การคาดการณ์สถานการณ์น้ำเสียเพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชนโคกสูง ตำบลโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

นายธนาสิทธิ์ ดำนิล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2556

การคาดการณ์สถานการณ์น้ำเสียเพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชนโคกสูง ตำบลโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบโครงงาน

_____

(ผศ. ดร.พรศิริ จงกล)
ประธานกรรมการ

_____

(รศ. ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน)

_____

(ผศ. ดร.ปรียาพร โกษา)
กรรมการ

_____

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ธนาสิทธิ์ ดำนิล : การคาดการณ์สถานการณ์น้ำเสียเพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชน โคกสูง ตำบลโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา (PREDICTION OF WASTEWATER SITUATION IN KOKSUNG COMMUNITY FOR FURTHER GROWTH OF THE COMMUNITY) : อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์สถานการณ์น้ำเสียเพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชนโดยพื้นที่ศึกษาในโครงงานนี้เป็นพื้นที่ ตำบลโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียในชุมชนโคกสูงในอนาคต การศึกษาประกอบด้วย การคาดการณ์ด้านประชากร ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน การขยายตัวของเทศบาลตำบลโคกสูงในอนาคต แหล่งกำเนิดน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสีย ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย ปริมาณน้ำใช้ ปัญหาที่เกี่ยวกับการระบายน้ำ ข้อกำหนดและเกณฑ์การออกแบบ ผลการศึกษาพบว่า สถานการณ์น้ำเสียชุมชนโคกสูงอยู่ในระดับที่เฝ้าระวัง เนื่องจากมีแนวโน้มการขยายของภาคครัวเรือน อุตสาหกรรม ในอนาคตโดยจะข้อมูลดังกล่าวใช้ประกอบในการเสนอของบประมาณดำเนินการกับหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

THANASITH DUMNIL : PREDICTION OF WASTEWATER SITUATION IN KOKSUNG COMMUNITY FOR FURTHER GROWTH OF THE COMMUNITY. ADVISOR : ASSOC. PROF. AVIRUT CHINKULKIJNIWAT, Ph. D.

This project aims to predict a wastewater situation to prepare for growth of a community. The studied area in this project is Khoksung community in Muang district, Nakhon Ratchasima province, Thailand. Results from this study will be useful for preliminary design of wastewater treatment systems that serves for growth of the community. The components of this study includes an expectations of the population growth, land use, an expansion of the community, sources of wastewater, an amount of wastewater, properties of wastewater, an amount of water supply consumption, drainage characteristics of the studied area, and requirements and design criteria of wastewater treatment system. It is found that a current situation of wastewater in the studied area is critical and need care observation because the studied area is likely to expand due to industrial investigation ay near future.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Civil Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2013 Advisor's Signature_____

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาและคาดการณ์สถานการณ์น้ำเสียในชุมชนโคกสูง ตำบลโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา สามารถดำเนินการสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากหลายท่านที่ได้อนุเคราะห์ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง โดยเฉพาะ รองศาสตราจารย์ ดร. อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้การศึกษาวิจัยสำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี ผู้ศึกษาวิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ให้แก่ผู้ศึกษา ซึ่งเป็นความรู้และประสบการณ์ที่มีค่าและมีประโยชน์ในการทำงานของผู้ศึกษาต่อไป ขอกราบขอบพระคุณสำนักงานสิ่งแวดล้อม ภาค 11 (นครราชสีมา) สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนครราชสีมา สำนักงานเทศบาลตำบลจอหอ สำนักงานเทศบาลตำบลโคกสูง ตลอดจนผู้นำชุมชน กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน และประชาชนในพื้นที่ชุมชนโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงเกิดมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญุตา แด่ บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธนาสิทธิ์ ดำนิล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข
กิตติกรรมประกาศ ค
สารบัญ ง
สารบัญตาราง ช
สารบัญรูปภาพ ซ
บทที่
1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.3.1 พื้นที่โครงการ 2
1.3.2 การออกแบบ 2
1.3.3 การเก็บข้อมูลน้ำเสีย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 บ่อปรับเสถียร 3
2.1.1 บ่อปรับเสถียรประเภทต่าง ๆ 3
2.1.2 รูปแบบการวางผังสำหรับระบบบ่อปรับเสถียร 4
2.2 บ่อแอโรบิก 5
2.2.1 การพิจารณาออกแบบ 7
2.3 บ่อแฟคัลเททีฟ 10
2.3.1 การพิจารณาออกแบบ 11
2.4 บ่อบ่มหรือบ่อขัดแต่ง 13
2.5 บ่อปลา 14
2.6 ระบบบึงประดิษฐ์ 15
2.6.1 การพิจารณาออกแบบ 17

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.7 สระเติมอากาศ 17
2.7.1 สระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์ 18
2.7.2 สระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน 18
2.7.3 สระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์ 19
2.7.4 การกวนผสมและการเติมอากาศ 20
2.8 ระบบสระเติมอากาศรูปแบบผสม 21
3 วิธีดำเนินการศึกษา 23
3.1 การสำรวจสภาพและรวบรวมข้อมูล 23
3.2 การศึกษาสภาพปัญหา 23
3.3 การศึกษารูปแบบระบบบำบัด และกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา 24
4 การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล 25
4.1 การศึกษาด้านประชากรและการใช้ที่ดิน 25
4.1.1 การศึกษาด้านประชากร 25
4.1.1.1 การสำรวจจำนวนประชากร 25
4.1.1.2 ประชากรตามทะเบียนราษฎร์ 25
4.1.1.3 ประชากรแฝง 25
4.1.1.4 ประชากรจร 26
4.1.1.5 การคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต 27
4.1.2 การศึกษาด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน 30
4.1.2.1 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน 30
4.1.2.2 แนวโน้มการขยายตัวของเทศบาลตำบลโคกสูงในอนาคต 31
4.1.3 การกระจายตัวของประชากรและการคาดการณ์การขยายตัวในอนาคต 31
4.1.3.1 การกระจายตัวของประชากร 31
4.1.3.2 คาดการณ์การขยายตัวของชุมชนเทศบาลตำบลโคกสูง ในอนาคต 31
4.1.4 การศึกษาปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสีย 34
4.1.4.1 แหล่งกำเนิดน้ำเสีย 34
4.1.4.2 ปริมาณน้ำเสีย 34
4.1.4.3 ปริมาณน้ำใช้ 35
4.1.4.4 อัตราการใช้น้ำ 37

4.1.4.5 การประเมินปริมาณน้ำเสีย และการคาดการณ์ในอนาคต 40
4.1.4.6 การตรวจวัดปริมาณน้ำเสีย 43
4.1.4.7 การประเมินอัตราการเกิดน้ำเสีย 47
4.1.4.8 ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย 48
4.1.4.9 คาดการณ์ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย 52
4.1.4.10 แหล่งรับน้ำทิ้งสุดท้าย 53
4.1.4.11 ปัญหาที่เกี่ยวกับการระบายน้ำ 54
4.1.4.12 ข้อกำหนดและเกณฑ์การออกแบบ 56
5 ผลการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสีย 60
5.1 การพิจารณาเกณฑ์ด้านต่างๆของระบบบำบัดน้ำเสีย 60
5.2 การพิจารณาเลือกที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย 61
5.2.1 ตำแหน่งที่ตั้ง 61
5.2.2 สภาพการที่ดิน 61
5.2.3 พื้นที่ที่เหมาะสมในการดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย 61
เอกสารอ้างอิง 64
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง 65
ภาคผนวก ข มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินและน้ำทิ้งจากอาคาร 67
ประวัติผู้เขียน 72

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เกณฑ์การออกแบบบ่อปรับเสถียรประเภทต่าง ๆ (อุณหภูมิเฉลี่ย 20 ^{o}ซ)	8
2.2	เกณฑ์การออกแบบบึงประดิษฐ์	17
2.3	ลักษณะของสระเติมอากาศเปรียบเทียบกับระบบเอเอส	19
2.4	ตัวอย่างข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องเติมอากาศผิวน้ำแบบรอบช้า	20
4.1	จำนวนประชากรและอัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรเทศบาลตำบลโคกสูง	26
4.2	การคาดการณ์ประชากรเทศบาลตำบลโคกสูง ในอีก 20 ปีข้างหน้า พ.ศ. 2555 – 2574	29
4.3	จำนวนประชากรและครัวเรือนที่ใช้น้ำประปาในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง	35
4.4	จำนวนครัวเรือนที่ใช้น้ำ (มกราคม-ธันวาคม พ.ศ.2555)	36
4.5	ปริมาณการใช้น้ำในแต่ละชุมชน (มกราคม-ธันวาคม พ.ศ.2555)	37
4.6	ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้น้ำของประชากรในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง	38
4.7	การประเมินอัตราการใช้น้ำและปริมาณน้ำใช้ในอนาคต	39
4.8	การประเมินปริมาณน้ำเสียสูงสุดที่จะเกิดขึ้นในอนาคต 20 ปี ในแต่ละชุมชน	40
4.9	การประเมินปริมาณน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นในอนาคต 20 ปี เทศบาลตำบลโคกสูง	41
4.10	ผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่ 1	44
4.11	ผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่ 2	45
4.12	ผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่ 3	46
4.13	อัตราการเกิดน้ำเสียในแต่ละพื้นที่	47
4.14	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง	48
4.15	ค่าสมมูลย์ประชากรของน้ำเสียชุมชนจากปลายท่อระบายน้ำในประเทศไทย	50
4.16	การคาดการณ์ลักษณะสมบัติของน้ำเสียชุมชน เทศบาลตำบลโคกสูงที่มีการรวบรวมน้ำเสียแบบท่อรวม	53
4.17	ผลการวิเคราะห์สภาพการระบายน้ำในปัจจุบัน เทศบาลตำบลโคกสูง	57
5.1	เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย	60
ก.1	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง	66
ข.1	มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	68
ข.2	ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด	70

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	รูปแบบการวางผังระบบบ่อปรับเสถียรแบบต่าง ๆ	5
2.2	ความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกันของสาหร่ายและแบคทีเรียในบ่อแอโรบิก	6
2.3	การคำนวณพื้นที่และปริมาตรที่จุดกึ่งกลางความลึกของบ่อ	9
2.4	ปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบ่อแฟคัลเททีฟ	10
2.5	แบบการเลี้ยงปลาแบบต่าง ๆ ในระบบบ่อปรับเสถียร	15
2.6	ตัวอย่างการวางผังเครื่องเติมอากาศสำหรับระบบสระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์	21
2.7	ระบบสระเติมอากาศแบบผสม	22
4.1	คาดการณ์การกระจายตัวของประชากรในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง ปี 2566	32
4.2	คาดการณ์การกระจายตัวของประชากรในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง ปี 2576	33
4.3	กราฟแสดงผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่ 1	45
4.4	กราฟแสดงผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่ 2	46
4.5	กราฟแสดงผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่ 3	47
4.6	สภาพการระบายน้ำบริเวณปลายท่อระบายน้ำในปัจจุบัน	55
5.1	พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย 1	62
5.2	พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย 2	63

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันตำบลโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ 48.2 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 4 ของเนื้อที่ทั้งหมดของอำเมืองนครราชสีมา จำนวน 11 หมู่บ้าน ตั้งอยู่บนที่ราบสูงโคราช เขตการปกครองของอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของอำเภอเมืองนครราชสีมา อยู่ห่างจากที่ว่าการอำเภอประมาณ 15 กิโลเมตร มีทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 205 (ถนนสุรนารายณ์) ตัดผ่านจากทางทิศใต้เฉียงไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ แล้วขึ้นไปทางเหนือตำบล บริเวณทางใต้ของตำบล พื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นที่ตั้งบ้านเรือนของชุมชนหมู่บ้านต่าง ๆ ตามบริเวณที่ ทางหลวงจังหวัดหมายเลข 2198 แยกจากทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 205 (ถนนสุรนารายณ์) มีประชากรทั้งสิ้น 3,532 คน แยกเป็นชาย 1,651 คน หญิง 1,881คน จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นของพบว่า พื้นที่บริเวณตำบลโคกสูง มีชุมชนหนาแน่นและมีแนวโน้มขยายตัวอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันน้ำเสียที่เกิดขึ้นในระบบจะระบายลงสู่ลำคัง ซึ่งเป็นลำห้วยธรรมชาติโดยตรง โดยไม่ผ่านการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม ทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพแหล่งน้ำ และระบบนิเวศของแหล่งน้ำดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีการนำน้ำจากลำคังมาเป็นน้ำดิบในระบบประปาของชุมชนท้ายน้ำต่อไปด้วย การที่น้ำเสียไม่ผ่านระบบบำบัดที่เหมาะสมจะก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพอนามัยของประชาชนในบริเวณใกล้เคียงที่ต้องใช้น้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวในการอุปโภคบริโภค ปัญหาดังกล่าวคาดว่าจะทวีความรุนแรงขึ้น เนื่องจากการขยายตัวของชุมชน นอกจากนี้การที่โคกสูงมีพื้นที่บางส่วนอยู่นอกเขตผังเมืองรวม ทำให้มีแนวโน้มที่โรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งใหม่ มีแผนที่จะก่อสร้างในเขตตำบลโคกสูงจำนวนมาก ทำให้นอกจากประชากรในพื้นที่แล้ว ยังมีประชากรภายนอกพื้นที่เดินทางเข้ามาประกอบอาชีพในพื้นที่ (ประชากรแฝง) จำนวนมาก ส่งผลให้มีปริมาณน้ำเสียในชุมชนเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียมีหลายรูปแบบ ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ ระบบบำบัดน้ำเสียคลองวนเวียน ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ ซึ่งบางรูปแบบสามารถใช่ร่วมกันในลักษณะบูรณาการได้ รูปแบบที่เหมาะสมขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ งบประมาณ สภาพพื้นที่ สภาพอากาศ คุณลักษณะของน้ำเสีย และตำแหน่งที่ตั้งของโครงการ การศึกษาและคาดการณ์สถานการณ์น้ำเสียในชุมชนโคกสูง ตำบลโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จะทำให้หน่วยงานที่รับผิดชอบสามารถนำผลศึกษาไปเป็น

แนวทางในการ จึงได้เกิดขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการปัญหาน้ำเสียของชุมชนโคกสูง ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามหลักวิชาการต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อนำเสนอผลการศึกษาและคาดการณ์สถานการณ์น้ำเสียในชุมชนโคกสูงที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับเทศบาลตำบลโคกสูงในอนาคต

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 พื้นที่โครงการ

ครอบคลุมเขตพื้นที่ความรับผิดชอบของเทศบาลตำบลโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 48.2 ตารางกิโลเมตร และบริเวณใกล้เคียงที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ

1.3.2 การออกแบบ

ผู้ศึกษาได้การศึกษาและคาดการณ์สถานการณ์น้ำเสียในชุมชนโคกสูงที่เหมาะสม เนื่องจากตำบลโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ที่สามารถดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียอีกมาก ประกอบกับใช้งบประมาณในการก่อสร้างน้อยกว่าระบบอื่นๆ โดยเผื่ออายุการใช้งาน 20 ปีเป็นอย่างน้อย

1.3.3 การเก็บข้อมูลน้ำเสีย

ผู้ศึกษาได้เก็บข้อมูลน้ำเสียในพื้นที่ โดยซุ่มเก็บตามแหล่งทิ้งน้ำเสียในชุมชนโคกสูง โดยเปรียบเทียบข้อมูลการใช้น้ำต่อคน ต่อครัวเรือนและคาดการณ์สถานการณ์น้ำเสียในชุมชนโคกสูง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทำให้ทราบถึงความเหมาะสมในการจัดการน้ำเสียของชุมชนโคกสูง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับชุมชนโคกสูง รวมทั้งบริเวณใกล้เคียงที่มีผลต่อการพัฒนาเมืองและวางแผนการจัดการน้ำเสีย อย่างน้อย 20 ปี

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บ่อปรับเสถียรเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียชุมชนขนาดเล็กมาเป็นเวลานาน และตั้งแต่มีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียประเภทนี้ได้มีการใช้คำศัพท์เรียกชื่อที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น บ่อออกซิเดชัน (oxidation pond) เป็นคำที่ใช้เรียกรวมสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช่บ่อน้ำประเภทต่าง ๆ และแต่เดิมบ่อออกซิเดชันหมายถึงบ่อน้ำที่ใช้สำหรับเก็บกักน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว สำหรับบ่อน้ำที่ใช้เก็บกักน้ำเสียที่ยังไม่ได้บำบัดเรียกว่า sewage lagoon ส่วนคำว่าบ่อปรับเสถียร (Waste stabilization pond) เป็นคำที่ใช้เรียกรวมระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้บ่อน้ำหรือสระน้ำในการบำบัดน้ำเสียประเภทสารอินทรีย์ด้วยวิธีทางชีวภาพและฟิสิกส์ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นกระบวนการเดียวกันกับทำความสะอาดด้วยตัวเอง (Self - purification) ที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป

2.1 บ่อปรับเสถียร

2.1.1 บ่อปรับเสถียรประเภทต่าง ๆ

(1) บ่อแอโรบิก (Aerobic pond) เป็นบ่อน้ำตื้นความลึก 0.3 - 1.0 ม. มีออกซิเจนละลายน้ำทั่วบ่อตลอดความลึก ออกซิเจนส่วนใหญ่มาจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และบางส่วนมาจากการถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ ระยะเวลากักน้ำ 3 - 5 วัน

(2) บ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative pond) เป็นบ่อน้ำความลึก 1.2 - 2.5 ม. ด้านบนของบ่อเป็นชั้นน้ำที่มีออกซิเจนละลายน้ำอยู่ตลอดเวลาซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายในเวลากลางวันและจากการถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ ช่วงกลางของบ่อมีออกซิเจนละลายน้ำเฉพาะช่วงเวลากลางวันเท่านั้นในช่วงเวลากลางคืนอาจไม่มีออกซิเจนจึงเรียกว่า ชั้นแฟคัลเททีฟ และด้านล่างของบ่ออยู่ในสภาพที่ขาดออกซิเจนเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนระยะเวลากักน้ำ 5 - 30 วัน

(3) บ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic pond) บ่อมีความลึก 2.5 - 5.0 ม. รับปริมาณภาระสารอินทรีย์สูงทำให้เกิดสภาพไร้อากาศทั่วทั้งบ่อตลอดความลึก ระยะเวลากักน้ำ 20 - 30 วัน

(4) บ่อบ่ม (Maturation pond) เป็นบ่อที่ใช้ในการทำให้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากกระบวนการบำบัดทางชีวภาพแล้วมีความสะอาดยิ่งขึ้น ออกซิเจนละลายน้ำจะมีอยู่ทั่วบ่อตลอดความลึกซึ่งได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงและได้จากการถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศ

(5) บ่อปลา (Fish pond) อาจใช้บ่อบ่ม หรือแยกเป็นบ่อปลาต่างหาก และเลี้ยงปลาที่กินสาหร่ายเป็นอาหาร

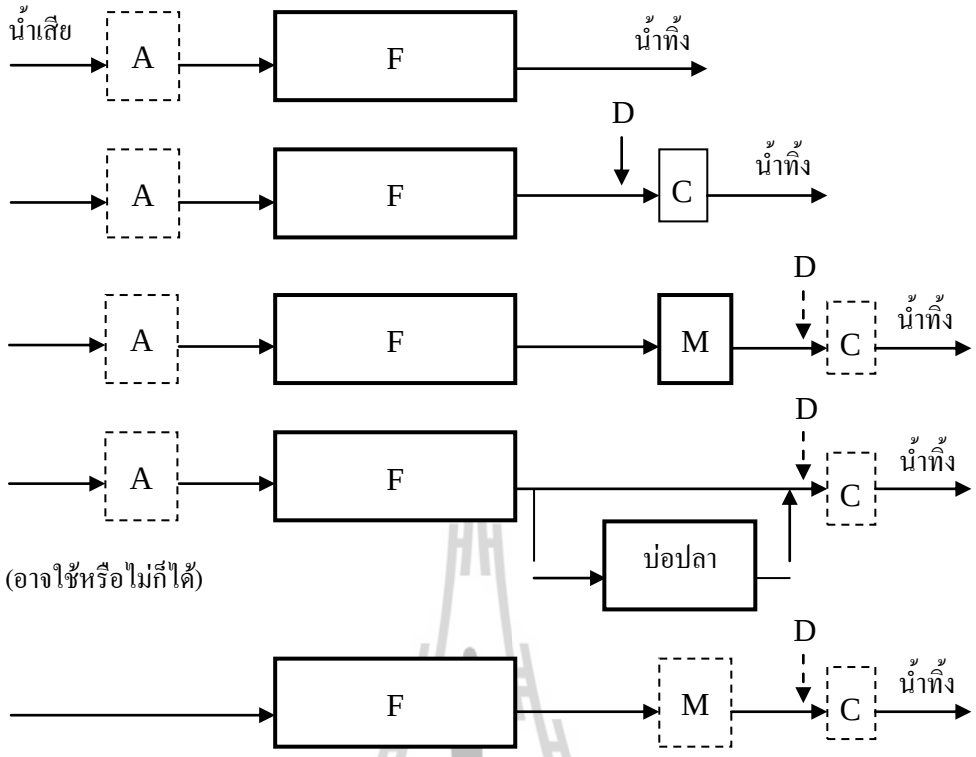
(6) บึงประดิษฐ์ (Constructed Wet Land) เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจำลองสภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีในธรรมชาติด้วยการปลูกพืช เป็นบ่อกักเก็บน้ำที่ปลูกพืชที่โตจากดินจำพวก กก แฝก ธูปฤาษี หรือพืชลอยน้ำ เช่น บัว ผักตบชวา จอก แหน และผักกระเฉด นิยมใช้บำบัดน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว หรือบำบัดน้ำเสียที่มีค่าบีโอดีไม่สูงมาก เช่น น้ำเสียชุมชน เป็นต้น ออกซิเจนละลายน้ำได้มาจากพืช และการถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ

(7) สระเติมอากาศ (Aerated Lagoon) เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียที่ใช่บ่อหรือสระน้ำและได้ออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ

2.1.2 รูปแบบการวางผังสำหรับระบบบ่อปรับเสถียร

รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบของการวางผังระบบบ่อปรับเสถียรสำหรับบำบัดน้ำเสียชุมชนแบบต่าง ๆ ได้แก่ การใช่บ่อแฟคัลเททีฟเพียงบ่อเดียว การใช้บ่อแอนแอโรบิกก่อนแล้วตามด้วยบ่อแฟคัลเททีฟ และแบบอื่น ๆ ที่ใช่บ่อแฟคัลเททีฟแล้วตามด้วยบ่อบ่ม หรือบ่อเลี้ยงปลาหรือบึงประดิษฐ์ หรืออาจใช้ทั้งหมดร่วมกันอาจใช้ถึงสัมผัสสำหรับการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนหรือไม่ก็ได้ บ่อที่ใช้อาจมีรูปร่างแตกต่างกัน และอาจก่อสร้างหลายบ่อที่จัดเรียงแบบต่อเนื่องกันหรือขนานกันเพื่อให้เกิดสภาพการไหลแบบไหลตามกัน หรือแบบผสมสมบูรณ์

ประสิทธิภาพของบ่อแต่ละประเภทและการเลือกรูปแบบของการวางผังจะพิจารณาจาก (1) การกำจัดบีโอดี (2) การกำจัดเชื้อโรค และ (3) การกำจัดธาตุอาหาร นอกจากนี้จะต้องพิจารณาความเป็นไปได้ที่จะเกิดสิ่งรบกวนที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นและยุง เป็นต้น รวมทั้งการปนเปื้อนของน้ำเสียลงสู่น้ำใต้ดิน



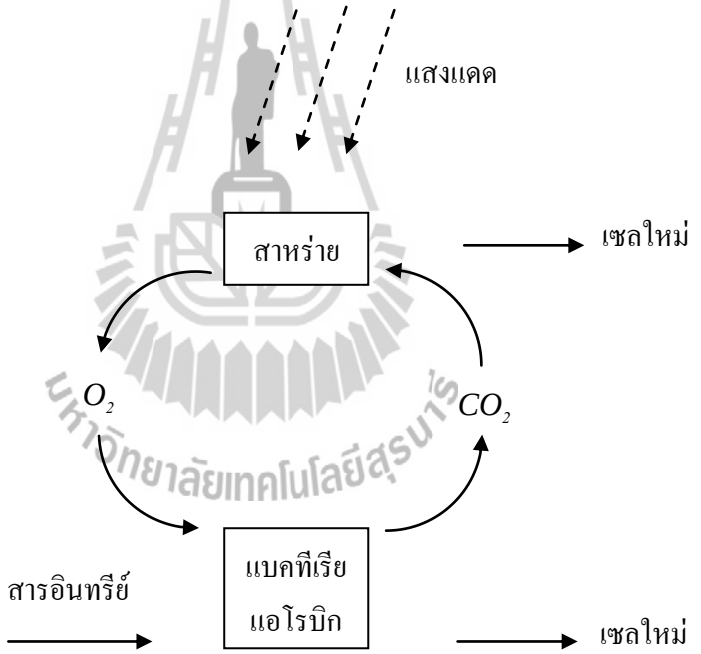
A = บ่อแอนแอโนบิก F = บ่อแฟคัลเททีฟ M = บ่อบ่ม
C = ถังสัมผัสสำหรับฆ่าเชื้อโรค D = สารฆ่าเชื้อโรค

รูปที่ 2.1 รูปแบบการวางผังระบบบ่อปรับเสถียรแบบต่าง ๆ
(ที่มา : Arceivala , 1998)

2.2 บ่อแอโรบิก

บ่อแอโรบิกเป็นบ่อตื้นที่แสงแดดสามารถส่องได้ถึงก้นบ่อทำให้เกิดปฏิกิริยาสังเคราะห์แสงของสาหร่ายได้ตลอดความลึกของบ่อ ในช่วงเวลากลางวันที่มีแสงแดดออกซิเจนจะถูกผลิตขึ้นอย่างมากมายจนกระบวนการสังเคราะห์แสง ส่วนในช่วงกลางคืนกระแสลมที่พัดผ่านผิวน้ำของบ่อตื้นจะทำให้เกิดคลื่นและเกิดการผสมของน้ำภายในบ่อ ทำให้การถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำ (surface reaeration) มีค่าสูงขึ้น การกำจัดสารอินทรีย์ที่เข้าสู่บ่อส่วนใหญ่เกิดจากปฏิกิริยาของแบคทีเรียแอโรบิก

ภายในบ่อแอโรบิกแบคทีเรียและสาหร่ายมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (symbiotic relationship) สาหร่ายสังเคราะห์สารอินทรีย์ขึ้นจากคาร์บอนไดออกไซด์ ธาตุอาหาร และน้ำ โดยใช้พลังงานที่ได้รับจากกระบวนการสังเคราะห์แสง ในกระบวนการนี้น้ำจะถูกออกซิไดซ์ได้อิเล็กตรอนโปรตอนและโมเลกุลของออกซิเจน และแบคทีเรียเฮเทอโรโทรปจะทำหน้าที่กำจัดสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียเพื่อให้ได้พลังงานและสังเคราะห์เซลใหม่ได้คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และสารอนินทรีย์ แบคทีเรียใช้ออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายเป็นตัวรับอิเล็กตรอนในกระบวนการคาตาบอลิซึม ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์และธาตุอาหารที่ได้จากแบคทีเรียจะถูกสาหร่ายนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ดังนั้นในสภาวะปกติที่มีแสงแดดกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ทั้งสองกลุ่มจะสนับสนุนซึ่งกันและกัน ดังแสดงในรูปที่ 1 - 2



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกันของสาหร่ายและแบคทีเรียในบ่อแอโรบิก

สาหร่ายที่พบในบ่อปรับเสถียร แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ (1) สาหร่ายสีเขียว (Green algae) เป็นสาหร่ายขนาดเล็กมีขนาดประมาณ 20 ไมโครเมตร เนื่องจากมีขนาดเล็กและความหนาแน่นต่ำจึงอยู่ในสภาพแขวนลอยตลอดเวลา ทำให้การใช้ระบบกรองด้วยทรายไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดสาหร่ายประเภทนี้ (2) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) มี

ความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ จึงไม่ต้องการแอมโมเนียหรือไนโตรเจนในการสังเคราะห์เซล สาหร่ายประเภทนี้สามารถรวมตัวกันเป็นแพ ซึ่งจะขัดขวางแสงแดดที่จะส่องลงไปในความลึกของน้ำ ทำให้การสังเคราะห์แสงลดลงและทำให้เกิดสภาพไร้อากาศด้านล่างของบ่อและอาจเกิดกลิ่นขึ้นได้ การรวมตัวกันอาจมีความยาวถึง 200 ถึง 700 ไมโครเมตร (3) ไดอะตอม (Diatom) พบเป็นจำนวนน้อย มีขนาดใหญ่และเคลื่อนที่ไม่ได้ (4) ยูกลีนา (Euglena) และคลา-ไมโดโมแนส (Chlamydomonas) เป็นสาหร่ายที่มีเม็ดสี (pigment) ที่มีแฟลเจลลา (flagella) เคลื่อนที่ได้ มีขนาด 15 - 30 ไมโครเมตร

2.2.1 การพิจารณาออกแบบ

เกณฑ์การออกแบบบ่อปรับเสถียรประเภทต่าง ๆ รวมทั้งสระเติมอากาศแสดงในตารางที่ 1 - 2 ข้อมูลทั้งหมดได้มาจากการปฏิบัติงานจริงของระบบบ่อปรับเสถียรแบบต่าง ๆ บ่อแอโรบิกแบบอัตราสูงเป็นบ่อตื้น (ความลึก 0.3 - 0.45 ม.) นิยมใช้ในกรณีที่ต้องการผลิตสาหร่ายเพื่อนำโปรตีนในรูปเซลของสาหร่ายมาใช้เป็นอาหารสัตว์ และเนื่องจากการแยกสาหร่ายออกจากน้ำเสียทำได้ยากจึงไม่นิยมใช้บ่อประเภทนี้สำหรับบำบัดน้ำเสียชุมชน นอกจากนี้การใช้บ่อที่มีระดับน้ำต่ำอาจเกิดปัญหาดังต่อไปนี้

(1) เกิดการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากความลึกของบ่อที่น้อยกว่า 1 ม. ไม่สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดได้ (เช่น ธูปฤาษี) จึงอาจกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุง

(2) อุณหภูมิอาจสูงเกินไป ในบางพื้นที่อุณหภูมิของบ่ออาจสูงมากในช่วงฤดูร้อน และความร้อนนี้อาจไปขัดขวางการเจริญเติบโตของสาหร่ายบางชนิด

(3) การเก็บกักออกซิเจน บ่อที่มีความลึกมากกว่าจะสามารถเก็บกักปริมาณออกซิเจนไว้ภายในบ่อได้นานกว่าโดยเฉพาะในช่วงที่เกิดสภาวะ super saturation

(4) ปริมาณช็อก (Shock loads) บ่อที่มีความลึกมากว่าจะมีปริมาตรน้ำมากกว่าทำให้เกิดการเจือจางของน้ำเสียได้ดีกว่า จึงรองรับปริมาณช็อกได้ดีกว่า

ภายในบ่อบำบัดควรเกิดการผสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ให้เข้ากันเป็นครั้งคราวเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ที่ดี เนื่องจากการเกิดปรากฏการณ์การแบ่งชั้นน้ำจากอุณหภูมิที่แตกต่างกัน (thermal stratification) ในช่วงที่มีแสงแดดจัดบริเวณผิวน้ำของบ่อจะมีอุณหภูมิสูงแต่บริเวณก้นบ่อจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ความหนาแน่นของน้ำจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นน้ำบริเวณผิวน้ำจะมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำด้านล่าง จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้สาหร่ายที่เคลื่อนที่ไม่ได้ตกตะกอนลงสู่พื้นล่างของบ่อส่วนสาหร่ายที่เคลื่อนที่ได้จะเคลื่อนที่หนีจากผิวน้ำที่มี

อุณหภูมิสูงไปรวมตัวกันที่ระดับความลึกที่มีอุณหภูมิเหมาะสม สาหร่ายที่รวมตัวกันนั้นจะเกิดเป็นชั้นของสาหร่าย และขัดขวางแสงแดดไม่ให้ส่องลงสู่ด้านล่าง ทำให้สาหร่ายที่อยู่ในชั้นระดับความลึกน้ำที่แสงส่องถึงและสังเคราะห์แสงได้ (photic zone) มีปริมาณลดลง ผลที่ตามมาคือ ปริมาณออกซิเจนที่ผลิตขึ้นอาจไม่เพียงพอสำหรับการกำจัดสารอินทรีย์ ลมเป็นตัวแปรที่สำคัญที่มีผลต่อการเกิดการกวนผสมภายในบ่อ ดังนั้นจึงไม่ควรมีสิ่งกีดขวางทางลมตลอดความยาวของบ่อ

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การออกแบบบ่อปรับเสถียรประเภทต่าง ๆ (อุณหภูมิเฉลี่ย 20 ^{O}ซ)

ชนิดของบ่อ	อัตราภาระ BOD_5 เชิงพื้นที่ (ก./ตร.ม./วัน)	ระยะเวลากักน้ำ (วัน)	ความลึก (ม.)	การกำจัด BOD_5 ละลาย (ร้อยละ)	ความเข้มข้นของสาหร่าย (มก./ล.)	ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)
บ่อแอโรบิก	6 - 12	10 - 40	1 - 1.5	80 - 95	40 - 100	80 - 140
บ่อแอโรบิก (อัตราสูง)	9 - 18	4 - 6	0.3 - 0.5	80 - 95	100 - 260	150 - 300
บ่อแอนแอโรบิก	20 - 55	20 - 50	2 - 5	50 - 85	0 - 5	80 - 160
บ่อแฟคัลเททีฟ	5 - 25	5 - 30	1.5 - 2.5	80 - 95	5 - 20	40 - 60
บ่อบ่ม	< 2	5 - 20	1.0 - 1.5	60 - 80	5 - 10	10 - 30
สระเติมอากาศ	-	3 - 10	2 - 6	85 - 95	-	80 - 250

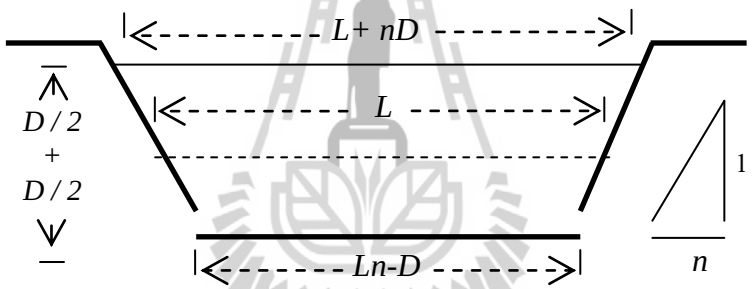
ที่มา : สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, ค่ากำหนดออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย, พ.ศ. 2540 และ Metcalf & Eddy (1991)

ของแข็งแขวนลอยที่มากับน้ำเสียจะตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อเกิดเป็นชั้นสลัดจ์ สำหรับบ่อน้ำที่มีความลึกมากจะเกิดการย่อยสลายแบบไร้อากาศที่ก้นบ่อทำให้ไม่มีการสะสมของสลัดจ์มากจนเกินไป แต่ในบ่อแอโรบิกแบคทีเรียประเภทแอนแอโรปไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ จึงทำให้เกิดการสะสมของตะกอนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

การหมุนเวียนน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากระบบบ่อปรับเสถียรบ่อสุดท้าย เช่น บ่อบ่มเป็นวิธีสำคัญที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัด และยังเป็นวิธีช่วยแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับ

ระบบบ่อปรับเสถียรรวมทั้งปัญหาด้านกลิ่น เนื่องจากการหมุนเวียนน้ำจะเป็นการเติมหัวเชื้อลงในน้ำเสีย และน้ำที่หมุนเวียนกลับมาใหม่มีค่าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำในปริมาณที่สูงจึงเป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเสียเมื่อนำไปผสมกับน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ ผู้ออกแบบอาจพิจารณาติดตั้งระบบท่อน้ำสำหรับการหมุนเวียนน้ำไว้ตั้งแต่แรก และอาจใช้เครื่องสูบประเภทเคลื่อนที่ได้เมื่อต้องการใช้จริง อัตราการสูบน้ำเวียนกลับอาจอยู่ในช่วง 2 ถึง 8 เท่าของอัตราไหลเฉลี่ยต่อวัน

โดยปกติบ่อแอโรบิกควรมีอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างเท่ากับ 2 :1 ถึง 3 :1 คันดินขอบบ่อควรก่อสร้างให้มีค่าความชันสูงสุด 2 :1 ถึง 3 :1 และความชันต่ำสุด 6 :1 การคำนวณพื้นที่ผิวของบ่อสำหรับการออกแบบจะใช้พื้นที่ ณ จุดกึ่งกลางของความลึก นอกจากนี้สิ่งที่ควรระมัดระวังคือการไหลลัดวงจรของน้ำเสียซึ่งเกิดจากการกระทำของลม ในการจัดวางผังควรกำหนดตำแหน่งของท่อน้ำเข้าและท่อน้ำออกให้อยู่เยื้องกันให้มากที่สุด



เมื่อ L = ระยะความกว้าง/ยาวที่จุดกึ่งกลางบ่อ

n = ความชันของคันดิน

D = ความลึกน้ำ

ปริมาตรของบ่อ = พื้นที่จุดกึ่งกลางบ่อ X ความลึก

= $(L_1 \text{ X } L_2) \text{ X } D$

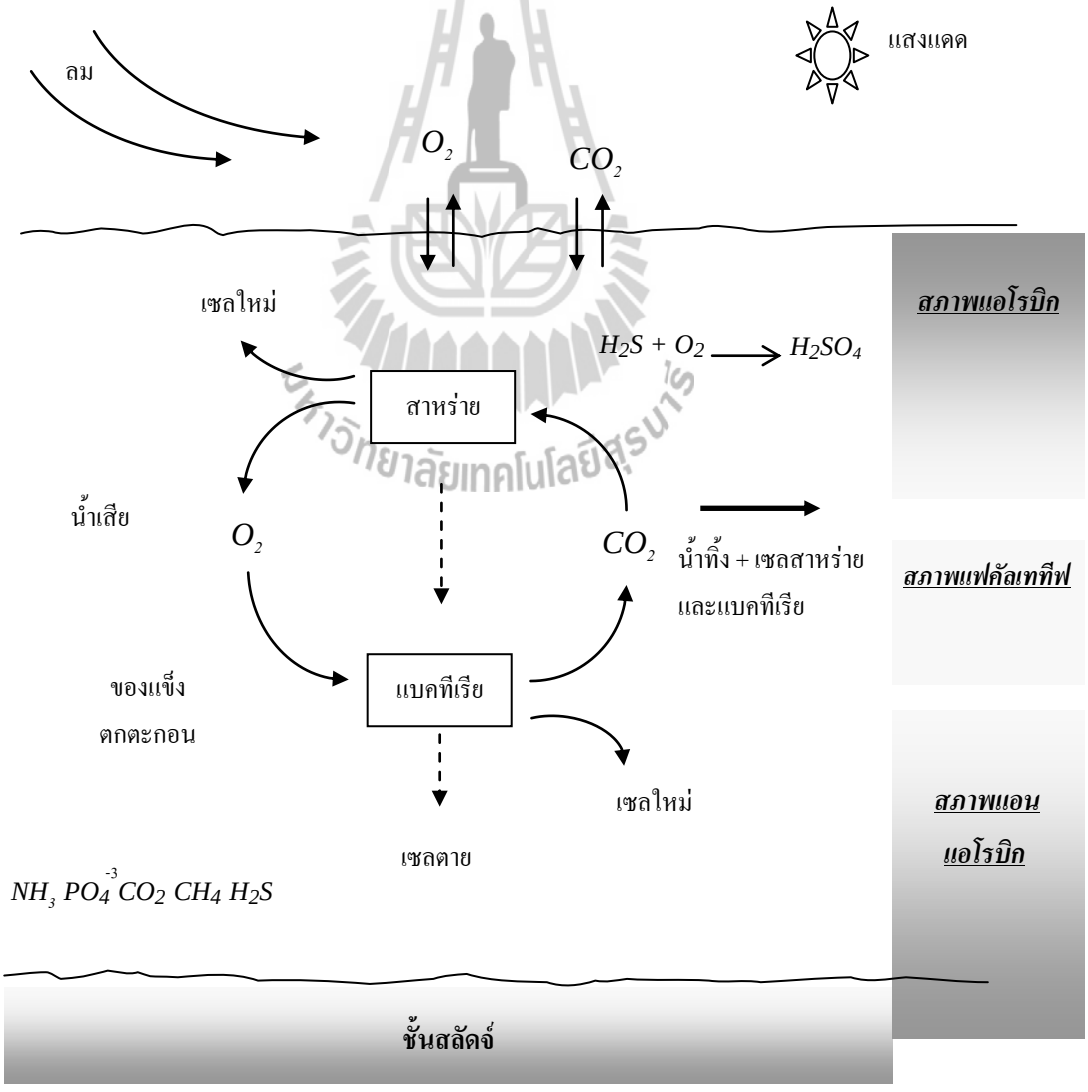
รูปที่ 2.3 การคำนวณพื้นที่และปริมาตรที่จุดกึ่งกลางความลึกของบ่อ

น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบ่อปรับเสถียรส่วนใหญ่จะประกอบด้วยเซลสาหร่ายจำนวนมาก ซึ่งอาจทำให้คุณภาพน้ำทิ้งมีค่าเกินมาตรฐานที่ทางราชการกำหนด เช่น ค่า $\boldsymbol{BOD_5}$ รวมของน้ำทิ้งอาจมีค่าเกิน 20 มก./ล. และของแข็งแขวนลอยอาจมีค่ามากกว่า 50 มก./ล. จึงควรพิจารณาติดตั้งระบบกำจัดเซลสาหร่ายก่อนระบายน้ำทิ้ง เช่น ระบบกรองแบบต่าง ๆ ระบบตกตะกอนด้วยสารเคมี ระบบตะกอนลอย หรือใช้บึงประดิษฐ์เป็นขั้นตอนบำบัดน้ำขั้นสุดท้าย

2.3 บ่อแฟคัลเททีฟ

บ่อแฟคัลเททีฟเป็นระบบบ่อปรับเสถียรที่ถูกเลือกใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียชุมชนมากที่สุด เนื่องจากมีระยะเวลากักน้ำที่ยาวนานทำให้ระบบสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นและอัตราการไหลของน้ำเสียในช่วงกว้างได้ดีโดยไม่ทำให้คุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายในการลงทุน การเดินระบบและการบำรุงรักษามีค่าต่ำกว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบอื่น ๆ ที่ให้ประสิทธิภาพทัดเทียมกัน

รูปที่ 1- 4 แสดงปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบ่อแฟคัลเททีฟ เนื่องจากบ่อมีความลึกมากจึงทำให้ไม่เกิดการผสมที่ดี ของแข็งแขวนลอยที่มีในน้ำเสียจะตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อและสะสมเป็นชั้นสลัดจ์ ซึ่งเป็นชั้นที่ไม่มีออกซิเจนและเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้อากาศ แบคทีเรียที่อยู่ในชั้นนี้ไม่ต้องการโมเลกุลของออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนในกระบวนการเมตาบอลิซึมแต่จะใช้สารเคมีตัวอื่นแทน



รูปที่ 2.4 ปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบ่อแฟคัลเททีฟ

สภาพแอโรบิกจะอยู่ด้านบนของบ่อ ออกซิเจนส่วนใหญ่มาจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและอีกส่วนหนึ่งมาจากการแพร่กระจายจากอากาศเหนือบ่อ สภาพน้ำนิ่งที่เกิดขึ้นด้านล่างของบ่อจะป้องกันการแพร่กระจายของออกซิเจนจากน้ำด้านบน ทำให้ด้านล่างเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนตลอดเวลา

ช่วงรอยต่อระหว่างชั้นแอโรบิกและชั้นแอนโรบิกมีการเปลี่ยนแปลงขยับขึ้นลงไม่อยู่กับที่ด้วยการผสมจากลมและแสงแดดที่แรงพอส่องทะลุลงมาอาจทำให้ชั้นแอโรบิกเคลื่อนตัวลงด้านล่าง ในทางกลับกันในสภาพที่ไม่มีลมและแสงแดดอ่อนอาจทำให้ชั้นแอนแอโรบิกเคลื่อนตัวขึ้นด้านบน สภาพการเปลี่ยนแปลงของแสงแดดในหนึ่งวันจะทำให้ชั้นรอยต่อมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเช่นกัน ปริมาตรของน้ำในส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำอย่างกว้างนี้เรียกว่าชั้นแฟคัลเททีฟ และแบคทีเรียที่มีชีวิตอยู่

ในชั้นนี้จะต้องมีความสามารถในการปรับกระบวนการเมตาบอลิซึมตามสภาวะของการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของออกซิเจนได้กรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในชั้นแอนแอโรบิกจะกลายเป็นอาหารสำหรับแบคทีเรียในชั้นแอโรบิก และเซลแบคทีเรียที่ผลิตขึ้นในชั้นแอโรบิกเมื่อตายไปจะตกตะกอนลงสู่ด้านล่างกลายเป็นอาหารสำหรับแบคทีเรียแอนแอโรบิก

2.3.1 การพิจารณาออกแบบ

แม้ว่ารูปทรงของบ่อแฟคัลเททีฟอาจเป็นบ่อทรงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบใดก็ได้ แต่ Shindala และ Murphy (1969) พบว่าบ่อลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะทำให้เกิดการผสมภายในบ่อได้ดีกว่ารูปทรงกลมและสี่เหลี่ยมจัตุรัส และโดยปกติอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างควรมีค่าประมาณ 3 : 1

เนื่องจากอุณหภูมิมีผลกระทบโดยตรงต่อปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ ดังนั้นในการพิจารณาออกแบบจึงควรออกระบบให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดทั้งปี โดยใช้ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดมาออกแบบ

ของแข็งแขวนลอยที่มากับน้ำเสียจะตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อและรวมตัวกันเป็นชั้นสลัดจ์และเกิดกระบวนการย่อยสลายสลัดจ์แบบไร้อากาศได้ก๊าซมีเทนและสานอินทรีย์ละลายน้ำที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก ซึ่งจะแพร่กระจายกลับไปสู่น้ำชั้นบนของบ่อ จึงทำให้มีสลัดจ์สะสมในปริมาณน้อย Midlebrook (1965) วัดความหนาของชั้นสลัดจ์ของบ่อบำบัดน้ำเสียชุมชนหลายบ่อพบว่ามีค่าระหว่าง 4 ถึง 7 นิ้ว หลังจากการใช้งานไปได้ 82 เดือน นอกจากนี้กระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศอาจก่อให้เกิดปัญหาได้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้เกิดก๊าซเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้สลัดจ์ลอยเป็นแพขึ้นสูงผิวน้ำ และอาจเกิดกลิ่นตามมาถ้าก้อนสลัดจ์ไม่กระจายออกไปในทันทีทันใดสามารถแก้ไขโดยการฉีดน้ำ หรือหมุนเวียนน้ำเพื่อกระจายก้อนสลัดจ์ให้แตกออก

อาจพบแบคทีเรียสีเขียว (green bacteria) และ แบคทีเรียเพอเพิลซัลเฟอร์ (purple sulfur bacteria) ภายในบ่อ การมีแบคทีเรียเหล่าหนี้เป็นจำนวนน้อยในบ่อนั้นเป็นสิ่งที่ต้องการเนื่องจากความสามารถในการออกซิไดซ์ซัลไฟด์ซึ่งเป็นต้นเหตุของกลิ่น ซัลไฟต์ผลิตขึ้นในกระบวนการหายใจแบบไร้อากาศ แบคทีเรียกลุ่มนี้เป็นแบคทีเรียที่สังเคราะห์แสงได้ แต่กระบวนการสังเคราะห์แสงจะแตกต่างจากสาหร่ายหรือพืช คือไม่ใช้น้ำเป็นตัวให้อิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์แสง ดังนั้นผลที่ได้คือไม่มีการผลิตออกซิเจน การสังเคราะห์แสงของแบคทีเรียนั้นเป็นกระบวนการหายใจแบบไร้อากาศซึ่งใช้โมเลกุลของโฮโดรเจน สารประกอบในรูปรีดิวซ์ของซัลเฟอร์หรือสารอินทรีย์เป็นตัวให้อิเล็กตรอนในกระบวนการเมตาบอลิซึมของแบคทีเรียสีเขียวและแบคทีเรียเพอเพิลซัลเฟอร์จะใช้ไฮโดรเจนซัลไฟต์เป็นแหล่งพลังงาน (ตัวให้อิเล็กตรอน) สำหรับการสังเคราะห์สารจากคาร์บอนไดออกไซด์ ปฏิกิริยาออกซิเดชันของซัลเฟอร์เกิดขึ้นเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

$$CO_2 + 2H_2S \longrightarrow (CH_2O) + H_2O + 2S^{2-} \qquad (1\text{-}1)$$

และ

$$3CO_2 + 2S + 5H_2O \longrightarrow 3(CH_2O) + 4H^+ + 2SO_4 \qquad (1\text{-}2)$$

จากสมการเทอม (CH_2O) ใช้แทนคาร์โบไฮเดรทหรือเซลของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรเมื่อมีแบคทีเรียสีเขียวและแบคทีเรียเพอเพิลซัลเฟอร์ในจำนวนน้อยจะเป็นประโยชน์ต่อระบบบำบัด แต่ถ้าน้ำเสียมีปริมาณซัลไฟด์สูงจะทำให้จุลินทรีย์ประเภทนี้เจริญเติบโตอย่างมาก ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการเนื่องจากการผลิตออกซิเจนของสาหร่ายจะลดลงอย่างรวดเร็วทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีลดลง

การจัดผังการไหลของบ่อแฟคัลเททีฟนั้นนิยมใช้บ่อจำนวนหลายบ่อที่อาจจัดเรียงกันแบบขนานเพื่อกระจายภาระสารอินทรีย์ หรือต่อเรียงกันบ่อแบบอนุกรมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของการบำบัดที่สูง นอกจากนี้การหมุนเวียนน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับเข้าสู่ระบบจะช่วยทำให้ระบบมีความยืนหยุ่นในการบำบัดมากขึ้น น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วส่งกลับมาจะมีเซลของสาหร่ายอยู่ในปริมาณมากซึ่งช่วยในการผลิตออกซิเจน และช่วยทำให้น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบเจือจางลง อัตราการสูบกลับอาจอยู่ในช่วง 2 ถึง 8 เท่าของน้ำเสียที่ไหลเข้าสู่ระบบต่อวัน

2.4 บ่อบ่มหรือบ่อขัดแต่ง

บ่อบ่มคือบ่อที่ใช้รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง และหน้าที่สำคัญของบ่อบ่มคือการปรับปรุงคุณภาพของน้ำทิ้งให้ดีขึ้นทั้งในด้านของความเข้มข้นของสารอินทรีย์ เชื้อโรค และธาตุอาหารก่อนระบายน้ำออกสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ

ไม่มีสมการที่สมเหตุสมผลที่ใช้ในการออกแบบบ่อบ่ม Mara (1976) กล่าวว่าการกำจัดบีโอดีของบ่อประเภทนี้เกิดขึ้นน้อยมาก เมื่อต้องการลดค่า BOD_5 ให้มีค่าต่ำกว่า 25 มก./ล. จากน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วที่มีค่า BOD_5 50 และ 75 มก./ล. จะต้องใช้บ่อที่มีระยะเวลากักน้ำสูงถึง 7 วัน จำนวน 2 บ่อกันแบบอนุกรม และความลึกของบ่อควรเท่ากับความลึกของบ่อแฟคัลเททีฟ

การออกแบบบ่อบ่มสำหรับบำบัดน้ำเสียชุมชน นิยมใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลากักน้ำและการลดจำนวนแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform bacteria) ซึ่งความสัมพันธ์นี้จะเกิดขึ้นในบ่อของระบบบ่อปรับเสถียรทุกประเภทและสามารถอธิบายได้ด้วยกฎของชิก (chick′s law) (Mara 1976) ดังนี้

$$\frac{N_e}{N_o} = \frac{1}{1 + K_b t} \qquad (1\text{-}3)$$

เมื่อ N_e = จำนวนแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์มในน้ำทิ้ง (เอ็มพีเอ็น / 100 มล.)

N_o = จำนวนแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์มในน้ำเสีย (เอ็มพีเอ็น / 100 มล.)

K_b = ค่าคงที่ของอัตราการตาย (วัน $^{-1}$)

t = เวลากักน้ำของบ่อ (วัน)

สำหรับจำนวนแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์มในน้ำทิ้งอาจกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 5000 / 100 มล. ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 Arceivala (1998) เสนอว่าจำนวนแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์มในน้ำทิ้งควรมีค่าต่ำกว่า 1000 / 100 มล. และ Marais (1974) แนะนำให้ใช้จำนวนแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์มในน้ำเสียชุมชนเริ่มต้นเท่ากับ 4×10^7 / 100 มล. การคำนวณหาการลดลงของปริมาณแบคทีเรียสำหรับบ่อที่ต่อกันเป็นอนุกรมสามารถใช้สมการที่ 1- 42 ได้ดังนี้

$$\frac{N_e}{N_o} = \frac{1}{(1 + K_b t_1)(1 + K_b t_2)....(1 + K_b t_n)} \qquad (1\text{-}4)$$

ในช่วงอุณหภูมิ 15 - 21 ^{o}ซ ค่า K_b สามารถหาได้ดังนี้ (Marais 1974)

$$K_b = 2.6(1.19)^{T-20} \quad (1\text{-}5)$$

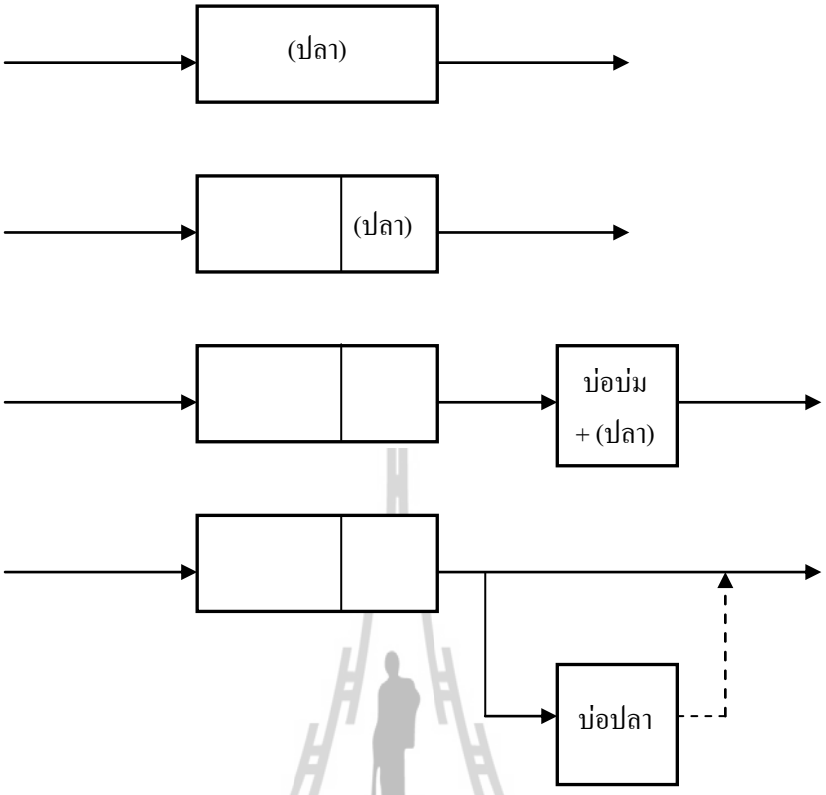
เมื่อ T คือ อุณหภูมิน้ำของบ่อเป็นองศาเซลเซียส

เพื่อให้ได้น้ำที่ผ่านการบำบัดที่มีคุณภาพดีที่สุดเมื่อใช้ระบบบ่อปรับเสถียรในการบำบัดน้ำเสียนั้น ทั้ง Oswald และคณะ (1970 และ Gloyna และ Aquirre (1970) แนะนำให้ใช้บ่อต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 4 บ่อ โดยเริ่มจากแอนแอโรบิก ตามด้วยบ่อแฟคัลเททีฟ และตามด้วยบ่อบ่มต่อกัน 2 บ่อ

2.5 บ่อปลา

สาหร่ายที่ผลิตขึ้นในบ่อปรับเสถียรสามารถนำมาใช้เป็นอาหารปลาได้ การจัดผังบ่อแบบต่าง ๆ สำหรับบำบัดน้ำเสียและเลี้ยงปลา แสดงในรูปที่ 1 - 7 ในรูปแบบแรกเป็นการปล่อยให้ปลาเจริญเติบโตในบ่อปรับเสถียรโดยตรง แต่อาจพบปลาตายเป็นจำนวนมากได้ถ้าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำลดต่ำกว่า 1 - 2 มก./ล. โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน หรืออาจตายจากความเข้มข้นของแอมโมเนียอิสระที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลากลางวัน ในแบบที่สองและสามเป็นการจัดผังแยกตามการทำงานของบ่อ ปลาจะถูกเลี้ยงในบ่อที่สองหรือบ่อที่สาม หรืออาจแยกบ่อปลาออกต่างหาก ผลผลิตปลาที่ได้อาจมีค่าสูงถึง 2 ก. น้ำหนักเปียก / ตร.ม. / วัน (Arceivala , S.J. , 1998)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.5 แบบการเลี้ยงปลาแบบต่าง ๆ ในระบบบ่อปรับเสถียร
(ที่มา Arceivala , S.J. , 1998)

2.6 ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wet Land)

พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) หมายถึง พื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังหรือชุ่มน้ำไปด้วยน้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดินเป็นระยะเวลานานเพียงพอที่ทำให้พื้นที่นั้นคงสภาพการอิ่มตัวด้วยน้ำและมีพืชบางชนิดเจริญเติบโตอยู่ ความลึกน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำมีค่าประมาณ 0.6 ถึง 0.8 ม. และน้ำจะไหลผ่านพื้นที่ที่มีพืชขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น พืชที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ ธูปฤาษี กก หรือแฝก รวมทั้งพืชลอยน้ำได้แก่ ผักตบชวา และ จอก เป็นต้น

บึงประดิษฐ์ถูกสร้างขึ้นเพื่อจำลองสภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีในธรรมชาติด้วยการปลูกพืชในบ่อกักเก็บน้ำ พืชที่ปลูกอาจเป็นพืชที่โตจากดินจำพวกกก แฝก ธูปฤาษี หรือพืชลอยน้ำ เช่น บัว ผักตบชวา จอก แหน และผักกระเฉด เป็นต้น โดยปกตินิยมใช้บึงประดิษฐ์ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วหรือบำบัดน้ำเสียที่มีค่าบีโอดีไม่สูงมาก เช่น น้ำเสียชุมชน เป็นต้น บึงประดิษฐ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการไหล (รูปที่ 1 - 10) ได้แก่

1) **ประเภทน้ำไหลบนผิวชั้นกรองอย่างอิสระ (Free water surface system , FWS)** ประกอบด้วยบ่อน้ำที่พื้นบ่อเป็นชั้นดินเพื่อให้รากพืชยึดเกาะอยู่ได้ อาจปูชั้นกันซึม เช่น ชั้นดินเหนียวหรือแผ่นพลาสติกใต้ชั้นดินเพื่อป้องกันการปนเปื้อนน้ำใต้ดิน บ่อมีโครงสร้างทางเข้าและออกของน้ำที่เหมาะสม ระดับน้ำอาจถูกรักษา ให้อยู่ที่ระดับไม่กี่ ซม. จนถึง 0.8 ม. หรือมากกว่า ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของบึงประดิษฐ์และชนิดของพืชที่ใช้ ระดับน้ำปกติที่ใช้คือ 0.3 ม. น้ำจะไหลอยู่เหนือผิวดินอย่างช้า ๆ ตามความยาวของบ่อผ่านใบไม้และต้นพืชที่เจริญเติบโตอยู่ ถ้าการกระจายของน้ำเป็นไปอย่างสม่ำเสมอจะทำให้การไหลเป็นแบบไหลตามกัน
2) **ประเภทน้ำไหลผ่านชั้นกรองในแนวนอน (Subsurface flow system , SF)** เป็นบ่อขุดที่บรรจุด้วยตัวกลาง เช่น หินบดและกรวด ซึ่งเป็นฐานให้พืชยึดเกาะและเจริญเติบโตและอาจใช้พืชชนิดเดียวกันกับบึงประดิษฐ์แบบแรก แต่ปลูกบริเวณด้านบนของชั้นกรอง อาจปูวัสดุกันซึมใต้ชั้นกรองเพื่อป้องกันการปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ปกติชั้นตัวกลางมีความหนา 0.3 - 0.6 ม. น้ำที่ไหลเข้าบึงประดิษฐ์จะถูกรักษาระดับให้อยู่ต่ำกว่าผิวหน้าของชั้นตัวกลางอยู่ตลอดเวลา

การใช้บึงประดิษฐ์แบบ SF มีข้อได้เปรียบมากกว่า เนื่องจากปฏิกิริยาชีวภาพที่เกิดขึ้นในบึงประดิษฐ์ทั้ง 2 ประเภทเกิดจากแบคทีเรียที่เจริญเติบโตแบบเกาะติดผิวของพืชหรือตัวกลาง ชั้นกรองของบึงประดิษฐ์แบบ SF มีพื้นที่ผิวให้แบคทีเรียเจริญเติบโตมากกว่า ทำให้ปฏิกิริยาชีวภาพเกิดได้เร็วกว่าจึงสามารถใช้พื้นที่ที่มีขนาดเล็กกว่า และเนื่องจากการรักษาระดับน้ำต่ำกว่าผิวหน้าชั้นกรองจึงทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องยุงและจากการที่ไม่เห็นน้ำที่ไหลในบึงประดิษฐ์จึงไม่มีปัญหาด้านมวลชน ในประเทศสหรัฐอเมริกานิยมใช้บึงประดิษฐ์ประเภทนี้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบประจำที่ (on - site treatment) สำหรับโรงเรียน สวนสาธารณะ อาคารต่างๆ (Reed S.C. และคณะ 1995)

แม้ว่าบึงประดิษฐ์แบบ SF จะมีข้อได้เปรียบมากกว่า แต่ค่าตัวกลาง ค่าขนส่งและค่าก่อสร้างชั้นกรองมีค่าสูงมาก ถึงแม้พื้นที่ที่ต้องใช้จะน้อยกว่าแต่ค่าก่อสร้างโดยรวมอาจสูงกว่าบึงประดิษฐ์แบบ FWS เว้นแต่ในกรณีที่ที่ดินมีราคาสูงมาก ในหลายกรณีสำหรับระบบบำบัดขนาดเล็กข้อได้เปรียบที่กล่าวมาแล้วข้างต้นอาจมีน้ำหนักเพียงพอสำหรับการตัดสินใจเลือกระบบมากกว่าราคาก่อสร้าง บึงประดิษฐ์สามารถใช้บำบัดน้ำเสียจากชุมชน อุตสาหกรรม เกษตรกรรม น้ำชะมูลฝอย น้ำทิ้งจากเหมือง และใช้เป็นระบบบึงประดิษฐ์แบบประจำที่ขนาดเล็กสำหรับบำบัดน้ำทิ้งจากถึงบำบัดน้ำเสีย (septic tank) ในประเทศสหรัฐอเมริกามีระบบบึงประดิษฐ์แบบประจำที่ประมาณ 500 แห่ง (USEPA 1993) และเกือบทั้งหมดเป็นประเภท SF สำหรับบึงประดิษฐ์แบบ FWS นิยมใช้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียต้นทุนต่ำสำหรับบำบัดน้ำเสียจากการทำเหมือง

2.6.1 การพิจารณาออกแบบ

แนวทางการออกแบบบึงประดิษฐ์มีหลายวิธี เช่น ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงานจริงมากำหนดเป็นเกณฑ์ออกแบบ หรือใช้อัตราภาระสารอินทรีย์เชิงพื้นที่เช่นเดียวกับบ่อปรับเสถียร และการใช้สมการจลนศาสตร์โดยสมมติให้ระบบบึงประดิษฐ์ทั้งหมดเป็นถึงปฏิกรณ์ที่ใช้แบคทีเรียแบบเกาะติดผิว ซึ่งสามารถประมาณประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีและไนโตรเจนได้ด้วยสมการจลนศาสตร์ลำดับที่หนึ่งแบบไหลตามกัน

1) อัตราภาระสารอินทรีย์เชิงพื้นที่

เป็นวิธีการออกแบบเช่นเดียวกันกับระบบบ่อปรับเสถียร โดยใช้อัตราภาระบีโอดีเชิงพื้นที่และระยะเวลากักน้ำในช่วงค่าดังแสดงในตารางที่ 1 - 7 การออกแบบด้วยวิธีนี้มีข้อเสียคือไม่มีการพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากอุณหภูมิ และไม่สามารถประมาณค่าบีโอดีของน้ำทิ้งได้

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การออกแบบบึงประดิษฐ์

รายการ	บึงประดิษฐ์แบบ FWS		บึงประดิษฐ์แบบ FS	
	ช่วงค่า	ค่าทั่วไป	ช่วงค่า	ค่าทั่วไป
ขนาดพื้นที่ที่ต้องการขั้นต่ำ (ตร.ม./ลบ.ม./	20 - 70	-	12 - 17	-
วัน)	-	5.0	0.3 - 0.9	-
ความลึกสูงสุดของระดับน้ำ (ม.)	-	2 : 1	-	-
สัดส่วนขั้นต่ำความยาวต่อความกว้าง	4 - 15	-	5 - 10	-
ระยะเวลากักน้ำ (วัน)	1.5 - 5.0	-	6 - 8	-
อัตราภาระชลศาสตร์ (ชม. / วัน)	< 11		8 - 12	-
อัตราภาระบีโอดี (ก.บีโอดี / ตร.ม. / วัน)	-	6	-	6
อัตราภาระไนโตรเจน (ก. / ตร.ม. / วัน				

ที่มา : ค่ากำหนดออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2540

2.7 สระเติมอากาศ (Aerated Lagoon)

สระเติมอากาศเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงและไม่ต้องการผู้ควบคุมที่มีความรู้ทางด้านเทคนิคมากนัก แต่ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างระบบมากกว่าระบบเอเอส จึงนิยมใช้ในบริเวณที่ที่ดินมีราคาไม่สูงมากนัก ระบบสระเติมอากาศเป็นระบบที่สามารถดัดแปลงจากระบบบ่อปรับ

เสถียรได้ง่ายโดยติดตั้งเครื่องเติมอากาศเพิ่มเติมเมื่ออัตราภาระบีโอดีสูงเกินกว่าที่ระบบบ่อปรับเสถียรจะสามารถรองรับได้ นอกจากนี้ยังสามารถดัดแปลงให้เป็นระบบเอเอสได้โดยติดตั้งถังตกตะกอนเพิ่มเติมพร้อมกับระบบสูบสลัดจ์กลับ

ระบบเติมอากาศเป็นระบบบ่อที่ได้ออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศและเปรียบเสมือนระบบเอเอสที่ไม่มีการสูบสลัดจ์กลับ เครื่องเติมอากาศจะทำหน้าที่ทั้งถ่ายเทออกซิเจนลงสู่น้ำและทำให้เกิดการผสมของน้ำภายในบ่อ ดังนั้นน้ำจึงปั่นป่วนและมีความขุ่นตลอดเวลา แสงแดดไม่สามารถส่องผ่านได้ทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตได้น้อยมากหรือไม่ได้เลย

สระเติมอากาศแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.7.1 สระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์ (Complete - mixed aerobic lagoon) ออกแบบให้ใช้เครื่องเติมอากาศที่ระดับพลังงานสูงเพียงพอสำหรับการผสมอย่างสมบูรณ์ ทำให้ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในบ่อเติมอากาศแขวนลอยอยู่ตลอดเวลา จึงไม่มีการสะสมของตะกอนก้นบ่อ

2.7.2 สระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน (Partial - mixed aerated lagoon) ใช้เครื่องเติมอากาศที่ระดับพลังงานไม่สูงมากและเพียงพอสำหรับการถ่ายเทออกซิเจนที่ต้องการสำหรับการกำจัดบีโอดีเท่านั้นและทำให้ออกซิเจนกระจายไปทั่วทั้งบ่อ จึงไม่เกิดการผสมอย่างสมบูรณ์ ทำให้ของแข็งแขวนลอยเกิดการตกตะกอนและสะสมที่ก้นบ่อ สารอินทรีย์ในตะกอนจะถูกย่อยสลายแบบไร้อากาศ ผลผลิตจากการย่อยสลายแบบไร้อากาศ เช่น กรดอินทรีย์ สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะถูกแบคทีเรียที่ใช้อากาศนำไปใช้ในการเจริญเติบโตต่อไป ตะกอนที่ย่อยสลายไม่ได้จะค้างสะสมอยู่ที่ก้นบ่อ ดังนั้นอาจต้องลอกตะกอนออกจากบ่อประมาณ 2 - 3 ปีต่อครั้ง

ในการใช้ระบบสระเติมอากาศทั้งสองแบบจะต้องออกแบบให้มีระบบตกตะกอนขั้นที่สองเสมอ หรืออาจใช้ระบบบ่อปรับเสถียร เช่น บ่อบ่ม เพื่อตกตะกอนของแข็งแขวนลอยของมวลชีวภาพที่เกิดขึ้น โดยปกติสระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์ถูกออกแบบให้เดินระบบที่ค่า F/M สูง หรืออายุสลัดจ์ θ_c สั้น (แบบอัตราสูง) ส่วนสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วนถูกออกแบบที่อายุสลัดจ์ยาวนาน (แบบอัตราต่ำ) ลักษณะที่แตกต่างกันของระบบสระเติมอากาศแบบต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 1 - 8 ข้อได้เปรียบของระบบสระเติมอากาศต่อระบบเอเอส คือ (1) การดำเนินงานและบำรุงรักษาง่าย (2) ไม่ต้องการผู้ควบคุมที่มีความรู้ ความชำนาญ (3) บ่อมีขนาดใหญ่เป็นเสมือนถึงปรับสภาพจึงไม่ต้องมีระบบบำบัดขั้นต้น (4) ไม่มีระบบกำจัดสลัดจ์และไม่ต้องทิ้งสลัดจ์ออกจากระบบตลอดเวลา (5) ความสามารถในการกระจายความร้อนออกได้ดี สำหรับข้อเสียเปรียบได้แก่

(1) ใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ บ่อเติมอากาศต้องเก็บกักน้ำเป็นเวลานาน (2) น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วของแข็งแขวนลอยสูงต้องมีระบบตกตะกอน (3) ประสิทธิภาพการบำบัดเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ

ตารางที่ 2.3 ลักษณะของสระเติมอากาศเปรียบเทียบกับระบบเอเอส

รายการ	**หน่วย**	**สระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน**	**สระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์**	**ระบบเอเอสแบบเติมอากาศยืดเวลา**
	มก. / ล.	50 - 200	100 - 400	1500 - 3000
TSS	ร้อยละ	50 - 80	70 - 80	50 - 80
	วัน	-	3 - 6	10 - 20
VSS / TSS	วัน	4 - 10	3 - 6	0.25 - 2
อายุสลัดจ์	$วัน^{-1}$	0.5 - 0.8	0.5 - 1.5	-
ระยะเวลา	ม.	2 - 5	2 - 5	2 - 5
K (รวม) ที่ 20 ^{o}ซ	-	ผสมบางส่วน	ผสมเกือบสมบูรณ์	ผสมสมบูรณ์
ความลึก	กิโลวัตต์ /	1 - 1.25	5.0 - 8.0	16 - 20
ลักษณะการผสม	10^3 ลบ.ม.			
พลังงานต่ำสุด	-	สลัดจ์สะสมอยู่ภายในบ่อ	สลัดจ์สะสมนอกบ่อ	สลัดจ์ถูกสูบย้อนหลังและระบายออกไปกำจัดเกิดได้ดี
การสะสมสลัดจ์	-	ไม่เกิด	ในบ่อตกตะกอนไม่เกิด	
ไนตริฟิเคชั่น				

ที่มา : Arceivala S.J. (1998)

2.7.3 สระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์

เนื่องจากของแข็งแขวนลอยทั้งหมดอยู่ในสภาพแขวนลอยอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นระยะเวลากักน้ำที่ต้องการสำหรับสระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์ในการกำจัดบีโอดีจะมีค่าต่ำกว่าสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน แต่พลังงานของเครื่องเติมอากาศที่ต้องใช้สำหรับการผสมสมบูรณ์มีค่าสูงกว่าพลังงานที่ใช้สำหรับสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วนมาก นอกจากนี้ของแข็งแขวนลอยที่

ปนไปกับน้ำทิ้งจากสระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์จะมีค่าสูงกว่าน้ำทิ้งจากสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน

2.7.4 การกวนผสมและการเติมอากาศ

การเติมอากาศในสระเติมอากาศทำหน้าที่ 2 อย่าง คือ การถ่ายเทออกซิเจนจากอากาศลงสู่น้ำและการกวนผสมน้ำในบ่อ ในระบบเอเอสแบบต่าง ๆ ปริมาณความต้องการออกซิเจนจะเป็นตัวแปรหลักที่ควบคุมการออกแบบเครื่องเติมอากาศ แต่สำหรับระบบสระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์พลังงานที่จำเป็นสำหรับการผสมจะเป็นตัวแปรควบคุมการออกแบบเครื่องเติมอากาศ เนื่องจากถังเติมอากาศมีขนาดใหญ่

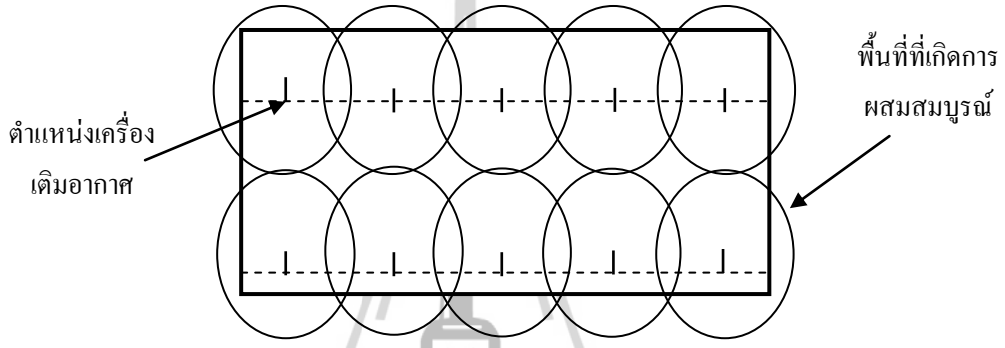
ในปัจจุบันไม่มีการคำนวณที่สมเหตุสมผลในการหาระดับของพลังงานที่ต้องการสำหรับทำให้ของแข็งทั้งหมดแขวนลอยอยู่ในระบบจึงทำให้ต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองและจากการเดินระบบจริง ค่าแนะนำพลังงานของเครื่องเติมอากาศสำหรับการผสมสมบูรณ์ของสระเติมอากาศอยู่ในช่วง 5 ถึง 15 กิโลวัตต์ / 1000 ลบ.ม.

ตารางที่ 2.4 แสดงข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องเติมอากาศผิวน้ำที่มีขนาดมอเตอร์แตกต่างกัน พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ทำให้เกิดการผสมแบบสมบูรณ์ด้วยเครื่องเติมอากาศ (ของแข็งทั้งหมดภายในเส้นผ่านศูนย์กลางนี้จะแขวนลอยอยู่ตลอดเวลา) มีค่าน้อยกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เครื่องเติมอากาศกระจายออกซิเจนไปถึง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การผสมเป็นตัวแปรที่ควบคุมการออกแบบระบบการเติมอากาศของสระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องเติมอากาศผิวน้ำแบบรอบช้า

ขนาดมอเตอร์ (กิโลวัตต์)	ความลึก (ม.)	ประสิทธิภาพ (กก. O_2 / กิโลวัตต์)	เส้นผ่านศูนย์กลางของการผสมสมบูรณ์ (ม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางของการกระจายออกซิเจน (ม.)
2.2	3.5	2.4	10	30
5.5	4	2.4	15	43
11	4.8	2.3	20	56
18.5	4.8	2.3	24	67
30	5.7	2.2	28	80

เมื่อคำนวณความต้องการพลังงานทั้งหมด และเลือกจำนวนที่เครื่องเติมอากาศที่จะต้องติดตั้งได้แล้วจะต้องเลือกตำแหน่งติดตั้งเครื่องเติมอากาศที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้พื้นที่ที่มีการผสมสมบูรณ์ทับซ้อนกัน นอกจากนี้เครื่องเติมอากาศจะทำงานในลักษณะเดียวกับเครื่องสูบน้ำ และอัตราการสูบน้ำต่อพลังงานจะมีค่าลดลงเมื่อพลังงานที่ใช้เพิ่มขึ้น ซึ่งหมายความว่าการใช้เครื่องเติมอากาศที่มีขนาดเล็กหลาย ๆ เครื่องจะคุ้มค่ากว่าการใช้เครื่องเติมอากาศขนาดใหญ่เพียงเครื่องเดียว และการใช้เครื่องขนาดเล็กหลายเครื่องนี้จะช่วยให้ระบบมีความยืดหยุ่นในแง่ของการเดินระบบโดยเฉพาะในช่วงที่อุปกรณ์เกิดชำรุด

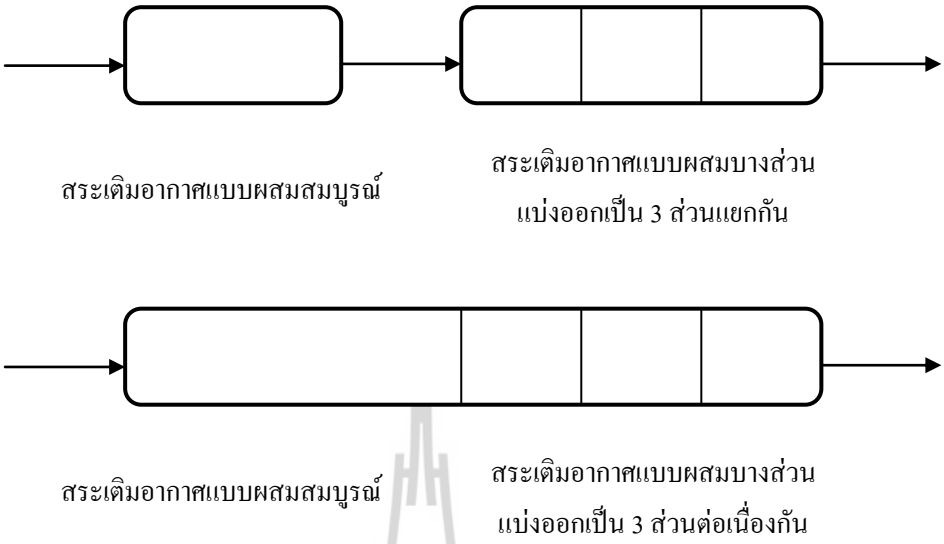


รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการวางผังเครื่องเติมอากาศสำหรับระบบสระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์

2.8 ระบบสระเติมอากาศรูปแบบผสม

เป็นระบบที่ประกอบด้วยสระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์ 1 บ่อ และตามด้วยสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วน 2 - 3 บ่อเพื่อใช้เป็นบ่อตกตะกอนและสะสมสลัดจ์ และเพื่อเป็นการลดการเจริญเติบโตของสาหร่ายจึงต้องจำกัดระยะเวลากักน้ำและแบ่งปริมาตรสระเติมอากาศออกเป็นบ่อย่อย ๆ ต่อเนื่องกันดังแสดงในรูปที่ 2.7

ระยะเวลากักน้ำของสระเติมอากาศแบบผสมสมบูรณ์อยู่ในช่วง 1 - 3 วัน และใช้พลังงานสำหรับการกวนผสมเท่ากบ 5 - 15 กิโลวัตต์ / 10^3 ลบ.ม. ระยะเวลากักน้ำรวมของสระเติมอากาศแบบผสมบางส่วนเท่ากับ 3 วัน พลังงานที่ใช้ในบ่อจะมีค่าต่ำกว่าระดับที่ทำให้ของแข็งแขวนลอยกระจายทั่วบ่อแต่เพียงพอสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายแบบไร้อากาศของสลัดจ์ที่สะสมบนพื้นบ่อ ซึ่งพลังงานที่ใช้มีค่าประมาณ 1 - 1.25 กิโลวัตต์ / 10^3 ลบ.ม. ระยะเวลากักน้ำโดยรวมสำหรับสระเติมอากาศทั้งหมดเท่ากับ 4.5 - 6 วัน



รูปที่ 2.7 ระบบสระเติมอากาศแบบผสม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 การสำรวจสภาพและรวบรวมข้อมูล

(1) ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ข้อมูลทางกายภาพ และเศรษฐกิจของพื้นที่โครงการ เช่น แผนที่ภูมิประเทศ ข้อมูลเกี่ยวกับทิศทางการไหลของระบบรวบรวมไปยงระบบบำบัดน้ำเสียและระบบสุขาภิบาลอื่นๆ รวมทั้งแผนงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำนวนประชากรท้องถิ่นและนักท่องเที่ยว การใช้ที่ดินในปัจจุบันและอนาคต ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลแหล่งน้ำผิวดิน ปริมาณการใช้น้ำ ลักษณะภูมิประเทศ และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

(2) ข้อมูลน้ำเสีย ได้แก่ ปริมาณ และลักษณะของน้ำเสีย จากแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญ ได้แก่ น้ำเสียจากบ้านเรือน และน้ำเสียจากสถานประกอบการต่าง ๆ และโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งน้ำเสียจากแหล่งอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

(3) ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการและประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำ ระบบรวบรวมน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียและระบบสุขาภิบาลอื่นๆ ของแหล่งกำเนิดน้ำเสียขนาดใหญ่ เช่น โรงงานอุสาหกรรม ตลาด ศูนย์การค้าสถาบันการศึกษา ฯลฯ ทั้งที่เป็นของรัฐและของเอกชนในปัจจุบันและแผนการปรับปรุงระบบดังกล่าวในอนาคต

(4) นโยบายและแผนการพัฒนาในพื้นที่โครงการ ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบสาธารณูปโภค เช่น แผนพัฒนาของเทศบาลตำบลโคกสูง และแผนการส่งเสริมการท่องเที่ยว เป็นต้น

3.2 การศึกษาสภาพปัญหา

(1) ศึกษาด้านประชากรในทะเบียนราษฎร ประชากรแฝง และประชากรที่เกี่ยวข้องต่อการผลิตน้ำเสียของพื้นที่โครงการในสภาพปัจจุบัน และในอนาคต

(2) ศึกษาการใช้ที่ดินในสภาพปัจจุบัน และสภาพอนาคต

(3) ศึกษาปริมาณน้ำฝนที่ใช้ระบบระบายน้ำและศึกษาข้อมูลระดับน้ำสูงสุดของแหล่งรับน้ำ ลำคัง ฯลฯ เพื่อใช้ในการกำหนดระดับท่อที่จะปล่อยน้ำลงสู่แหล่งน้ำ

(4) ศึกษาปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย แยกตามแหล่งกำเนิดที่สำคัญในพื้นที่ประเภทต่าง ๆ ในสภาพปัจจุบันที่มีผลต่อการจัดการคุณภาพในพื้นที่โครงการ และคาดการณ์ปริมาณและลักษณะคุณสมบัติของน้ำเสียในอีก 20 ปีข้างหน้า

(5) ศึกษาระบบระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสียที่มีอยู่เดิมในพื้นที่โครงการ แผนการก่อสร้างระบบระบายน้ำเสียของเทศบาลตำบลโคกสูง

(6) การศึกษาแนวทางการวางท่อรวบรวมน้ำเสียที่เหมาะสม รวมทั้งกำหนดตำแหน่งที่ตั้งสถานีสูบน้ำเสียที่เหมาะสมเพื่อรวบรวมน้ำเสียไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย

3.3 การศึกษารูปแบบระบบบำบัด และกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา

(1) ศึกษาเปรียบเทียบทางเลือกของระบบบำบัดน้ำเสียทีเหมาะสมกับการบำบัดน้ำเสียของเทศบาลตำบลโคกสูง โดยพิจารณาปริมาณและลักษณะสมบัติของน้ำเสีย

(2) กำหนดทางเลือกประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย อย่างน้อย 3 ระบบ แล้วทำการศึกษาเปรียบเทียบ เพื่อคัดเลือกและเสนอแนะ ระบบที่เหมาะสมที่สุดที่เทศบาลสามารถบริหารจัดการและควบคุมดูแลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การศึกษาด้านประชากรและการใช้ที่ดิน

4.1.1 การศึกษาด้านประชากร

4.1.1.1 การสำรวจจำนวนประชากร

การศึกษาด้านประชากร มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินจำนวนประชากรที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นในอนาคต ซึ่งมีความสำคัญต่อการประเมินปริมาณน้ำเสียคาดการณ์ที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ ทั้งนี้เนื่องจากประชากรในพื้นที่ศึกษาเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียหลักของน้ำเสียชุมชน ประชากรในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง แบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ มีรายละเอียดพอสังเขป

4.1.1.2 ประชากรตามทะเบียนราษฎร์

ประชากรทะเบียนราษฎร์ หมายถึง ประชากรที่มีชื่อปรากฏเป็นหลักฐานในทะเบียนราษฎร์ของเทศบาลตำบลโคกสูง จากข้อมูล ณ เดือนมกราคม พ.ศ.2552 ประชากรเทศบาลตำบลโคกสูง มีจำนวนทั้งสิ้น 3,532 คน แยกเป็นชาย 1,651 คน หญิง 1,881คน โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรดังตารางที่ 4.1

4.1.1.3 ประชากรแฝง

ประชากรแฝง หมายถึง ประชากรที่เข้ามาพำนักอาศัยในเขตเทศบาลโดยมิได้ทำการแจ้งชื่อย้ายเข้าในทะเบียนราษฎร์ ประชากรกลุ่มนี้ได้แก่ จำนวนบางส่วนของนักเรียน ลูกจ้างร้านค้า บุคลากรหน่วยงานต่างๆ และ คนงาน ซึ่งจากการสำรวจพบว่าเทศบาลตำบลโคกสูง ยังไม่มีสถานที่ท่องเที่ยวและสถานศึกษาขนาดใหญ่ ซึ่งจะเป็นสาเหตุหลักสาเหตุหนึ่งของการเพิ่มขึ้นของประชากรแฝง เทศบาลฯ จึงมีจำนวนประชากรแฝงค่อนข้างน้อยและคงที่ ดังนั้นในการศึกษาผู้จัดทำจะไม่นำประชากรแฝงมาใช้ประเมินปริมาณน้ำเสียเพื่อใช้ในการออกแบบระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 4.1 จำนวนประชากรและอัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรเทศบาลตำบลโคกสูง

ปี พ.ศ.	ชาย (คน)	หญิง (คน)	ประชากร (คน)	ประชากรเพิ่ม/ลด (คน)	ร้อยละ %
ธ.ค.2549	1,720	1,944	3,664	-	-
ธ.ค.2550	1,766	1,978	3,744	80	2.183
ธ.ค.2551	1,741	1,949	3,690	-54	-1.442
ธ.ค.2552	1,718	1,923	3,641	-49	-1.328
ธ.ค.2553	1,672	1,884	3,556	-85	-2.335
ธ.ค.2554	1,644	1,883	3,527	-29	-0.816
ธ.ค.2555	1,651	1,881	3,532	5	0.142

ที่มา : สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง ตรวจสอบประชากรจากทะเบียนบ้านของท้องถิ่นเทศบาลตำบลโคกสูง

จากตารางที่ 4.1 มีจำนวนประชากรลดลงมีสาเหตุมาจากการย้ายไปประกอบอาชีพและตั้งถิ่นฐานอยู่ที่อื่น ในการคาดการณ์จำนวนประชากรจะต้องหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากร ซึ่งโดยปกติแล้วเมื่อเมืองมีความเจริญมากขึ้น จำนวนประชากรจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในอนาคต จึงนำข้อมูลการเพิ่มประชากร มาหาค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มประชากรของเทศบาลตำบลโคกสูง

4.1.1.4 ประชากรจร

ประชากรจร หมายถึง ประชากรที่มิได้พักอาศัยในเขตเทศบาลตำบลโคกสูงแต่เข้ามาดำเนินกิจกรรมเป็นการชั่วคราวภายในเขตเทศบาลตำบลโคกสูงประชากรกลุ่มนี้ได้แก่กลุ่มนักเรียน บุคลากรหน่วยงาน ที่มิได้พักอาศัยในเขตเทศบาลตำบลโคกสูงคนงานที่เข้ามาทำงาน เป็นต้น เนื่องจากเทศบาลตำบลโคกสูง มีสภาพเป็นเมืองขนาดเล็ก แต่เป็นเมืองที่มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ดังนั้นประชากรจรที่จะเข้ามาดำเนินกิจกรรมในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง ส่วนใหญ่คาดว่าจะเป็นกลุ่มประชากรจากพื้นที่ข้างเคียงเขตเทศบาลตำบลโคกสูง ซึ่งเข้ามาดำเนินกิจกรรมสนับสนุนเช่นทำการค้าและบริการ สำหรับประชากรจรกลุ่มนักท่องเที่ยวนั้น คาดว่าจะมีจำนวนค่อนข้างน้อยหรือไม่มีเลย เนื่องจากเทศบาลตำบลโคกสูง มิได้มีแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จึงคาดว่าประชากรจรของเทศบาลตำบลโคกสูง มีจำนวนค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับประชากรในทะเบียนราษฎร์ ซึ่งจะไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณการใช้น้ำและการเกิดน้ำเสีย

4.1.1.5 การคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต

ความสำคัญที่จะต้องมีการพยากรณ์หรือการคาดการณ์จำนวนประชากร เพราะในการออกแบบระบบท่อรวบรวมน้ำเสีย สถานีสูบน้ำเสีย จะต้องอาศัยข้อมูลปริมาณน้ำเสียในอนาคตโดยการคำนวณจากข้อมูลประชากรที่พยากรณ์ได้ดังกล่าว ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จำต้องทำการศึกษาและทำการพยากรณ์จำนวนประชากรในอนาคตด้วย

การคาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต จะทำการคาดการณ์จำนวนประชากรทุกๆ ปี เป็นระยะเวลา 20 ปี (ระหว่าง ปี พ.ศ. 2555- 2574) โดยจะทำการคาดการณ์จำนวนประชากรแต่ละประเภทโดยใช้สมมุติฐานจากการสำรวจภาคสนามพบว่าประชากรจรและประชากรแฝง จำนวนน้อยมาก ดังนั้นการคาดการณ์จึงนำประชากรตามทะเบียนราษฎร์มาเป็นข้อมูลหลัก

การคาดประมาณจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ของเทศบาลตำบลโคกสูง ผู้ศึกษาได้กำหนดขอบเขตการคาดประมาณเป็นระยะเวลา 20 ปีข้างหน้า ตั้งแต่ พ.ศ. 2555–2574 โดยใช้หุ่นจำลอง (Model) ในการคาดประมาณจำนวนประชากร ได้แก่

(ก) หุ่นจำลองอัตราการเพิ่มแบบต่อเนื่อง (Exponential Rate of Growth Model) เป็นหุ่นจำลองที่ใช้ในการคาดประมาณจำนวนประชากรในอนาคต โดยอาศัยสมมุติฐาน คือ ประชากรมีการเพิ่มแบบต่อเนื่องตลอดเวลา มิใช่เพิ่มเฉพาะในเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งมีสูตรในการคำนวณ คือ

$$\mathbf{P_n = P_0 e^{rn}}$$

โดย P_n = จำนวนประชากรทั้งสิ้นเมื่อปลายช่วงเวลาที่ศึกษา (คน)

P_o = จำนวนประชากรทั้งสิ้นเมื่อต้นช่วงเวลาที่ศึกษา (คน)

n = จำนวนปีระหว่างต้นช่วงและช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

r = อัตราการเพิ่มประชากร

e = ค่าคงที่ มีค่า = 2.718281829

log e = 0.4342945

สามารถหาอัตราการเปลี่ยนแปลง (r) ได้จากสูตรดังนี้

$$\mathbf{r = \frac{\log(P_n/P_o)}{n \log e}}$$

(ข) หุ่นจำลองอัตราการเพิ่มแบบเรขาคณิต (Geometric Growth Model) การคาดประมาณจำนวนประชากรในอนาคตด้วยวิธีนี้จะมีวิธีการคิดเช่นเดียวกับการคิดดอกเบี้ยทบต้น กล่าวคือ จะใช้อัตราการเปลี่ยนแปลงในการคิดคำนวณที่คงที่เท่าๆ กันต่อระยะเวลาที่ศึกษา และถ้าหากเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น (ตัวเลขเป็นจำนวนบวก) ฐานที่ใช้ในการคิดคำนวณก็จะเพิ่มขึ้นไปเรื่อย การคาดประมาณจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ของเทศบาลตำบลโคกสูงในอนาคตด้วยวิธีนี้ มีดังนี้

$$\mathbf{P_t = P_o (1+r)^t}$$

เมื่อ P_t = จำนวนประชากร ณ เวลาที่ต้องการศึกษา (คน)

P_o = จำนวนประชากรเมื่อเริ่มต้นช่วงเวลา (คน)

r = อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรต่อปี

t = จำนวนเวลาที่ต้องการศึกษา (ปี)

สามารถคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากร (r) ได้จากสูตร

$$r = [10^{((\log)Pt/Po)/n}]-1$$

(ค) หุ่นจำลองแบบเลขคณิต (Arithmetic Growth Model) เป็นหุ่นจำลองที่ใช้ในการคาดประมาณจำนวนประชากรในอนาคตที่มีสมมติฐาน คือ จำนวนการเพิ่ม หรือการลดของประชากรมีค่าคงที่เท่าๆ กันทุกปี โดยมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$\mathbf{P_n = P_o + a\,n}$$

โดย P_n = จำนวนประชากรทั้งสิ้นเมื่อปลายช่วงเวลาที่ศึกษา (คน)

P_o = จำนวนประชากรเมื่อเริ่มต้นช่วงเวลา (คน)

a = จำนวนคงที่ในการเปลี่ยนแปลงประชากร

n = ระยะเวลา (ปี) ระหว่าง P_o ถึง P_n

ซึ่ง ค่าคงที่การเปลี่ยนแปลง a หาได้จากสูตร

$$\mathbf{a = \frac{P_n - P_o}{n}}$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากหุ่นจำลองที่ผู้จัดทำนำมาใช้ในการศึกษาการคาดประมาณจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ในอนาคตข้างต้น สามารถนำมาหาค่าการเพิ่มของประชากรได้ โดยอาศัยข้อมูลประชากรย้อนหลังในการคำนวณ จึงสามารถนำมาใช้คำนวณการคาดประมาณจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ในอนาคต 20 ปี (พ.ศ. 2555-2574) โดยใช้อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรในปี 2546-2552 ของเทศบาลมาใช้ในการคาดการณ์จำนวนประชากร พบว่าเทศบาลตำบลโคกสูง มีอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรเฉลี่ยประมาณร้อยละ 1.16 โดยไม่คิดการเปลี่ยนแปลงประชากรเนื่องจากการย้ายถิ่นฐาน การคาดการณ์จำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ของเทศบาลตำบลโคกสูงได้แสดงการคาดการณ์ทั้ง 3 แบบ คือ แบบวิธีหุ่นจำลองหุ่นจำลองอัตราการเพิ่มแบบต่อเนื่อง แบบหุ่นจำลองอัตราการเพิ่มแบบเรขาคณิต และหุ่นจำลองแบบเลขคณิต แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การคาดการณ์ประชากรเทศบาลตำบลโคกสูง ในอีก 20 ปีข้างหน้า พ.ศ. 2555 - 2574

ปีที่	ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)		
		Exponential Rate of Growth Model	**Geometric Growth Model**	**Arithmetic Growth Model**
1	2557	3,650	3,651	3,658
2	2558	3,692	3,693	3,700
3	2559	3,734	3,735	3,742
4	2560	3,777	3,778	3,784
5	2561	3,820	3,822	3,826
6	2562	3,864	3,865	3,868
7	2563	3,908	3,910	3,910
8	2564	3,953	3,955	3,952
9	2565	3,998	4,000	3,994
10	2566	**4,044**	4,046	4,036
11	2567	4,090	4,093	4,078
12	2568	4,137	4,140	4,120
13	2569	4,184	4,187	4,162
14	2570	4,232	4,235	4,204
15	2571	4,280	4,284	4,246
16	2572	4,329	4,333	4,288

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ปีที่	ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)		
		Exponential Rate of Growth Model	Geometric Growth Model	Arithmetic Growth Model
17	2573	4,378	4,383	4,330
18	2574	4,428	4,433	4,372
19	2575	4,479	4,484	4,414
20	2576	4,530	4,536	4,456

จากตารางที่ 4.2 การกระจายของข้อมูลมีลักษณะไม่เท่ากัน ซึ่งการคาดการณ์จำนวนประชากรแบบอัตราการเพิ่มแบบต่อเนื่อง (Exponential Rate of Growth Model) เป็นค่าที่อยู่กึ่งกลางของการกระจายของข้อมูล และมีค่าใกล้เคียงกับแบบอัตราการเพิ่มแบบเรขาคณิต (Geometric Growth Model) จึงเลือกใช้การคาดการณ์จำนวนประชากรแบบอัตราการเพิ่มแบบต่อเนื่องมาใช้ในการคาดการณ์จำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์

4.1.2 การศึกษาด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน

4.2.1.1 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน

จากการสำรวจสภาพทั่วไปเบื้องต้นของชุมชนเทศบาลตำบลโคกสูงและชุมชนโดยรอบข้อมูลกองช่าง ณ วันที่ 10 มีนาคม 2556 พื้นที่ในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สำหรับบ้านเรือนและที่พักอาศัยของประชาชน ซึ่งมีลักษณะการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ ในเขตพื้นที่โดยประมาณ ดังนี้

- พื้นที่พักอาศัย 4,500 ไร่
- พื้นที่พาณิชยกรรม 350 ไร่ (ร้านค้า, ตลาดสด, ปั๊มน้ำมัน)
- พื้นที่ตั้งหน่วยงานของรัฐ 20 ไร่
- สวนสาธารณะ/นันทนาการ -
- พื้นที่เกษตรกรรม 25,000 ไร่
- พื้นที่อุตสาหกรรม 70 ไร่
- พื้นที่ตั้งสถานศึกษา 40 ไร่
- พื้นที่ว่าง -

4.2.1.2 แนวโน้มการขยายตัวของเทศบาลตำบลโคกสูงในอนาคต

โดยลักษณะการอยู่อาศัยและของประชากรในอดีตของเทศบาลตำบลโคกสูง พบว่ามีการอยู่อย่างเป็นชุมชน โดยแบ่งออกเป็น 11 หมู่บ้าน ซึ่งจะมีการพักอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นในบริเวณใจกลางเทศบาลและเบาบางออกมาตามสองฝั่งข้างทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 205 นครราชสีมา-โคกสูง

4.1.3 การกระจายตัวของประชากรและการคาดการณ์การขยายตัวของชุมชนในอนาคต

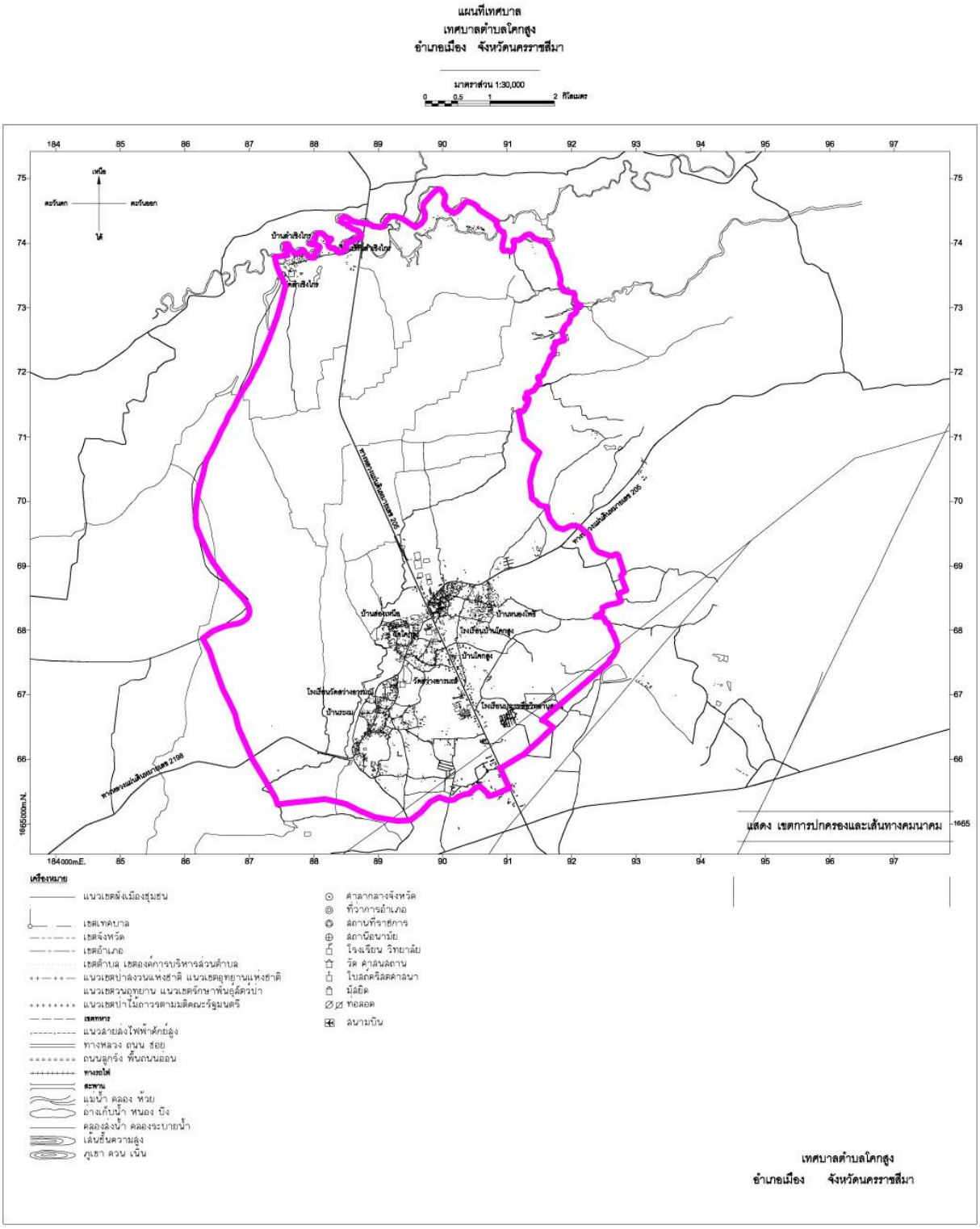
4.1.3.1 การกระจายตัวของประชากร

ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาการกระจายตัวของประชากรของชุมชนเทศบาลตำบลโคกสูง โดยการศึกษาการกระจายตัวของประชากรจากผังการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้ผลการศึกษาและการคาดการณ์การกระจายตัวของประชากร ในอนาคต 10 ปี (พ.ศ.2566) และ 20 ปี (พ.ศ.2576) ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2 ตามลำดับ

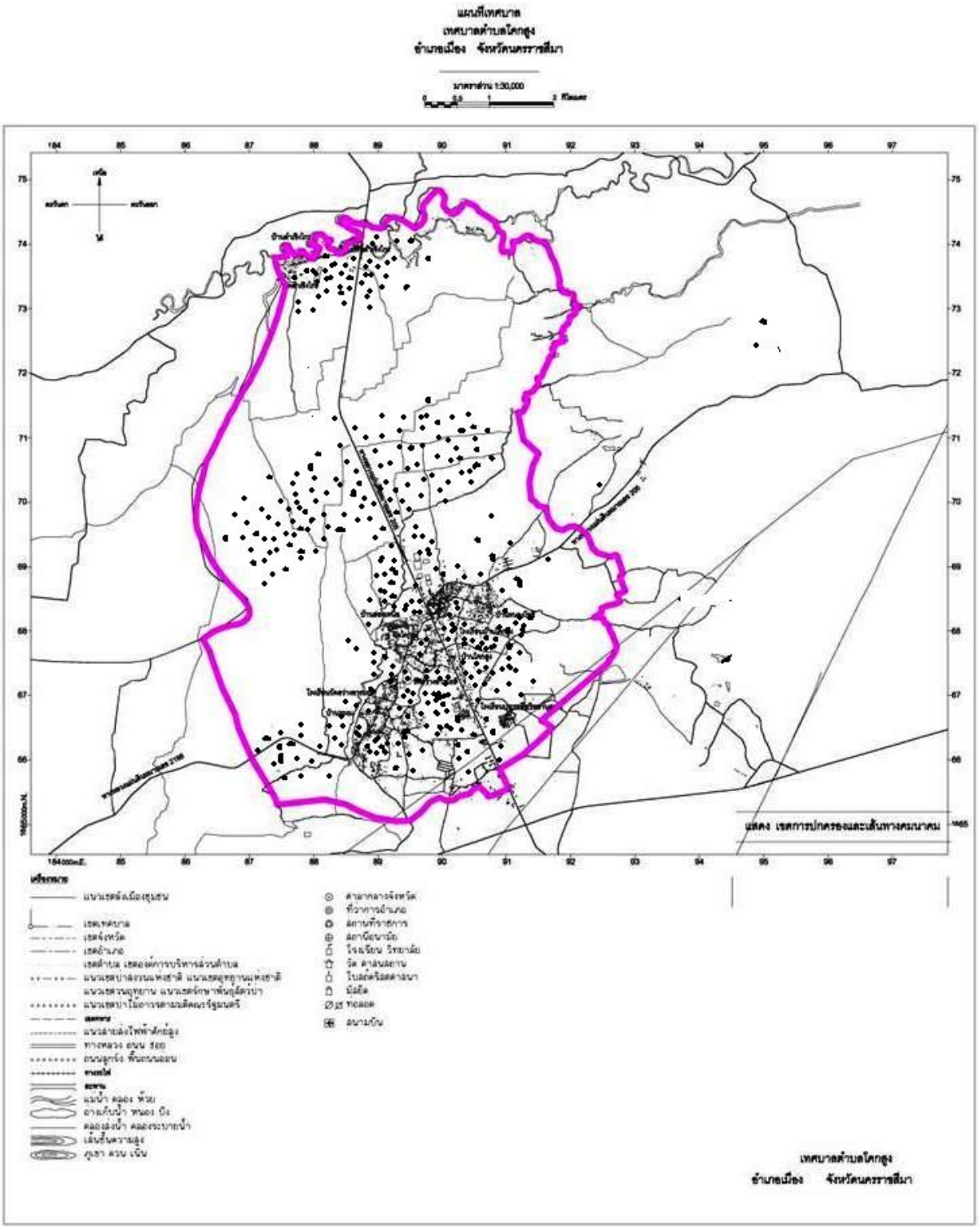
4.1.3.2 คาดการณ์การขยายตัวของชุมชนเทศบาลตำบลโคกสูงในอนาคต

ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาข้อมูลจากผังเมืองเทศบาลตำบลโคกสูง ซึ่งสัมพันธ์กับการกระจายตัวของประชากร ทำให้สามารถคาดการณ์การขยายตัวของชุมชนเทศบาลตำบลโคกสูงในอนาคตได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.1 คาดการณ์การกระจายตัวของประชากรในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง ปี 2566



รูปที่ 4.2 คาดการณ์การกระจายตัวของประชากรในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง ปี 2576

4.1.4 การศึกษาปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสีย

4.1.4.1 แหล่งกำเนิดน้ำเสีย

น้ำเสียที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลตำบลโคกสูงส่วนใหญ่มาจากน้ำที่ใช้ตามบ้านเรือน ซึ่งข้อมูลจากกองการประปา ณ เดือน กรกฎาคม 2556 มีจำนวนประชากร 3,244 คน มีจำนวน 811 ครัวเรือนที่ใช้น้ำประปาในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง แหล่งกำเนิดน้ำเสียภายในเขตเทศบาลฯ นอกจากบ้านเรือนที่พักอาศัยแล้วยังมี ร้านค้า สถานประกอบการ สถานที่ราชการ สถานศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดจำนวนดังนี้

1) สถานีบริการน้ำมัน	4	แห่ง
2) ตลาดสด	2	แห่ง
3) ตลาดนัดทุกวันอังคาร,ศุกร์ และอาทิตย์	2	แห่ง
4) ร้านค้าทั่วไป	129	แห่ง
5) คลินิกเอกชน	-	แห่ง
6) ห้องสมุดประชาชน	-	แห่ง
7) สนามเด็กเล่น	-	แห่ง
8) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล	1	แห่ง
9) ศูนย์กีฬาตำบล	1	แห่ง
10) สถานศึกษา		
- โรงเรียน	4	แห่ง
- ศูนย์บริการการศึกษานอกโรงเรียน	1	แห่ง
- ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กเทศบาลตำบลโคกสูง	1	แห่ง
- ที่อ่านหนังสือประจำหมู่บ้าน	11	แห่ง
-ศูนย์การเรียนรู้ประจำตำบล	1	แห่ง
11) สถานที่ทางศาสนา		
- วัด	3	แห่ง

4.1.4.2 ปริมาณน้ำเสีย

น้ำเสียในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง ส่วนใหญ่เป็นน้ำเสียที่เกิดจากการใช้น้ำประปาในกิจกรรมต่าง ๆ การใช้น้ำจากแหล่งอื่น เช่น น้ำบาดาล น้ำบ่อตื้น น้ำฝน และแหล่งน้ำธรรมชาติมีบ้างแต่น้อยมากเมื่อเทียบกับน้ำประปา (ดังนั้นการประเมินปริมาณน้ำเสียจึงประเมินจากปริมาณการใช้น้ำประปาเป็นหลัก) ประกอบกับแนวโน้มที่จะมีการใช้น้ำประปาแทนแหล่งน้ำอื่นดังกล่าวเพิ่มขึ้น

มาก เนื่องจากการประปามีความสามารถที่จะให้บริการอย่างทั่วถึง ทั้ง 11 หมู่บ้าน ซึ่งมีความสะดวกและคุณภาพน้ำที่นำมาใช้อุปโภคบริโภคมีความเชื่อถือได้มากกว่า

4.1.4.3 ปริมาณน้ำใช้

การศึกษาปริมาณน้ำใช้เพื่อคาดการณ์ (Forcast) ปริมาณน้ำเสียสำหรับนำไปใช้ในการออกแบบมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงการใช้น้ำ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมด มักเกิดจากการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน แม้ว่าในชุมชนบางแห่งอาจไม่ได้ใช้น้ำประปาทั้งหมด แต่สัดส่วนการใช้น้ำประปา (Service Ratio) ของชุมชนขนาดใหญ่หรือที่เจริญแล้วมักมีสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นการศึกษาการใช้น้ำโดยเฉพาะน้ำใช้หลักซึ่งได้แก่น้ำประปาจะถูกนำไปพิจารณาเพื่อประเมินปริมาณน้ำเสีย

ศักยภาพการประปาเทศบาลตำบลโคกสูง เทศบาลได้ดูแลรับผิดชอบให้บริการน้ำประปากับประชากรผู้ใช้น้ำประปาในเขตเทศบาล จำนวน 4 หมู่บ้าน จำนวน 811 ครัวเรือน ระบบผลิตน้ำประปาของเทศบาลตำบลโคกสูง ตั้งอยู่ที่บ้านส่องเหนือ หมู่ 8 และบ้านหัวสระ หมู่ 5 ตำบลโคกสูง แหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา ได้ใช้น้ำดิบจากสระสาธารณะเนื้อที่ จำนวน 3 ไร่ มีความจุของน้ำ ประมาณ 1,400,000 ลบ.ม. ระบบการผลิตประปาเป็นระบบทรายกรองช้า(Slow Sand Process) มีกำลังในการผลิตน้ำประปาได้ 500 ลบ.ม. / วัน ปัจจุบันจำนวนประชากรผู้ใช้น้ำประปามีจำนวนเพิ่มขึ้นจำนวนมากเทศบาลจึงได้ เพิ่มกำลังการผลิตน้ำประปาเป็น 1,000 ลบ.ม./วัน สามารถให้การบริการต่อผู้ใช้น้ำประปาของเทศบาลตำบลโคกสูง ทั้งในเขตได้เพียงพอ กลุ่มผู้ใช้น้ำประปาประเภทที่อยู่อาศัยในเขตความรับผิดชอบของเทศบาลตำบลโคกสูง จำนวน 811 ครัวเรือน ดังตารางที่ 4.3

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.3 จำนวนประชากรและครัวเรือนที่ใช้น้ำประปาในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง

ลำดับ	ชื่อชุมชน	จำนวนครัวเรือน	จำนวนประชากร			จำนวนครัวเรือนที่ใช้น้ำประปา
			ชาย	หญิง	รวม	
1	หมู่ที่ 1 บ้านโคกสูง	405	651	688	1,339	**400**
2	หมู่ที่ 2 บ้านหนองโพธิ์	194	316	292	608	**30**
3	หมู่ที่ 5 บ้านหัวสระ	288	382	470	852	**152**
4	หมู่ที่ 11 บ้านหนองกระชาย	393	578	630	1,208	**229**
รวมทั้งสิ้น		**1,280**	**1,927**	**2,080**	**4,007**	**811**

จากข้อมูลกองประปาเพื่อใช้ในการประกอบการศึกษาการใช้น้ำในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง (ในแต่ละหมู่บ้าน) เพื่อประกอบการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง แสดงสถิติจำนวนครัวเรือนและปริมาณการใช้น้ำในแต่ละชุมชนโดยบันทึกสถิติตลอดทั้งปี คือ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2555 ดังตารางที่ 4.4 และ ตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 จำนวนครัวเรือนที่ใช้น้ำ (มกราคม-ธันวาคม พ.ศ.2555)

เดือน	**จำนวนครัวเรือนในแต่ละชุมชนที่ใช้น้ำประปา (ครัวเรือน)**											
	ม.1	**ม.2**	**ม.3**	**ม.4**	**ม.5**	**ม.6**	**ม.7**	**ม.8**	**ม.9**	**ม.10**	**ม.11**	**รวม**
มกราคม	114	91	114	158	110	95	90	96	90	113	107	**1178**
กุมภาพันธ์	118	90	109	158	109	96	95	94	90	113	104	**1176**
มีนาคม	115	91	113	156	109	93	92	94	92	115	109	**1179**
เมษายน	115	91	110	159	112	94	93	95	91	111	108	**1179**
พฤษภาคม	116	92	112	160	108	96	94	96	83	114	107	**1178**
มิถุนายน	120	89	104	160	109	95	94	93	87	115	110	**1176**
กรกฎาคม	115	88	106	159	106	97	95	96	87	115	105	**1054**
สิงหาคม	114	85	108	159	107	97	90	92	87	112	109	**1160**
กันยายน	115	89	106	158	108	96	93	95	91	114	109	**1174**
ตุลาคม	116	85	108	158	104	95	93	95	93	114	109	**1170**
พฤศจิกายน	116	88	106	164	104	94	88	96	92	114	103	**1165**
ธันวาคม	118	88	104	154	100	96	91	95	94	115	105	**1160**
เฉลี่ย	**116**	**89**	**108**	**159**	**107**	**96**	**92**	**95**	**90**	**114**	**107**	**1163**

หมายเหตุ : ม = หมู่บ้าน ข้อมูลงานประปา กองช่างเทศบาลตำบลโคกสูง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการใช้น้ำในแต่ละชุมชน (มกราคม-ธันวาคม พ.ศ.2555)

เดือน	ปริมาณการใช้น้ำประปาในแต่ละชุมชน (m^3)											
	ม.1	ม.2	ม.3	ม.4	ม.5	ม.6	ม.7	ม.8	ม.9	ม.10	ม.11	รวม
มกราคม	1,979	1,627	2,244	2,474	2,488	2,571	1,217	2,372	1,550	1,186	2,338	22,046
กุมภาพันธ์	1,760	1,395	1,396	2,395	1,550	2,125	2,430	1,608	2,338	1,644	1,627	20,268
มีนาคม	1,897	1,703	1,912	2,182	1,599	2,980	1,952	2,487	1,864	1,740	1,186	21,502
เมษายน	1,551	1,588	2,830	2,763	4,559	1,740	1,510	1,433	1,587	1,509	1,672	22,742
พฤษภาคม	1,470	1,573	1,880	2,222	1,852	1,672	1,748	1,258	1,644	2,338	1,588	19,245
มิถุนายน	2,379	2,363	2,443	3,769	2,642	4,089	1,864	3,358	1,396	1,410	1,299	27,012
กรกฎาคม	2,030	2,181	1,864	3,049	1,989	2,785	1,390	1,655	1,550	1,186	1,644	21,323
สิงหาคม	1,186	1,299	2,057	2,707	2,415	1,844	1,672	1,572	1,627	2,338	2,642	21,359
กันยายน	1,803	1,509	1,410	2,506	2,338	2,661	1,521	1,644	1,186	1,550	1,396	19,524
ตุลาคม	1,719	1,662	1,904	2,696	2,621	3,133	1,641	1,809	1,587	1,864	1,550	22,186
พฤศจิกายน	1,471	1,277	1,587	2,257	2,369	2,111	1,324	1,475	1,627	1,588	1,509	18,595
ธันวาคม	1,851	1,586	1,603	2,341	2,350	2,852	1,634	2,035	1,396	1,644	1,509	20,801
เฉลี่ย	**1,758**	**1,647**	**1,928**	**2,613**	**2,398**	**2,547**	**1,659**	**1,892**	**1,613**	**1,666**	**1,663**	**21,384**

หมายเหตุ : ม = หมู่บ้าน ข้อมูลงานประปา กองช่างเทศบาลตำบลโคกสูง

4.1.4.4 อัตราการใช้น้ำ

อัตราการใช้น้ำประปาสามารถบ่งบอกถึงปริมาณการใช้ทรัพยากรน้ำและปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นได้ หากอัตราการใช้น้ำประปามากจะมีผลประทบต่อปริมาณและคุณภาพของแหล่งน้ำ และทำให้เกิดน้ำเสียมากขึ้น มีผลกระทบให้ระบบบำบัดน้ำเสียต้องมีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อป้องกันการเกิดมลพิษทางน้ำ

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย ได้กำหนดค่าอัตราการใช้น้ำของประชากร กำหนดให้อยู่ช่วงพิสัย 100 - 200 ลิตร/คน/วัน โดยกำหนดให้หมู่บ้านขนาดเล็กหรือมีความหนาแน่นน้อยใช้น้ำ 100 ลิตร/คน/วัน และชุมชนขนาดใหญ่หรือมีความหนาแน่นมากใช้น้ำ 200 ลิตร/คน/วัน

สำหรับปริมาณน้ำใช้ที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลตำบลโคกสูงส่วนใหญ่เป็นน้ำใช้จากครัวเรือน นอกจากนั้นเป็นการใช้น้ำตามร้านค้าทั่วไป และตลาดสดภายในเขตเทศบาลตำบลเทศบาลตำบลโคกสูง ในการคำนวณหาปริมาณน้ำเสียได้ประเมินอัตราการใช้น้ำต่อหน่วยประชากร โดยประเมินให้ประชากรที่ได้รับบริการน้ำประปามีปริมาณร้อยละ 98.45

จาก ตารางที่ 4.5 ผู้ศึกษาใช้ข้อมูลจำนวนประชากรและข้อมูลการใช้น้ำประปาใน ปี พ.ศ. 2552 เป็นปีฐาน มาคำนวณเพื่อคาดการณ์หาอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของประชากรต่อวัน แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้น้ำของประชากรในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง

เดือน	**จำนวนประชากร (คน)**	**ปริมาณการใช้น้ำ ลูกบาศก์เมตร/เดือน**	**อัตราการใช้น้ำ ลูกบาศก์เมตร/คน/วัน**	**อัตราการใช้น้ำ ลิตร/คน/วัน**
มกราคม	3,532	16,972	0.160	160
กุมภาพันธ์	3,524	14,659	0.139	139
มีนาคม	3,519	16,712	0.158	158
เมษายน	3,510	17,974	0.171	171
พฤษภาคม	3,502	13,675	0.130	130
มิถุนายน	3,500	22,907	0.218	218
กรกฎาคม	3,494	16,943	0.162	162
สิงหาคม	3,491	14,752	0.141	141
กันยายน	3,483	15,392	0.147	147
ตุลาคม	3,451	17,185	0.166	166
พฤศจิกายน	3,443	13,871	0.134	134
ธันวาคม	3,447	16,252	0.157	157
เฉลี่ย	**3,491**	**16,441**	**0.157**	**157**

ที่มา : จำนวนประชากรจากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้น้ำของประชากรในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง เท่ากับ 157 ลิตร/คน/วัน เป็นฐานในการคำนวณ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ตามค่ากำหนดของกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย โดยกำหนดให้อัตราการเพิ่มของการใช้น้ำคงที่ร้อยละ 1 ตลอดการศึกษา ซึ่งการประเมินอัตราการใช้น้ำและปริมาณน้ำใช้ในอนาคตสามารถแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การประเมินอัตราการใช้น้ำและปริมาณน้ำใช้ในอนาคต

ปี พ.ศ.	ประชากร (คน)	อัตราการใช้น้ำ ลิตร/คน/วัน	การใช้น้ำรวม ลิตร/วัน	การใช้น้ำรวม ลูกบาศก์เมตร/วัน
2557	3,650	157.00	573,050.00	573.05
2558	3,692	158.57	585,440.44	585.44
2559	3,734	160.16	598,021.38	598.02
2560	3,777	161.76	610,957.16	610.96
2561	3,820	163.37	624,091.85	624.09
2562	3,864	165.01	637,593.14	637.59
2563	3,908	166.66	651,302.06	651.30
2564	3,953	168.33	665,389.71	665.39
2565	3,998	170.01	679,693.99	679.69
2566	4,044	171.71	694,389.53	694.39
2567	4,090	173.43	709,311.01	709.31
2568	4,137	175.16	724,636.63	724.64
2569	4,184	176.91	740,197.84	740.20
2570	4,232	178.68	756,176.49	756.18
2571	4,280	180.47	772,400.69	772.40
2572	4,329	182.27	789,056.03	789.06
2573	4,378	184.09	805,967.24	805.97
2574	4,428	185.94	823,323.70	823.32
2575	4,479	187.80	841,134.49	841.13
2576	4,530	189.67	859,219.17	859.22

จาก ตารางที่ 4.7 หากพิจารณาว่าโครงการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียสามารถดำเนินได้อย่างต่อเนื่องตลอดในช่วง 20 ปี (พ.ศ. 2555-2574) ในปี พ.ศ. 2555 ประชากรในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง มีจำนวน 3,650 คน ดังนั้นจะมีปริมาณการใช้น้ำในเขตเทศบาลตำบลโคกสูงประมาณ 573,050 ลิตร/วัน หรือ 573.05 ลูกบาศก์เมตร/วัน และปริมาณน้ำใช้จะเพิ่มมากขึ้นตามประชากรและอัตราการใช้น้ำ โดยในปี พ.ศ.2564 จะมีปริมาณการใช้น้ำประมาณ 694.39 ลูกบาศก์เมตร/วัน และในปีพ.ศ.2574 ซึ่งเป็นปีสุดท้ายที่พิจารณาคาดว่าจะมีการใช้น้ำทั้งสิ้นประมาณ 859.22 ลูกบาศก์เมตร/วัน

4.1.4.5 การประเมินปริมาณน้ำเสีย และการคาดการณ์ในอนาคต

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้น้ำคือจำนวนประชากรและอัตราการใช้น้ำต่อหน่วยประชากร โดยจำนวนประชากรหมายถึงประชากรตามทะเบียนราษฎร์ในเขตเทศบาล

ในการประเมินปริมาณน้ำเสีย ผู้ศึกษาจะกำหนดให้ประเมินปริมาณน้ำเสียจากน้ำใช้หลัก ซึ่งได้แก่ปริมาณน้ำประปาและใช้เกณฑ์ในการประเมินปริมาณน้ำเสียจากชุมชนดังต่อไปนี้คือ อัตราการเกิดน้ำเสียมีค่าเท่ากับร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ และคิดปริมาณการซึมของน้ำใต้ดินเท่ากับ 0.2 ของปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่เส้นท่อ ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงปีที่เป็นเป้าหมาย พ.ศ.2574 พบว่าจะมีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยเกิดขึ้นประมาณ 824.85 ลูกบาศก์เมตร/วัน

ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ผู้ศึกษาจะดำเนินการออกแบบโดยปริมาณน้ำเสียสูงสุดรายวันจะมีค่าเท่ากับ 1.20 เท่าของปริมาณน้ำเสียรวมที่ประเมิน หรือประมาณ 799.94 ลูกบาศก์เมตร/วัน ในปี พ.ศ.2564 และปริมาณน้ำเสียจะเพิ่มขึ้นเป็น 989.82 ลูกบาศก์เมตร/วัน ในปี พ.ศ.2574 แสดงการคาดการณ์ปริมาณน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นในแต่ละชุมชน ดังตารางที่ 4.7 และคาดการณ์ปริมาณน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นในเทศบาลตำบลโคกสูง ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การประเมินปริมาณน้ำเสียสูงสุดที่จะเกิดขึ้นในอนาคต 20 ปี ในแต่ละชุมชน

ปี	ปริมาณน้ำเสียสูงสุดรายวัน (ลูกบาศก์เมตร/วัน)											
พ.ศ.	ม.1	ม.2	ม.3	ม.4	ม.5	ม.6	ม.7	ม.8	ม.9	ม.10	ม.11	รวม
2557	97.13	83.74	86.09	98.21	71.08	80.49	62.76	80.85	79.25	87.12	111.43	938.2
2558	99.19	85.49	87.86	100.28	72.70	82.21	64.12	82.56	80.80	88.86	113.66	957.7
2559	101.30	87.26	89.86	102.59	74.17	83.95	65.50	84.31	82.41	90.64	115.93	977.9
2560	103.61	89.26	91.68	104.73	75.85	85.72	66.90	86.09	84.24	92.45	118.25	998.8
2561	105.78	91.09	93.73	106.91	77.36	87.70	68.33	88.08	95.92	94.30	120.62	1,029.8
2562	107.97	93.14	95.80	109.30	79.07	89.53	69.77	89.91	87.63	96.19	123.03	1,041.3

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ปี	ปริมาณน้ำเสียสูงสุดรายวัน (ลูกบาศก์เมตร/วัน)											
พ.ศ.	ม.1	ม.2	ม.3	ม.4	ม.5	ม.6	ม.7	ม.8	ม.9	ม.10	ม.11	รวม
2563	110.40	95.04	97.92	111.74	80.82	91.39	71.23	91.96	89.38	98.11	125.49	1,063.5
2564	112.67	97.15	99.87	114.02	82.61	93.46	72.71	93.85	91.16	100.07	128.00	1,085.6
2565	115.15	99.29	102.03	116.54	84.41	95.37	74.42	95.96	92.98	102.07	130.56	1,108.8
2566	117.70	101.27	104.24	119.08	86.24	97.52	75.96	97.92	94.83	104.12	133.17	1,132.0
2567	120.27	103.48	106.49	121.67	88.10	99.50	77.52	100.10	96.72	106.20	135.83	1,155.9
2568	122.88	105.73	108.76	124.30	89.99	101.70	79.30	102.31	98.65	108.32	138.55	1,180.5
2569	125.34	108.01	111.27	126.97	91.92	103.93	80.90	104.35	100.62	110.49	141.32	1,205.1
2570	128.24	110.33	113.62	129.68	93.86	106.21	82.75	106.63	102.63	112.70	144.15	1,230.8
2571	130.97	112.68	116.01	132.43	95.85	108.52	84.41	108.93	104.68	114.95	147.03	1,256.5
2572	133.76	115.07	118.43	135.22	97.85	110.87	86.30	111.28	106.77	117.25	149.97	1,282.8
2573	136.58	117.70	121.10	138.27	100.10	113.25	88.22	113.67	108.90	119.60	152.97	1,310.4
2574	139.44	120.17	123.59	141.15	102.17	115.67	90.18	116.10	111.07	121.99	156.03	1,337.6
2575	142.57	122.88	126.34	144.30	104.28	118.13	91.94	118.55	113.29	124.43	159.15	1,365.9
2576	145.52	125.42	129.14	147.27	106.63	120.61	93.96	121.27	155.55	126.92	162.33	1,434.6

ตารางที่ 4.9 การประเมินปริมาณน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นในอนาคต 20 ปี เทศบาลตำบลโคกสูง

ปี พ.ศ.	ประชากร (คน)	อัตราการใช้น้ำ ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ m^3 /day	ปริมาณการเกิดน้ำเสีย m^3 /day	ปริมาณน้ำรั่วซึมเข้าท่อ m^3 /day	ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย m^3 /day	ปริมาณน้ำเสียสูงสุดรายวัน m^3 /day
2557	3,650	157	573.05	458.44	91.69	550.13	660.15
2558	3,692	158.57	585.44	468.35	93.67	562.02	674.43
2559	3,734	160.16	598.02	478.42	95.68	574.10	688.92
2560	3,777	161.76	610.96	488.77	97.75	586.52	703.83
2561	3,820	163.37	624.09	499.27	99.85	599.13	718.95
2562	3,864	165.01	637.59	510.07	102.01	612.09	734.50
2563	3,908	166.66	651.3	521.04	104.21	625.25	750.30

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	ประชากร (คน)	อัตราการใช้น้ำ ลิตร/คน/วัน	ปริมาณน้ำใช้ m^3 /day	ปริมาณการเกิดน้ำเสีย m^3 /day	ปริมาณน้ำรั่วซึมเข้าท่อ m^3 /day	ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย m^3 /day	ปริมาณน้ำเสียสูงสุดรายวัน m^3 /day
2564	3,953	168.33	665.39	532.31	106.46	638.77	766.53
2565	3,998	170.01	679.69	543.75	108.75	652.50	783.00
2566	4,044	171.71	694.39	555.51	111.10	666.61	799.94
2567	4,090	173.43	709.31	567.45	113.49	680.94	817.13
2568	4,137	175.16	724.64	579.71	115.94	695.65	834.79
2569	4,184	176.91	740.2	592.16	118.43	710.59	852.71
2570	4,232	178.68	756.18	604.94	120.99	725.93	871.12
2571	4,280	180.47	772.4	617.92	123.58	741.50	889.80
2572	4,329	182.27	789.06	631.25	126.25	757.50	909.00
2573	4,378	184.09	805.97	644.78	128.96	773.73	928.48
2574	4,428	185.94	823.32	658.66	131.73	790.39	948.46
2575	4,479	187.8	841.13	672.90	134.58	807.48	968.98
2576	4,530	189.67	859.22	687.38	137.48	824.85	989.82

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ในการคำนวณอัตราการไหลสูงสุดสำหรับการศึกษาท่อรวบรวมน้ำเสียใช้เกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2546 ในการคำนวณอัตราการไหลสูงสุดดังนี้

อัตราการเกิดน้ำเสีย = 0.8 เท่าของอัตราการใช้น้ำ

อัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อ = 0.2 เท่าของอัตราการเกิดน้ำเสีย

อัตราการไหลรายวันเฉลี่ย = อัตราการเกิดน้ำเสีย + อัตราน้ำรั่วซึมเข้าท่อ

อัตราน้ำเสียสูงสุดรายวัน = 1.2 ของอัตราการไหลรายวันเฉลี่ย

อัตราการไหลรายชั่วโมงสูงสุด = 1.8 เท่าของอัตราการไหลรายวันเฉลี่ย

อัตราการไหลออกแบบ = 3 เท่าของอัตราการไหลรายวันเฉลี่ย

4.1.4.6 การตรวจวัดปริมาณน้ำเสีย

1) การวัดอัตราการไหล

การตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย ในเขตเทศบาลตำบลโคกสูงนั้น ผู้ศึกษาได้ทำการสำรวจจุดปล่อยน้ำเสีย พบว่าจุดปล่อยน้ำเสียมีทั้งหมด 8 จุดและที่สามารถวัดปริมาณน้ำเสียได้มีจำนวน 3 จุด ซึ่งทำการตรวจวัดในวันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ.2553 ซึ่งคิดเป็นปริมาณน้ำเสียที่ตรวจวัดได้ ประมาณ 43 % ของปริมาณน้ำเสียทั้งหมด เนื่องจากเส้นท่อระบายน้ำเสียบางส่วนมีการก่อสร้างใหม่ บางจุดเกิดการอุดตัน และบางจุดปลายท่ออยู่ในคลอง จึงทำให้ไม่สามารถตรวจวัดอัตราการไหลได้ครบทั้งหมดทุกจุด และ 1 ในการวัดอัตราการไหลนั้นเนื่องจากเป็นท่อคอนกรีตกลมมีน้ำไหลไม่เต็มท่อ ไม่สามารถวัดโดยการติดแผ่นวัดน้ำ (V-NOTH WEIR) ได้จึงทำการวัดโดยการวัดความเร็วที่ผิวน้ำ โดยการทิ้งวัสดุที่ผิวน้ำแล้ววัดเวลาที่ไหลผ่านระยะทางที่กำหนดเอาไว้ โดยทำซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย และวัดความลึกของน้ำสำหรับหาพื้นที่หน้าตัดของน้ำในเส้นท่อ

2) ผลการตรวจวัดอัตราการไหล

จากการศึกษาปริมาณน้ำเสียโดยการวัดอัตราการไหล โดยทำการวัดในจุดปล่อยน้ำเสียจำนวน 3 จุด ซึ่งผลการวัดอัตราการไหล มีดังต่อไปนี้

จุดที่ 1 ปลายท่ออยู่บริเวณสี่แยกทางหลวง 2150 ตัดกับ ถ.เทศบาล 4 ฝั่งทางด้านทิศเหนือเทศบาล พบว่ามีอัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ย 0.818 ลิตรต่อวินาที อัตราการไหลต่ำสุดเฉลี่ย 0.116 ลิตรต่อวินาที และอัตราการไหลเฉลี่ย 0.391 ลิตรต่อวินาที หรือมีอัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ย 70.65 ลบ.ม.ต่อวัน อัตราไหลต่ำสุดเฉลี่ย 10.05 ลบ.ม.ต่อวัน และอัตราไหลเฉลี่ย 33.74 ลบ.ม.ต่อวัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.3

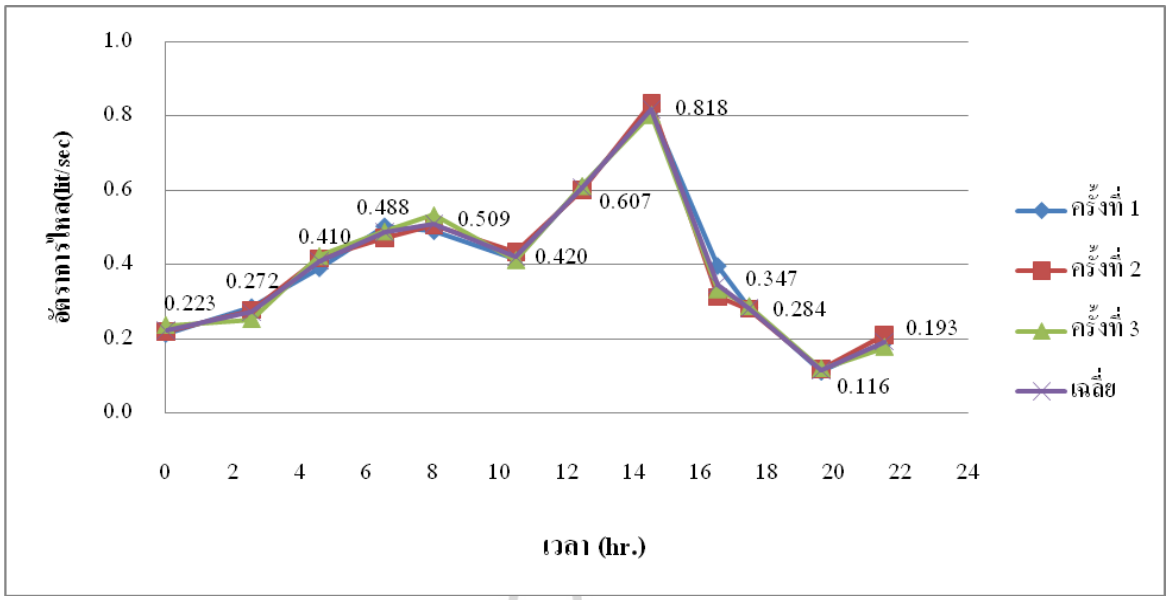
จุดที่ 2 ปลายท่อระบายน้ำอยู่ ณ ระบบบำบัดน้ำเสียเทศบาลฯ บริเวณบ้านโคกสูง พบว่ามีอัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ย 2.81 ลิตรต่อวินาที อัตราการไหลต่ำสุดเฉลี่ย 0.230 ลิตรต่อวินาที และอัตราการไหลเฉลี่ย 1.140 ลิตรต่อวินาที หรือมีอัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ย 242.78 ลบ.ม.ต่อวัน อัตราไหลต่ำสุดเฉลี่ย 19.87 ลบ.ม.ต่อวัน และอัตราไหลเฉลี่ย 98.47 ลบ.ม.ต่อวัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.11. และรูปที่ 4.4

จุดที่ 3 ปลายท่ออยู่บริเวณ ถ.เทศบาล 1 ซอย 9 บริเวณคลองท่าใหญ่ พบว่า มีอัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ย 4.51 ลิตรต่อวินาที อัตราการไหลต่ำสุดเฉลี่ย 0.367 ลิตรต่อวินาที และอัตราการไหลเฉลี่ย 1.825 ลิตรต่อวินาที หรือมีอัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ย 389.66 ลบ.ม.ต่อวัน อัตราไหลต่ำสุดเฉลี่ย 31.68 ลบ.ม.ต่อวัน และอัตราไหลเฉลี่ย 157.68 ลบ.ม.ต่อวัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.10 ผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่ 1

เวลา (ชั่วโมง)	**เวลา (นาฬิกา)**	**ปริมาณการไหลของน้ำเสีย (ลิตร/วินาที)**			
		ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**เฉลี่ย**
0	6.55	0.213	0.220	0.237	0.223
2	9.12	0.285	0.277	0.253	0.272
4	11.15	0.390	0.416	0.423	0.410
6	13.10	0.503	0.471	0.489	0.488
8	14.58	0.490	0.504	0.533	0.509
10	17.04	0.416	0.433	0.412	0.420
12	19.02	0.609	0.600	0.612	0.607
14	21.10	0.816	0.833	0.804	0.818
16	23.07	0.396	0.312	0.333	0.347
18	1.02	0.285	0.280	0.288	0.284
20	3.18	0.111	0.118	0.120	0.116
22	5.07	0.190	0.21	0.178	0.193
เฉลี่ย		**0.425**	**0.425**	**0.429**	**0.391**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

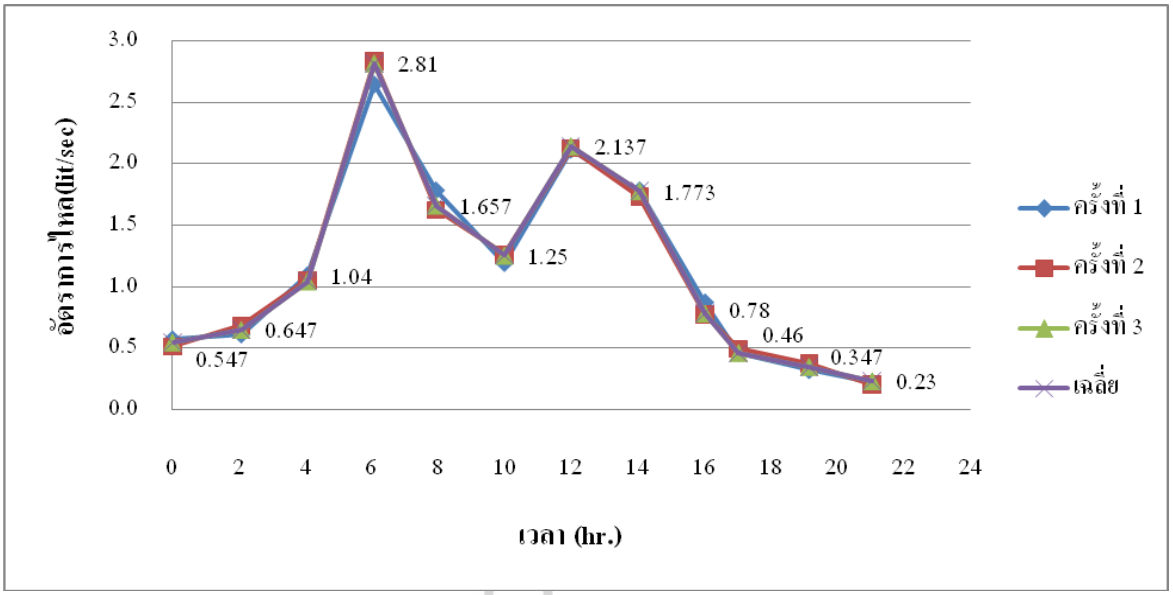


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่ 1

ตารางที่ 4.11 ผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่ 2

เวลา (ชั่วโมง)	เวลา (นาฬิกา)	ปริมาณการไหลของน้ำเสีย (ลิตร/วินาที)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
0	7.15	0.57	0.51	0.56	0.547
2	9.22	0.61	0.68	0.65	0.647
4	11.21	1.09	1.05	0.98	1.040
6	13.22	2.64	2.83	2.96	2.810
8	15.08	1.78	1.62	1.57	1.657
10	17.14	1.19	1.26	1.30	1.250
12	19.14	2.11	2.12	2.18	2.137
14	21.21	1.78	1.73	1.81	1.773
16	23.18	0.87	0.77	0.7	0.780
18	1.19	0.46	0.49	0.43	0.460
20	3.31	0.32	0.37	0.35	0.347
22	5.21	0.22	0.20	0.27	0.230
เฉลี่ย		**1.137**	**1.136**	**1.147**	**1.140**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

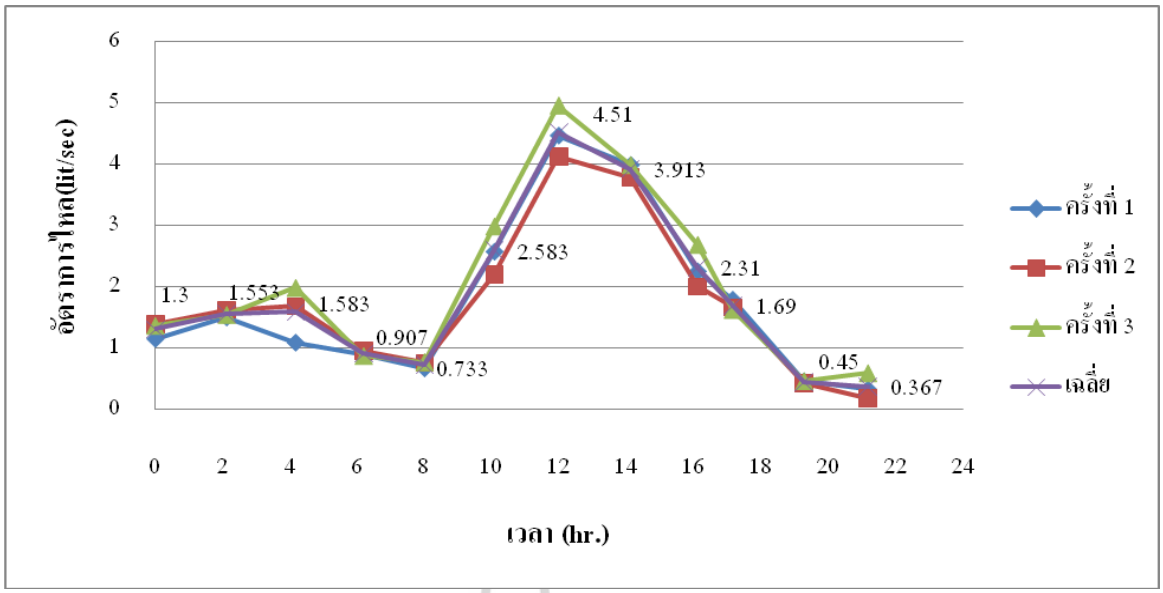


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่ 2

ตารางที่ 4.12 ผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่ 3

เวลา (ชั่วโมง)	เวลา (นาฬิกา)	ปริมาณการไหลของน้ำเสีย (ลิตร/วินาที)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
0	7.22	1.15	1.39	1.36	1.300
2	9.34	1.5	1.62	1.54	1.553
4	11.39	1.09	1.68	1.98	1.583
6	13.41	0.89	0.96	0.87	0.907
8	15.22	0.67	0.76	0.77	0.733
10	17.30	2.57	2.2	2.98	2.583
12	19.21	4.46	4.12	4.95	4.510
14	21.35	3.98	3.78	3.98	3.913
16	23.34	2.25	2	2.68	2.310
18	1.38	1.79	1.66	1.62	1.690
20	3.50	0.46	0.43	0.46	0.450
22	5.40	0.33	0.18	0.59	0.367
เฉลี่ย		**1.762**	**1.732**	**1.982**	**1.825**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย จุดปล่อยน้ำที่ 3

4.1.4.7 การประเมินอัตราการเกิดน้ำเสีย

จากการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย สามารถประเมินอัตราการเกิดน้ำเสียได้ ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 อัตราการเกิดน้ำเสียในแต่ละพื้นที่

ตำแหน่ง	จำนวนประชากร โดยประมาณในพื้นที่รับน้ำ(คน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร/วัน)	อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/คน/วัน)
จุดที่ 1	297	33.74	113.603
จุดที่ 2	665	98.47	148.075
จุดที่ 3	886	157.68	177.968
เฉลี่ย			**146.549**

ผลการวัดอัตราการไหลของน้ำเสียที่จุดปล่อยน้ำเสียเมื่อเทียบประมาณการประชากรในพื้นที่นั้นๆ พบว่าอัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ย เท่ากับ 147 ลิตร/คน/วัน เมื่อเทียบกับอัตราการเกิดน้ำเสียเฉลี่ยที่ประเมินจากปริมาณน้ำใช้ ซึ่งเท่ากับ 157 ลิตร/คน/วัน พบว่า มีค่าต่างกันไม่มากนัก ดังนั้นในการศึกษาจะพิจารณาใช้อัตราการเกิดน้ำเสียเท่ากับ 157 ลิตร/คน/วัน

4.1.4.8 ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย

การศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสีย ศึกษาได้ลงพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำเสียในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง ในวันที่ 23 เมษายน พ.ศ. 2556 ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่ไม่มีฝนตกลงมาเลยก่อนเก็บตัวอย่างน้ำเสีย 7 วัน ทำให้มั่นใจได้ว่าค่าลักษณะสมบัติน้ำเสียจากผลการวิเคราะห์ที่ได้ออกมานั้นไม่คลาดเคลื่อน เป็นค่าลักษณะสมบัติน้ำเสียที่แท้จริงของเทศบาลตำบลโคกสูง และจะนำค่าลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่ได้นี้ไปใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาออกแบบต่อไป ศึกษาได้เก็บน้ำตัวอย่างทั้งหมด 7 จุด ซึ่งมีจุดเก็บตัวอย่างและผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมโรงงานภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง

ตัวอย่างที่	จุดเก็บ	ลักษณะตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Value)	ค่าบีโอดี (BOD_5, 20 ^oC) มก./ลิตร	ค่าสารแขวนลอย (SS) มก./ลิตร	ค่า ทีดีเอส (TDS) มก./ลิตร	ค่าทีเคเอ็น (TKN) มก./ลิตร
แหล่งน้ำธรรมชาติ							
1	ต้นคลองลำคลัง (ฝาย)	ใสไม่มีสี	7.8 (26.6 ^oC)	2.2*	11.0	2,430	น้อยกว่า 10
2	สะพานคลองลำคลัง	เขียวใส	9.1 (26.6 ^oC)	14.1*	27.0	1,230	น้อยกว่า 10
3	คลองท่าใหญ่	เหลืองใส	8.6 (26.6 ^oC)	13.9*	15.0	1,660	น้อยกว่า 10
4	คลองท่าเจ๊กหมี	เหลืองใส	7.5 (26.6 ^oC)	8.6*	11.0	1,784	น้อยกว่า 10
น้ำเสียชุมชน							
5	ป่าธูปฤาษีหลังตลาดโคกสูง	เทาดำขุ่น	7.5 (26.8 ^oC)	60.2*	21.0	1,170	26

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	จุดเก็บ	ลักษณะตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Value)	ค่าบีโอดี (BOD_5, 20 °C) มก./ลิตร	ค่าสารแขวนลอย (SS) มก./ลิตร	ค่า ทีดีเอส (TDS) มก./ลิตร	ค่าทีเคเอ็น (TKN) มก./ลิตร
6	น้ำก่อนเข้าสู่บ้านโคกสูง	เขียวใส	9.6 (27.0 °C)	22.1*	24.0	853	น้อยกว่า 10
7	ปลายท่อเทศบาล 2 ซอย 29 (ข้างวัดโคกสูง)	ขุ่น	7.3 (27.0 °C)	51.8*	30.0	866	น้อยกว่า 10
เฉลี่ยน้ำเสียชุมชน			**8.13**	**44.7**	**25.0**	**963**	**15.3**

หมายเหตุ : *นอกขอบข่ายการได้รับการรับรอง

วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย โดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมโรงงานภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น

ผลวิเคราะห์ค่า BOD_5 ในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีการระบายน้ำจากอาคารบ้านเรือน เมื่อนำมาเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำผิวดิน ดังตาราง ข.1 ภาคผนวก ข พบว่ามีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน

ผลวิเคราะห์ค่า BOD_5 น้ำเสียของชุมชนที่ปลายท่อ เมื่อนำมาเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง ดังตาราง ข.2 ภาคผนวก ข พบว่าค่า BOD_5 น้ำเสียของชุมชนมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 4.15 ค่าสมมูลย์ประชากรของน้ำเสียชุมชนจากปลายท่อระบายน้ำในประเทศไทย

ลำดับ	อัตราการไหล ลิตร/คน/วัน	BOD มก./ลิตร	BOD กรัม/คน/วัน	ที่มา
1	-	-	20	ธงชัย พรรณสวัสดิ์และ น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะทางน้ำในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล,2530
2	160	125	20	สถาบันวิทยาศาวตร์ฯศึกษาน้ำจากเทศบาลเมืองสุราษฎร์ธานี,2531
3	170	44.8	7.6	บริษัทเซาท์อิสเอเชียเทคโนโลยี จำกัด และบริษัท วอเตอร์แอนเอ็นไวรอนเมนท์ คอนซัลแทนท์ จำกัด ศึกษาน้ำทิ้งจากเทศบาลนครเชียงใหม่,2534
4	168	43.4	7.3	ภาควิชาวิศวะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศึกษาน้ำทิ้งจากเทศบาลเมืองเชียงราย,2535
5	188	31.1	6	ภาควิชาวิศวะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศึกษาน้ำทิ้งจากเทศบาลเมืองตาก,2535
6	250	90	22.5	ภาควิชาวิศวะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศึกษาน้ำทิ้งจากสุขาภิบาลแม่สาย,2535
7	155	47.8	7.5	ภาควิชาวิศวะสิ่งแวดล้อม จุลาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ศึกษาน้ำทิ้งจากเทศบาลตำบลบินทร์ จังหวัดปราจีนบุรี,2538
8	175	150	-	บริษัท ซี.อี.โอ.ซี.เอส.จำกัด ศึกษาน้ำทิ้งจากเทศบาลเมืองเมืองพล จังหวัดขอนแก่น ,2539
9	120	150	18	มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศึกษาน้ำทิ้งจากสุขาภิบาลชนบท จังหวัดขอนแก่น ,2539

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ลำดับ	อัตราการไหล ลิตร/คน/วัน	BOD มก./ลิตร	BOD กรัม/คน/วัน	ที่มา
10	130.2	82	10.68	มหาวิทยาลัย ศึกษาน้ำทิ้งจากเทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ,2539
11	156	31.66	-	มหาวิทยาลัยขอนอก่น ศึกษาน้ำทิ้งจากเทศบาลตำบลชุมแพ จังหวัดขอนแก่น,2539
12	106.5	188	20	มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศึกษาน้ำทิ้งจากสุขาภิบาลหัวขวาง อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม,2540
13	180	39.4	7.1	มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศึกษาน้ำทิ้งจากเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด,2541
14	182	20	38.1	มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศึกษาน้ำทิ้งจากเทศบาลตำบลจตุรพักตรพิมาน อำเภอจตุรพิมาน จังหวัดร้อนเอ็ด,2548
15	122	56	7.0	มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศึกษาน้ำเสียเทศบาลตำบลพิมาย อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ,2549
16	120	34	4.5	มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศึกษาเสียเทศบาลตำบลธาตุพนม อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม ,2549
17	193	23	7.8	มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศึกษาน้ำเสียเทศบาลตำบลดอนโมง อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น,2550

เมื่อพิจารณาค่า BOD_5 น้ำเสียชุมชนโดยรวมของเทศบาลตำบลโคกสูง พบว่าค่า BOD_5 ใน มีค่าประมาณ 44.70 มิลลิกรัม/ลิตร จากตารางที่ 4.15 ในปี 2555 เทศบาลฯ มีจำนวนประชากรประมาณ 3,650 คน และมีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยต่อวันประมาณ 550.13 ลูกบาศก์เมตร/วัน ค่าสมมูลย์ประชากรของน้ำเสียจากปลายท่อระบายน้ำสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{จากค่าสมมูลย์ประชากร BOD} = \frac{BOD_5 \text{ (มก./ล.) x น้ำเสียเฉลี่ยรายวัน (ลบ.ม./วัน)}}{\text{จำนวนประชากร (คน)}}$$

แทนค่าจะได้

$$\text{ค่าสมมูลย์ประชากร BOD} = \frac{(44.7 \text{ มก./ล.}) \text{ x } (550.13 \text{ ลบ.ม./วัน})}{(3{,}650 \text{ คน})}$$

$$= 6.74 \text{ กรัม/คน/วัน}$$

เมื่อพิจารณา ตารางที่ 4.15 มีค่าสมมูลย์ประชากร BOD อยู่ระหว่าง 4.5-38.1 กรัม/คน/วัน น้ำเสียของเทศบาลตำบลโคกสูงมีค่าค่าสมมูลย์ประชากร BOD 6.74 กรัม/คน/วัน จะเห็นว่าเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์และถือว่าเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ ในการศึกษานี้จะใช้ค่าสมมูลย์ประชากร BOD ดังกล่าวในการประเมินลักษณะสมบัติของน้ำเสียเทศบาลตำบลโคกสูง

4.1.4.9 คาดการณ์ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย

จากการศึกษาการขยายตัวของชุมชนในเขตเทศบาลตำบลโคกสูงในอนาคต มีลักษณะการอยู่อาศัยแบบชานเมือง มีประชากรหนาแน่นปานกลาง ซึ่งอาจมีการขายตัวของชุมชนและพานิชยกรรมมากขึ้น คาดว่าความสกปรกของน้ำเสียในอนาคตจะมีค่าสูงขึ้นจากค่าปัจจุบัน จากการคาดการณ์ในอนาคตมีการใช้น้ำและปริมาณน้ำเสียเพิ่มมากขึ้นทำให้การไหลของน้ำเสียในระบบเส้นท่อไหลได้เร็วขึ้น การย่อยสลายและการตกตะกอนในเส้นท่อจะลดลง ดังนั้น ค่าความสกปรกจากปลายท่อก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งในที่นี้ผู้ศึกษาคาดว่า ค่าสมมูลย์ของน้ำเสีย BOD มีอัตราการเพิ่มร้อยละ 2 และปริมาณตะกอนแขวนลอย (SS) มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี ซึ่งสามารถคาดคะเนความสกปรกของน้ำเสียได้ดังตารางที่ 4.16. ค่า BOD และ SS ในปี พ.ศ. 2574 จะมีค่าประมาณ 65.12 มก./ลิตร และ 38.66 มก./ลิตร ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อความปลอดภัยและความยืดหยุ่นกรณีที่มีค่าความสกปรกเพิ่มสูงขึ้นมากผิดปกติ เช่น ในช่วงเทศกาลประจำปี เป็นต้น ผู้ศึกษาจึงกำหนดให้มีค่าสัมประสิทธิ์ ความปลอดภัย (Safety factor) เท่ากับ 1.2 ดังนั้นค่าความสกปรกที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย BOD_5 และ SS มีค่า 78.14 มก./ลิตร และ 46.39 มก./ลิตร ตามลำดับ เป็นค่าที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 4.16 การคาดการณ์ลักษณะสมบัติของน้ำเสียชุมชน เทศบาลตำบลโคกสูงที่มีการรวบรวมน้ำเสียแบบท่อรวม

ปี พ.ศ.	อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/คน/วัน)	สมมูลย์ของน้ำเสีย (กรัม/คน/วัน)	BOD_5 (มิลิกรัม/ลิตร)	SS (มิลิกรัม/ลิตร)
2555	157.00	6.74	44.70	15.3
2556	158.57	6.94	45.59	16.07
2557	160.16	7.15	46.51	16.87
2558	161.76	7.37	47.44	17.71
2559	163.37	7.59	48.38	18.60
2560	165.01	7.82	49.35	19.53
2561	166.66	8.05	50.34	20.50
2562	168.33	8.30	51.35	21.53
2562	170.01	8.55	52.37	22.61
2564	171.71	8.81	53.42	23.74
2565	173.43	9.07	54.49	24.92
2566	175.16	9.35	55.58	26.17
2567	176.91	9.63	56.69	27.48
2568	178.68	9.92	57.82	28.85
2569	180.47	10.22	58.98	30.29
2570	182.27	10.53	60.16	31.81
2571	184.09	10.84	61.36	33.40
2572	185.94	11.17	62.59	35.07
2573	187.80	11.51	63.84	36.82
2574	189.67	11.86	65.12	38.66

ที่มา : ข้อมูลผลการวิเคราะห์ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.4.10 แหล่งรับน้ำทิ้งสุดท้าย

ในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง การระบายน้ำในพื้นที่จะระบายผ่านโครงข่ายท่อระบายน้ำและรางระบายน้ำซึ่งจะไหลด้วยแรงโน้มถ่วงโลกไปยังแหล่งรับน้ำทิ้งสุดท้าย มีจุดทิ้งน้ำ 8 จุด คือ

1) บริเวณหลังตลาดโคกสูง

2) บริเวณบ้านโคกสูง
3) บริเวณข้างทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 205 (สุรนารายณ์205) ฝั่งชุมชน
4) บริเวณสะพานข้ามคลองลำคลังข้างทางหลาวงแผ่นดินหมายเลข 205 (สุรนารายณ์ 205) ฝั่งเทศบาลฯ
5) บริเวณคลองท่าใหญ่ ถนนเทศบาล 1 ซอย 9
6) บริเวณท้ายถนนเทศบาล 2 ซอย 29
7) บริเวณมุมทางแยกทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 205 (สุรนารายณ์205) และทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2198 ฝั่งถนนเทศบาล 4 และกำลังก่อสร้างท่อระบายน้ำข้างทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 205 เพื่อระบายน้ำเชื่อมต่อกับท่อลอดบริเวณทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2198

4.1.4.11 ปัญหาที่เกี่ยวกับการระบายน้ำ

จากสภาพการระบายน้ำในปัจจุบัน สามารถสรุปประเด็นปัญหาการระบายน้ำได้ดังนี้

1) น้ำเสียจากชุมชนในเขตเทศบาลฯ ในแต่ละชุมชน มีการระบายลงสู่ท่อระบายน้ำ แต่เนื่องจากยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรองรับน้ำเสียที่รวบรวมมาจากท่อระบายน้ำหลัก จึงต้องระบายน้ำเสียโดยมิได้ผ่านการบำบัดสู่บริเวณพื้นที่ว่างท้ายชุมชน ทำให้เกิดการท่วมขังและส่งกลิ่นเน่าเหม็นในพื้นที่นั้นๆ บางพื้นที่ จากสภาพดังกล่าวนอกจากมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำให้แก่ชุมชนในเขตเทศบาลแล้ว อาจจะก่อให้เกิดปัญหาต่อคุณภาพของแหล่งรองรับน้ำทิ้งทางธรรมชาติ คือ คลองลำคลังได้
2) บ้านเรือนในซอยและบริเวณรอบนอกส่วนใหญ่ยังมิได้เชื่อมต่อท่อระบายน้ำเข้ากับท่อระบายน้ำเสียหลักของเทศบาล และยังคงมีการปล่อยน้ำจากการประกอบกิจกรรมต่างๆ ลงสู่บริเวณบ้าน ทำให้เกิดการท่วมขัง เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายและเชื้อโรคต่างๆ
3) ท่อระบายน้ำและรางระบายน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบันบางแห่งขาดการบำรุงรักษาที่เหมาะสมและต่อเนื่อง เช่น การขุดลอกท่อไม่ทำเป็นประจำ ทำให้เกิดการอุดตันจากเศษตะกอนดินและมูลฝอยต่าง ๆ ทำให้ประสิทธิภาพการระบายน้ำไม่ดีเท่าที่ควร
4) ปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ เช่น การปรับปรุงและก่อสร้างถนน ซึ่งทำให้ระดับของผิวถนนสูงขึ้นมาก และการถมพื้นที่ของประชาชนทำให้สภาพ

การระบายน้ำเปลี่ยนแปลงไป ประกอบกับท่อระบายยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขังขึ้นในบางบริเวณ

สภาพการระบายน้ำปัจจุบัน และปัญหา ระบบรวบรวมและระบบระบายน้ำที่เกิดขึ้นในเทศบาลตำบลโคกสูง แสดงในรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 สภาพการระบายน้ำบริเวณปลายท่อระบายน้ำในปัจจุบัน

4.1.4.12 ข้อกำหนดและเกณฑ์การออกแบบ

ข้อกำหนดและเกณฑ์การออกแบบด้านอุทกวิทยา จะเกี่ยวข้องกับการคำนวณอัตราการระบายน้ำหรืออัตราน้ำไหลนองสูงสุดที่เกิดจากฝน ออกแบบได้ดังนี้

- อัตราน้ำไหลนองสูงสุดคำนวณจากปริมาณฝนออกแบบที่ตกในบริเวณพื้นที่ที่จะระบายน้ำในรอบ 2-10 ปี ปกติใช้เกณฑ์ปริมาณฝนออกแบบในรอบปีการเกิด 5 ปี แต่สำหรับบริเวณชุมชนไม่หนาแน่นและมีปัญหาน้ำท่วมขังเพียงเล็กน้อยใช้รอบปีการเกิดของฝนออกแบบ 2 ปี ในทางตรงข้ามหากเป็นบริเวณชุมชนหนาแน่น ย่านพานิชยกรรมและธุรกิจการค้า เมื่อเกิดน้ำท่วมจะมีความเสียหายค่อนข้างมาก และเป็นอุปสรรคต่อการสัญจร ให้ใช้รอบปีการเกิดฝนออกแบบ 10 ปี
- กรณีปริมาณน้ำนองหรืออัตราน้ำไหลนองสูงสุดที่เกิดขึ้นเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องยอมให้เกิดน้ำท่วมขังเพียงชั่วคราว และเร่งระบายน้ำออกโดยเร็ว
- ปริมาณฝนออกแบบขึ้นอยู่กับรอบปีการเกิดและระยะเวลาที่ฝนตก โดยคำนวณได้จากราฟความสัมพันธ์ของความเข้ม-ระยะเวลาที่ตก-และความถี่ของฝน ซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่หรือภูมิภาคของประเทศ โดยขอข้อมูลได้จากสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยาของจังหวัด
- ปริมาณน้ำนองทั้งหมดที่ใช้ในการออกแบบทางระบายน้ำ คือปริมาณน้ำฝนและน้ำเสียที่เกิดจากการใช้น้ำในพื้นที่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์สภาพการระบายน้ำในปัจจุบัน เทศบาลตำบลโคกสูง

ชื่อถนน	Line No.	ความยาวช่วงท่อ m.	พื้นที่รับน้ำ m^2	ค่า C ปัจจุบัน	I mm/hr	Qrain m^3/sec	ระบบระบายน้ำเดิม		Qfull m^3/sec	Vfull m/sec	Q_{rain}/Q_{full}
							Ø ท่อ m.	Slope			
01 สุรณารายณ์ 205	01R	652.0	17475.566	0.25	70	0.0850	1.20	0.003	0.213	0.189	0.398
	1.1R	223.0	2964.079	0.25	70	0.0144	1.00	0.070	0.634	0.808	0.023
	1.2R	213.0	6954.128	0.25	70	0.0338	0.80	0.070	0.350	0.696	0.097
	01L	190.0	4804.188	0.25	70	0.0234	1.20	0.003	0.213	0.189	0.109
	1.1L	116.0	2189.501	0.25	70	0.0106	1.20	0.020	0.551	0.488	0.019
04 ถนนเทศบาล 1	04R	225.0	6030.151	0.25	70	0.0293	0.60	0.001	0.019	0.069	1.510
	04L	225.0	3942.850	0.25	70	0.0192	0.60	0.001	0.019	0.069	0.988
	4.1R	294.0	5888.628	0.25	70	0.0286	0.60	0.010	0.061	0.217	0.466
	4.1L	294.0	3992.735	0.25	70	0.0194	0.60	0.010	0.061	0.217	0.316
05 ถนนเทศบาล 2	05R	183.0	3156.411	0.25	70	0.0153	0.60	0.008	0.055	0.194	0.280
	05L	183.0	4815.817	0.20	70	0.0187	0.60	0.008	0.055	0.194	0.341
	5.1R	108.0	2088.795	0.25	70	0.0102	0.40	0.013	0.024	0.189	0.428
	5.2R	417.0	10562.915	0.25	70	0.0513	0.60	0.005	0.043	0.154	1.183
	5.2L	417.0	9885.026	0.25	70	0.0481	0.60	0.005	0.043	0.154	1.107

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

ชื่อถนน	Line No.	ความยาวช่วงท่อ m.	พื้นที่รับน้ำ m^2	ค่า C ปัจจุบัน	I mm/hr	Qrain m^3/sec	ระบบระบายน้ำเดิม		Qfull m^3/sec	Vfull m/sec	Q_{rain}/Q_{full}
	5.3R	225.0	3829.650	0.25	70	0.0186	0.60	0.004	0.039	0.137	0.480
	5.3L	225.0	5208.744	0.25	70	0.0253	0.60	0.004	0.039	0.137	0.652
07 ซ.19	07L	117.0	4821.443	0.25	70	0.0234	0.40	0.005	0.019	0.117	1.250
	07R	117.0	4608.801	0.25	70	0.0224	0.40	0.005	0.019	0.117	1.195
	7.1R	110.0	2699.500	0.25	70	0.0131	0.40	0.005	0.019	0.117	0.700
	7.1L	110.0	1577.283	0.25	70	0.0077	0.40	0.005	0.019	0.117	0.409
16 ซ.16	16R	111.0	2458.518	0.25	70	0.0120	0.40	0.007	0.022	0.139	0.539
	16L	111.0	3616.545	0.25	70	0.0176	0.40	0.007	0.022	0.139	0.792
17 เทศบาลชุมชน 4	17R	101.0	1588.339	0.25	70	0.0077	0.50	0.001	0.015	0.061	0.508
	17L	101.0	1429.731	0.25	70	0.0070	0.50	0.001	0.015	0.061	0.457
	17.1R	175.0	2076.315	0.25	70	0.0101	0.40	0.010	0.027	0.166	0.381
	17.1L	175.0	2420.751	0.25	70	0.0118	0.40	0.010	0.027	0.166	0.444
22 ซ.7	22L	217.0	2709.321	0.25	70	0.0132	0.40	0.005	0.019	0.117	0.702
25 ซ.37	25R	175.6	3954.027	0.20	70	0.0154	0.30	0.005	0.009	0.097	1.766
25 ซ.20	25.1R	75.0	2150.998	0.25	70	0.0105	0.30	0.005	0.009	0.097	1.201

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

ชื่อถนน	Line No.	ความยาวช่วงท่อ m.	พื้นที่รับน้ำ m^2	ค่า C ปัจจุบัน	I mm/hr	Qrain m^3/sec	ระบบระบายน้ำเดิม		Qfull m^3/sec	Vfull m/sec	Q_{rain}/Q_{full}
	25.1L	75.0	1636.130	0.25	70	0.0080	0.30	0.005	0.009	0.097	0.914
	25.2R	110.0	1468.803	0.25	70	0.0071	1.00	0.005	0.169	0.216	0.042
	25.2L	102.0	2187.555	0.25	70	0.0106	0.40	0.007	0.022	0.139	0.479
31 ซ.22	31R	197.0	4089.558	0.25	70	0.0199	0.40	0.007	0.022	0.139	0.899
	31L	197.0	2534.587	0.25	70	0.0199	0.40	0.007	0.022	0.139	0.896
	31.1R	110.0	2798.342	0.25	70	0.0123	0.40	0.007	0.022	0.139	0.555
	31.1L	110.0	8722.011	0.25	70	0.0136	0.40	0.007	0.022	0.139	0.613
34 ถนนเทศบาล 3	34R	274.6	12724.762	0.25	70	0.0424	0.60	0.007	0.051	0.182	0.826
	34L	274.6	6489.000	0.25	70	0.0619	0.60	0.007	0.051	0.182	1.205
35 ถนนเทศบาล 4	35R	321.0	4491.268	0.25	70	0.0315	0.40	0.007	0.022	0.139	1.422
	41L	241.5	10475.939	0.25	70	0.0218	1.00	0.001	0.076	0.097	0.288
46 ซ.ชุมชน 5	46L	320.0	4089.558	0.25	70	0.0509	0.60	0.005	0.043	0.154	1.174

ที่มา : ข้อมูลผลการวิเคราะห์ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
ผลการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสีย

5.1 การพิจารณาเกณฑ์ด้านต่างๆของระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย

เกณฑ์พิจารณา	ระบบบ่อปรับเสถียร	บึงประดิษฐ์	ระบบบ่อเติมอากาศ	ระบบตะกอนเร่ง
1. ด้านเทคนิค	- ใช้เทคโนโลยีธรรมดาไม่มีเครื่องจักรกล - ก่อสร้างง่าย	- ใช้เทคโนโลยีธรรมดาไม่มีเครื่องจักรกล - ก่อสร้างง่าย	-ใช้เทคโนโลยีธรรมดาต้องใช้เครื่องเติมอากาศ - ก่อสร้างง่าย	-ใช้เทคโนโลยีสูงต้องมีเครื่องจักรอุปกรณ์มาก - ก่อสร้างยุ่งยาก
2. การเดินระบบ	- ทำได้ง่ายไม่จำเป็นต้องมีพนักงานที่มีความรู้สูง	- ทำได้ง่ายไม่จำเป็นต้องมีพนักงานที่มีความรู้สูง	-ทำได้ค่อนข้างง่าย -พนักงานมีความรู้พอสมควร - ต้องมีการกำจัดตะกอน	- ทำได้ยาก - ต้องมีพนักงานที่มีความรู้สูง - ต้องมีการกำจัดตะกอน
3. การบำรุงรักษา	- ทำได้ง่าย	- ทำได้ง่าย	- ต้องบำรุงรักษาเครื่องเติมอากาศ	- ต้องบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ตลอดเวลา
4. การใช้พลังงาน	- ไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า	- ไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า	- ใช้พลังงานไฟฟ้าปานกลาง	- ใช้พลังงานไฟฟ้ามาก
5. ความต้องการพื้นที่	- ใช้พื้นที่มาก	- ใช้พื้นที่มาก	- ใช้พื้นที่ปานกลาง	- ใช้พื้นที่น้อย
6. ประสิทธิภาพของระบบ	- ลด BOD 70-75% - ฆ่าเชื้อโรคได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมี	- ลด BOD 80% - ฆ่าเชื้อโรคได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมี	- ลด BOD 80-85% - ฆ่าเชื้อโรคได้โดยไม่ใช้สารเคมี	- ลด BOD 90% - ฆ่าเชื้อโรคได้โดยใช้สารเคมี
7. ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและบำรุงรักษา	- น้อย	- น้อย	- ปานกลาง	- สูง

5.2 การพิจารณาเลือกที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย

หลักเกณฑ์ทั่วไปในการพิจารณาเลือกที่ตั้งที่เหมาะสมในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย มีดังนี้

5.2.1 ตำแหน่งที่ตั้ง

(1) ตำแหน่งที่ตั้งระบบควรอยู่ในภูมิประเทศที่ต่ำกว่าระดับชุมชนเพื่อให้สามารถส่งน้ำเสียไปยังระบบบำบัดโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity) ซึ่งไม่ต้องพึ่งระบบสูบน้ำหรือติดตั้งสถานีสูบน้ำ เป็นต้น

(2) ตำแหน่งที่ตั้งไม่ควรอยู่ห่างไกลจากชุมชนมากนัก ทั้งนี้เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบส่งต่อน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด

(3) กรณีที่ดินอยู่ใกล้แหล่งรองรับน้ำควรพิจารณาเลือกที่ตั้งของที่ดินอยู่ด้านท้ายน้ำเพื่อมิก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้ใช้น้ำ

(4) ขนาดของที่ดินหรือพื้นที่ที่จะใช้ในการก่อสร้างระบบต้องมีขนาดเพียงพอต่อการรองรับปริมาณน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นในอีก 20 ปี ข้างหน้า

(5) พิจารณาในส่วนของความเป็นไปได้ในการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ เช่น รดน้ำต้นไม้ ล้างถนน หรือตลาด เป็นต้น

5.2.2 สภาพการที่ดิน

(1) พิจารณาในส่วนของที่ดินว่างเปล่าของภาครัฐและเอกชน โดยพิจารณาเลือกที่ดินสาธารณประโยชน์เป็นอันดับแรก เนื่องจากหากเป็นที่ของเอกชนจะเกิดปัญหาในส่วนของราคาที่ดิน และระยะเวลาในการจัดซื้อจัดหา

(2) พิจารณาที่ดินที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด คือ มีขนาดพื้นที่เพียงพอต่อการก่อสร้างระบบ ราคาไม่แพง หรือเป็นที่สาธารณประโยชน์ของเทศบาลฯ จะดีที่สุด

(3) พิจารณาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและประชาชนในพื้นที่ทั้งในช่วงของการก่อสร้างระบบและการเดินระบบ

5.2.3 พื้นที่ที่เหมาะสมในการดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

การประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมในการดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมของเทศบาลตำบลโคกสูงซึ่งเทศบาลฯ มีพื้นที่อยู่ 2 แห่ง ตามความเหมาะสม ดังรูปที่ 5.1 ดังนี้

1) พื้นที่เอกชนบริเวณหลังตลาดโคกสูง มีพื้นที่จำนวน 33 ไร่ 2 งาน 75 ตารางวา ซึ่งเป็นที่สาธารณประโยชน์ของเทศบาลฯ แสดงดังรูปที่ 5.2

2) พื้นที่เอกชนบริเวณบริเวณบ้านโคกสูง มีพื้นที่จำนวน 21 ไร่ 1 งาน 91 ตารางวา รวมทั้งสิ้น จำนวน 55 ไร่ 66 ตารางวา รองรับน้ำเสียได้บางพื้นที่ แสดงดังรูปที่ 5.3

รูปที่ 5.1 พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย 1

รูปที่ 5.2 พื้นที่ในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย 2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

ดร.สมพงษ์ หิรัญมาศสุวรรณ .(2552). **กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ** . สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรังสิต

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย .(2546).”**รายละเอียดสนับสนุนเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน** เล่ม 2 “,พิมพ์ครั้งที่ 1 ,กรมควบคุมมลพิษ ,กรุงเทพมหานคร

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.(2540).”**ค่ากำหนดออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย**”, พิมพ์ครั้งที่ 1 ,กรมควบคุมมลพิษ ,กรุงเทพมหานคร

เทศบัญญัติเทศบาลตำบลโคกสูง.(2553).”**การติดตั้งบ่อดักไขมันบำบัดน้ำเสียในอาคาร**”.กองช่างเทศบาลตำบลโคกสูง

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.(2548).”**กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด**”.กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

แผนปฏิบัติการ.(2556).”**การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในระดับจังหวัดนครราชสีมาประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557**”จังหวัดนครราชสีมา

คู่มือแนวทางปฏิบัติ.”**มาตรฐานการบำบัดน้ำเสีย**”กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย

รายงานฉบับสมบูรณ์.”**โครงการวางแผนเตรียมความพร้อมในการดำเนินการภายใต้ พ.ร.บ. สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535**”กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่าง
ในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างในเขตเทศบาลตำบลโคกสูง

ตัวอย่างที่	จุดเก็บ	ลักษณะตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Value)	ค่าบีโอดี (BOD_5, 20 ^oC) มิลลิกรัม/ลิตร	ค่าสารแขวนลอย (SS) มิลลิกรัม/ลิตร	ค่า ทีดีเอส (TDS) มิลลิกรัม/ลิตร	ค่าทีเคเอ็น (TKN) มิลลิกรัม/ลิตร
1	ต้นคลองลำคลัง (ฝาย)	ใสไม่มีสี	7.8 (26.6 ^oC)	2.2*	11.0	2,430	น้อยกว่า 10
2	สะพานคลองลำคลัง	เขียวใส	9.1 (26.6 ^oC)	14.1*	27.0	1,230	น้อยกว่า 10
3	ป่าธูปฤาษีหลังตลาดโคกสูง	เทาดำขุ่น	7.5 (26.8 ^oC)	60.2*	21.0	1,170	26
4	น้ำก่อนบ้านโนนพริก	เขียวใส	9.6 (27.0 ^oC)	22.1*	24	853	น้อยกว่า 10
5	ปลายท่อเทศบาล 2 ซอย 29 (ข้างวัดโคกสูง)	ขุ่น	7.3 (27.0 ^oC)	51.8*	30	866	น้อยกว่า 10
6	คลองท่าใหญ่	เหลืองใส	8.6 (26.6 ^oC)	13.9*	15.0	1,660	น้อยกว่า 10
7	คลองท่าเจ๊กหมี	เหลืองใส	7.5 (26.6 ^oC)	8.6*	11.0	1,784	น้อยกว่า 10

หมายเหตุ : *นอกขอบข่ายการได้รับการรับรอง

วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย โดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมโรงงานภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข
มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินและน้ำทิ้งจากอาคาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/]	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2/]ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ 5 ประเภท					วิธีการตรวจสอบ
			1	2	3	4	5	
1.สี กลิ่นและรส (Colour,Odour and Taste)	-	-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-	-
2.อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-	เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะทำการเก็บตัวอย่าง
3.ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	-	ธ	5-9	5-9	5-9	-	เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH meter)ตามวิธีหาค่าแบบ Electrometric
4.ออกซิเจนละลาย (DO)[2/]	มก./ล.	P20	ธ	6.0	4.0	2.0	-	Azide Modification
5.บีโอดี (BOD)	มก./ล.	P80	ธ	1.5	2.0	4.0	-	Azide Modificationที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน
6.แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล.	P80	ธ	5,000	20,000	-	-	Multiple Tube Fermentation Technique
7.แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bateria)	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล.	P80	ธ	1,000	4,000	-	-	
8.ไนเตรต (NO3)ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ	5.0			-	Cadmium Reduction
9.แอมโมเนีย (NH3)ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	ธ	0.5			-	Distillation Nesslerization
10.ฟีนอล (Phenols)	มก./ล.	-	ธ	0.005			-	Distillation, 4-Amino antipyrene
11.ทองแดง (Cu)	มก./ล.	-	ธ	0.1			-	Atomic Absorption -Direct Aspiration
12.นิคเกิล (Ni)	มก./ล.	-	ธ	0.1			-	
13.แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	-	ธ	1.0			-	
14.สังกะสี (Zn)	มก./ล.	-	ธ	1.0			-	
15.แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	-	ธ	0.005*, 0.05**			-	
16.โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr Hexavalent)	มก./ล.	-	ธ	0.05			-	
17.ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	-	ธ	0.05			-	
18.ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก./ล.	-	ธ	0.002			-	Atomic Absorption-Cold Vapour Technique
19.สารหนู (As)	มก./ล.	-	ธ	0.01			-	Atomic Absorption -Direct Aspiration
20.ไซยาไนด์ (Cyanide)	มก./ล.	-	ธ	0.005			-	Pyridine-Barbituric Acid

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/]	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2/]ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์					วิธีการตรวจสอบ
			1	2	3	4	5	
21.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) -ค่ารังสีแอลฟา(Alpha) -ค่ารังสีเบตา(Beta)	เบคเคอเรล/ล.	-	ธ	0.1 1.0			-	Gas-Chromatography
22.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	0.05			-	Gas-Chromatography
23.ดีดีที (DDT)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	1.0			-	Gas-Chromatography
24.บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	0.02			-	Gas-Chromatography
25.ดิลดริน (Dieldrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	0.1			-	Gas-Chromatography
26.อัลดริน (Aldrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	0.1			-	Gas-Chromatography
27.เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlorepoxide)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	0.2			-	Gas-Chromatography
28.เอนดริน (Endrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	ธ	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			-	Gas-Chromatography

หมายเหตุ : [1/]กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

[2/] ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ'อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

°ซ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

วิธีการตรวจสอบเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA : American Public Health Association ,AWWA : American Water Works Association

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

และ WPCF : Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด

แหล่งที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่ง ชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

ตารางที่ ข.2 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง					วิธีวิเคราะห์
		ก	ข	ค	ง	จ	
1. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter)
2. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 200	ใช้วิธีการ Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน หรือวิธีการอื่นที่คณะกรรมการควบคุม มลพิษให้ความเห็นชอบ
3.ปริมาณของแข็ง - ค่าสารแขวนลอย (Suspended Soilds)	มก./ล.	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 60	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fibre Filter Disc)
- ค่าตะกอนหนัก (Settleable Solids)	มก./ล.	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	-	วิธีการกรวยอิมฮอฟ์ (Imhoff cone) ขนาดบรรจุ 1,000 ลบ.ซม ในเวลา 1 ชั่วโมง
- ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solid)	มก./ล.	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	-	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง
4. ค่าซัลไฟด์ (Sulfide)	มก./ล.	ไม่เกิน 1	ไม่เกิน 1	ไม่เกิน 3	ไม่เกิน 4	-	วิธีการไตเตรต (Titrate)
5. ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูป ที เค เอ็น (TKN)	มก./ล.	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 40	-	วิธีการเจลดาห์ล (kjeldahl)
6. น้ำมันและไขมัน (Fat , Oil and Grease)	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 100	วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

หมายเหตุ : 1. วิธีการตรวจสอบลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการ วิเคราะห์น้ำและน้ำเสียใน Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA : American Public Health Association, AWWA : American Water Works Association และ WPCF : Water Pollution Control Federation ร่วมกันกำหนดไว้

*=เป็นค่าที่เพิ่มขึ้นจากปริมาณสารละลายในน้ำตามปกติ

2. ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากอาคารบาง ประเภท และบางขนาด ลงวันที่ 10 มกราคม 2537 ยกเลิก ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรฯ (ก/)

3. ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสีย ลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และ ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2538) เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสีย ลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ลงวันที่ 10 มกราคม 2537 ยกเลิก ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรฯ (ข/)

แหล่งที่มา : [ก/] ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

[ข/] ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสีย ลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายธนาสิทธิ์ ดำนิล เกิดวันที่ 15 สิงหาคม 2519 ที่อยู่ปัจจุบัน อยู่บ้านเลขที่ 49/29 หมู่ที่ 6 ตำบลหมื่นไวย อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ผู้อำนวยการกองช่าง เทศบาลตำบลโคกสูง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จบการศึกษา ระดับประกาศวิชาชีพ(ปวช) ช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างก่อสร้าง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือนครราชสีมา ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีก่อสร้าง) สถาบันราชภัฏนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี