โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 4/2553

เรื่อง

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาและคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม ในเขตเทศบาลตำบลบางหลวง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

An Application of Geographical Information System for Study and Select the Suitable Wastewater Treatment Plant in BangLuang Municipality, BangLen District, Nakhon Pathom

โดย

นายอรรถพงศ์ สายวงค์คำ

นางสาวอารีย์วรรณ แซ่ล้อ

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พุทธศักราช 2553

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาและคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมในเขตเทศบาลตำบลบางหลวง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

An Application of Geographical Information System for Study and Select the Suitable Wastewater Treatment Plant in BangLuang Municipality, BangLen District, Nakhon Pathom

นามผู้ทำโครงงาน : นายอรรถพงศ์ สายวงค์คำ

นางสาวอารีย์วรรณ แซ่ล้อ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(อ.ดร. วิษุวัฒก์ แต้สมบัติ)

...../...../.....

หัวหน้าภาควิชา .....

(รศ. สันติ ทองพำนัก)

...../...../.....

บทคัดย่อ

เรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาและคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม ในเขตเทศบาลตำบลบางหลวง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

โดย : นายอรรถพงศ์ สายวงค์คำ
นางสาวอารีย์วรรณ แซ่ล้อ

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน : .....
(อ.ดร. วิษุวัฒก์ แต้สมบัติ)
...../...../.....

เทศบาลตำบลบางหลวง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม มีพื้นที่ประมาณ 1.5 ตารางกิโลเมตร มีประชากรประมาณ 2,349 คน คิดเป็น 618 ครัวเรือน ในปัจจุบันเทศบาลแห่งนี้ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย จึงทำให้ต้องทิ้งน้ำเสียลงสู่แม่น้ำลำคลอง ซึ่งหากปล่อยไว้เช่นนี้ในอนาคตจะเกิดปัญหาน้ำเน่าเสียตามมา จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเพื่อหาระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม ดังนั้น โครงงานวิศวกรรมนี้จึงดำเนินการศึกษาโดยเริ่มจากการออกสำรวจพื้นที่จริง การจัดทำข้อมูล GIS และการคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่ของเทศบาล ผลการศึกษาพบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่ของเทศบาลนั้น คือ การติดตั้งถังดักไขมันตามบ้านเรือน จากการเปรียบเทียบของด้านงบประมาณการก่อสร้าง ค่าการบำรุงรักษาระบบ และการใช้พื้นที่กับระบบบำบัดอีกสองประเภทได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) และระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

Abstract

Subject An Application of Geographical Information System for Study and Select the Suitable Wastewater Treatment Plant in BangLuang Municipality, BangLen District, Nakhon Pathom

By : Mr.Atthapong Saiwongkum
Ms.Areewan Saelor

Project Advisor : .....

(Mr.Wisuwat Taesombat, D.Eng.)

...../...../.....

BangLuang Municipality is located at an area of BangLen District, NakhonPathom Province, occupied an area of 1.5 square kilometers, and has a population around 2,349 people and cover around 618 families. Nowadays, this municipality has no wastewater treatment plant which cause wastewater is directly an effluent to the river. This may later causes water pollution in the near future which needs to study and select the suitable treatment plant for this area. Therefore, this engineering project was carried out the ground truth, creating of GIS database, and choosing the suitable wastewater treatment method for this municipality. The results found that the installation of Grease Trap in each house is a suitable wastewater treatment in this area comparing with other two methods namely Activated Sludge and Aerated Lagoon when considering on the construction budget, maintenance cost, and place.

คำนิยม

ขอกราบขอบพระคุณ (อ.ดร.) วิษุวัฒก์ แต้สมบัติ ประธารกรรมการที่ปรึกษาและอาจารย์กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือจนทำให้โครงงานวิศวกรรมนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ ดาบตำรวจบำรุง วิมูลชาติ นายกเทศมนตรีเทศบาลตำบลบางหลวง นายไพรัชย์ ถมค้า พาณิชย์ รองนายกเทศมนตรีเทศบาลตำบลบางหลวง ที่ได้ให้ความร่วมมือและความสะดวกด้านข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสียภายในเทศบาลตำบลบางหลวงเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ชูพันธ์ ชมพูจันทร์ อาจารย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือจนทำให้โครงงานวิศวกรรมนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆวิศวกรรมชลประทานรุ่น 63 และเพื่อนคณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกคนที่เป็นกำลังใจและให้คำแนะนำ

สุดท้ายนี้ ประโยชน์และความดีทั้งหลายอันพึงได้รับจากโครงงานวิศวกรรมนี้ผู้จัดทำขอมอบให้แก่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้ต่างๆให้แก่ผู้จัดทำจนประสบความสำเร็จในการศึกษา

นายอรรถพงศ์ สายวงค์คำ
นางสาวอารีย์วรรณ แซ่ล้อ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	๑
คำนิยม	๓
สารบัญ	๔
สารบัญตาราง	๖
สารบัญรูป	๗
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
2.1 ลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไปของเทศบาลตำบลบางหลวง	3
2.2 ความหมายและความสำคัญของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน	5
2.3 การกำจัดน้ำเสีย	6
2.4 ขั้นตอนการกำจัดน้ำเสีย	6
2.5 ระบบรวบรวมน้ำเสีย หรือระบบระบายน้ำ	8
2.6 ประเภทของการบำบัดน้ำเสีย	9
2.7 ความหมายของระบบไม่ใช้อากาศ	10
2.8 การใช้เทคโนโลยีไม่ใช้อากาศในการบำบัดน้ำเสียชุมชน	11
2.9 การบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบไม่ใช้อากาศในประเทศไทย	12
2.10 รูปแบบของระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ	13
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	
3.1 อุปกรณ์	31
3.2 วิธีการ	31

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	**หน้า**
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 การศึกษาวางระบบแนวท่อรับน้ำเสียด้วยโปรแกรม Quantum GIS Mimas	36
4.2 การคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลตำบลบางหลวง	40
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลทางเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย	50
5.2 ข้อเสนอแนะ	50
เอกสารอ้างอิง	51
ภาคผนวก ก รูปของแนวท่อรับน้ำเสียและจุดสำคัญต่างๆ	52
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้โปรแกรม Quantum GIS	66
ภาคผนวก ค หลักการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย	85
ภาคผนวก ง ราคากลางจากสำนักงบประมาณ	97

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ระดับออกซิเจนละลาย ดีโอ และโออาร์พีของปฏิกิริยาบำบัดน้ำเสีย	11
ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชนเมืองจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย	13
ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบกระบวนการบำบัดน้ำเสียไม่ใช้อากาศแบบต่างๆ	15
ตารางที่ 4 แสดงจำนวนปริมาณน้ำเสียในอีก 20 ปีข้างหน้า	41
ตารางที่ 5 ข้อเปรียบเทียบรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสีย	43
ตารางที่ 6 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)	45
ตารางที่ 7 ถังดักไขมัน	46
ตารางที่ 8 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของระบบบำบัดน้ำเสีย	49

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 1 แผนที่เทศบาลตำบลบางหลวง 4
รูปที่ 2 กราฟแสดงจำนวนประชากรในอนาคตของผังชุมชนเทศบาลบางหลวงปี พ.ศ. 2571 5
รูปที่ 3 ระบบท่อร่วม 8
รูปที่ 4 ระบบท่อแยก 9
รูปที่ 5 รูปแบบของระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศแบบต่างๆ (Manila and Pohland 1992) 14
รูปที่ 6 ถังย่อยชนิดอัตราต่ำ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542) 16
รูปที่ 7 ถังย่อยแบบอัตราสูง (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542) 17
รูปที่ 8 ถังย่อยแบบอัตราสูงที่มีการแยกตะกอน (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542) 17
รูปที่ 9 ระบบถังย่อยแบบสัมผัส (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542) 18
รูปที่ 10 ระบบถังย่อยแบบแยกเชื้อ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542) 19
รูปที่ 11 ระบบเครื่องกรองไม่ใช้อากาศ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542) 20
รูปที่ 12 ระบบชั้นลอยตัวแบบไม่ใช้อากาศ (AFB) (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542) 21
รูปที่ 13 ระบบยูเอเอสบี (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542) 22
รูปที่ 14 ภาพตัดขวางของถังหมักแบบ EGSB (Zoutbert, G.R and Frankin, R 1996) 23
รูปที่ 15 Flow Diagram ของระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งใช้ถังหมัก EGSB (Zoutbert, G.R and Frankin, R 1996) 24
รูปที่ 16 ระบบ Anaerobic Rotating Biological Reactor (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542) 25
รูปที่ 17 ระบบ Anaerobic Baffled Reactor (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542) 26
รูปที่ 18 การบำบัดน้ำเสียฟอกย้อมผ้าทอด้วยระบบ AnSBR 27
(ข้อมูลของบริษัท แซน.อี.68 คอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียรส์ จำกัด)
รูปที่ 19 บ่อหมักไม่ใช้อากาศแบบปิดฝา (ข้อมูลของบริษัท แซน.อี.68 คอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียรส์ จำกัด) 29

บทที่ 1
บทนำ

1.1 คำนำ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน ได้ร่วมมือกับเทศบาลตำบลบางหลวง ที่เป็นตำบลนำร่องในจังหวัดนครปฐม ในโครงงานวิจัยเรื่อง การวางแผนจัดการแบบมีส่วนร่วมเพื่อความมั่นคงด้านน้ำในพื้นที่จังหวัดนครปฐม โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ ซึ่งได้รับเงินสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ประจำปี 2553

จากสภาพพื้นที่ของเทศบาลตำบลบางหลวงในปัจจุบัน พบว่าการขยายตัวของเทศบาลมีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มมากขึ้น ทั้งทางด้านประชากรและเศรษฐกิจ เมื่อมีการรวมตัวของกิจกรรมต่างๆ บนพื้นที่ ย่อมมีปัญหาน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นจากบ้านเรือน เช่น การซักล้างทำความสะอาด ตลอดจนน้ำเสียสู่บ่อเกรอะ-บ่อซึม ซึ่งอาจจะไหลปะปนไปกับน้ำเสียโดยทั่วไปจะไหลออกสู่ทางระบายน้ำและลงสู่แม่น้ำในที่สุด

ปัญหาน้ำเสียนี้อาจจะเป็นรบกวนต่อสุขภาพจิตและร่างกายของประชาชนยกตัวอย่างเช่น ส่งกลิ่นเหม็น อาจเกิดปัญหาโรคระบาด เป็นต้น และก่อความเสียหายต่อสภาวะทางเศรษฐกิจทั่วไปของชุมชนที่ตลาดบางหลวง ร.ศ.๑๒๒ ลักษณะของการระบายน้ำของเทศบาลตำบลบางหลวงปัจจุบันยังไม่ได้รับการวางระบบไว้อย่างสมบูรณ์จึงทำให้เกิดปัญหา ในอนาคตเมื่อมีการขยายตัวด้านที่อยู่อาศัย และ พาณิชยกรรม เช่นร้านขายของชำต่างๆ ที่อยู่ในตลาดบางหลวง ร.ศ. ๑๒๒ ถ้าไม่มีการเตรียมการไว้เสียแต่เบื้องต้น ปัญหาที่เกิดจากการระบายน้ำและปัญหาน้ำเสีย จะส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อมของชุมชนในอนาคต การวิเคราะห์ปัญหาและหาทางป้องกันการเกิดความเสียหายจึงจำเป็นที่จะต้องมีการวางระบบบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะระบายลงสู่แม่น้ำ โครงงานวิศวกรรมนี้ได้มีการสำรวจการวางแนวท่อน้ำเสียที่เหมาะสมทั้งพื้นที่เทศบาลตำบลบางหลวงโดยใช้โปรแกรม GIS ซึ่งผู้จัดทำหวังว่าอาจมีประโยชน์ต่อการพัฒนาเพื่อใช้งานจริงในอนาคตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อจัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทุกอย่างในเขตเทศบาลตำบลบางหลวง

1.2.2 เพื่อศึกษาและวางระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนในตัวเทศบาลตำบลบางหลวง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 การจัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำนวน 10 ชั้นข้อมูล ได้แก่

1. ขอบเขตเทศบาลตำบลบางหลวง
2. ขอบเขตแต่ละหมู่ของเทศบาล
3. แม่น้ำที่ไหลผ่านเทศบาล
4. ถนน
5. จุดออกน้ำเสีย
6. สถานที่ที่สำคัญของเทศบาล
7. แนวท่อรับน้ำเสียที่มีอยู่แล้ว
8. จุดที่ตั้งถังบำบัดน้ำเสีย
9. ท่อรวมน้ำเสีย
10. จุดออกน้ำเสียจุดใหญ่

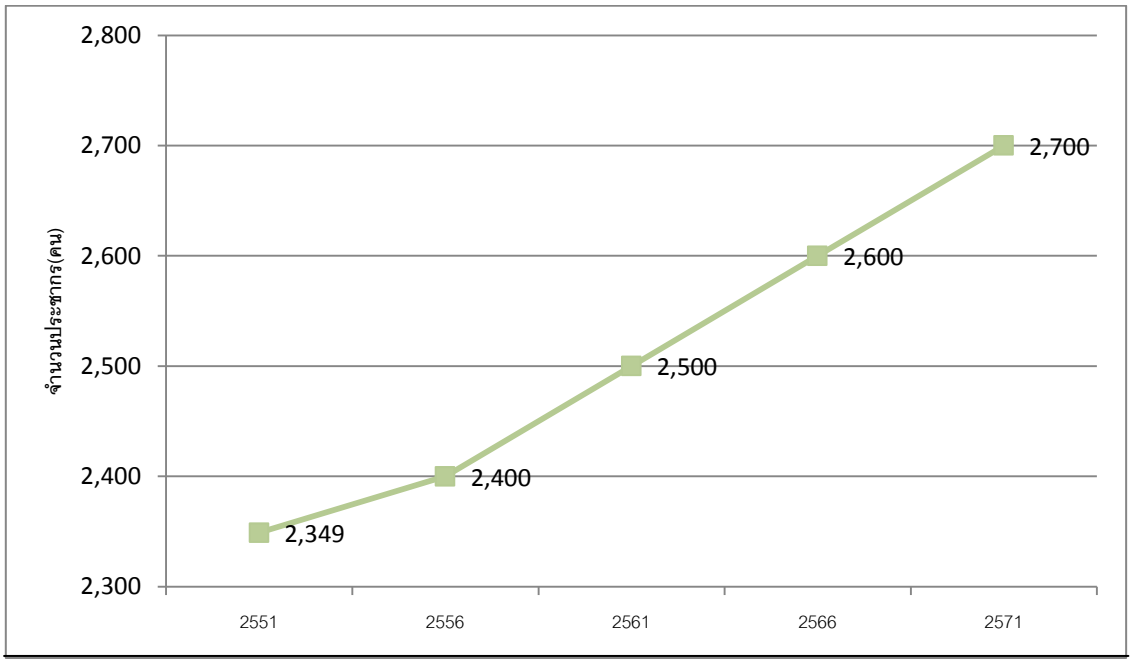
1.3.2 ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียจำนวน 3 ประเภท ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge Process) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon หรือ AL) และถังดักไขมัน และจะคัดเลือกระบบที่เหมาะสมที่สุดกับเทศบาลตำบลบางหลวง และการประเมินราคาเบื้องต้น

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 ลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไปของเทศบาลตำบลบางหลวง

เทศบาลตำบลบางหลวง เป็นชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณริมฝั่งแม่น้ำท่าจีน สภาพภูมิประเทศทั่วไปเป็นพื้นที่ราบภาคกลางตอนล่างในเขตลุ่มแม่น้ำท่าจีน โดยพื้นที่เป็นพื้นที่ราบลุ่มเป็นส่วนใหญ่ ไม่มีป่าและภูเขา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 2 เมตร เป็นที่ราบริมฝั่งแม่น้ำท่าจีน ซึ่งไหลจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ จากสุพรรณบุรีผ่านชุมชนบางหลวง ไปยังจังหวัดสมุทรสาคร มีประชากรรวม 2,349 คน และมีครัวเรือน 618 ครัวเรือนอยู่ในเขตอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม มีพื้นที่ทั้งหมด 1.5 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 2 ตำบล คือ ตำบลบางหลวง ประกอบด้วย หมู่ที่ 1,2,3,6 (บางส่วน) หมู่ 13 (บางส่วน) และหมู่ที่ 6 ตำบลหินมูล (บางส่วน) ตั้งอยู่ห่างจากจังหวัดนครปฐม ประมาณ 56 กิโลเมตร และ ห่างจากอำเภอบางเลนประมาณ 14 กิโลเมตร ห่างจากกรุงเทพมหานคร ประมาณ 90 กิโลเมตร ดังแสดง แผนที่ของเทศบาลตำบลบางหลวง ในรูปที่ 1[1,2]

รูปที่ 1 แผนที่เทศบาลตำบลบางหลวง



รูปที่ 2 กราฟแสดงจำนวนประชากรในอนาคตของผังชุมชนเทศบาลบางหลวงปี พ.ศ. 2571
(ที่มา: เทศบาลตำบลบางหลวง http://www.bangluang.go.th/prawat.htm)

2.2 ความหมายและความสำคัญของน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

น้ำเสียจากแหล่งชุมชน คือ น้ำเสียจากชุมชนที่มีบ้านเรือนที่อยู่อาศัยหลายๆ หลังคาเรือน ย่านการค้า หรืออาคารที่ทำการ ซึ่งจำเป็นต้องใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และใช้สอย ในจุดประสงค์อื่นๆ น้ำที่ใช้นี้จะมีปริมาณหนึ่งซึ่งเป็นปริมาณส่วนใหญ่กลายเป็นน้ำเสียที่ทิ้งออกมา น้ำเสียนี้ส่วนมากจะเป็นน้ำจากการชำระล้าง ซึ่งประกอบไปด้วยสบู่ ผงซักฟอก เศษอาหาร ไขมัน สารอินทรีย์ และสิ่งปฏิกูลอื่นๆ เจือปนอยู่ สารเหล่านี้เมื่อไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองจะเกิดผลเสียสองประการใหญ่ๆ คือ ประการแรกช่วยเพิ่มอาหารเสริมแก่พืชน้ำและสัตว์น้ำ ทำให้มีพืชน้ำและสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น เมื่อพืชน้ำและสัตว์น้ำตายไป จะทำให้เกิดสารอินทรีย์ในน้ำเพิ่มขึ้น สารอินทรีย์ที่มาจากน้ำทิ้งและที่เกิดเพิ่มขึ้นนี้ ถ้ามีจำนวนมากเมื่อถูกย่อยสลายด้วยแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำ ก็จะนำเอาออกซิเจนละลายน้ำมาใช้ในอัตราที่สูง ทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจนขึ้น จึงทำให้น้ำเป็นสีดำ มีกลิ่นเหม็น ส่วนสารอื่นๆ ที่ปนมา เช่น สารอนินทรีย์จะเพิ่มปริมาณสูงขึ้น ทำให้คุณภาพน้ำทิ้งไม่ได้มาตรฐานและเสียประโยชน์ใช้สอยไป นอกจากนี้ถ้าน้ำทิ้งมีเชื้อโรคชนิดต่างๆ ที่เป็นอันตราย น้ำเสียจากชุมชนมีสัดส่วนร้อยละ 75 ของน้ำเสียทั้งหมด [3]

2.3 การกำจัดน้ำเสีย

ระบบการกำจัดน้ำเสียได้เริ่มเกิดมีขึ้นเมื่อสมัย ค.ศ. 1900 KOCH และ PASTEUR ได้เป็นผู้ริเริ่มตั้งทฤษฎีของจุลินทรีย์ขึ้นในสมัย ค.ศ. 1900 ซึ่งทฤษฎีนี้เองที่สามารถช่วยให้รู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำเสียกับจุลินทรีย์ และสามารถนำความรู้นี้ไปใช้กับทฤษฎีของการกำจัดน้ำเสีย น้ำเสียจะถูกกำจัดได้โดยทางกายภาพ (Physical) ทางเคมี (Chemical) และทางชีววิทยา (Biological) หรือ อาจแยกออกได้เป็น Physical unit operations, Chemical unit processes และ Biological unit processes ถึงแม้ว่าวิธีการของ unit operations และ unit processes ได้ถูกใช้ร่วมกันในระบบกำจัดน้ำเสียทั่วๆ ไป แต่โดยทางพื้นฐานของการกำจัดน้ำเสียแล้ว วิธีการของทั้งสองหน่วย (unit) นี้ จำเป็นต้องแยกออกจากกัน

หลักวิธีการที่ใช้กันในระบบการกำจัดน้ำทิ้งมีอยู่ 3 หลักใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

2.3.1 Physical unit operations คือวิธีการกำจัดน้ำเสีย ที่ใช้วิธีการทางกายภาพ วิธีนี้เป็นขบวนการแรกที่ใช้ในการกำจัดน้ำเสีย ได้แก่ การดักด้วยตะแกรง (screening) การกวน (mixing) การรวมตัวกันของตะกอน(flocculation) การตกตะกอน (sedimentation) การทำให้ลอย (flotation) ฯลฯ

2.3.2 Chemical unit processes คือ วิฝีการกำจัดน้ำเสีย โดยการกำจัด หรือ การเปลี่ยนสภาพของที่ไม่ต้องการในน้ำเสีย โดยการเติมสารเคมีลงไป หรือโดยปฏิกิริยาทางเคมีอื่น ๆ ได้แก่ การตกตะกอน (precipitation) การเติมอากาศ หรือ ก๊าซ (gas transfer) การถูกดึงดูด (adsorption) และการฆ่าเชื้อโรค (Disinfection)

2.3.3 Biological unit processes คือ วิธีการกำจัดน้ำเสียโดยวิธีทางชีววิทยา วิธีกำจัดน้ำเสียโดยทางชีววิทยาในทางพื้นฐานแล้ว จะกำจัดพวกสารอินทรีย์ ซึ่งสามารถย่อยสลายได้โดยพวกจุลินทรีย์ พวกสารอินทรีย์จะอยู่ในรูปของ colloidal หรือ dissolved ในน้ำเสียออกไปในอากาศ และพวกเนื้อเยื่อของเซลล์ทางชีววิทยา ซึ่งสามารถใช้ในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียได้อีกด้วย ซึ่งไนโตรเจน และฟอสฟอรัสเป็นตัวการสำคัญในการทำให้สภาพแวดล้อมตามแม่น้ำลำคลองเกิดความเสียหาย

2.4 ขั้นตอนการกำจัดน้ำเสีย

ขั้นตอนการกำจัดน้ำเสียโดยทั่ว ๆ ไปแล้ว จะแยกออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.4.1 การบำบัดขั้นต้น (Preliminary Treatment) และการบำบัดเบื้องต้น (Primary Treatment) : เป็นการบำบัดเพื่อแยกทราย กรวด และของแข็งขนาดใหญ่ ออกจากของเหลวหรือน้ำเสีย โดยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ (Coarse Screen) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ถังดักกรวดทราย(Grit Chamber) ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation Tank) และเครื่องกำจัดไขฝ้า (Skimming Devices) การบำบัดน้ำเสียขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 50 - 70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้ ร้อยละ 25 – 40

2.4.2 การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment) : เป็นการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นและการบำบัดเบื้องต้นมาแล้ว แต่ยังคงมีของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กและสารอินทรีย์ทั้งที่ละลายและไม่ละลายใน น้ำเสียเหลือค้างอยู่ โดยทั่วไปการบำบัดขั้นที่สองหรือเรียกอีกอย่างว่าการบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) จะอาศัยหลักการเลี้ยงจุลินทรีย์ในระบบภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกินสารอินทรีย์ได้รวดเร็วกว่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโดยใช้ถังตกตะกอน (Secondary Sedimentation Tank) ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นจึงผ่านเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน ก่อนจะระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำกลับไปใช้ประโยชน์ (Reuse) การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยและสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของ บีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 80

2.4.3 การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment หรือ Tertiary Treatment) : เป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก และอื่นๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)ได้ นอกจากนี้ยังช่วย ป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่า แก้ไขปัญหาความน่ารังเกียจของแหล่งน้ำอันเนื่องจากสี และแก้ไขปัญหาอื่นๆที่ระบบบำบัดขั้นที่สองมิสามารถกำจัดได้กระบวนการบำบัดขั้นสูง ได้แก่

- การกำจัดฟอสฟอรัส ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ

- การกำจัดไนโตรเจน ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ โดยวิธีการทางชีวภาพนั้นจะมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจนให้เป็น ไนเทรต ที่เกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการไนทริฟิเคชั่น (Nitrification)" และ ขั้นตอนการเปลี่ยนไนเทรตให้เป็นก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า"กระบวนการดีไนทริฟิเคชั่น (Denitrification)"

- การกำจัดฟอสฟอรัสและไนโตรเจนร่วมกันโดยกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการใช้ทั้งกระบวนการแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศในการกำจัดไนโตรเจนโดยกระบวนการไนตริฟิเคชันและกระบวนการดีไนตริฟิเคชันร่วมกับกระบวนการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างฟุ่มเฟือย (Phosphours Luxuty Uptake) ซึ่งต้องมีการใช้กระบวนการแบบไม่ใช้อากาศต่อด้วยกระบวนการใช้อากาศด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จะต้องมีการประยุกต์ใช้โดยผู้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการดังกล่าวเป็นอย่างดี

- การกรอง (Filtration) ซึ่งเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการโดยวิธีการทางกายภาพ อันได้แก่ สารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น

- การดูดติดผิว (Adsorption) ซึ่งเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสียโดยการดูดติดบนพื้นผิวของของแข็ง รวมถึงการกำจัดกลิ่นหรือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการเดียวกัน[4]

2.5 ระบบรวบรวมน้ำเสีย หรือระบบระบายน้ำ

ระบบรวบรวมน้ำเสีย หรือระบบระบายน้ำ หมายถึง การนำน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดหลายๆ แห่งไปรวมกันยังสถานที่ที่จะบำบัดโดยผ่านท่อระบายน้ำ แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ

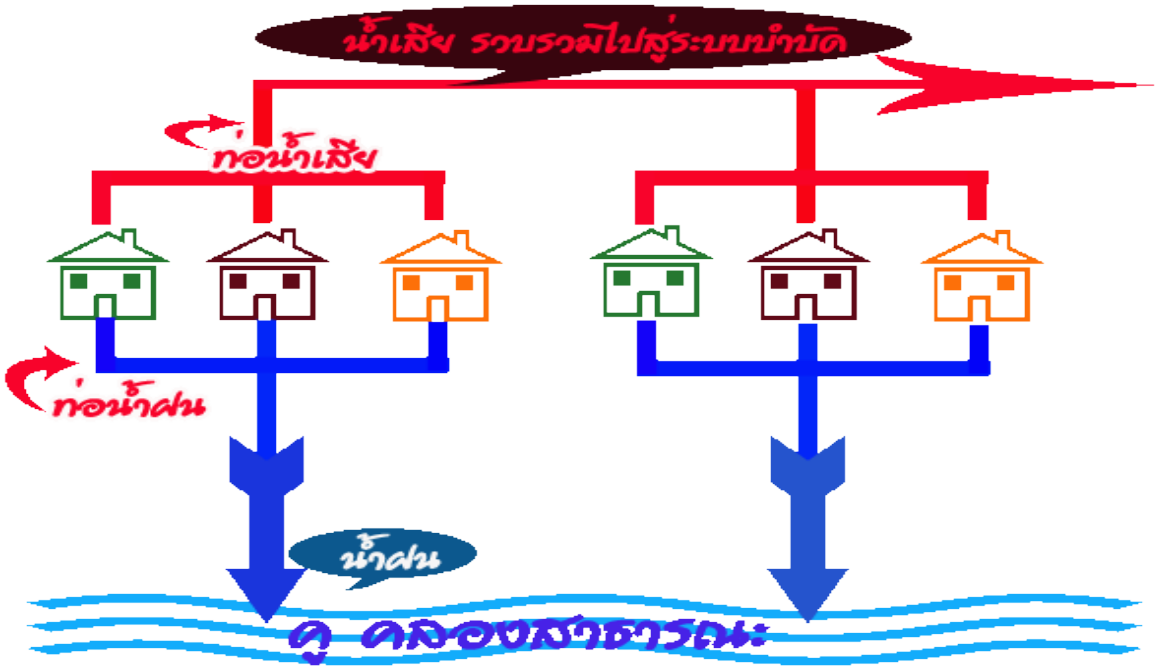
2.5.1 ระบบท่อร่วม (Combined System) เป็นระบบที่ใช้ท่อระบายน้ำฝนและน้ำเสียร่วมกัน โดยจะต้องสร้างท่อดักน้ำเสีย (Interceptor) เป็นระยะๆ เพื่อรวบรวมน้ำเสียให้ไหลไปตามท่อรวมไปยังบ่อบำบัดน้ำเสีย ส่วนน้ำฝนจะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

2.5.2 ระบบท่อแยก (Separated System) เป็นระบบที่แยกท่อระบายน้ำเสียออกจากท่อระบายน้ำฝน

รูปที่ 3 ระบบท่อร่วม

น้ำฝนและน้ำเสียจะไหลตามท่อร่วม (สีน้ำเงิน) จากแหล่งน้ำเสีย มารวมกันที่บ่อแยก (วงกลมสีแดง) ซึ่งจะแยกน้ำเสียส่งไปยังบ่อบำบัด ส่วนน้ำฝนจะถูกระบายลงคู คลองสาธารณะ

(ที่มา: สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ http://www.sri.cmu.ac.th/srilocal/water/page04.htm)



รูปที่ 4 ระบบท่อแยก

น้ำฝนและน้ำเสีย มีท่อแยกออกจากกัน ท่อน้ำฝน (สีน้ำเงิน) ไหลตามท่อสู่เหล่งน้ำสาธารณะ คูคลอง ส่วนท่อน้ำเสีย (สีแดง) รวบรวมน้ำเสียส่งไปยังบ่อบำบัด

(ที่มา: สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ http://www.sri.cmu.ac.th/srilocal/water/page04.htm)

2.6 ประเภทของการบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียและสลัดจ์อินทรีย์มี 2 วิธีคือ แบบใช้อากาศและแบบไม่ใช้อากาศ การบำบัดแบบใช้อากาศอาศัยแบคทีเรียที่หายใจด้วยออกซิเจนในอากาศ ส่วนการบำบัดแบบไม่ใช้อากาศอาศัยแบคทีเรียที่หายใจด้วยสารอย่างอื่นที่ไม่ใช้อากาศ เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียและสลัดจ์จึงแบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ เทคโนโลยีแบบใช้อากาศ และไม่ใช้อากาศ

2.6.1 การบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ

การบำบัดน้ำเสียมักหมายถึง การกำจัดสารอินทรีย์ (ซีโอดีและบีโอดี) ที่อยู่ในน้ำเสีย การบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศอาศัยแบคทีเรียที่หายใจด้วยออกซิเจน (ในอากาศ) เป็นผู้ทำลายหรือกินสารอินทรีย์

$$\text{สารอินทรีย์} + \text{ออกซิเจน} \xrightarrow[\text{ใช้อากาศ}]{\text{แบคทีเรีย}} \text{เซลล์ใหม่} + CO_2 + \text{สารอินทรีย์ที่เหลือ}$$

ภายหลังการบำบัดสารอินทรีย์หรือซีโอดีจะเหลืออยู่น้อยมาก และมีเซลล์ใหม่ของแบคทีเรียเกิดขึ้นมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ

2.6.2 การบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ

การบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศอาศัยแบคทีเรียที่หายใจด้วยสารอื่นที่ไม่ใช่อากาศเป็นผู้ทำลายสารอินทรีย์ แบคทีเรียชนิดนี้จึงไม่เหมือนกับแบคทีเรียที่หายใจด้วยอากาศ

$$\text{สารอินทรีย์ + สารอื่นที่ใช้หายใจ} \xrightarrow[\text{ไม่ใช้อากาศ}]{\text{แบคทีเรีย}} \text{เซลล์ใหม่ + CO2 + สารอินทรีย์ที่เหลือ}$$

ภายหลังการบำบัด สารอินทรีย์จะเหลืออยู่มาก แต่จะมีเซลล์ใหม่เกิดขึ้นน้อยโดยทั่วไป มักเข้าใจกันว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศหมายถึงระบบไม่ใช้อากาศที่ผลิตกาซมีเทนซึ่งเป็นระบบที่อาศัยแบคทีเรียที่หายใจด้วย CO2 การบำบัดน้ำเสียจึงเขียนแทนได้ด้วยสมการดังนี้

$$\text{สารอินทรีย์ + CO2} \xrightarrow[\text{ไม่ใช้อากาศ}]{\text{แบคทีเรีย}} \text{เซลล์ใหม่ + CO2 + CH4 + สารอินทรีย์ที่เหลือ}$$

แต่แท้ที่จริงแล้ว ในโลกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศยังมีแบคทีเรียอื่นที่ไม่ได้หายใจด้วย CO2 หรือ O2 อีกหลายชนิด แบคทีเรียเหล่านั้นมีชีวิตอยู่ได้โดยหายใจสารอื่น เช่น NO3, SO4, Fe2O3, FeOOH, MnO2 เป็นต้น

2.7 ความหมายของระบบไม่ใช้อากาศ

ในความหมายของวิศวกรที่ปรึกษา “ระบบไม่ใช้อากาศ” หมายถึง ระบบชีวภาพสำหรับบำบัดน้ำเสีย (หรือสลัดจ์) ทุกแบบที่ไม่ได้ใช้ออกซิเจนอิสระเป็นตัวสุดท้ายในการรับอิเล็กตรอน ในปัจจุบัน “ระบบไม่ใช้อากาศ” หมายถึง ระบบบำบัดชีวภาพที่ใช้กระบวนการชีวเคมีต่อไปนี้

- มีเทนเฟอร์เมนเตชัน (Methane Fermentation)
- ซัลเฟตรีดักชัน (Sulfate Reduction)
- ดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification)
- เฟอร์เมนเตชัน (Fermentation)

ระบบที่เดินต่อเนื่อง(ต้องเปิดเครื่องเติมอากาศตลอดเวลา) และบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ เป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน จึงมีการปรับปรุงระบบให้เป็นแบบทีละเท (Batch) ซึ่งในขณะที่ระบบ “ไม่มีการเติมอากาศ” ก็ถูกมองว่าเป็นระบบแบบไม่ใช้อากาศด้วยเพราะถือว่าช่วงที่ไม่มีการเติมอากาศนั้น จะไม่มีออกซิเจนอิสระอยู่ในน้ำ (หรือมีน้อยมาก) จนแบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศมีบทบาทเด่นขึ้นมาความแตกต่างของ

ปฏิกิริยาบำบัดน้ำเสียประเภทต่างๆ อาจจำแนกได้โดยใช้ระดับออกซิเจนละลายและระดับโออาร์พี (ORP) ได้ ดังแสดงในตารางที่ 1[5]

ตารางที่ 1 ระดับออกซิเจนละลายดีโอ และโออาร์พีของปฏิกิริยาบำบัดน้ำเสีย

ปฏิกิริยาบำบัด น้ำเสียหรือสลัดจ์	ประเภทของ ระบบบำบัด	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	โออาร์พี (มิลลิโวลต์)
ออกซิเดชัน	ใช้อากาศ	มากกว่า 1-2	> +100
ดีไนตริฟิเคชัน	ไม่ใช้อากาศ	0-0.5	0 ถึง +100
เฟอร์เมนเตชัน	ไม่ใช้อากาศ	0	0 ถึง -100
การสร้างกรดอินทรีย์ระเหย	ไม่ใช้อากาศ	0	-100 ถึง -200
ซัลเฟตรีดักชัน	ไม่ใช้อากาศ	0	น้อยกว่า -200
การสร้างมีเทน	ไม่ใช้อากาศ	0	น้อยกว่า -200

2.8 การใช้เทคโนโลยีไม่ใช้อากาศในการบำบัดน้ำเสียชุมชน

ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนมักเป็นระบบที่ใช้อากาศซึ่งต้องใช้พลังงานปริมาณมหาศาลในการเดินระบบ หากสามารถเปลี่ยนมาใช้ระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศก็จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานได้ ในปัจจุบันนี้ยังมีการใช้เทคโนโลยีไม่ใช้อากาศบำบัดน้ำเสียชุมชนกันน้อยมาก แต่การบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยเทคโนโลยีไม่ใช้อากาศเป็นเรื่องใหม่ซึ่งในอดีตไม่มีใครเชื่อว่าจะทำได้ การที่ Lettinga (2522) ได้พัฒนาระบบยูเอเอสบีขึ้นมา ทำให้การบำบัดน้ำเสียเข้มข้นต่ำดังเช่น น้ำเสียชุมชน ด้วยระบบไม่ใช้อากาศเป็นเรื่องที่สามารถทำได้ ประเทศที่มีการใช้เทคโนโลยีไม่ใช้อากาศบำบัดน้ำเสียชุมชนมากที่สุด 5 แห่ง ได้แก่ เม็กซิโก โคลัมเบีย บราซิล อินเดียและจีน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ล้วนแต่เป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนและเป็นประเทศกำลังพัฒนา สำหรับในประเทศไทย การบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยเทคโนโลยีไม่ใช้อากาศเป็นเรื่องใหม่ที่มีคนเชื่อว่าสามารถกระทำได้ หากทำได้จริง เทคโนโลยีไม่ใช้อากาศจะมีความสำคัญและได้รับความนิยมเพิ่มอีกมาก เนื่องจากขณะนี้ เทศบาลหลายแห่งมีการรวบรวมน้ำเสียชุมชนในปริมาณมาก ประกอบกับมีการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนให้เป็นระบบที่ใช้อากาศซึ่งต้องใช้พลังงานไฟฟ้าปริมาณมากและชุมชนต่างๆ ขาดเงินทุนในการเดินระบบบำบัดแบบใช้อากาศ หากสามารถเปลี่ยนมาใช้ระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศก็จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานได้ อย่างไรก็ตาม การใช้เทคโนโลยีตัวนี้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนยังต้องรอการพิสูจน์ว่าจะสามารถใช้ได้ในประเทศไทยหรือไม่ เหตุผลที่ต้องมีการตั้งข้อสงสัยเป็นเพราะว่าน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยมีความเข้มข้น บีโอดี และ ซีโอดี ต่ำมากจนไม่มั่นใจว่าจะมีอาหารเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศหรือไม่

2.9 การบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบไม่ใช้อากาศในประเทศไทย

การบำบัดน้ำเสียชุมชน (หรือน้ำเสียเจือจาง) ด้วยเทคโนโลยีไม่ใช้อากาศ และมีการอ้างถึงระบบไม่ใช้อากาศขนาดจริงหลายแห่งในทวีปเอเชียเช่น อินเดีย จีน เป็นต้นและในทวีปอเมริกาใต้ เช่น บราซิล เป็นต้น ระบบไม่ใช้อากาศแบบ UASB ได้รับการอ้างถึงมากที่สุดในการใช้บำบัดน้ำเสียชุมชน เนื่องจากเป็นระบบที่มีเม็ดแบคทีเรียจับกันเป็นชั้นนอน (Bed) ทำให้สามารถเลี้ยงแบคทีเรียได้ปริมาณมากโดยไม่หลุดออกไปกับน้ำทิ้งอย่างไรก็ตาม เนื่องจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศมีค่าผลผลิตของเซลล์หรือยีลด์ (Yield) ต่ำเพียง 10% หมายความว่า แบคทีเรียไม่ใช้อากาศเจริญเติบโตขึ้นได้เพียง 10% จากอาหารที่บริโภค ยกตัวอย่างเช่น ซีโอดีที่ถูกย่อยสลาย 100 กรัม ผลิตสลัดจ์แบคทีเรียได้ 10 กรัม (วัดในเทอมของ VSS) กล่าวในอีกทางหนึ่งว่าความเข้มข้นของน้ำเสียจะต้องมีพอเพียงที่จะสร้างแบคทีเรียให้มีพอเพียงและสะสมเพิ่มขึ้นในระบบ ขอให้พิจารณารายการคำนวณระดับพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

สมมติว่าน้ำเสียชุมชนมีความเข้มข้นซีโอดี	= 100 มก./ล.
และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี	= 70%
ดังนั้น ความเข้มข้นซีโอดีที่ถูกใช้ไป (ถูกย่อยสลาย)	= 70 มก./ล.
สมมติว่า ระบบไม่ใช้อากาศมียีลด์	= 10%
ดังนั้น จะมีเนื้อเซลล์ (VSS) เกิดขึ้น	= 7 มก./ล.

จะเห็นได้ว่า การย่อยสลายมี VSS เกิดขึ้น 7 มก./ล. แต่ในทางปฏิบัติ น้ำทิ้งของระบบไม่ใช้อากาศมักมีค่า VSS มากกว่า 7 มก./ล. ซึ่งถือเป็นเรื่องปรกติ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่า ถ้าน้ำเสียชุมชนมีความเข้มข้นซีโอดี 100 มก./ล.จะมีการสูญเสียแบคทีเรียตลอดเวลา ระบบบำบัดนี้จึงไม่มีการสะสมแบคทีเรียเลยและเพราะน้ำเสียมีอาหารไม่พอเพียงสำหรับเลี้ยงแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ ให้คงอยู่ได้ในระบบบำบัด

จากรายการคำนวณข้างต้น อาจประเมินได้ว่าการใช้เทคโนโลยีไม่ใช้อากาศบำบัดน้ำเสียชุมชน (จะต้องใช้ระบบ UASB ด้วย) อาจเป็นไปได้ต่อเมื่อน้ำเสียมีความเข้มข้นซีโอดีสูงระดับหนึ่ง เช่น 300 – 500 มก./ล.หรือมากกว่า

สำหรับในประเทศไทย มีการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนให้เป็นระบบที่ใช้อากาศซึ่งต้องใช้พลังงานไฟฟ้าปริมาณมากและชุมชนต่างๆ ขาดเงินทุนในการเดินระบบบำบัดแบบใช้อากาศ หากสามารถเปลี่ยนมาใช้ระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศก็จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานได้ อย่างไรก็ตามน้ำเสียชุมชนไทยมีความเข้มข้นต่ำมากดังจะเห็นได้จากตารางที่ 2 ซึ่งสรุปค่าความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชนจากเทศบาลต่างๆ 13 แห่ง จะเห็นได้ว่าบีโอดีเฉลี่ยมีค่าเพียง 24 มก./ล. (และคาดว่าซีโอดีจะมีค่าไม่ถึง 100 มก./ล.)และมีค่า SS เฉลี่ย 37 มก./ล.

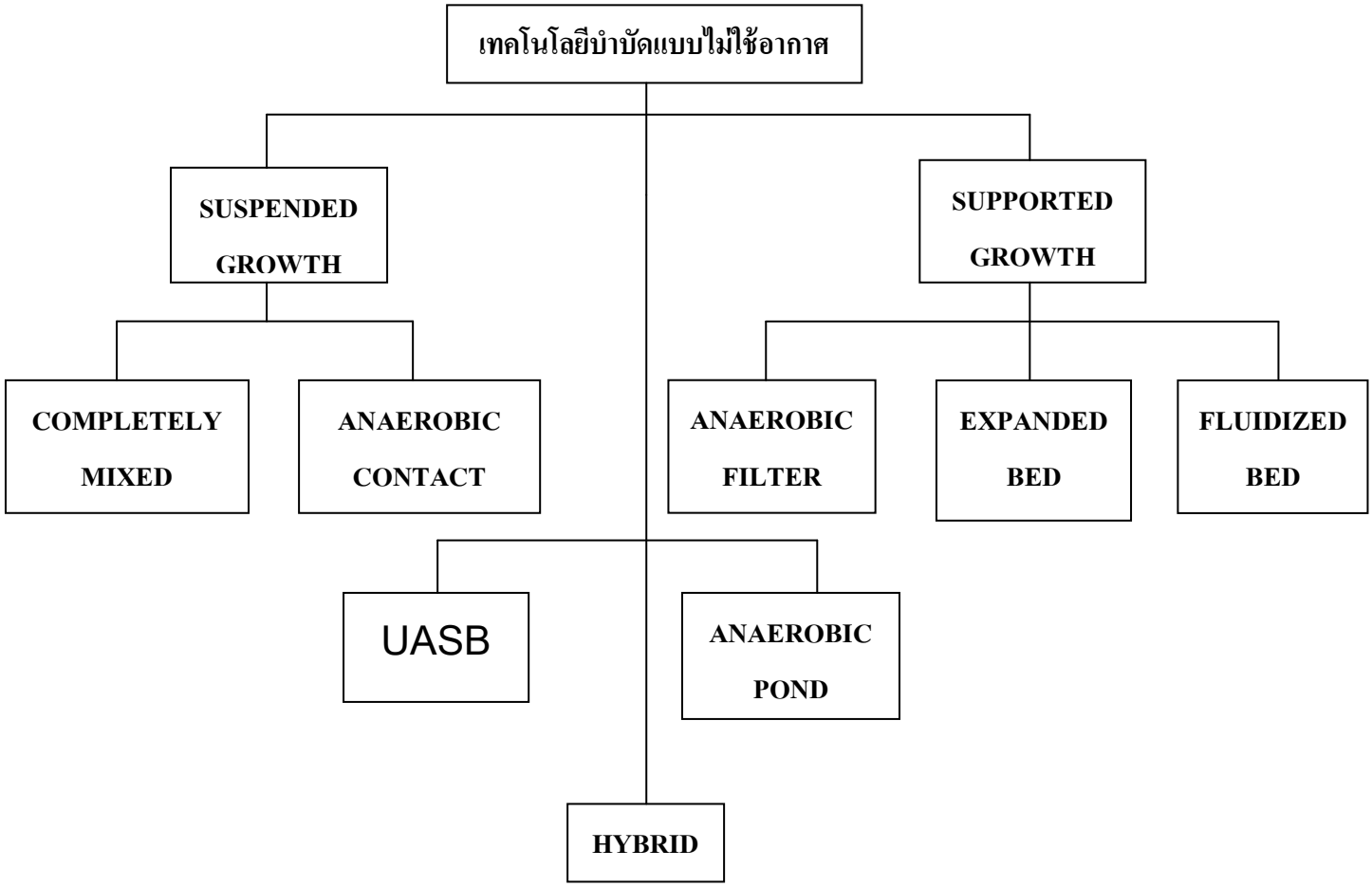
ดังนั้นระบบยูเอเอสบีไม่น่าจะนำมาใช้บำบัดน้ำเสียชุมชนไทยได้ เนื่องจากน้ำเสียมีความเข้มข้นซีโอดีหรือบีโอดีต่ำเกินไป

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชนเมืองจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย

เทศบาล	อัตราผลิตน้ำเสีย เฉลี่ย(ลิตร/คน-วัน)	BOD (เฉลี่ย) (มก./ล.)
ทม.ภูเก็ต จ.ภูเก็ต	285	30 – 81 (48)
ทม.เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่	267	4.7 – 9.5 (6)
ทม.ประจวบคีรีขันธ์	266	8 – 53 (34)
ทม.อุบลราชธานี	160	3 – 13 (9)
ทม.อ่างทอง จ.อ่างทอง	200	36 – 87 (41)
ทม.อุทัยธานี จ.อุทัยธานี	217	12 – 73 (19)
ทม.เพชรบุรี จ.เพชรบุรี	185	33 – 47 (41)
ทม.พนัสนิคม จ.ชลบุรี	105	13 – 28 (27)
ทม.บ้านหมี่ จ.ลพบุรี	84	4.8 – 11.4 (8)
ทม.ชัยภูมิ จ.ชัยภูมิ	159	15 – 55 (24)
ทต.บัวใหญ่ จ.นครราชสีมา	140	9 – 37 (27)
ทน.นครปฐม จ.นครปฐม	315	15 – 27 (14)
ทม.ชุมแสง จ.นครสวรรค์	131	7 – 14 (8)
เฉลี่ย		24

2.10 รูปแบบของระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ

กระบวนการไม่ใช้อากาศอาจใช้ในการบำบัดน้ำเสียหรือบำบัดสลัดจ์ก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าถังปฏิกิริยาจะเป็นแบบใด แต่ไม่ว่าวัตถุประสงค์จะเป็นเช่นใดก็ตามกระบวนการไม่ใช้อากาศก็มักมีลักษณะสำคัญร่วมกัน คือสามารถสร้างกาซชีวภาพจากสารอินทรีย์ กระบวนการบำบัดสลัดจ์มักเป็นถังรูปแบบเดียวคือ ถังย่อยสลัดจ์ (Sludge Digestion Tank) ส่วนรูปแบบอื่นๆ มักใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ถังปฏิกรณ์ชีวภาพไม่ใช้อากาศได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจากถังปฏิกรณ์ที่ใช้สำหรับหมักธรรมดา จนถึงกระบวนการที่มีอัตราสูงที่ใช้ระยะเวลาสั้นมาก รูปที่ 5 ได้สรุปรูปแบบของถังปฏิกรณ์ที่มีใช้กันในปัจจุบัน โดยด้านซ้ายจะเป็นกระบวนการที่เหมาะสำหรับระบบย่อยตะกอนหรือน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์อยู่ในรูปของแข็งปนอยู่มาก ส่วนกระบวนการด้านขวามือเหมาะสำหรับน้ำเสียที่สารอินทรีย์ส่วนใหญ่ละลายอยู่ในน้ำ ส่วนกระบวนการตรงกลางเหมาะสม สำหรับน้ำเสียที่มีของแข็งไม่มากนักและน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ละลายน้ำ ความแตกต่างของทั้งในด้านรูปแบบและข้อพิจารณาในการเลือกใช้งานได้แสดงอยู่ในตารางที่ 3



รูปที่ 5 รูปแบบของระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศแบบต่างๆ

(Manila and Pohland,1992)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบกระบวนการบำบัดน้ำเสียไม่ใช้อากาศแบบต่างๆ

ข้อพิจารณา	ระบบเติบโตแขวนลอยในน้ำ	ระบบผสม	ระบบมีตัวกลางเกาะยึด
ความเข้มข้นของแบคทีเรีย	ต่ำ	สูง	สูง
อายุตะกอน (SRT)	ต่ำ	สูง	สูง
การใช้บำบัดน้ำเสียที่มีอนุภาคของแข็ง	เหมาะสม	กำจัดอนุภาคของแข็งได้บ้าง	กำจัดอนุภาคของแข็งได้บ้าง
การใช้บำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม
การใช้บำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ	ไม่เหมาะสม	เหมาะสม	เหมาะสม
ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย	จำกัด	สูง	สูง
ความทนต่อสารพิษและการเปลี่ยนแปลงภาวะการทำงาน	มีข้อจำกัดเนื่องจากอายุตะกอนต่ำ	มีอายุตะกอนสูงจึงมีเสถียรภาพดี	มีอายุตะกอนสูงจึงมีเสถียรภาพดี
สภาพทางชลศาสตร์ในถังปฏิกรณ์	ใช้เครื่องกวน	ใช้วิธีหมุนเวียนน้ำหรือใช้กาซชีวภาพมาเป่า	ใช้วิธีหมุนเวียนน้ำหรือใช้กาซชีวภาพมาเป่า
การใช้พลังงาน	ต่ำที่สุด	สูงถ้ามีการหมุนเวียนน้ำ	สูง ถ้าเป็นแบบFluidized

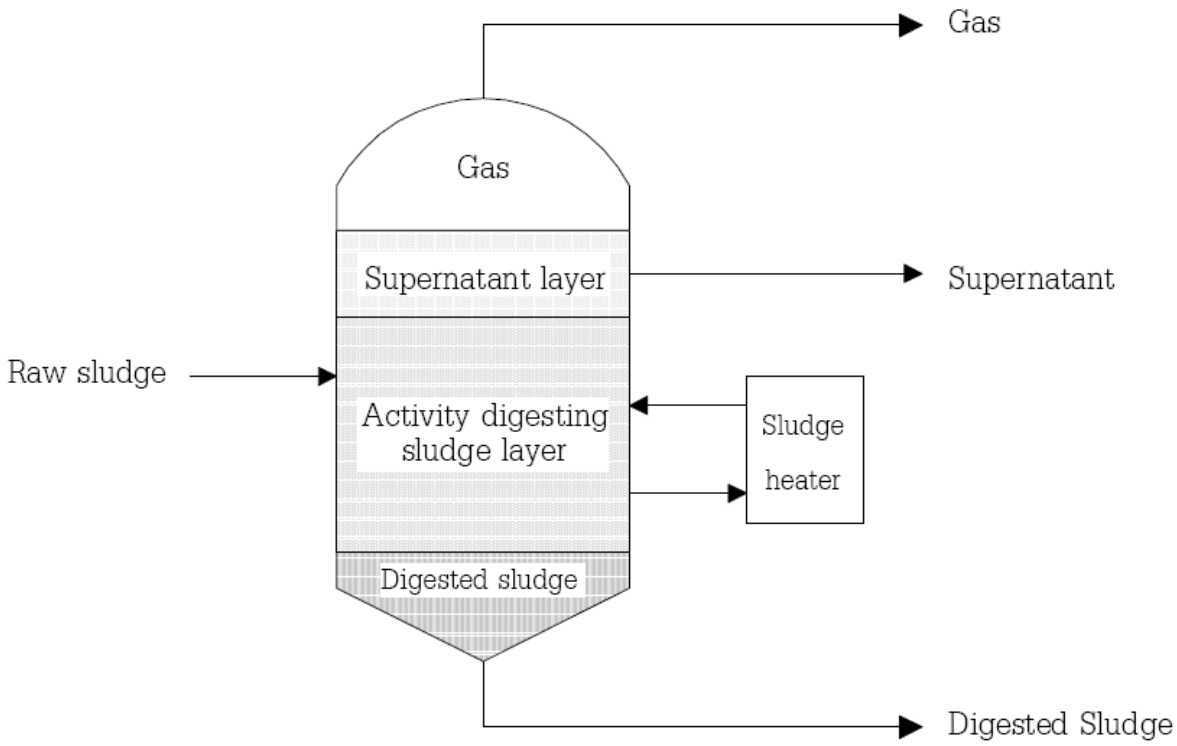
• แบคทีเรียเติบโตแขวนลอยอยู่ในน้ำเสีย (Suspended Growth) อาศัยการกวนให้แบคทีเรียผสมกับน้ำเสียภายในถังปฏิกิริยา และจำเป็นต้องมีถังตกตะกอนเพื่อแยกน้ำที่ผ่านการบำบัดและเชื้อแบคทีเรียให้ออกจากกัน โดยหมุนเวียนเชื้อกลับเข้าสู่ถังปฏิกิริยาอีกครั้ง

• แบคทีเรียเติบโตอยู่ติดกับตัวกลาง (Supported Growth) เนื่องจากแบคทีเรียแบบไม่ใช้อากาศไม่สามารถตกตะกอนได้ดี และอาจหลุดออกไปกับน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ทำให้มีผู้คิดค้นที่จะให้แบคทีเรียเกาะติดกับตัวกลางและเสมือนว่าตัวกลางนั้นถูกใช้เป็นตัวกรองให้แบคทีเรียไม่หลุดออกไปกับน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ทำให้ค่าใช้จ่ายของการสร้างถังตกตะกอนมาอยู่ที่ราคาของตัวกลางที่ให้แบคทีเรียเกาะติด

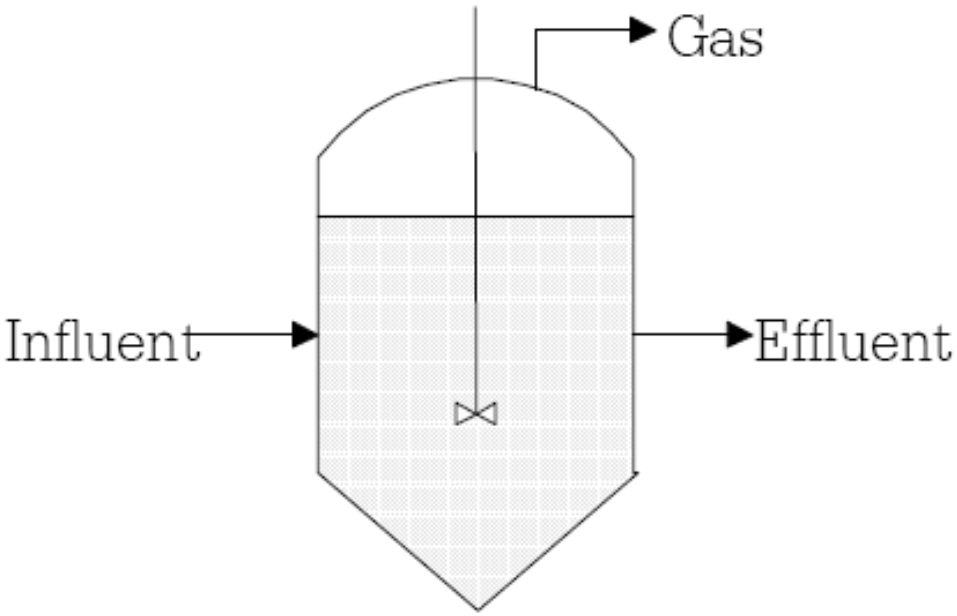
• แบบผสม (Hybrid) ซึ่งเป็นการนำข้อดีมาใช้และตัดปัญหาข้อด้อยจาก 2 รูปแบบข้างต้น

2.10.1 ถังย่อยสลัดจ์ (บำบัดสลัดจ์)

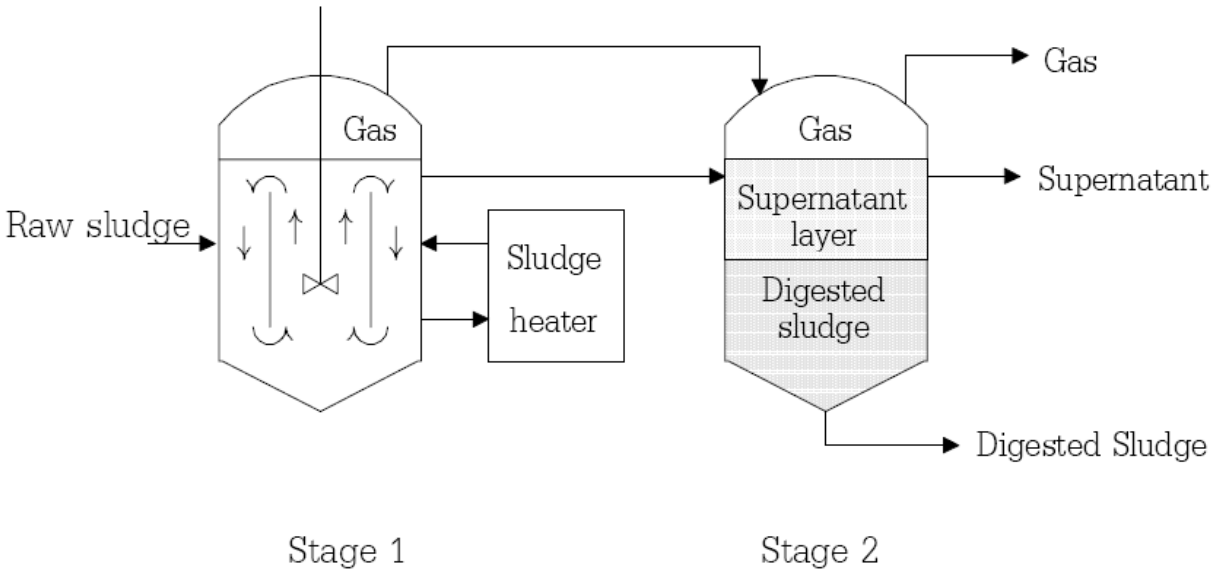
ระบบแบบนี้ใช้ในการบำบัดสลัดจ์ซึ่งเป็นตะกอนอินทรีย์ ส่วนประกอบหลักของระบบนี้แสดงอยู่ในรูปที่ 6 และ 7 รูปที่ 6 เป็นถังย่อยที่ไม่มีการกวนตะกอนและไม่ปรับอุณหภูมิให้กับสลัดจ์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในถังจึงช้าและไม่ทั่วถึงถังย่อยแบบนี้จึงเรียกว่าถังย่อยแบบอัตราต่ำ (Low Rate Digester) ส่วนรูปที่ 2.5เป็นถังย่อยแบบที่มีการกวนและมีการปรับอุณหภูมิด้วย ปฏิกิริยากำจัดสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นได้ดีกว่าแบบแรก ถังย่อยแบบนี้จึงเรียกว่าถังย่อยแบบอัตราสูง (High Rate Digester) รูปที่ 8 เป็นถังย่อยแบบอัตราสูงที่มีถัง 2 ชุด ในภาพแสดงให้เห็นถึงการแยกตะกอนสลัดจ์ออกจากถังย่อยสลัดจ์ชุดที่ 2 ซึ่งทำให้สามารถได้สลัดจ์ย่อยแล้วที่มีความเข้มข้นสูงและปล่อยน้ำทิ้งที่มีตะกอนแขวนลอยต่ำ (สกปรกน้อย)



รูปที่ 6 ถังย่อยชนิดอัตราต่ำ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)



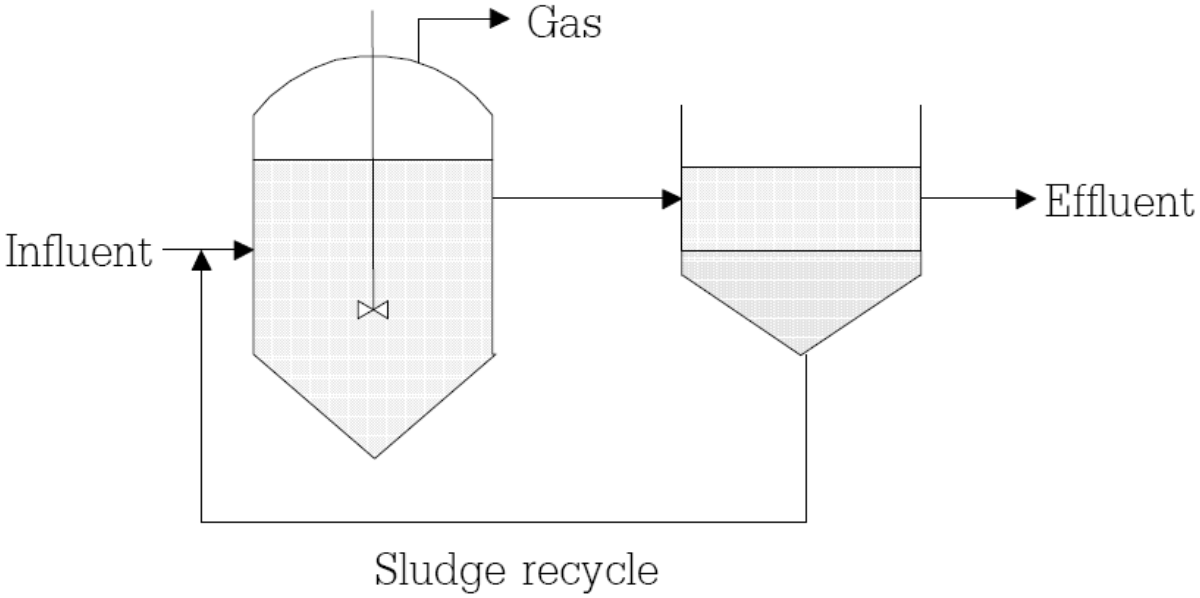
รูปที่ 7 ถังย่อยแบบอัตราสูง (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)



รูปที่ 8 ถังย่อยแบบอัตราสูงที่มีการแยกตะกอน (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)

2.10.2 ถังย่อยแบบสัมผัส (Anaerobic Contact)

ถังย่อยแบบนี้ใช้ในการกำจัดสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสีย สารอินทรีย์ที่ต้องการกำจัดอาจเป็นของแข็งหรือสารละลายก็ได้ ถังย่อยแบบสัมผัสนี้อาจเป็นถังปฏิกิริยาแบบมีการหมุนเวียนตะกอนหรือไม่มีก็ได้ แต่นิยมใช้แบบที่มีการหมุนเวียนตะกอน (ดูรูปที่ 9) ดังนั้น ถังย่อยแบบสัมผัสจึงมีส่วนประกอบที่คล้ายคลึงกับระบบเอเอส จนกระทั่งในบางครั้งอาจเรียกถังย่อยแบบนี้ว่าเป็นระบบเอเอสแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Activated Sludge) อย่างไรก็ตาม ระบบนี้ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ดีเหมือนกับระบบเอเอส การสะสมแบคทีเรียให้คงอยู่ในระบบไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากสลัดจ์ที่เกิดขึ้นไม่สามารถตกตะกอนได้ดีเหมือนสลัดจ์ของระบบเอเอส จึงมีการหลุดหนีของสลัดจ์เกิดขึ้นตลอดเวลาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ในปัจจุบันระบบถังย่อยแบบสัมผัสมีจำนวนน้อยเนื่องจากไม่เป็นที่นิยม ระบบที่ยังคงใช้ได้จะมีความสามารถในการรับภาระสารอินทรีย์ได้ต่ำ



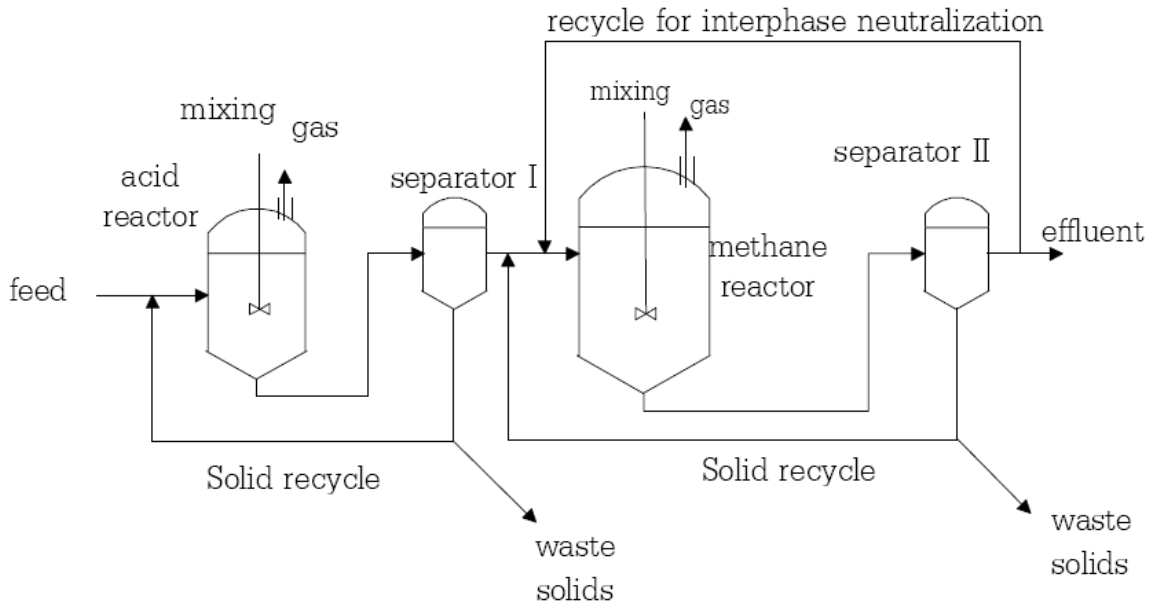
รูปที่ 9 ระบบถังย่อยแบบสัมผัส (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)

2.10.3 ถังย่อยแบบแยกเชื้อ

การออกแบบถังย่อยแบบแยกเชื้อ เพื่อให้แบคทีเรียสร้างกรด และแบคทีเรียสร้างมีเทนเติบโตอยู่ในถังย่อยคนละใบที่สามารถควบคุมให้มีสภาวะเหมาะสมแตกต่างกัน ลักษณะเช่นนี้เชื่อว่าแบคทีเรียแต่ละชนิดจะทำงานได้เต็มกำลังและเป็นการใช้ประโยชน์จากถังปฏิกิริยาได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ยังเชื่อว่าทำให้การควบคุมการทำงานของถังย่อยมีความสะดวกยิ่งขึ้น รูปที่ 10 แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบของถังย่อยแบบแยกเชื้อที่ใช้พีเอชเป็นตัวกำหนด และควบคุมแบคทีเรียในถังย่อยถังใบแรกซึ่งมีพีเอชประมาณ 6 จะมีแต่แบคทีเรียประเภทสร้างกรด ส่วนถังที่สองซึ่งมีพีเอชประมาณ 7 จะมีแบคทีเรียสร้างมีเทน การควบคุมพีเอช

แบบอัตโนมัติเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับถังใบแรกเท่านั้น ก๊าซไฮโดรเจนที่สร้างขึ้นในถังใบแรกจะถูกปล่อยทิ้งออกไปจากถังเพื่อมิให้เกิดการ

สะสมตัวจนเป็นพิษต่อแบคทีเรียที่สร้างกรด วิศวกรบางคนอาจมีวิธีอื่นในการควบคุมแบคทีเรียในถังย่อยโดยมิต้องใช้พีเอช เช่น โดยการควบคุมระดับ SRT เป็นต้น



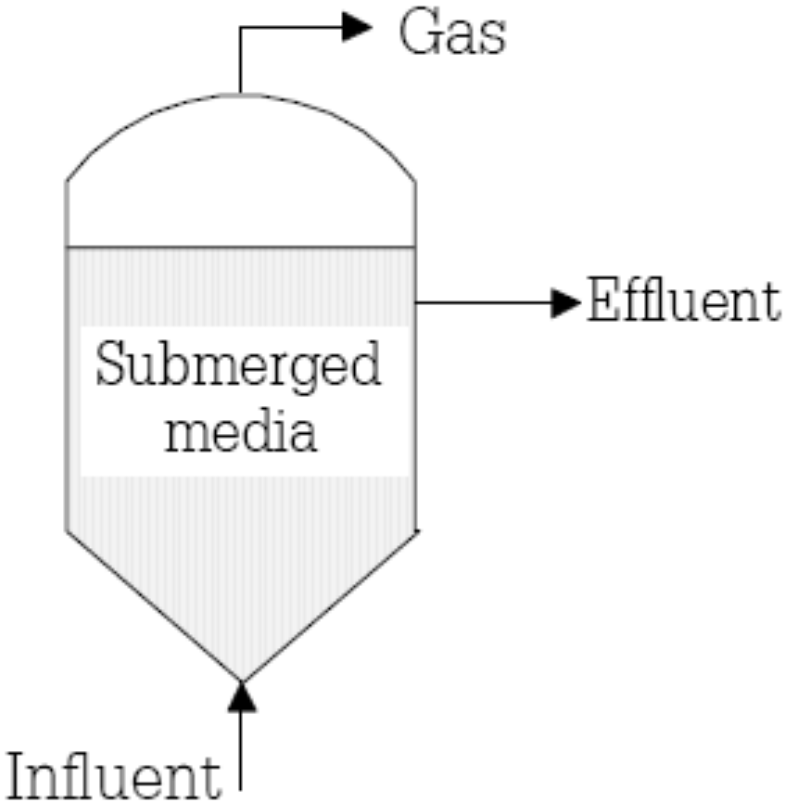
รูปที่ 10 ระบบถังย่อยแบบแยกเชื้อ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)

อนึ่ง แม้ว่าแนวความคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับถังย่อยแบบแยกเชื้อมีทางเป็นไปได้ แต่ประสบการณ์ต่าง ๆ ในภาคสนามนั้นยังมีน้อยมาก วิศวกรยังขาดความรู้พื้นฐานอีกหลายอย่าง ดังนั้นวิศวกรจึงมีความลังเลใจในการใช้ระบบถังย่อยประเภทนี้

2.10.4 เครื่องกรองแบบไม่ใช้อากาศ (AF หรือ Anaerobic Filter)

รูปที่ 11 แสดงให้เห็นถึงลักษณะทั่วไปของเครื่องกรองแบบไม่ใช้อากาศ ส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ถังสูงที่มีลักษณะคล้ายถังกรอง แต่บรรจุภายในด้วยหินขนาด 1.5–2 นิ้วหรืออาจใช้ตัวกลางพลาสติกแทนก็ได้ น้ำเสียจะไหลจากข้างล่างขึ้นข้างบน ลักษณะเช่นนี้จะทำให้น้ำท่วมตัวกลางอยู่ตลอดเวลา ถ้าทำให้แบคทีเรียส่วนใหญ่ถูกจับอยู่ภายในถังกรอง น้ำที่ไหลออกมาจะมีความใสโดยไม่ต้องใช้ถังตกตะกอนต่างหาก โดยปกติเครื่องกรองไม่ใช้อากาศมีขนาดเล็กกว่าถังย่อยแบบธรรมดาเพราะมีอัตราบำบัดสูงกว่า(ใช้เวลากักน้ำต่ำกว่า) อย่างไรก็ตามเครื่องกรองแบบไม่ใช้อากาศมีจุดอ่อนบางอย่างที่ต้องแก้ไข ปัญหาที่สำคัญก็คือ ต้องหาวิธีการกระจายน้ำเสียให้ไหลเข้าถังกรองให้ได้อย่างสม่ำเสมอ เรื่องการอุดตันก็เป็นปัญหาเหมือนกัน แต่สามารถแก้ไขหรือบรรเทาลงได้โดยการกำจัดของแข็งแขวนลอยออกจากน้ำเสียก่อนส่งเข้า

เครื่องกรองแบบไม่ใช้อากาศ เช่นให้มีการตกตะกอนน้ำเสียก่อนส่งเข้าระบบ ถังไม่ใช้อากาศแบบนี้มีข้อดีมากกว่าแบบอื่น ๆ ที่กล่าวไปแล้ว เนื่องจากมีความสามารถในการเก็บกักเซลล์แบคทีเรียได้ดีกว่า ทำให้มีความเป็นไปได้ในการบำบัดน้ำเสียที่มีบีโอดีต่ำ

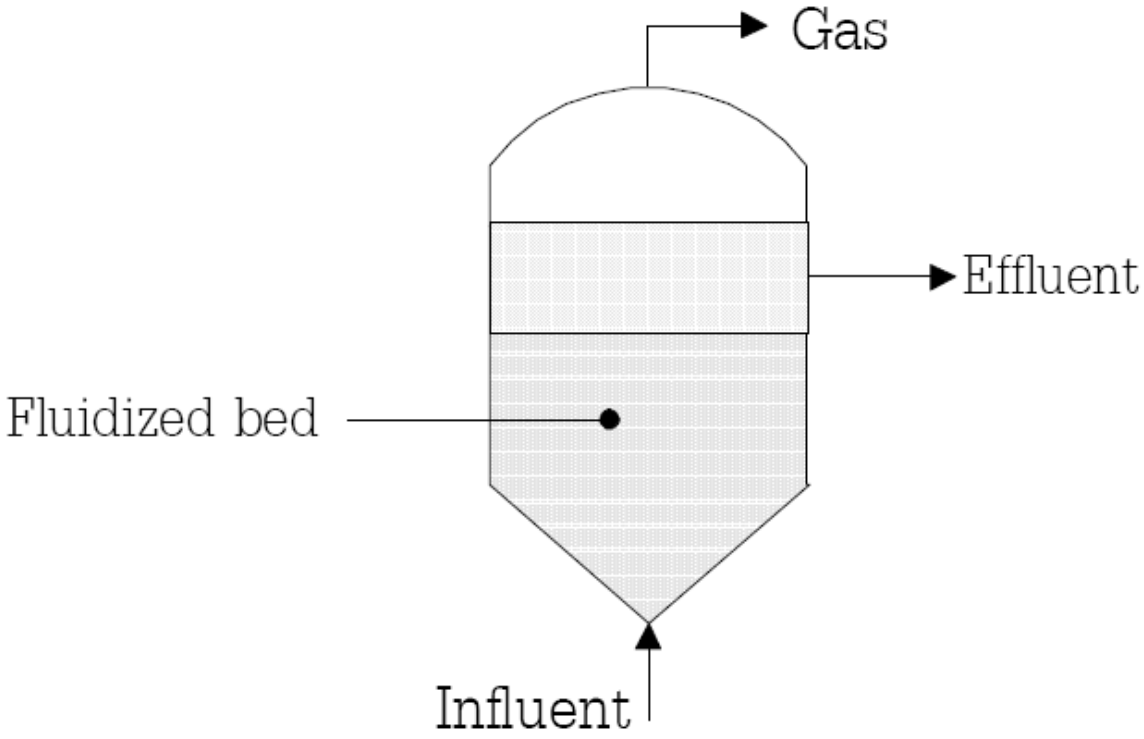


รูปที่ 11 ระบบเครื่องกรองไม่ใช้อากาศ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)

2.10.5 ระบบชั้นลอยตัวแบบไม่ใช้อากาศ (AFB หรือ Anaerobic Fluidized Bed)

ระบบแบบนี้คล้ายคลึงกับระบบเครื่องกรองไม่ใช้อากาศตรงที่มีน้ำไหลจากข้างล่างขึ้นข้างบน จัดเป็นระบบฟิล์มตรึง (Fixed Film) แบบไม่ใช้อากาศที่มีสารตัวกลางขนาดเล็กเท่าเม็ดทรายเป็นที่จับเกาะของแบคทีเรีย (ดูรูปที่ 12) อัตราไหลของน้ำเสียจะต้องสูงมากจนกระทั่งทำให้มีการลอยตัวของสารตัวกลาง ตัวอย่าง สารตัวกลางที่มีการทดลองใช้ในระดับห้องปฏิบัติการได้แก่ ทราย, แอนทราไซต์,ถ่านกัมมันต์ เป็นต้น การใช้สารตัวกลางขนาดเล็ก (เมื่อเปรียบเทียบกับระบบเครื่องกรองไม่ใช้อากาศ) ทำให้ระบบนี้มีพื้นที่ผิวจำเพาะ (คิดต่อหน่วยปริมาตร) สูงมาก ซึ่งเท่ากับการมีแบคทีเรียจำนวนมหาศาลอยู่ในระบบ อัตราเร็วในการบำบัดน้ำเสียของระบบนี้จึงสูงมาก ถังปฏิกิริยาที่ใช้ในระบบจึงอาจมีขนาดเล็ก

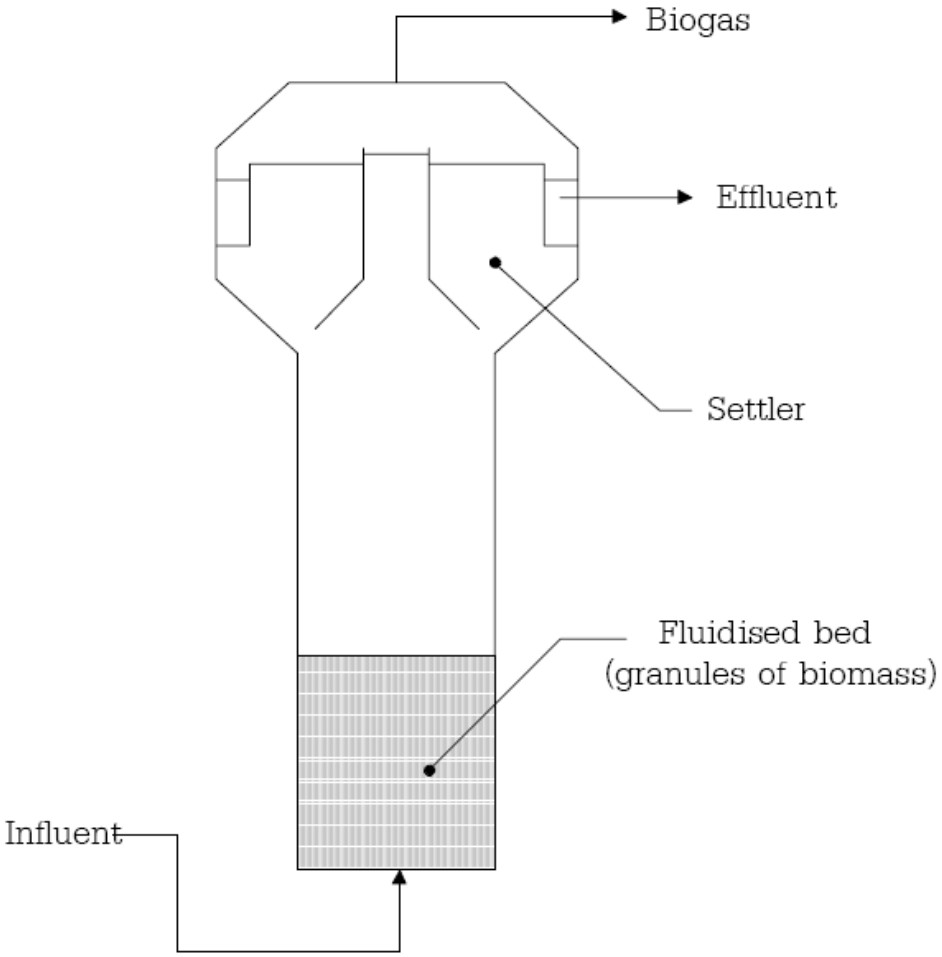
กว่าระบบอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ลักษณะการทำงานซึ่งต้องทำให้สารตัวกลางลอยตัวตลอดเวลาก่อให้เกิดปัญหาในการออกแบบและควบคุมระบบหลายอย่าง และ ต้องสิ้นเปลืองพลังงานในการทำให้สารตัวกลางลอยตัวสูงกว่าระบบอื่น ระบบเช่นนี้จึงยังไม่ได้รับความนิยม



รูปที่ 12 ระบบชั้นลอยตัวแบบไม่ใช้อากาศ (AFB) (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)

2.10.6 ระบบยูเอเอสบี (UASB หรือ Up flow Anaerobic Sludge Blanket)

การที่ต้องมีสารตัวกลางอยู่ในเครื่องกรองไม่ใช้อากาศและระบบ AFB ทำให้ถังปฏิกิริยาต้องเสียปริมาตรใช้งานและเสียเงินซื้อสารตัวกลางเป็นจำนวนมาก จึงมีผู้คิดค้นระบบยูเอเอสบี (Up flow Anaerobic Sludge Blanket) ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้สารตัวกลาง ระบบใหม่นี้มีทิศทางไหลของน้ำเสียจากด้านล่างขึ้นด้านบนโดยไม่ใช้ตัวกลาง แต่แบคทีเรียจะถูกเลี้ยงให้จับตัวกันเป็นเม็ดขนาดใหญ่ จนกระทั่งมีน้ำหนักมากและสามารถตกตะกอนได้ดี เม็ดสลัดจ์ขนาดใหญ่จะจมตัวอยู่ข้างล่างส่วนเม็ดขนาดเล็กจะอยู่ข้างบน เม็ดเล็กที่สุดจะลอยตัวอยู่เป็นชั้นสลัดจ์ เม็ดบางส่วนอาจหลุดขึ้นถึงตอนบนของถัง แต่ตอนบนของระบบยูเอเอสบีมีอุปกรณ์ที่คล้ายถังตกตะกอนมีหน้าที่แยกเม็ดตะกอนขนาดเล็กและกาซชีวภาพออกจากน้ำเรียกว่า GSS(Gas Solids Separator) หรือระบบแยกกาซและของแข็งแขวนลอยออกจากน้ำ) กาซจะถูกเก็บรวบรวมไปใช้และเม็ดตะกอนถูกส่งกลับลงไปในถัง (ดูรูปที่ 13)



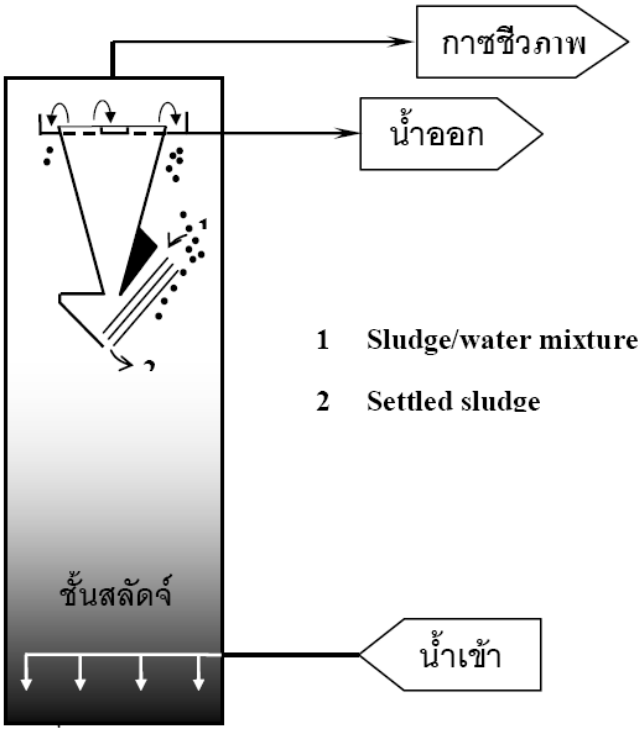
รูปที่ 13 ระบบยูเอเอสบี (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)

อนึ่ง การเลี้ยงแบคทีเรียไม่ใช้อากาศให้สามารถจับตัวกันเป็นเม็ดใหญ่นั้นเป็นเรื่องยาก ผู้ใช้ระบบนี้จึงมีเทคนิคต่างๆ ในการทำให้เกิดเม็ดตะกอนที่จับกันเป็นชั้นสลัดจ์ภายในถังปฏิกิริยาและถือเป็นความรู้เฉพาะด้วย ระบบนี้มีรายงานว่าใช้กันมากในประเทศแถบอเมริกาใต้ เอเชีย และมีใช้ในยุโรปบางประเทศ จุดอ่อนของระบบคือการสร้างชั้นสลัดจ์เป็นเรื่องยาก และอาจถือว่าเป็นเรื่องไม่ธรรมดาเนื่องจากธรรมชาติของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศไม่มีนิสัยเกาะจับกันเป็นกลุ่มฟล้อค ผู้ที่นำระบบนี้ไปใช้และประสบความสำเร็จอ้างว่าระบบนี้สามารถรับภาระสารอินทรีย์ได้สูงกว่าระบบไม่ใช้อากาศแบบอื่นๆ และสามารถผลิตน้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูงได้ เนื่องจากสามารถป้องกันมิให้แบคทีเรียหลุดออกจากระบบได้ดีกว่าแบบอื่น

2.10.7 EGSB หรือ Expanded Granular Sludge Bed

ระบบ EGSB ปรับปรุงมาจากระบบ UASB โดยให้มีอัตราน้ำไหลขึ้นสูงประมาณ 3-10 ม./ชม. ทำให้ชั้นนอน (Sludge Bed) มีการขยายตัวมากกว่าระบบ UASB ช่วยทำให้มีการสัมผัสระหว่างน้ำเสียและเม็ดแบคทีเรียได้ทั่วถึง การบำบัดน้ำเสียจึงมีประสิทธิภาพมากกว่าระบบ UASB

รูปตัดของ EGSB แสดงอยู่ในรูปที่ 14 น้ำเสียไหลเข้าถังหมักทางด้านล่าง โดยผ่านระบบท่อกระจายน้ำแบบพิเศษ ภายในถังหมักจะมีชั้นนอนของสลัดจ์ที่เป็นเม็ดแบคทีเรียขนาดประมาณเม็ดทราย เม็ดสลัดจ์มีขนาดใหญ่จนสามารถตกตะกอนได้ดี (มีความเร็วในการตกตะกอนประมาณ 60 – 80 ม/ชม.)



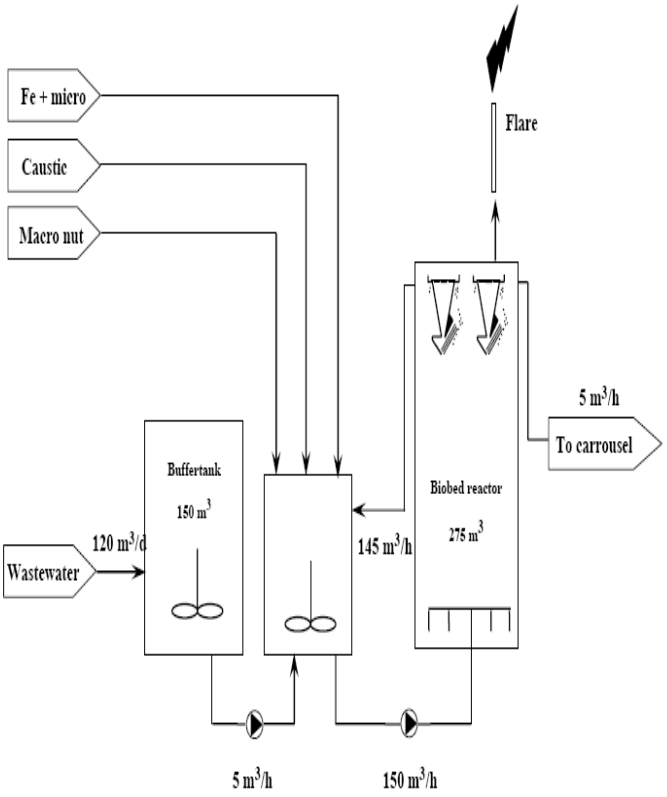
รูปที่ 14 ภาพตัดขวางของถังหมักแบบ EGSB (Zoutbert, G.R and Frankin, R 1996)

การย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นมีเทน เกิดขึ้นภายในชั้นสลัดจ์นอน (Sludge Bed) ความสูงของชั้นสลัดจ์นอน ขึ้นอยู่กับความสูงของถังหมัก ซึ่งมักมีค่าอยู่ในช่วง 7–14 เมตร เมื่อน้ำเสียไหลขึ้นมาถึงตอนบนซึ่งเป็น GSS หรือระบบแยกก๊าซและของแข็งแขวนลอยออกจากน้ำ กาซชีวภาพและของแข็งแขวนลอย (SS) ถูกแยกออกจากน้ำเสียที่บำบัดแล้ว กาซจะลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำ SS จะตกตะกอนกลับลงไปยังตอนล่างของถังหมัก น้ำเสียบำบัดแล้วจะไหลออกจากถังหมัก ระบบ GSS ของถังหมักแบบ EGSB เป็นระบบที่ออกแบบพิเศษให้สามารถทำงานได้ดีกว่าระบบ GSS ของถัง UASB ทั่วไป กล่าวคือ ให้สามารถรับอัตราไหลได้สูงกว่า (อัตราน้ำล้นผิวของระบบ GSS ชุดพิเศษนี้มีค่าประมาณ 1 ม/ชม.)

กรณีศึกษา บริษัทแห่งหนึ่งในประเทศเนเธอร์แลนด์ผลิตสารเคมีฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) โดยใช้เมทานอลเป็นวัตถุดิบ น้ำเสียที่เกิดขึ้นมีฟอร์มาลดีไฮด์ และ เมทานอลเป็นส่วนประกอบหลักดังนี้

อัตราไหล	5 ลบ.ม/ชม.
ซีโอดีทั้งหมด	20,000 มก/ล.
ฟอร์มาลดีไฮด์	5,000 มก/ล.
เมทานอล	10,000 มก/ล.

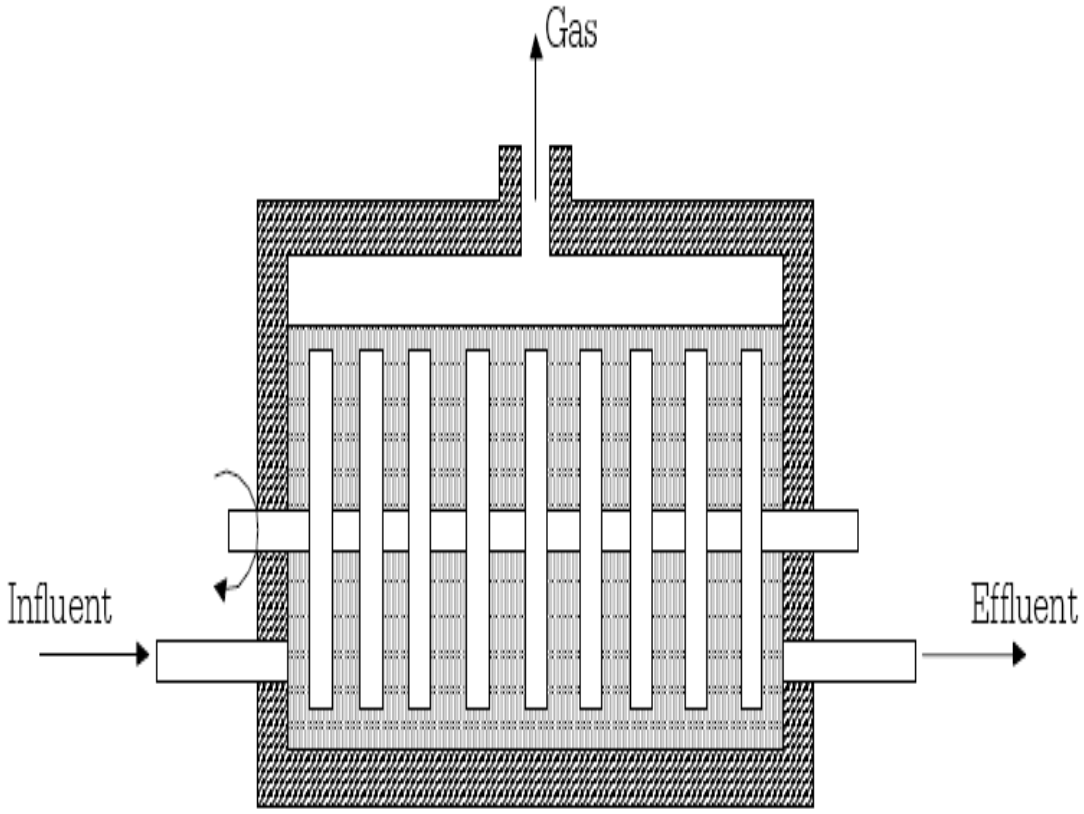
ถัง EGSB ที่ใช้มีขนาดความจุ 275 ลบ.ม. น้ำเสียในอัตรา 5 ลบ.ม. /ชม. จะไหลเข้าถังบัฟเฟอร์ที่มีเวลากักน้ำ 30 ชม. และถูกสูบเข้าถังปรับพีเอชในอัตราคงที่ เพื่อปรับพีเอชให้เป็นกลาง (ภายในถังนี้มีการเติมสารเคมีต่างๆได้แก่ N, P, และ Fe เพื่อให้แบคทีเรียได้รับสารอาหารครบถ้วน) จากนั้นน้ำเสียจะถูกสูบต่อไปในอัตรา 150 ลบ.ม./ชม. เข้าสู่ถัง EGSB เพื่อกำจัด COD อัตราสูบดังกล่าวนี้เป็นอัตราสูบน้ำเสีย 5 ลบ.ม./ชม. และอัตราหมุนเวียน 145 ลบ.ม./ชม. ทำให้ความเร็วของน้ำที่ไหลขึ้นถังหมักมีค่าสูงถึง 9.4 ม./ชม. จะเห็นได้ว่าอัตราหมุนเวียนน้ำทำให้เกิดการเจือจางน้ำเสียถึง 30 เท่าด้วยน้ำที่บำบัดแล้ว ทำให้ฟอร์มาลดีไฮด์ และ เมทานอลถูกเจือจางจนไม่เป็นพิษต่อระบบ EGSB โดย Flow Diagram ของระบบบำบัดน้ำเสีย แสดงในรูปที่ 15



รูปที่ 15 Flow Diagram ของระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งใช้ถังหมัก EGSB (Zoutbert, G.R and Frankin, R 1996)

2.10.8 ระบบจานหมุนชีวภาพไม่ใช้อากาศ (AnRBC หรือ Anaerobic Rotating Biological Contactor)

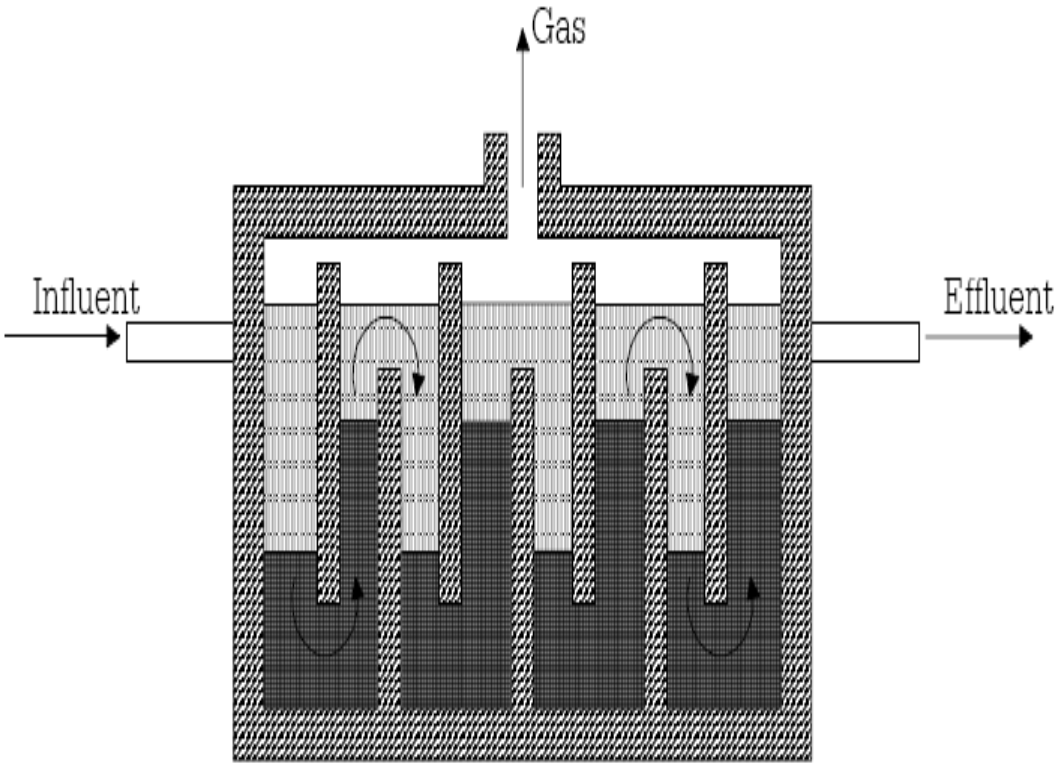
ได้เริ่มมีการทดลองโดย Tait และ Friedman โดยใช้บำบัดน้ำเสียที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก เนื่องจากต้องการลดการใช้พลังงานในการสูบน้ำเสียให้หมุนเวียนในระบบ AFB และนำข้อดีของระบบฟิล์มตรึง (Fixed Film) และ จานหมุนชีวภาพ (RBC) มาใช้ในระบบไม่ใช้อากาศลักษณะของระบบก็คล้ายคลึงกับระบบจานหมุนชีวภาพธรรมดา เพียงแต่มีฝาปิดเพื่อมิให้สัมผัสอากาศจากภายนอก และมีช่องระบายกาซออกทางตอนบน (ดังรูปที่ 16) ผลปรากฏว่าแบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศสามารถยึดเกาะ และเจริญเติบโตได้ดีบนผิวแผ่นจาน มีคำอ้างว่าระบบนี้สามารถรับภาระสารอินทรีย์และภาระทางชลศาสตร์ที่สูงขึ้นอย่างกะทันหันได้ดี



รูปที่ 16 ระบบ Anaerobic Rotating Biological Reactor (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542)

2.10.9 ระบบแผ่นกั้นไม่ใช้อากาศ (ABR หรือ Anaerobic Baffled Reactor)

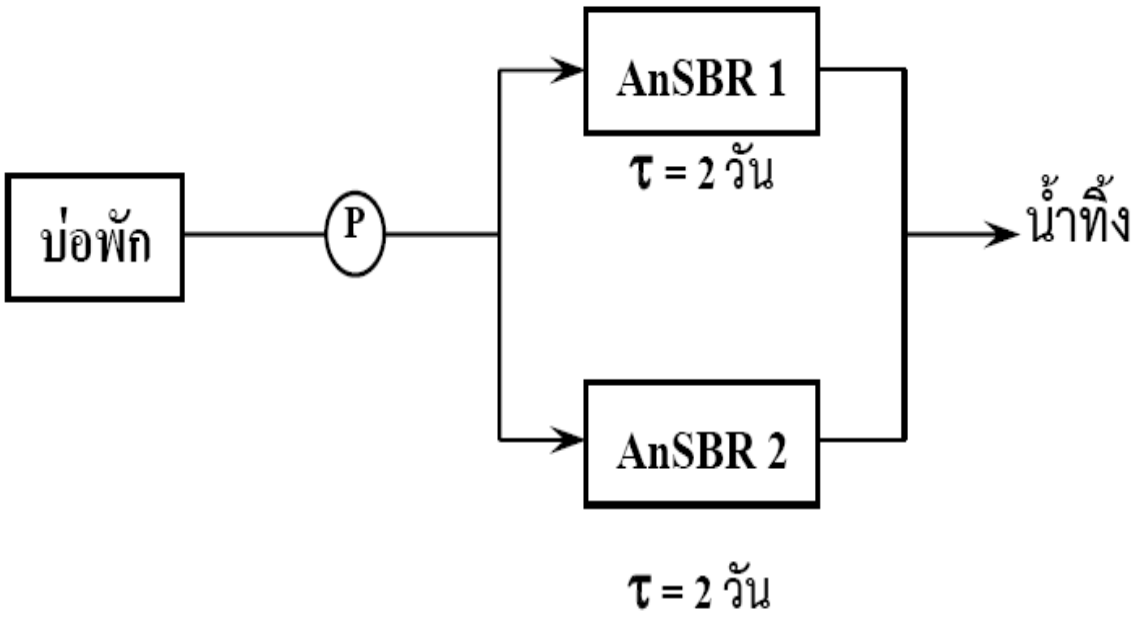
ลักษณะของระบบแผ่นกั้นไม่ใช้อากาศคือ มีแผ่นกั้นเพื่อบังคับให้น้ำเสียไหลมุดขึ้นมุดลงอยู่ในแนวตั้ง (ดูรูปที่ 17) ถังปฏิกิริยาจึงไม่จำเป็นต้องมีความสูงมากเหมือนของระบบไม่ใช้อากาศแบบอื่น ๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่ำ Bachmann และ คณะได้ทดลองใช้ระบบนี้ที่มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด สหรัฐอเมริกา และได้กล่าวถึงข้อดีของระบบนี้ว่า เป็นระบบที่มีพื้นที่ผิวน้ำมากทำให้แบคทีเรียมีพื้นที่ตกตะกอนสูงกว่าระบบอื่นๆ การแยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำจึงสามารถทำได้ดีโดยไม่ต้องมีการใช้อุปกรณ์แยกตะกอนอื่น ๆ ก๊าซสามารถแยกตัวออกจากน้ำได้ดีและง่ายเช่นกัน ลักษณะดังกล่าวทำให้การเก็บกักเซลล์เกิดได้ดี จึงมีมวลแบคทีเรียสะสมอยู่ในระบบเป็นจำนวนมาก การบำบัดน้ำเสียจึงสามารถเกิดขึ้นได้ด้วยอัตราสูง



รูปที่ 17 ระบบ Anaerobic Baffled Reactor (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)

2.10.10 AnSBR หรือ Anaerobic Sequencing Batch Reactor

ระบบ AnSBR ที่ใช้มีลักษณะเดียวกับระบบยูเอเอสบีหรือถังหมักไม่ใช้อากาศที่เปิดฝา ไม่มีการกวนน้ำและมีการเติมน้ำเสียเป็นแบบเท (Batch) การย่อยสลายตัวของซีโอดีทำให้มีก๊าซเกิดขึ้นจนทำให้ชั้นสลัดจ์ฟุ้งทั้งถังคล้ายกับมีการกวนน้ำด้วยใบพัดกวน เมื่อซีโอดีลดลงปริมาณก๊าซก็ลดลง (จะเห็นได้จากการลดลงของการฟุ้งของชั้นสลัดจ์) ทำให้มีการตกตะกอนของชั้นสลัดจ์เกิดขึ้น ทำให้สามารถแยกชั้นน้ำใสที่อยู่ตอนบนออกทิ้งได้ การออกแบบอาจให้รอบการทำงานของแต่ละถังเป็นเวลา 1 วัน (ครบ 24 ชั่วโมง ซึ่งชั้นสลัดจ์ในถังหมักก็ไม่มีการฟุ้งแล้ว) ตัวอย่างเช่น ให้ถัง AnSBR มีเวลากักน้ำ 2 วัน (เท่ากับปริมาตร 50% ของปริมาณน้ำเสียที่เกิดในหนึ่งวัน) และใช้เชื้อแบคทีเรียประมาณ 25% ของความจุถัง (ดูรูปที่ 18)



รูปที่ 18 การบำบัดน้ำเสียฟอกย้อมผ้าทอด้วยระบบ AnSBR

(บริษัท แซน.อี.68 คอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียรส์ จำกัด, 2554)

แม้ว่าระบบนี้ต้องการเวลากักน้ำ 2 วัน ทำให้ภาระอินทรีย์เท่ากับประมาณ 5-6 กก./ลบ.ม.-วัน แต่ก็เป็นภาระอินทรีย์ที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียที่ย่อยยากดังเช่นในกรณีของน้ำเสียฟอกย้อมผ้าทอ

ข้อดีของระบบ AnSBR มีหลายประการดังเช่น

• ไม่ต้องการ Seed ที่เป็นเม็ด และไม่ต้องเลี้ยงเชื้อให้เป็นเม็ดเหมือนระบบ UASB

• ใช้ได้กับน้ำเสียที่มีตะกอนแขวนลอย

• ใช้ได้ง่ายมากและออกแบบง่าย ผู้ที่มีความรู้น้อยก็ใช้ได้

ระบบ AnSBR มีลักษณะคล้ายบ่อหมักไม่ใช้อากาศ แต่เป็นบ่อหมักขนาดเล็กที่มีการเลี้ยงสลัดจ์เข้มข้นสูงมาก บ่อหมักธรรมดาจะมีเชื้อเข้มข้นต่ำการที่เลี้ยงเชื้อเข้มข้นมากต้องเริ่มต้นด้วยการเติมเชื้อ Seed มาก ถัง AnSBR จึงแบ่งเป็น 2 ถัง แต่ละถังมี $\tau = 2$ วัน ทำให้สามารถหา Seed มาเริ่มต้นได้ง่าย การรับน้ำเสียของ AnSBR ก็คล้ายกับบ่อหมักแต่มีข้อแตกต่างคือระบบ AnSBR รับน้ำเสียเพียง 50% ของน้ำเสียทั้งหมด การทำงานของบ่อหมักเป็นแบบต่อเนื่อง ในขณะที่ระบบ AnSBR ทำงานเป็นแบบกึ่งเท กล่าวคือในแต่ละวันเมื่อมีการบำบัดน้ำเสียในถัง AnSBR นานถึง 23 ชั่วโมง กาซชีวภาพจะหมดและมีการตกตะกอนของสลัดจ์ น้ำใสจะถูกระบายออกทิ้งภายในเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนที่จะรับน้ำเสียในวันต่อไป ถ้าต้องการให้มีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ ต้องสร้างฝาปิดถัง AnSBR ในกรณีนี้ถัง AnSBR จะคล้ายกับถังหมักไม่ใช้อากาศที่ใช้บำบัดสลัดจ์ (Anaerobic Digestor) กาซที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีการย่อยสลายซีโอดีจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ เมื่อใกล้ 24 ชั่วโมงกาซจะหมดจึงถึงเวลาระบายน้ำทิ้งออก ช่วงนี้สามารถเปิดท่อระบายอากาศเพื่อให้ทิ้งน้ำใสได้ง่าย การทำงานของระบบ AnSBR ที่ต้องการกาซชีวภาพจะคล้ายกับบ่อหมักไม่ใช้อากาศที่มีการปิดฝาหรือคล้ายกับถังหมักไม่ใช้อากาศแบบธรรมดาที่ใช้บำบัดสลัดจ์ แต่ถัง AnSBR เป็นถังหมักที่มีเวลากักน้ำเสียเพียง 2 วัน (ถังหมักธรรมดามีเวลากักน้ำประมาณ 10–30 วัน)

2.10.11 บ่อบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ

บ่อหมักไม่ใช้อากาศเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบที่ง่ายที่สุด กล่าวกันว่า ระบบบ่อหมักไม่ใช้อากาศถูกพัฒนาขึ้นมาโดยบังเอิญในออสเตรเลียทั้งนี้เพราะผู้ใช้บังเอิญปล่อยสารอินทรีย์จำนวนมากเกินไปลงในบ่อน้ำเสียแบบกึ่งแอโรบิก (Facultative Oxidation Pond) จนทำให้ไม่มีออกซิเจนเหลืออยู่ในน้ำ แต่ก็ปรากฏว่าบ่อยังสามารถบำบัดน้ำเสียได้ บ่อหมักไม่ใช้อากาศมักเป็นบ่อดินขนาดใหญ่ที่มีความลึก 3 – 4 เมตร และไม่มีฝาปิด มีเวลากักน้ำนานหลาย ๆ วัน ภายในระยะเวลาดังกล่าวน้ำเสียจะถูกย่อยด้วยปฏิกิริยาแบบไม่ใช้อากาศ เนื่องจากบ่อหมักไม่ใช้อากาศมีขนาดใหญ่ จึงต้องใช้ที่ดินจำนวนมากในการสร้าง นอกจากนั้นยังอาจจะมีกลิ่นไม่ดี ระบบบ่อหมักไม่ใช้อากาศจึงเหมาะสำหรับใช้ในชนบทหรือชานเมืองที่ซึ่งราคาที่ดินไม่สูงนัก และ มีผู้คนอาศัยอยู่ไม่หนาแน่นวิศวกรมักออกแบบบ่อหมักไม่ใช้อากาศด้วยค่าอัตราภาระอินทรีย์ไม่เกิน 0.5 กก. ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน ทั้งนี้เพื่อมิให้มีปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็น อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าบ่อหมักจะออกแบบ

ได้ดีเพียงใดก็มีโอกาสจะเกิดปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นเป็นที่น่ารังเกียจได้เสมอ ในปัจจุบันจึงมีความพยายามในการปิดบ่อไม่ใช้อากาศเพื่อป้องกันเรื่องกลิ่นเหม็นและเพื่อเก็บกาซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ ความก้าวหน้าในทางวัสดุศาสตร์โดยเฉพาะเรื่องเทคโนโลยีพลาสติกและเรซิน ทำให้สามารถใช้แผ่นพลาสติกพีอี (Polyethylene) เป็นฝาปกคลุมบ่อไม่ใช้อากาศได้ในราคาพอสมควร(ดูรูปที่ 19) ข้อดีที่ตามมาจากการปิดบ่อหมักอีกประการหนึ่งคือ ทำให้สามารถสร้างในพื้นที่ใกล้ชุมชนได้มากกว่าในอดีตและทำให้สามารถออกแบบบ่อหมักไม่ใช้อากาศแบบปิดฝาด้วยค่าอัตราภาระอินทรีย์ที่สูงกว่า 0.5 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน มีผลทำให้ระบบมีขนาดเล็กลง ค่าก่อสร้างที่ลดลงเนื่องจากลดขนาดของบ่อมีส่วนทำให้สามารถชดเชยค่าปิดฝาบ่อได้บ้าง

รูปที่ 19 บ่อหมักไม่ใช้อากาศแบบปิดฝา (บริษัท แซน.อี.68 คอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียรส์ จำกัด, 2554)

2.10.12 ถังดักไขมัน

ถังดักไขมัน คือ อุปกรณ์ที่ช่วยดักจับไขมันจากการล้างภาชนะและอุปกรณ์หุงต้มอาหาร ไม่ให้ไหลปนไปกับน้ำทิ้ง เนื่องจากไขมันจะลอยตัวอยู่ผิวน้ำทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้น้อย เป็นสาเหตุให้น้ำเน่าเสียและท่อระบายน้ำอุดตัน ถังดักไขมันมี 2 ประเภท คือ แบบตั้งบนพื้น และแบบฝังดิน สำหรับถังดักไขมันในบ้าน ควรเลือกแบบตั้งบนพื้น เพื่อความสะดวกในการใช้งานและดูแลรักษา และควรเลือกขนาดของถังตามจำนวนของสมาชิกในบ้านดังนี้ 1-5 คน ควรใช้ถังขนาด 15 ลิตร และ 6-10 คนควรใช้ขนาด 30 ลิตร

ส่วนประกอบของถังดักไขมัน

1. ตะแกรงดักเศษอาหาร ทำหน้าที่กรองเศษอาหารที่ปนมากับน้ำทิ้ง

2. ส่วนแยกไขมัน น้ำและไขมันจะถูกแยกออกจากกันตามหลักการธรรมชาติที่ไขมันจะลอยตัวอยู่เหนือน้ำ

3. ท่อระบายน้ำทิ้ง เป็นท่อระบายน้ำสำหรับน้ำที่แยกไขมันออกแล้วลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ ท่อนี้จะติดตั้งลงไปลึกกว่าระดับไขมันที่ลอยอยู่ด้านบน เมื่อมีการระบายน้ำจากอ่างล้างจาน น้ำที่ทิ้งมาใหม่จะผ่านกระบวนการแยกไขมัน และดันให้น้ำในถังเดิมไหลลงสู่ท่อระบายน้ำทิ้งสาธารณะ

4. ท่อระบายไขมัน ถังดักไขมันบางรุ่นจะมีท่อระบายไขมัน ติดตั้งอยู่สูงกว่าระดับน้ำทิ้ง เพื่อให้ไขมันที่ลอยอยู่ด้านบนไหลออกมา

การติดตั้ง

ติดตั้งท่อระบายน้ำทิ้งจากอ่างล้างจานเข้ากับถังดักไขมัน แล้วติดตั้งท่อระบายน้ำของถังดักไขมันลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ

การดูและรักษา

1. ควรนำเศษอาหารในตะแกรงกรองเศษอาหารไปทิ้งทุกวัน เพื่อป้องกันอาหารบูดเน่า

2. ควรตัก หรือระบายไขมันที่ลอยอยู่เหนือน้ำออกเป็นประจำทุกสัปดาห์

3. ควรล้างถังดักไขมันทุกๆ 6 เดือน

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

การจัดทำโครงงานเรื่องนี้ ได้ดำเนินการสำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลในบริเวณเทศบาลตำบลบางหลวง โดยมีรายละเอียดของอุปกรณ์และวิธีการดังนี้

3.1 อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจเก็บข้อมูลและวิธีการ มีดังนี้คือ

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. Garmin GPS
3. โปรแกรม Quantum GIS Mimas
4. แผนที่มาตราส่วน 1:4,000
5. โปรแกรม Google Earth
6. โปรแกรม Photoshop

3.2 วิธีการ

1. การศึกษาวางระบบแนวท่อรับน้ำเสียด้วยโปรแกรม Quantum GIS Mimas

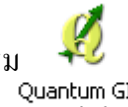
1.1 การสำรวจและจัดเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่ศึกษา

1.2 การจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดย

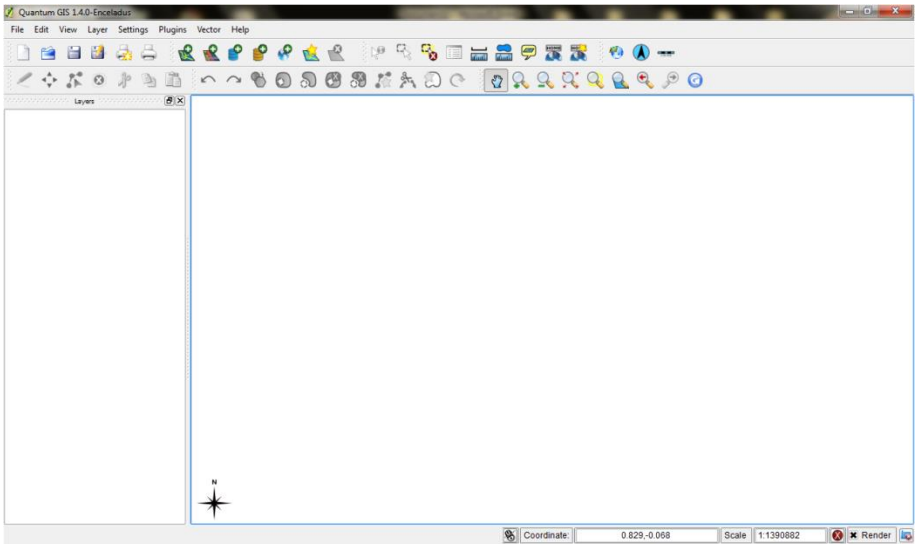
1.2.1. นำข้อมูลที่ได้มาจากเทศบาลตำบลบางหลวงเป็นแผนที่ของเทศบาล ซึ่งเป็นไฟล์ pdf แต่แผนที่ที่ได้มาไม่สมบูรณ์มากนัก

1.2.2. นำภาพถ่ายทางดาวเทียมมาจากเว็บไซต์ GoogleEarth แล้วนำมาตัดต่อใหม่โดยใช้โปรแกรม Photoshop โดยเอาเฉพาะขอบเขตของเทศบาลตำบลบางหลวงเท่านั้น แล้วนำมาตรึงพิกัดในระบบ UTM WGS84 เพื่อจัดทำชั้นข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต่อไป ดังแสดงขั้นตอนการจัดทำชั้นข้อมูลในโปรแกรม Quantum GIS ดังนี้

1.2.1 ขั้นตอนวิธีการทำ GIS

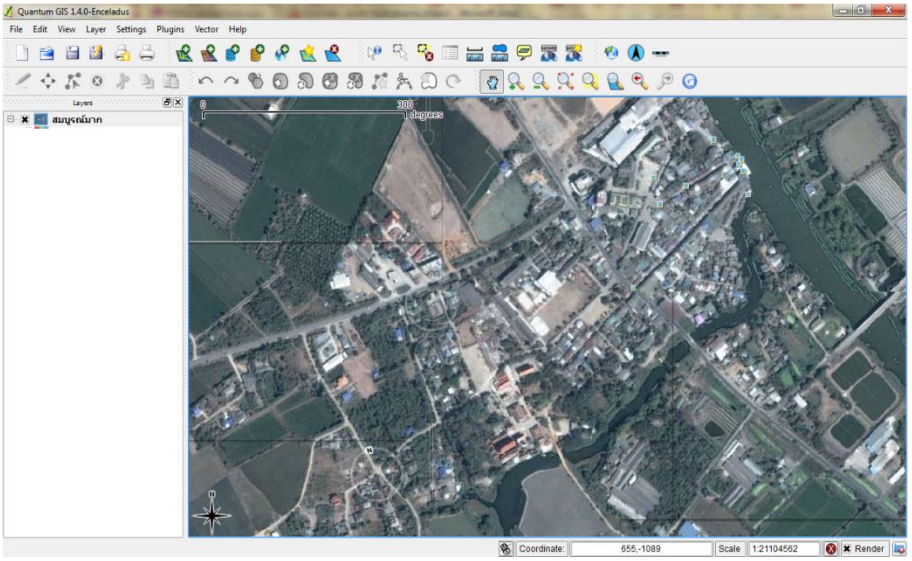
1. เปิดโปรแกรม 

ขึ้นมาจะได้หน้าจอการทำงานของโปรแกรม Quantum GIS ดังรูป

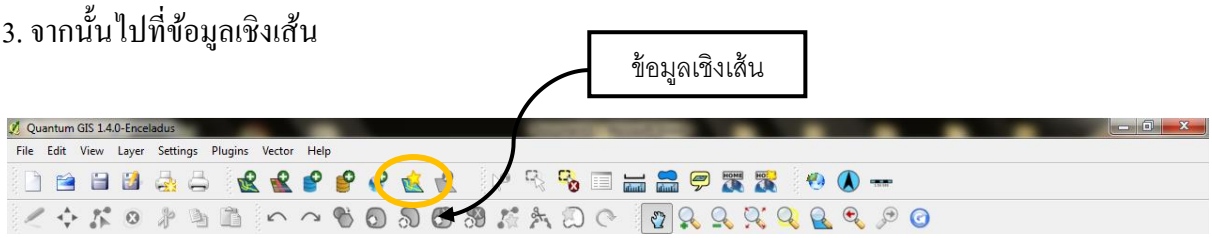


2. เพิ่มแผนที่ของเทศบาลตำบลบางหลวง โดยการกดที่ข้อมูลเชิงภาพ

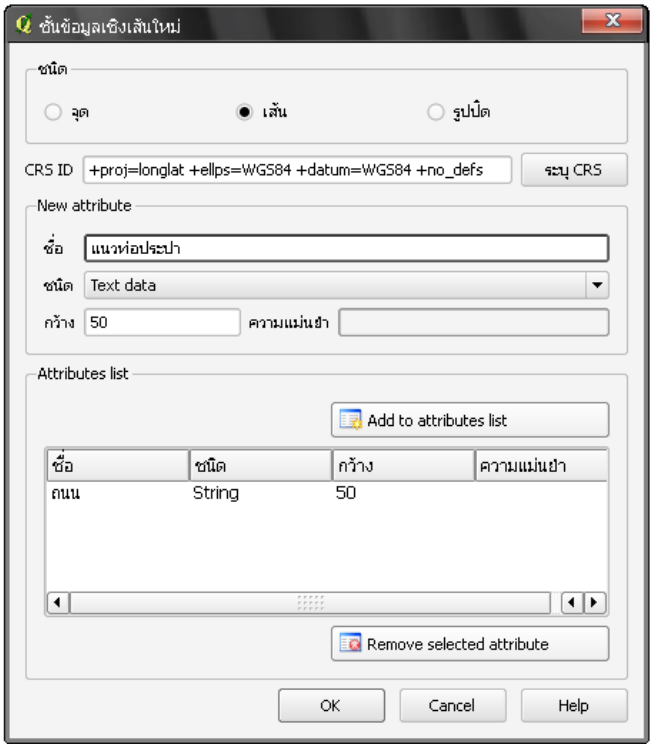
จะได้ดังรูป



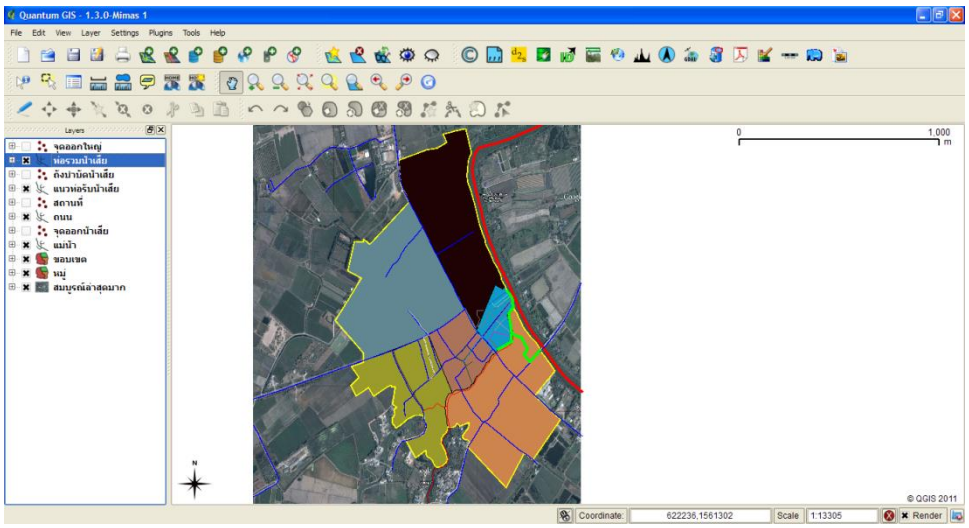
3. จากนั้นไปที่ข้อมูลเชิงเส้น



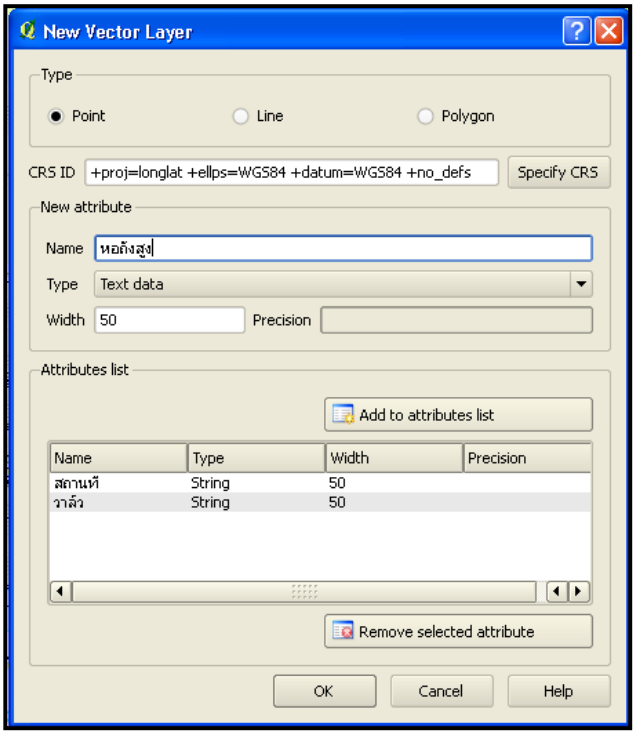
ป้อนข้อมูลที่ต้องการทำลงในชุดข้อมูล ดังนี้
(ทำข้อมูลแบบเส้น เช่น ถนน,แนวท่อน้ำเสีย)



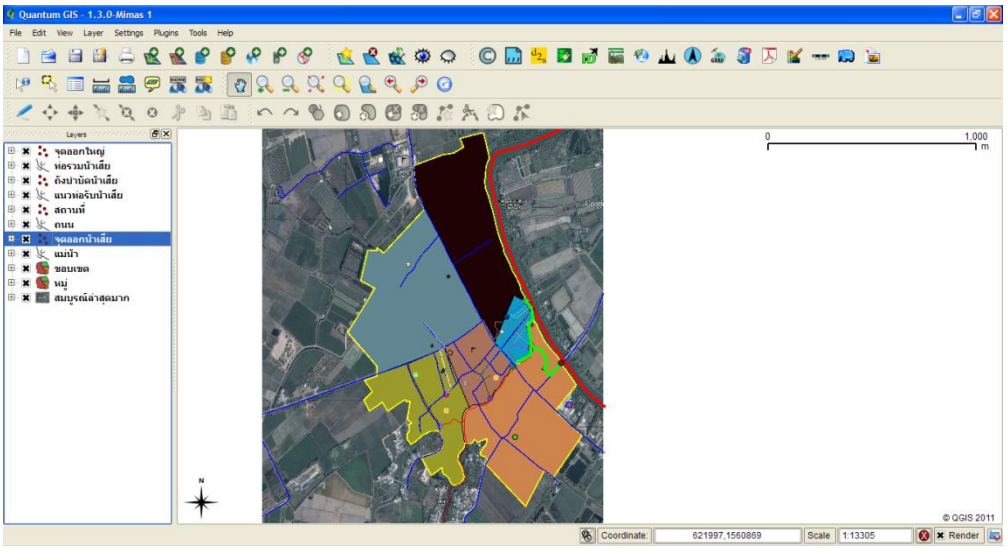
จะได้



(ทำข้อมูลแบบจุด เช่น สถานที่, จุดออกน้ำเสีย, หอถังสูง)



จะได้



2.การคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลตำบลบางหลวงโดยมีหลักเกณฑ์การเลือกประเภท ดังนี้

การเลือกประเภทระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับแต่ละชุมชนจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการดังนี้

2.1 ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ที่สามารถก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ภายใต้วงเงินงบประมาณ และแล้งเสร็จในระยะเวลาที่กำหนด

2.2 สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยควรที่จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ในรูปของค่า บีโอดี (BOD) และมีค่าเฉลี่ยของน้ำทิ้งตามมาตรฐานน้ำทิ้ง อาคารประเภท ก. (โดยอนุโลม เนื่องจากมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนยังไม่มีการประกาศใช้อย่างเป็นทางการ)

2.3 ระบบควรมีอุปกรณ์เครื่องจักรกลน้อยที่สุด เพื่อหลีกเหลี่ยงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา เช่น มีเครื่องสูบน้ำเสียเพียงหนึ่งหรือสองชุดก็เพียงพอต่อการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย หลีกเหลี่ยงการใช้เครื่องเติมอากาศหรืออุปกรณ์อันก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียที่สูงขึ้น และควรสามารถจัดหาอะไหล่หรือซ่อมบำรุงอุปกรณ์ได้เองในพื้นที่หรือจังหวัดใกล้เคียง

2.4 พื้นที่ที่มีปัญหาหรือความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาของ Alage Bloom ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกใช้ต้องสามารถบำบัดสารอาหารพืช ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่เป็นภาระค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น

2.5 ควรเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน หรือต้องการการดูแลรักษามาก และไม่จำเป็นต้องใช้วิศวกรหรือช่างเทคนิคที่มีความรู้ความชำนาญมากในการควบคุมดูแลระบบ โดยบุคลากรในท้องถิ่นสามารถเดินระบบได้เอง

2.6 จะต้องออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียไม่ให้ถูกน้ำท่วมหรือมีน้ำขังเน่าในพื้นที่

2.7 เลือกประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมกับขนาดของที่ดินที่มีอยู่ ทั้งนี้ ราคาที่ดินต่อหน่วย (ไร่) จะส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่ต้องการพื้นที่เพื่อการก่อสร้างระบบน้อย [7]

บทที่ 4
ผลการศึกษา

ผลการศึกษาจะประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การศึกษาวางระบบแนวท่อรับน้ำเสียด้วยโปรแกรม Quantum GIS Mimas และการคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลตำบลบางหลวง ดังแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

4.1 การศึกษาวางระบบแนวท่อรับน้ำเสียด้วยโปรแกรม Quantum GIS Mimas

การศึกษาวางระบบแนวท่อรับน้ำเสีย จะประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ การสำรวจพื้นที่เทศบาลตำบลบางหลวง การจัดทำข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการออกแบบและวางแนวท่อรับน้ำเสีย

4.1.1 การสำรวจพื้นที่เทศบาลตำบลบางหลวง

การสำรวจพื้นที่เทศบาลตำบลบางหลวง ได้ดำเนินการสำรวจพื้นที่ในช่วงระหว่างวันที่ 18 - 22 ตุลาคม 2553 ดังแสดงรูปถ่ายการสำรวจพื้นที่ในภาคผนวก ก

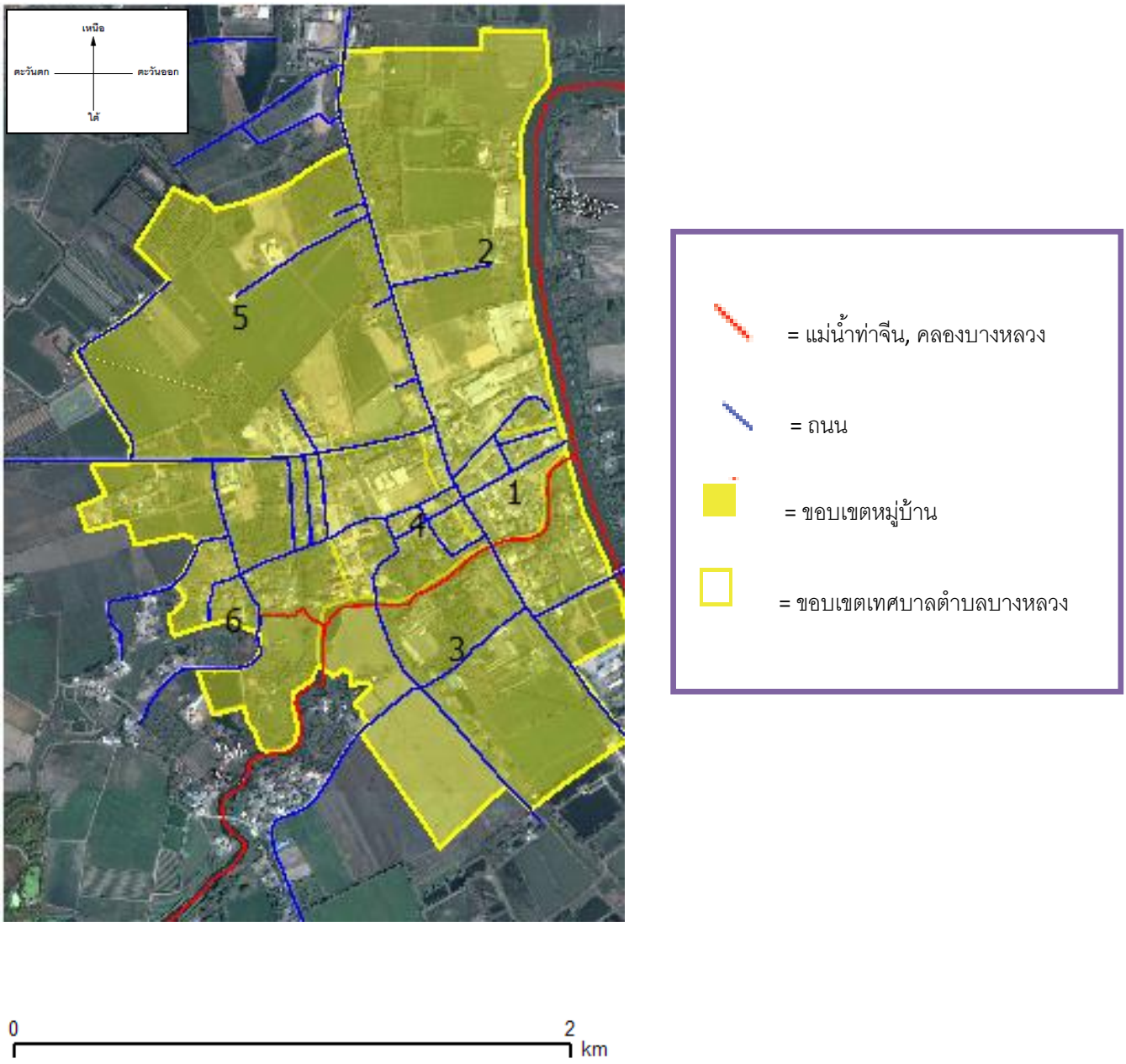
4.1.2 การจัดทำข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

การจัดทำข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ด้วยโปรแกรม Quantum GIS Mimas ได้แยกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

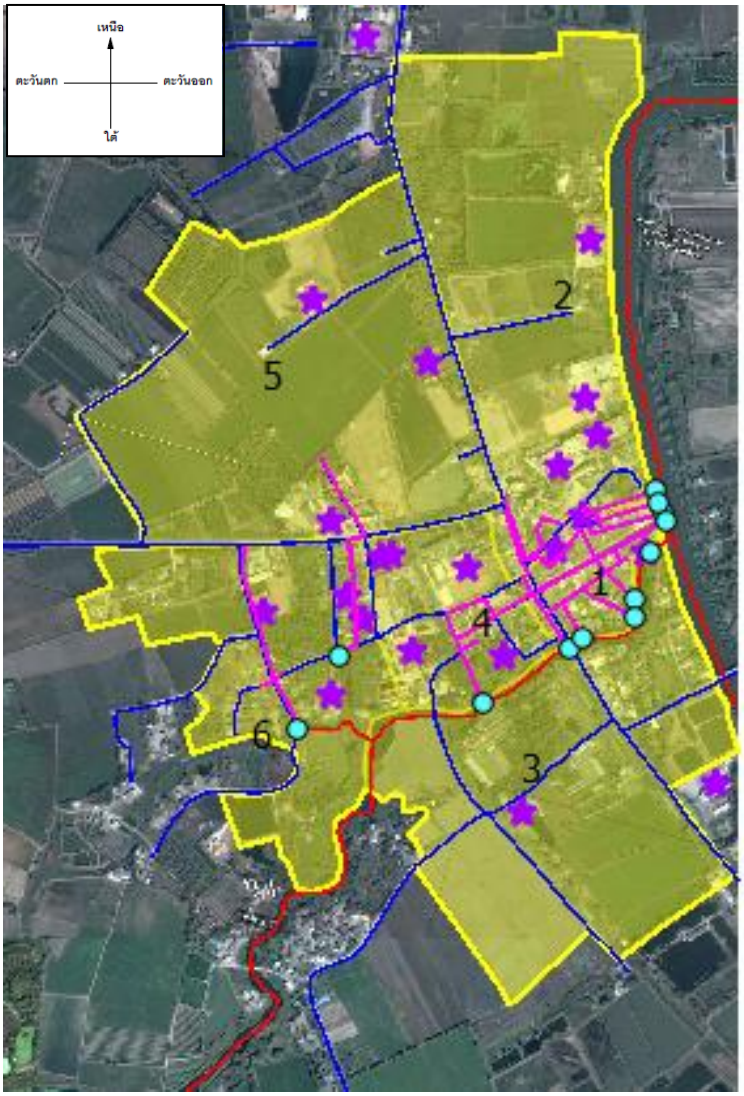
1) ชั้นข้อมูลที่มีอยู่เดิม แต่ได้ทำการ digitize ใหม่ในโครงงานนี้ จำนวน 4 ชั้นข้อมูล ได้แก่ ขอบเขตเทศบาลตำบลบางหลวง, ขอบเขตแต่ละหมู่ของเทศบาล, แม่น้ำที่ไหลผ่านเทศบาลและ ถนน ดังแสดงในรูปที่ 1

2) ชั้นข้อมูลที่ได้จากการเก็บในสนามด้วยเครื่องมือ GPS จำนวน 3 ชั้นข้อมูล ได้แก่ จุดออกน้ำเสีย, สถานที่ที่สำคัญของเทศบาลและ แนวท่อรับน้ำเสียที่มีอยู่แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 2

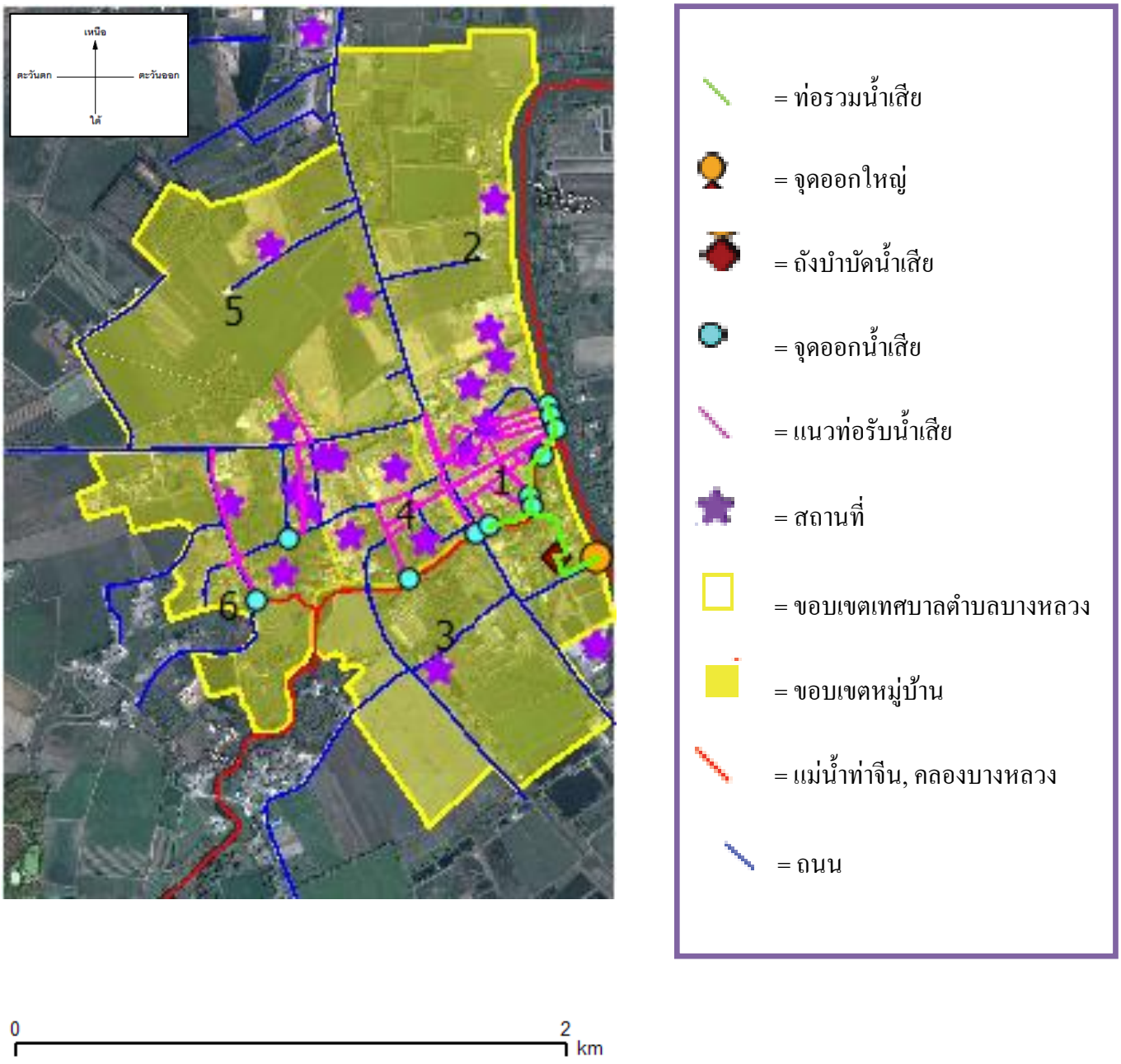
3) ชั้นข้อมูลที่ทำขึ้นใหม่ จำนวน 3 ชั้นข้อมูล ได้แก่ จุดที่ตั้งถังบำบัดน้ำเสีย, ท่อรวมน้ำเสียและ จุดออกน้ำเสียใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 1 ชั้นข้อมูลที่มีอยู่เดิม



รูปที่ 2 ชั้นข้อมูลที่ได้จากการเก็บในสนามด้วยเครื่องมือ GPS



รูปที่ 3 ชั้นข้อมูลที่ทำขึ้นใหม่

4.2 การคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลตำบลบางหลวง

การคัดเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับพื้นที่เทศบาลตำบลบางหลวงจะประกอบไปด้วยรายละเอียด 4 ส่วนดังนี้ คือ หลักเกณฑ์การเลือกประเภทระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสำหรับพื้นที่เทศบาลตำบลบางหลวง การคิดปริมาณน้ำเสียต่อวัน รูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสีย และการคิดงบประมาณ ดังนั้นระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับเทศบาลบางหลวงได้แก่

1. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge Process)
2. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon หรือ AL)
3. ถังดักไขมัน

เพราะว่า ใช้พื้นที่น้อย ราคาไม่แพ้มาก ดูแลรักษาง่าย และการติดตั้งสะดวก

4.2.1 การคิดปริมาณน้ำเสียต่อวัน

ในการคิดปริมาณน้ำเสียต่อวันคือ ประชาชน 1 คน จะมีจำนวนน้ำเสียประมาณ 200 ลิตร ให้นำจำนวนประชากรในพื้นที่คูณกับจำนวนน้ำเสีย 200 ลิตรต่อคน ก็จะได้จำนวนน้ำเสียเป็นลิตร

เช่น จำนวนประชากรของเทศบาลตำบลบางหลวงในปีพ.ศ. 2554 มีจำนวน 2380 คน

ปริมาณน้ำเสียต่อวัน = จำนวนประชากร (คน) * 200(ลิตร/คน)

= 2,380 คน * 200 ลิตร/คน

= 47,600 ลิตร

<u>หมายเหตุ</u> : แปลงหน่วยจาก ลิตร ให้เป็น ลูกบาศก์เมตร โดยการนำไปหาร 1,000

ปริมาณน้ำเสียต่อวัน = 47,600 ลิตร / 1,000

= 476 ลูกบาศก์เมตร

∴ ปริมาณน้ำเสียต่อวันของเทศบาลตำบลบางหลวงเท่ากับ 476 ลูกบาศก์เมตร [7]

ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำเสียเบื้องต้นมีความจำเป็นอย่างมาก โดยทั่วไปจะประเมินจากความสกปรกที่ระบายสู่แหล่งน้ำ ซึ่งสามารถประเมินได้จากการคาดการณ์ปริมาณน้ำเสียที่จะคิดขึ้น โดยอาศัยผลคูณระหว่างจำนวนประชากรกับอัตราการใช้น้ำของประชากรแต่ละคนซึ่งมักจะประเมินเป็นระยะเวลาล่วงหน้า 20 ปี ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนปริมาณน้ำเสียในอีก 20 ปีข้างหน้า

ปี	2554	2559	2564	2569	2574
จำนวนประชากร (คน)	2380	2461	2551	2651	2751
ปริมาณน้ำเสีย ต่อวัน (ลิตร)	476,000	492,200	510,200	530,200	550,200
ปริมาณน้ำเสีย ต่อวัน (ลูกบาศก์เมตร)	476	492.2	510.2	530.2	550.2

หมายเหตุ ข้อมูลจำนวนประชากรจากตารางได้มาจาก รูปที่ 2 กราฟแสดงจำนวนประชากรในอนาคต

4.2.2 รูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียที่แนะนำมีด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ

1. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge Process)

เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากจำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

ข้อดี คือ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

ข้อเสีย คือ การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากจำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่างๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

2. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon หรือ AL)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) ที่ติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอ สำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) ได้ร้อยละ 80-95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic) โดยมีเครื่องเติมอากาศซึ่งนอกจากจะทำหน้าเพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึงภายในบ่อ

ข้อดี คือ ค่าลงทุนก่อสร้างต่ำประสิทธิภาพของระบบสูง สามารถรับการเพิ่มภาระมลพิษอย่างกะทันหัน (Shock Load) ได้ดี มีกากตะกอนและกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นน้อย การดำเนินการและบำรุงรักษาง่าย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม

ข้อเสีย คือ มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศ และค่าซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศ

3. ถังดักไขมัน

คือ อุปกรณ์ที่ช่วยดักจับไขมันจากการล้างภาชนะและอุปกรณ์หุงต้มอาหาร ไม่ให้ไหลปนไปกับน้ำทิ้ง เนื่องจากไขมันจะลอยตัวอยู่ผิวน้ำทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้น้อย เป็นสาเหตุให้น้ำเน่าเสียและท่อระบายน้ำอุดตัน ถังดักไขมันมี 2 ประเภท คือ แบบตั้งบนพื้น และแบบฝังดิน สำหรับถังดักไขมันในบ้าน ควรเลือกแบบตั้งบนพื้น เพื่อความสะดวกในการใช้งานและดูแลรักษา และควรเลือกขนาดของถังตามจำนวนของสมาชิกในบ้านดังนี้ 1-5 คน ควรใช้ถังขนาด 15 ลิตร และ 6-10 คนควรใช้ขนาด 30 ลิตร

ข้อดี คือ มีขายเป็นแบบสำเร็จรูปที่สามารถซื้อและติดตั้งได้ง่าย หรือสามารถสร้างเองได้ โดยใช้วงขอบซีเมนต์หรือถังซีเมนต์หินขัด ซึ่งประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าแบบสำเร็จรูป และสามารถปรับให้เหมาะสมกับพื้นที่และปริมาณน้ำที่ใช้

ข้อเสีย คือ ขาดการดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสามารถจะทำให้เกิดความสกปรกและมีกลิ่นเหม็น เกิดการอุดตันหรืออาจเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงสาบและอื่นๆ ได้ รวมทั้งทำให้ถังดักไขมันเต็มและแยกไขมันได้ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ

ตารางที่ 5 เป็นข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ แบบบ่อเติมอากาศ และถังดักไขมัน เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสีย แต่อย่างไรก็ดี ในทางปฏิบัติจริงจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมและสภาพพื้นที่ ตลอดจนปัจจัยอื่นๆ ประกอบการพิจารณาเพิ่มเติมด้วย

ตารางที่ 5 ข้อเปรียบเทียบรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสีย

ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ	
	พารามิเตอร์	**ค่าที่ใช้ออกแบบ**
1.แบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mix)	- F/M Ratio	0.2-0.6 กก.บีโอดี / กก. MLSS-วัน
	- อายุสลัดจ์ (Sludge Age)	5-15 วัน
	- อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading)	0.8-1.9 กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน
	- MLSS	2,500-4,000 มก./ล.
	- เวลาเก็บกักน้ำ (HRT)	3-5 ชั่วโมง
	- อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.25-1
	- ความต้องการออกซิเจน	0.8-1.1 กก. O_2 / กก. BOD ที่ถูกกำจัด
	- ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 85-95
2. แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization)	- F/M Ratio	0.2-0.6 กก.บีโอดี / กก. MLSS-วัน
	- อายุสลัดจ์ (Sludge Age)	5-15 วัน
	- อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading)	0.9-1.2 กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน
	- MLSS ในถังสัมผัส ในถังปรับเสถียร	 1,000-3,000 มก./ล. 4,000-10,000 มก./ล.
	- เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) ในถังสัมผัส ในถังปรับเสถียร	 0.5-1 ชั่วโมง 3-8 ชั่วโมง
	- อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.25-1.5
	- ความต้องการออกซิเจน ในถังสัมผัส ในถังปรับเสถียร	 0.4-0.6 กก.O_2 / กก. BOD ที่ถูกกำจัด 0.3-0.5 กก.$O_{2,/sub>}$ / กก. BOD ที่ถูกกำจัด
	- ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 80-90

3.แบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch)	- F/M Ratio	0.05-0.3 กก.บีโอดี / กก. MLSS-วัน
	- อายุสลัดจ์ (Sludge Age)	10-30 วัน
	- อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading)	0.1-0.5 กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน
	- MLSS	3,000-6,000 มก./ล.
	- เวลาเก็บกักน้ำ (HRT)	8-36 ชั่วโมง
	- อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ	0.75-1.5
	- ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 75-95
4. แบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor)	- F/M Ratio	0.05-0.3 กก.บีโอดี / กก. MLSS-วัน
	- อายุสลัดจ์ (Sludge Age)	8-20 วัน
	- อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading)	0.1-0.3กก.บีโอดี / ลบ.ม.-วัน
	- MLSS	1,500-6,000 มก./ล.
	- ความจุถังต่ออัตราไหลเข้าของน้ำเข้าระบบ	8-50 ชั่วโมง
	- ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	ร้อยละ 85-95

ตารางที่ 6 ตัวอย่างเกณฑ์การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ	
	พารามิเตอร์	ค่าที่ใช้ออกแบบ
1.บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)	• ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time: HRT) • ความลึกของน้ำในบ่อ • ความต้องการออกซิเจน • Mixing Power	• 3-10 วัน • 2-6 เมตร • 07-1.4 กรัมออกซิเจน/กรัม บีโอดีที่ถูกกำจัด • มากกว่าหรือเท่ากับ 0.525 กิโลวัตต์/100 เมตร^3
2. บ่อบ่ม (Polishing Pond)	ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Hydraulic Retention Time;HRT)	มากกว่าหรือเท่ากับ 1 วัน
3. บ่อเติมคลอรีน	• เวลาสัมผัส • อัตราไหลเฉลี่ย • อัตราไหลสูงสุด • ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการ • คลอรีนคงเหลือทั้งหมด (Total Residual Chlorine)	• 15- 30นาที • 30 นาที • 15 นาที • 6 มก./ล. • 0.3-2 มก./ล.(0.5-1 มก./ล.)*

ตารางที่ 7 ถังดักไขมัน [8]

จำนวนคน	ปริมาตรบ่อที่ต้องการ (ลบ.ม.)	ขนาดบ่อ		จำนวนบ่อ (บ่อ)
		เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความลึกน้ำ (ม.)	
5	0.17	0.8	0.40	1
5-10	0.34	0.8	0.70	1
10-15	0.51	1.0	0.70	1
15-20	0.68	1.2	0.60	1
20-25	0.85	1.2	0.80	1
25-30	1.02	1.0	0.70	2
30-35	1.19	1.0	0.80	2
35-40	1.36	1.2	0.60	2
40-45	1.53	1.2	0.70	2
45-50	1.70	1.2	0.80	2

4.2.3 การคิดงบประมาณ

1. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge Process)

จากข้อมูลที่ได้มาจากเทศบาลบางหลวง ทำให้รู้ว่าท่อรับน้ำเสียมีขนาด 0.30 เมตร ยาวท่อนละ 1 เมตร แต่ระยะทางยาวทั้งหมด 737 เมตร เพราะฉะนั้นต้องใช้ท่อขนาด 0.30 เมตร ทั้งหมด 737 ท่อน

ราคาท่อ 1 ท่อน + ค่าขนส่ง + ค่าวางท่อกลม คสล. + ค่าเทคอนกรีตลงพื้น = 417 บาท

<u>หมายเหตุ</u> ข้อมูลนำมาจากสำนักงบประมาณ ราคาขึ้นอยู่กับระยะทางค่าขนส่ง ดังแสดงในภาคผนวก ง ราคากลางจากสำนักงบประมาณ

∴ - ราคาท่อทั้งหมด 737 ท่อน = 737 * 417 = 307,329 บาท

- ราคาที่ดิน 1 ไร่ = 120,000 บาท

- ราคาของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นราคาที่ได้รวมค่าจ้างเจ้าหน้าที่ ค่าตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าซ่อมบำรุงรักษาและอื่นๆ = 10,000 บาท

หรือ ปริมาณ 18 บาทต่อลกบาศก์เมตร = 18 * 550.2 = 9,903.6 ประมาณ 10,000 บาท

- ราคาค่าฝังท่อลอดใต้แม่น้ำรวมราคาค่าจ้างแรงงานและค่าใช้จ่ายอื่นๆ คร่าวเป็นเงิน = 50,000 บาท

- ราคาค่าก่อสร้าง = 80,000 บาท

∴ รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นเงิน = <u>567,329</u> บาท

***** หมายเหตุ ราคาจะขึ้นอยู่กับตัวแปรของวัสดุ (ค่าใช้จ่ายทุกรายการสามารถถัวเฉลี่ยกันได้)**

2. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon หรือ AL)

ท่อรับน้ำเสียมีขนาด 0.30 เมตร ยาวท่อนละ 1 เมตร แต่ระยะทางยาวทั้งหมด 737 เมตร เพราะฉะนั้นต้องใช้ท่อขนาด 0.30 เมตร ทั้งหมด 737 ท่อน ราคาท่อ 1 ท่อน + ค่าขนส่ง + ค่าวางท่อกลม คสล.+ ค่าเทคอนกรีตลงพื้น = 417 บาท

<u>หมายเหตุ</u> ข้อมูลนำมาจากสำนักงบประมาณ ราคาขึ้นอยู่กับระยะทางค่าขนส่ง ดังแสดงในภาคผนวก ง ราคากลางจากสำนักงบประมาณ

∴ - ราคาท่อทั้งหมด 737 ท่อน = 737 * 417 = 307,329 บาท

- ราคาที่ดิน 1 ไร่ = 120,000 บาท

- ราคาของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นราคาที่ได้รวมค่าจ้างเจ้าหน้าที่ ค่าตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าซ่อมบำรุงรักษาและอื่นๆ = 8,300 บาท

หรือ ปริมาณ 15 บาทต่อลกบาศก์เมตร = 15 * 550.2 = 8,253 ประมาณ 8,300 บาท

- ราคาค่าฝังท่อลอดใต้แม่น้ำรวมราคาค่าจ้างแรงงานและค่าใช้จ่ายอื่นๆ คร่าวเป็นเงิน = 50,000 บาท

- ราคาค่าก่อสร้าง = 80,000 บาท

∴ รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นเงิน = <u>565,629</u> บาท

***** หมายเหตุ ราคาจะขึ้นอยู่กับตัวแปรของวัสดุ (ค่าใช้จ่ายทุกรายการสามารถถัวเฉลี่ยกันได้)**

3. ถังดักไขมัน (อ้างอิงมาจากโครงการรณรงค์ติดตั้งบ่อดักไขมัน เทศบาลตำบลทากาศ อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน ประจำปีงบประมาณ 2551)

- ค่าจัดซื้อถังดักไขมันพร้อมค่าติดตั้ง จำนวน 618 ชุดๆละ 480 บาท = 296,640 บาท

<u>หมายเหตุ</u> มาจำนวนครัวเรือนของเทศบาลตำบลบางหลวง

โดยถังดักไขมันต้องมีคุณสมบัติของ ดังนี้

- ถังพลาสติกมีปริมาตรบรรจุได้ไม่น้อยกว่า 40 ลิตร พร้อมฝาปิด

- มีทางน้ำเข้า – ออก ขนาดไม่เล็กกว่า 1½ นิ้ว พร้อมอุปกรณ์ประกอบที่ป้องกันการรั่วซึม

- มีช่องระบายระบายไขมัน เพื่อใช้ระบายไขมันลอยตัวที่ผิวน้ำ

- มีช่องระบายตะกอนด้านล่าง เพื่อใช้ระบายเศษอาหารที่ก้นถัง

- มีที่ดักเศษอาหาร

- ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบและกำจัดกากไขมันต่อปี = 140,000 บาท

มีรายละเอียดดังนี้

- ค่าจัดซื้อท่อซีเมนต์ปูน ทราย และอุปกรณ์อื่นๆ สำหรับทำสถานที่เก็บกากไขมันและกำจัด = 30,000 บาท

- ค□าจัดซื้ออุปกรณ์น้ำยาและสารเคมีสำหรับฆ่าเชื้อโรค ทำความสะอาด และกำจัดกลิ่นที่เกิดจากระบบดักไขมัน = 30,000 บาท

- ค□าจัดซื้อถุงพลาสติกและอุปกรณ์อื่นๆสำหรับแจกให้ประชาชนใส□กากไขมัน = 20,000 บาท

- ค่าจัดซื้อท่อพีวีซี ข้อต่อ ข้องอ กาว อุปกรณ์เครื่องมือและวัสดุอื่นๆ ให้บริการประชาชนในการติดตั้งและซ่อมแซม แก□ไขปัญหาที่เกิดจากถังดักไขมัน รวมระยะเวลาตลอดปีประมาณ = 60,000 บาท

∴ รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นเงิน = <u>436,640</u> บาท

***** หมายเหตุ ราคาขึ้นอยู่กับผู้จัดจำหน่าย (ค่าใช้จ่ายทุกรายการสามารถถัวเฉลี่ยกันได้)**

4.2.4 การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับเทศบาลตำบลบางหลวง

สำหรับการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับเทศบาลตำบลบางหลวง ได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาออกเป็น 7 ข้อ ได้แก่

1. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ที่สามารถก่อร้างเสร็จสมบูรณ์ภายใต้วงเงินงบประมาณ และแล้วเสร็จในระยะเวลาที่กำหนด
2. สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ระบบควรมีอุปกรณ์เครื่องจักรกลน้อยที่สุด
4. พื้นที่ที่มีปัญหาหรือความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาของ Alage Bloom
5. ระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน หรือต้องการการดูแลรักษามาก
6. ระบบบำบัดน้ำเสียไม่ให้ถูกน้ำท่วมหรือมีน้ำขังเน่าในพื้นที่
7. ระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมกับขนาดของที่ดินที่มีอยู่

โดยกำหนดให้แต่ละเกณฑ์การคัดเลือกมีระดับการให้คะแนนดังนี้

ระดับการให้คะแนน	5	ดีมาก
	4	ดี
	3	ปานกลาง
	2	น้อย
	1	น้อยที่สุด

สำหรับผลการคัดเลือกพบว่า การบำบัดน้ำเสียแบบถังดักไขมัน จะผ่านการคัดเลือกเพราะมีคะแนนสูงกว่า ระบบบำบัดน้ำเสียอีก 2 ประเภท ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ	ถังดักไขมัน
1. ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย ที่สามารถก่อร้างเสร็จสมบูรณ์ภายใต้วงเงินงบประมาณ และแล้วเสร็จในระยะเวลาที่กำหนด	5	5	5
2. สามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ	5	5	5
3. ระบบควรมีอุปกรณ์เครื่องจักรกลน้อยที่สุด	3	4	5
4.พื้นที่ที่มีปัญหาหรือความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาของ Alage Bloom	2	3	5
5.ระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนหรือต้องการการดูแลรักษามาก	3	4	5
6. ระบบบำบัดน้ำเสียไม่ให้ถูกน้ำท่วมหรือมีน้ำขังเน่าในพื้นที่	1	1	5
7. ระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมกับขนาดของที่ดินที่มีอยู่	3	3	5
รวม	**22**	**25**	**35**

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ร่วมกับเทศบาลตำบลบางหลวง ซึ่งเป็นตำบลนำร่องในจังหวัดนครปฐม ซึ่งในส่วนของโครงงานเล่มนี้จะกล่าวถึงในเรื่องของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายระบบ แต่ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่เทศบาลตำบลบางหลวง คือ การติดตั้งถังดักไขมันตามบ้านเรือน โดยสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 สรุปผลทางเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

จากข้อมูลที่มีทั้งหมด ทำให้รู้ว่าควรเลือก “ถังดักไขมัน” เพราะ จากหลักเกณฑ์ทั้ง 7 ข้อ ที่ได้ให้คะแนนไปแล้วทำให้รู้ว่าถังดักไขมัน เป็นประเภทที่เหมาะสมมากกว่าประเภทระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge Process) และระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon หรือ AL) จากหลักเกณฑ์ทั้ง 7 ข้อแล้ว ถังดักไขมันยังทำการติดตั้งได้ง่ายกว่ามาก เพราะเป็นถังแบบสำเร็จรูปมาแล้ว เลยทำให้ใช้เวลาไม่นานในการติดตั้ง แต่อีก 2 ระบบที่เหลือ จะใช้เวลาในการติดตั้งนาน เพราะจะต้องวางท่อรับน้ำเสียลอดใต้แม่น้ำ ทำให้ใช้เวลานานและเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

การคิดงบประมาณในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียนั้น ได้ทำการเปรียบเทียบมาจากการก่อสร้างของเทศบาลตำบลทากาศ อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน ซึ่งไม่ได้คิดคำนวณมาจากสภาพพื้นที่จริง ทำให้ไม่สามารถประเมินราคาค่าก่อสร้างที่แท้จริงได้ว่ามีราคาเท่าไหร่ โดยถ้าทางเทศบาลตำบลบางหลวงจะดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้เสนอไปจริง ควรที่จะเขียนแบบรายละเอียดและประเมินราคาก่อสร้างจริง เพื่อที่จะทราบราคาค่าก่อสร้างที่จริงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] ; เทศบาลตำบลบางหลวง.ประวัติ.2553 http://www.bangluang.go.th/prawat.htm

[2] ; เทศบาลตำบางหลวง.2552. รายงานผังเมืองชุมชนเทศบาลตำบลบางหลวง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม.

[3] ; ผศ.พิพัฒน์ ภูริปัญญาคุณ.2550. วิศวกรรมสุขาภิบาลและการประปา (Sanitary Engineering and Water Supply).ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[4] ; http://www.geocities.com/natpong2000

[5] ; คู่มือวิชาการระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ เล่มที่ 1.โครงการจัดทำคู่มือวิชาการระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

[6] ; สำนักจัดการคุณภาพ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 92 ซอยพหลโยธิน 7 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400.โทรศัพท์ 0-2298-2200-4 โทรสาร 0-2298-2202.

[7] ; http://www.sri.cmu.ac.th/~srilocal/water/page03b.htm

[8] ; http://www.bb.go.th/support/std/construc49/19.htm

[9] ; http://www.gis.pwa.co.th/manual/290764142.pdf

[10] ; http://www.sinterplast.co.th/index.php?main_page=page_2

ภาคผนวก ก
รูปของแนวท่อรับน้ำเสีย
และจุดสำคัญต่างๆ

ท่อรับน้ำเสีย ข้างวัดบางหลวง ซอยเทศบาล 10

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ระหว่างซอย 8 กับซอย 10

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ระหว่างซอย 8 กับซอย 10 หัวมุมถนนฝั่งซ้าย

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมฝั่งซ้ายติดกับถนนใหญ่

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมฝั่งขวาติดกับถนนใหญ่

ท่อรับน้ำเสีย ตรงหน้าป้ายวัดบางหลวง

ท่อรับน้ำเสีย ตรงข้ามซอยเทศบาล 8

ท่อรับน้ำเสีย มุมถนนซ้ายมือถนนเทศบาลซอย 11

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมด้านขวามือซอยเทศบาล 11

ท่อรับน้ำเสีย หน้าร้านก๋วยเตี๋ยว ซอยเทศบาล 6

ท่อรับน้ำเสีย ข้างร้านก๋วยเตี๋ยว ซอยเทศบาล 6

ท่อรับน้ำเสีย ตรงสี่แยกซอยเทศบาล 11 อยู่ซ้ายมือลึกเข้าไปประมาณ 1 เมตร

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมฝั่งซ้ายมือของหัวมุมถนน ซอยเทศบาล 11

จุดออกน้ำเสีย อยู่ตรงสะพาน

จุดออกน้ำเสีย อยู่ข้างกำแพงวัดบางหลวง

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมวัดบางหลวง ซอยเทศบาล 6

ท่อรับน้ำเสีย อยู่หน้าร้านขายของหน้าโรงเรียน

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมท่ารถเมล์ ซอยเทศบาล 4

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมถนนฝั่งซ้ายหน้าวัด

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมถนนฝั่งขวาหน้าวัด

ท่อรับน้ำเสีย ใกล้จุดออกบริเวณหน้าวัด

จุดออกน้ำเสีย จุดออกหน้าวัด

ท่อรับน้ำเสีย อยู่หลังสถานีตำรวจท่องเที่ยว

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ตรงท่าจอดรถเมล์หน้าโรงเรียนวัดบางหลวง

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมโรงเรียนวัดบางหลวง

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมตรงข้ามเซเว่น

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมถนนทางหลวงแผ่นดิน ทางไปตลาดบางหลวง

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ตรงป้ายบองทางตรงสามแยก

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ตรงหน้าร้านขายของซอยเทศบาล 7

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ตรงหน้าร้านขายของซอยเทศบาล 7

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ข้างเซเว่น

ท่อรับน้ำเสีย หลังเซเว่นบริเวณข้างศาลาประชาคม

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ใกล้แท็งน้ำที่ 3

ท่อรับน้ำเสีย หลังร้านขายของบริเวณศาลาประชาคม

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ตรงกลางซอยกลางตลาดฝั่งขวา

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ตรงกลางซอยกลางตลาดฝั่งซ้าย

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมถนนกลางตลาดบางหลวงฝั่งซ้าย

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมถนนกลางตลาดบางหลวงฝั่งขวา

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ตรงข้ามหัวมุมถนนกลางตลาดบางหลวงฝั่งขวา

จุดออกน้ำเสีย อยู่หน้าร้านก๋วยเตี๋ยวเนื้อ

จุดออกน้ำเสีย อยู่หน้าร้านขายขนมไทย

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ฝั่งซ้ายร้านขายกาแฟโปราณเกือบท้ายตลอด

ท่อรับน้ำเสีย หน้าร้านก๋วยเตี๋ยวบริเวณโรงหนังเก่า

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ตรงกลางซอยเทศบาล 3

ท่อรับน้ำเสีย หน้าร้านขายของส่ง ซอยเทศบาล 3

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมซอยเทศบาล 3

จุดออกน้ำเสีย อยู่สุดซอยแรกของซอยเทศบาล 3

จุดออกน้ำเสีย อยู่สุดซอยที่สองของซอยเทศบาล 3

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมฝั่งซ้ายซอยเทศบาล 5

ท่อรับน้ำเสีย หัวมุมฝั่งซ้ายซอยเทศบาล 5

ท่อรับน้ำเสีย อยู่หน้าโรงเรียนเจี๊ยนหัว

จุดออกน้ำเสีย อยู่บริเวณสะพาน

ท่อรับน้ำสีย อยู่แถวบริเวณแท็งน้ำที่ 3

ท่อรับน้ำเสีย หลังสำนักงานบรรเทาสาธารณะภัย

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ใกล้สำนักงานบรรเทาสาธารณะภัย

ท่อรับน้ำเสีย หลังสำนักงานบรรเทาสาธารณะภัย

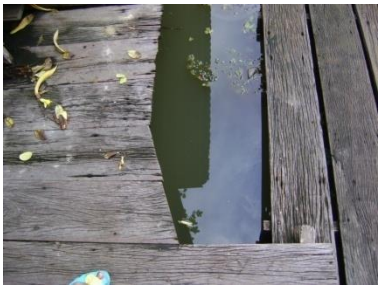
ท่อรับน้ำเสีย อยู่ในบริเวณโรงเจ

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ในบริเวณโรงเจ

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ในบริเวณโรงเจ

ท่อรับน้ำเสีย อยู่ในบริเวณโรงเจ

จุดออกน้ำเสียที่ 1



จุดออกน้ำเสียที่ 3

จุดออกน้ำเสียที่ 4

จุดออกน้ำเสียที่ 5

สถานที่สำคัญของพื้นที่เทศบาลตำบลบางหลง

วัดบางหลวง

สถานีอนามัยตำบลบางหลวง

ปั๊มเอสโซ่

สำนักเทศบาลตำบลบางหลวง

โรงเจ

โรงเรียนเจี้ยนหัว

โรงเรียนวัดบางหลวง

ห้างหุ้นส่วนจำกัดธัญญมงคลโรงสีนำสินไทย

โรงสีศิริภัทรวัฒนา

แท็งน้ำที่ 1

แท็งน้ำที่ 2

แท็งน้ำที่ 3

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้โปรแกรม

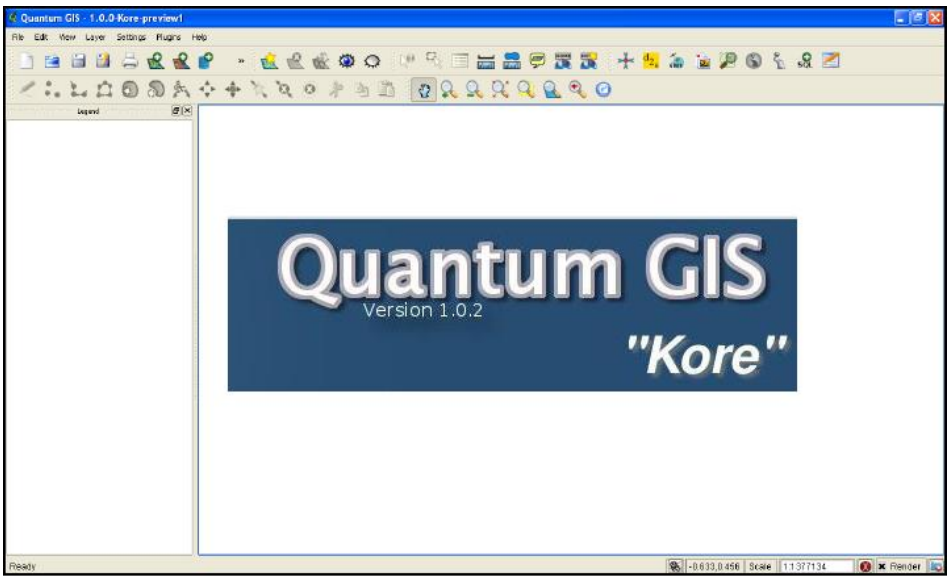
Quantum GIS

คู่มือการใช้โปรแกรม Quantum GIS

1. Quantum GIS คืออะไร

Quantum GIS หรือ QGIS เป็นโปรแกรม Desktop GIS ประเภทหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการนามาใช้จัดการข้อมูลปริภูมิ จัดอยู่ในกลุ่มซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Free and Open Source Software: FOSS) ที่ใช้งานง่าย ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Graphic User Interface ซึ่งสะดวกต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการเรียกใช้ข้อมูลภาพ ข้อมูลตาราง การแสดงผลตาราง การแสดงผลกราฟ ตลอดจนสามารถสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและนาเสนอข้อมูลได้ในรูปแบบแผนที่ที่สวยงาม

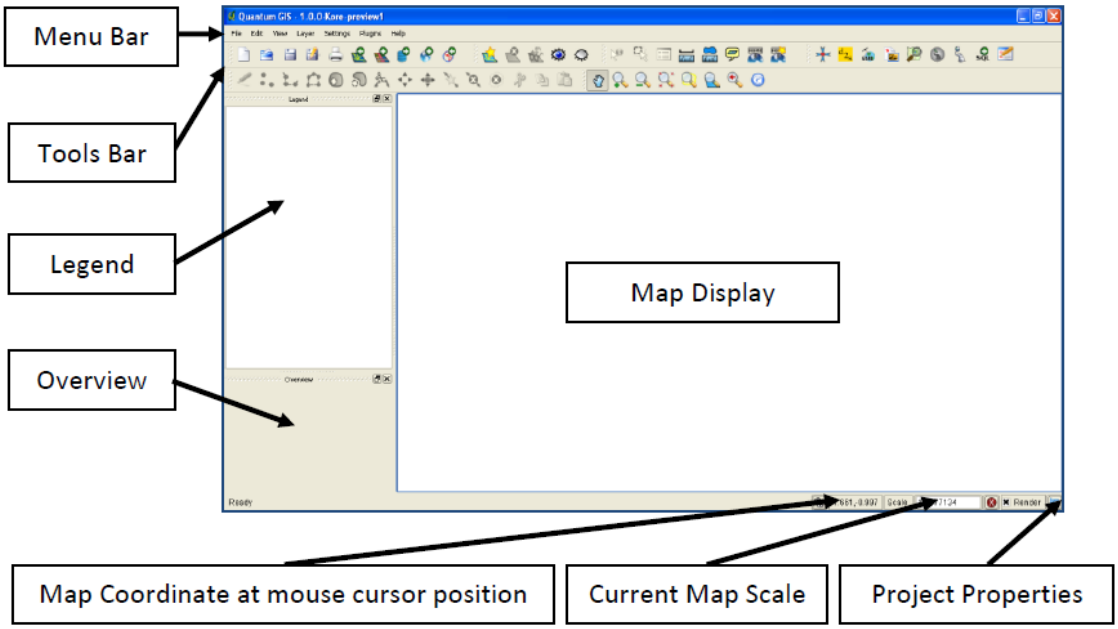
ในปี คศ. 2002 กลุ่มนักพัฒนาจากประเทศเยอรมันได้พัฒนา Desktop GIS ชื่อว่า Quantum GIS ที่สามารถเรียกใช้ข้อมูลเวกเตอร์ แรสเตอร์ ในรูปแบบที่เป็นมาตรฐานแพร่หลาย เช่น Shapefile และ GeoTIFF QGIS สามารถแก้ไข Shape File format ได้ซึ่งเป็นที่ต้องการมากในเวลานี้ QGIS พัฒนาบนพื้นฐานของ Qt ที่เป็นไลบรารี่สาหรับ Graphical User Interface (GUI) ที่ใช้งานได้ทั้ง UNIX, Window และ Mac การพัฒนาใช้ภาษา C++ เป็นหลักนอกจากนั้น QGIS ยังเชื่อมต่อกับ Geospatial RDBMS เช่น PostGIS/PostgreSQL สามารถอ่านและเขียนฟีเจอร์ที่จัดเก็บใน PostGIS ได้โดยตรง สามารถเชื่อมต่อกับ GRASS ได้ทาให้สามารถเรียกดูข้อมูลที่จัดเก็บใน GRASS โดยตรง และสามารถเรียกใช้ฟังก์ชันต่างๆของ GRASS ได้ สนับสนุนการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ในเบื้องต้นและการแสดงผลข้อมูลเชิงตำแหน่งในรูปแบบของแผนที่ การสร้างและการแก้ไขข้อมูลเชิงตำแหน่ง (Spatial Data) และข้อมูลตาราง (Attribute Data) สามารถจัดการข้อมูลได้ง่ายโดยใช้เครื่องมือตาม GUI ที่กำหนด



รูปที่ 1 หน้าจอการทางานของโปรแกรม Quantum GIS

2. Graphical User Interface

GUI ประกอบด้วย Menu Bar, Tools Bar, Legend, Overview, Map Display, Map Coordinate, Map Scale และ Project Properties ซึ่งทุกรายการนี้สามารถเคลื่อนย้าย เปลี่ยนขนาดตามความเหมาะสมต่อการใช้งานเพื่ออานวยความสะดวกของผู้ใช้

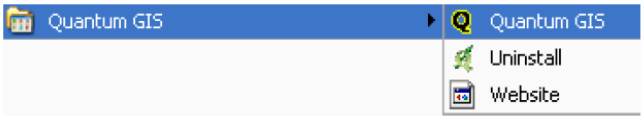


3. การติดตั้งโปรแกรม Quantum GIS

1. ทาการ Download โปรแกรม Quantum GIS จาก URL http://qgis.org/

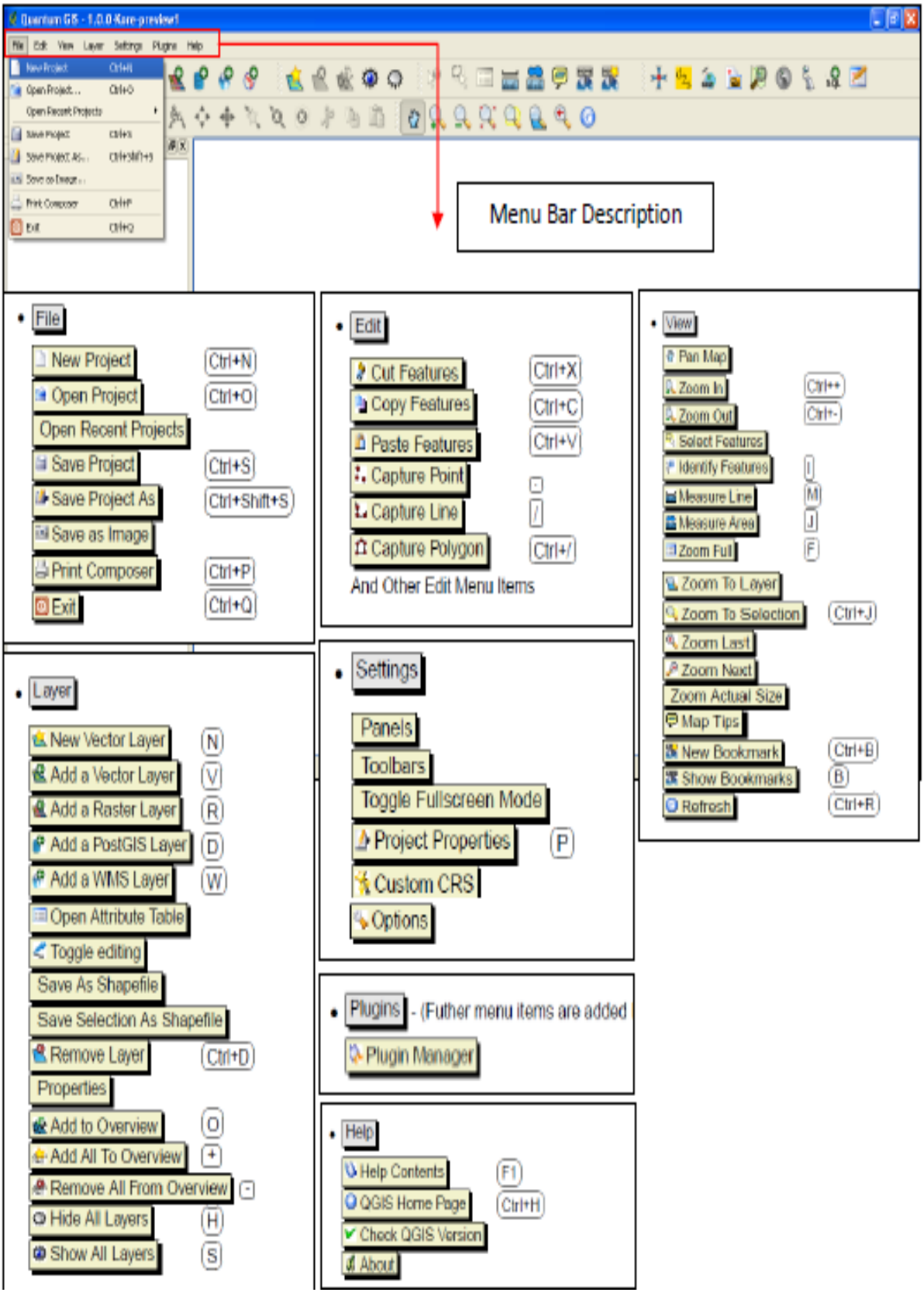
2. Double click ไฟล์ QGIS-1.0.0preview2-Setup.exe เพื่อทาการติดตั้งโปรแกรม ซึ่งลักษณะขั้นตอนการติดตั้งนั้นไม่ยุ่งยากซับซ้อน คือสามารถกดปุ่ม Next เพื่อติดตั้งได้ตามปกติคล้ายกับการติดตั้งซอฟต์แวร์ฟรีทั่วๆไป

3. ทดลองรันโปรแกรม Quantum GIS โดยเข้าไปที่ Start -> Program -> Quantum GIS

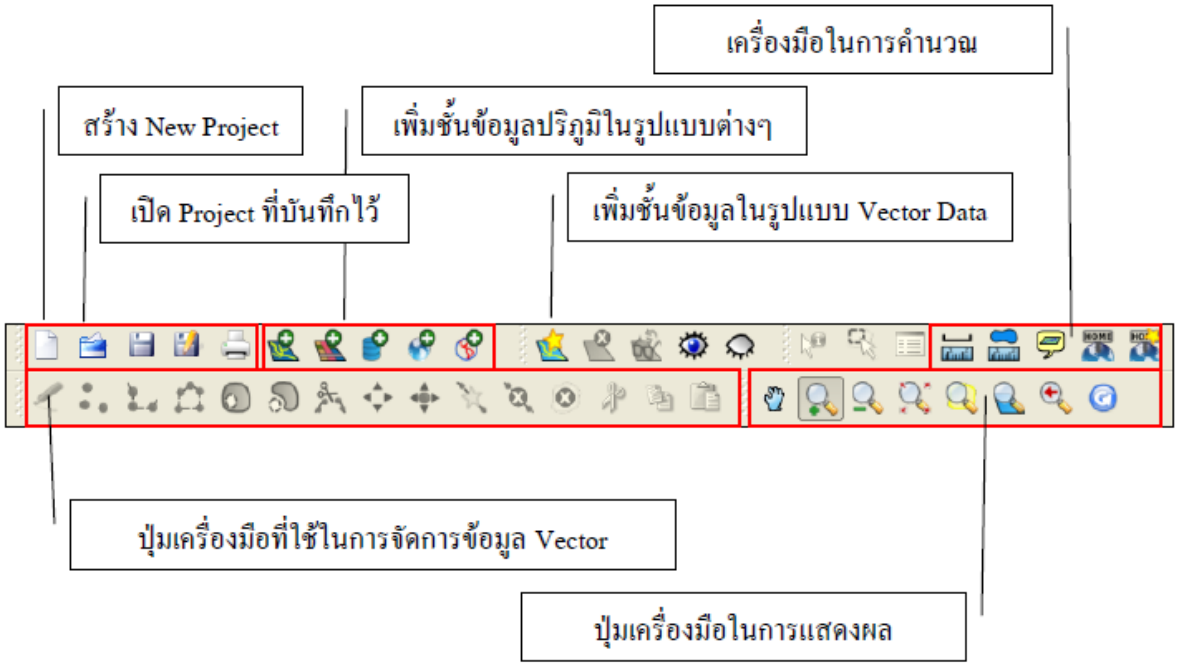


รูปที่ 2 การเรียกใช้งานโปรแกรม Quantum GIS

4. การใช้งานโปรแกรม (Menu bar)

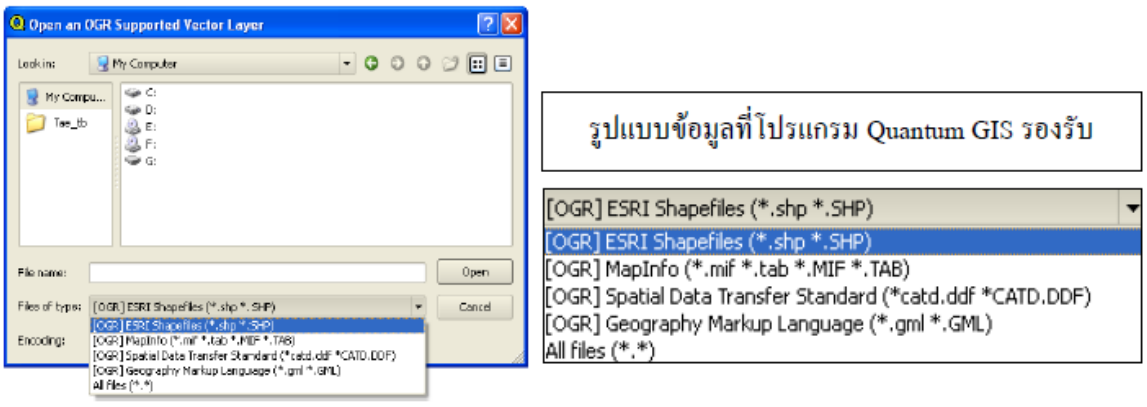


5. เครื่องมือการทำงาน (Toolbars)

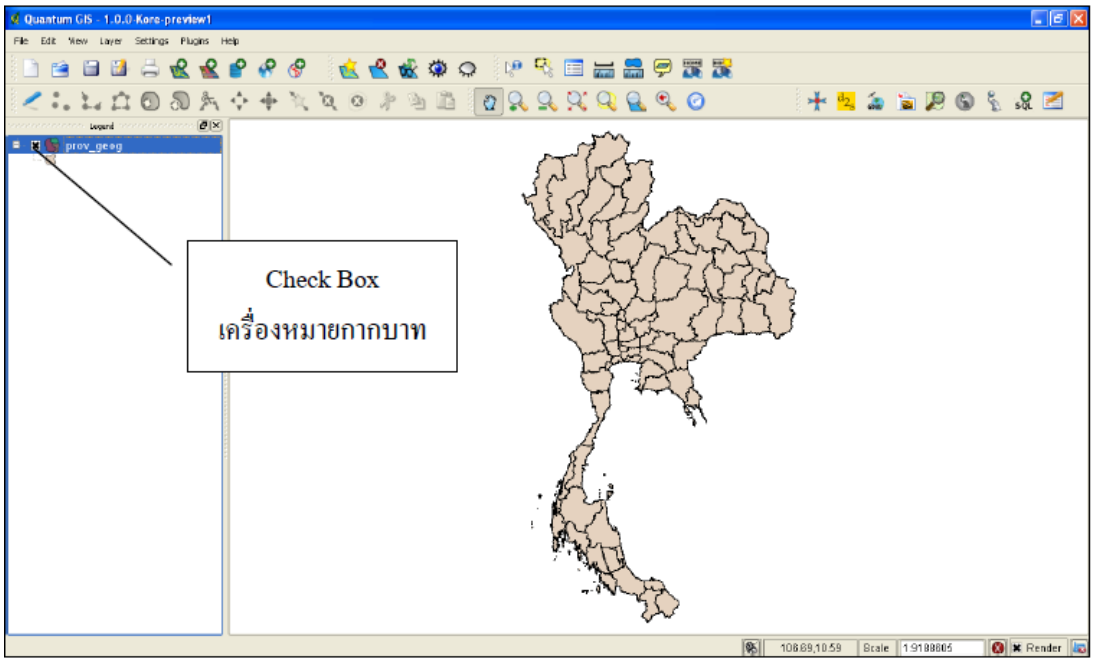


6. การนาเข้าข้อมูล Shape file

กดปุ่ม Add a vector layer บนเครื่องมือ Toolbars เพื่อเลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการมาแสดงผลบน Map Display ซึ่งชื่อของชั้นข้อมูลที่ต้องการจะปรากฏในช่อง File Name จากนั้นกดปุ่ม Open เพื่อยืนยันการเลือกข้อมูลที่ต้องการนาเข้า



รูปที่ 3 แสดง Open an OGR Supported Vector Layer

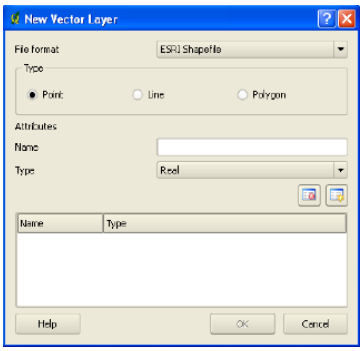


รูปที่ 4 แสดงหน้าจอแสดงผลข้อมูล Shape File

เมื่อมีชั้นข้อมูล (Layer) อยู่ใน Legend ผู้ใช้สามารถที่จะสั่งให้แสดงผลหรือซ่อน Layer เหล่านั้นหรือสั่งให้ Layer ใดๆ แสดงผลเพื่อที่จะทาการจัดการข้อมูลและสามารถเปลี่ยนลาดับการแสดงผลของแต่ละ Layer ในการสั่งให้แสดงผลของแต่ละ Layer ใน Map Display นั้นสามารถทาได้โดยการคลิกบน Check Box ข้างหน้าของแต่ละ Layer และสามารถคลิกอีกครั้งเพื่อเอาเครื่องหมายกากบาทออก เป็นการยกเลิกการแสดงผลของ Layer นั้นๆบน Map Display

7. การสร้างข้อมูล Shape file

กดปุ่ม New Vector Layer บนเครื่องมือ Toolbars เพื่อสร้างชั้นข้อมูลใหม่ในรูปแบบของ Vector (Point, Line, Polygon)



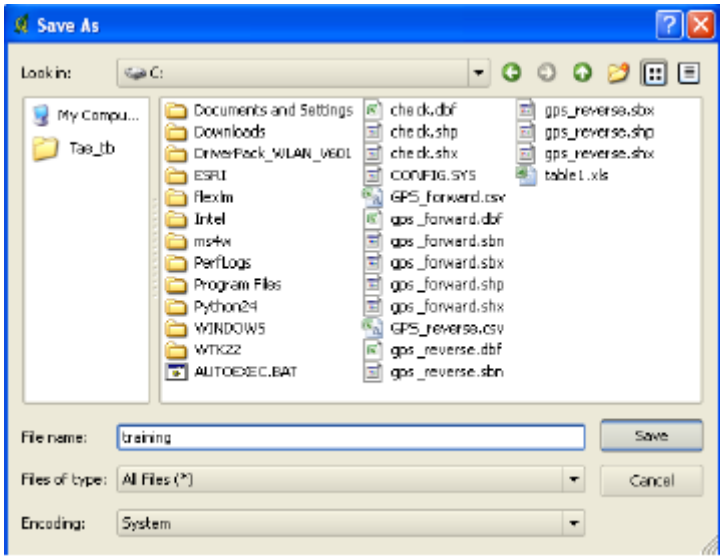
รูปที่ 5 แสดง New Vector Layer

- เลือกประเภทข้อมูล Vector ที่ต้องการ (Format Type)

- ตั้งชื่อชั้นข้อมูล (Layer Name)

- กำหนดรายละเอียดของข้อมูลอรรถาธิบาย (Attribute Data) และชนิดของชั้นข้อมูล (Data Type) ในแต่ละ Columns

- ทำการบันทึกชั้นข้อมูลดังกล่าวภายใน Folder ที่ต้องการ จากการกดปุ่ม Save



รูปที่ 6 แสดงหน้าจอการบันทึกข้อมูล

- กดปุ่ม Toggle editing เพื่อเริ่มสร้างชั้นข้อมูล หรือผู้ใช้บางท่านจะรู้จักเครื่องมือนี้ในชื่อว่า Start Editing และ Stop Editing

- เลือกรูปแบบการสร้างข้อมูล Vector ซึ่งจะสอดคล้องกับประเภทข้อมูลที่กำหนดไว้ใน New Vector Layer

Capture point, Capture line or Capture polygon

Split Features

Move Features

Delete Selected

Move Vertex

Cut Features

Add Ring

Add Vertex

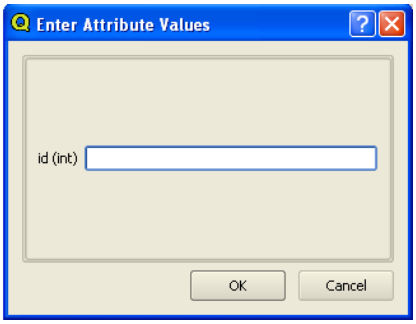
Copy Features

Add Island

Delete Vertex

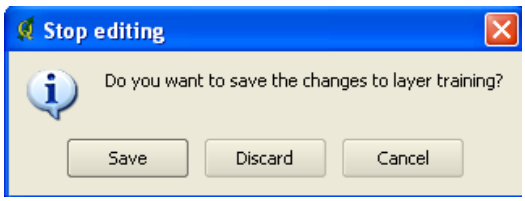
Paste Features

- เมื่อทาการระบุตำแหน่งของข้อมูลได้แล้ว โปรแกรมจะให้กรอกข้อมูลอรรถาธิบายตามโครงสร้างที่ได้กำหนดไว้แล้วใน New Vector Layer



รูปที่ 7 แสดงการบันทึกข้อมูลอรรถาธิบาย (Enter Attribute Value)

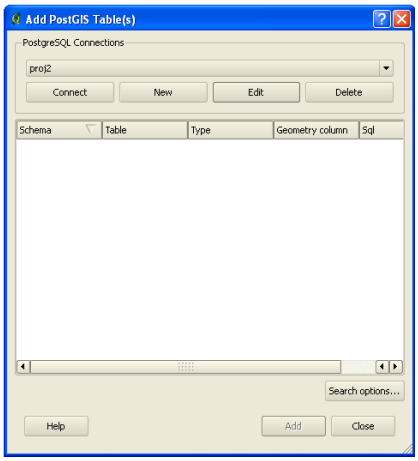
- หลังจากสิ้นสุดการทางานแล้วกดปุ่ม Toggle editing เพื่อยืนยันการแก้ไขข้อมูลก่อนที่จะบันทึกลงใน Folder ที่ได้กำหนดไว้



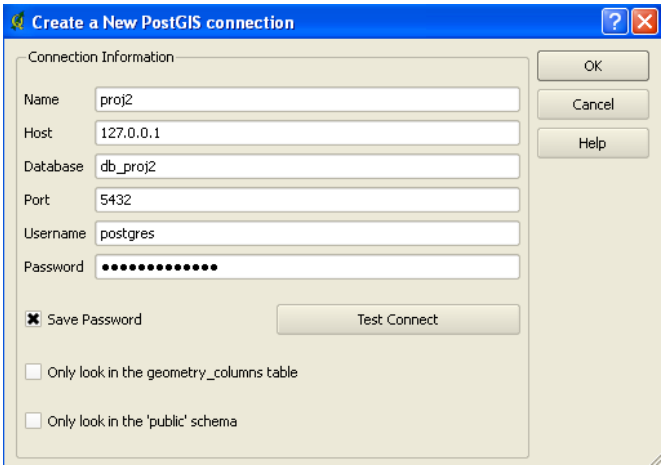
รูปที่ 8 แสดงการยืนยันเพื่อบันทึกการแก้ไขข้อมูล

8. การนาเข้าชั้นข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล PostgreSQL

กดปุ่ม Add a PostGIS Layer เพื่อกำหนดการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลโดยระบุเงื่อนไข (Creating a stored Connection)



รูปที่ 9 แสดงการเริ่มต้นเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลปริภูมิ

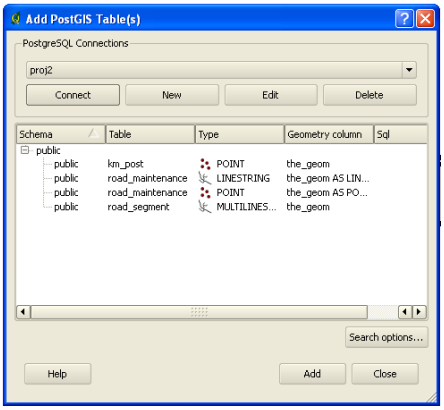


รูปที่ 10 แสดงเงื่อนไขการเชื่อมต่อระบบฐานข้อมูล PostgreSQL

Name	A name for this connection. Can be the same as *Database*.
Host	Name of the database host. This must be a resolvable host name the same as would be used to open a telnet connection or ping the host. If the database is on the same computer as QGIS, simply enter 'localhost' here.
Database	Name of the database.
Port	Port number the PostgreSQL database server listens on. The default port is 5432.
Username	User name used to login to the database.
Password	Password used with *Username* to connect to the database.
SSL mode	How the SSL connection will be negotiated with the server. These are the options: • disable: only try an unencrypted SSL connection; • allow: try a non-SSL connection, if that fails, try an SSL connection; • prefer (the default): try an SSL connection, if that fails, try a non-SSL connection; • require: only try an SSL connection. Note that massive speedups in PostGIS layer rendering can be achieved by disabling SSL in the connection editor.

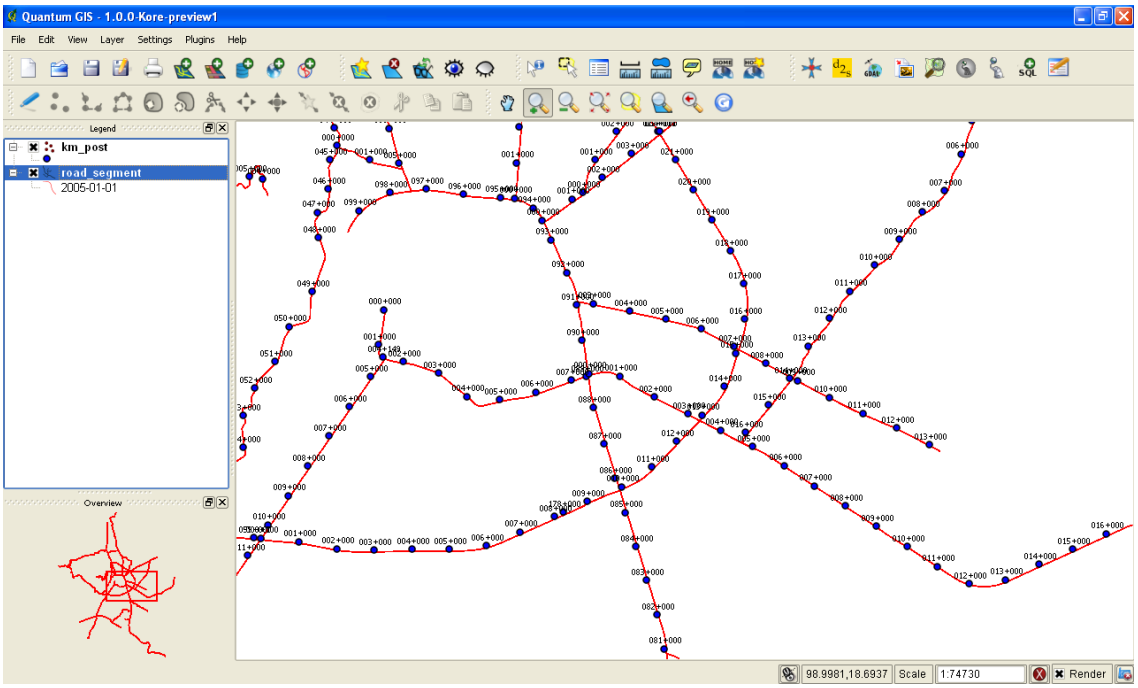
รูปที่ 11 แสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อระบบฐานข้อมูล

- เมื่อทาการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม Connect เพื่อเรียกชั้นข้อมูลต่างๆที่ถูกจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลมาแสดงผลในรูปแบบของแผนที่บน Map Display



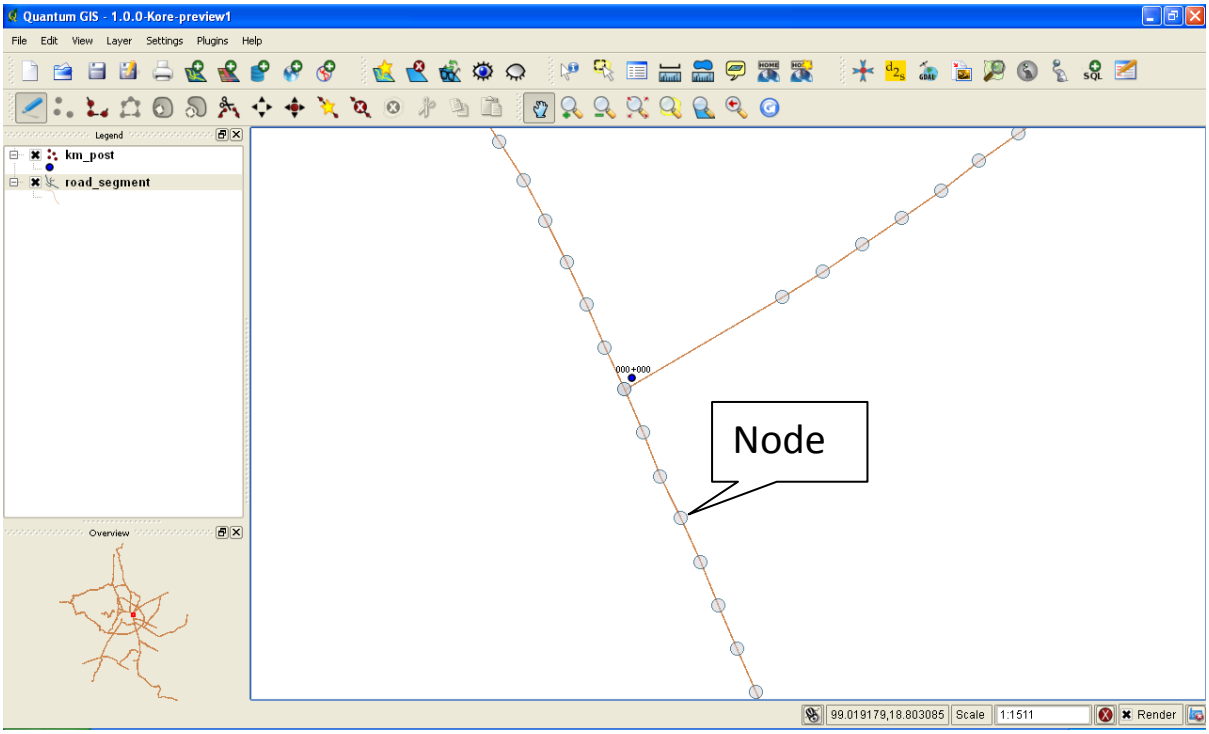
รูปที่ 12 แสดงรายการชั้นข้อมูลภายในระบบฐานข้อมูล PostgreSQL

- ผู้ใช้สามารถทาการปรับแก้ข้อมูลปริภูมิต่างๆในรูปแบบของ Vector Data บนระบบฐานข้อมูลได้ซึ่งจะแสดงผล Map Display โดยกดปุ่ม Toggle editing



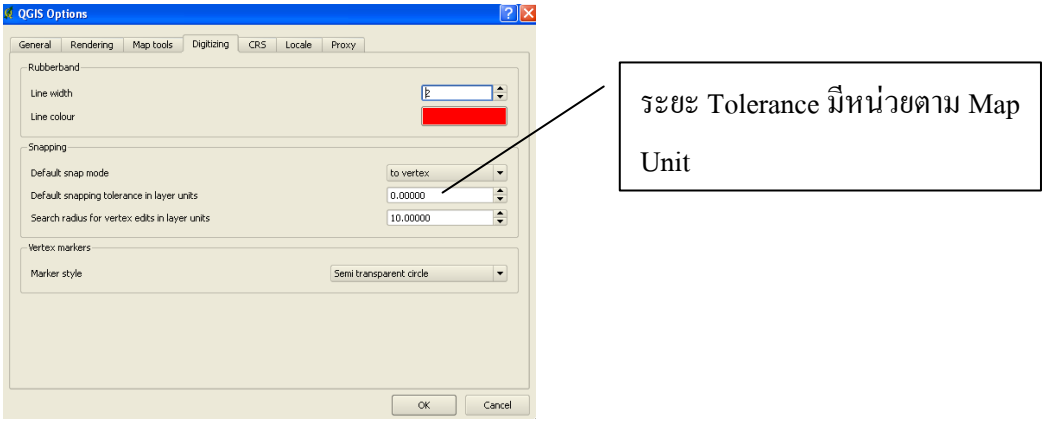
รูปที่ 13 แสดงตัวอย่างข้อมูลสายทางและข้อมูลหลักกิโลเมตร

- เมื่อกดปุ่ม Toggle editing แล้วโปรแกรมจะแสดงจุด (Node) ที่มีค่าพิกัดอ้างอิงบนพื้นผิวโลก สามารถใช้เครื่องมือ Tools Bar เหล่านี้ในการจัดการข้อมูล



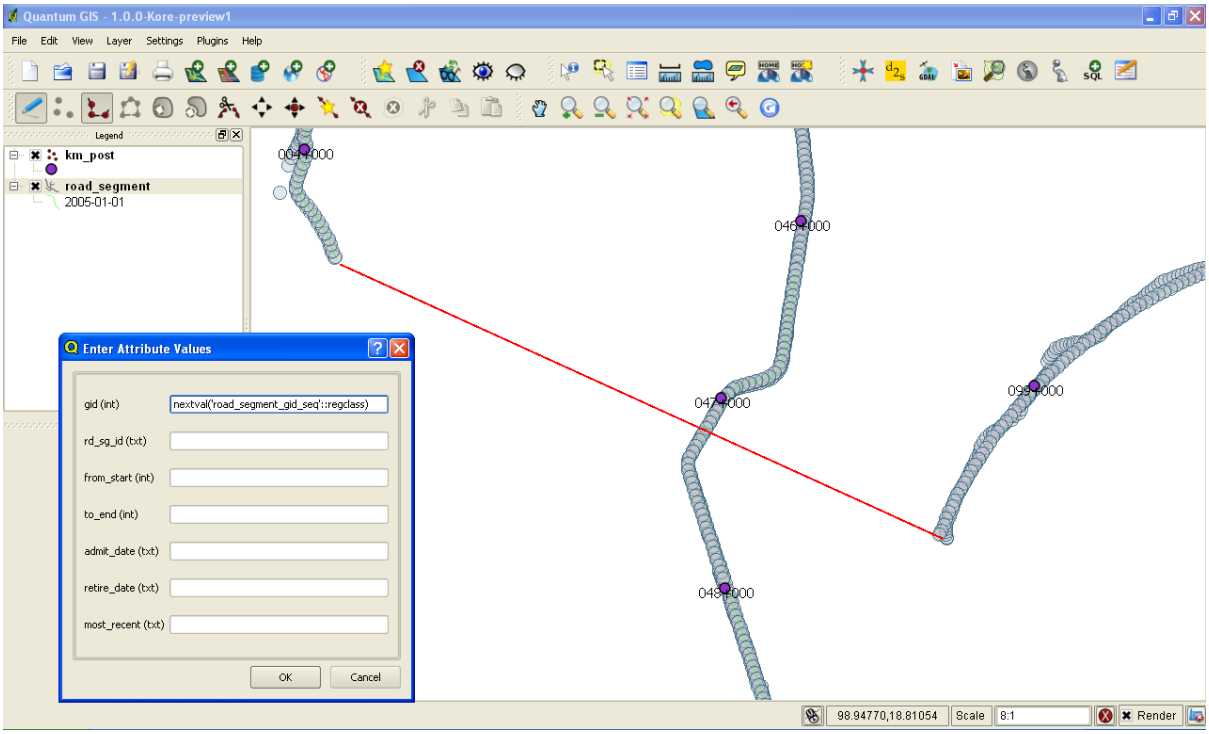
รูปที่ 14 แสดงจุดบนข้อมูลสายทางเมื่อมีการปรับแก้ข้อมูล

- เครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการนาเข้าข้อมูลปริภูมิโดยการ Digitizing สามารถใช้การ Snap เพื่อใช้การปรับแก้ข้อมูลสะดวกและง่ายยิ่งขึ้น

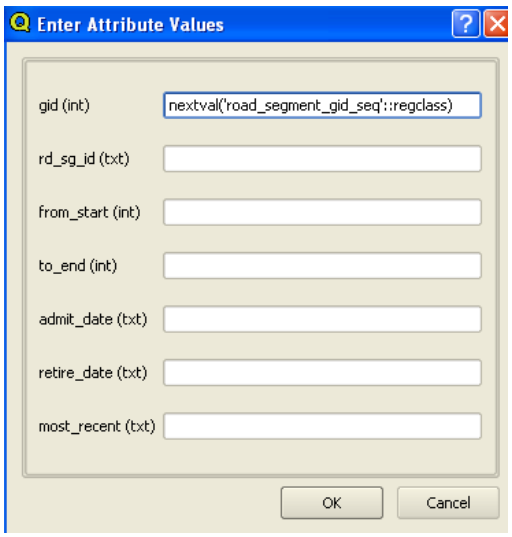


รูปที่ 15 แสดงการกำหนดระยะ Tolerance เพื่อใช้ในการ Snap

- ทาการทดสอบการนาเข้าข้อมูลปริภูมิโดยการ Digitizing เพื่อบันทึกข้อมูลลงสู่ระบบฐานข้อมูล เริ่มจากทาการเปิด Toggle editing แล้วใช้เครื่องมือ Capture Line เพื่อใช้ในการ Digitize ข้อมูลสายทาง เมื่อเสร็จสิ้นการ Digitize แล้วคลิกขวา จากนั้นกรอกข้อมูลอรรถาธิบาย (Attribute Data) ในหน้าต่าง Enter Attribute Value



รูปที่ 16 แสดงการนาเข้าข้อมูลปริภูมิโดยการ Digitizing



รูปที่ 17 แสดงหน้าต่างของ Enter Attribute Value

9. คำอธิบายเครื่องมือที่ใช้ในการปรับแก้ข้อมูลปริภูมิ

เป็นปุ่มที่ใช้เมื่อเริ่มแก้ไขและสิ้นสุดการแกไขข้อมูล

เป็นปุ่มสร้างข้อมูลประเภทจุด (Point)

เป็นปุ่มสร้างข้อมูลประเภทเส้น (Line)

เป็นปุ่มสร้างข้อมูลประเภทพื้นที่รูปปิด (Polygon)

เป็นปุ่มสร้างข้อมูลประเภทพื้นที่รูปปิดแบบกรวง (Ring)

เป็นปุ่มสร้างข้อมูลประเภทพื้นที่รูปปิดแบบ (Multi Polygon)

เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการตัดหรือแบ่งข้อมูลเส้น

เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการเคลื่อนย้าย Feature ที่ต้องการ

เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการเคลื่อนย้าย Node ที่ต้องการ

เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการเพิ่ม Node

เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการลบ Node

เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการลบข้อมูล feature ที่ทาการเลือกไว้ (Selection)

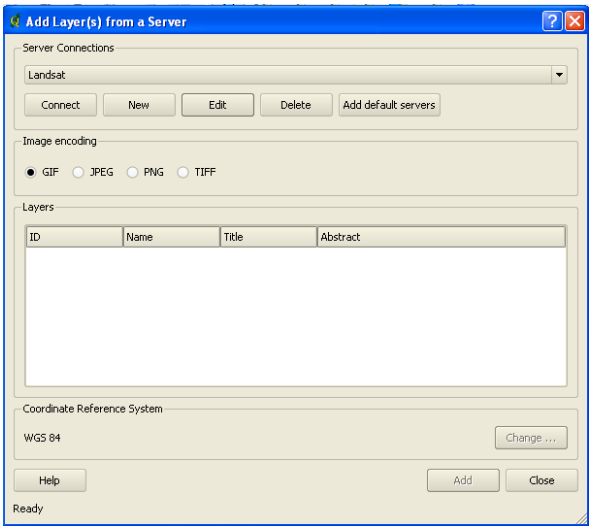
เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการตัดข้อมูล feature

เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการคัดลอกข้อมูล feature

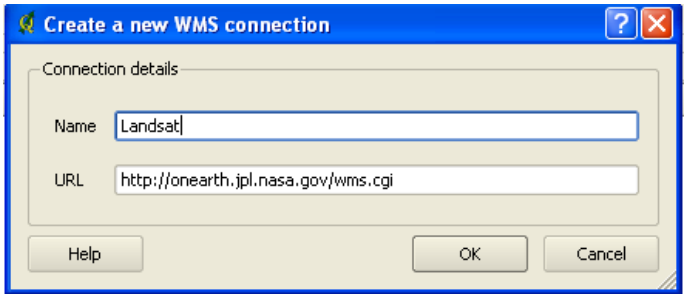
เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการวางข้อมูล feature

10. การร้องขอใช้บริการข้อมูล WMS ผ่านระบบเครือข่าย

กดปุ่ม Add WMS layer เพื่อเรียกเครื่องมือ WMS Server ผ่านระบบเครือข่าย Internet โดยเริ่มต้นกด New Connection



รูปที่ 18 แสดง Add Layers from server



รูปที่ 19 แสดงการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการเชื่อมต่อเพื่อขอใช้บริการข้อมูล WMS

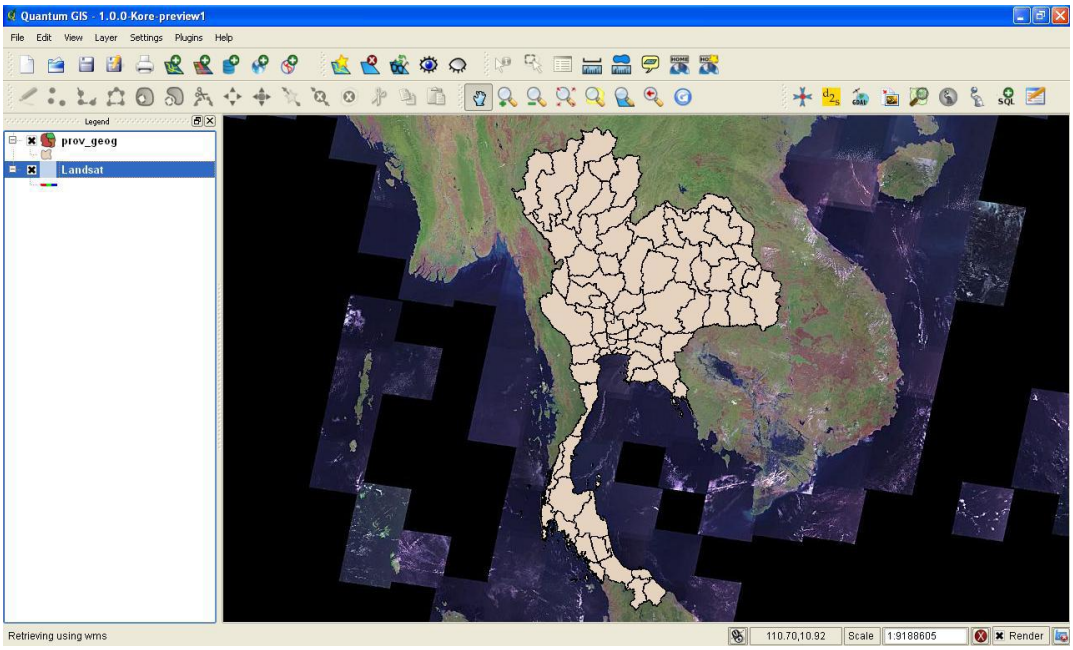
Name	A name for this connection. This name will be used in the Server Connections drop-down box so that you can distinguish it from other WMS Servers.
URL	URL of the server providing the data. This must be a resolvable host name; the same format as you would use to open a telnet connection or ping a host.
Username	Username to access a secured WMS-server. This parameter is optional
Password	Password for a basic authentificated WMS-server. This parameter is optional.

รูปที่ 20 แสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อกับ WMS service

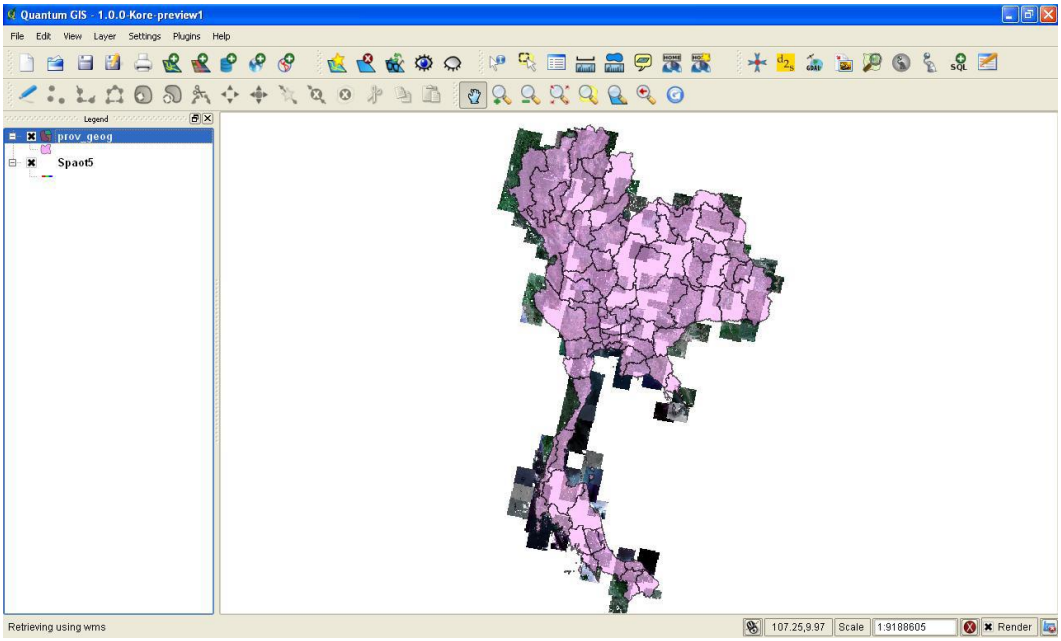
11. ตัวอย่าง URL ที่เปิดให้บริการข้อมูล WMS

1. http://onearth.jpl.nasa.gov/wms.cgi

2. http://dt.gistda.or.th/wms/spot5



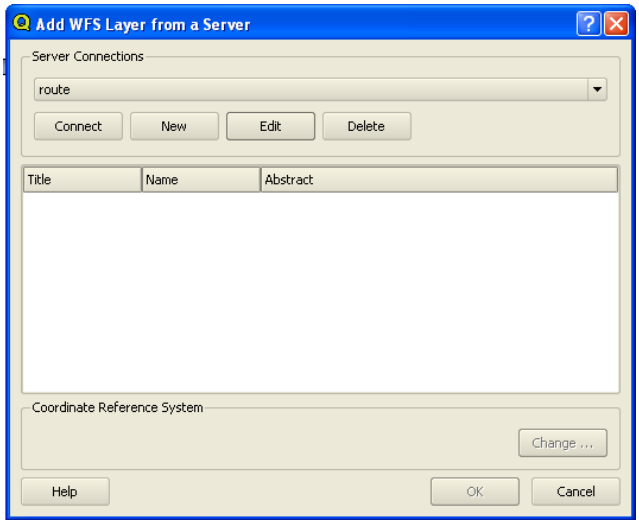
รูปที่ 21 แสดงผลการเชื่อมต่อ http://onearth.jpl.nasa.gov/wms.cgi



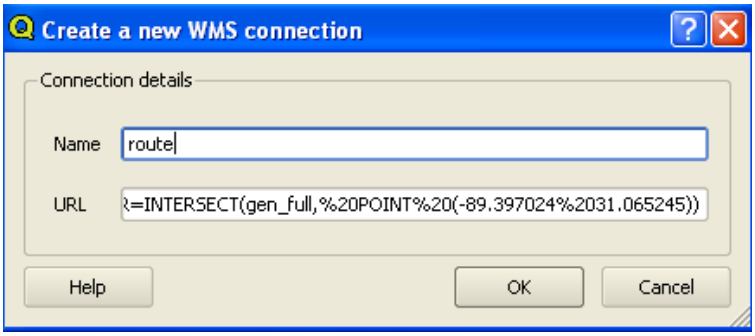
รูปที่ 22 แสดงผลการเชื่อมต่อ http://dt.gistda.or.th/wms/spot5

12. การร้องขอใช้บริการข้อมูล WFS ผ่านระบบเครือข่าย (Web Feature Service)

กดปุ่ม Add WFS Layer เพื่อเรียกเครื่องมือ WFS Server ผ่านระบบเครือข่าย Internet โดยเริ่มต้นกด New Connection



รูปที่ 23 แสดง Add WFS Layer from Server



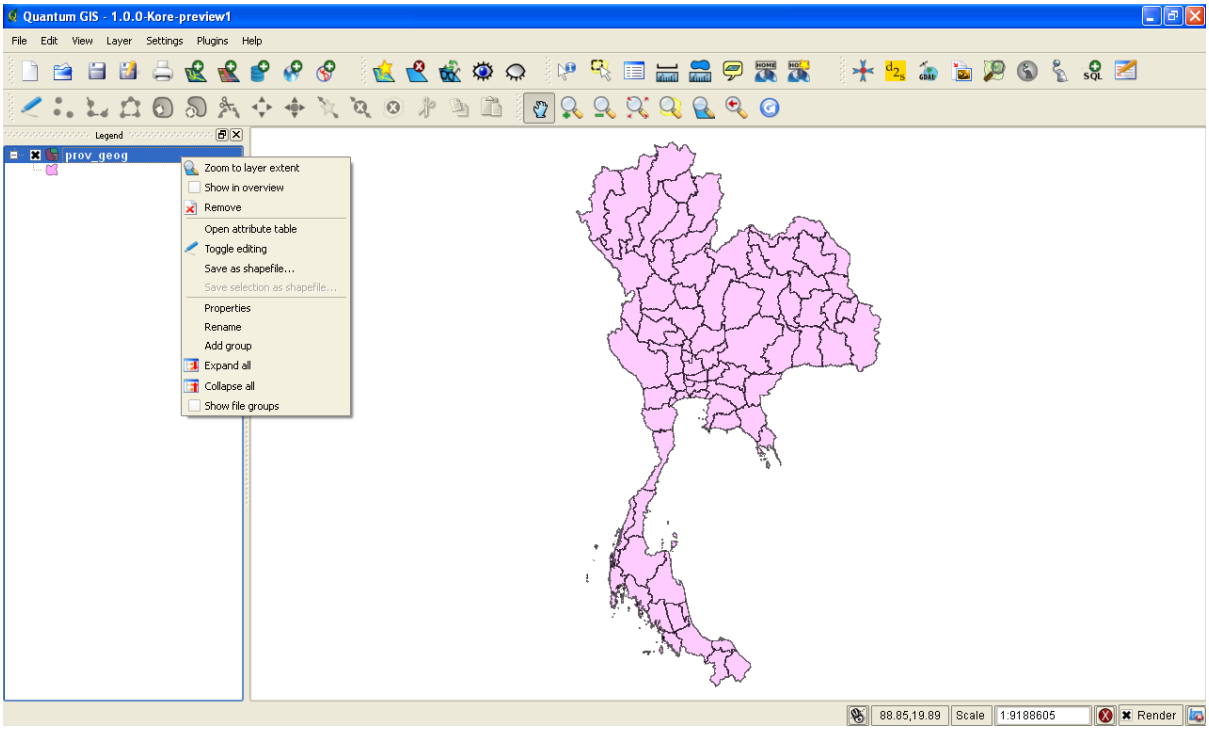
รูปที่ 24 แสดงการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการเชื่อมต่อเพื่อขอใช้บริการข้อมูล WFS

13. ตัวอย่าง URL ที่เปิดให้บริการข้อมูล WFS

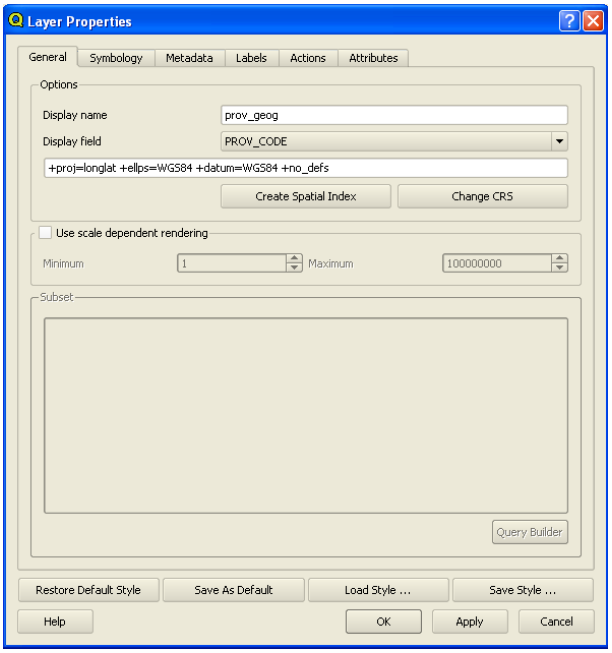
http://sigma.openplans.org:8080/geoserver/wfs?service=WFS&request=GetFeature&typename=roads&CQL_FILTER=INTERSECT(gen_full,%20POINT%20(-89.397024%2031.065245))

14. การกำหนดคุณลักษณะต่างๆของชั้นข้อมูล (Layer Property)

ทาการคลิกขวาที่ชั้นข้อมูลที่ต้องการกำหนดคุณลักษณะที่แสดงผลบน Legend

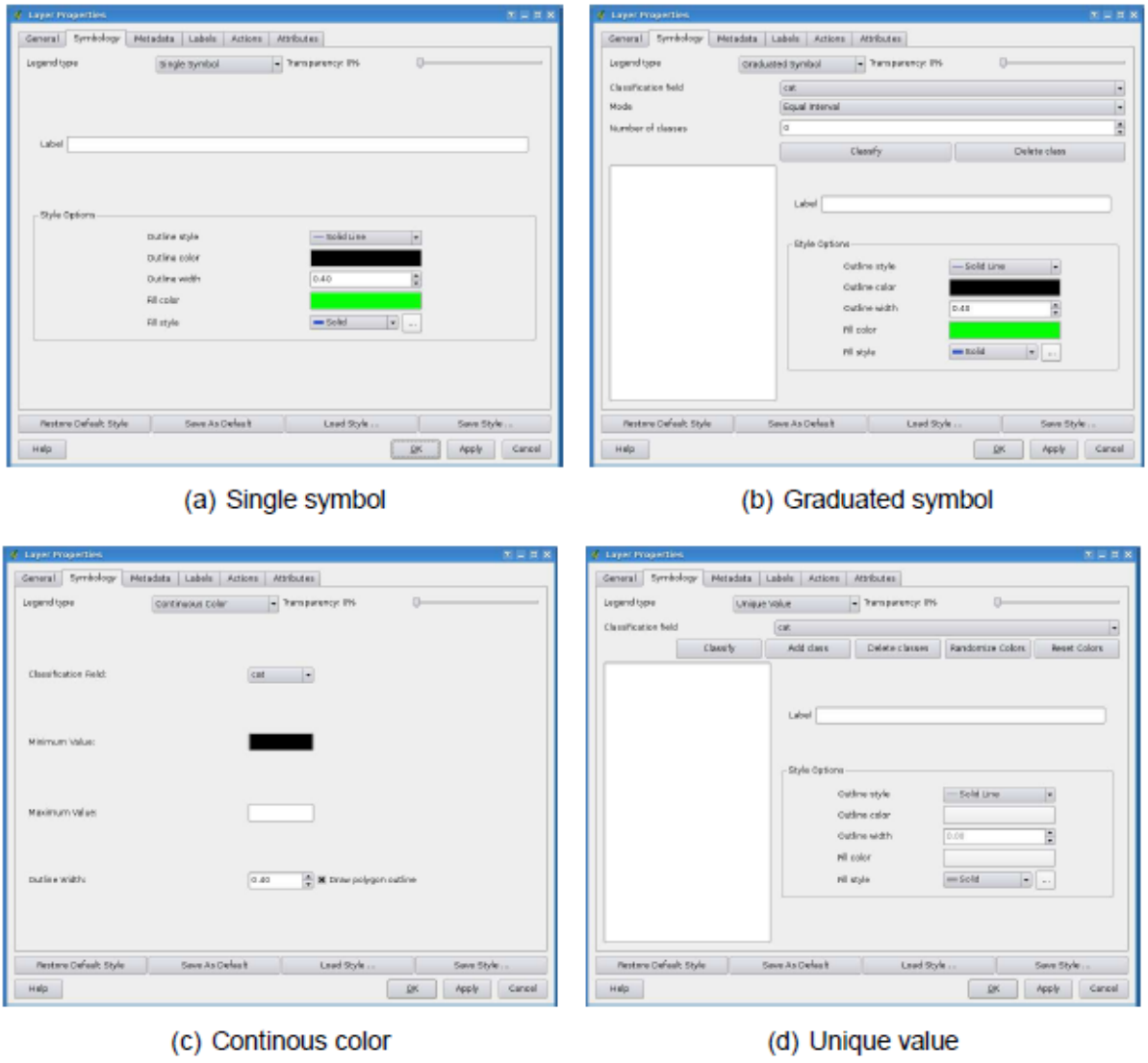


รูปที่ 25 แสดงการกำหนด Layer Property



รูปที่ 26 แสดงการใช้งาน Layer Property

ใน Layer Properties ประกอบด้วย Tab ต่างๆ ดังนี้ General, Symbology, Metadata, Labels, Action, Attribute เป็นต้น



รูปที่ 27 แสดง Symbolizing-options [9]

ภาคผนวก ค
หลักการทำงานของ
ระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสีย

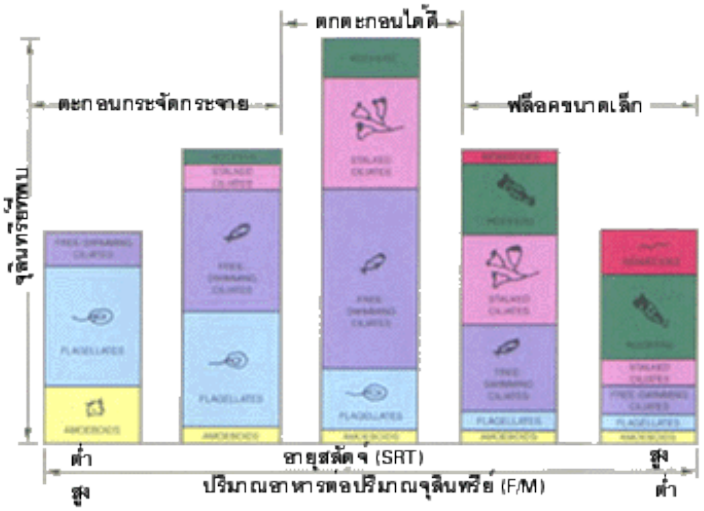
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge Process)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากจำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

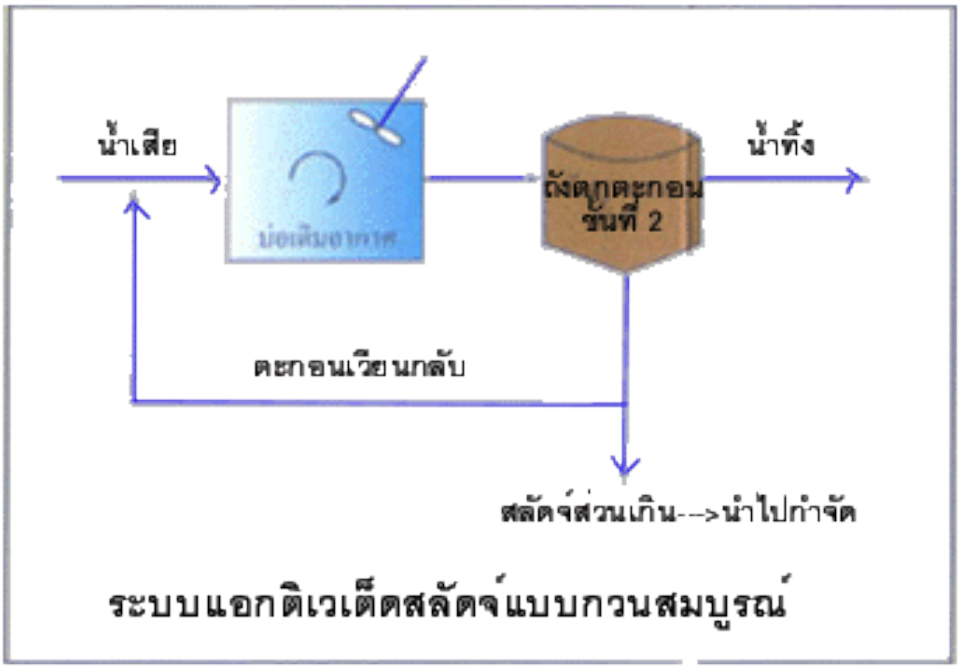
ในปัจจุบัน ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ มีการพัฒนาใช้งานหลายรูปแบบ เช่น ระบบแบบกวนสมบูรณ์ (Completly Mix) กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Process) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) หรือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor)

หลักการทำงานของระบบ

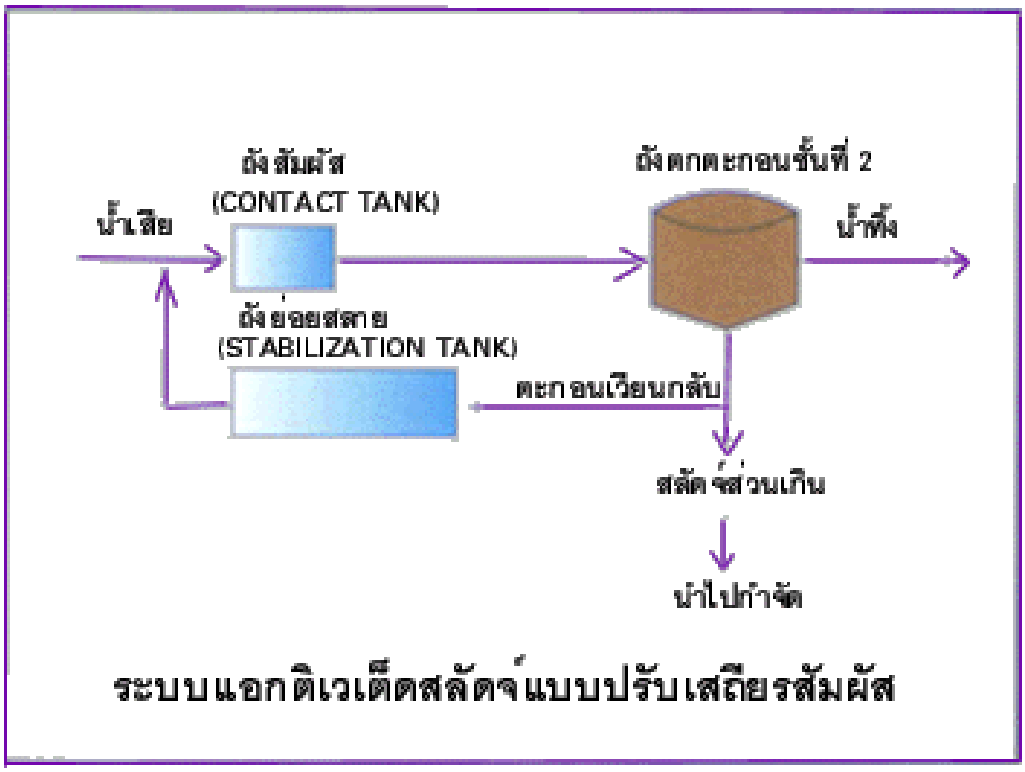
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) โดยน้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังเติมอากาศ ซึ่งมีสลัดจ์อยู่เป็นจำนวนมากตามที่ออกแบบไว้ สภาวะภายในถังเติมอากาศจะมีสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แบบแอโรบิค จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้อยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำในที่สุด น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกสลัดจ์ออกจากน้ำใส สลัดจ์ที่แยกตัวอยู่ที่ก้นถังตกตะกอนส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับเข้าไปในถังเติมอากาศใหม่เพื่อรักษาความเข้มข้นของสลัดจ์ในถังเติมอากาศให้ได้ตามที่กำหนด และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นสลัดจ์ส่วนเกิน (Excess Sludge) ที่ต้องนำไปกำจัดต่อไป สำหรับน้ำใสส่วนบนจะเป็นน้ำทิ้งที่สามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้



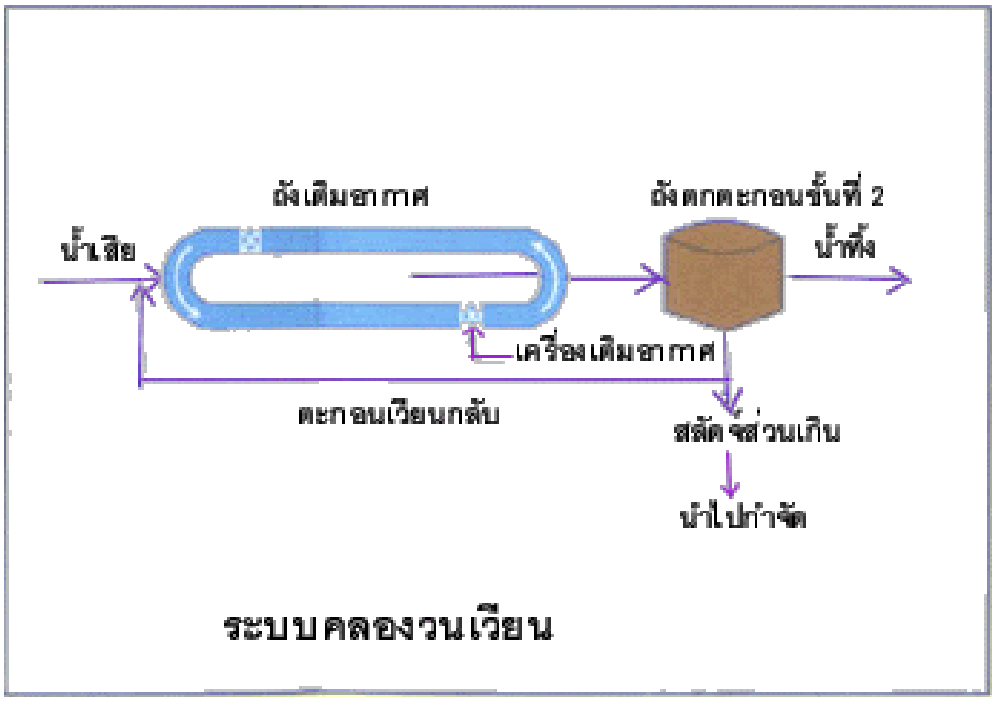
ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์รูปแบบต่าง ๆ



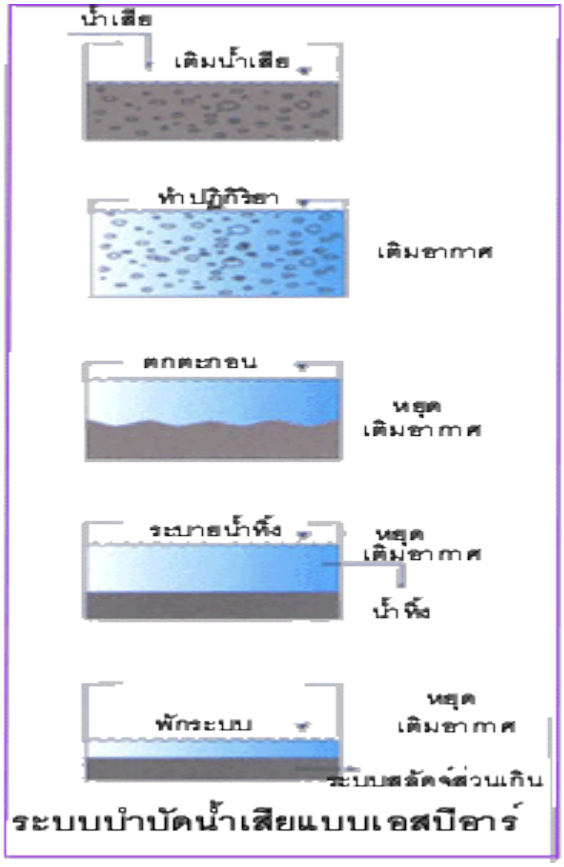
ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ (Completly Mixed Activated Sludge: CMAS) ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ จะต้องมีถังเติมอากาศที่สามารถกวนให้น้ำและสลัดจ์ที่อยู่ในถังผสมเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งถัง ระบบแบบนี้สามารถรับภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Shock Load) ได้ดี เนื่องจากน้ำเสียจะกระจายไปทั่วถึง และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในถังเติมอากาศก็มีค่าสม่ำเสมอทำให้จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่มีลักษณะเดียวกันตลอดทั้งถัง (Uniform Population)



ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Activated Sludge; CSAS) ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ จะแบ่งถังเติมอากาศออกเป็น 2 ถังอิสระจากกัน ได้แก่ ถังสัมผัส (Contact Tank) และถังย่อยสลาย (Stabilization Tank) โดยตะกอนที่สูบมาจากก้นถังตกตะกอนขั้นสองจะถูกส่งมาเติมอากาศใหม่ในถังย่อยสลาย จากนั้นตะกอนจะถูกส่งมาสัมผัสกับน้ำเสียในถังสัมผัส (Contact Tank) เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ในถังสัมผัสนี้ความเข้มข้นของสลัดจ์จะลดลงตามปริมาณน้ำเสียที่ผสมเข้ามาใหม่ น้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้วจะไหลไปยังถังตกตะกอนขั้นที่สองเพื่อแยกตะกอนกับส่วนน้ำใส โดยน้ำใสส่วนบนจะถูกระบายออกจากระบบ และตะกอนที่ก้นถังส่วนหนึ่งจะถูกสูบกลับไปเข้าถังย่อยสลาย และอีกส่วนหนึ่งจะนำไปทิ้ง ทำให้บ่อเติมอากาศมีขนาดเล็กกว่าบ่อเติมอากาศของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ทั่วไป



ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch; OD) ลักษณะสำคัญของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ รูปแบบของถังเติมอากาศจะมีลักษณะเป็นวงรีหรือวงกลม ทำให้น้ำไหลวนเวียนตามแนวยาว (Plug Flow) ของถังเติมอากาศ และรูปแบบการกวนที่ใช้เครื่องกลเติมอากาศตีน้ำในแนวนอน (Horizontal Surface Aerator) รูปแบบของถังเติมอากาศลักษณะนี้จะทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า แอน็อกซิก (Anoxic Zone) ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนละลายในน้ำทำให้ไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^{2-}) ถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) โดยแบคทีเรียจำพวกไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (Nitrosomonas Spp. และ Nitrobactor Spp.) ทำให้ระบบสามารถบำบัดไนโตรเจนได้



ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) ลักษณะสำคัญของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ แบบนี้ คือ เป็นระบบแอกทิเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทเติมเข้า-ถ่ายออก (Fill-and-Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆ คือ การเติมอากาศ (Aeration) และการตกตะกอน (Sedimentation) จะดำเนินการเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกิริยาเดียวกัน โดยการเดินระบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ 1 รอบการทำงาน (Cycle) จะมี 5 ช่วงตามลำดับ ดังนี้

1.) ช่วงเติมน้ำเสีย (Fill) นำน้ำเสียเข้าระบบ

2.) ช่วงทำปฏิกิริยา (React) เป็นการลดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (BOD)

3.) ช่วงตกตะกอน (Settle) ทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกลงก้นถังปฏิกิริยา

4.) ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Draw) ระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด

5.) ช่วงพักระบบ (Idle) เพื่อซ่อมแซมหรือรอรับน้ำเสียใหม่ โดยการเดินระบบสามารถเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในแต่ละช่วงได้ง่ายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการบำบัด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นของระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์

ปัญหาตะกอนไม่จมตัว (Bulking Sludge) และการเกิดตะกอนลอย (Rising Sludge)

ตะกอนไม่จมตัว (Bulking Sludge)

เกิดจากสภาวะที่มีจุลินทรีย์จำพวกเส้นใย (Filamentous Organism) มากเกินไป โดยจุลินทรีย์จำพวกเส้นใยเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้ตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศไม่จับตัวกันเป็นฟล็อค (Floc) เมื่อไหลไปยังถังตกตะกอนจะพบว่าตะกอนจุลินทรีย์เหล่านี้จะลอยขึ้นมาคล้ายลูกคลื่นเป็นชั้นตลอดทั่วทั้งถังตกตะกอน

การควบคุมจุลินทรีย์จำพวกเส้นใยสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การเติมคลอรีนหรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงในตะกอนจุลินทรีย์ที่สูบกลับ (Return Sludge) การป้องกันการเกิดจุลินทรีย์เส้นใยในระบบนั้นต้องควบคุมให้ระบบมีสภาวะการทำงานที่เหมาะสม ได้แก่ การควบคุมค่าออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศไม่ให้น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และการเติมสารอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในปริมาณที่พอเหมาะ การควบคุมพีเอชไม่ให้ต่ำกว่า 6.5 เป็นต้น

ตะกอนลอย (Rising Sludge)

เกิดจากสภาวะดิไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนไนไตรท์ และไนเตรท เป็นก๊าซไนโตรเจน โดยก๊าซไนโตรเจนจะสะสมตัวอยู่ใต้ชั้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังตกตะกอนจนมากพอที่จะดันให้ตะกอนจุลินทรีย์เหล่านั้นลอยขึ้นมาเป็นก้อนใหญ่ ๆ เมื่อลอยขึ้นมาจนถึงผิวน้ำแล้วจะแตกกระจายออกเป็นแผ่นมองเห็นฟองก๊าซเล็ก ๆ ลอยขึ้นมากับตะกอน

การแก้ปัญหาตะกอนลอย ได้แก่ การเพิ่มอัตราการสูบตะกอนกลับจากถังตกตะกอนเพื่อลดระยะเวลาเก็บกักตะกอนในถังตกตะกอน หรือลดอายุสลัดจ์ (Sludge Age) โดยการเพิ่มอัตราการระบายตะกอนส่วนเกิน (Excess Sludge) ทิ้ง

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon หรือ AL)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) ที่ติดตั้งแบบทุ่นลอย หรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอ สำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) ได้ร้อยละ 80-95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic) โดยมีเครื่องเติมอากาศซึ่งนอกจากจะทำหน้าเพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึงภายในบ่อ

หลักการทำงานของระบบ

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ สามารถบำบัดน้ำเสียได้ทั้งน้ำเสียจากแหล่งชุมชนที่มีความสกปรกค่อนข้างมาก และน้ำเสียจากอุตสาหกรรม โดยปกติจะออกแบบให้บ่อมีความลึกประมาณ 2-6 เมตร ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (Detention Time) ภายในบ่อเติมอากาศประมาณ 3-10 วัน และเครื่องเติมอากาศจะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพสามารถทำให้เกิดการผสมกันของตะกอนจุลินทรีย์ ออกซิเจนละลายในน้ำ และน้ำเสีย นอกจากนี้จะต้องมีบ่อบ่ม (Polishing Pond หรือ Maturation Pond) รับน้ำเสียจากบ่อเติมอากาศเพื่อตกตะกอนและปรับสภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งนี้จะต้องควบคุมอัตราการไหลของน้ำภายในบ่อบ่มและระยะเวลาเก็บกักให้เหมาะสมไม่นานเกินไป เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณของสาหร่าย (Algae) ในบ่อบ่มมากเกินไป

ส่วนประกอบของระบบ

ระบบบ่อเติมอากาศส่วนใหญ่จะประกอบด้วยหน่วยบำบัด ดังนี้

1.บ่อเติมอากาศ (จำนวนบ่อขึ้นอยู่กับการออกแบบ)

2.บ่อบ่มเพื่อปรับสภาพน้ำทิ้ง (จำนวนบ่อขึ้นอยู่กับการออกแบบ)

3.บ่อเติมคลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อโรค จำนวน 1 บ่อ

อุปกรณ์ที่สำคัญของระบบบ่อเติมอากาศ ได้แก่ เครื่องเติมอากาศ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ออกซิเจนแก่น้ำเสีย เครื่องเติมอากาศแบ่งออกได้ 4 แบบใหญ่ ๆ คือ เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า (Surface Aerator) เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ (Turbine Aerator) เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator) และเครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีด (Jet Aerator)

เครื่องเติมอากาศที่ผิวหน้า (Surface Aerator) จะทำหน้าที่ตีน้ำที่ระดับผิวบนให้กระจายเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขึ้นมาเพื่อสัมผัสกับอากาศเพื่อรับออกซิเจน ในขณะเดียวกันก็จะเป็นการกวนน้ำให้ผสมกันเพื่อกระจายออกซิเจน และมลสารในน้ำเสียให้ทั่วบ่อ

เครื่องเติมอากาศเทอร์ไบน์ใต้น้ำ (Submerged Turbine Aerator) มีลักษณะการทำงานผสมกันระหว่างระบบเป่าอากาศ และระบบเครื่องกลเติมอากาศ กล่าวคือ อากาศหรือออกซิเจนจะเป่ามาตามท่อมาที่ใต้ใบพัดตีน้ำ จากนั้นอากาศจะถูกใบพัดเทอร์ไบน์ (Turbine) ตีฟองอากาศขนาดเล็กกระจายไปทั่วถังเติมอากาศ เครื่องเติมอากาศชนิดนี้มีความสามารถในการให้ออกซิเจนสูง แต่มีราคาแพงและต้องการการบำรุงรักษามากกว่าแบบอื่น

เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator) มีลักษณะผสมกันระหว่างเครื่องสูบน้ำ (Pump) เครื่องดูดอากาศ (Air Blower) และเครื่องตีอากาศให้ผสมกับน้ำ (Disperser) อยู่ในเครื่องเดียวกัน แต่มีข้อจำกัดด้านการกวนน้ำ (Mixing)

เครื่องเติมอากาศแบบหัวฉีดน้ำ (Jet Aerator) มี 2 แบบ คือ แบบแรกใช้หลักการทำงานของ Venturi Ejector และแบบที่สองจะเป็นการสูบฉีดน้ำลงบนผิวน้ำ การทำงานของแต่ละแบบมีดังนี้\

แบบ Venturi Ejector

อาศัยเครื่องสูบน้ำแบบใต้น้ำฉีดน้ำผ่านท่อที่มีรูปร่างเป็น Venturi เพื่อเพิ่มความเร็วของน้ำจนกระทั่งเกิดแรงดูดอากาศจากผิวน้ำลงมาผสมกับน้ำก็จะถ่ายเทออกซิเจนลงไปในน้ำ การใช้เครื่องเติมอากาศแบบนี้เหมาะสำหรับน้ำเสียที่ไม่มีเศษขยะหรือของแข็งขนาดใหญ่เพื่ออาจเข้าไปอุดตันในท่อ Venturi ได้ง่ายแบบสูบฉีดน้ำลงบนผิวน้ำ (Water Jet Aerator) เป็นการสูบน้ำจากถังเติมอากาศมาฉีดด้วยความเร็วสูงสงที่ผิวน้ำซึ่งจะเกิดการกระจายของอากาศลงไปตามแรงฉีดเข้าไปในน้ำ

ข้อดีของบ่อเติมอากาศ

ได้แก่ ค่าลงทุนก่อสร้างต่ำประสิทธิภาพของระบบสูง สามารถรับการเพิ่มภาระมลพิษอย่างกะทันหัน (Shock Load) ได้ดี มีกากตะกอนและกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นน้อย การดำเนินการและบำรุงรักษาง่าย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม

ข้อเสียของระบบ

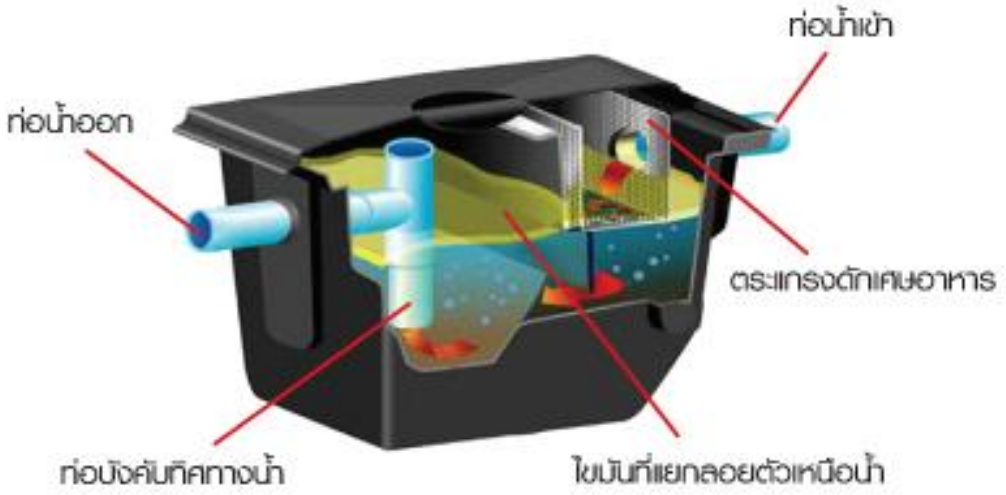
คือ มีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศ และค่าซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศ

ถังดักไขมัน หรือ บ่อดักไขมัน

การทำงานของบ่อดักไขมัน

การทำงานของถังดักไขมันมีหลักการง่ายๆ คือ การใช้วิธีแทนที่ของน้ำ คือ น้ำที่อยู่ในถัง จะถูกแทนที่จากน้ำทยอยไหลเข้าไปและต้อง ให้น้ำในถังมีเวลาพอที่แยกไขมันกับน้ำดี ออกจากกัน จึงจำเป็นต้องมีแผงกั้นตรงกลาง ระหว่างถังเพื่อลดความเร็วของน้ำที่ไหลผ่าน เข้ามาไม่ให้กระทบกับการแยกตัวของน้ำกับไขมันให้มากที่สุด ดังนั้นถังดักไขมันยิ่งใหญ่ ยิ่งมีประสิทธิภาพมาก

ส่วนประกอบของถังดักไขมัน



ถังดักไขมันแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ตะแกรงดักเศษอาหาร จะช่วยกรองเศษอาหาร และสิ่งสกปรกต่างๆ เป็นการลด ความสกปรกในขั้นแรก

2. ส่วนแยกไขมันของน้ำ น้ำที่ผ่านการกรองเศษอาหารจะไหลผ่านไปอีกช่องหนึ่งของถัง ด้วยการออกแบบที่เหมาะสมตามทิศทางการไหลของน้ำจะมีประสิทธิภาพในการแยกและสกัด ไขมันที่ลอยอยู่เหนือผิวน้ำ

3. ท่ออ่อนระบายไขมัน เมื่อไขมันถูกแยกจากน้ำที่สะสมอยู่ภายในตัวถัง ในระยะเวลา 7-10 วัน ก็สามารถระบายไขมันออกทางท่ออ่อนลงถุง เพื่อนำไปทิ้งต่อไป

น้ำทิ้งจากที่พักอาศัย ร้านค้า ร้านอาหาร ที่ผ่านกระบวนการของถังดักไขมัน จึงเป็นน้ำ ที่ได้มาตรฐาน สามารถระบายลงแหล่งน้ำสาธารณะได้โดยไม่ก่อให้เกิดมลพิษแต่อย่างใด

การติดตั้งถังดักไขมัน ควรวางไว้ใกล้กับอ่างล้างจาน และเดินท่อน้ำเสียจากอ่างล้างจาน มาเข้าถังดักไขมัน เดินท่อน้ำทิ้งจากถังดักไขมันไปยังรางระบายน้ำสาธารณะ

ความลาดเอียงของท่อ เท่ากับ 1:100

การดูแลรักษาถังดักไขมัน ควรนำตะกร้าดักเศษอาหารทิ้งทุกวัน เพื่อไม่ให้เศษอาหาร เกิดการบูดเน่า ควรระบายไขมันที่ลอยอยู่ออกทางท่อระบายไขมัน ทุก 7-10 วัน หรือตักไขมันออก ควรล้างถังดักไขมัน ทุก 4-5 เดือน โดยการถอดวาล์วที่ก้นถังออก [11]

ภาคผนวก ง
ราคากลางจากสำนักงบประมาณ

ราคากลางจากสำนักงบประมาณแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

งานวางท่อกลม ค.ส.ล.

ราคาท่อ ค.ส.ล. + ระยะทางขนส่ง + ค่าวางท่อและค่าเทคอนกรีตรองพื้น

บาท : ท่อน

ลักษณะงาน	ระยะทางขนส่ง (ก.ม.)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (เมตร)						
		1.50	1.20	1.00	0.80	0.60	0.40	0.30
1.ราคาท่อ + ค่าขนส่ง	50	2,944	1,959	1,450	973	577	350	257
	100	2,970	1,979	1,464	982	583	355	260
	140	3,032	2,025	1,495	1,002	599	365	268
	180	3,095	2,073	1,526	1,023	615	376	275
	220	3,155	2,118	1,556	1,043	630	386	282
ค่าวางท่อกลม คสล.		**303.55**	**231.02**	**189.32**	**154.29**	**113.28**	**78.82**	**51.44**
2.ราคาท่อ+ค่าขนส่ง+	50	3,248	2,190	1,639	1,127	690	429	308
ค่าวางท่อกลม คสล.	100	3,274	2,210	1,653	1,136	696	434	311
	140	3,336	2,256	1,684	1,156	712	444	319
	180	3,399	2,304	1,715	1,177	728	455	326
	220	3,459	2,349	1,745	1,197	743	465	333
ค่าเทคอนกรีตรองพื้น		**284.92**	**251.40**	**217.88**	**184.36**	**150.84**	**100.56**	**83.80**
3.ราคาท่อ+ค่าขนส่ง +	50	3,532	2,441	1,857	1,312	841	529	392
ค่าวางท่อกลม คสล. +	100	3,558	2,461	1,871	1,321	847	534	395
ค่าเทคอนกรีตรองพื้น	140	3,620	2,507	1,902	1,341	863	544	403
	180	3,683	2,555	1,933	1,362	879	555	410
	220	3,743	2,600	1,963	1,382	894	565	417

หมายเหตุ : ดูรายละเอียดในภาคผนวกหน้า ผ - 42 ถึง ผ - 44