

**ระยะเวลาเก็บกักและประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อฝังขนาดใหญ่:
กรณีศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรี**

**Detention Time and Wastewater Treatment Efficiency in Large Scale of
Oxidation Ponds System: A Case Study of Wastewater Treatment System
of Phetchaburi Municipality**

คำนำ

น้ำเสียชุมชน เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญและควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เนื่องจากชุมชนส่วนใหญ่ยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อรองรับน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน จึงมีการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะโดยตรง ส่งผลให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยเฉพาะแม่น้ำที่ไหลผ่านเมืองต่าง ๆ เสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำนั้นมีมากเกินไปเกินสมรรถนะการรองรับได้ (carrying capacity) ของแหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำไม่สามารถฟอกตัวเองได้ตามธรรมชาติ (self purification) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการนำเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมาใช้ภายในชุมชน เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียชุมชนนั้น ๆ ให้มีความเหมาะสมก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำหรือเพื่อนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่ ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้กันในปัจจุบัน มีทั้งแบบที่อาศัยธรรมชาติและแบบที่ใช้เทคโนโลยีในการบำบัด โดยแต่ละระบบจะมีหลักการทำงานที่แตกต่างกันในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาในส่วนของการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยธรรมชาติ

ระบบบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยธรรมชาติ เป็นระบบที่นิยมนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการดำเนินการต่ำ รวมทั้งง่ายต่อการควบคุมและบำรุงรักษา โดยหลักการบำบัดน้ำเสียจะอาศัยการอยู่ร่วมกัน (symbiosis) ของสาหร่ายและแบคทีเรียในการเติมออกซิเจนให้แก่ น้ำเสียในระบบบำบัด นอกจากนี้ น้ำเสียยังได้รับออกซิเจนจากการสัมผัสกับอากาศโดยตรงและการพัดผ่านของกระแสลม โดยที่สาหร่ายจะใช้ปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงในการสร้างเซลล์ใหม่และผลิตออกซิเจน ซึ่งออกซิเจนที่ผลิตได้จะถูกแบคทีเรียนำไปใช้ในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์และในขณะเดียวกันสาหร่ายก็จะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียในการสังเคราะห์แสง ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง (oxidation pond) ของเทศบาลเมืองเพชรบุรี เป็นตัวอย่างหนึ่งของระบบบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยธรรมชาติ ซึ่งอยู่ภายใต้การดำเนินงานของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จและเริ่มเดินระบบเมื่อวันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2537 กระบวนการบำบัดน้ำเสียจะเริ่มต้นจากการรวบรวมน้ำเสียที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรีมาเก็บกักไว้ในบ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง ซึ่งทำหน้าที่เป็นบ่อตกตะกอนขั้นต้น คัดกรวด-ทราย และขยะที่ปนมากับน้ำเสียและจะทำการสูบน้ำเสียส่งไปตามท่อพลาสติก HDPE (High Density Polyethylene) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 18.5 กิโลเมตร เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง ซึ่งประกอบด้วยบ่อดินขนาดใหญ่ จำนวน 5 บ่อเรียงต่อกันเป็นอนุกรม

จากการดำเนินการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านมา พบว่า ในสภาพความเป็นจริงปริมาณน้ำเสียที่สูบเข้าระบบจะน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ตามการออกแบบ คือ กำหนดให้สามารถรองรับปริมาณน้ำเสียได้ต่ำสุดและสูงสุด เท่ากับ 4,500 และ 10,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ เช่น ในปีพ.ศ. 2540-2541 มีปริมาณน้ำเสียเข้าระบบเฉลี่ยเพียง 3,792.77 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (เกษม และคณะ, 2543) ซึ่งส่งผลให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในแต่ละบ่อยาวนานขึ้น ทำให้ของเสียถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียแปรสภาพเป็นสารอนินทรีย์และแพลงก์ตอนพืชนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต เมื่อแพลงก์ตอนเหล่านี้ตายและตกตะกอนในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับเพิ่มปริมาณของเสียในช่วงระหว่างการบำบัด ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียยังขึ้นอยู่กับข้อจำกัดอื่น ๆ อีก เช่น ช่วงการไหลและการหยุดนิ่งของน้ำ ปริมาณตะกอนในบ่อ รูปร่างและความลึกของบ่อ ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ จึงได้ดำเนินการปรับปรุงบ่อบำบัดน้ำเสีย ซึ่งแล้วเสร็จเมื่อต้นเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2548 โดยมีรายละเอียดของบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 5 บ่อที่เรียงต่อกันเป็นอนุกรม ดังนี้ บ่อตกตะกอน มีพื้นที่ 10,217 ตารางเมตรและความลึกของบ่อ 2.14 เมตร บ่อฝังที่ 1 มีพื้นที่ 30,408 ตารางเมตรและความลึกของบ่อ 1.63 เมตร บ่อฝังที่ 2 มีพื้นที่ 34,898 ตารางเมตรและความลึกของบ่อ 1.81 เมตร บ่อฝังที่ 3 มีพื้นที่ 35,424 ตารางเมตรและความลึกของบ่อ 1.51 เมตร และบ่อปรับสภาพ มีพื้นที่ 43,131 ตารางเมตรและความลึกของบ่อ 1.37 เมตร

ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของการศึกษา เรื่อง ระยะเวลาเก็บกักและประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อฝังขนาดใหญ่: กรณีศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรี เพื่อให้ทราบถึง

ระยะเวลาเก็บกักของการบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพและเป็นแนวทางหนึ่งในการป้องกันมลพิษทางน้ำที่อาจเกิดขึ้นจากน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ รวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้หรือใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อประกอบการตัดสินใจในการกำหนดขนาดของระบบและระยะเวลาเก็บกักของการบำบัดน้ำเสียด้วยบ่อฝังของพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับพื้นที่ที่ทำการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาระยะเวลาเก็บกักของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังในการบำบัดน้ำเสียจากเทศบาลเมืองเพชรบุรี
2. เพื่อหาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากเทศบาลเมืองเพชรบุรีของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง

ขอบเขตการศึกษา

1. ขอบเขตของพื้นที่

เทศบาลเมืองเพชรบุรี มีการรวบรวมน้ำเสียที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลผ่านท่อระบายน้ำแบบรวมเพื่อระบายน้ำเสียเข้าสู่บ่อรวบรวมน้ำเสีย ที่มีขนาดความจุ 10,000 ลูกบาศก์เมตร แล้วสูบส่งผ่านท่อพลาสติก HDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 18.5 กิโลเมตร ซึ่งน้ำเสียใช้เวลาเดินทาง 5.5 ชั่วโมง (เกษม และคณะ, 2543) ไปยังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้กำหนดขอบเขตพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่เกิดขึ้นไว้ ดังนี้

1.1 บ่อรวบรวมน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรี ตั้งอยู่ที่บ้านคลองยาง ตำบลนาวิ่ง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี

1.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

2. ขอบเขตของงาน

2.1 คำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ จากสูตร

$$V = QT \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ V = ปริมาตรของบ่อ (ลูกบาศก์เมตร)

Q = ปริมาณน้ำเสียที่ไหลเข้าบ่อ (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)

T = ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียแต่ละบ่อตั้งแต่น้ำเข้าจนเต็มบ่อ (วัน)

2.2 วิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีในบ่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง ซึ่งกำหนดดัชนีที่ทำการวิเคราะห์ไว้ 8 ดัชนี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็ง ได้แก่ ของแข็งทั้งหมด ของแข็งละลาย และของแข็งแขวนลอย การนำไฟฟ้า ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ บีโอดี และซีโอดี เพื่อหาประสิทธิภาพในบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง

การตรวจเอกสาร

น้ำเสีย

1. นิยามและความหมาย

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีการปนเปื้อนของมลสาร สารเคมีที่เป็นพิษหรือมีส่วนประกอบประกอบผิดไปจากธรรมชาติ จนมีผลกระทบต่อสุขภาพและอนามัยของมนุษย์ สัตว์และพืช (เกษม, 2541)

2. กระบวนการเกิดน้ำเสีย

กระบวนการเกิดน้ำเสีย เริ่มจากการปนเปื้อนหรือการทิ้งของเสียทั้งของเหลวและของแข็งลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นอาหารของจุลินทรีย์ (สตรีไทย, 2544) โดยผ่านกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะของการเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีออกเป็น 2 กระบวนการ คือ

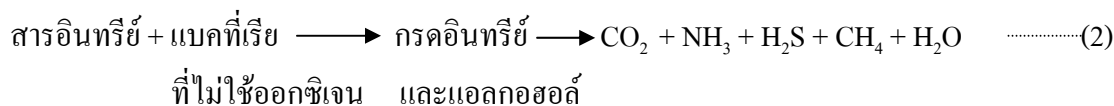
2.1 กระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน (aerobic process) ดังสมการที่ (1)

ออกซิเจน



จากปฏิกิริยาชีวเคมีของกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะได้ผลของปฏิกิริยา คือ สารอินทรีย์จะมีขนาดเล็กลง แต่ได้จำนวนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น และได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) น้ำ (H₂O) และธาตุอาหารพืช เช่น ไนโตรเจนและฟอสเฟต รวมทั้งได้พลังงานเพิ่มขึ้น กระบวนการที่จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์นั้น จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) ลดน้อยลงและถ้าสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายยังคงมีอยู่สูง ปริมาณออกซิเจนจะลดลงจนหมดไปอย่างรวดเร็ว ทำให้สิ่งมีชีวิตที่ต้องการออกซิเจนตายหรือมีปริมาณลดน้อยลงและทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนตามมา

2.2 กระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic process) ดังสมการที่ (2)



จากปฏิกิริยาชีวเคมีของกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะได้ผลของปฏิกิริยา คือ กรดอินทรีย์ (organic acid) แอลกอฮอล์ (alcohol) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) แอมโมเนีย (NH₃) ก๊าซมีเทน (CH₄) และน้ำ (H₂O) (สุกัญญา, 2548)

3. แหล่งกำเนิดน้ำเสีย

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย หมายถึง ผู้ที่ทำให้มีการปนเปื้อนมลสารลงในน้ำทำให้องค์ประกอบของน้ำผิดไปจากธรรมชาติ มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์ และพืช และมีการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง (สตรีไทย, 2544)

โดยทั่วไปนิยมจำแนกแหล่งกำเนิดของน้ำเสียออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ น้ำเสียชุมชน น้ำเสียอุตสาหกรรม และน้ำเสียเกษตรกรรม ซึ่งน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งกำเนิดทั้ง 3 ประเภท จะมีส่วนประกอบที่แตกต่างกันไป (ศรีสุวรรณ, 2542) โดยที่น้ำเสียชุมชน ส่วนใหญ่จะมีสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (organic matters) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญและจัดได้ว่ามีส่วนประกอบค่อนข้างคงที่ ดังนั้นจึงใช้เป็นตัวอย่างสำหรับการศึกษาได้เป็นอย่างดี (ลัดดาวัลย์, 2541)

ในส่วนของแหล่งกำเนิดน้ำเสียในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี จะจำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งมีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 5,400,000 ตารางเมตร โดยส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย คิดเป็นพื้นที่ 2,549,000 ตารางเมตร รองลงมา คือ สถานที่ราชการ พาณิชยกรรม และสถานศึกษา คิดเป็นพื้นที่ 867,000, 821,224 และ 390,000 ตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1) และพบว่า ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรและกิจกรรมการใช้น้ำของประชาชนในพื้นที่ (ไชยยุทธ, 2536) เช่น พื้นที่อยู่อาศัย มีจำนวนประชากรมากที่สุด คือ 22,151 คน มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้น 3,544.16 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน รองลงมา คือ พื้นที่พาณิชยกรรม ตลาด และสถานการศึกษา มีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นเท่ากับ 2,321.76, 605.54 และ 478.14 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ

ตารางที่ 1 พื้นที่และปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ
ในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี เมื่อปีพ.ศ. 2539

ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.ม.)	ประชากร (คน)	การใช้น้ำ (ล./คน/วัน)	อัตราการเกิดน้ำเสีย		ปริมาณน้ำเสีย ที่เกิดขึ้น (ลบ.ม./วัน)
				(ล./คน/วัน)	(ล./ตร.ม./วัน)	
1. ที่อยู่อาศัย	2,594,000	22,151	200	160	-	3,544.16
2. พาณิชยกรรม	821,224	14,511	200	160	-	2,321.76
3. ตลาด	8,776	25,165	-	-	69	605.54
4. สถาบันการศึกษา	148,000	502	-	19	-	478.14
5. สถาบันศาสนา	390,000	3,466	200	160	-	80.32
6. สถานที่ราชการ	867,000	65,795	-	40	-	138.64
7. สวนสาธารณะ	45,000	-	-	-	-	-
8. ถนน ซอย	192,000	-	-	-	-	-
9. แม่น้ำ ลำคลอง	161,000	-	-	-	-	-
10. ที่ว่าง	218,000	-	-	-	-	-
รวม	5,400,000	-	-	-	-	7,168.56

หมายเหตุ สวนสาธารณะ ถนน ซอย แม่น้ำ ลำคลอง และที่ว่าง ไม่สามารถคิดคำนวณปริมาณน้ำเสีย
ที่เกิดขึ้นต่อคนหรือพื้นที่ได้ จึงสมมติให้ไม่มีน้ำเสียเกิดขึ้น

ที่มา: คัดแปลงจาก เสกสรรค์ (2543); จักรพันธ์ (2547)

ระบบบำบัดน้ำเสีย

1. นิยามและความหมาย

ระบบบำบัดน้ำเสีย คือ กลุ่มงานในหน่วยพื้นที่หนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดน้ำเสีย ท่อระบายน้ำ บ่อพักน้ำ บ่อตกตะกอน บ่อบำบัด บ่อขัดแต่ง (polishing pond) ระบบแผนงานและเอกสาร ซึ่งแต่ละส่วนของโครงสร้างมีกลไกการทำงานของตัวเอง แต่เป็นไปแบบผสมผสานกลมกลืนจนได้ผลผลิตจากการทำงานของระบบออกมา ถ้าประสิทธิภาพ

การทำงานของระบบเป็นไปด้วยดี น้ำทิ้ง (effluent) ที่ออกมาจากระบบย่อมมีคุณภาพดีตามไปด้วย แต่ถ้าประสิทธิภาพการทำงานของระบบเป็นไปไม่เต็มที่ จะทำให้น้ำทิ้งออกมาไม่ได้ตามกำหนดไว้ (เกษม, 2541)

2. ลักษณะของระบบบำบัดน้ำเสีย

เกษม (2541) ได้แบ่งลักษณะของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 ระบบที่อาศัยธรรมชาติ โดยอาศัยการอยู่ร่วมกัน (symbiosis) ของสาหร่ายและแบคทีเรีย ในการเติมออกซิเจนให้แก่ น้ำ โดยที่สาหร่ายจะใช้ปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงในการสร้างเซลล์ใหม่ และผลิตออกซิเจนให้เพียงพอับความต้องการของแบคทีเรีย เพื่อใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ในน้ำเสีย ทั้งนี้สาหร่ายก็จะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงจากผลผลิต ของปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย นอกจากนี้แล้วระบบที่อาศัยธรรมชาติ ยังสามารถได้รับออกซิเจนจากการสัมผัสกับอากาศโดยตรงและลมก็ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยเพิ่ม ออกซิเจนให้กับน้ำ เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผิวน้ำของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

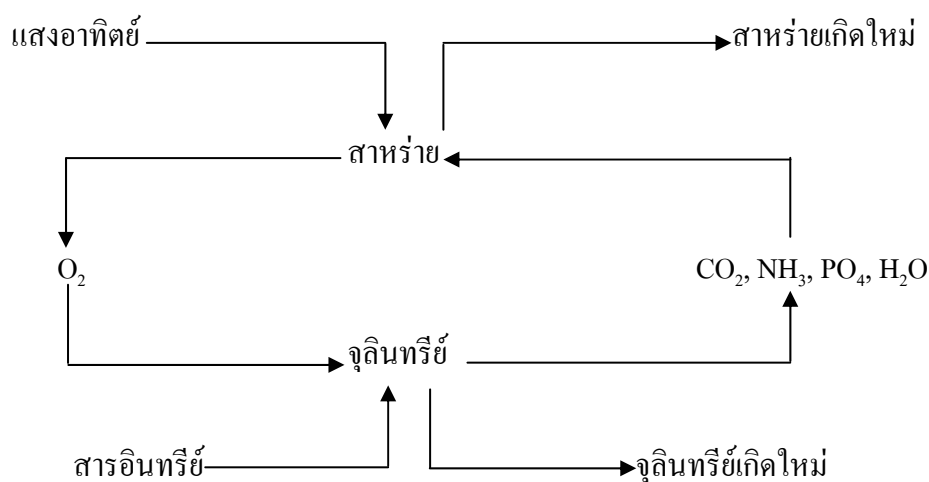
2.2 ระบบใช้เทคโนโลยี คือ มีการนำเครื่องมือ อุปกรณ์สารเคมี และแผนดำเนินงาน ระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้ ซึ่งอาจใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทุกอย่างแล้วแต่ความเหมาะสม เช่น มีการใช้เครื่องเติมอากาศ (aerators) ติดตั้งในบ่อบำบัดน้ำเสียหรือการเติมสารเคมี เพื่อให้เกิด การตกตะกอนของสารแขวนลอยที่เป็นของแข็งเร็วขึ้น เป็นต้น

3. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผิวน้ำ

3.1 หลักการทำงาน

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผิวน้ำ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน โดยอาศัย ธรรมชาติ ลักษณะการก่อสร้างจะสร้างเป็นบ่อดินเดียวหรือหลาย ๆ บ่อต่อกัน จะทำการเก็บกัก น้ำเสียไว้ในบ่อให้มีระยะเวลาเก็บกักในบ่อนานพอที่จะให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ใน

น้ำเสีย ทั้งนี้จุลินทรีย์จะได้รับออกซิเจนจากสองแหล่งด้วยกัน คือ จากการถ่ายเทออกซิเจนในบรรยากาศสู่น้ำและอีกส่วนได้รับจากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย (photosynthesis) ที่เกิดขึ้นในบ่อ โดยที่สาหร่ายจะใช้ปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงในการสร้างเซลล์ใหม่และผลิตออกซิเจน ซึ่งออกซิเจนที่ผลิตได้จะถูกแบคทีเรียนำไปใช้ในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์และในขณะเดียวกันสาหร่ายก็จะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียในการสังเคราะห์แสง (ภาพที่ 1) ดังนั้นความลึกของบ่อไม่ควรเกิน 1.5 เมตร เพื่อให้แสงสว่างลงไปได้ทั่วถึง ทำให้การฆ่าเชื้อโรคมีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากระบบมีระยะเวลาเก็บกักน้ำนานมากและการบำบัดน้ำเสียจะเป็นแบบต่อเนื่อง คือ น้ำเสียจะไหลเข้าและออกบ่อตลอดเวลา ในระหว่างที่น้ำเสียอยู่ในบ่อบำบัด (สตรีไทย, 2544)



ภาพที่ 1 ปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์และความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกันระหว่างแบคทีเรียและสาหร่าย

ที่มา: ดัดแปลงจาก เกษม และคณะ (2543); สตรีไทย (2544)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั ง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ คือ

3.1.1 high rate ponds ระบบนี้ใช้บ่อตื้น ๆ ความลึกไม่เกิน 0.5 เมตร เพื่อให้แสงแดดส่องถึงก้นบ่อ น้ำทิ้งที่จะบำบัดในบ่อนี้ควรต้องผ่านการบำบัดขั้นต้นก่อน โดยการแยกดินตะกอนและสาหร่ายออกก่อน เพราะหากมีตะกอนจะทับถมจนเต็มบ่อได้ในเวลาอันสั้น ประกอบกับสาหร่ายในบ่อจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เพราะได้รับแสงแดดมาก ทำให้น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อ

มีสีเขียวขุ่นหากระบายทิ้งลงในแหล่งน้ำจะทำให้เกิดปัญหาน้ำเสียขึ้นได้ ซึ่งการแยกสาหร่ายออก อาจทำได้โดยกักน้ำไว้ในบ่อใหญ่เป็นเวลานาน เพื่อให้สาหร่ายตายและตกตะกอนหรือแยกสาหร่าย ออกโดยตกตะกอนด้วยสารเคมี (chemical coagulation) แล้วแยกตะกอนออก โดยใช้ระบบทำให้ ลอยหรือใช้ถังตกตะกอน

3.1.2 facultative ponds ระบบนี้ใช้บ่อลึกไม่เกิน 2 เมตร ทำให้แสงส่องถึงไปไม่ตลอด ความลึก การเจริญเติบโตของสาหร่ายจะช้ากว่าในบ่อแบบ high rate ponds น้ำทิ้งที่จะบำบัดไม่ จำเป็นต้องตกตะกอนก่อน ทำให้เกิดชั้นตะกอนทับถมอยู่ก้นบ่อ ปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นในส่วนบน ของบ่อเป็นแบบใช้ออกซิเจน ส่วนปฏิกิริยาในส่วนล่างเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน น้ำทิ้งที่ออกจาก บ่อบำบัดแบบ facultative ponds มีสาหร่ายไม่มากนัก จึงไม่จำเป็นต้องกำจัดออก (รังสรรค์, 2548)

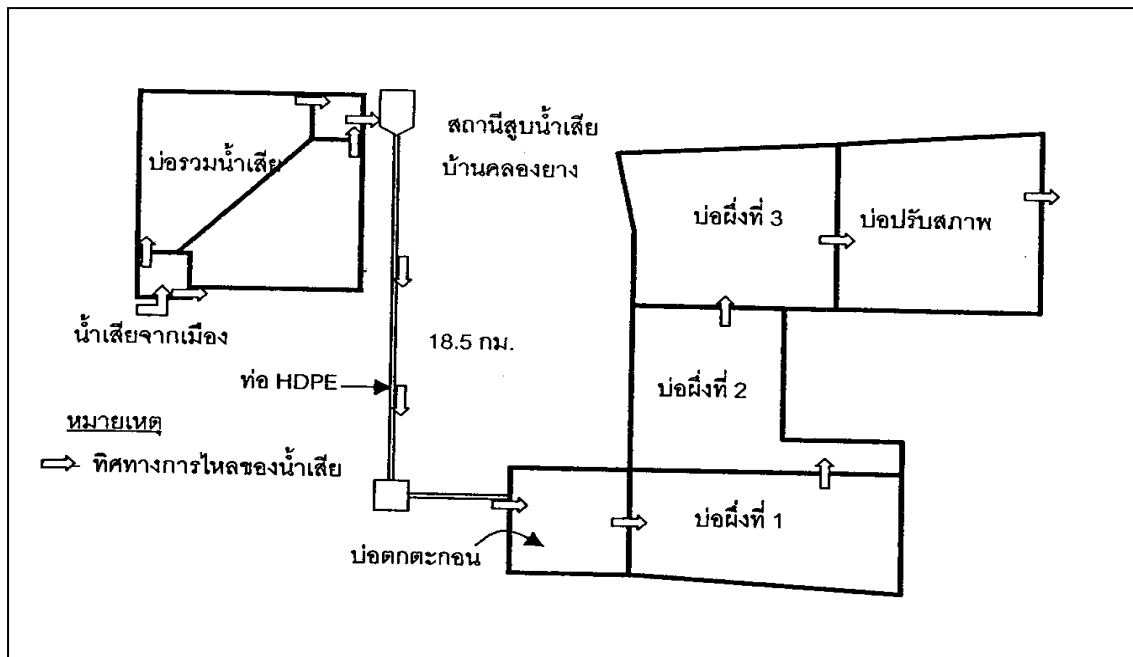
3.2 บ่อรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา สิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

เนื่องด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีความเหมาะสมสำหรับ ประเทศไทยและเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและดำเนินการต่ำ ง่ายต่อการควบคุม ดูแลและ บำรุงรักษา และน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีคุณภาพตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กำหนดขึ้น ดังนั้นระบบดังกล่าวจึงถูกนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากเทศบาลเมืองเพชรบุรีร่วมกับวิธีการอื่น เช่น แปลงพืชบำบัดน้ำเสียและแปลงหญ้ากรองน้ำเสีย ภายใต้โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา สิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ตั้งอยู่ที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี มีพื้นที่ ทั้งหมดประมาณ 1,135 ไร่ (ภาพที่ 2) โดยพื้นที่ประมาณ 95 ไร่ เป็นพื้นที่ของระบบบำบัดน้ำเสีย แบบบ่อผึ่งและพื้นที่ส่วนที่เหลือถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ อีก เช่น พื้นที่ทดลองหมักขยะ สถานีตรวจวัดอากาศ

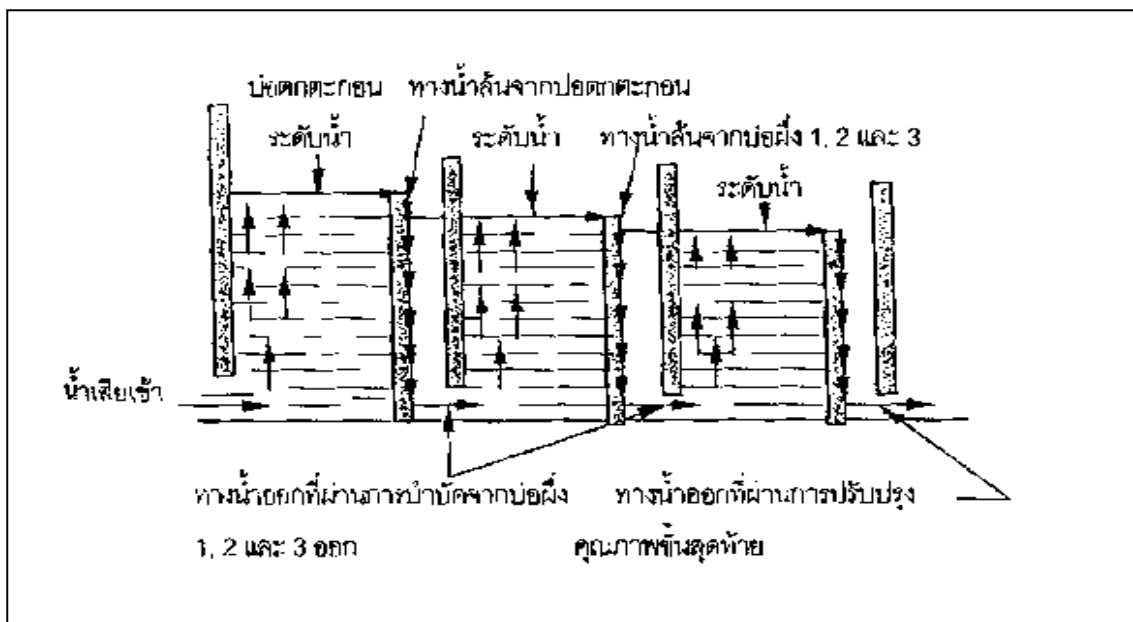
พลาสติก HDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 18.5 กิโลเมตร เพื่อสูบน้ำส่งเข้าระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

บ่อรวบรวมน้ำเสีย ทำหน้าที่เป็นบ่อดกตะกอนขั้นต้น ดักกรวด-ทราย รวมไปถึงดักและกำจัดขยะที่ปนมากับน้ำเสีย (บรรจง และ เอนก, 2543)

3.2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง ตั้งอยู่ที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ถูกออกแบบให้เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียแบบกึ่งไร้อากาศ (facultative pond) ประกอบด้วยบ่อดินขนาดใหญ่ จำนวน 5 บ่อ ต่อกันแบบอนุกรม ได้แก่ บ่อดกตะกอน บ่อฝังที่ 1 บ่อฝังที่ 2 บ่อฝังที่ 3 และบ่อปรับสภาพ มีลักษณะบ่อภายหลังการปรับปรุงเมื่อต้นเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2548 (ตารางที่ 2) และมีลักษณะการระบายน้ำเข้า-ออกระหว่างบ่อบำบัดน้ำเสียจนกระทั่งผ่านบ่อปรับสภาพ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4 ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียถูกออกแบบให้สามารถรองรับน้ำเสียจากชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี ได้สูงสุดวันละ 10,000 ลูกบาศก์เมตรและสามารถรองรับน้ำเสียที่มีค่าความสกปรก (BOD) ได้ถึง 200 มิลลิกรัมต่อลิตรและปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS) ได้ถึง 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วต้องมีค่า BOD และปริมาณของแข็งแขวนลอย ไม่เกิน 20 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (เกษม และคณะ, 2543)



ภาพที่ 3 ลักษณะบ่อรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง
ที่มา: ไสว (2547)



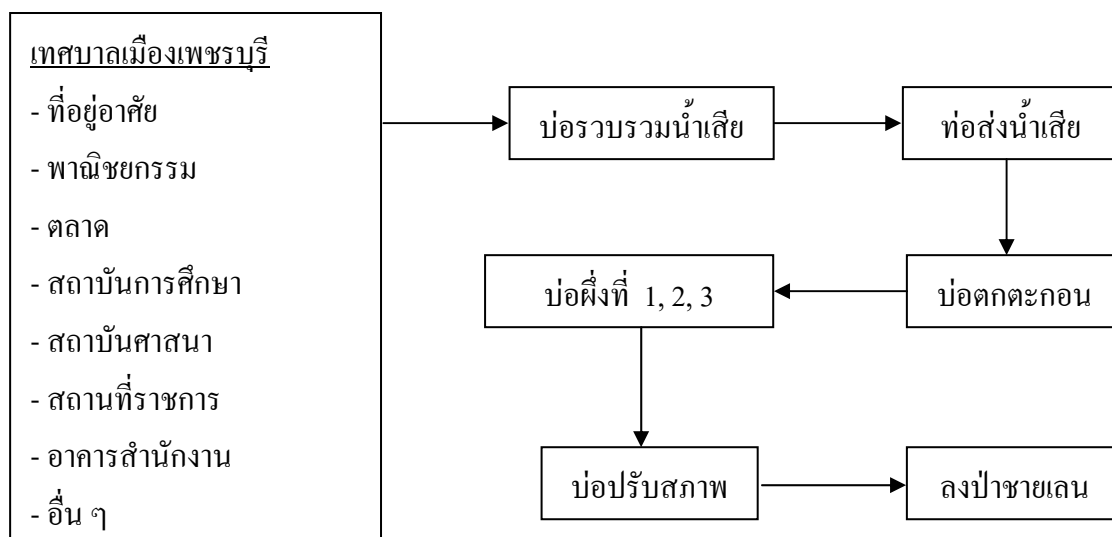
ภาพที่ 4 ลักษณะการระบายน้ำเข้า-ออกระหว่างบ่อบำบัดน้ำเสียจนกระทั่งผ่านบ่อปรับสภาพ
ที่มา: เกษม และคณะ (2543)

ตารางที่ 2 ลักษณะระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ภายหลังการปรับปรุงแล้วเสร็จเมื่อต้นเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2548

บ่อย่อย	ลักษณะ	พื้นที่ (ตร.ม.)	ความลึก (ม.)	ปริมาตรน้ำ (ลบ.ม.)
บ่อดกตะกอน	สีเหลี่ยมจัตุรัส	10,217	2.14	21,864.38
บ่อฝังที่ 1	คล้ายสีเหลี่ยมผืนผ้า	30,408	1.63	49,565.04
บ่อฝังที่ 2	คล้ายรูปตัว L	34,898	1.81	63,165.38
บ่อฝังที่ 3	คล้ายรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า	35,424	1.51	53,490.24
บ่อปรับสภาพ	คล้ายรูปสี่เหลี่ยมคางหมู	43,130	1.37	59,089.47
รวม		154,078	-	247,174.51

ที่มา: กรมชลประทาน (2548)

น้ำเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี ร้อยละ 60 โดยประมาณ จะถูกรวบรวมผ่านท่อระบายน้ำแบบรวม เพื่อระบายน้ำเสียเข้าสู่บ่อรวบรวมน้ำเสีย ที่มีขนาดความจุ 10,000 ลูกบาศก์เมตร แล้วสูบส่งผ่านท่อพลาสติก HDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 18.5 กิโลเมตร ซึ่งน้ำเสียใช้เวลาเดินทาง 5.5 ชั่วโมง (เกษม และคณะ, 2543) ไปยังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ลำดับขั้นตอนการลำเลียงน้ำเสียจากเทศบาลเมืองเพชรบุรีเข้าสู่บ่อบำบัดน้ำเสียและการบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

ที่มา: ดัดแปลงจาก เกษม และคณะ (2543); จักรพันธ์ (2547)

ปริมาณน้ำเสีย

ปริมาณน้ำเสีย เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการออกแบบระบบระบายน้ำและระบบบำบัดน้ำเสีย โดยปกติปริมาณน้ำในแต่ละชุมชน จะขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรและกิจกรรมหรือการประกอบอาชีพของประชากรในชุมชน (นรากรณ์, 2547) โดยส่วนใหญ่แล้วประมาณร้อยละ 70-90 ของน้ำประปาที่ใช้จะกลายเป็นน้ำเสียระบายลงสู่ท่อระบายน้ำทิ้ง ส่วนที่หายไป ได้แก่ น้ำที่ซึมรดต้นไม้ การล้างถนน การล้างรถ เป็นต้น

ปริมาณน้ำเสียในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี เกิดจาก 2 แหล่ง คือ น้ำที่ผ่านกิจกรรมการใช้น้ำของประชาชนและปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา เนื่องจากท่อระบายน้ำของเทศบาลเป็นแบบระบบท่อรวม ดังนั้นน้ำเสียจากกิจกรรมของชุมชนจึงผสมรวมกับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา ซึ่งการก่อสร้างระบบท่อระบายน้ำยังไม่ครอบคลุมพื้นที่เทศบาลทั้งหมด ส่งผลให้น้ำเสียส่วนเกินจากที่รวบรวมได้ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแม่น้ำเพชรบุรี จากผลการศึกษาของเสกสรรค์ (2543) พบว่า ปริมาณน้ำเสียรวมทั้งหมดที่เกิดขึ้นในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2540 ถึงเดือนมีนาคม

พ.ศ. 2541 เท่ากับ 13,345.53 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน แต่สามารถรวบรวมได้และสูบส่งเข้าบ่อบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ได้เพียง 3,792.77 ลูกบาศก์เมตรต่อวันและยังคงเหลือปริมาณน้ำที่ไม่สามารถรวบรวมได้ (ไม่ผ่านการบำบัด) ถึง 9,552.76 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบรวบรวมน้ำเสียและสูบส่งเข้าบ่อบำบัดน้ำเสียมีปริมาณน้อยกว่าค่าที่ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย คือ ออกแบบให้ระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ต่ำสุดและสูงสุด เท่ากับ 4,500 และ 10,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ ดังนั้นในการดำเนินการสูบน้ำเสียจากบ่อรวบรวมน้ำเสียไปยังบ่อบำบัดน้ำเสีย จึงต้องรอให้น้ำเสียมีปริมาณมากพอก่อนถึงจะทำการสูบซึ่งจะทำการสูบเฉพาะช่วงเวลากลางวัน (ยกเว้นกรณีฝนตกมีปริมาณน้ำมาก) ทำให้น้ำเสียในบ่อรวบรวมน้ำเสียเกิดภาวะหยุดนิ่ง ซึ่งเกษม (2541) ได้กล่าวไว้ว่า การหยุดนิ่งของน้ำเสียมีโอกาที่จะทำให้เกิดการเน่าเสียของน้ำและส่งกลิ่นเหม็นมากขึ้น ถ้ามีการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นขณะหยุดนิ่ง จะทำให้น้ำเสียเกิดความเป็นกลางและเกิดการตกตะกอน นอกจากนี้การหยุดนิ่งของน้ำเสียยังทำให้เกิดการวางไข่แพร่พันธุ์ของยุง สร้างความรำคาญแก่ประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง และในขณะเดียวกันในการบำบัดน้ำเสียในแต่ละบ่อเมื่อไม่มีน้ำเสียป้อนเข้าระบบก็จะทำให้น้ำเสียเกิดภาวะหยุดนิ่งเช่นกัน ส่งผลให้เกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในแต่ละบ่อและเกิดตะกอนสะสมได้มากกว่าช่วงที่มีการป้อนน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง

ผลจากการสำรวจคุณภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2540 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2541 ของเกษม และคณะ (2543) พบว่า คุณภาพน้ำโดยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ยกเว้นปริมาณสารแขวนลอยที่มีค่าเกินมาตรฐานเล็กน้อย (ค่ามาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ตารางที่ 3) และเมื่อพิจารณาการบำบัดของเสียในรูปบีโอดี พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพการบำบัดสะสม (ค่าเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540-2541) ในช่วงที่ไหลผ่านบ่อดกตะกอน บ่อฝักรู 1, 2, 3 และบ่อปรับสภาพ เท่ากับ ร้อยละ 42.03, 48.41, 24.20, 48.11 และ 55.88 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำในระบบบ่อน้ำบาดาลในช่วงปีพ.ศ. 2540-2541

บ่อน้ำบาด	ดัชนีคุณภาพน้ำ												
	BOD (มก./ล.)	สารแขวนลอย (มก./ล.)	Nitrate (มก./ล.)	Phosphate (มก./ล.)	DO (มก./ล.)	อุณหภูมิ (°C)	EC (mS/cm)	pH	Fecal Coliform (MPN/100 ml)	Total Coliform (MPN/100 ml)	Phytoplankton (ล้านเซลล์/ลบ.ม.)	Zooplankton (ล้านเซลล์/ลบ.ม.)	ปริมาณตะกอน (ลบ.ม.)
น้ำเข้าระบบ	25.9	24.83	0.125	4.067	1.9	29.5	1,052	7.8	67,933	177,333	73.23	0.78	-
บ่อดกตะกอน	22.5	24.57	01.51	3.883	5.4	30.1	997	8.0	2,280	36,400	84.31	15.91	1,860
บ่อฝังที่ 1	13.6	32.67	0.175	3.508	11.9	29.9	873	8.2	117	5,490	5.11	1.83	4,579
บ่อฝังที่ 2	22.5	39.94	0.137	1.571	12.6	29.3	1202	8.9	77	3,147	1.74	0.32	6,365
บ่อฝังที่ 3	17.4	34.73	0.103	1.213	9.8	30.0	1276	8.7	84	1,224	0.42	0.56	6,865
บ่อปรับสภาพ	16.7	31.38	0.066	0.943	9.6	30.5	1626	8.4	41	958	0.72	0.76	6,155
มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน	≤ 20	≤ 30	≤ 5.0	≤ 0.1	≥ 2.0	-	-	5 – 9	≤ 1,000	≤ 5,000	-	-	-

ที่มา: เกษม และคณะ (2543)

หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงบ่อบำบัดน้ำเสียในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2541 เมื่อเดินระบบได้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง ทางโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ได้ดำเนินการติดตามตรวจสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของบ่อบำบัดน้ำเสีย ในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน พ.ศ. 2542 ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ยกเว้นปริมาณสารแขวนลอยที่มีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนเล็กน้อย เกิดจากปริมาณแพลงก์ตอนที่เกิดขึ้นและระบบไม่สามารถกำจัดได้หมด (ตารางที่ 4) เมื่อพิจารณาการบำบัดของเสียในรูปบีโอดี พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพการบำบัดสะสมในช่วงที่ไหลผ่านบ่อดกตะกอน บ่อฝั่งที่ 1, 2, 3 และบ่อปรับสภาพ เท่ากับ ร้อยละ 49.1, 82.6, 74.2, 79.9 และ 61.1 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำในระบบบ่อบำบัดน้ำในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน

พ.ศ. 2542

(หน่วย: มก./ล.)

บ่อบำบัด	ดัชนีคุณภาพน้ำ							
	BOD	SS	Nitrate	Nitrite	Ammonia	TKN	Phosphate	K
น้ำเข้าระบบ	42.20	16.40	0.037	0.003	0.050	0.657	2.267	10.573
บ่อดกตะกอน	21.50	21.87	0.153	0.002	2.437	5.647	2.267	15.867
บ่อฝั่งที่ 1	7.33	59.00	0.380	0.297	0.050	0.050	1.367	23.100
บ่อฝั่งที่ 2	10.87	65.10	0.397	0.002	0.050	0.050	1.367	18.867
บ่อฝั่งที่ 3	8.50	38.17	0.137	0.018	0.050	0.050	1.067	22.867
บ่อปรับสภาพ	16.40	54.90	0.177	0.006	0.050	0.050	0.427	26.600
ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้งชุมชน	≤ 20	≤ 30	≤ 5.0	-	≤ 0.5	≤ 35	≤ 0.1	-

ที่มา: เกษม และคณะ (2543)

จากการศึกษาประสิทธิภาพสะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2540 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2541 และช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน พ.ศ. 2542 แสดงให้เห็นว่าภายหลังการปรับปรุง ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามแต่ละช่วง

การบำบัดเห็นได้ชัดว่าประสิทธิภาพการบำบัดไม่สม่ำเสมอ เป็นผลมาจากข้อจำกัดต่าง ๆ ของระบบ บ่อบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเกษม และคณะ (2543) ได้สรุปไว้ดังนี้

1. การบำบัดน้ำเสีย มีองค์ประกอบแยกออกได้เป็นระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย การออกแบบท่อระบายน้ำของเทศบาลเมืองเพชรบุรีเลือกใช้แบบท่อรวม ทำให้ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีความแปรผันสูงทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ ประกอบกับเทศบาลยังไม่สามารถรวบรวมน้ำเสียที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลได้ทั้งหมด ทำให้ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้อยกว่าค่าที่ออกแบบไว้ คือ ให้สามารถรองรับน้ำเสียได้ต่ำสุดและสูงสุด เท่ากับ 4,500 และ 10,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ และในการก่อสร้างท่อระบายน้ำ มีปัญหาน้ำเสียตกค้างในท่อทำให้เกิดเน่าเสียและส่งกลิ่นเหม็นรบกวนประชาชนในพื้นที่ ในส่วนของบ่อรวบรวมน้ำเสีย ตั้งอยู่ใกล้ชุมชนจึงส่งกลิ่นเหม็นและมีผู้สร้างความรำคาญกับประชาชน และในส่วนของระบบบำบัดน้ำเสีย ได้ออกแบบเป็นระบบบ่อกึ่งไร้อากาศ (facultative pond) โดยทำการสูบน้ำจากบ่อรวบรวมน้ำเสียเข้าบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียผ่านท่อพลาสติก HDPE พบว่า ท่อส่งน้ำมีระยะทางยาวมาก ทำให้เกิดแรงดันในท่อและมีปัญหาท่อแตกในกรณีสูบน้ำติดต่อกันเป็นเวลานาน

2. การก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย มีข้อจำกัดเนื่องจากพื้นดินก้นบ่อเป็นดินเลน มีความอ่อนและยุบตัวง่าย ทำให้ก่อสร้างได้ยากลำบาก ตลอดจนลักษณะโครงสร้างของระบบ อาจชำรุดเนื่องจากการยุบตัวของดินด้านล่าง นอกจากนี้ยังอาจประสบปัญหาการรั่วซึมของบ่อได้

3. การเดินระบบการบำบัดน้ำเสีย พบว่า ปริมาณน้ำเสียนี้น้อยกว่าค่าการออกแบบขาดความสม่ำเสมอของปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำเสียจากอิทธิพลของปริมาณน้ำฝน น้ำเสียบางส่วนตกค้างหยุดนิ่งในบ่อรวบรวมน้ำเสีย จึงมีปัญหาคาร์บอนเน่าเสียและเกิดกลิ่นเหม็น รวมถึงบ่อบำบัดเมื่อไม่มีน้ำเข้าระบบน้ำในบ่อจะหยุดนิ่ง ทำให้เกิดการย่อยสลายและตกตะกอนมากขึ้น

4. ระบบบำบัดน้ำเสีย มีข้อจำกัดด้านรูปร่างของบ่อ ทำให้เกิดการกีดขวางการไหลของน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียไม่สม่ำเสมอ บ่อมีความลึกลดลง พื้นที่ผิวของบ่อที่กว้าง ส่งผลให้แรงกระทำของลมอาจทำให้ตะกอนก้นบ่อลอยตัวขึ้นมาที่ผิวน้ำและแพลงก์ตอนถูกพัดไปกระจุกอยู่ในพื้นที่เดียว ซึ่งเป็นผลเสียต่อคุณภาพน้ำ ประกอบกับปริมาณน้ำเสียนี้น้อย ทำให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในแต่ละบ่อยาวนานขึ้น

5. อิทธิพลจากความเค็มของดินก้นบ่อ อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการบำบัดน้ำเสีย และปัจจัยทางด้านภูมิอากาศก็มีส่วนสำคัญต่อกระบวนการในบ่อบำบัด ปัจจัยทางด้านชีวภาพในบ่อบำบัด พบว่า แพลงก์ตอนได้รับธาตุอาหารและเจริญเติบโตรวดเร็ว โดยเพิ่มจำนวนและค่อย ๆ มีปริมาณลดลงตามระยะทาง การสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นมาก ซึ่งมีผลทำให้แพลงก์ตอนเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนและตายลงแล้วตกตะกอนที่ก้นบ่อ อีกทั้งแพลงก์ตอนบางชนิดเกิดตายกะทันหัน จึงมีผลทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดที่ไม่สม่ำเสมอ สำหรับปลาในบ่อบำบัดมีสภาพผันแปรตามคุณภาพน้ำ และปริมาณแพลงก์ตอน โดยปลาในบ่อบำบัดมีส่วนช่วยในการกำจัดแพลงก์ตอนในบ่อบำบัดได้บางส่วน

เนื่องด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง เป็นระบบบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยธรรมชาติ กล่าวคือ อาศัยการอยู่ร่วมกันของสาหร่ายและแบคทีเรีย โดยคลองประปาของการประปานครหลวง ซึ่งมีลักษณะเป็นคลองเปิดขนาดใหญ่ มีสถานีสูบน้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าสู่คลองประปาฝั่งตะวันออก ตั้งอยู่ที่ตำบลลำไย จังหวัดปทุมธานี เพื่อส่งน้ำไปยังโรงงานผลิตน้ำบางเขน โรงงานผลิตน้ำสามเสน และโรงงานผลิตน้ำธนบุรี โดยการปล่อยให้น้ำไหลตามแรงโน้มถ่วง ซึ่งจากสถานีสูบน้ำดิบลำไยถึงโรงงานผลิตน้ำบางเขน มีระยะทางประมาณ 18 กิโลเมตร โดยที่ขนาดของคลองประปาจากสถานีสูบน้ำดิบลำไยถึงท่อลอด (siphon) บางหลวง มีความยาว 5,560 เมตรและความกว้าง 41 เมตร และจากท่อลอด (siphon) บางหลวงถึงโรงงานผลิตน้ำบางเขน มีความยาว 12,030 เมตรและความกว้าง 37 เมตร ซึ่งมีการสูบน้ำส่งน้ำประมาณวันละ 4 ล้านลูกบาศก์เมตร น้ำมีความเร็วเฉลี่ย 34.4 เซนติเมตรต่อวินาที และมีระยะเวลาในการเดินทาง ประมาณ 16 ชั่วโมง เนื่องจากคลองประปามีลักษณะเป็นคลองเปิดขนาดใหญ่ ดังนั้นการฟุ้งกระจายของน้ำ จึงขึ้นอยู่กับอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ อัตราการไหลของน้ำ การถ่ายเทออกซิเจนจากบรรยากาศ และอุณหภูมิของน้ำ (ผดุงเกียรติ, 2541)

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำดิบของการประปานครหลวง ตั้งแต่หน้าสถานีสูบน้ำดิบลำไย จังหวัดปทุมธานี (จุด input) ถึงหน้าโรงงานผลิตน้ำบางเขน (จุด output) คิดเป็นระยะทางประมาณ 18 กิโลเมตร เมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีคุณภาพน้ำของทั้ง 2 สถานีกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (ตารางผนวกที่ ก2) พบว่า อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และบีโอดี มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ดัชนีคุณภาพน้ำดิบในคลองประปา ตั้งแต่สถานีสูบน้ำดิบสำแลถึงโรงงานผลิตน้ำบางเขนของการประปานครหลวง ประจำปีงบประมาณ 2547

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	สถานี	ปีพ.ศ.												ค่าเฉลี่ย
			2546			2547									
			ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
อุณหภูมิ	°C	สำแล	30.0	30.2	28.6	25.0	27.1	27.9	30.4	31.5	31.3	30.8	29.7	30.6	29.4
		บางเขน	-	29.9	-	-	26.8	-	-	31.1	-	-	29.5	-	29.3
ความเป็นกรด-ด่าง	-	สำแล	7.25	7.51	7.61	7.34	7.73	7.84	7.92	7.87	7.29	7.67	7.57	7.69	7.61
		บางเขน	-	7.58	-	-	8.39	-	-	7.93	-	-	7.34	-	7.81
การนำไฟฟ้า	uS/cm	สำแล	170	219	244	276	282	270	292	313	281	177	172	229	224
		บางเขน	-	220	-	-	280	-	-	314	-	-	162	-	244
ของแข็งทั้งหมด	มก./ล.	สำแล	147	204	241	211	237	198	238	267	259	142	233	161	211
		บางเขน	-	220	-	-	249	-	-	283	-	-	290	-	261
ของแข็งแขวนลอย	มก./ล.	สำแล	45	-	73	45	68	36	63	79	90	36	130	24	65
		บางเขน	-	-	88	-	81	-	-	95	-	-	193	-	114
ของแข็งละลาย	มก./ล.	สำแล	102	-	131	166	169	162	175	188	169	106	103	137	146
		บางเขน	-	-	132	-	168	-	-	188	-	-	97	-	146

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	สถานี	ปีพ.ศ.												ค่าเฉลี่ย
			2546			2547									
			ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
ปริมาณ	มก./ล.	ลำแกล	3.30	3.18	2.98	3.60	3.60	4.45	4.37	4.48	4.00	3.60	4.18	3.97	3.84
ออกซิเจน ที่ละลายในน้ำ		บางเขน	-	3.95	-	-	4.46	-	-	4.56	-	-	5.92	-	4.0
บีโอดี	มก./ล.	ลำแกล	-	1.40	1.00	1.00	1.10	0.90	1.60	1.10	1.20	1.60	1.50	1.40	1.25
		บางเขน	-	1.00	-	-	1.20	-	-	3.00	-	-	1.10	-	2.0

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ที่มา: การประปานครหลวง (2548)

คุณภาพน้ำ

1. นิยามและความหมาย

คุณภาพน้ำ หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ในการกิจกรรมของมนุษย์เฉพาะกิจกรรมหรือเฉพาะกรณีไป ซึ่งคุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปจะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นที่แตกต่างกัน เช่น สภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา การใช้ที่ดิน ตลอดจนกิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับน้ำ ดังนั้นคุณภาพน้ำจึงขึ้นอยู่กับภาวะการปนเปื้อนของสารมลพิษในน้ำ แหล่งของสารมลพิษอาจมาจากแหล่งต่าง ๆ หลายแหล่ง ทำให้น้ำมีการปนเปื้อนสารมลพิษได้มากมายและแตกต่างกันไป (ลัดดาวัลย์, 2541)

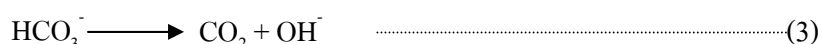
2. คุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ จะทำการศึกษาเฉพาะคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ ดังนี้

2.1 ความเป็นกรด-ด่าง มาจากคำว่า positive potential of the hydrogen ions (pH) สิ่งบ่งชี้ค่าความเป็นกรด คือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน $[H^+]$ และสิ่งบ่งชี้ความเป็นเบส คือ ความเข้มข้นของไฮดรอกซิลไอออน $[OH^-]$ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่ได้บอกถึงความเป็นกรดหรือด่างรวมของสารละลายนั้น ๆ แต่บอกถึงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ณ เวลานั้น ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบริสุทธิ์ มีค่าเท่ากับ 7 แต่ในน้ำธรรมชาติจะอยู่ในช่วง 4-9 เป็นส่วนใหญ่และค่อนข้างเป็นด่างเล็กน้อย เนื่องจากมีคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต (กรรณิการ์, 2544)

ไมตรี และ จารุวรรณ (2538) กล่าวว่า ความแตกต่างของความเป็นกรด-ด่างของน้ำตามธรรมชาติขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศและสภาพแวดล้อมหลายประการ เช่น ลักษณะพื้นดินและหิน ปริมาณน้ำฝน ตลอดจนการใช้ที่ดินบริเวณแหล่งน้ำนั้น ระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำจะผันแปรตามระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ในบริเวณที่ดินมีสภาพความเป็นกรดก็จะทำให้น้ำมีสภาพความเป็นกรดไปด้วย นอกจากนี้อิทธิพลของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น จุลินทรีย์และแพลงก์ตอนพืชก็สามารถทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน โดย Mara (1978) กล่าวว่า iva จากการผลิตและสลายของสาหร่าย ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน

โดยค่าอาจเพิ่มสูงขึ้นถึง 10 ทั้งนี้เกิดเนื่องจากอัตราการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ของสาหร่ายในการสังเคราะห์แสงมากกว่าอัตราการหายใจของแบคทีเรีย ผลคือ การแตกตัวของไบคาร์บอเนตได้ออนได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสาหร่ายนำไปใช้และไฮดรอกซิลได้ออนทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำสูงขึ้น ดังสมการที่ (3)



จากการศึกษาของสมชาย (2539) พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบริเวณผิวน้ำและใกล้ผิวน้ำจะมีค่าสูงกว่าในบริเวณใกล้พื้นท้องน้ำ เนื่องจากในบริเวณที่ลึกมาก ๆ แสงส่องไม่ถึง ทำให้ไม่เกิดการสังเคราะห์แสง รวมทั้งบริเวณพื้นท้องน้ำที่มีซากพืชทับถมเป็นจำนวนมาก เมื่อเกิดการย่อยสลายจะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำลดต่ำลง ถ้าน้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่า 5 หรือมากกว่า 9 แล้วสิ่งมีชีวิตในน้ำจะได้รับอันตราย โดย Swinge (1969) กล่าวว่า ช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำอยู่ในช่วง 6.5-9 ช่วงที่ทำให้เกิดการตายของสัตว์น้ำอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่า 4 และสูงกว่า 11 สำหรับช่วง 4-5 จะมีผลต่อการขยายพันธุ์ของสัตว์น้ำและช่วง 4- 6.5 การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำจะช้ากว่าปกติ

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย มีความสำคัญในการกำจัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา ซึ่งจะเป็นต้องควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างให้คงที่หรือควบคุมให้อยู่ในช่วงที่จำกัด (สุกัญญา, 2548)

2.2 ของแข็ง หมายถึง สิ่งเจือปนในน้ำที่เหลืออยู่เมื่อระเหยน้ำออกจนหมด ไม่รวมถึงสารบางอย่างที่ระเหยไปกับน้ำ เช่น พวกกรดอินทรีย์และกรดต่าง ๆ ที่ละลายในน้ำ สิ่งเจือปนที่เหลือเป็นของแข็ง มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ซึ่งอาจละลายในน้ำหรือไม่ก็ได้ total solid เป็นสิ่งที่เหลืออยู่ภายหลังการระเหยน้ำออกจนหมดและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ซึ่งแบ่งได้ 2 ชนิดตามลักษณะการละลาย (สุกัญญา, 2548) คือ

2.2.1 dissolved solids หมายถึง ส่วนที่ละลายได้ในน้ำ ซึ่งส่วนมาก ได้แก่ เกลืออนินทรีย์ เช่น NaCl, Na₂CO₃ และสารอินทรีย์บางอย่าง เช่น น้ำตาล

2.2.2 insoluble solids หมายถึง ส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามขนาดของชิ้นส่วนที่ไม่ละลาย คือ

1) suspended solids หมายถึง ส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่มีขนาดเล็กพอที่จะแขวนลอย (suspend) อยู่ในน้ำได้ หาได้โดยการกรองน้ำด้วยกระดาษกรองชนิดพิเศษ เรียกว่า glass fiber paper (Whatman GF/C) แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส แล้วชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นบนกระดาษกรอง

2) settleable solids หมายถึง ตะกอนขนาดใหญ่และหนักสามารถกวมรวมกันยังส่วนล่างได้ หาได้โดยการนำตัวอย่างมาใส่ในภาชนะพิเศษ เรียกว่า imhoff cone

เนื่องจากของแข็งหรือสิ่งเจือปนในน้ำมีทั้งสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ จากคุณสมบัติของสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเผาในอากาศที่อุณหภูมิประมาณ 600 องศาเซลเซียส จะกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำระเหยออกไป แต่สารอนินทรีย์จะยังคงอยู่ ส่วนที่เป็นสารอินทรีย์หรือสารที่ระเหยออกไปได้เมื่อเผา เรียกว่า volatile solids แต่ส่วนที่คงอยู่ ได้แก่ พวกเกลืออนินทรีย์ เรียกว่า fixed solids

การวิเคราะห์หาค่าของแข็งมีความสำคัญ ดังนี้

- 1) ปริมาณ total solids แสดงถึงสิ่งเจือปนในน้ำว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด
- 2) ปริมาณ suspended solids มีความสำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากสารแขวนลอยนี้จะกั้นแสงแดดที่ส่องลงมาในน้ำ ส่งผลให้การสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำลดลง ซึ่งเป็นการลดปริมาณออกซิเจนในน้ำทางหนึ่ง
- 3) ปริมาณ volatile solids บอกให้ทราบถึงปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำตัวอย่าง
- 4) ปริมาณ settleable solids มีความสำคัญอย่างยิ่งในการกำจัดการน้ำเสียในด้านการออกแบบว่าจำเป็นต้องใช้ถังตกตะกอนหรือไม่ และเพื่อหาขนาดของเครื่องสูบตะกอน (sludge pump)

2.3 การนำไฟฟ้า เป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน คุณสมบัติข้อนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของไอออนในน้ำ และอุณหภูมิ น้ำที่มีไอออนของสารต่าง ๆ อยู่สามารถนำไฟฟ้าได้ ได้แก่ กรด ด่างแก่ และเกลืออนินทรีย์ เช่น HCl , Na_2CO_3 และ NaCl เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพราะแตกตัวให้อิออนบวกและลบ ในทางตรงข้ามโมเลกุลของสารอินทรีย์ เช่น ซูโครสและเบนซีน ไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำกระแสไฟฟ้า ค่าการนำไฟฟ้าไม่ได้เป็นค่าเฉพาะไอออนตัวใดตัวหนึ่ง แต่เป็นค่ารวมของไอออนทั้งหมดในน้ำ ดังนั้นค่านี้จึงไม่ได้บอกให้ทราบถึงชนิดของสารในน้ำ บอกแต่เพียงว่ามีการเพิ่มหรือลดของไอออนในน้ำเท่านั้น กล่าวคือ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แสดงว่า มีสารที่แตกตัวได้ในน้ำเพิ่มขึ้นหรือถ้าค่าการนำไฟฟ้าลดลง แสดงว่า มีสารที่แตกตัวได้ในน้ำลดลง (กรรณิการ์, 2544) นอกจากนี้การนำไฟฟ้ายังขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่าง ถ้าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมากกว่า 9 หรือน้อยกว่า 5 จะมีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าทั้งนี้เพราะ H^+ และ OH^- มีความสามารถในการเคลื่อนที่ได้สูงกว่าไอออนตัวอื่น ๆ ดังนั้นค่าที่ได้จะมาจาก H^+ และ OH^- ซึ่งมาจากความเป็นกรด-ด่างของน้ำมากกว่าไอออนอื่น ๆ มีการนำค่าการนำไฟฟ้าไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ โดยเป็นค่าที่แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารที่ละลายในน้ำดิบและน้ำเสียอย่างรวดเร็ว สำหรับน้ำเสียซึ่งประกอบด้วยน้ำทิ้งจากโรงงาน ค่านี้จะบอกความแปรผันของคุณภาพน้ำทิ้งในแต่ละวัน (อภัยนา, 2540)

2.4 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เนื่องจากออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ทั้งที่อาศัยอยู่บนพื้นที่ดินและในน้ำ สิ่งมีชีวิตในน้ำได้รับออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของพืชและการแพร่ของออกซิเจนจากบรรยากาศลงสู่พื้นน้ำ ซึ่ง Nemerow (1974) กล่าวว่า พืชและสัตว์น้ำไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ถ้าไม่มีออกซิเจน และปริมาณการละลายของออกซิเจนในระยะเวลาใดเวลาหนึ่งนั้น ขึ้นอยู่กับความกดดันอากาศ อุณหภูมิ และความเค็ม (เปี่ยมศักดิ์, 2539) ความสามารถในการละลายน้ำได้ของออกซิเจนอยู่ในช่วง 14.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 0 องศาเซลเซียส ถึง 6.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 35 องศาเซลเซียส ในสภาพความกดดัน 1 บรรยากาศ ดังนั้นเมื่อความกดดันของบรรยากาศเพิ่มขึ้น จะทำให้ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำมากขึ้นด้วย เช่นเดียวกับน้ำที่มีความเค็มสูงก็จะทำให้ออกซิเจนละลายน้ำได้น้อยลง นั่นคือการละลายของออกซิเจนขึ้นอยู่กับทั้งอุณหภูมิและปริมาณคลอไรด์ในน้ำ (ลัดดาวัลย์, 2541)

ศุภมาศ (2539) กล่าวว่า โดยทั่วไปปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะต้องไม่น้อยกว่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงจะถือได้ว่าไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ อย่างไรก็ตาม สัตว์น้ำแต่ละชนิดสามารถ

ทนต่อปริมาณออกซิเจนในน้ำในระดับที่แตกต่างกัน โดยปกติน้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพดี มักมีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำประมาณ 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร (พิมล และ ชัยวัฒน์, 2539)

ลัดดาวัลย์ (2541) กล่าวว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำยังสัมพันธ์กับความสกปรกของน้ำอีกด้วย คือ ถ้าน้ำสกปรกมาก ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก็จะถูกใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์มากด้วย และถ้าน้ำสกปรกมีจุลินทรีย์อยู่มาก จุลินทรีย์เหล่านี้จะใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตมาก ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำลดลงไปด้วย ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสามารถใช้เป็นเครื่องชี้บอกสภาพของน้ำได้ และจากการศึกษาของสมชาย (2539) พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่บริเวณผิวหน้าน้ำและในบริเวณใกล้ผิวหน้าน้ำจะมีค่าสูงกว่าบริเวณใกล้พื้นท้องน้ำที่มีซากพืชทับถมอยู่ เนื่องจากเกิดการย่อยสลายตลอดเวลา ทำให้มีอัตราการใช้ออกซิเจนค่อนข้างสูง และ Gloyna (1971) กล่าวว่า ในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อใช้อากาศ (aerobic pond) และบ่อกึ่งไร้อากาศ (facultative pond) ออกซิเจนส่วนใหญ่ได้รับมาจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงขึ้นอยู่กับปริมาณแสงแดดที่ได้รับ แม้ว่าการเติมอากาศที่ผิวน้ำโดยกระแสลมในบ่อที่มีขนาดใหญ่จะช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำได้จำนวนหนึ่งแต่ก็ไม่มากเท่ากับที่ได้รับจากสาหร่าย

กรรณิการ์ (2544) ได้กล่าวถึงความสำคัญของออกซิเจนที่ละลายในน้ำไว้ ดังนี้

2.4.1 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำเสียเป็นตัวชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีวภาพที่เกิดขึ้น จะเกิดโดย aerobic หรือ anaerobic organism พวกร aerobc organism ใช้ออกซิเจนอิสระไปออกซิไดส์สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีอันตราย ในขณะที่ anaerobic organism จะไปรีดิวซ์เกลืออนินทรีย์บางตัว เช่น SO_4^{2-} เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น จึงจำเป็นที่จะต้องรักษาสภาวะที่เหมาะสมกับการทำงานของ aerobic organism ไว้มิฉะนั้น anaerobic organism จะเข้ามาแทนที่การหาค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ จึงจำเป็นเพื่อที่จะรักษาสภาวะที่มีออกซิเจนในน้ำไว้ เพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำ

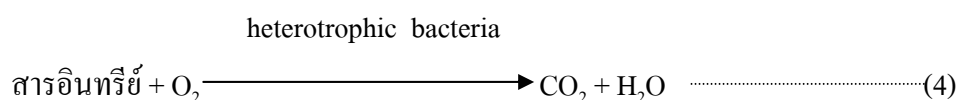
2.4.2 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำต่าง ๆ โดยต้องมีออกซิเจนละลายในน้ำไม่น้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.4.3 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เป็นค่าพื้นฐานของค่าบีโอดี ซึ่งใช้เพื่อหาค่าความสกปรกของน้ำเสียและอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทางชีวเคมี ซึ่งวัดโดยการหาค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เหลือ ณ เวลาต่าง ๆ

2.4.4 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วยในการควบคุมอัตราเร็วของปฏิกิริยาในกระบวนการย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจน

2.5 บีโอดี คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (กรรณิการ์, 2544) การหาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียซึ่งวัดในเทอมของความต้องการออกซิเจน โดยเท่ากับปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้เพื่อออกซิไดส์สารอินทรีย์ให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (มันสิน, 2538)

การวิเคราะห์ค่าบีโอดีของน้ำเสียนิยมหาในช่วง 5 วัน ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปเรียกว่าค่า BOD_5 ซึ่งค่าบีโอดีของน้ำเสีย จะขึ้นอยู่กับเวลาเป็นสิ่งสำคัญ ค่า BOD_5 จะนิยมใช้กันมากในการแสดงถึงระดับความสกปรกของน้ำเสียจากชุมชน ถ้าแหล่งน้ำนั้นมีค่าความสกปรกสูงแสดงว่า ในน้ำมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายอยู่มากและถูกแบคทีเรียทำการย่อยสลาย ซึ่งจะใช้ก๊าซออกซิเจนเป็นจำนวนมากทำให้เกิดการขาดออกซิเจนได้ แต่ในความเป็นจริงเวลา 5 วัน จะสามารถย่อยสารอินทรีย์ได้เพียงร้อยละ 60-70 โดยค่า BOD_5 จะคิดจากปริมาณออกซิเจนที่ถูกพวก heterotrophic bacteria นำไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (สุกัญญา, 2548) ดังสมการที่ (4)



สารอินทรีย์ในน้ำเสียที่สามารถย่อยสลายได้มักใช้เวลาประมาณ 20-30 วัน ในการย่อยสลายสารจนเกือบหมด ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 95-99 ดังนั้น ถ้าใช้เวลาถึง 20 วัน จะทำให้ทราบผลซ้ำและอาจเกิดความผิดพลาดของค่าที่วิเคราะห์ได้ เนื่องจากในน้ำเสียอาจมีแบคทีเรีย autotrophic พวก nitrifying bacteria ซึ่งจะใช้ออกซิเจนในการออกซิเดชันสารอินทรีย์ คือ แอมโมเนียเป็นไนไตรท์

และจากไนโตรเจนเป็นไนเตรต ตามลำดับ ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ มีค่าสูงกว่าที่ควรจะเป็น (สุกัญญา, 2548)

2.6 ซีโอดี เป็นปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ ในน้ำทางเคมีให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยอาศัยหลักการที่สารอินทรีย์เกือบทั้งหมด สามารถที่จะถูกออกซิไดส์โดยตัวเดิมออกซิเจนอย่างแรงภายใต้สภาวะที่เป็นกรด (กรรณิการ์, 2544)

หลักการหา COD คล้ายกับ BOD คือ สารอินทรีย์ในน้ำถูกออกซิไดส์จนได้ คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ แต่จะต่างกันตรงที่ BOD ใช้แบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ส่วน COD ใช้ตัวเดิมออกซิเจน

โดยปกติแล้วค่า COD สูงกว่าค่า BOD ทั้งนี้เนื่องจากสารอินทรีย์คาร์บอนถูกเปลี่ยนไป เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยไม่ต้องอาศัยความสามารถในการดูดซึมทางชีวะ (biological assimilability) ของสารเหล่านั้น เช่น กลูโคสและกลีซีนจะถูกออกซิไดส์อย่างสมบูรณ์ ผลคือ ทำให้ ค่า COD สูงกว่าค่า BOD และจะสูงมากถ้ามีสารอินทรีย์ที่ไม่สามารถถูกออกซิไดส์ทางชีวะอยู่ด้วย เช่น เซลลูโลส แต่ในบางกรณีถ้ามีพวก aromatic hydrocarbon และ pyridine ซึ่งไม่ถูกออกซิไดส์ ทางเคมีค่า COD จะน้อยกว่าค่า BOD

ค่า COD ใช้ในการวิเคราะห์น้ำเสียที่มาจากอาคารบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม และใช้บอกถึงกำลังความสกปรกของน้ำเสียในการประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำเสีย เป็นข้อมูลในการสำรวจออกแบบระบบน้ำเสีย ตลอดจนใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำและ ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากผลที่ได้ใช้เวลาไม่กี่ชั่วโมงในการหาจึงสามารถแก้ไข ข้อผิดพลาดได้ทันท่วงที (กรรณิการ์, 2544)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์และข้อมูลในการคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

1.1 คอมพิวเตอร์และเครื่องคิดเลข ใช้ในการบันทึกข้อมูลและคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

1.2 ข้อมูลปริมาณบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อที่ดำเนินการปรับปรุงแล้วเสร็จเมื่อต้นเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2548 ของกรมชลประทาน

1.3 ข้อมูลรายงานการสูบน้ำเสียจากบ่อรวบรวมน้ำเสียไปยังบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงตุลาคม พ.ศ. 2549 ซึ่งรวบรวมโดย บริษัท เวสวอเตอร์ โอเพอร์เรชั่น แมนเนจเม้นท์ จำกัด

2. อุปกรณ์ภาคสนาม

2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ เช่น ขวดเก็บตัวอย่างน้ำประเภทพลาสติกโพลิเอทิลีน ขนาดความจุ 1 ลิตร ถังน้ำแข็งสำหรับแช่ตัวอย่าง ถังพลาสติก กระจายฟอยด์ และปากกาสำหรับเขียนฉลากขวดตัวอย่างน้ำ เป็นต้น

2.2 Thermometer สำหรับวัดอุณหภูมิ

2.3 pH meter สำหรับวัดความเป็นกรด-ด่าง

2.4 EC meter สำหรับวัดค่าการนำไฟฟ้า

2.5 TDS meter สำหรับวัดปริมาณของแข็งละลาย

2.6 DO meter สำหรับวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

3. อุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

3.1 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแข็งละลายและของแข็งแขวนลอย ได้แก่

3.1.1 จานระเหย (evaporating dishes)

3.1.2 เครื่องอังไอน้ำ (steam bath)

3.1.3 โถทำแห้ง (desicator)

3.1.4 ตู้อบความร้อน (hot air oven)

3.1.5 เครื่องชั่งละเอียด (analytical balance)

3.1.6 เครื่องมือสำหรับการกรอง (filtration apparatus)

3.1.7 กระดาษกรอง Whatman GF/C ขนาด 4.7 เซนติเมตร

3.2 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ BOD ได้แก่

3.2.1 ขวดบีโอดี ขนาด 300 มิลลิลิตร พร้อมจุกแก้วปิด

3.2.2 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ

3.2.3 อุปกรณ์เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น กระบอกตวง บิวเรต ขวดรูปกรวย เป็นต้น

3.2.4 เครื่องจ่ายลม

3.2.5 น้ำกลั่น

3.2.6 สารละลายแมงกานีสซัลเฟต

3.2.7 สารละลายอัลคาไลด์-ไอโอไดด์-เอไซด์ (alkali-iodide-azide reagent)

3.2.8 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (36 N)

3.2.9 น้ำแข็ง

3.2.10 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.025 N

3.3 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ COD ได้แก่

3.3.1 หลอดเพาะเชื้อ (digestion vessel) ขนาด 20 x 150 มิลลิเมตร

3.3.2 ตู้อบความร้อน (hot air oven)

3.3.3 สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต

3.3.4 น้ำยากรดซัลฟูริก

3.3.5 สารละลายเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์

3.3.6 สารละลายไทแทนท์เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) 0.10 M

วิธีการ

1. สถานที่ทำการศึกษา

การศึกษานี้ได้กำหนดพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ไว้ 2 แห่ง คือ

1.1 บ่อรวบรวมน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรี ตั้งอยู่ที่บ้านคลองยาง ตำบลนาวิ่ง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งรวบรวมน้ำเสียจากท่อระบายน้ำเสียในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรีเพื่อส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

1.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ประกอบด้วยบ่อดินขนาดใหญ่ จำนวน 5 บ่อ เรียงต่อกันเป็นอนุกรม

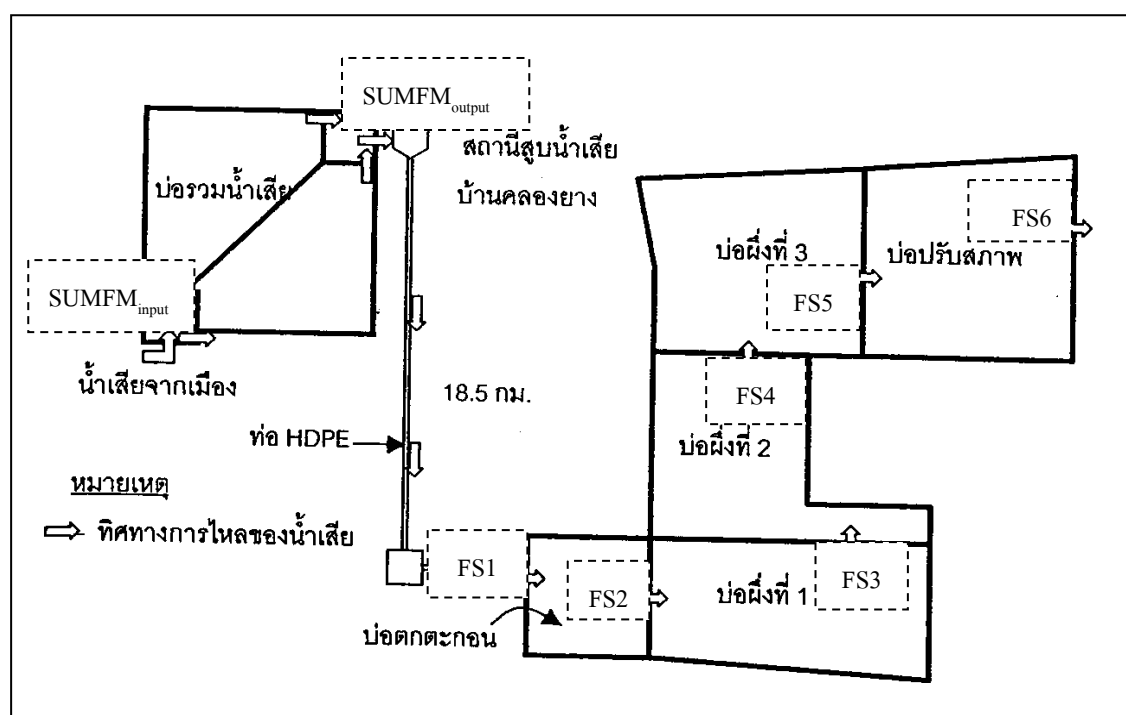
2. จุดเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

น้ำเสียที่เกิดขึ้นในเทศบาลเมืองเพชรบุรี จะถูกรวบรวมโดยท่อระบายน้ำแบบรวม เพื่อระบายน้ำเสียเข้าสู่บ่อรวบรวมน้ำเสีย ที่มีขนาดความจุ 10,000 ลูกบาศก์เมตร แล้วส่งผ่านท่อพลาสติก HDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 18.5 กิโลเมตร ซึ่งน้ำเสียใช้เวลาเดินทาง 5.5 ชั่วโมง (เกษม และคณะ, 2543) ไปยังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

ในการศึกษานี้ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียไว้ 8 จุด ดังตารางที่ 6 และภาพที่ 6

ตารางที่ 6 จุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียในบ่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อบำบัดใน
โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

พื้นที่	จุดเก็บตัวอย่าง	สัญลักษณ์
บ่อรวบรวมน้ำเสีย	1. จุดที่น้ำไหลเข้า	SUMFM _{input}
	2. จุดที่น้ำไหลออก	SUMFM _{output}
ระบบบำบัดน้ำเสีย แบบบ่อบำบัด	1. จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อดักตะกอน	FS1
	2. จุดที่น้ำไหลออกจากบ่อดักตะกอน (เข้าบ่อบำบัดที่ 1)	FS2
	3. จุดที่น้ำไหลออกจากบ่อบำบัดที่ 1 (เข้าบ่อบำบัดที่ 2)	FS3
	4. จุดที่น้ำไหลออกจากบ่อบำบัดที่ 2 (เข้าบ่อบำบัดที่ 3)	FS4
	5. จุดที่น้ำไหลออกจากบ่อบำบัดที่ 3 (เข้าบ่อปรับสภาพ)	FS5
	6. จุดที่น้ำไหลออกจากบ่อปรับสภาพ (เข้าสู่ป่าชายเลน)	FS6



ภาพที่ 6 จุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียในบ่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อบำบัดใน
โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

3. การคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ หาได้จากสูตร

$$V = QT \quad \text{.....(2)}$$

เมื่อ V = ปริมาตรของแต่ละบ่อ (ลูกบาศก์เมตร)

Q = ปริมาณน้ำเสียที่สูบบเข้าบ่อบำบัดน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)

T = ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียแต่ละบ่อตั้งแต่น้ำเข้าจนเต็มบ่อ (วัน)

โดยที่ค่าตัวแปรแต่ละตัว หาได้จาก

3.1 ปริมาตรของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อที่ดำเนินการปรับปรุงแล้วเสร็จเมื่อต้นเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2548 แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาตรของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อ

บ่อบำบัด	ลักษณะ	พื้นที่ (ตร.ม.)	ความลึก (ม.)	ปริมาตรบ่อ (ลบ.ม.)
บ่อดกตะกอน	สี่เหลี่ยมจัตุรัส	10,217	2.14	21,864.38
บ่อฝิ่งที่ 1	คล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า	30,408	1.63	49,565.04
บ่อฝิ่งที่ 2	คล้ายรูปตัว L	34,898	1.81	63,165.38
บ่อฝิ่งที่ 3	คล้ายรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า	35,424	1.51	53,490.24
บ่อปรับสภาพ	คล้ายรูปสี่เหลี่ยมคางหมู	43,130	1.37	59,089.47
รวม		154,078	-	247,174.51

ที่มา: กรมชลประทาน (2548)

3.2 ปริมาณน้ำเสียที่สูบจากบ่อรวบรวมน้ำเสียไปยังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง โดยใช้ข้อมูลปริมาณการสูบน้ำเสียตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2548 ในการคำนวณหาจำนวนชั่วโมงเฉลี่ยและปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยที่สูบได้ใน 1 วัน ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปริมาณน้ำเสียที่สูบจากบ่อรวบรวมน้ำเสียไปยังบ่อบำบัดน้ำเสียตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 ถึงตุลาคม พ.ศ. 2548

เดือน	จำนวนชั่วโมงสูบ (ชม.)			ปริมาณน้ำเสียที่สูบได้ทั้งหมด (ลบ.ม./ชม.)		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
ก.ค.	6.00	24.00	15	175	337	256
ส.ค.	10.30	22.00	16	200	270	235
ก.ย.	12.00	24.00	18	223	274	249
ต.ค.	14.00	24.00	19	226	299	262
	รวม		68			1002
	เฉลี่ย		17			251

ที่มา: บริษัท เวสวอเตอร์ โอเพอร์เรชั่น แมนเนจเม้นท์ จำกัด (2548)

จากข้อมูลในตารางที่ 8 จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยและปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยที่สูบได้ใน 1 วัน คือ 17 ชั่วโมง และ 251 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ดังนั้นถ้าคิดปริมาณน้ำเสียที่สูบได้ใน 1 วัน ได้เท่ากับ 4,267 ลูกบาศก์เมตร (17 ชั่วโมง x 251 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)

3.3 นำข้อมูลจากข้อ 3.1 และ 3.2 มาคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของแต่ละบ่อดังแต่น้ำไหลเข้าบ่อจนเต็มบ่อ รวมทั้งสิ้น 5 บ่อ ซึ่งใช้เวลารวมทั้งสิ้น 59 วัน ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของแต่ละบ่อ

บ่อบำบัด	ลักษณะ	พื้นที่ (ตร.ม.)	ความลึก (ม.)	ปริมาตรบ่อ (ลบ.ม.) (V)	ปริมาณ น้ำเสีย ที่สูบ ทั้งหมด (ลบ.ม./วัน) (Q)	ระยะเวลา เก็บกัก (วัน) (T)
บ่อดกตะกอน	สี่เหลี่ยมจัตุรัส	10,217.00	2.14	21,864.38	4,267	5
บ่อผึ่งที่ 1	คล้ายสี่เหลี่ยม ผืนผ้า	30,408.00	1.63	49,565.04		12
บ่อผึ่งที่ 2	คล้ายรูปตัว L	34,898.00	1.81	63,165.38		15
บ่อผึ่งที่ 3	คล้ายรูปสี่เหลี่ยม ด้านไม่เท่า	35,424.00	1.51	53,490.24		13
บ่อปรับสภาพ	คล้ายรูปสี่เหลี่ยม คางหมู	43,131.00	1.37	59,089.47		14
รวม		154,078.00	-	247,174.51		59

3.4 นำจำนวนระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียที่คำนวณได้ในข้อ 3.3 มากำหนดวันเก็บตัวอย่างน้ำเสีย โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 3 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำวันละ 1 รอบ จำนวน 3 วัน แล้วเว้นระยะเวลาการเก็บจุดต่อไปตามระยะเวลาเก็บกักที่คำนวณได้ โดยเริ่มเก็บตัวอย่างน้ำในวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ณ จุดที่น้ำไหลเข้าและออกบ่อรวบรวมน้ำเสียและไหลเข้าบ่อดกตะกอน ตามแผนการเก็บตัวอย่างน้ำในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 วันที่และเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียของบ่อรวบรวมน้ำเสียและบ่อบำบัดน้ำเสีย
แบบบ่อฝังของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

บ่อบำบัด	จุดเก็บตัวอย่าง	เวลา	วันที่เก็บตัวอย่าง		
			รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3
บ่อรวบรวมน้ำเสีย	น้ำที่ไหลเข้า	09.00 น.	3 ก.พ. 49	4 ก.พ. 49	5 ก.พ. 49
	น้ำที่ไหลออก	09.30 น.	3 ก.พ. 49	4 ก.พ. 49	5 ก.พ. 49
บ่อดกตะกอน	น้ำที่ไหลเข้า	15.00 น.	3 ก.พ. 49	4 ก.พ. 49	5 ก.พ. 49
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น..	8 ก.พ. 49	9 ก.พ. 49	10 ก.พ. 49
บ่อฝังที่ 1	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	20 ก.พ. 49	21 ก.พ. 49	22 ก.พ. 49
บ่อฝังที่ 2	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	7 มี.ค. 49	8 มี.ค. 49	9 มี.ค. 49
บ่อฝังที่ 3	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	20 มี.ค. 49	21 มี.ค. 49	22 มี.ค. 49
บ่อปรับสภาพ	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	3 เม.ย. 49	4 เม.ย. 49	5 เม.ย. 49

หมายเหตุ เริ่มเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ณ จุดที่น้ำไหลออกจากบ่อรวบรวมน้ำเสีย เวลา 09.30 น.

จากการศึกษาวิจัยในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ พบว่า
น้ำเสียใช้เวลาเดินทางจากบ่อรวบรวมน้ำเสียผ่านท่อพลาสติก HDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง
40 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 18.5 กิโลเมตรไปยังบ่อดกตะกอนใช้เวลา 5.5 ชั่วโมง (เกษม
และคณะ, 2543) ดังนั้น จึงต้องเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ที่ระดับความลึก 0.30 เมตรจากผิวน้ำ ณ
จุดที่น้ำไหลเข้าและไหลออกบ่อดกตะกอน และจุดที่น้ำไหลออกบ่อฝังที่ 1, 2, 3 และ
บ่อปรับสภาพในเวลา 15.00 น.

4. วิธีเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำเสียและตรวจวัดดัชนีคุณภาพน้ำภาคสนาม ณ จุดที่น้ำไหลเข้า (input) และ
ไหลออก (output) จากบ่อรวบรวมน้ำเสียและบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง ดังนี้

4.1 ใช้ถังพลาสติกเก็บตัวอย่างน้ำเสียและทำการวัด ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งละลาย
การนำไฟฟ้าและออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ที่ระดับความลึก 0.30 เมตรจากผิวน้ำ

4.2 ใช้ขวดพลาสติกโพลีเอธิลีน ขนาด 1 ลิตร เก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ระดับความลึก 0.30 เมตร จากผิวน้ำ จำนวนจุดละ 2 ขวด โดยล้างด้วยน้ำตัวอย่างที่จะเก็บจำนวน 3 ครั้ง แล้วบรรจุให้เต็มขวด ปิดฝาให้สนิทและปิดฉลากให้เรียบร้อย แล้วเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเสียไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งแขวนลอย บีโอดี และ ซีโอดี ตามวิธีที่กำหนดใน Standard Method for Wastewater ของ APHA, AWWA and WPCF (1995) ณ ห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย

ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ มี 2 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์ในภาคสนามและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมของวิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตามวิธีการที่สรุปไว้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 วิธีการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ

สถานที่วิเคราะห์	ดัชนีคุณภาพน้ำ	วิธีวิเคราะห์
ภาคสนาม	1. อุณหภูมิของน้ำ	Thermometer
	2. ความเป็นกรด-ด่าง	pH meter
	3. ของแข็งละลาย	TDS meter
	4. การนำไฟฟ้า	EC meter
	5. ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	DO meter
ห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์	1. ของแข็งทั้งหมด	Dried at 103-105 °C
	2. ของแข็งแขวนลอย	Filter with GF/C, Dried at 103-105 °C
	3. บีโอดี	BOD incubation 20 °C 5 days
	4. ซีโอดี	Closed reflux, potassium dichromate

ที่มา: APHA, AWWA and WPCF (1995)

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 นำข้อมูลที่ได้จากการวัดดัชนีคุณภาพน้ำภาคสนามและในห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมของวิทยาลัยสิ่งแวดล้อมมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ภาคผนวก ก)

6.2 คำนวณหาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{\text{ความเข้มข้นมลสารที่เข้า} - \text{ความเข้มข้นมลสารที่ออก}}{\text{ความเข้มข้นมลสารที่เข้า}} \times 100 \quad \text{.....(3)}$$

7. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 รวมระยะเวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 7 เดือน โดยมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

7.1 ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548 เป็นต้นมา ได้ดำเนินการทบทวนเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น สำนักหอสมุด วิทยาเขตบางเขน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หอสมุดวิทยาลัยสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองเพชรบุรี และโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ เป็นต้น เพื่อประกอบการศึกษา วางแผนการเก็บตัวอย่าง และอภิปรายผลการศึกษาเพื่อจัดทำพิมพ์เล่มวิทยานิพนธ์

7.2 ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำเสียและตรวจวัดดัชนีคุณภาพภาคสนาม ณ บ่อรวบรวมน้ำเสียและบ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ตั้งแต่วันที่ 3 กุมภาพันธ์ ถึงวันที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2549 โดยแผนการเก็บตัวอย่างได้นำเสนอไว้ในตารางที่ 10 แล้ว และได้ทำการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมของวิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และจัดทำพิมพ์เล่มวิทยานิพนธ์และดำเนินการตามขั้นตอนของบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อขอสอบสัมภาษณ์ครั้งสุดท้ายในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549

ผลและวิจารณ์

1. ปริมาณน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรี

ปริมาณน้ำเสีย เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการออกแบบระบบระบายน้ำและระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งปริมาณน้ำเสียจากเทศบาลเมืองเพชรบุรีที่เกิดขึ้น มีความผันแปรตามพฤติกรรมการใช้ น้ำของประชาชนและปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละช่วงเวลา เนื่องจากใช้ท่อระบายน้ำแบบรวมในการรองรับทั้งน้ำเสียและน้ำฝนที่ตกในเขตเทศบาลทั้งหมด ซึ่งในช่วงที่มีฝนตกหนักท่อระบายน้ำ ไม่สามารถรองรับน้ำได้ทั้งหมด จึงต้องมีการระบายน้ำจากท่อลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แม่น้ำเพชรบุรี ส่วนน้ำเสียที่สามารถรวบรวมเข้าสู่ระบบรวบรวมน้ำเสีย จะมีความเข้มข้นของเสียค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีน้ำฝนปนมากับน้ำเสียและการบำบัดน้ำเสียต้องเสียค่าใช้จ่าย ในการสูบน้ำเสียเพื่อเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ส่วนในฤดูแล้ง จะพบว่า ปริมาณน้ำในเส้นท่อน้ำน้อยและไหลช้า รวมถึงกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ทำให้เกิดตะกอนในเส้นท่อและส่งกลิ่นเหม็น จากผลการศึกษาของเสกสรรค์ (2543) พบว่า ปริมาณน้ำเสียรวมทั้งหมดที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรีในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2540 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2541 เท่ากับ 13,345.53 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน แต่สามารถรวบรวมและสูบส่งเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังได้เพียง 3,792.77 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ส่วนที่เหลือไม่สามารถรวบรวมได้หรือไม่ผ่านการบำบัดมีถึง 9,552.76 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ทั้งนี้เนื่องจากระบบท่อระบายน้ำ มีไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของเทศบาล

ในช่วงที่ทำการศึกษา (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549) มีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยที่สามารถสูบส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพียง 3,540.61 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังตารางที่ 12 และภาคผนวก ข

ตารางที่ 12 ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยจากบ่อรวบรวมน้ำเสียที่ถูกสูบส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย
แบบบ่อฝัง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549

ปีพ.ศ.	เดือน	ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย (ลบ.ม.ต่อวัน)
2548	กรกฎาคม	3,412.68
	สิงหาคม	4,119.03
	กันยายน	4,859.62
	ตุลาคม	5,337.90
	พฤศจิกายน	3,446.07
	ธันวาคม	3,149.78
2549	มกราคม	2,062.93
	กุมภาพันธ์	2,571.65
	มีนาคม	2,905.86
รวม		31,865.52
เฉลี่ย		3,540.61

ที่มา: คัดแปลงจาก บริษัท เวสวอเตอร์ โอเพอร์เรชั่น แมนเนจเม้นท์ จำกัด (2548)

2. การหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

เนื่องจากปริมาตรของบ่อบำบัดน้ำเสียขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเก็บกักน้ำเสีย (detention time) และปริมาณน้ำเสียที่ไหลเข้าบ่อบำบัด (influent discharge) ดังนั้น ในการหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย จึงหาได้จากสูตร

$$V = QT \quad \dots\dots\dots(4)$$

เมื่อ V = ปริมาตรของแต่ละบ่อ (ลูกบาศก์เมตร)
 Q = ปริมาณน้ำเสียที่สูบเข้าบ่อบำบัดน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)
 T = ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียแต่ละบ่อตั้งแต่น้ำเข้าจนเต็มบ่อ (วัน)

จากการศึกษาข้อจำกัดของระบบบำบัดน้ำเสียของเกษม และคณะ (2543) พบว่า ปริมาตรของบ่อบำบัดแต่ละบ่อลดลง เป็นผลมาจากการสะสมของตะกอน โดยบ่อดกตะกอน บ่อฝิ่งที่ 1 บ่อฝิ่งที่ 2 บ่อฝิ่งที่ 3 และบ่อปรับสภาพ มีตะกอนสะสมคิดเป็นปริมาตรเท่ากับ 50.43, 350.38, 475.74, 341.06 และ 416.94 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน ตามลำดับ ส่งผลให้ความจุของแต่ละบ่อลดลงต่อปีคิดเป็นร้อยละ 3.09, 9.35, 11.52, 8.54 และ 9.45 ตามลำดับ และจากการที่มีปริมาณน้ำเสียที่ไหลเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในปริมาณที่น้อย มีผลทำให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของแต่ละบ่อยาวนานขึ้นและเกิดภาวะหยุดนิ่งของน้ำ ในขณะที่ของเสียจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียแปรสภาพเป็นสารอนินทรีย์ ซึ่งแพลงก์ตอนพืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและเมื่อแพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตมากขึ้นก็จะตายลงและตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อ ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณของเสียและเกิดตะกอนสะสมในช่วงระหว่างการบำบัด ส่งผลให้คุณภาพน้ำทิ้งที่ออกจากระบบและประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่งไม่สม่ำเสมอ

เสกสรรค์ (2543) ได้ศึกษาการสะสมตะกอนในระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย จังหวัดเพชรบุรีและให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่ง ควรมีการขุดลอกเมื่อมีการใช้ระบบไปนาน ๆ เพื่อเพิ่มสมรรถนะในการบำบัดให้มากขึ้น โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำเสีย ปริมาณของเสีย ความจุของบ่อ และระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย ด้วยเหตุนี้โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ จึงได้ดำเนินการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่ง ซึ่งดำเนินการแล้วเสร็จเมื่อต้นเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2548 มีปริมาตรบ่อและระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียที่ได้จากการคำนวณดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ปริมาตรบ่อและระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

บ่อบำบัด	ลักษณะ	พื้นที่ (ตร.ม.)	ความลึก (ม.)	ปริมาตรบ่อ (ลบ.ม.) (V)	ปริมาณ น้ำเสีย ที่สูบทั้งหมด (ลบ.ม./วัน) (Q)	ระยะเวลา เก็บกัก (วัน) (T)
บ่อดักตะกอน	สี่เหลี่ยม จัตุรัส	10,217.00	2.14	21,864.38	4,267	5
บ่อผึ่งที่ 1	คล้าย สี่เหลี่ยมผืนผ้า	30,408.00	1.63	49,565.04		12
บ่อผึ่งที่ 2	คล้ายรูปตัว L	34,898.00	1.81	63,165.38		15
บ่อผึ่งที่ 3	คล้ายรูป สี่เหลี่ยมด้าน ไม่เท่า	35,424.00	1.51	53,490.24		13
บ่อปรับสภาพ	คล้ายรูป สี่เหลี่ยม กางหมู	43,131.00	1.37	59,089.47		14
รวม		154,078.00	-	247,174.51		59

หมายเหตุ ปริมาณน้ำเสียที่สูบได้ทั้งหมด จะใช้ข้อมูลปริมาณน้ำเสียที่สูบเข้าระบบบำบัดน้ำเสียในเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2548

จากตารางที่ 13 พบว่า ปริมาณน้ำเสียทั้งหมดที่คำนวณได้จากข้อมูลปริมาณน้ำเสียที่สูบเข้าระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ในเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2548 มีเพียง 4,267 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าค่าที่ออกแบบไว้ คือ ออกแบบให้ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถรองรับน้ำเสียได้ต่ำสุดและสูงสุดเท่ากับ 4,500 และ 10,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ และเมื่อคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของบ่อดักตะกอน บ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 บ่อผึ่งที่ 3 และบ่อปรับสภาพ พบว่า มีระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 5, 12, 15, 13 และ 14 วัน ตามลำดับ รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 59 วัน

3. คุณภาพน้ำเสีย

3.1 สมบัติของน้ำเสียในระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี ณ จุดที่น้ำไหลเข้า(input) และจุดที่น้ำไหลออก (output) ของบ่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั่ (ที่ระดับความลึก 0.30 เมตรจากผิวน้ำ) ตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของแต่ละบ่อในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ แสดงดังตารางที่ 14 ถึง 21 พร้อมกับได้แสดงค่าเฉลี่ย (mean) และสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) ของแต่ละดัชนีไว้ด้วย สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.1.1 ความเป็นกรด-ด่าง เป็นลักษณะทางเคมีของน้ำอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญในการผลิตน้ำประปา การบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการทางชีวและกระบวนการทางเคมี (กรรณิการ์, 2544) ในทางทฤษฎีถือว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0-14 น้ำบริสุทธิ์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7 น้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่า 7 ถือว่าเป็นด่าง ส่วนน้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 7 ถือว่าเป็นกรด (สุกัญญา, 2548)

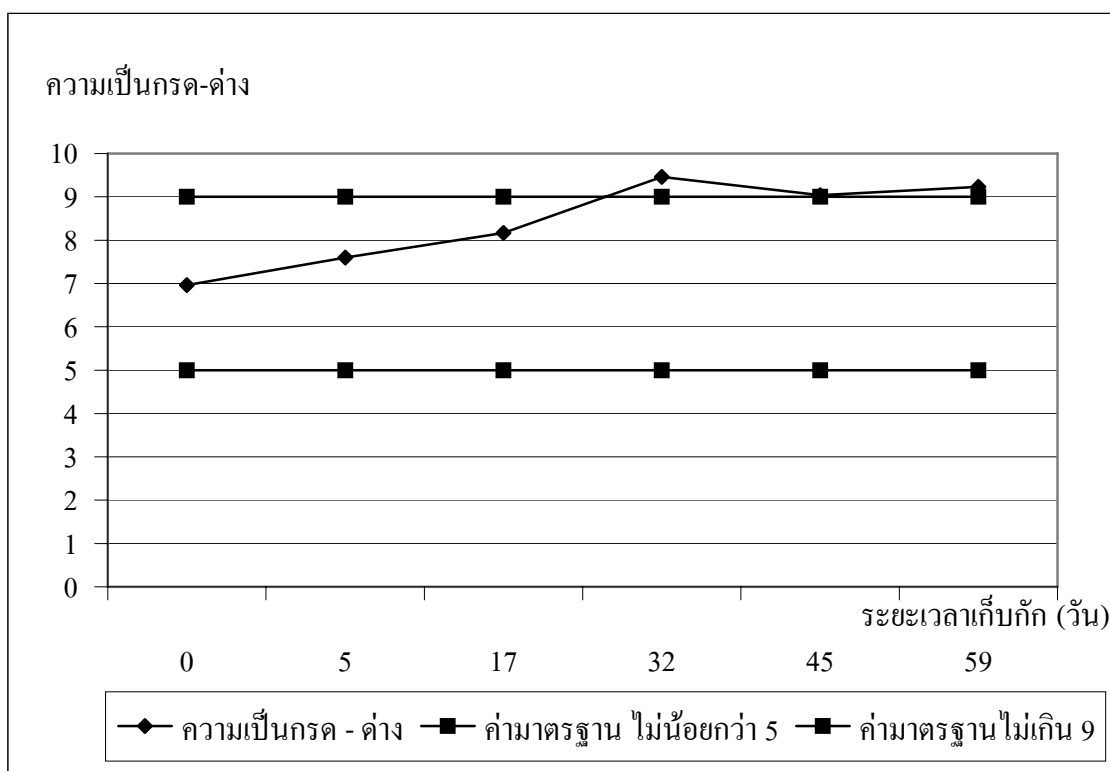
ผลจากการศึกษาความเป็นกรด-ด่างของน้ำ แสดงดังตารางที่ 14 และภาพที่ 7

ตารางที่ 14 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั่ตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

บ่อบำบัด	จุดเก็บตัวอย่าง	เวลา	เก็บตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย	CV (%)
			รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3		
บ่อรวบรวมน้ำเสีย	น้ำที่ไหลเข้า	09.00 น.	6.89	6.85	6.91	6.88	0.44
	น้ำที่ไหลออก	09.30 น.	7.44	7.51	7.51	7.49	0.54
บ่อดักตะกอน (ระยะเวลาเก็บกัก 5 วัน)	น้ำที่ไหลเข้า	15.00 น.	6.97	6.98	6.92	6.96	0.46
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	7.59	7.70	7.50	7.60	1.32

ตารางที่ 14 (ต่อ)

บ่อบำบัด	จุดเก็บ ตัวอย่าง	เวลา	เก็บตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย	CV (%)
			รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3		
บ่อฝิ่งที่ 1 (ระยะเวลาเก็บกัก 12 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	8.04	7.99	8.48	8.17	3.30
บ่อฝิ่งที่ 2 (ระยะเวลาเก็บกัก 15 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	9.40	9.52	9.47	9.46	0.64
บ่อฝิ่งที่ 3 (ระยะเวลาเก็บกัก 13 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	9.09	8.69	9.35	9.04	3.68
บ่อปรับสภาพ (ระยะเวลาเก็บกัก 14 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	9.60	9.00	9.10	9.23	3.48



ภาพที่ 7 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่งตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

จากตารางที่ 14 และภาพที่ 7 สามารถสรุปได้ดังนี้

ก. บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า เมื่อทำการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ณ จุดที่น้ำไหลเข้า น้ำมีสภาพความเป็นกรดเล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.88 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำมาก คือ เพียงร้อยละ 0.44 เท่านั้น ส่วนจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 7.49 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 0.54 ซึ่งน้ำมีสภาพความเป็นด่างเล็กน้อย แสดงว่า ความแรง (strength) ของความเป็นด่างของอนุมูลบวกสูงกว่าความแรงของความเป็นกรดของอนุมูลลบ กล่าวคือ อนุมูลบวกหลักน่าจะเป็นโซเดียม (Na^+) และ/หรือโพแทสเซียม (K^+) ในขณะที่ อนุมูลลบ น่าจะเป็นไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และ/หรือคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) อนุมูลของโซเดียม มักจะมาจากเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่มีมากในน้ำทะเล เนื่องจากจังหวัดเพชรบุรี เป็นจังหวัดที่อยู่ติดชายทะเล ประชาชนส่วนใหญ่จึงประกอบอาชีพประมงทะเล ดังนั้น การล้างและทำความสะอาดผลผลิตของประมง จึงเป็นแหล่งที่มาของน้ำเสียที่มีเกลือปนอยู่มาก ปกติเกลือโซเดียมคลอไรด์จะเป็นกลาง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7 เพราะความแรงของความเป็นกรดของอนุมูลคลอไรด์ สมดุลพอดีกับความแรงของความเป็นด่างของอนุมูลโซเดียม การสูญเสียสมดุลของอนุมูลบวกของด่างและอนุมูลลบของของกรดทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงไปด้วยการลดหายไปของอนุมูลคลอไรด์และการมีบทบาทของอนุมูลคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตเข้ามาแทนที่นี้อาจเกิดจากอนุมูลคลอไรด์ถูกพืชน้ำจืดเอาไปใช้ประโยชน์ เพราะเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ของพืช การเกิดอนุมูลไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนต น่าจะมาจากปฏิกิริยาของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหายใจของจุลินทรีย์เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ซึ่งเป็นกรดอ่อนและจะแตกตัวเป็นอนุมูลไบคาร์บอเนตและอนุมูลไฮโดรเจนซัลไฟด์ จึงทำให้น้ำเสียมีความเป็นด่างเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของเสกสรรค์ (2543) ที่พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำอยู่ในช่วง 6.8-7.5 และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก (ตารางผนวกที่ ก1) พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ณ จุดเก็บตัวอย่างดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 5-9

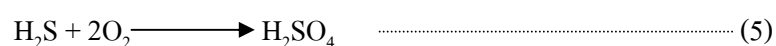
ข. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง พบว่า เมื่อตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อตกตะกอน มีค่าเพียง 6.96 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำมาก คือ เพียงร้อยละ 0.46 เท่านั้น น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ภายในบ่อตกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 1 ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเฉลี่ย 7.60 และ

สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 1.32 เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝิ่งที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝิ่งที่ 2) น้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 8.17 และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 3.30 และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝิ่งที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝิ่งที่ 3) มีค่าเฉลี่ย 9.46 และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 0.64 และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝิ่งที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าเฉลี่ย 9.04 และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูงสุด คือ ร้อยละ 3.68 และเมื่อเวลาผ่านไป 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่ป่าชายเลน) มีค่าเฉลี่ย 9.23 และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 3.68

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างของน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่งตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย ตั้งแต่จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อดกตะกอนจนน้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพแล้วไหลลงป่าชายเลนตามทิศทางการไหลของน้ำ พบว่า

1) ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ไหลเข้าบ่อดกตะกอน มีสภาพความเป็นกรดเล็กน้อย เนื่องจากเหตุผล 2 ประการ ได้แก่

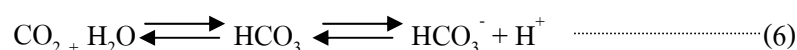
(1) กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นกรดอินทรีย์ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนที่เกิดขึ้นภายในท่อส่งน้ำเสีย พวก anaerobic bacteria ใช้ซัลเฟตและไนเตรท เป็นแหล่งของออกซิเจนเพื่อใช้ในการออกซิเดชันทางชีวเคมี นั่นคือ ซัลเฟตจะถูกรีดิวซ์ไปเป็นซัลไฟด์และรวมกับไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) เมื่อน้ำไหลออกจากท่อส่งน้ำเสียเพื่อเข้าสู่บ่อดกตะกอนสัมผัสกับอากาศที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบทำให้แบคทีเรียออกซิไดซ์ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ให้เปลี่ยนเป็นกรดซัลฟูริก น้ำจึงมีสภาพเป็นกรด ดังสมการที่ (5)



(2) ความเป็นกรดของน้ำที่เกิดจากคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide acidity) โดยคาร์บอนไดออกไซด์มีที่มาจาก

(2.1) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำตามธรรมชาติโดยทั่วไป

(2.2) ออกซิเจนในทางชีวของสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียทั้ง aerobic bacteria และ anaerobic bacteria ที่เกิดขึ้นในน้ำจะให้ผลผลิตเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาด้วย โดยเฉพาะน้ำโสโครก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสาเหตุทำให้เกิดความเป็นกรดในน้ำ เพราะเมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำแล้วกลายเป็นกรดคาร์บอนิก ดังสมการที่ (6)



2) น้ำที่ผ่านการบำบัดจากบ่อบำบัดทั้ง 5 บ่อ ได้แก่ บ่อตกตะกอน บ่อฝิ่งที่ 1 บ่อฝิ่งที่ 2 บ่อฝิ่งที่ 3 และบ่อปรับสภาพ มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าน้ำที่ไหลเข้าบ่อตกตะกอน เนื่องจากแต่ละบ่อเป็นบ่อบำบัดแบบบ่อกึ่งไร้อากาศ (facultative pond) (มีความลึกของบ่อประมาณ 1.0-2.5 เมตร) และยังพบแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายเจริญเติบโตอยู่ในบ่อ ซึ่งสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้จะนำคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำไปใช้ในการสังเคราะห์แสง ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลดลง ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำเพิ่มขึ้นตามลำดับ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับความความเป็นกรด-ด่าง โดยกำหนดให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นตัวแปรตาม (Y) และค่าการนำไฟฟ้า เป็นตัวแปรอิสระ (X) จะได้สมการเชิงเส้นตรง $\text{pH} = 7.064 + 0.001 (\text{EC})$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.698 จากสมการจะเห็นว่า ค่าการนำไฟฟ้าเป็นปัจจัยทางอ้อมที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความความเป็นกรด-ด่างของน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่งตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย ตั้งแต่จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อตกตะกอนจนน้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพแล้วไหลลงป่าชายเลนกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก (ตารางผนวกที่ ก1) จึงพบว่า น้ำเสียที่ถูกเก็บกักไว้ในบ่อเป็นเวลา 17 วัน (ผ่านการบำบัดจากบ่อตกตะกอนและบ่อฝิ่งที่ 1) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด คือ ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 5-9

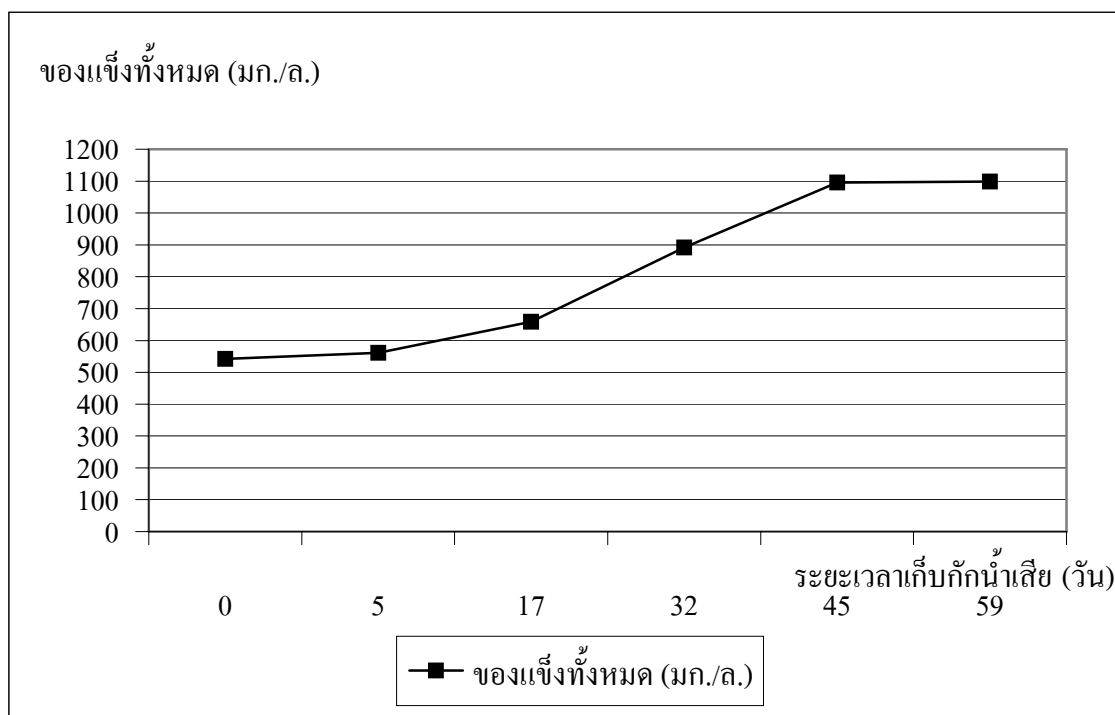
3.1.2 ปริมาณของแข็ง ที่ทำการศึกษา ได้แก่

ก. ปริมาณของแข็งทั้งหมด คือ สิ่งที่เหลืออยู่ภายหลังการระเหยน้ำออกจนหมดและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส โดยสิ่งที่เหลืออยู่ คือ ตะกอนของสารที่มีอยู่ในน้ำตัวอย่าง ซึ่งมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยของแข็งทั้งหมดสามารถแบ่งได้ 2 ชนิดตามลักษณะการละลาย คือ ของแข็งที่ละลายในน้ำและของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ โดยค่าของแข็งทั้งหมดจะสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของน้ำเสีย ซึ่งจะมีผลต่อการตกตะกอนได้ เนื่องจากน้ำที่มีค่าของแข็งทั้งหมดสูง เมื่อเกิดการ mineralized จะได้เกลือแร่ต่าง ๆ มาก ซึ่งทำให้ความหนาแน่นของน้ำสูงและตกตะกอนได้ยากขึ้น (กรรณิการ์, 2544)

ผลจากการศึกษาปริมาณของแข็งทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 15 และภาพที่ 8

ตารางที่ 15 ปริมาณของแข็งทั้งหมดในบ่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

บ่อบำบัด	จุดเก็บตัวอย่าง	เวลา	เก็บตัวอย่าง			(หน่วย: มก./ล.)	
			รอบที่			ค่าเฉลี่ย	CV (%)
			รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3		
บ่อรวบรวมน้ำเสีย	น้ำที่ไหลเข้า	09.00 น.	572	499	516	529	7.22
	น้ำที่ไหลออก	09.30 น.	529	550	560	546	2.90
บ่อตกตะกอน (ระยะเวลาเก็บกัก 5 วัน)	น้ำที่ไหลเข้า	15.00 น.	549	539	538	542	1.12
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	567	543	573	561	2.83
บ่อฝังที่ 1 (ระยะเวลาเก็บกัก 12 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	737	652	616	659	9.43
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	885	978	813	892	9.27
บ่อฝังที่ 2 (ระยะเวลาเก็บกัก 15 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	1,080	1,089	1,120	1,096	1.91
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	1,092	1,095	1,110	1,099	0.88
บ่อปรับสภาพ (ระยะเวลาเก็บกัก 14 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.					
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.					



ภาพที่ 8 ปริมาณของแข็งทั้งหมดในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

จากตารางที่ 15 และภาพที่ 8 สามารถสรุปได้ดังนี้

1) บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด ณ จุดที่น้ำไหลเข้า มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 529 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน สูงถึงร้อยละ 7.22 ส่วนจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเฉลี่ย 546 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 2.90 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของเสกสรรค์ (2543) ที่พบว่า ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วง 450-1,180 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง พบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อดกตะกอน มีค่าเพียง 542 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำมาก คือ เพียงร้อยละ 1.12 เท่านั้น น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ภายในบ่อดกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 1 ซึ่งมีค่าของแข็งทั้งหมดเฉลี่ย 561 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 2.83 เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่าน

การบำบัดจากบ่อฝังที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 2) น้ำมีค่าของแข็งทั้งหมดเฉลี่ย 659 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูงถึงร้อยละ 9.43 และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 3) มีค่าเฉลี่ย 892 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 9.27 และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าเฉลี่ย 1,096 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 1.91 และเมื่อเวลาผ่านไป 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่ป่าชายเลน) มีค่าเฉลี่ย 1,099 มิลลิกรัมต่อลิตร และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 0.88

เมื่อพิจารณาค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกัก พบว่า มีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะบ่อปรับสภาพ เนื่องจากอยู่ใกล้ทะเลจึงได้รับอิทธิพลจากความเค็มของการซึมของน้ำทะเล ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) อยู่มาก ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพราะแตกตัวให้ทั้งไอออนบวกและไอออนลบ นอกจากนี้อิทธิพลความเค็มของดินบริเวณพื้นที่บ่อบำบัด ซึ่งเดิมเป็นพื้นที่ดินเลนและความเค็ม ประกอบกับบริเวณดังกล่าวแต่เดิมชาวบ้านใช้ทำนาเกลือและนาุ้ง ก็ส่งผลให้มีความเค็มสะสมอยู่มาก จากการสำรวจการสะสมตะกอนในบ่อบำบัดน้ำเสีย พบว่า ตะกอนที่ก้นบ่อบำบัดมีการสะสมของปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในบ่อตกตะกอน บ่อฝังที่ 1 บ่อฝังที่ 2 บ่อฝังที่ 3 และบ่อปรับสภาพ เท่ากับ 22.61, 19.73, 24.35, 26.09 และ 34.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าดินตะกอนของทุกบ่อเป็นดินโซดิกมีความเค็มจัด (ดินที่มีปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นดินโซดิกจากความเค็ม) ดังนั้นจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับของแข็งทั้งหมด โดยกำหนดให้ปริมาณของแข็งทั้งหมด เป็นตัวแปรตาม (Y) และค่าการนำไฟฟ้าเป็นตัวแปรอิสระ (X) จะได้สมการเชิงเส้นตรง $TS = 170.9 + 0.48 (EC)$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.937* จากสมการจะเห็นว่า ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับของแข็งทั้งหมดแบบตามกันและมีความสัมพันธ์กันเกือบสมบูรณ์ (r เข้าใกล้ 1) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เมื่อค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ข. ปริมาณของแข็งแขวนลอย เป็นดัชนีที่บ่งบอกความสกปรกของน้ำ ซึ่งสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำ มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยร้อยละ 70 เป็นสารอินทรีย์และร้อยละ 30 เป็นสารอนินทรีย์และยังบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของหน่วยกำจัดน้ำเสียต่าง ๆ (สุกัญญา, 2548)

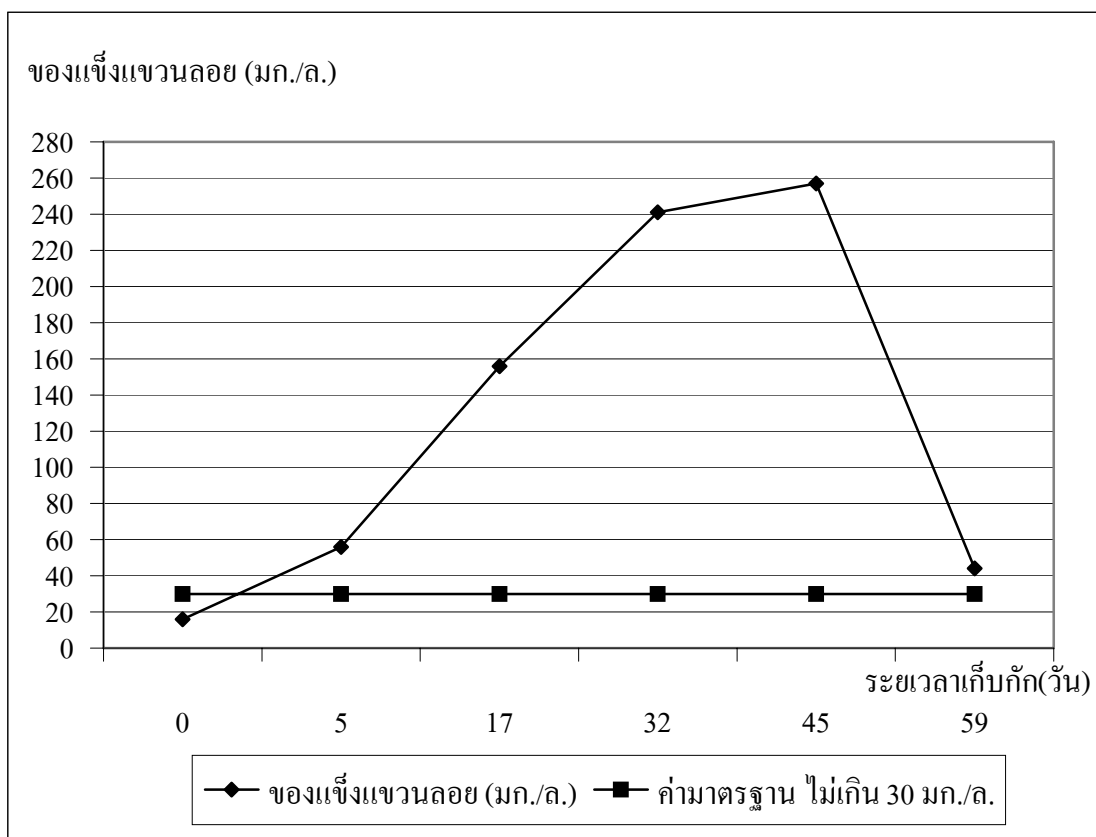
นอกจากนี้ยังทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำและแพลงก์ตอนลดลง ซึ่งเป็นการลดปริมาณออกซิเจนในน้ำลงอีกทางหนึ่ง (กรรณิการั, 2544)

ผลจากการศึกษาปริมาณของแฉ่งแขวนลอย แสดงดังตารางที่ 16 และภาพที่ 9

ตารางที่ 16 ปริมาณของแฉ่งแขวนลอยในบ่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั่งตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

(หน่วย: มก./ล.)

บ่อบำบัด	จุดเก็บ ตัวอย่าง	เวลา	เก็บตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย	CV (%)
			รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3		
บ่อรวบรวมน้ำเสีย	น้ำที่ไหลเข้า	09.00 น.	4	4	17	8	93.82
	น้ำที่ไหลออก	09.30 น.	3	18	30	17	79.57
บ่อดกตะกอน (ระยะเวลาเก็บกัก 5 วัน)	น้ำที่ไหลเข้า	15.00 น.	16	15	18	16	9.55
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	66	40	62	56	25.00
บ่อฝั่งที่ 1 (ระยะเวลาเก็บกัก 12 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	201	140	128	156	25.09
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	228	333	162	241	35.78
บ่อฝั่งที่ 2 (ระยะเวลาเก็บกัก 15 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	251	242	277	257	7.07
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	42	39	50	44	12.90
บ่อปรับสภาพ (ระยะเวลาเก็บกัก 14 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.					
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.					



ภาพที่ 9 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

จากตารางที่ 16 และภาพที่ 9 สามารถสรุปได้ดังนี้

1) บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งแขวนลอย ณ จุดที่น้ำไหลเข้า มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูงถึง ร้อยละ 93.82 ส่วนจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเฉลี่ย 17 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ร้อยละ 79.57

2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง พบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งแขวนลอย ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อดกตะกอน มีค่าเพียง 16 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 9.55 น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ภายในบ่อดกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 1 ซึ่งมีค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 56 มิลลิกรัม

ต่อลิตร และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 25.00 เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 2) น้ำมีค่าของแข็งทั้งหมดเฉลี่ย 156 มิลลิกรัมต่อลิตร และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 25.09 และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 3) มีค่าเฉลี่ย 241 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 35.78 และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าเฉลี่ย 257 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำสุด คือ มีเพียงร้อยละ 7.07 เท่านั้น และเมื่อเวลาผ่านไป 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อชายเลน) มีค่าเฉลี่ย 44 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 12.92

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของปริมาณของแข็งแขวนลอยตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย พบว่า ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อดกตะกอน มีค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของแข็งแขวนลอยในบ่อรวบรวมน้ำเสียเกิดจากกิจกรรมของชุมชนในเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรี ได้แก่ ของแข็งที่ไม่ละลายในน้ำและสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ ตะกอนมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา เช่น ดินละเอียด อินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ พวกนี้ทำให้เกิดการกระจายกระจายของแสง แทนที่จะปล่อยให้แสงผ่านไปเป็นเส้นตรง (มันสิน, 2538) ในขณะที่น้ำเสียจากเทศบาลเมืองเพชรบุรีถูกรวบรวมและเก็บกักไว้ในบ่อรวบรวมน้ำเสีย ตะกอนในรูปต่าง ๆ จะตกลงสู่ก้นบ่อ จึงช่วยลดปริมาณของแข็งแขวนลอย ประกอบกับน้ำเสียถูกสูบลำผ่านท่อส่งน้ำเป็นระยะทาง 18.5 กิโลเมตรเพื่อเข้าสู่บ่อดกตะกอน ซึ่งในขณะที่น้ำเสียผ่านท่อส่งน้ำปริมาณสารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งและปะปนกับน้ำเสียได้ถูกย่อยสลายโดยขบวนการแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำที่ถูกปล่อยออกจากท่อส่งน้ำเสียเพื่อเข้าสู่บ่อดกตะกอนลดลง ส่งผลให้ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำลดลงด้วย และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของปริมาณของแข็งแขวนลอยในระบบบำบัดแบบบ่อฝั่งตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย พบว่า น้ำเสียที่ถูกเก็บกักไว้ในบ่อเป็นเวลา 45 วัน (ผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 3) มีค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก (ตารางผนวกที่ ก1) ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยในแต่ละบ่อ มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด เป็นผลมาจากอิทธิพลของแพลงก์ตอนพืชที่มีการสังเคราะห์แสงและเพิ่มจำนวนในกระบวนการบำบัดและบางส่วนตายลง ซึ่งสามารถพบเห็นได้ด้วยตาเปล่า ทำให้ปริมาณของแข็งแขวนลอยเพิ่มขึ้น แต่เมื่อน้ำเสียถูกเก็บกักไว้ในระบบบำบัดน้ำเสียยาวนานเกิน

45 วัน กลับพบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอย มีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด จนกระทั่งผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพ (รวมระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่ง 59 วัน) มีค่าเท่ากับ 44 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้เนื่องจากบ่อปรับสภาพตั้งอยู่ใกล้ทะเล จึงได้รับอิทธิพลจากความเค็มของน้ำทะเล ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) อยู่มาก ประกอบกับค่าความเป็นกรด-ด่างที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) แยกตัว อนุมูลของโซเดียม ซึ่งมีประจุบวกจะจับกับอนุภาคดินเหนียว ซึ่งมีประจุลบ ทำให้เกิดอนุภาคขนาดใหญ่เกาะกลุ่มกัน เรียกว่า flocculation ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ (ความหนาแน่นของน้ำ เท่ากับ 1.0 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) จึงจมลงสู่ก้นบ่ออย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยลดลง ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจึงเหมือนกับการตกตะกอนบริเวณปากแม่น้ำ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับของแข็งแขวนลอย โดยกำหนดให้ปริมาณของแข็งแขวนลอย เป็นตัวแปรตาม (Y) และค่าการนำไฟฟ้าเป็นตัวแปรอิสระ (X) จะได้สมการเชิงเส้นตรง $SS = 164.4 - 0.48 (EC)$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.046 จากสมการจะเห็นว่า ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับของแข็งละลายแบบผกผันและเกือบจะไม่มี ความสัมพันธ์กันเลย (r เข้าใกล้ 0) กล่าวคือ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แสดงว่า มีสารที่แตกตัวและละลายได้ในน้ำเพิ่มขึ้น ในขณะที่ของแข็งแขวนลอย คือ สารแขวนลอยที่ไม่ละลายในน้ำและมีขนาดเล็กพอที่จะแขวนลอยอยู่ในน้ำได้

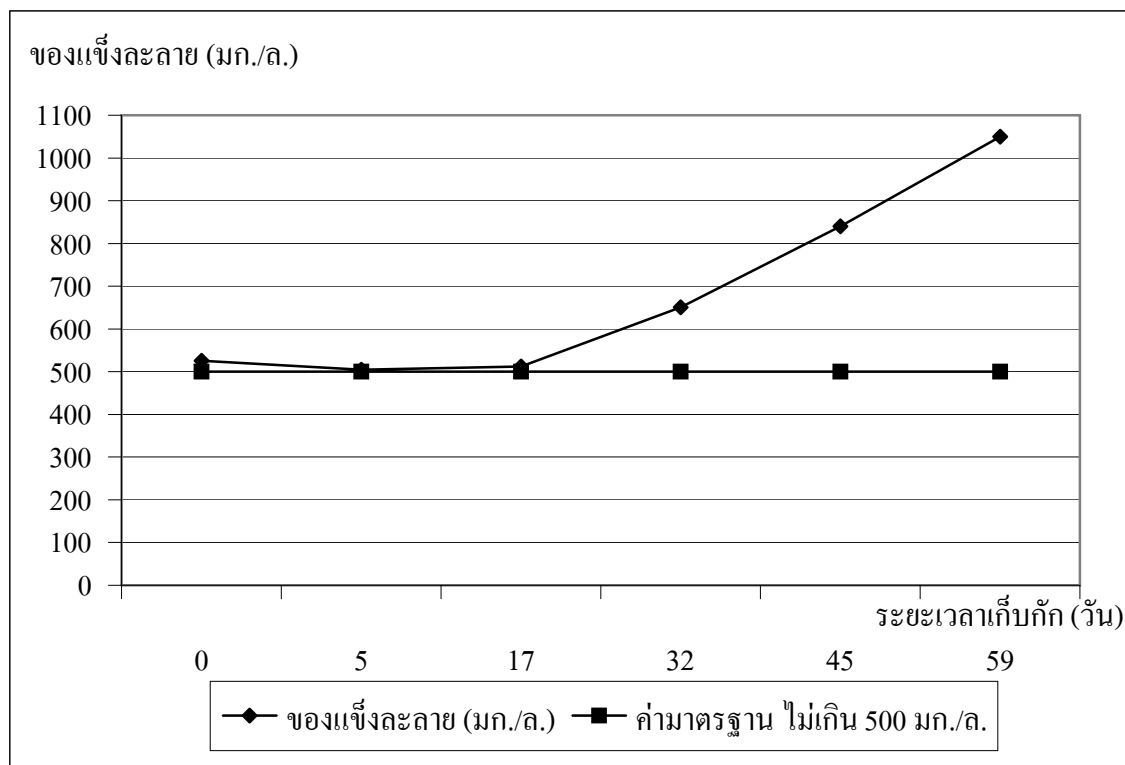
ก. ของแข็งละลาย คือ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ โดยประมาณร้อยละ 90 จะละลายจริง อีกร้อยละ 10 จะเป็นคอลลอยด์ โดยของแข็งละลายนี้อาจเป็นทั้งเกลืออนินทรีย์ เช่น $NaCl$ Na_2CO_3 และสารอินทรีย์บางอย่าง เช่น น้ำตาล ซึ่งความเข้มข้นของสารอนินทรีย์ซึ่งละลายอยู่ในน้ำจะสัมพันธ์โดยตรงกับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ โดยค่าการนำไฟฟ้าสูง แสดงว่า ปริมาณสารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำสูงและหากค่าการนำไฟฟ้าของน้ำลดลง แสดงว่า ปริมาณสารอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำลดลง (กรรณิการ์, 2544)

ผลจากการศึกษาปริมาณของแข็งละลายแสดงดังตารางที่ 17 และภาพที่ 10

ตารางที่ 17 ปริมาณของแข็งละลายในบ่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง
ตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

(หน่วย: มก./ล.)

บ่อบำบัด	จุดเก็บ ตัวอย่าง	เวลา	เก็บตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย	CV (%)
			รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3		
บ่อรวบรวมน้ำเสีย	น้ำที่ไหลเข้า	09.00 น.	568	495	499	521	7.88
	น้ำที่ไหลออก	09.30 น.	526	532	530	529	0.58
บ่อดักตะกอน (ระยะเวลาเก็บกัก 5 วัน)	น้ำที่ไหลเข้า	15.00 น.	533	524	520	526	1.27
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	501	503	511	505	1.05
บ่อฝังที่ 1 (ระยะเวลาเก็บกัก 12 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	536	512	488	512	4.69
บ่อฝังที่ 2 (ระยะเวลาเก็บกัก 15 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	657	645	651	651	0.92
บ่อฝังที่ 3 (ระยะเวลาเก็บกัก 13 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	829	847	843	840	1.13
บ่อปรับสภาพ (ระยะเวลาเก็บกัก 14 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	1,050	1,040	1,060	1,050	0.95



ภาพที่ 10 ปริมาณของแข็งละลายในระบบบำบัดน้ำเสีย แบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

จากตารางที่ 17 และภาพที่ 10 สามารถสรุปได้ดังนี้

1) บ่อรวบรวมน้ำเสียพบว่า เมื่อทำการตรวจวัดปริมาณของแข็งละลาย ณ จุดที่น้ำไหลเข้า มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 521 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูงถึงร้อยละ 7.88 ส่วนจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเฉลี่ย 529 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 0.58

2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง พบว่า เมื่อทำการตรวจวัดปริมาณของแข็งละลาย ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อตกตะกอน มีค่าเพียง 526 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 1.27 โดยที่น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ภายในบ่อตกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำคันเข้าบ่อฝังที่ 1 ซึ่งมีค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 505 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 1.05 เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจาก

บ่อฝังที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำดินเข้าบ่อฝังที่ 2) น้ำมีค่าของแข็งละลายเฉลี่ย 512 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 4.69 และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำดินเข้าบ่อฝังที่ 3) มีค่าเฉลี่ย 651 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำสุด คือ มีเพียงร้อยละ 0.92 และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำดินเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าเฉลี่ย 840 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 1.13 และเมื่อเวลา 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำดินเข้าสู่ป่าชายเลน) พบว่า มีค่าเฉลี่ย 1,050 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 0.95

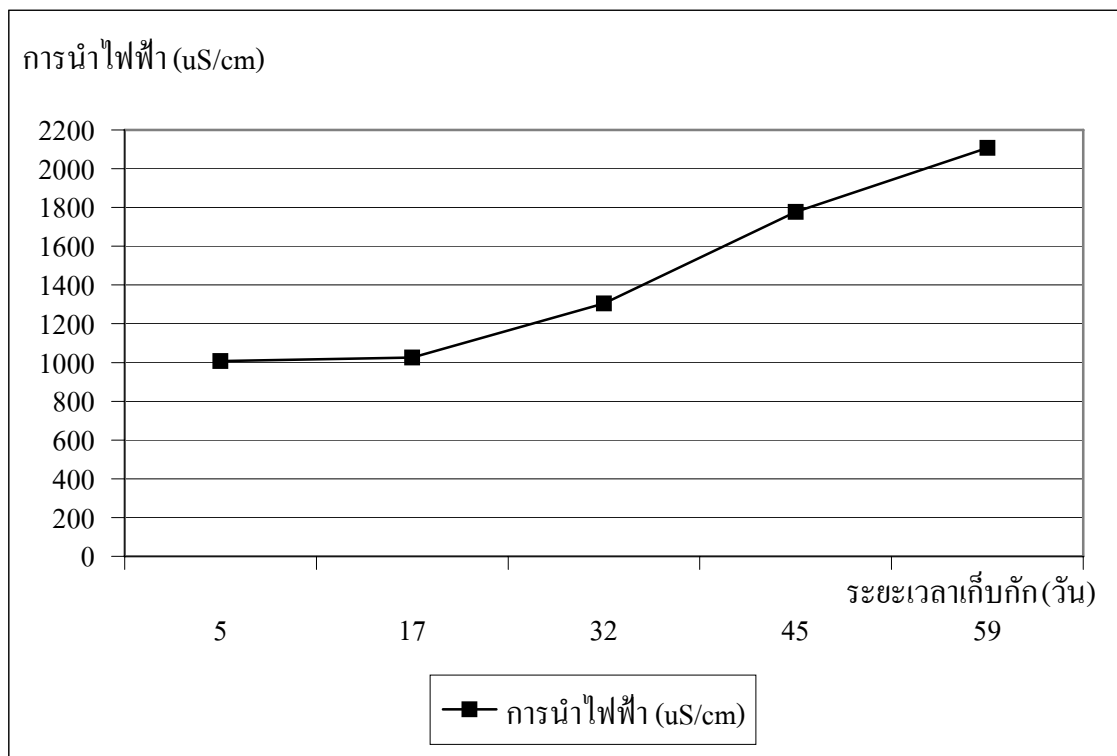
เมื่อพิจารณาค่าปริมาณของแข็งละลายในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกัก พบว่า มีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะบ่อปรับสภาพ เนื่องจากอยู่ใกล้ทะเลจึงได้รับอิทธิพลจากความเค็มของการซึมของน้ำทะเล ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) อยู่มาก ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีเพราะแตกตัวให้ทั้งไอออนบวกและไอออนลบ นอกจากนี้อิทธิพลความเค็มของดินบริเวณพื้นที่บ่อบำบัด ซึ่งเดิมเป็นพื้นที่ดินเลนและมีความเค็ม ประกอบกับบริเวณดังกล่าวแต่เดิมชาวบ้านใช้ทำนาเกลือและนาุ้ง ก็ส่งผลให้มีความเค็มสะสมอยู่มาก จากการสำรวจการสะสมตะกอนในบ่อบำบัดน้ำเสีย พบว่า ตะกอนที่ก้นบ่อบำบัดมีการสะสมของปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในบ่อตกตะกอน บ่อฝังที่ 1 บ่อฝังที่ 2 บ่อฝังที่ 3 และบ่อปรับสภาพ เท่ากับ 22.61, 19.73, 24.35, 26.09 และ 34.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าดินตะกอนของทุกบ่อเป็นดินโซดิกมีความเค็มจัด (ดินที่มีปริมาณโซเดียมแลกเปลี่ยนได้มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นดินโซดิกจากความเค็ม) ดังนั้น จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับของแข็งละลาย โดยกำหนดให้ปริมาณของแข็งละลายเป็นตัวแปรตาม (Y) และค่าการนำไฟฟ้าเป็นตัวแปรอิสระ (X) จะได้สมการเชิงเส้นตรง $TDS = 170.9 + 0.48 (EC)$ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.997** จากสมการจะเห็นว่า ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับของแข็งละลายแบบตามกันและมีความสัมพันธ์กันเกือบสมบูรณ์ (r เข้าใกล้ 1) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั่นคือ เมื่อค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณของแข็งละลายเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก (ตารางผนวกที่ ก1) พบว่า มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.1.3 การนำไฟฟ้า เป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของไอออนในน้ำ และอุณหภูมิ น้ำที่มีไอออนของสารต่าง ๆ อยู่สามารถนำไฟฟ้าได้ ในสนามไฟฟ้ากระแสไอออนบวกจะเคลื่อนไปที่อิเล็กโทรดขั้วลบและไอออนลบจะเคลื่อนไปที่อิเล็กโทรดขั้วบวก โดยที่กรด เบส และเกลืออนินทรีย์ เช่น HCl Na_2CO_3 และ NaCl เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีเพราะแตกตัวให้ไอออนบวกและลบ ในทางตรงกันข้ามโมเลกุลของสารอินทรีย์ เช่น ซูโครสและเบนซีน ไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำกระแสไฟฟ้า ค่าการนำไฟฟ้าไม่ได้เป็นค่าเฉพาะไอออนตัวใดตัวหนึ่ง แต่เป็นค่ารวมของไอออนทั้งหมดในน้ำ ดังนั้นค่านี้จึงไม่ได้บอกให้ทราบถึงชนิดของสารในน้ำ แต่บอกเพียงว่ามีการเพิ่มหรือลดของไอออนที่ละลายในน้ำเท่านั้น กล่าวคือ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แสดงว่า มีสารที่แตกตัวในน้ำเพิ่มขึ้นหรือในทางตรงกันข้าม ถ้าค่าการนำไฟฟ้าลดลง แสดงว่า มีสารที่แตกตัวได้ในน้ำลดลง (กรรณิการ์, 2544)

ผลจากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าแสดงดังตารางที่ 18 และภาพที่ 11

ตารางที่ 18 การนำไฟฟ้าในบ่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

บ่อบำบัด	จุดเก็บตัวอย่าง	เวลา	เก็บตัวอย่าง			(หน่วย: uS/cm)	
			รอบที่			ค่าเฉลี่ย	CV (%)
			1	2	3		
บ่อรวบรวมน้ำเสีย	น้ำที่ไหลเข้า	09.00 น.	1,134	995	997	1,042	7.65
	น้ำที่ไหลออก	09.30 น.	1,061	1,065	1,060	1,062	0.25
บ่อดกตะกอน (ระยะเวลาเก็บกัก 5 วัน)	น้ำที่ไหลเข้า	15.00 น.	1,057	1,044	1,044	1,048	0.72
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	1,003	1,002	1,020	1,008	1.00
บ่อฝังที่ 1 (ระยะเวลาเก็บกัก 12 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	1,074	1,027	978	1,026	4.68
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	1,314	1,290	1,304	1,304	0.92
บ่อฝังที่ 2 (ระยะเวลาเก็บกัก 15 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	1,659	1,694	1,682	1,778	1.00
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	2,100	2,100	2,120	2,107	0.55
บ่อปรับสภาพ (ระยะเวลาเก็บกัก 14 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.					
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.					



ภาพที่ 11 การนำไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

จากตารางที่ 18 และภาพที่ 11 สามารถสรุปได้ดังนี้

ก. บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า เมื่อตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า ณ จุดที่น้ำไหลเข้า มีค่าเฉลี่ย 1,042 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรและมีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนสูงถึงร้อยละ 7.65 ส่วนจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเฉลี่ย 1,062 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำมาก คือ เพียงร้อยละ 0.25 เท่านั้น

ข. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง พบว่า เมื่อตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า ณ จุดที่น้ำไหลเข้า บ่อตกตะกอน มีค่าเฉลี่ย 1,048 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรและมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำมาก คือ เพียงร้อยละ 0.72 เท่านั้น น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ภายในบ่อตกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำส้นเข้าบ่อฝังที่ 1 ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 1,008 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 1.00 เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 1

ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 2) น้ำมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 1,026 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 4.68 และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 3) มีค่าเฉลี่ย 1,304 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 0.92 และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าเฉลี่ย 1,778 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 1.00 และเมื่อเวลา 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพ ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่ป่าชายเลน) พบว่า มีค่าเฉลี่ย 2,107 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 0.55

เมื่อพิจารณาค่าการนำไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั่งตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะบ่อปรับสภาพ เนื่องจากอยู่ใกล้ทะเล จึงได้รับอิทธิพลจากความเค็มของการซึมของน้ำทะเล ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) อยู่มาก ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพราะแตกตัวให้ทั้งไอออนบวกและไอออนลบ และอิทธิพลจากความเค็มของดินบริเวณพื้นที่บ่อบำบัด ซึ่งเดิมเป็นพื้นที่ดินเลนและมีความเค็มจัด ประกอบกับบริเวณดังกล่าวแต่เดิมชาวบ้านใช้ทำนาเกลือและนาุ้ง จึงส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียในแต่ละบ่อมีค่าสูง

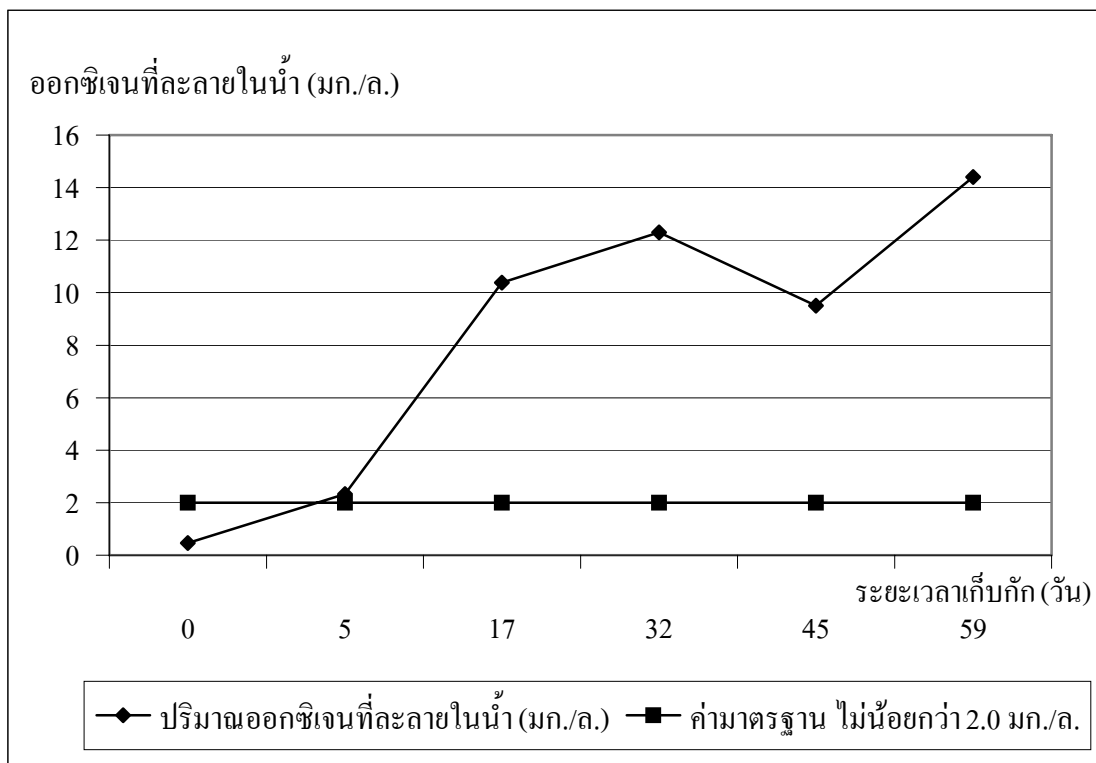
3.1.4 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งออกซิเจนเป็นแก๊สที่ละลายน้ำได้น้อยและไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำ การละลายของออกซิเจนขึ้นอยู่กับความดัน อุณหภูมิ และปริมาณของแข็งละลาย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตามธรรมชาติและน้ำเสีย ขึ้นอยู่กับลักษณะทางเคมี กายภาพ และกระบวนการทางชีวเคมีในสิ่งมีชีวิต ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ บอกให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต (มันสิน, 2538) และถือเป็นกุญแจสำคัญในการควบคุมความสกปรกของน้ำและควบคุมกระบวนการบำบัดน้ำเสีย (กรรณิการ์, 2544)

ผลจากการศึกษาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แสดงดังตารางที่ 19 และภาพที่ 12

ตารางที่ 19 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย
แบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

(หน่วย: มก./ล.)

บ่อบำบัด	จุดเก็บ ตัวอย่าง	เวลา	เก็บตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย	CV (%)
			รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3		
บ่อรวบรวมน้ำเสีย	น้ำที่ไหลเข้า	09.00 น.	0.25	0.64	0.19	0.36	67.87
	น้ำที่ไหลออก	09.30 น.	0.63	1.44	1.33	1.13	38.88
บ่อดักตะกอน (ระยะเวลาเก็บกัก 5 วัน)	น้ำที่ไหลเข้า	15.00 น.	0.27	0.61	0.51	0.46	37.99
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	3.47	1.90	1.62	2.33	42.80
บ่อฝังที่ 1 (ระยะเวลาเก็บกัก 12 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	6.62	10.70	13.81	10.38	34.74
บ่อฝังที่ 2 (ระยะเวลาเก็บกัก 15 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	12.66	10.11	14.14	12.30	14.60
บ่อฝังที่ 3 (ระยะเวลาเก็บกัก 13 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	14.56	7.18	6.76	9.50	46.18
บ่อปรับสภาพ (ระยะเวลาเก็บกัก 14 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	14.03	15.03	14.14	14.40	3.81



ภาพที่ 12 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังตาม
ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

จากตารางที่ 19 และภาพที่ 12 สามารถสรุปได้ดังนี้

ก. บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า เมื่อทำการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ณ จุดที่น้ำไหลเข้า มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.36 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน สูงถึงร้อยละ 67.87 ส่วนจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเฉลี่ย 1.13 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าสัมประสิทธิ์ ความแปรปรวนร้อยละ 38.88 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของสิทธิชัย และคณะ (2542) ที่พบว่า ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.48-2.54 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ณ จุดที่น้ำไหลเข้า พบว่า มีค่าต่ำสุด เนื่องจากน้ำเสียที่เกิดขึ้น เกิดจากกิจกรรมของชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลักและน้ำเสีย ยังไม่ผ่านการบำบัด ทำให้จุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์มากส่งผลให้ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าต่ำ และเมื่อเปรียบเทียบค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำกับ

มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน พบว่า มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 (ตารางผนวกที่ ก2) ที่กำหนดให้ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีค่าไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ข. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง พบว่า เมื่อทำการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อตกตะกอน มีค่าเพียง 0.46 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 37.99 น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ภายในบ่อตกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 1 ซึ่งมีออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย 2.33 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 42.80 เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 2) น้ำมีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย 10.38 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 34.74 และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 3) มีค่าเฉลี่ย 12.3 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 14.66 และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าเฉลี่ย 9.5 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 46.18 และเมื่อเวลา 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่ป่าชายเลน) พบว่า มีค่าเฉลี่ย 14.4 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 3.81

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย พบว่า ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อตกตะกอน มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 (ตารางผนวกที่ ก1) ที่กำหนดให้มีค่าไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากน้ำเสียจากบ่อรวบรวมน้ำเสียถูกสูบส่งผ่านท่อพลาสติก HDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร (ท่อแบบปิด) เป็นระยะทาง 18.5 กิโลเมตร จึงเกิดการเน่าเสียของน้ำภายในท่อ ดังนั้นจึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนน้ำที่ผ่านการบำบัดจากบ่อตกตะกอน บ่อฝังที่ 1 บ่อฝังที่ 2 บ่อฝังที่ 3 และบ่อปรับสภาพ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากแต่ละบ่อมีพื้นที่ผิวมากและตั้งอยู่ใกล้ทะเล จึงมีลมพัดแรงและแดดจัด ทำให้บ่อบำบัดแต่ละบ่อได้รับอิทธิพลจากลมและแสงแดดได้เต็มที่ จึงมีส่วนทำให้น้ำในบ่อมีโอกาสได้รับการเติมออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นจากการพัดผ่านของลม และเมื่อพิจารณาค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในบ่อปรับสภาพ พบว่า มีค่าเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้น และยังอาจเกิดอนุผลของโซเดียม ซึ่งมีประจุบวกไปจับกับอนุภาคดินเหนียว ซึ่งมีประจุลบ ทำให้เกิดอนุภาคน้ำขนาดใหญ่เกาะกลุ่มกันจมลงสู่ก้นบ่ออย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำในบ่อปรับสภาพ

มีลักษณะใสมากกว่าทุกบ่อ ประกอบกับบ่อปรับสภาพมีความลึกของบ่อ เพียง 1.37 เมตร ทำให้แสงแดดส่องลงไปทั่วถึงบ่อ จึงส่งผลให้สาหร่ายมีการสังเคราะห์แสงมากขึ้น

3.1.5 บีโอดีและซีโอดี

ก. บีโอดี คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ (decomposable) (กรรณิการ์, 2544) ซึ่งใช้เป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นว่าน้ำนั้นมีความเน่าเสียมากน้อยเพียงใด ถ้าแหล่งน้ำนั้นมีค่าบีโอดีสูงมาก แสดงว่า ในน้ำมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่ายอยู่มากและถูกแบคทีเรียทำการย่อยสลาย ซึ่งจะใช้ออกซิเจนเป็นจำนวนมากทำให้เกิดการขาดออกซิเจนได้ (ลัดดาวัลย์, 2541)

ข. ซีโอดี คือ ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ในทางเคมีให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ค่าซีโอดีบอกลถึงกำลังความสกปรกของน้ำเสียในการประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำเสีย เป็นข้อมูลในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ตลอดจนใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำและประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย (กรรณิการ์, 2544)

ผลจากการศึกษาค่าบีโอดีและซีโอดี แสดงดังตารางที่ 20 ตารางที่ 21 ภาพที่ 13 และภาพที่ 14

ตารางที่ 20 ค่าบีโอดีในบ่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

(หน่วย: มก./ล.)

บ่อบำบัด	จุดเก็บตัวอย่าง	เวลา	เก็บตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย	CV (%)
			รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3		
บ่อรวบรวมน้ำเสีย	น้ำที่ไหลเข้า	09.00 น.	110	80	60	83	30.32
	น้ำที่ไหลออก	09.30 น.	100	60	65	75	29.06
บ่อดกตะกอน (ระยะเวลาเก็บกัก 5 วัน)	น้ำที่ไหลเข้า	15.00 น.	90	40	60	63	39.95
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	33	27	30	30	10.00

ตารางที่ 20 (ต่อ)

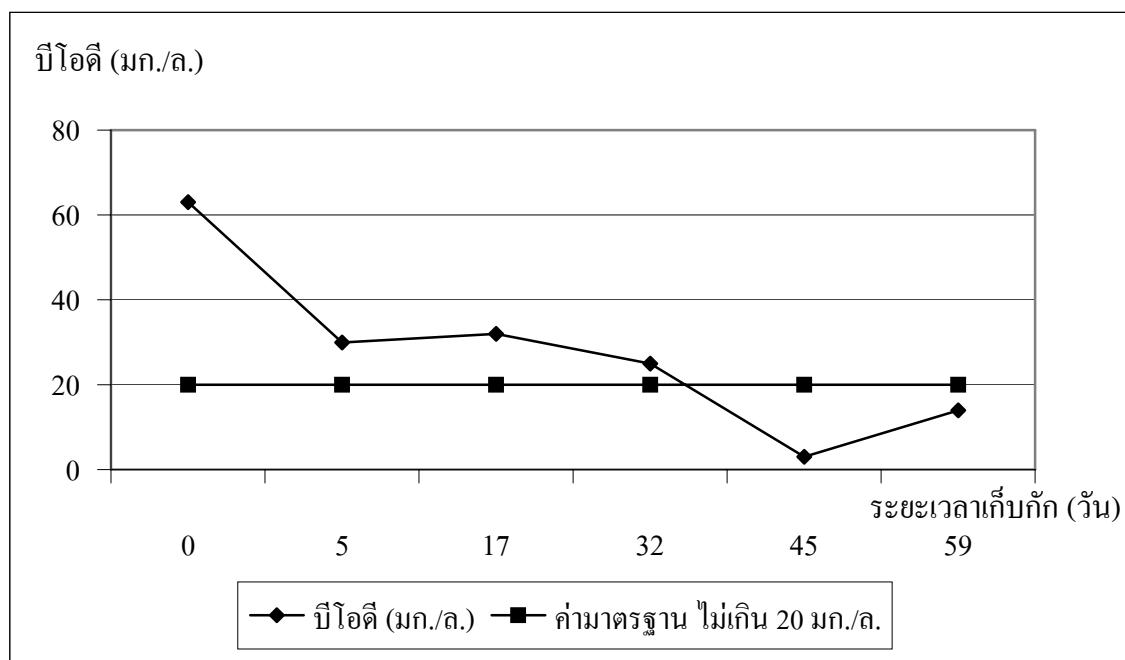
(หน่วย: มก./ล.)

บ่อบำบัด	จุดเก็บ ตัวอย่าง	เวลา	เก็บตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย	CV (%)
			รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3		
บ่อฝิ่งที่ 1 (ระยะเวลาเก็บกัก 12 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	31	47	18	32	45.39
บ่อฝิ่งที่ 2 (ระยะเวลาเก็บกัก 15 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	19	37	19	25	41.57
บ่อฝิ่งที่ 3 (ระยะเวลาเก็บกัก 13 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	4	2	2	3	38.49
บ่อปรับสภาพ (ระยะเวลาเก็บกัก 14 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	13	13	17	14	16.50

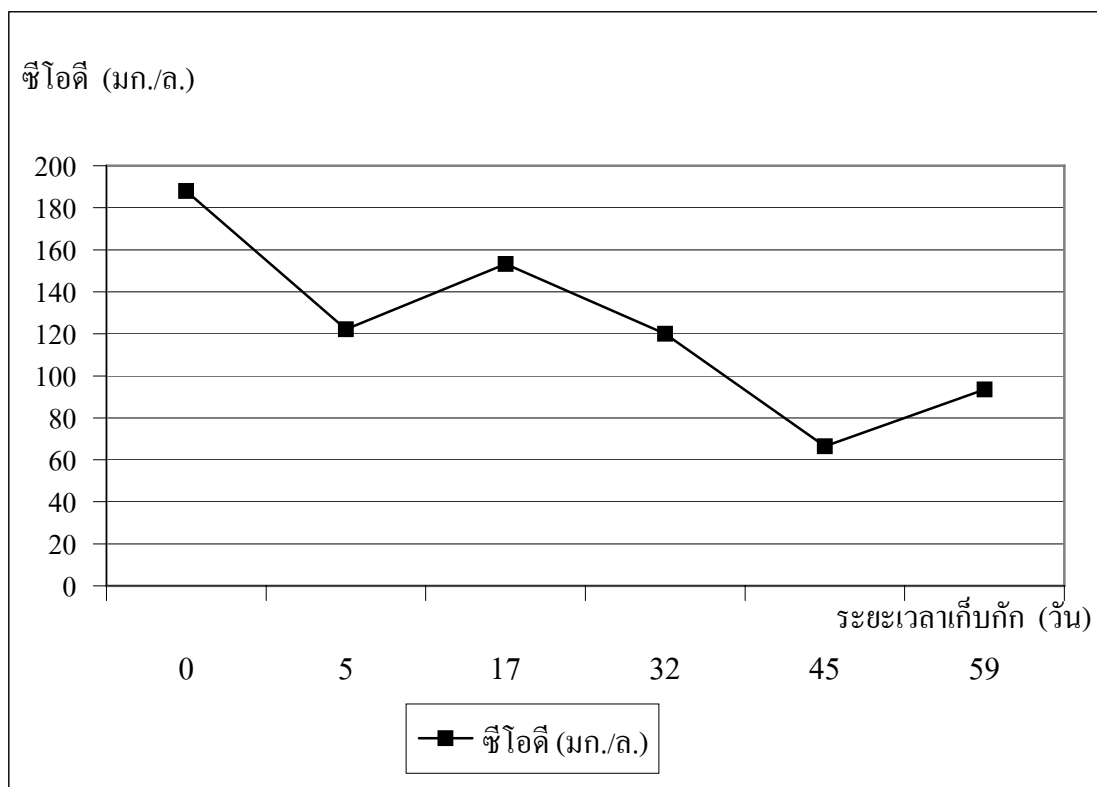
ตารางที่ 21 ค่าซีโอดีในบ่อรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่งตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

(หน่วย: มก./ล.)

บ่อบำบัด	จุดเก็บ ตัวอย่าง	เวลา	เก็บตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย	CV (%)
			รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3		
บ่อรวบรวมน้ำเสีย	น้ำที่ไหลเข้า	09.00 น.	225.6	225.6	150.4	200.5	21.65
	น้ำที่ไหลออก	09.30 น.	188.0	150.4	112.8	150.4	25.00
บ่อดกตะกอน (ระยะเวลาเก็บกัก 5 วัน)	น้ำที่ไหลเข้า	15.00 น.	225.6	188.0	150.4	188.0	20.00
	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	107.5	107.5	151.2	122.1	20.66
บ่อฝิ่งที่ 1 (ระยะเวลาเก็บกัก 12 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	158.0	178.0	123.8	153.3	17.88
บ่อฝิ่งที่ 2 (ระยะเวลาเก็บกัก 15 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	100.8	129.6	129.6	120.0	13.86
บ่อฝิ่งที่ 3 (ระยะเวลาเก็บกัก 13 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	86.6	50.2	62.3	66.4	27.92
บ่อปรับสภาพ (ระยะเวลาเก็บกัก 14 วัน)	น้ำที่ไหลออก	15.00 น.	90.3	90.5	100.0	93.6	5.92



ภาพที่ 13 ค่าของบีโอดีในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั่งตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย



ภาพที่ 14 ค่าชีโอดีในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

จากตารางที่ 20 ตารางที่ 21 ภาพที่ 13 และภาพที่ 14 สามารถสรุปได้ดังนี้

1) บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่า บีโอดีและชีโอดี ณ จุดที่น้ำไหลเข้า บีโอดี มีค่าเฉลี่ย 83 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 30.32 และชีโอดี มีค่าเฉลี่ย 200.5 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 21.65 สัดส่วนชีโอดี : บีโอดี เท่ากับ 2 : 1 ส่วนจุดที่น้ำไหลออก มีค่าบีโอดีเฉลี่ย 75 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 29.06 และชีโอดี มีค่าเฉลี่ย 150.4 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 25.00 สัดส่วนชีโอดี : บีโอดี เท่ากับ 2 : 1 และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของบีโอดีกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก (ตารางผนวกที่ ก1) พบว่า มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ คือ ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง พบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่าบีโอดีและซีโอดี ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อตกตะกอน บีโอดี มีค่าเฉลี่ย 63 มิลลิกรัมต่อลิตรสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 39.95 และซีโอดี มีค่าเฉลี่ย 188.0 มิลลิกรัมต่อลิตรสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 20.00 น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ในบ่อตกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 1 ซึ่งมีค่าบีโอดีเฉลี่ย 30 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 10.00 และซีโอดี มีค่าเฉลี่ย 122.1 มิลลิกรัมต่อลิตรสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 20.66 เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 2) น้ำมีค่าบีโอดีเฉลี่ย 32 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 45.39 และซีโอดี มีค่าเฉลี่ย 153.3 มิลลิกรัมต่อลิตรสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 17.88 และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 3) มีค่าบีโอดีเฉลี่ย 25 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 41.57 และซีโอดี มีค่าเฉลี่ย 120.0 มิลลิกรัมต่อลิตรสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 13.86 และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าบีโอดีเฉลี่ย 3 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 38.49 และซีโอดี มีค่าเฉลี่ย 66.4 มิลลิกรัมต่อลิตรสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 27.92 และเมื่อเวลา 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่ป่าชายเลน) พบว่า มีค่าบีโอดีเฉลี่ย 14 มิลลิกรัมต่อลิตรและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 16.50 และซีโอดี มีค่าเฉลี่ย 93.6 มิลลิกรัมต่อลิตรสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ 5.92

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของบีโอดี ณ จุดที่น้ำไหลเข้าและออกจากบ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า มีค่าสูงที่สุด เพราะน้ำเสียเกิดขึ้นเกิดจากกิจกรรมของชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี จะมีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลักและน้ำเสีย ณ จุดดังกล่าวยังไม่ผ่านการบำบัด ทำให้จุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์มากส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าต่ำด้วย เมื่อน้ำเสียจากบ่อรวบรวมน้ำเสียถูกสูบผ่านท่อ HDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 18.5 กิโลเมตรเข้าสู่บ่อตกตะกอน ภายในท่อส่งน้ำสารอินทรีย์ส่วนหนึ่งได้ถูกย่อยสลายโดยกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ลดลง และน้ำที่ผ่านการบำบัดจากบ่อตกตะกอน บ่อฝังที่ 1 บ่อฝังที่ 2 บ่อฝังที่ 3 และบ่อปรับสภาพ มีค่าต่ำกว่า จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อตกตะกอน เนื่องจากแต่ละบ่อเป็นบ่อกึ่งไร้อากาศและเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายของสารอินทรีย์ขึ้น ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก เป็นส่วนที่อยู่ชั้นบนของผิวน้ำที่แสงแดดสามารถส่องถึง เรียกว่า aerobic zone จะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายแบบ

ใช้ออกซิเจน ขั้นตอนที่สอง เป็นส่วนที่อยู่ชั้นล่างจนถึงก้นบ่อที่แสงแดดไม่สามารถส่องถึง เรียกว่า anaerobic zone จะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน และขั้นตอนที่สาม จะมีความลึกอยู่ตรงกลางระหว่าง aerobic zone และ anaerobic zone ในขั้นนี้เรียกว่า facultative zone จะมีออกซิเจนอิสระบ้างเล็กน้อย บางส่วนอาจไม่มี ดังนั้นจึงต้องอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ประเภท facultative bacteria เป็นตัวย่อยสลายสารอินทรีย์ เพราะจุลินทรีย์ประเภทนี้สามารถทำงานได้ทั้งในสภาพมีออกซิเจนและสภาพไม่มีออกซิเจนทำให้ค่าบีโอดีลดลง และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของบีโอดีตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย พบว่า น้ำเสียที่ถูกเก็บกักไว้ในระบบบำบัดน้ำเสียเป็นเวลา 45 วัน (ผ่านการบำบัดจากบ่อผิวดินที่ 3) สามารถปล่อยน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดออกสู่ป่าชายเลนได้ แต่เมื่อน้ำเสียถูกเก็บกักไว้ในระบบบำบัดน้ำเสียยาวนานเกิน 45 วัน กลับพบว่า บีโอดี มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จนกระทั่งผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพ (รวมระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผิวดิน 59 วัน) มีค่าเท่ากับ 14 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเนื่องมาจากเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่อยู่ในน้ำเสียภายในบ่อปรับสภาพ เมื่อแตกตัวแล้วอนุมูลของโซเดียม ซึ่งมีประจุบวกจะจับกับอนุภาคดินเหนียว(มีประจุลบ) ที่เกิดจากการพังของคันดินขอบบ่อที่ได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดแรงชักนำให้น้ำในบ่อบำบัดไปกัดเซาะคันดิน ทำให้คันดินเกิดการทรุดตัวลง แต่ทั้งนี้ค่าที่ได้จากการศึกษายังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก (ตารางผนวกที่ ก1) ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อพิจารณาค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดของแข็งแขวนลอย และค่าการนำไฟฟ้า (ตารางที่ 15, 17 และ 18 ตามลำดับ) ประกอบจะพบว่า น้ำทิ้งที่ปล่อยออกจากระบบ จะมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำดังกล่าวเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียที่ยาวนานขึ้น ซึ่งส่งผลให้ของเสียถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียแปรสภาพเป็นสารอนินทรีย์และแพลงก์ตอนพืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต เมื่อแพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตมากขึ้นก็จะตายลงและตกตะกอนทับถมที่ก้นบ่อ ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณของเสียในช่วงระหว่างการบำบัดน้ำเสีย จึงทำให้ค่าบีโอดีเพิ่มขึ้น

3.2 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียกับดัชนีคุณภาพน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผิวดิน

ในการการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียกับคุณภาพน้ำ เพื่อสะท้อนอิทธิพลของระยะเวลาเก็บกักว่ามีผลต่อค่าดัชนีคุณภาพน้ำต่าง ๆ เพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยนำข้อมูลในตารางที่ 14 ถึง 21 มาใช้ โดยกำหนดให้ดัชนีคุณภาพน้ำที่จะศึกษาเป็นตัวแปรตาม (Y) และ

ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย เป็นตัวแปรอิสระ (X) มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แล้วนำเสนอค่า intercept ของแกนตั้ง (a) และ slope (b) ของสมการเชิงเส้นตรง $Y = ax + bx$ ที่มีค่าสูงถึงระดับนัยสำคัญไว้ด้วย ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียกับดัชนีคุณภาพน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

ตัวแปรตาม	สมการ	r
ความเป็นกรด-ด่าง	pH = 7.74 + 0.03 (detention time)	0.835
ของแข็งทั้งหมด	TS = 509.56 + 11.13 (detention time)	0.971**
ของแข็งแขวนลอย	SS = 134.10 + 0.53 (detention time)	0.144
ของแข็งละลาย	TDS = 380.81 + 10.47 (detention time)	0.966**
การนำไฟฟ้า	EC = 756.91 + 21.76 (detention time)	0.968**
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	DO = 4.43 + 0.17 (detention time)	0.796
บีโอดี	BOD = 3.99 - 0.45 (detention time)	-0.795
ซีโอดี	COD = 144.94 - 1.07 (detention time)	-0.704

จากตารางที่ 22 จะเห็นได้ชัดว่าระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียมีความสัมพันธ์กับค่าของแข็งทั้งหมดของแข็งละลาย และการนำไฟฟ้าแบบตามกันและมีความสัมพันธ์กันเกือบสมบูรณ์ (r เข้าใกล้ 1) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียยาวนานขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดของแข็งละลาย และการนำไฟฟ้า จะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.971**, 0.966** และ 0.968** ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงที่ทำการศึกษามีปริมาณน้ำเสียที่สูบน้ำเข้าบ่อบำบัดน้ำเสียเพียง 3,540.61 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ออกแบบไว้ คือ ออกแบบให้สามารถรองรับน้ำเสียได้ต่ำสุดและสูงสุดวันละ 4,500 และ 10,000 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ทำให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของแต่ละบ่อยาวนานขึ้น ซึ่งส่งผลให้ของเสียถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียแปรสภาพเป็นสารอนินทรีย์และแพลงก์ตอนพืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโต เมื่อแพลงก์ตอนพืชเติบโตมากขึ้น ก็จะตายลงและตกตะกอนในบ่อบำบัด ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณของเสียในช่วงระหว่างการบำบัด โดยจะเห็นได้จากความสัมพันธ์ของระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียกับค่าบีโอดีและซีโอดีที่มีความสัมพันธ์กันแบบผกผัน จากการศึกษาของเกษม และคณะ (2543) ระบุว่า ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

ที่เหมาะสมในการลดปริมาณของเสีย ควรอยู่ในช่วง 21-28 วัน ในส่วนของของแข็งแขวนลอยเกือบไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย ค่าที่เปลี่ยนแปลงอาจมาจากการปนเปื้อนของอนุภาคดินเหนียวที่ขอบบ่อถูกชะลงสู่บ่อบำบัดน้ำเสีย ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แม้ว่าจะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย แต่ปัจจัยทางตรงที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของทั้ง 2 ดัชนี มาจากปัจจัยอื่นมากกว่า เช่น ปัจจัยทางภูมิอากาศ พื้นที่และที่ตั้งของบ่อบำบัดที่อยู่ในบริเวณชายฝั่ง ซึ่งมีลมพัดเกือบตลอดเวลา รวมทั้งมีแสงแดด

การสังเคราะห์แสงของสาหร่าย ทำให้มีการเติมออกซิเจนแก่น้ำเสียได้ดีมากขึ้น และค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงมาจากสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียมาใช้ในการสังเคราะห์แสง ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะแปรผกผันกับค่าความเป็นกรด-ด่าง

4. ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง

ผลที่ได้จากการศึกษาคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย จะ นำมาคำนวณหาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของแต่ละบ่อและทั้งระบบ ดังตารางที่ 23 และตารางที่ 24 ตามลำดับ พร้อมทั้งกราฟแสดงประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดค่าความสกปรกในรูปบีโอดีดังภาพที่ 15 โดยคิดคำนวณหาประสิทธิภาพจากสูตร

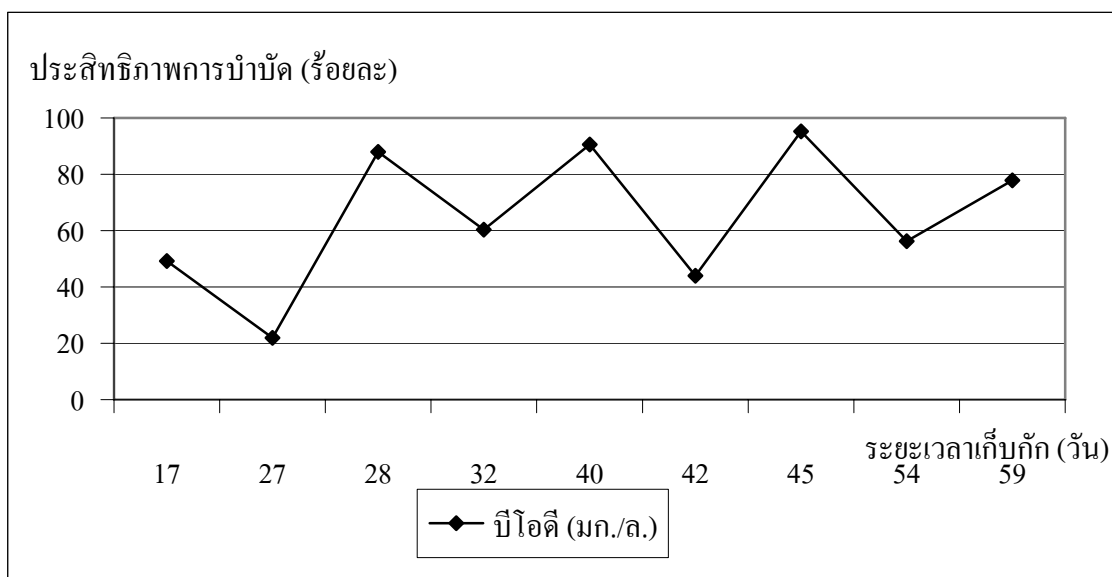
$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{\text{ความเข้มข้นมลสารที่เข้า} - \text{ความเข้มข้นมลสารที่ออก}}{\text{ความเข้มข้นมลสารที่เข้า}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(5)$$

ตารางที่ 23 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของบ่อบำบัดแต่ละบ่อตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (คิดเริ่มต้นที่จุดน้ำไหลเข้าบ่อดกตะกอน)

บ่อบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)							
	ความเป็นกรด-ด่าง	ของแข็งทั้งหมด	ของแข็งแขวนลอย	ของแข็งละลาย	การนำไฟฟ้า	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	บีโอดี	ซีโอดี
บ่อดกตะกอน (ระยะเวลาเก็บกัก 5 วัน)	-9.2	-3.5	-250.0	4.0	3.8	-406.5	52.4	35.1
บ่อฝิ่งที่ 1 (ระยะเวลาเก็บกัก 12 วัน)	-7.5	17.5	-178.5	-1.4	-1.8	-345.5	-6.7	-25.6
บ่อฝิ่งที่ 2 (ระยะเวลาเก็บกัก 15 วัน)	-15.8	-54.5	-27.1	-27.1	-27.1	-18.5	21.9	21.7
บ่อฝิ่งที่ 3 (ระยะเวลาเก็บกัก 13 วัน)	4.4	-6.6	-29.0	-29.0	-36.3	22.8	88.6	44.7
บ่อปรับสภาพ (ระยะเวลาเก็บกัก 14 วัน)	-2.1	82.9	-25.0	-25.0	-18.5	-51.6	-366.7	-41.0

ตารางที่ 24 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั้ตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (คิดเริ่มต้นที่จุดน้ำไหลเข้าบ่อดกตะกอน)

ระยะเวลาเก็บกัก (วัน)	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)							
	ความเป็น กรด-ด่าง	ของแข็ง ทั้งหมด	ของแข็ง แขวนลอย	ของแข็ง ละลาย	การนำ ไฟฟ้า	ปริมาณออกซิเจน ที่ละลายในน้ำ	บีโอดี	ซีโอดี
17	-2.5	-21.6	-87.5	2.7	2.1	-2,156.5	49.2	18.5
27	-15.8	-35.4	-54.5	-27.1	-27.1	-18.5	21.9	21.7
28	4.4	-22.6	-6.6	-29.0	-36.3	22.8	88.0	44.7
32	-18.5	-64.6	-1,406.3	-23.9	-24.4	2,573.9	60.3	36.2
40	-10.6	-66.3	-64.4	-64.1	-73.3	8.5	90.6	56.7
42	2.4	-23.2	81.7	-61.3	-61.1	-17.1	44.0	22.0
45	-13.6	-102.2	-1,506.3	-59.7	-69.1	1,965.2	95.2	64.7
54	-13.0	-66.8	71.8	-105.1	-105.4	-38.7	56.3	38.9
59	-16.0	-102.8	-170.0	-99.6	-101.0	-3,030.4	77.8	50.2



ภาพที่ 15 ประสิทธิภาพการบำบัดค่าความสกปรกในรูปบีโอดีของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

จากตารางที่ 24 และภาพที่ 15 พบว่า เมื่อน้ำเสียถูกเก็บกักไว้ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังเป็นระยะเวลา 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 3) มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าความสกปรกในรูปบีโอดีถึงร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนดในการออกแบบบ่อทิ้งไว้รออากาศที่กำหนดประสิทธิภาพในการลดสารอินทรีย์ไว้เท่ากับร้อยละ 80-95 และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดค่าของแข็งแขวนลอย พบว่า น้ำเสียที่เก็บกักไว้ในบ่อบำบัดเป็นเวลา 42 วัน (เก็บกักอยู่ในบ่อฝังที่ 3) มีประสิทธิภาพในการของแข็งแขวนลอยสูงสุดร้อยละ 82 แต่ทั้งนี้ค่าที่ตรวจวัดได้ยังเกินค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก (ตารางผนวกที่ ก1) ที่กำหนดให้มีค่าเกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับผลสำรวจคุณภาพน้ำเสียของเกษม และคณะ (2543) ในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน พ.ศ. 2542 พบว่า คุณภาพน้ำส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ยกเว้นปริมาณสารแขวนลอยที่มีค่าเกินมาตรฐาน เนื่องจากปริมาณแพลงก์ตอนที่เกิดขึ้นและระบบไม่สามารถกำจัดได้หมด

จากข้อมูลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย ในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 ถึงเมษายน พ.ศ. 2549 แสดงดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ในช่วงเดือนที่กรกฎาคม พ.ศ. 2548 ถึง เมษายน พ.ศ. 2549 แบ่งออกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน

บ่อบำบัด	ความเป็นกรด-ด่าง			ของแข็งทั้งหมด			ของแข็งแขวนลอย			ของแข็งละลาย		
				(มก./ล.)			(มก./ล.)			(มก./ล.)		
	ฤดู หนาว	ฤดู ร้อน	ฤดู ฝน	ฤดู หนาว	ฤดู ร้อน	ฤดู ฝน	ฤดู หนาว	ฤดู ร้อน	ฤดู ฝน	ฤดู หนาว	ฤดู ร้อน	ฤดู ฝน
น้ำเข้าระบบ	7.68	-	7.38	599	615	311	19	-	7	585	615	311
บ่อดกตะกอน	7.62	-	7.50	519	508	534	55	-	13	475	508	521
บ่อฝิ่งที่ 1	8.03	-	8.29	567	521	503	80	-	21	503	521	482
บ่อฝิ่งที่ 2	8.94	-	9.15	706	670	551	63	-	36	656	670	515
บ่อฝิ่งที่ 3	9.07	-	9.37	800	813	664	66	-	31	748	813	633
บ่อปรับสภาพ	8.93	-	9.46	994	1,138	852	75	-	17	935	1,138	844

หมายเหตุ - ไม่มีข้อมูล

ที่มา: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2549)

ตารางที่ 25 (ต่อ)

บ่อบำบัด	การนำไฟฟ้า			ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ			บีโอดี		
	(mS/cm)			(มก./ล.)			(มก./ล.)		
	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
น้ำเข้าระบบ	1,191	1,228	821	0.3	0.3	0.7	34.0	-	55.0
บ่อดกตะกอน	1,083	1,018	1,027	3.9	0.7	1.9	23.6	-	17.5
บ่อผึ่งที่ 1	1,133	1,038	985	4.5	2.2	3.6	19.6	-	10.8
บ่อผึ่งที่ 2	1,337	1,342	1,227	6.9	3.9	8.6	13.8	-	8.3
บ่อผึ่งที่ 3	1,503	1,698	1,670	6.2	3.2	10.4	13.0	-	12.3
บ่อปรับสภาพ	1,915	2,279	2,900	5.9	3.7	9.2	8.5	-	17.0

หมายเหตุ - ไม่มีข้อมูล

ที่มา: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2549)

จากตารางที่ 25 พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 ถู ส่วนใหญ่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 (ตารางผนวกที่ ก2) ที่กำหนดให้มีค่าไม่ต่ำกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากแหล่งที่มาของออกซิเจนในบ่อบำบัดจากการอยู่ร่วมกันของสาหร่ายและแบคทีเรียและการถ่ายเทออกซิเจนจากบรรยากาศ ประกอบกับในฤดูฝน น้ำฝนที่ไหลชะผ่านคันดินรอบบ่อ อาจมีส่วนในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในบ่อบำบัด (ผดุงเกียรติ, 2541) และเมื่อพิจารณาการบำบัดของเสียในรูปบีโอดี จะสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ คือ น้ำทิ้งที่ปล่อยออกจากระบบลงสู่ป่าชายเลนในฤดูหนาวและฤดูฝนมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก (ตารางผนวกที่ ก1) ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยในฤดูฝน พบว่า น้ำทิ้งที่ปล่อยออกจากระบบมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนปริมาณของแข็งละลายมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก กำหนด คือ มีค่าไม่เกิน 30 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบไม่สม่ำเสมอ ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง (คิดเริ่มต้นที่จุดน้ำไหลเข้าบ่อดกตะกอน) ในช่วงเดือนที่กรกฎาคม พ.ศ. 2548 ถึงเมษายน พ.ศ. 2549 แบ่งออกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน

บ่อบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)											
	ความเป็นกรด-ด่าง			ของแข็งทั้งหมด			ของแข็งแขวนลอย			ของแข็งละลาย		
	ฤดู หนาว	ฤดู ร้อน	ฤดู ฝน	ฤดู หนาว	ฤดู ร้อน	ฤดู ฝน	ฤดู หนาว	ฤดู ร้อน	ฤดู ฝน	ฤดู หนาว	ฤดู ร้อน	ฤดู ฝน
บ่อดกตะกอน	0.8	-	-1.6	13.4	17.4	-71.7	-189.5	-	-85.7	18.8	17.4	-67.5
บ่อฝังที่ 1	-97.8	-	-10.5	-9.2	-2.6	5.8	-45.5	-	-61.5	-5.9	-2.6	7.5
บ่อฝังที่ 2	-11.3	-	-10.4	-24.5	-28.6	-9.5	21.3	-	-71.4	-30.4	-28.6	-6.8
บ่อฝังที่ 3	-1.5	-	-2.4	-13.3	-21.3	-20.5	-4.8	-	13.9	-14.0	-21.3	-22.9
บ่อปรับสภาพ	1.5	-	-1.0	-24.3	-40.0	-40.0	-13.6	-	45.2	-25.0	-40.0	-33.3

หมายเหตุ - ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 26 (ต่อ)

บ่อบำบัด	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)								
	การนำไฟฟ้า			ปริมาณออกซิเจน ที่ละลายในน้ำ			บีโอดี		
	ฤดู หนาว	ฤดู ร้อน	ฤดู ฝน	ฤดู หนาว	ฤดู ร้อน	ฤดู ฝน	ฤดู หนาว	ฤดู ร้อน	ฤดู ฝน
บ่อดกตะกอน	9.1	17.1	-25.1	-1,200.0	-133.3	-171.4	30.6	-	68.2
บ่อผึ่งที่ 1	-4.6	-2.0	4.1	-15.4	-214.3	-89.5	16.9	-	38.6
บ่อผึ่งที่ 2	-18.0	-29.3	-24.4	-53.3	-77.3	-138.9	29.6	-	23.3
บ่อผึ่งที่ 3	-12.4	-26.5	-36.3	10.1	17.9	-20.9	5.8	-	-48.5
บ่อปรับสภาพ	-27.4	-34.2	-73.7	4.8	-15.6	11.5	34..6	-	-38.8

หมายเหตุ - ไม่มีข้อมูล

จากตารางที่ 26 พบว่า ประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดค่าความสกปรกในรูปบีโอดีของแต่ละฤดูกาลจะแตกต่างกันไป โดยในฤดูหนาว น้ำที่ผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดีสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 35 ในขณะที่ฤดูฝน ประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด เมื่อน้ำเสียผ่านการบำบัดในบ่อดกตะกอน คิดเป็นร้อยละ 68 ซึ่งต่างจากผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ที่พบว่า บ่อฝิ่งที่ 3 มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดีได้ดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากความแตกต่างของวัน เวลา ในการเก็บตัวอย่าง โดยที่การศึกษาครั้งนี้จะเก็บตัวอย่างน้ำเสียตามระยะเวลาเก็บกักที่ได้จากการคำนวณ ดังนั้นในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่งของเทศบาลเมืองเพชรบุรี ควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพตามฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน เพราะปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ ก็มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดน้ำเสียเช่นกัน

5. การคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียที่แท้จริง

การหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (detention time) นับเป็นสิ่งสำคัญต่อการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้แบคทีเรียทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝิ่งของเทศบาลเมืองเพชรบุรี มีลักษณะการระบายน้ำเสียเข้า-ออกระหว่างบ่อบำบัดจนกระทั่งผ่านบ่อปรับสภาพและไหลลงสู่ป่าชายเลนเป็นแบบไหลตามกัน โดยมีสูตรการคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (เกษม, 2541) ดังนี้

$$-k \mid = \ln[C_A / C_{AO}] \quad \text{.....(5)}$$

$$\text{หรือได้} \quad C_A = C_{AO} e^{-kt} \quad \text{.....(6)}$$

จากสูตรที่ (6) ในเมื่อ C_A คือ ความเข้มข้นของ A ณ เวลา t สามารถ solve ค่า $\mid$ ได้ดังนี้

$$\mid = \frac{\ln[C_A / C_{AO}]}{-k} \quad \text{.....(7)}$$

เมื่อ θ = hydraulic retention time หรือระยะเวลาเก็บกัก
(detention time)

C_A = ความเข้มข้นของ effluent ของน้ำทิ้งหรือน้ำบำบัดแล้ว

C_{AO} = ความเข้มข้นของ influent หรือน้ำเสียเข้า

K = rate constant เท่ากับ 2.5/day (เครื่องเติมอากาศ)

แต่จากการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้ค่า k จากการเติมออกซิเจนโดยเครื่องเติมอากาศ มีค่าเป็น 25 เท่าของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั่ง ดังนั้นจะได้ค่า k ของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั่ง เท่ากับ 0.1/day เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั่งเป็นระบบที่อาศัยธรรมชาติ กล่าวคือ อาศัยการทำงานร่วมกันของแบคทีเรียและสาหร่ายในการเติมออกซิเจนให้แก่ระบบร่วมกับการสัมผัสกับอากาศโดยตรงและการพัดผ่านของกระแสลม ซึ่งเป็นระบบที่ไม่สามารถควบคุมปริมาณออกซิเจนที่จะเติมลงไปในระบบได้เหมือนกับการเติมออกซิเจนโดยใช้เครื่องเติมอากาศ ดังนั้นในการคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียที่แท้จริงของบ่อบำบัดแต่ละบ่อ โดยใช้สูตรที่ (7) จึงสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียที่แท้จริงของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั่งในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

บ่อบำบัด	จุดเก็บตัวอย่าง	บีโอดี (มก./ล.)	ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย	
			$T = V/Q$	$= \ln[C_A / C_{AO}]$ -k
บ่อดกตะกอน	น้ำที่ไหลออก	30	5	7
บ่อฝั่งที่ 1	น้ำที่ไหลออก	32	12	7
บ่อฝั่งที่ 2	น้ำที่ไหลออก	25	15	9
บ่อฝั่งที่ 3	น้ำที่ไหลออก	3	13	30
บ่อปรับสภาพ	น้ำที่ไหลออก	14	14	15
รวม			59	68

หมายเหตุ คิดที่บีโอดีเข้าระบบ เท่ากับ 63 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากตารางที่ 27 พบว่า ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียที่แท้จริงของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังยาวนานกว่าค่าที่คำนวณได้จากสูตร $T = V/Q$ ถึง 9 วัน (จาก 59 วัน เป็น 68 วัน) โดยที่บ่อดกตะกอน บ่อฝังที่ 1 บ่อฝังที่ 2 บ่อฝังที่ 3 และบ่อปรับสภาพ มีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย เท่ากับ 7, 7, 9, 30 และ 15 วัน แต่อย่างไรก็ตาม ในการคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของแต่ละบ่อจะต้องพิจารณาถึงการสูญเสียน้ำไปจากระบบในรูปของการรั่วซึมและการระเหยน้ำ รวมทั้งปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ประกอบด้วย และนอกจากนี้ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองเพชรบุรี ได้กำหนดค่า BOD_5 เข้าระบบไว้ที่ 150-200 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่จากการศึกษา พบว่า มีค่า BOD_5 เข้าระบบเพียง 63 มิลลิกรัมต่อลิตร ประกอบกับมีปริมาณน้ำที่สูบเข้าระบบเฉลี่ยเพียงวันละ 3,540.61 ลูกบาศก์เมตร จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณคลาดเคลื่อนไปจากเดิม

สรุป

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำและประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ ตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย โดยเริ่มเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ตั้งแต่วันที่ 3 กุมภาพันธ์ถึงวันที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2549 สรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรี

ปริมาณน้ำเสียจากเทศบาลเมืองเพชรบุรีที่เกิดขึ้น มีความผันแปรตามพฤติกรรมการใช้น้ำของประชาชนและปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละช่วงเวลา ในช่วงที่ทำการศึกษา (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549) มีปริมาณน้ำเสียที่สามารถสูบส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังในโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ เฉลี่ยวันละ 3,540.61 ลูกบาศก์เมตร

2. การคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย

ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของบ่อดกตะกอน บ่อฝังที่ 1 บ่อฝังที่ 2 บ่อฝังที่ 3 และบ่อปรับสภาพ เมื่อคิดที่ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบวันละ 4,267 ลูกบาศก์เมตร ได้เท่ากับ 5, 12, 15, 13 และ 14 วัน ตามลำดับ รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 59 วัน

3. คุณภาพน้ำเสีย

3.1 สมบัติของน้ำเสียในระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ สรุปได้ดังนี้

3.1.1 ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ

ก. บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ณ จุดที่น้ำไหลเข้าและจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเท่ากับ 6.88 และ 7.49 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบาย

น้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก ที่กำหนดให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 5-9 พบว่า มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

ข. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง พบว่า ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อดกตะกอน มีค่าเท่ากับ 6.96 น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ในบ่อดกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 1 ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ เท่ากับ 7.60 เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 2) น้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 8.17 และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 3) มีค่าเท่ากับ 9.46 และพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าเท่ากับ 9.04 และเมื่อเวลาผ่านไป 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่ป่าชายเลน) มีค่าเท่ากับ 9.23

3.1.2 ปริมาณของแข็ง

ก. ปริมาณของแข็งทั้งหมด

1) บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมด ณ จุดที่น้ำไหลเข้าและจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเท่ากับ 529 และ 546 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมด ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อดกตะกอน มีค่าเท่ากับ 542 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ในบ่อดกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 1 ซึ่งมีค่าของแข็งทั้งหมด เท่ากับ 561 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 2) น้ำมีค่าของแข็งทั้งหมด เท่ากับ 659 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝังที่ 3) มีค่าเท่ากับ 892 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าเท่ากับ 1,096 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเวลาผ่านไป 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่ป่าชายเลน) มีค่าเท่ากับ 1,099 มิลลิกรัมต่อลิตร

ข. ปริมาณของแข็งแขวนลอย

1) บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอย ณ จุดที่น้ำไหลเข้าและจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเท่ากับ 8 และ 17 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั่ง พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอย ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อดกตะกอน มีค่าเท่ากับ 16 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ในบ่อดกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 1 ซึ่งมีค่าของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 56 มิลลิกรัมต่อ ลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 2) น้ำมีค่าของแข็งทั้งหมด เท่ากับ 156 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 3) มีค่าเท่ากับ 241 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าเท่ากับ 257 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเวลาผ่านไป 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่ป่าชายเลน) มีเท่ากับ 44 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค. ปริมาณของแข็งละลาย

1) บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า ปริมาณของแข็งละลาย ณ จุดที่น้ำไหลและจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเท่ากับ 521 และ 529 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก ที่กำหนดให้มีค่า ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

2) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั่ง พบว่า ปริมาณของแข็งละลาย ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อดกตะกอน มีค่าเท่ากับ 526 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ในบ่อดกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 1 ซึ่งมีค่าของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 505 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 2) น้ำมีค่าของแข็งทั้งหมด เท่ากับ 512 มิลลิกรัม เมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 3) มีค่าเท่ากับ 651 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่

บ่อปรับสภาพ) มีค่าเท่ากับ 840 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเวลา 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่ป่าชายเลน) พบว่า มีค่าเท่ากับ 1,050 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.1.3 การนำไฟฟ้า

ก. บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า การนำไฟฟ้า ณ จุดที่น้ำไหลเข้าและจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเท่ากับ 1,042 และ 1,062 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ

ข. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั ง พบว่า การนำไฟฟ้า ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อตกตะกอน มีค่าเท่ากับ 1,048 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ในบ่อตกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั งที่ 1 ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 1,008 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั งที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั งที่ 2) น้ำมีค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 1,026 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั งที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั งที่ 3) มีค่าเท่ากับ 1,304 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั งที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าเท่ากับ 1,778 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรและเมื่อเวลา 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่ป่าชายเลน) พบว่า มีค่าเท่ากับ 2,107 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

3.1.4 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ก. บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ณ จุดที่น้ำไหลเข้าและจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเท่ากับ 0.36 และ 1.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน พบว่า มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ที่กำหนดให้ มีค่าไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ข. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั ง พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อตกตะกอน มีค่าเท่ากับ 0.46 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ในบ่อตกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั งที่ 1 ซึ่งมีออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

เท่ากับ 2.33 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 2) น้ำมีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เท่ากับ 10.38 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 3) มีค่าเท่ากับ 12.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าเท่ากับ 9.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเวลา 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่ป่าชายเลน) พบว่า มีค่าเท่ากับ 14.4 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.1.5 บีโอดีและซีโอดี

ก. บ่อรวบรวมน้ำเสีย พบว่า ณ จุดที่น้ำไหลเข้า มีค่าบีโอดีและซีโอดี เท่ากับ 83 และ 200.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีสัดส่วนซีโอดี : บีโอดี เท่ากับ 2 : 1 ส่วนจุดที่น้ำไหลออก มีค่าเฉลี่ยบีโอดีและซีโอดี เท่ากับ 75 และ 188.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีสัดส่วนซีโอดี : บีโอดี เท่ากับ 2 : 1 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

ข. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝั่ง พบว่า ณ จุดที่น้ำไหลเข้าบ่อตกตะกอน บีโอดี มีค่าเท่ากับ 63 มิลลิกรัมต่อลิตรและซีโอดี มีค่าเท่ากับ 188.0 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเสียจะถูกเก็บกักอยู่ในบ่อตกตะกอนเป็นเวลา 5 วัน จึงจะไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 1 ซึ่งมีค่าบีโอดี เท่ากับ 30 มิลลิกรัมต่อลิตรและซีโอดี มีค่าเท่ากับ 122.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 17 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 1 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 2) น้ำมีค่าบีโอดีและซีโอดี เท่ากับ 32 และ 153.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อเวลาผ่านไป 32 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 2 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าบ่อฝั่งที่ 3) มีค่าบีโอดีและซีโอดี เท่ากับ 25 และ 120.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝั่งที่ 3 ไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่บ่อปรับสภาพ) มีค่าบีโอดีและซีโอดี เท่ากับ 3 และ 66.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อเวลา 59 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อปรับสภาพไหลผ่านทางน้ำล้นเข้าสู่ป่าชายเลน) พบว่า มีค่าบีโอดี และซีโอดี เท่ากับ 14 และ 93.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

3.2 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียกับดัชนีคุณภาพน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง

โดยกำหนดให้ดัชนีคุณภาพน้ำที่จะศึกษาเป็นตัวแปรตาม (Y) และระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียเป็นตัวแปรอิสระ (X) ในรูปของสมการเชิงเส้นตรง $Y = ax + bx$ พบว่าระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียมีความสัมพันธ์กับค่าของแข็งทั้งหมด ของแข็งละลาย และการนำไฟฟ้าแบบตามกัน กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาเก็บกักยาวนานขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแข็งละลาย และการนำไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.971**, 0.966** และ 0.968** ตามลำดับ และในทางตรงกันข้าม ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียกับค่าบีโอดีและซีโอดีจะมีความสัมพันธ์กันแบบผกผัน ส่วนของแข็งแขวนลอยแทบจะไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย และนอกจากนี้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย ยังเป็นเพียงปัจจัยทางอ้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

4. ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย พบว่าเมื่อน้ำเสียถูกเก็บกักไว้ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังเป็นระยะเวลา 45 วัน (น้ำผ่านการบำบัดจากบ่อฝังที่ 3) มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าความสกปรกในรูปบีโอดีถึงร้อยละ 95 และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดค่าของแข็งแขวนลอย พบว่า น้ำเสียที่เก็บกักไว้ในบ่อบำบัดเป็นเวลา 42 วัน (เก็บกักอยู่ในบ่อฝังที่ 3) มีประสิทธิภาพในการของแข็งแขวนลอยสูงสุดร้อยละ 82 แต่ทั้งนี้ค่าที่ตรวจวัดได้ยังเกินค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก (ตารางผนวกที่ ก1) ที่กำหนดให้มีค่าเกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

5. การคำนวณหาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียที่แท้จริง

เมื่อพิจารณาระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียที่แท้จริง โดยกำหนดให้ค่า k (rate constant) จากการเติมออกซิเจนโดยใช้เครื่องเติมอากาศเป็น 25 เท่าของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง ($k = 0.1/\text{day}$) จะได้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของบ่อดกตะกอน บ่อฝังที่ 1 บ่อฝังที่ 2 บ่อฝังที่ 3 และบ่อปรับสภาพ เท่ากับ 7, 7, 9, 30 และ 15 วัน ตามลำดับ รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 68 วัน แต่ทั้งนี้ควรพิจารณาข้อจำกัดของแต่ละบ่อร่วมด้วย เช่น การรื้อขี้มและการระเหยน้ำ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

1.1 การศึกษาปริมาณและคุณภาพน้ำตามระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง ควรพิจารณาถึงการสูญเสียน้ำไปจากระบบในรูปของการรั่วซึมและการระเหยน้ำ ร่วมกับปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่

1.2 ควรศึกษาอิทธิพลของความเค็มที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังของเทศบาลเมืองเพชรบุรี

1.3 ควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อฝังของเทศบาลเมืองเพชรบุรีตามฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาว ฤดูฝน และฤดูร้อน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ

2.1 ควรมีการป้องกันการพังของคันดินรอบบ่อ เช่น การปลูกหญ้าแฝกหรือการป้องกันมิให้มีการนำสัตว์เข้ามาเลี้ยงในพื้นที่บ่อบำบัด เช่น โค เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสียอยู่ใกล้ชายทะเล จึงได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดแรงชักนำให้น้ำในบ่อบำบัดไปกัดเซาะคันดิน ทำให้คันดินเกิดการทรุดตัว ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดน้ำเสียหรือเกิดตะกอนดินทับถมในบ่อบำบัดน้ำเสีย

2.2 การสูบน้ำเสียจากบ่อรวบรวมน้ำเสียไปยังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝัง ควรมีการไหลของน้ำอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการเกิดภาวะหยุดนิ่งของน้ำในบ่อบำบัด

3. ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้

การนำระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียของชุมชนใด ควรมีการศึกษาสภาพความเป็นจริงของชุมชน เช่น พื้นที่ในการก่อสร้าง เนื่องจากระบบดังกล่าวต้องใช้

พื้นที่มาก เพื่อป้องกันปัญหาความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้นภายในชุมชน และในการออกแบบระบบ จะต้องคำนึงถึงปริมาณและลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในชุมชนเป็นสำคัญ เพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบในการบำบัดน้ำเสียมีความสม่ำเสมอ