศรีสม)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433

2

(นายนิทัศน์ วิมล)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-199

ผู้รับรอง

Approved by

(นายมะปาริ อาเวกกิจ)

ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-ก-431

รายงานนี้รับรองเฉพาะผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

Report results refer to analysed parameter (S) of submitted sample (S) only



บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด
WATER TEST CO., LTD.

รายงานผลการวิเคราะห์ ANALYSIS REPORT

เลขที่ WTA 0389/46

Ref. No.

วันที่ 17 มีนาคม 2546

Date

ผู้ส่งวิเคราะห์

คุณรังษิ

Client

สถานที่เก็บตัวอย่าง

Collected from

เลขที่ตัวอย่าง

553

Sample No.

รายละเอียดของตัวอย่าง

Description of Sample

วันที่เก็บตัวอย่าง/เวลา 7 มีนาคม 2546 (เวลา 9.00 น.)

Collecting Date/Time

วันที่รับตัวอย่าง/เวลา 7 มีนาคม 2546

Sample Arriving Date/Time

รายละเอียดและผลการวิเคราะห์

Test performed and Results

Parameter	Results	
	จุดเก็บน้ำที่ 1 (ประเภทน้ำเสียจากโรงอาหาร)	
pH	4.8	
TDS (mg/l)	862	
SS (mg/l)	198	
BOD ₅ (mg/l)	880	
TKN (mg/l)	72	
Grease & Oil (mg/l)	39	
Hydrogen Sulfide (mg/l)	8.03	
Settleable Solids (ml/l)	0.3	

ผู้วิเคราะห์/ทดสอบ

Analysed/Tested by

1

(นายอำนาจ ศรีสม)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433

2

(นายนิทัศน์ วิมล)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-199

ผู้รับรอง

Approved by

(นายมะปาริ อาเวกือจิ)

ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-ก-431

รายงานนี้รับรองเฉพาะผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

ผลการวิเคราะห์จะขึ้นอยู่กับวิธีการทดสอบที่ใช้ (662) 9936625, 9936627, โทร.-แฟกซ์ (662) 9936634
6 Pichayaporn Rd. Samut, Bangkok 10220 Thailand Tel (662) 9936625, 9936627, Tel Fax (662) 9936634



บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด
WATER TEST CO., LTD.

รายงานผลการวิเคราะห์ ANALYSIS REPORT

เลขที่ WTA 0390/46

Ref. No.

วันที่ 17 มีนาคม 2546

Date

ผู้ส่งวิเคราะห์

คุณรังษี

Client

สถานที่เก็บตัวอย่าง

Collected from

เลขที่ตัวอย่าง

554

Sample No.

รายละเอียดของตัวอย่าง

Description of Sample

วันที่เก็บตัวอย่าง/เวลา 8 มีนาคม 2546 (เวลา 9.00 น.)

Collecting Date/Time

วันที่รับตัวอย่าง/เวลา

8 มีนาคม 2546

Sample Arriving Date/Time

รายละเอียดและผลการวิเคราะห์

Test performed and Results

Parameter	Results	
	จุดเก็บน้ำที่ 2 (ประเภทน้ำเสียจากโรงอาหาร)	
pH	7.6	
TDS (mg/l)	210	
SS (mg/l)	12	
BOD ₅ (mg/l)	10	
TKN (mg/l)	nil	
Grease & Oil (mg/l)	1.00	
Hydrogen Sulfide (mg/l)	45	
Settleable Solids (ml/l)	nil	

ผู้วิเคราะห์/ทดสอบ

Analyzed/Tested by

1

(นายอำนาจ ศรีสม)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433

2

(นายนิทัศน์ วิมล)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-199

ผู้รับรอง

Approved by

(นายมะปารี อาแวก็อจี)

ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-ก-431

รายงานนี้รับรองผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

Report results refer to analysed parameter (S) of submitted sample (S) only



บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด
WATER TEST CO., LTD.

รายงานผลการวิเคราะห์ ANALYSIS REPORT

เลขที่ WTA 0391/46

Ref. No.

วันที่ 17 มีนาคม 2546

Date

ผู้ส่งวิเคราะห์

คุณรังษี

Client

สถานที่เก็บตัวอย่าง

Collected from

เลขที่ตัวอย่าง

555

Sample No.

รายละเอียดของตัวอย่าง

Description of Sample

วันที่เก็บตัวอย่าง/เวลา 8 มีนาคม 2546 (เวลา 9.00 น.)

วันที่รับตัวอย่าง/เวลา

8 มีนาคม 2546

Collecting Date/Time

Sample Arriving Date/Time

รายละเอียดและผลการวิเคราะห์

Test performed and Results

Parameter	Results	
	จุดเก็บน้ำที่ 1 (ประเภทน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย)	
pH	6.6	
TDS (mg/l)	306	
SS (mg/l)	20	
BOD ₅ (mg/l)	130	
TKN (mg/l)	nil	
Grease & Oil (mg/l)	2.33	
Hydrogen Sulfide (mg/l)	28	
Settleable Solids (ml/l)	2.95	

ผู้วิเคราะห์/ทดสอบ

Analysed/Tested by

1

(นายอำนาจ ศรีสม)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433

2

(นายนิทัศน์ วิมล)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-199

ผู้รับรอง

Approved by

(นายมะปาริ อาแวกิจ)

ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-ค-431

รายงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเท่านั้น



บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด
WATER TEST CO., LTD.

รายงานผลการวิเคราะห์ ANALYSIS REPORT

เลขที่ WTA 0392/46

Ref. No.

วันที่ 17 มีนาคม 2546

Date

ผู้ส่งวิเคราะห์ คุณรังษี

Client

สถานที่เก็บตัวอย่าง

Collected from

เลขที่ตัวอย่าง 556

Sample No.

รายละเอียดของตัวอย่าง

Description of Sample

วันที่เก็บตัวอย่าง/เวลา 9 มีนาคม 2546 (เวลา 9.00 น.)

Collecting Date/Time

วันที่รับตัวอย่าง/เวลา

Sample Arriving Date/Time

9 มีนาคม 2546

รายละเอียดและผลการวิเคราะห์

Test performed and Results

Parameter	Results
	จุดเก็บน้ำที่ 2 (ประเภทน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย)
pH	7.5
TDS (mg/l)	201
SS (mg/l)	9
BOD ₅ (mg/l)	10
TKN (mg/l)	0.1
Grease & Oil (mg/l)	1.33
Hydrogen Sulfide (mg/l)	4
Settleable Solids (ml/l)	nil

ผู้วิเคราะห์/ทดสอบ

Analysed/Tested by

1

(นายอำนาจ ศรีสม)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433

2

(นายนิทัศน์ วัฒน)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-199

ผู้รับรอง

Approved by

(นายมะปรี อาแวถือจิ)

ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-ก-431

รายงานนี้รับส่งเฉพาะกรณีการวิเคราะห์ของตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

Report for analysis only to the sample provided (it is not for other sample or any)



บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด
WATER TEST CO., LTD.

รายงานผลการวิเคราะห์ ANALYSIS REPORT

เลขที่ WTA 03103/46

Ref. No.

วันที่ 18 มีนาคม 2546

Date

ผู้ส่งวิเคราะห์

คุณรังษิ

สถานที่เก็บตัวอย่าง

Client

Collected from

เลขที่ตัวอย่าง

569

รายละเอียดของตัวอย่าง

Sample No.

Description of Sample

วันที่เก็บตัวอย่าง/เวลา 9 มีนาคม 2546 (เวลา 9.00 น.)

วันที่รับตัวอย่าง/เวลา

9 มีนาคม 2546

Collecting Date/Time

Sample Arriving Date/Time

รายละเอียดและผลการวิเคราะห์

Test performed and Results

Parameter	Results	
	จุดเก็บน้ำที่ 1 น้ำเสียจากที่พักอาศัย	
pH	7.1	
TDS (mg/l)	275	
SS (mg/l)	24	
BOD ₅ (mg/l)	85	
TKN (mg/l)	16	
Grease & Oil (mg/l)	0.67	
Hydrogen Sulfide (mg/l)	nil	
Settleable Solids (ml/l)	nil	

ผู้วิเคราะห์/ทดสอบ

Analysed/Tested by

1

(นายอำนาจ ศรีสม)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433

2

(นายนิทัศน์ วิมล)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-199

ผู้รับรอง

Approved by

(นายมะปารี อาแวก็อจี)

ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-ก-431

รายงานนี้รับรองเฉพาะผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น



บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด
WATER TEST CO., LTD.

รายงานผลการวิเคราะห์ ANALYSIS REPORT

เลขที่ WTA 03104/46

Ref. No.

วันที่ 18 มีนาคม 2546

Date

ผู้ส่งวิเคราะห์ คุณรังษี

Client

สถานที่เก็บตัวอย่าง

Collected from

เลขที่ตัวอย่าง 570

Sample No.

รายละเอียดของตัวอย่าง

Description of Sample

วันที่เก็บตัวอย่าง/เวลา 10 มีนาคม 2546 (เวลา 9.00 น.)

Collecting Date/Time

วันที่รับตัวอย่าง/เวลา 10 มีนาคม 2546

Sample Arriving Date/Time

รายละเอียดและผลการวิเคราะห์

Test performed and Results

Parameter	Results
	จุดเก็บน้ำที่ 2 น้ำเสียจากที่พักอาศัย
pH	7.0
TDS (mg/l)	272
SS (mg/l)	15
BOD ₅ (mg/l)	23
TKN (mg/l)	3
Grease & Oil (mg/l)	0.33
Hydrogen Sulfide (mg/l)	nil
Settleable Solids (ml/l)	nil

ผู้วิเคราะห์/ทดสอบ

Analysed/Tested by

1

(นายอำนาจ ศรีสม)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433

2

(นายนิทัศน์ วิมล)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-199

ผู้รับรอง

Approved by

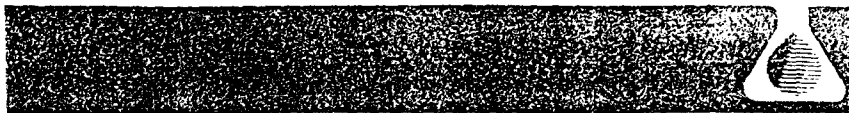
(นายมะปารี อาแวก็อจี)

ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-ก-431

รายงานนี้รับรองเฉพาะรายการที่วิเคราะห์ของตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

Report results refer to analyzed parameter (S) of submitted sample (S) only
 606 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเณร เขตบางโพธิ์ กรุงเทพมหานคร 10220 โทร. (662) 9936625, 9936627, โทร.-แฟกซ์ (662) 9936634
 Moo 6 Phrayothin Rd. Samae Nangnong 10220 Thailand Tel (662) 9936625, 9936627, Tel-Fax (662) 9936634



บริษัท วอเตอร์เทสท์ จำกัด
WATER TEST CO., LTD.

รายงานผลการวิเคราะห์ ANALYSIS REPORT

เลขที่ WTA 03106/46

Ref. No.

วันที่ 18 มีนาคม 2546

Date

ผู้ส่งวิเคราะห์

คุณรังษี

สถานที่เก็บตัวอย่าง

Client

Collected from

เลขที่ตัวอย่าง

572

รายละเอียดของตัวอย่าง

Sample No.

Description of Sample

วันที่เก็บตัวอย่าง/เวลา 11 มีนาคม 2546 (เวลา 9.00 น.)

วันที่รับตัวอย่าง/เวลา

11 มีนาคม 2546

Collecting Date/Time

Sample Arriving Date/Time

รายละเอียดและผลการวิเคราะห์

Test performed and Results

Parameter	Results	
	จุดเก็บน้ำที่ 2 น้ำเสียจากที่พักอาศัย	
pH	7.2	
TDS (mg/l)	211	
SS (mg/l)	12	
BOD ₅ (mg/l)	16	
TKN (mg/l)	2	
Grease & Oil (mg/l)	0.33	
Hydrogen Sulfide (mg/l)	1	
Settleable Solids (ml/l)	nil	

ผู้วิเคราะห์/ทดสอบ

Analysed/Tested by

1

(นายอำนาจ ศรีสม)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-433

2

(นายนิทัศน์ วิมล)

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทะเบียนเลขที่ ว-017-จ-199

ผู้รับรอง

Approved by

(นายมะปรี อาเวกกิจ)

ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

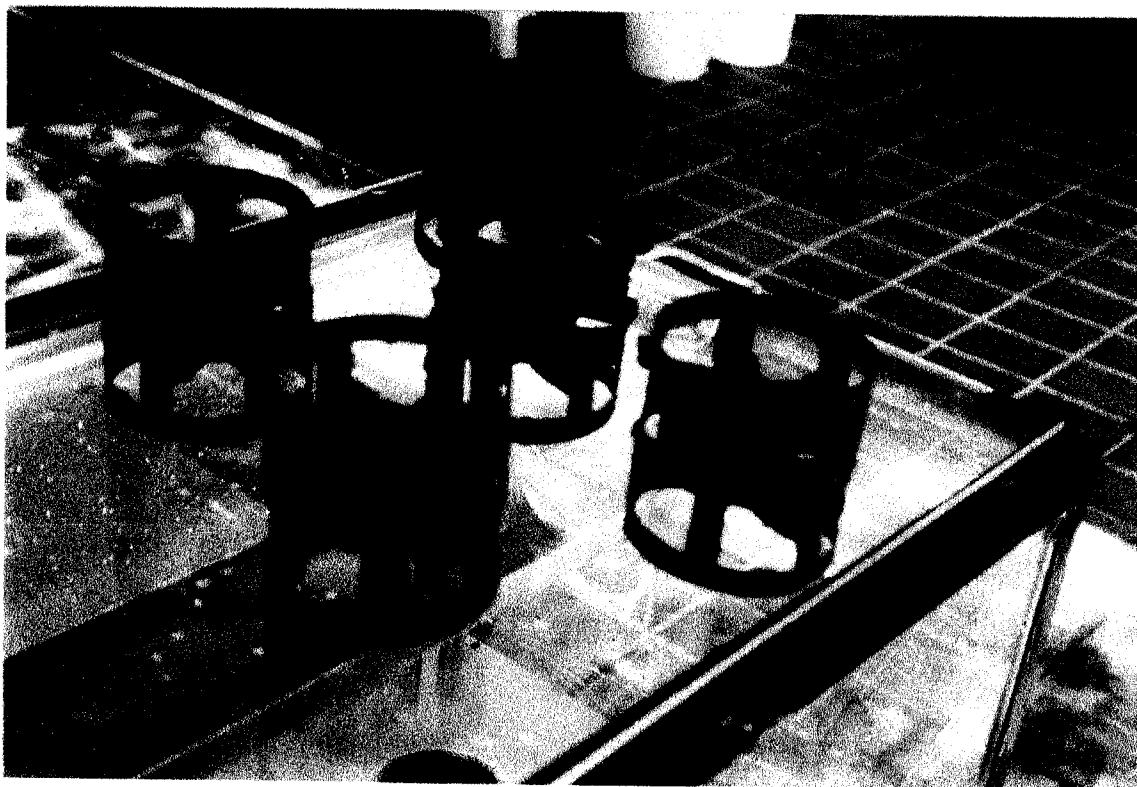
ทะเบียนเลขที่ ว-017-ก-431

รายงานนี้รับรองเฉพาะรายการที่วิเคราะห์ของตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

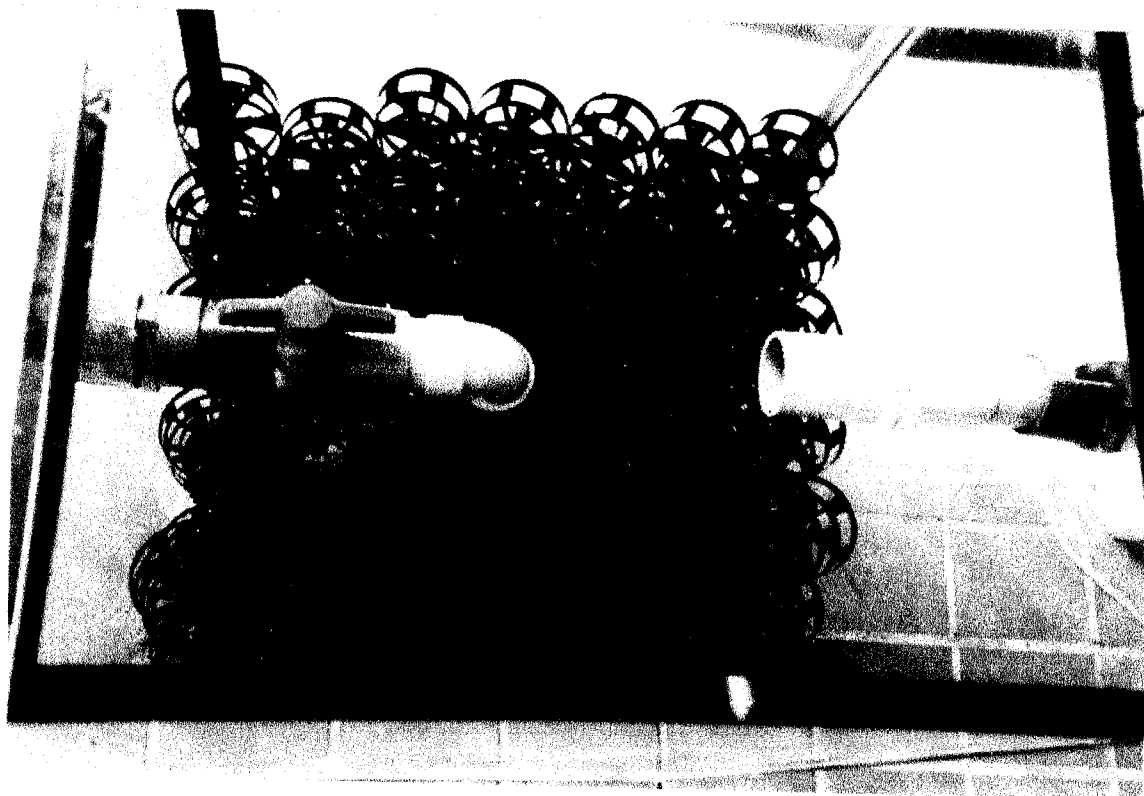
Report results refer to analysed parameter (S) of submitted sample (S) only

ภาคผนวก ง.

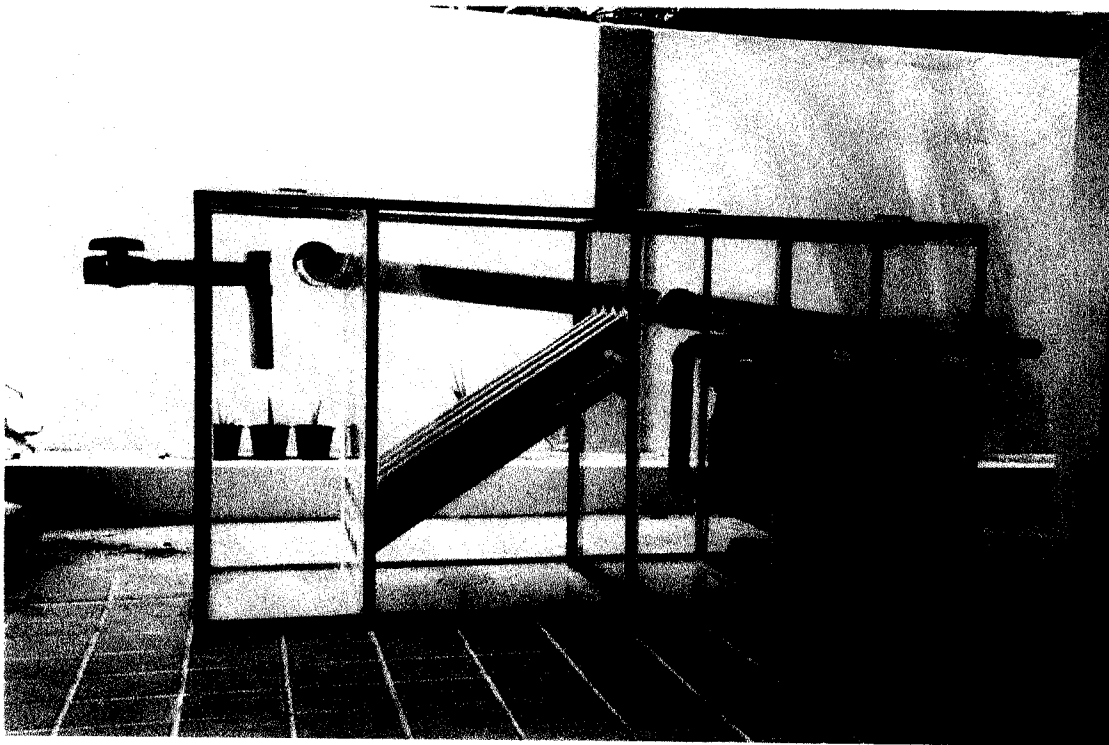
ภาพประกอบ การติดตั้ง การทดลองระบบบำบัดน้ำเสีย



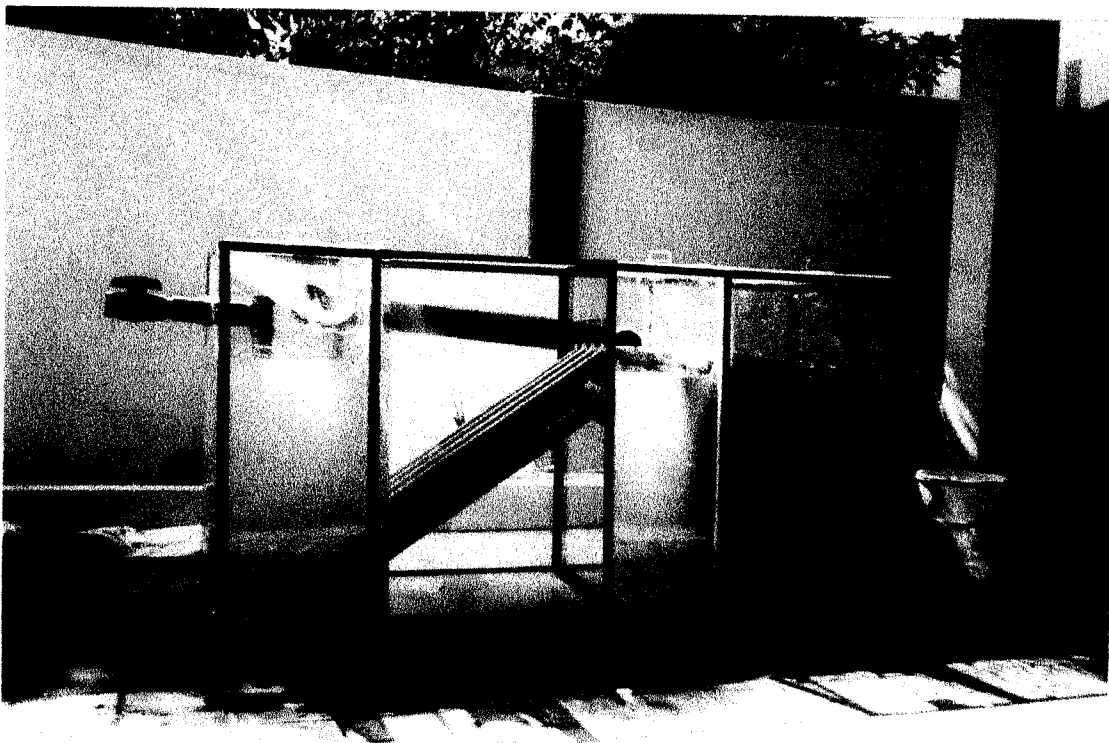
ภาพประกอบ 16 ตัวกลางพลาสติกแบบวงแหวน (Pall Ring)



ภาพประกอบ 17 การจัดวางตัวกลางพลาสติกแบบวงแหวน (Pall Ring)



ภาพประกอบ 18 ระบบบำบัดน้ำเสียขณะที่ยังไม่ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพ



ภาพประกอบ 19 ระบบบำบัดน้ำเสียขณะที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	นายรังษี บัดลี
วัน เดือน ปีเกิด	20 กันยายน 2508
สถานที่เกิด	อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น
ที่อยู่ปัจจุบัน	100/714 หมู่บ้านอมรพันธ์ 9 แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพฯ 10230 โทรศัพท์ 02-5702457
สถานที่ทำงาน	กองงานวิศวกรรม ฝ่ายช่าง องค์การเภสัชกรรม 75/1 ถนนพระราม 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 02-2038702
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ 2526	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนน้ำพองศึกษา จ.ขอนแก่น
พ.ศ 2531	ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ
พ.ศ 2536	ประกาศนียบัตร คณะพลังงานและวัสดุ สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ
พ.ศ 2546	ปริญญาโท คณะศึกษาศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพฯ