บทที่ 3

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศขนาดเล็กประจำบ้าน

3.1 ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศขนาดเล็กประจำบ้าน

การกำจัดสารอินทรีย์แบบไร้อากาศเป็นกระบวนการทางชีวภาพแบบหนึ่ง ซึ่งถูกพัฒนาและปรับปรุงมานานกว่า 100 ปี โดยอาศัยความรู้และความเข้าใจในกลไกการย่อยสลายที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ เป็นเหตุให้กระบวนการนี้มีหลายรูปแบบในปัจจุบัน และเชื่อว่าจะมีแบบต่างๆเพิ่มอีกมากในอนาคตอันใกล้นี้ แต่เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงคุณภาพของน้ำทิ้งจากถังเกรอะและกรองไร้อากาศสำเร็จรูปชนิดประกอบในที่ จึงขอกล่าวเฉพาะระบบที่เกี่ยวข้องพอเป็นสังเขป

3.1.1 บ่อเกรอะ

ระบบนี้ได้เริ่มใช้ในประเทศอังกฤษ เมื่อปี คศ.1895 โดย Cameron[16,19] ได้อาศัยต้นแบบจาก Muras Automatic Seavenger ของ M.Lousis Mouras (ปี คศ.1881 และ 1882) มาพัฒนาเพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นแรกจากน้ำเสียรวมซึ่งผ่านการกรองมาแล้ว ระบบบ่อเกรอะนี้อาศัยหลักการของการตกตะกอนและการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้อากาศมาใช้ ซึ่งพอจะสรุปขั้นตอนที่เกิดขึ้น ได้เป็น 4 ขั้นตอนง่ายๆ คือ

3.1.1.1 การแยกตัวของของแข็งที่ปนอยู่ในน้ำทิ้ง (separation of suspended solids) ซึ่งจากกระบวนการนี้จะทำให้ปริมาตรภายในบ่อเกรอะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

ก.ส่วนที่เป็นชั้นของตะกอนที่จมอยู่ก้นถัง (sludge zone)
ข.ส่วนที่เป็นชั้นของตะกอนที่ลอยอยู่ผิวบน (scum zone)
ค.ส่วนที่เป็นชั้นของของเหลว ซึ่งอยู่ในส่วนกลางของถัง (liquid zone)

3.1.1.2 การย่อยสลายตะกอนจมและตะกอนลอย (digestion of sludge and scum) สารอินทรีย์ในตะกอนจมและตะกอนลอยจะถูกย่อยสลายโดยแบกทีเรียที่อยู่ในบ่อ ตามกระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศ

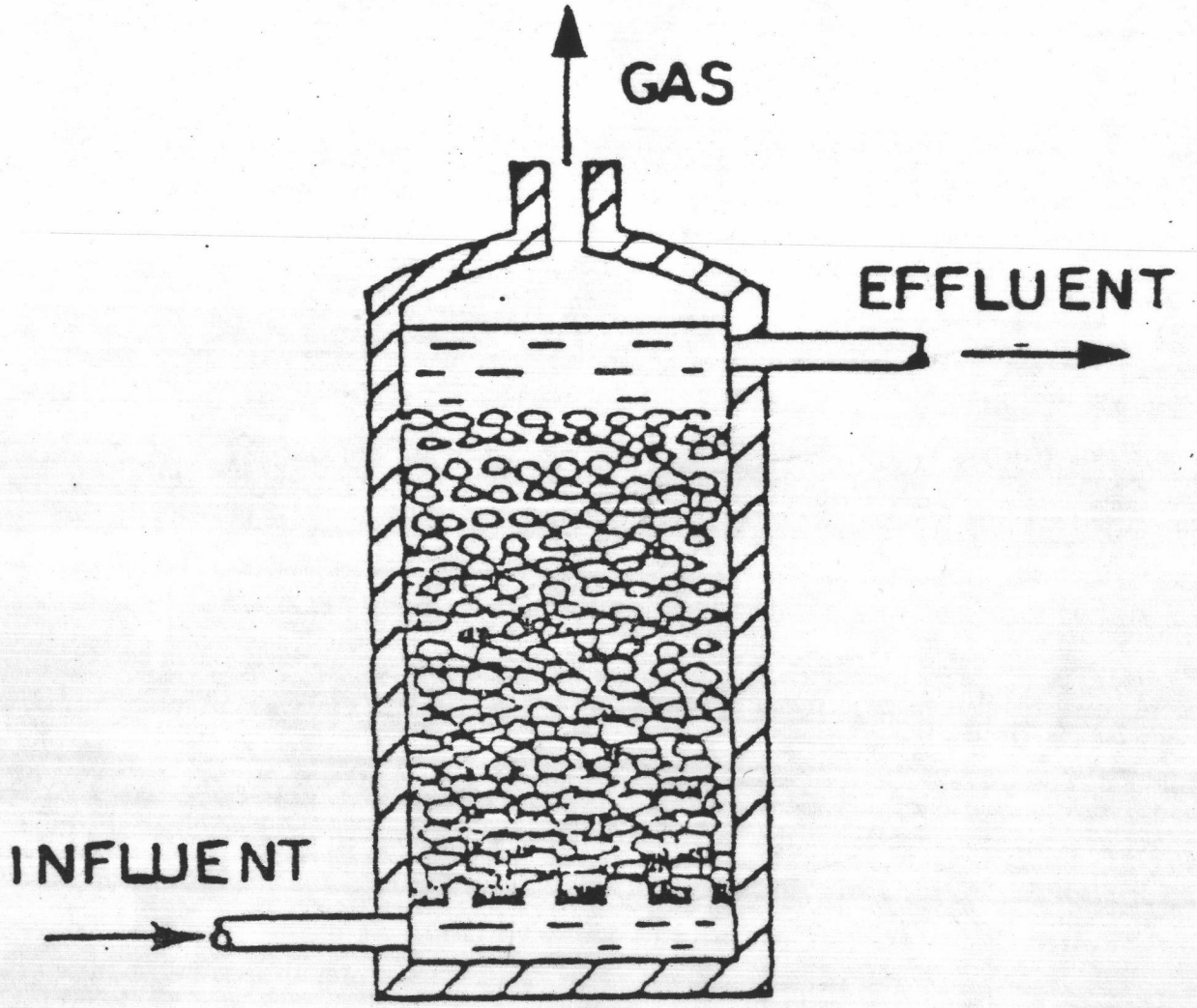
3.1.1.3 การบำบัดของเหลวให้มีสภาพดีขึ้น (stabilization of liquid) สารอินทรีย์ในของเหลวจะถูกย่อยสลายโดยแบกทีเรียที่มีอยู่ในบ่อ ตามกระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศเช่นเดียวกับในข้อที่ 3.1.1.2

3.1.1.4 การเจริญเติบโตของจุลชีพ(growth of microorganisms) ภายในบ่อจะเกิดจุลชีพชนิดต่างๆขึ้นมากมาย โดยปริมาณจุลชีพแต่ละชนิดจะถูกควบคุมโดยสภาพแวดล้อมภายในบ่อ

ในประเทศไทยบ่อเกรอะนิยมนำมาใช้บำบัดน้ำเสียจากส้วม โดยใช้วงขอบคอนกรีตสำเร็จรูปวางไว้ใต้ดิน สารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งจมลงสู่ก้นถังและเกิดการย่อยสลายแบบไร้อากาศขึ้นภายในถัง ระบบนี้ยังคงมีการสะสมตัวของตะกอนจม เนื่องจากตะกอนจมบางส่วนแบกทีเรียไม่สามารถย่อยสลายได้ จึงจำเป็นที่จะต้องกำจัดตะกอนจมเหล่านี้ออกทุกๆ 1-5 ปี

3.1.2 ระบบเครื่องกรองไร้อากาศ

ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Young และ McCarty[59] การพัฒนานี้ตรงกับทฤษฎีที่ใช้ในภายหลังว่า ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากักเก็บตะกอน (Solid Retention Time:SRT) มีผลต่อประสิทธิภาพในการบำบัด[60] และพบว่ามีการหลุดออกไป (Wash Out) ของมีเทนแบกทีเรียเมื่อมีค่าเวลากักเก็บตะกอนต่ำกว่า 4 วัน[30] ทำให้มีการพัฒนามาสู่ระบบนี้ โดยเน้นที่ระยะเวลากักเก็บตะกอนให้สูงขึ้นกว่าระบบอื่นๆ ระบบนี้ประกอบด้วยถังรูปทรงกระบอกมีฝาปิดที่ฝามีที่ระบายก๊าซ ภายในมีตัวกลางบรรจุอยู่ โดยตัวกลางต้องจัดเรียงให้มีช่องว่างพอสมควร น้ำเสียไหลจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนของถัง (ดังรูปที่ 3.1) แบกทีเรียในถังกรองจะมีความเป็นอยู่ 2 ลักษณะ คือ เกาะหลวมๆกับตัวกลางลักษณะหนึ่งและอยู่ในช่องว่างระหว่างตัวกลางอีกลักษณะหนึ่ง เมื่อน้ำเสียไหลเข้าส่วนล่างของเครื่องกรองไร้อากาศ ก็จะสัมผัสกับแบกทีเรียที่ตกตะกอนอยู่ที่ก้นถัง ซึ่งจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียทำให้เกิดก๊าซต่างๆ ก๊าซเหล่านี้จะเกาะอยู่ตามแบกทีเรีย ทั้งก๊าซและความเร็วของน้ำเสียที่ไหลขึ้นในถังกรองไร้อากาศจะพาตะกอนแบกทีเรียลอยขึ้นสู่ด้านบนของถัง ระหว่างที่น้ำเสียไหลขึ้นสู่ด้านบนนี้สารอินทรีย์ในน้ำเสียยังคงถูกย่อยสลายโดยตะกอนแบกทีเรียที่ถูกพาขึ้นมาและแบกทีเรียที่เกาะติดอยู่กับตัวกลางที่น้ำไหลผ่าน การไหลขึ้นของตะกอนแบกทีเรีย ทำให้แบกทีเรียกระทบกับตัวกลาง ก๊าซที่เกาะติดจึงหลุดออก และตะกอนแบกทีเรียจะเกิดการรวมตัวกันทำให้มีขนาดและน้ำหนักมากขึ้น ตะกอนจึงตกลงมายังส่วนล่างของถัง เป็นการนำตะกอนแบกทีเรียกลับมาใช้ในระบบอีก ตะกอนบางส่วนจะติดออกมากับน้ำที่ออกจากเครื่องกรองไร้อากาศ ซึ่งเป็นตะกอนแบกทีเรียที่ระบบต้องสูญเสียไป นอกจากนี้ตัวกลางยังทำหน้าที่กระจายการไหลของน้ำเสียทำให้น้ำเสียได้สัมผัสกับตะกอนแบกทีเรียอย่างทั่วถึง โดยไม่



รูปที่ 3.1 ถังกรองไร้อากาศ

เกิดการลัดวงจร แม้จะไม่มีการกวนในระบบก็ตาม

จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีต พอสรุปข้อดีข้อเสียของเครื่องกรองไร้อากาศเมื่อเทียบกับระบบบำบัดแบบไร้อากาศอื่นๆได้ดังนี้

ข้อดี ก. เครื่องกรองไร้อากาศเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมและสมบูรณ์ที่สุดสำหรับการบำบัดน้ำเสียที่ส่วนใหญ่ละลายน้ำ (soluble wastes)

ข. เซลล์แบกทีเรียจะสะสมในถังกรองอยู่ตลอดเวลา ทำให้ค่าระยะเวลากักตะกอน (SRT) สูง ทำให้มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูง

ค. เซลล์แบกทีเรียเกิดน้อยมากและน้อยกว่าวิธีกำจัดแบบอื่น จึงทำให้ลดปัญหาการกำจัดตะกอนโดยทั่วไปเป็นเวลาหลายเดือนหรือเป็นปีจึงจะมีการระบายตะกอนออกไปสักครั้งหนึ่ง

ง. สามารถรับภาระอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างกระทันหัน(shock load)ได้

จ. ไม่สิ้นเปลืองพลังงาน เพราะไม่จำเป็นต้องมีการกวน ตัวกรองจะทำหน้าที่กระจายน้ำเสียให้ทั่วถึงโดยไม่เกิดการลัดวงจร

ข้อเสีย ก. ไม่เหมาะกับน้ำเสียที่มีตะกอนแขวนลอยสูง เพราะอาจเกิดปัญหาการอุดตัน

ข. การใช้ตัวกลางเป็นหิน จำเป็นต้องมีฐานรากของโครงสร้างที่แข็งแรง ทำให้สิ้นเปลืองค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้น การใช้ตัวกลางพวกวัสดุสังเคราะห์แม้จะมีน้ำหนักเบา แต่มีข้อเสียที่ราคาแพง

3.2 การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบบ่อเกรอะและถังกรองไร้อากาศในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านมา

Phadke et.al.[61] ได้ศึกษาระบบบ่อเกรอะ ในการบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือน พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีและเอสเอสจะสูงถึงร้อยละ 80 เมื่อระยะเวลาเก็บกักในบ่อมีค่าประมาณ 20 วัน

Babbit และ Baumann[62] ได้ทำการศึกษาระบบถังเกรอะขนาดเล็กจำนวน 6 ถัง ในการบำบัดน้ำเสียออกจากเมืองที่มีความเข้มข้นบีโอดีเฉลี่ย 301 มก./ล. พบว่าน้ำเสียที่ผ่านจากถังเกรอะ จะมีค่าบีโอดีเหลืออยู่ในช่วง 63-104 มก./ล.

Coulter et.al. [63] ใช้ระบบถังหมักแบบสัมผัสแล้วตามด้วยถังกรองแบบไร้อากาศในการบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนที่มีความเข้มข้นบีโอดีเฉลี่ย 180 มก./ล. พบว่าประสิทธิภาพรวมในการกำจัดบีโอดีมีค่าเฉลี่ยถึงร้อยละ 86 ที่อุณหภูมิ 20-25 °C

Roman และ Chakladah[64] ได้ทำการศึกษาเครื่องกรองไร้อากาศในการบำบัดน้ำทิ้งจากถังเกรอะ โดยใช้เครื่องกรองเป็นถังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 0.60 ม. ยาว 1.20 ม. และสูง 1.80 ม. ใช้อิฐหักขนาดต่างๆ กันเป็นตัวกลาง โดยเรียงอิฐหักภายในถังเป็นชั้นๆ โดยชั้นล่างสุดหนา 37.50 ซม. ใช้อิฐหักขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.25-1.88 ซม. ชั้นกลางหนา 22.50 ซม. ใช้อิฐหักขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.63-1.25 ซม. ชั้นบนสุดหนา 7.50 ซม. ใช้อิฐหักขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32-0.63 ซม. ความหนาของถังกรองทั้งหมดเท่ากับ 67.50 ซม. น้ำทิ้งจากถังเกรอะมีความเข้มข้นของซีโอดีและบีโอดีอยู่ในช่วง 290-648 มก./ล. และ 135-345 มก./ล. ตามลำดับ พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและบีโอดีเท่ากับร้อยละ 55 ถึง 65 และร้อยละ 42 ถึง 82 ตามลำดับ

Roman และ Khan [65] ได้ศึกษาถังกรองไร้อากาศโดยใช้หินเป็นตัวกลางในการบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนที่มีความเข้มข้นของบีโอดี เท่ากับ 115-238 มก./ล.ที่อุณหภูมิ 27.5 °C ระยะเวลากักพัก (retention time) 6.4 ชม. พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัด ซีโอดีเฉลี่ยร้อยละ 72.5

Lettinga et.al.[66] ได้ทำการศึกษาระบบ Upflow Anaerobic Sludge Blanket โดยใช้ถังขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 ม. สูง 2 ม. ปริมาตร 120 ลิตร ภายในบรรจุชั้นเม็ดสลัดจ์ (granular sludge bed) บำบัดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัยซึ่งมีความเข้มข้นของซีโอดี 320-950 มก./ล. ที่อุณหภูมิ 8-20 °C ระยะกักพักในถังปฏิกิริยา 12 ชั่วโมง พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีร้อยละ 65-85

บุญสิน สุภัควงศ์[67] ทำการศึกษาสภาวะองค์ประกอบต่างๆที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องกรองไร้อากาศ โดยใช้เครื่องกรอง 2 ขนาดคือ ความลึก 0.5 ม.และ1.0 ม.ทดลองกับน้ำเสีย 2 ประเภท คือ น้ำเสียจากส้วม และน้ำเสียรวมจากส้วม การซักล้าง และการทำความสะอาด พบว่าปริมาณการกรองไม่ควรเกิน 2 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน ค่าที่เหมาะสมคือ 1 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน ระยะเวลากักพักไม่ควรน้อยกว่า 6 ชม.ค่าที่เหมาะสมคือ 12 ชม. ประสิทธิภาพของการทำงานของระบบถังหมักและเครื่องกรองไร้อากาศสามารถที่จะลดค่าบีโอดีได้มากกว่า 85 % ลดซีโอดีได้มากกว่า 75 % และพบว่าระดับอุณหภูมิทั่วไปในประเทศไทยคือ 24-35 °C มีความเหมาะสมต่อการทำงานของเครื่องกรองไร้อากาศ

นิตยา มหาผล และคณะ [68] ทำการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียรวมภายในโรงพยาบาลพระนครศรีอยุธยา โดยใช้ถังอิมฮอฟและถังกรองไร้อากาศ น้ำเสียรวมมีความเข้มข้นของซีโอดีและบีโอดีเท่ากับ 216-369 มก./ล.และ 80-177 มก./ล.ตามลำดับและมีค่าซีโอดีเฉลี่ยและบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 291 มก./ล.และ 109 มก./ล.ตามลำดับ ภายในถังกรองไร้อากาศ บรรจุหินกรองขนาด 2.5-5.0 ซม.เป็นตัวกลาง มีความสูงทั้งหมด 1.8 ม. พบว่าที่ความสูงของหินกรอง 1.0 ม.มีระยะเวลาเก็บกักน้ำ 2.53-55.59 ชม. สามารถกำจัดบีโอดีได้ร้อยละ 9.3-91.8 ส่วนที่ความสูงของหินกรอง 1.8 ม.มีระยะเวลากักพัก 4.52-99.26 ชม. สามารถ กำจัดบีโอดีได้ร้อยละ 32.4-89.1

สุดใจ จำปา [4] ทำการศึกษาระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลที่เหมาะสมสำหรับชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนที่เป็นจริงในทางปฏิบัติ โดยใช้บ่อเกรอะและบ่อกรองไร้อากาศบำบัดน้ำเสียรวมจาก ส้วม การอาบ และการซักล้างจากบ้านพักที่มีผู้อยู่อาศัย 20 คน ใช้เวลากักพักบ่อละ 24 ชม. ภาระอินทรีย์ของบ่อกรองไร้อากาศเท่ากับ 2 กิโลกรัมบีโอดี/ลูกบาศก์เมตรของช่องว่างตัวกลาง/วัน วัสดุที่ใช้เป็นตัวกลางในบ่อกรองไร้อากาศเป็นวงแหวนพลาสติด ซึ่งมีช่องว่างประมาณร้อยละ 95-98 พบว่าน้ำทิ้งที่ออกจากระบบมีค่าเอสเอส ซีโอดี บีโอดี ไนโตรเจนรวม แอมโมเนีย-ไนโตรเจนและออร์กานิก-ไนโตรเจนเท่ากับ 16, 76, 33, 37, 32 และ 5 มก./ล. ตามลำดับ

ทวีศักดิ์ นิมาพันธ์ [3] ได้ศึกษาระบบถังเกรอะและกรองไร้อากาศในการบำบัดน้ำทิ้งจากบ้านพักอาศัยเพื่อใช้ทดแทนบ่อซึมซึ่งไม่สามารถใช้งานได้ในบางพื้นที่ โดยใช้จำลองรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 20 ซม.และ 25 ซม.วางซ้อนกัน มีความสูงทั้งหมด 70 ซม. ชั้นในเป็นถังเกรอะ ส่วนชั้นนอกใส่ตัวกลางพลาสติด ลึก 9 ซม. รับน้ำเสียจากชุมชนห้วยขวางซึ่งมีความเข้มข้นบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 139.6 มก./ล. ด้วยอัตราไหล 15 ลิตร/วัน ระบบฯมีประสิทธิภาพรวมในการกำจัดบีโอดีเฉลี่ยเท่าร้อยละ 82.3 ที่เวลากักเก็บรวมของระบบฯ 1.4 วัน ถังเกรอะมีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีโดยเฉลี่ยร้อยละ 65.3 ที่เวลากักเก็บ 14 ชม. ส่วนตัวกรองไร้อากาศมีภาระอินทรีย์ 0.59 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน มีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีโดยเฉลี่ยร้อยละ 50.6 น้ำเสียที่ผ่านจากระบบบำบัดจำลองมีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 24.8 มก./ล.

3.3 รูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน

การบำบัดสิ่งเจือปนต่างๆที่มีอยู่ในน้ำเสียจากชุมชน เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาภาวะมลพิษทางน้ำ มีอยู่ 2 รูปแบบคือ

- ระบบบำบัดน้ำเสียศูนย์กลาง : น้ำเสียชุมชนจากที่ต่างๆจะถูกรวบรวมและส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียศูนย์กลางซึ่งเป็นระบบที่ใหญ่ มีบุคคลากรควบคุมดูแล ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบได้ การเคหะแห่งชาติและเทศบาลเมืองพัทยาก็เป็นหน่วยงานหนึ่งที่ใช้ระบบนี้อยู่ในปัจจุบัน

- ระบบบำบัดน้ำเสียประกอบในที่ : น้ำเสียชุมชนจะถูกบำบัดในที่ที่เกิดน้ำเสียเลย ระบบนี้เป็นระบบขนาดเล็กไม่มีบุคคลากรควบคุมดูแล อาศัยการย่อยสลายโดยแบกทีเรียแต่เพียงอย่างเดียวในการบำบัดน้ำเสีย ทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบได้ ระบบบ่อเกรอะซึมซึ่งเป็นระบบที่ใช้บำบัดน้ำเสียจากส้วมในประเทศไทยเป็นส่วนใหญ่ก็เป็นประเภทหนึ่งในระบบบำบัดน้ำเสียประกอบในที่

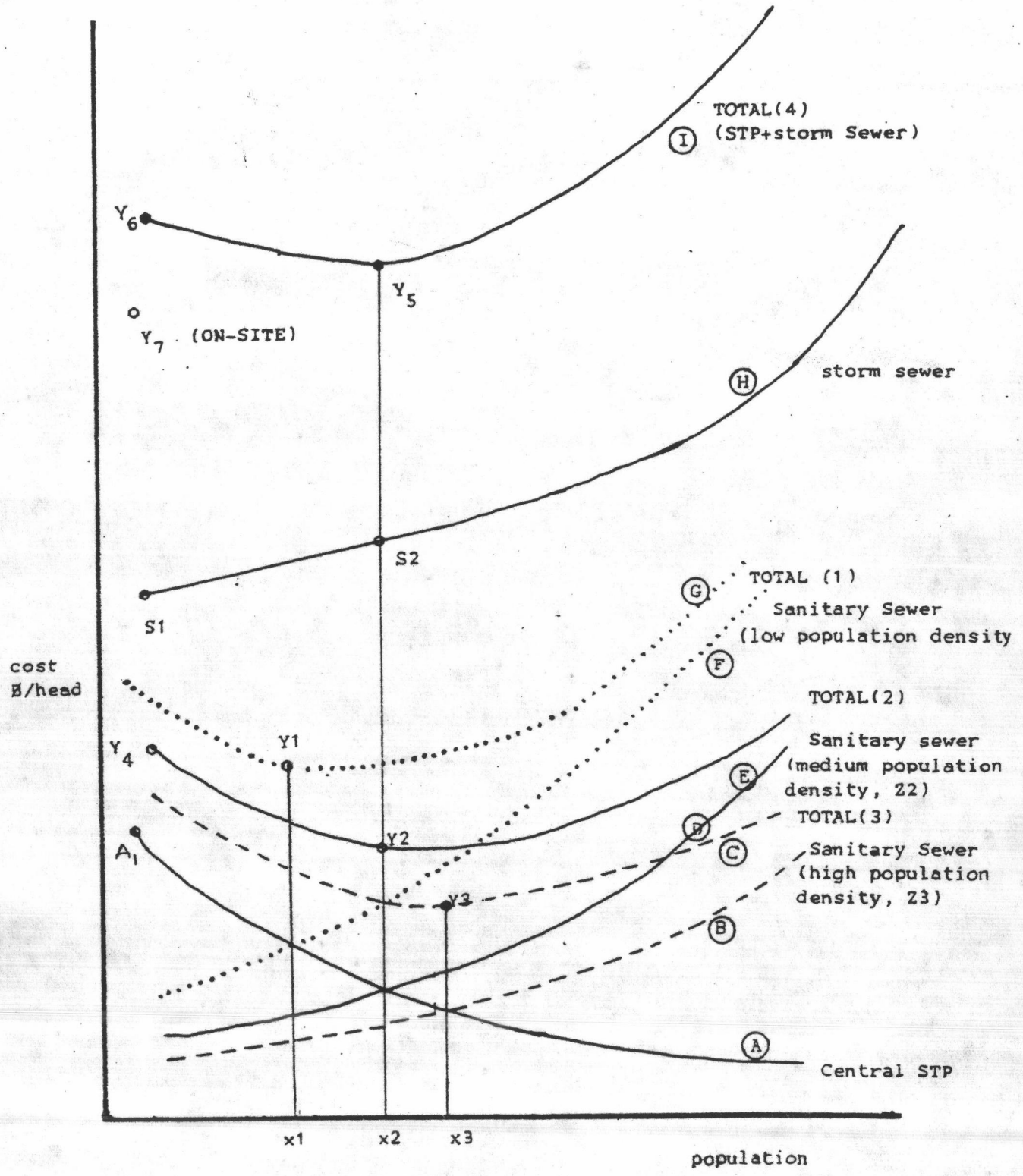
3.3.1 เศรษฐศาสตร์ของการบำบัดน้ำเสียชุมชน

น้ำเสียจากชุมชนเป็นสาเหตุหลักประการหนึ่งที่ก่อให้เกิดภาวะมลพิษทางน้ำดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อบำบัดน้ำเสียจากชุมชนให้มีคุณภาพดีขึ้นก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ เมื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียมีด้วยกันสองส่วนใหญ่ๆคือ[๔๑]

- ระบบระบายน้ำเสียออกจากชุมชนไปยังระบบบำบัด
- ระบบบำบัดน้ำเสีย

ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย(หรือต่อคน)ของระบบทั้งสองเทียบกับจำนวนประชากรที่ระบบฯให้การบริการได้แสดงในรูปที่ 3.2 เส้น A คือ ราคาค่าลงทุนต่อคนสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง ซึ่งจะลดลงเมื่อมีประชากรมากขึ้น ส่วนเส้น D เป็นเส้นแสดงค่าลงทุนสำหรับระบบระบายน้ำสำหรับชุมชนที่ความหนาแน่นหนึ่ง (ในที่นี่สมมุติให้เป็น Z_2 หรือความหนาแน่นปานกลาง) เมื่อรวมเส้น A และเส้น D เข้าด้วยกันจะได้เป็นเส้น E หรือราคาของระบบทั้งหมด ซึ่งจะมีจุดที่เสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด(Y_2) ที่จำนวนประชากรหนึ่ง(ในที่นี้คือ X_2) สำหรับความหนาแน่นปานกลาง

หากความหนาแน่นของประชากรสูงขึ้น(Z_3) จำนวนประชากรที่เท่ากันจะอยู่ในเขตพื้นที่ที่น้อยกว่าค่าใช้จ่ายด้านท่อระบายน้ำจึงถูกกว่ากรณีข้างต้น (ได้เป็นเส้น B แทนเส้น D) แต่ราคาระบบบำบัดน้ำเสียยังคงเดิม(เส้น A) เมื่อนำราคาของทั้งสองระบบ(A และ B)มารวมกันจะได้เป็นเส้น C และจุดเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดเท่ากับ Y_3 ที่จำนวนประชากร X_3 คน ในทำ



รูปที่ 3.2 ค่าใช้จ่ายต่อคนของระบบบำบัดแบบศูนย์กลางและแบบประกอบในที่เทียบกับจำนวนประชากรที่ใช้บริการ[69]

นองตรงข้าม ถ้าประชากรเบาบางลง (Z_1) จะได้เส้น A รวมกับเส้น F เป็นเส้น G และได้จุดค่าใช้จ่ายต่ำสุดที่ Y_1 ที่ประชากร X_1 คน

เห็นได้ว่าเมื่อความหนาแน่นของประชากรสูงขึ้น (จาก Z_1 ไปเป็น Z_2 และ Z_3) ค่าใช้จ่ายต่ำสุดของโครงการเมื่อเทียบต่อคนจะลดลง (จาก Y_1 ลดลงเป็น Y_2 และ Y_3 ตามลำดับ) ดังนั้นระบบบำบัดแบบศูนย์กลางจะมีข้อได้เปรียบก็ต่อเมื่อความหนาแน่นของประชากรอยู่ในเกณฑ์สูง และต้องสูงเกินค่าระดับต่ำสุดค่าหนึ่ง ค่าระดับต่ำสุดนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และผังเมืองของแต่ละชุมชน

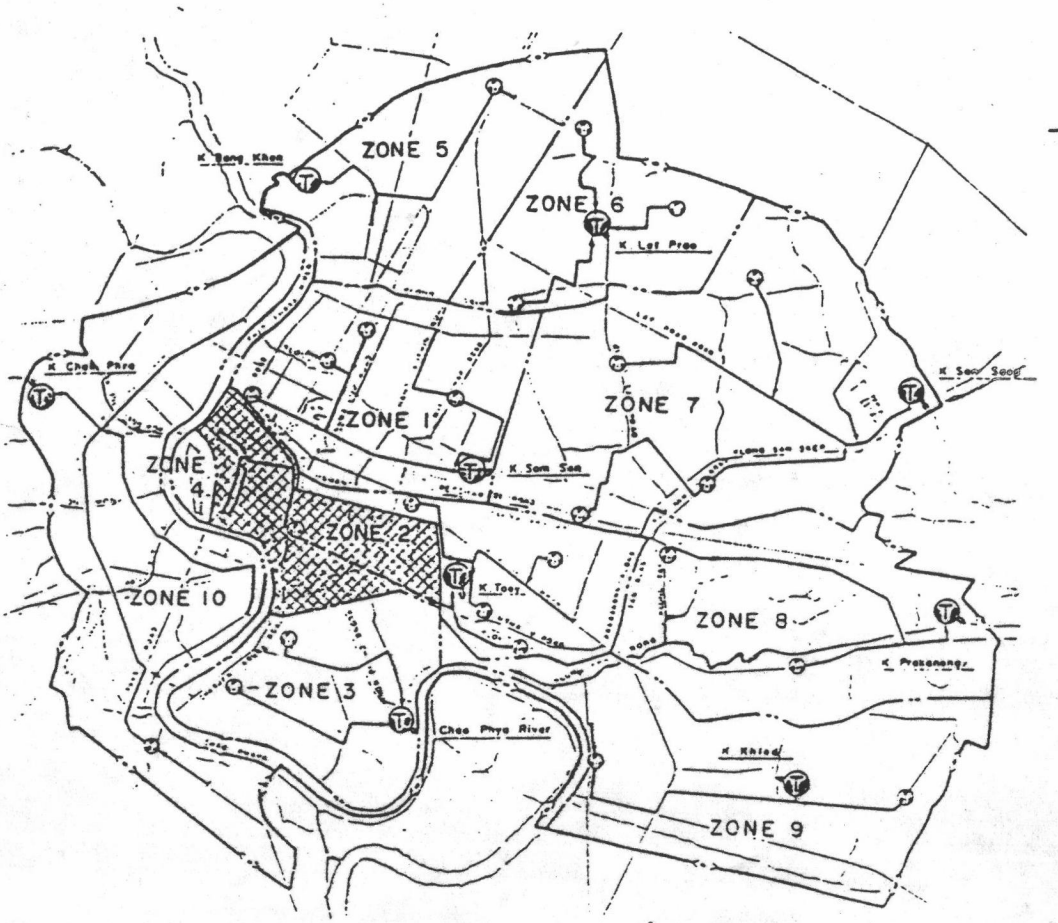
กรุงเทพมหานครโดยความร่วมมือขององค์การร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น(ไจก้า) ได้ทำการศึกษาหามาตรการบำบัดน้ำเสียของชุมชนในกรุงเทพมหานคร โดยได้ทำการแบ่งพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครเป็น 10 ย่าน(ดูรูปที่ 3.3) และคำนวนหาค่าลงทุนสำหรับระบบกำจัดน้ำเสียศูนย์กลางสำหรับย่านต่างๆเหล่านี้ ได้สรุปผลดังแสดงในรูปที่ 3.4 ซึ่งก็สอดคล้องกับที่ได้กล่าวมาแล้ว เห็นได้ว่าความหนาแน่นของประชากรสำหรับกรุงเทพมหานครต้องเกินกว่า 150 คนต่อเฮคทาร์ จึงจะเหมาะสมที่จะลงทุนสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบศูนย์กลาง โดยมีค่าลงทุนประมาณ 3,000-4,000 บาทต่อคน ถ้าความหนาแน่นของประชากรน้อยกว่านี้ค่าลงทุนต่อหน่วยจะเพิ่มมากขึ้นจนเป็น 2 เท่า เมื่อความหนาแน่นลดลงเหลือ 100 คนต่อเฮคทาร์

3.3.2 ระบบบำบัดแบบศูนย์กลางเทียบกับระบบประกอบในที่

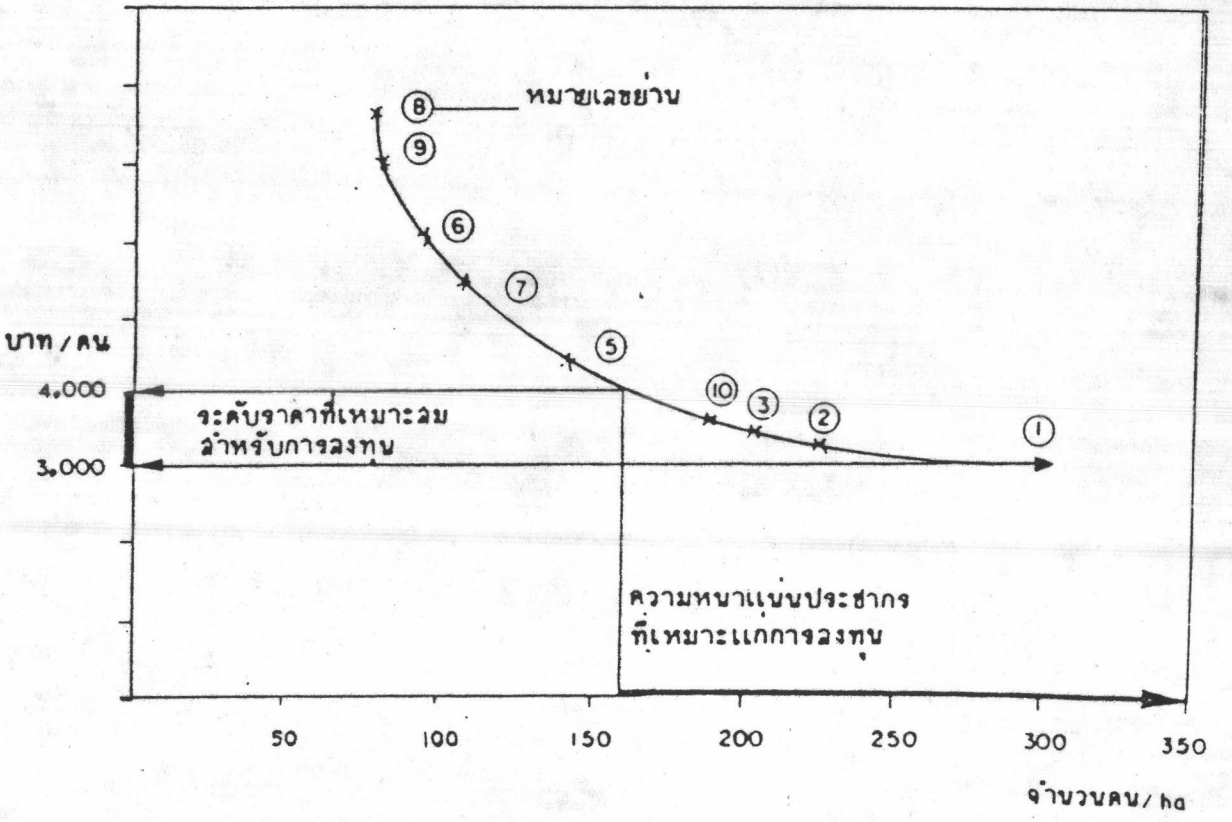
จากข้อมูลการสรุปความหนาแน่นของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครนับถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2530 (ดูตารางที่ 3.1) เห็นได้ว่ามีอีก 13 เขต (ที่มีดอกจันทร์แสดงประกอบอยู่) ในจำนวนทั้งหมด 24 เขต ที่มีความหนาแน่นของประชากรน้อยกว่า 150 คน/เฮคทาร์ที่ต้องการ กล่าวคือ 13 เขตนี้ไม่อยู่ในข่ายที่มีสภาพที่จะลงทุนกำจัดน้ำโสโครก และนับประชากรได้ 3,415,474 คน หรือ 61.1 % ของประชากรในกรุงเทพมหานคร

ดังนั้นถ้ากรุงเทพมหานคร ดำริที่จะก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียศูนย์กลางขึ้นและสามารถดำเนินการได้จนแล้วเสร็จจริงตามแผน(ในทางปฏิบัติเป็นไปได้ยากมากในภาวะการณ์ปัจจุบัน) ก็จะบำบัดน้ำเสียได้เพียง 39 % ของประชากร การแก้ไขปัญหาภาวะมลพิษทางน้ำอาจจะยังไม่สัมฤทธิ์ผลได้ เพราะความสกปรกจากอีก 61 % ของประชากร ยังไม่ได้รับการดูแลอย่างถูกต้อง

ตารางที่ 3.2 เป็นความหนาแน่นประชากรของเทศบาลที่สำคัญและใหญ่ที่สุดในประเทศ เห็นได้ว่าไม่มีเทศบาลใดเลยที่มีความหนาแน่นเกิน 150 คน/เฮคทาร์ ดังนั้นถ้ายึด



รูปที่ 3.3 สิบย่านย่อยภายใต้โครงการศูนย์บำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร [70]



รูปที่ 3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรกับระดับราคาการลงทุนเพื่อสร้างระบบศูนย์บำบัดน้ำเสียในเขตกรุงเทพมหานคร [70]

ตารางที่ 3.1 ความหนาแน่นของประชากรในกรุงเทพมหานคร (สิ้นสุด 31 ธันวาคม 2530)

ลำดับที่	เขต	จำนวนประชากร(คน)	พื้นที่(เฮคตาร์)	ความหนาแน่น (คน/เฮคตาร์)
1	พระนคร	104,791	553.6	189.3
2	ป้อมปราบศัตรูพ่าย	83,412	193.1	432.0
3	ปทุมวัน	145,110	836.9	173.4
4	สัมพันธวงศ์	50,089	141.6	353.7
5	บางรัก	88,554	553.6	160.0
6*	ยานนาวา	414,235	3,690.9	112.2
7	ดุสิต	561,979	2,221.0	253.0
8	พญาไท	350,780	2,111.0	166.2
9	ห้วยขวาง	262,262	940.0	279.0
10*	พระโขนง	650,572	14,355.5	45.3
11*	บางเขน	581,508	16,931.0	34.3
12*	บางกะปิ	442,420	15,878.1	27.9
13*	หนองจอก	60,142	23,626.1	2.5
14*	มีนบุรี	81,110	17,433.1	4.7
15*	ลาดกระบัง	63,875	12,385.9	5.2
16	ธนบุรี	274,949	862.6	318.7
17	คลองสาน	146,781	605.1	242.6
18*	บางกอกน้อย	279,324	2,330.4	127.6
19	บางกอกใหญ่	108,171	618.0	175.0
20*	ภาษีเจริญ	237,572	5,394.7	43.9
21*	ราษฎร์บูรณะ	154,177	4,287.4	36.0
22*	หนองแขม	65,822	4,828.3	13.6
23*	บางขุนเทียน	286,165	18,115.6	15.8
24*	ตลิ่งชัน	98,552	7,969.6	12.4

ที่มา : สำนักงานกลางทะเบียนราษฎร์ กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

* คือ เขตที่มีความหนาแน่นของประชากรมากกว่า 150 คน/เฮคตาร์

ตารางที่ 3.2 ความหนาแน่นของประชากรในเขตเทศบาลใหญ่ของประเทศไทย

ลำดับ	เทศบาลเมือง	ประชากร(คน)	พื้นที่ (เฮคตาร์)	ความหนาแน่น(คน/เฮคตาร์)
1	นนทบุรี	50,506	28.6	144.3
2	สมุทรปราการ	81,668	12.6	102.8
3	อุดรธานี	82,192	12.1	99.0
4	ชัยภูมิ	24,572	34.7	85.3
5	สมุทรสาคร	67,508	12.4	83.6
6	นครปฐม	43,215	18.9	81.8
7	ราชบุรี	82,067	9.5	78.1
8	ศรีสะเกษ	21,861	30.7	67.1
9	ลพบุรี	55,734	11.1	61.8
10	หนองคาย	23,939	22.2	53.2
11	ตราด	13,237	39.7	52.5
12	นครศรีธรรมราช	110,396	4.6	51.2
13	ลำปาง	43,826	11.1	48.7
14	ชุมพร	19,296	22.7	43.9
15	น่าน	23,711	18.5	43.9
16	สุโขทัย	43,746	10.0	43.9
17	พิษณุโลก	78,059	5.5	42.8
18	ปัตตานี	49,952	8.1	40.7
19	นครราชสีมา	277,257	1.5	40.5
20	เชียงใหม่	160,696	2.5	40.2

ที่มา : กองวางแผนทรัพยากรมนุษย์ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

เกณฑ์ความหนาแน่นประชากรดังกล่าวเป็นหลัก ผู้รับผิดชอบของรัฐก็จะไม่สามารถลงทุนสร้างระบบบำบัดน้ำเสียศูนย์กลางได้เลย ในเทศบาลอื่นๆนอกเหนือไปจากบางเขตที่มีประชากรหนาแน่นมากของกรุงเทพมหานคร

ด้วยเหตุนี้ระบบบำบัดน้ำเสียติดกับที่จึงได้รับความสนใจมากขึ้น ระบบบำบัดน้ำเสียติดกับที่นี้มีข้อได้เปรียบระบบบำบัดน้ำเสียศูนย์กลางอยู่หลายประการ คือ

ก. รัฐบาลไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะสร้างระบบบำบัดน้ำเสียศูนย์กลาง กรุงเทพมหานครได้เคยวางแผนออกแบบก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียศูนย์กลาง สำหรับเขตที่ศักยภาพสูงที่สุด และได้ออกแบบจนถึงขนาดวางผังตัวระบบน้ำเสียนี้แล้ว[11] แต่ก็ไม่สามารถดำเนินงานต่อได้ด้วยขาดงบประมาณสนันสนุนจำนวนมหาศาลและเจ้าของสถานที่(โรงงานยาสูบ)ไม่อนุมัติให้ใช้สถานที่ ผิดกับระบบติดกับที่ ซึ่งเจ้าของอาคารต้องรับผิดชอบที่จะแบ่งหรือกันที่ไว้สำหรับกรณีนี้เองและงบลงทุนก็ไม่เป็นจำนวนมหาศาลในครั้งเดียว ความเป็นไปได้ในการดำเนินงานจึงสูงกว่าระบบบำบัดน้ำเสียศูนย์กลางเป็นอย่างมาก

ข. ในปัจจุบันระบบบำบัดน้ำเสียติดกับที่ได้มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆมาพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูงขึ้น ระบบติดกับที่ประเภทสำเร็จรูปและขนาดเล็กมีใช้กันมากในประเทศญี่ปุ่น ในประเทศไทยก็ได้มีผู้ผลิตและสั่งระบบสำเร็จรูปมาจำหน่ายแล้ว ตารางที่ 3.3 และ 3.4 เป็นลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกจากระบบติดกับที่แบบแอโรบิก[3] และแอนแอโรบิก[12] ตามลำดับ เห็นได้ว่าน้ำทิ้งมีลักษณะพอจะเทียบได้กับมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนที่กำหนดโดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ค. ระบบติดกับที่ใช้งบลงทุนไม่สูงเกินไปนัก[4] เดิมทีเดียวเข้าใจกันว่าระบบติดกับที่ซึ่งมักมีขนาดเล็กมีราคาลงทุนต่อหน่วยสูงกว่าระบบแบบศูนย์กลาง (ดูรูปที่ 3.2) คือค่า Y_4 สูงกว่าค่า Y_2 สำหรับชุมชนที่มีความหนาแน่นประชากรเท่ากัน แต่หากพิจารณาเพิ่มเติมว่าในชุมชนนั้นๆจำต้องมีระบบระบายน้ำฝนด้วย(เส้น H) ราคารวมทั้งหมด(เส้น H+เส้น E)จะเป็นเส้น I ซึ่งระบบเล็กๆ(Y_6) ก็จะมีราคาที่สูงกว่าจุดที่เหมาะสม(Y_5) อยู่เช่นเดิม อย่างไรก็ตามหากพิจารณาเฉพาะระบบติดกับที่ซึ่งไม่เป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านท่อระบายน้ำเสียด้วยแล้ว จะได้ราคารวมเป็นค่า A_1 บวกกับ S_1 ได้เป็น Y_7 (ซึ่งน้อยกว่า Y_6) ค่า Y_6 นี้อาจน้อยกว่าหรือเท่ากับหรือมากกว่า ค่า Y_5 ก็ได้ทั้งสิ้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของเส้น H กับเส้น E ที่เกี่ยวข้อง แต่อย่างน้อยก็ได้ชี้ให้เห็นว่าระบบติดกับที่ไม่ได้มีราคารวมทั้งสิ้นแพงอย่างที่คิดกันมา

ง. ในกรณีที่สร้างเป็นระบบศูนย์กลางมักมีปัญหาด้านการจัดการภายหลัง ด้วย

ตารางที่ 3.3 คุณภาพน้ำทิ้งจากถังบำบัดสำเร็จรูปขนาดเล็กชนิดแอโรบิก [3]

ข้อมูล	ขนาดรุ่น (คน)					ทุกรุ่น
	10	15	22	50	100	
จำนวนข้อมูล	39	7	7	19	5	80
บีโอดี : ช่วง	4-183	34-95	11-46	4-658	5-97	4-658
เฉลี่ย	49	59	26	68	26	54
50% Prob.	19	58	23	28	38	25
ซีโอดี : ช่วง	16-1015	44-202	27-210	18-2040	12-273	12-2040
เฉลี่ย	175	117	78	231	123	173
50% Prob.	77	100	54	64	70	58
เอสเอส : ช่วง	3-122	10-157	8-31	5-1410	1-160	1-141
เฉลี่ย	93	56	19	150	53	94
50% Prob.	25	-	19	26	20	17

ตารางที่ 3.4 ลักษณะสมบัติเฉลี่ยของน้ำออกจากระบบเซพติก-บ่อกรองแอนแอโรบิก [12]

ข้อมูล	ชุมชน 50 คน	อาคารที่ทำงาน 20 คน
พีเอช	7.2	7.3
บีโอดี (มก./ล.)	39.2	32.9
ซีโอดี (มก./ล.)	99.8	76
ทีเคเอ็น (มก./ล.)	37	37.2
เอสเอส (มก./ล.)	13.7	15.8

ไม่สามารถเรียกเก็บเงินบำรุงรักษาระบบฯจากชุมชนได้ง่ายนัก เทศบาลเมืองพัทยาและการเคหะแห่งชาติก็กำลังประสบปัญหานี้อย่างมากในปัจจุบัน

จ.จากตารางที่ 3.1 และ 3.2 เห็นได้ชัดว่าคนส่วนใหญ่ของประเทศยังอยู่กันอย่างกระจัดกระจายและไม่คุ้มทุนที่จะสร้างระบบแบบศูนย์กลาง ระบบประกอบในที่จึงเป็นทางเลือกทางเดียวที่เหลืออยู่

ฉ.ระบบประกอบในที่สามารถใช้งานได้ทันที เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีระดับปานกลางไปจนถึงระดับต่ำ และไม่ต้องใช้งบลงทุนในครั้งเดียวเป็นจำนวนมหาศาลจึงสามารถ นำไปใช้ได้ทันทีที่เทศบาลหรือองค์กรของรัฐยอมรับในหลักการ

ส่วนข้อเสียของระบบประกอบในที่ก็มีอยู่บ้างที่สำคัญคือ ระบบประกอบในที่เป็นระบบขนาดเล็ก จึงขาดผู้ดูแลที่มีประสบการณ์และอุปกรณ์สนับสนุน การทำงานของระบบฯจึงขึ้นอยู่กับสิ่งที่ควบคุมไม่ได้หลายประการ เช่น อัตราไหลของน้ำเสีย ภาระอินทรีย์ที่แปรผัน น้ำทิ้งที่ออกไปจึงอาจไม่ได้ตามมาตรฐานในบางกรณี (ดูข้อมูลสูงสุดในตารางที่ 3.3)

3.3.3 วิธีการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำที่เกิดจากน้ำเสียชุมชน

เห็นได้ว่าระบบฯทั้งแบบศูนย์กลางและชนิดประกอบในที่ต่างก็มีข้อดีและข้อเสียในตัวของมันเอง การที่จะกล่าวว่าระบบใดดีกว่าระบบใด ต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วนถึงสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และมาตรฐานการกินอยู่ของสังคมนั้นๆ อย่างไรก็ตามจากข้อมูลที่ชี้ให้เห็นข้างต้นนั้น วิธีการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำที่เกิดจากน้ำเสียชุมชนสำหรับประเทศไทยก็คือ การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียประกอบที่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งคาดว่าคุณภาพน้ำในแหล่งรับน้ำจะดีขึ้นตามไปด้วย ต่อเมื่อชุมชนขยายตัวขึ้นและจำเป็นต้องสร้างระบบบำบัดน้ำเสียศูนย์กลาง ก็ให้ชุมชนนั้นๆ ต่อท่อทิ้งออกจากระบบประกอบในที่ของตนลงสู่ระบบท่อระบายน้ำเสียรวมที่นำน้ำเสียไปสู่ระบบศูนย์กลางต่อไป