บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรเชิงปริมาณ ได้แก่

1) ปริมาณน้ำใช้ คือปริมาณน้ำที่นำมาอุปโภคในชีวิตประจำวัน โดยสัมพันธ์กับชนิดของเครื่องสุขภัณฑ์ที่ใช้ และความถี่ของการใช้

2) ปริมาณน้ำเสีย คือ ปริมาณน้ำที่ผ่านการใช้แล้วจากเครื่องสุขภัณฑ์ และไหลลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย โดยจะมีการสูญเสียไปในระหว่างที่จะเข้าสู่ระบบประมาณร้อยละ 20 ของน้ำที่ใช้ทั้งหมด

3) ปริมาณน้ำฝน คือ ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรน้ำตามธรรมชาติ ที่สามารถกักเก็บเพื่อนำมาใช้สำหรับอุปโภคและบริโภคในชีวิตประจำวัน

4) ปริมาณขยะ คือ ปริมาณสิ่งปฏิกูลที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าและก๊าซหุงต้ม

5) ปริมาณการใช้พลังงาน คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าและก๊าซหุงต้ม ที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละวัน

ประชากรเชิงคุณภาพ ได้แก่

1) คุณภาพของน้ำเสียที่เหมาะสมต่อระบบบำบัดน้ำเสียและระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

2) ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบไม่เติมอากาศและระบบเติมอากาศ

คุณภาพของน้ำที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบไปด้วย

- ค่า pH ของน้ำ
- ค่าอุณหภูมิของน้ำ
- ค่า BOD ของน้ำ
- ค่า COD ของน้ำ
- ค่า TS ในน้ำ
- ปริมาณ Sulfide ในน้ำ
- ค่า TKN ในน้ำ
- ปริมาณ TP ในน้ำ
- ค่า FOG ในน้ำ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ปริมาณน้ำใช้ หาได้จากสมการดังต่อไปนี้

ปริมาณน้ำใช้ = Σ(ปริมาณที่ต้องการต่อครั้งของเครื่องสุขภัณฑ์ x ความถี่ของการใช้)

ตารางที่ 3.1 แสดงปริมาณน้ำใช้ต่อวัน

จำนวนผู้ใช้อาคาร (คน)	ปริมาณน้ำใช้					
	ชนิดของเครื่องสุขภัณฑ์	ปริมาณที่ต้องการต่อครั้ง (ลิตร)	ความถี่ของการใช้ต่อวัน (ครั้ง)	ปริมาณน้ำใช้ต่อคน (ลิตร)	ปริมาณน้ำใช้รวม (ลิตร)	
1	(1)อ่างซักล้างทั่วไป	5	4	20	200	280
	(2)อ่างล้างหน้า	10	2	20		
	(3)อ่างอาบน้ำ	60	1	60		
	(4)ฝักบัวอาบน้ำ	50	2	100		
	(5)ฝักบัวชำระ	1	5	5	50	
	(6)โถปัสสาวะ (ถังฟลัช)	5	5	25		
	(7)โถส้วม (ถังฟลัช)	20	1	20		
	(8)อ่างล้างภาชนะ	10	3	20	30	

สรุปได้ว่า ปริมาณน้ำใช้สำหรับการชำระล้างทั่วไป = 200 ลิตร/คน-วัน

ปริมาณน้ำใช้สำหรับส้วม= 50 ลิตร/คน-วัน

ปริมาณน้ำใช้สำหรับครัว= 30 ลิตร/คน-วัน

ปริมาณน้ำใช้รวม = 280 ลิตร/คน-วัน

ปริมาณน้ำเสีย หาได้จากสมการดังต่อไปนี้

ปริมาณน้ำเสีย = ปริมาณน้ำใช้ x 80%

สมการข้างต้นเป็นการคำนวณหาปริมาณน้ำเสียโดยการประมาณการจากปริมาณน้ำใช้ของอาคารประเภทพักอาศัยโดยทั่วไป ที่อาจมีการสูญเสียของน้ำไปก่อนเข้าสู่ระบบสุขาภิบาล แต่สำหรับระบบสุขาภิบาลสร้างพลังงานนี้จะไม่มีการสูญเสียของน้ำก่อนเข้าสู่ระบบ และมีการแยกส่วนน้ำเสีย เป็นน้ำเสียจากการชำระล้างทั่วไปที่ไม่มีการสูญเสียของน้ำก่อนเข้าสู่ระบบ น้ำโสโครกที่ไม่มีการสูญเสียของน้ำก่อนเข้าสู่ระบบ และน้ำเสียจากครัวที่ไม่มีการสูญเสียของน้ำก่อนเข้าสู่ระบบ อีกทั้งไขมันที่ไม่ต้องถูกดักออกจากน้ำเสียแต่มีการใช้แบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายไขมันได้เป็นการเพิ่มค่าความเข้มข้นให้กับน้ำเสีย ก่อนที่จะเข้าสู่ส่วนผลิตก๊าซชีวภาพและส่วนบำบัดน้ำเสียในขั้นต่อไป

จากข้อมูลปริมาณน้ำใช้ข้างต้น จะได้ว่า

ปริมาณน้ำใช้สำหรับการชำระล้างทั่วไป	= 200	ลิตร/คน-วัน
ปริมาณน้ำเสียจากการชำระล้างทั่วไป	= 200 x 100%	ลิตร/คน-วัน
	= 200	ลิตร/คน-วัน
ปริมาณน้ำใช้สำหรับส้วม	= 50	ลิตร/คน-วัน
ปริมาณน้ำโสโครก	= 50 x 100%	ลิตร/คน-วัน
	= 50	ลิตร/คน-วัน
ปริมาณน้ำใช้สำหรับครัว	= 30	ลิตร/คน-วัน
ปริมาณน้ำเสียจากครัว	= 30 x 100%	ลิตร/คน-วัน
	= 30	ลิตร/คน-วัน

สรุปได้ว่า ปริมาณน้ำเสียจากการชำระล้างทั่วไป = 200 ลิตร/คน-วัน

ปริมาณน้ำโสโครก = 50 ลิตร/คน-วัน

ปริมาณน้ำเสียจากครัว = 30 ลิตร/คน-วัน

ปริมาณน้ำที่สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ได้ = 280 ลิตร/คน-วัน

โดยที่ทำการจัดสรรน้ำหมุนเวียนไปเป็นน้ำใช้และน้ำรดต้นไม้ ดังนี้

น้ำหมุนเวียนเป็นน้ำใช้ = น้ำหมุนเวียนทั้งหมด x 90%

= 280 x 90%

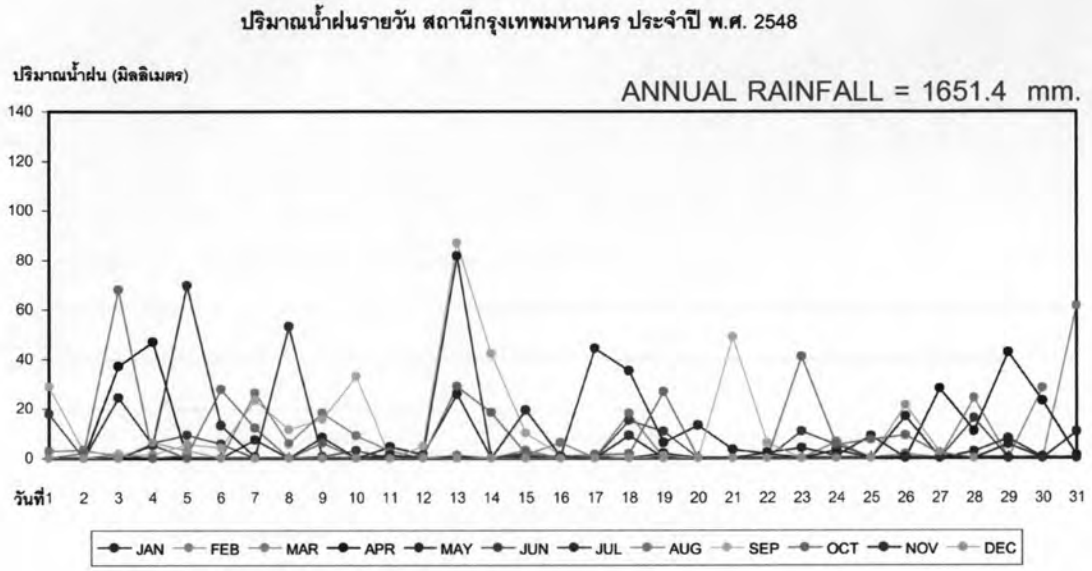
≈ 250 ลิตร/คน-วัน

น้ำหมุนเวียนเป็นน้ำรดต้นไม้ = น้ำหมุนเวียนทั้งหมด x 10%

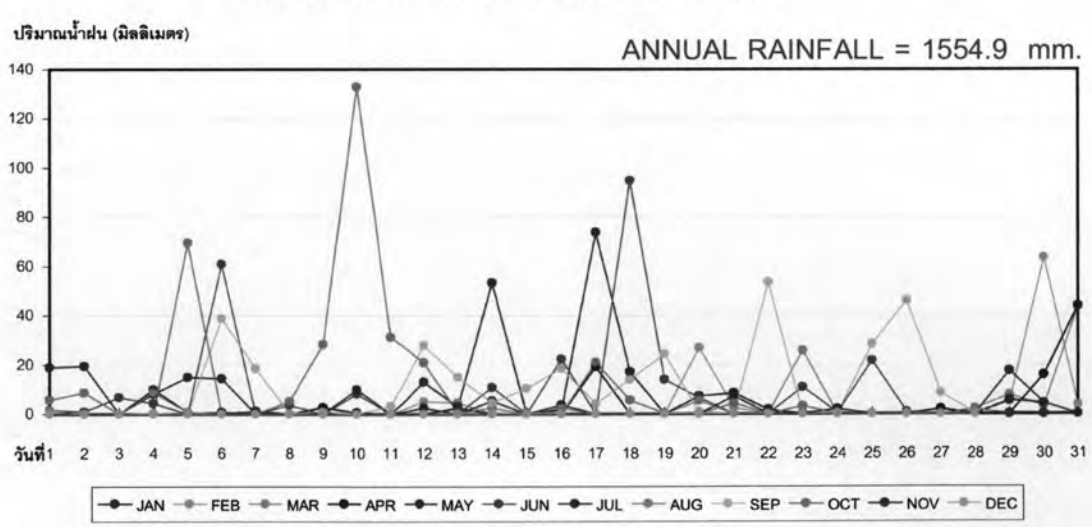
= 280 x 10%

≈ 30 ลิตร/คน-วัน

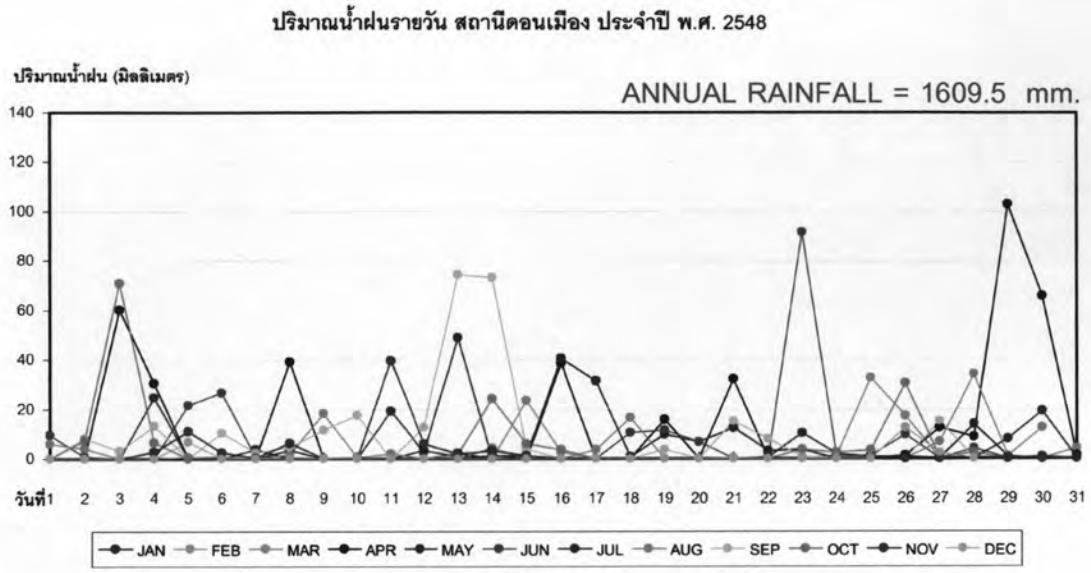
ปริมาณน้ำฝน เก็บรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันของกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีกรุงเทพมหานครและสถานีดอนเมือง ประจำปี พ.ศ. 2548-2549 ได้ข้อมูลดังนี้



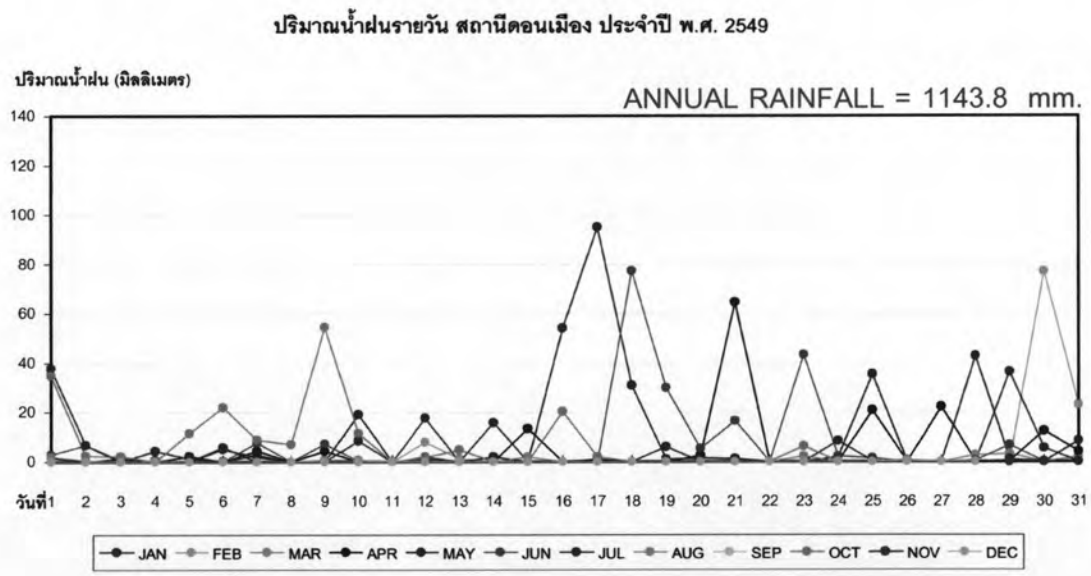
ภาพที่ 3.1 แสดงปริมาณน้ำฝนรายวันของกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีกรุงเทพมหานคร ประจำปี พ.ศ. 2548



ภาพที่ 3.2 แสดงปริมาณน้ำฝนรายวันของกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีกรุงเทพมหานคร ประจำปี พ.ศ. 2549



ภาพที่ 3.3 แสดงปริมาณน้ำฝนรายวันของกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีดอนเมือง ประจำปี พ.ศ. 2548



ภาพที่ 3.4 แสดงปริมาณน้ำฝนรายวันของกรมอุตุนิยมวิทยา สถานีดอนเมือง ประจำปี พ.ศ. 2549

จากข้อมูลดังกล่าวนำมาสรุปเป็นค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณได้ว่า

ปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งปี = 1500 มิลลิเมตร

จำนวนวันที่ฝนตก = 120 วัน

ซึ่งปริมาณน้ำฝนที่ต้องการสัมพันธ์กับปริมาณน้ำดื่ม ปริมาณน้ำใช้ และปริมาณน้ำหมุนเวียน ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงปริมาณน้ำฝนที่ต้องการต่อวัน

จำนวนผู้ใช้อาคาร (คน)	ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องการ		ปริมาณน้ำหมุนเวียน		ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการต่อวัน (ลิตร)
	ปริมาณน้ำใช้ (ลิตร)	ปริมาณน้ำดื่ม (ลิตร)	ปริมาณน้ำใช้หมุนเวียน (ลิตร)	ปริมาณปัสสาวะ (ลิตร)	
1	280	2	250	2	30

โดยที่ปริมาณน้ำใช้จากน้ำฝน = ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องการ - ปริมาณน้ำหมุนเวียน

สรุปได้ว่า ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการ = 30 ลิตร/คน-วัน

ปริมาณขยะ เป็นสารอินทรีย์ตั้งต้นสำหรับกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งขยะของระบบสุขาภิบาลสร้างพลังงานคือน้ำเสียจากส้วม น้ำเสียจากครัวหลังผ่านถังดักไขมันและย่อยสลายไขมันแล้ว รวมถึงเศษอาหารจากการปรุงอาหารและรับประทานอาหาร ดังนั้นปริมาณขยะจึงหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

ปริมาณขยะ = ปริมาณของเสียจากส้วม + ปริมาณของเสียจากครัว

ตารางที่ 3.3 แสดงปริมาณขยะต่อวัน

จำนวนผู้ใช้อาคาร (คน)	ปริมาณของเสียจากส้วม			ปริมาณของเสียจากครัว		ปริมาณขยะรวม (กิโลกรัม)
	ปริมาณน้ำเสียจากส้วม (ลิตร)	บัสสาวะ (กิโลกรัม)	อุจจาระ (กิโลกรัม)	ปริมาณน้ำเสียจากครัว (ลิตร)	ปริมาณเศษอาหาร (กิโลกรัม)	
1	50	2	0.2	30	1.5	83.7

สรุปได้ว่า ปริมาณขยะรวม ประมาณ 84 กิโลกรัม/คน-วัน

ปริมาณการใช้พลังงาน โดยที่พลังงานที่นำมาคำนวณคือพลังงานไฟฟ้าและก๊าซหุงต้ม ซึ่งสามารถทดแทนด้วยพลังงานก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบสุขาภิบาลสร้างพลังงาน สามารถหาปริมาณการใช้พลังงานได้จากสมการดังต่อไปนี้

1) พลังงานไฟฟ้า

$$E = P \times Time$$

เมื่อ E คือ พลังงานไฟฟ้า (วัตต์-ชั่วโมง)

P คือ กำลังไฟฟ้า (วัตต์)

Time คือ เวลาที่ใช้งาน (ชั่วโมง)

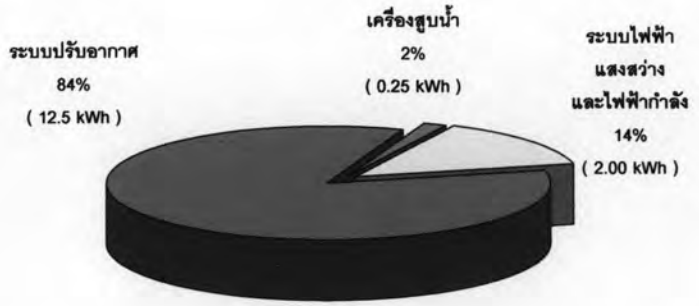
จากการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทำกิจกรรมต่างๆ ในช่วงเวลา 1 วัน ของคนปกติทั่วไปที่มีวิถีชีวิตแบบชุมชนเมืองและเปิดครื่องอากาศตลอดทั้งวัน สามารถสรุปเป็นตารางความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนต่อวัน

ช่วงเวลา	เครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	เวลา (ชั่วโมง)	พลังงานไฟฟ้า (วัตต์-ชั่วโมง)	ปริมาณพลังงาน (บีทียู)	ภาระเครื่องปรับอากาศ (บีทียู)
ตื่นนอน และรับประทานอาหารเช้า						
06:00-08:00	หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	36	2	72	245.66	79.25
	เครื่องปรับอากาศ*	700	2	1,120	3,821.44	-
	เครื่องทำน้ำร้อน	600	1	600	2,047.20	660.39
	รวม			1,792	6,114.30	739.63
ทำงาน						
08:00-12:00	หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	36	4	144	491.33	158.49
	เครื่องปรับอากาศ	700	4	2,240	7,642.88	-
	คอมพิวเตอร์	100	3	300	1,023.60	330.19
	รวม			2,684	9,157.81	488.69
รับประทานอาหารกลางวัน						
12:00-13:00	หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	36	1	36	122.83	39.62
	เครื่องปรับอากาศ	700	1	560	1,910.72	-
	รวม			596	122.83	39.62
ทำงาน						
13:00-18:00	หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	36	5	180	614.16	198.12
	เครื่องปรับอากาศ	700	5	2,800	9,553.60	-
	คอมพิวเตอร์	100	4	400	1,364.80	440.26
	รวม			3,380	11,532.56	638.37
รับประทานอาหารเย็น						
18:00-19:00	หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	36	1	36	122.83	39.62
	เครื่องปรับอากาศ	700	1	560	1,910.72	-
	รวม			596	122.83	39.62
พักผ่อน						
19:00-22:00	หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์	36	3	108	368.50	118.87
	เครื่องปรับอากาศ	700	3	1,680	5,732.16	-
	โทรทัศน์	70	3	210	716.52	231.14
	รวม			1,998	6,817.18	350.01
นอนหลับ						
22:00-06:00	เครื่องปรับอากาศ	700	8	3,360	11,464.32	-
	รวม			3,360	11,464.32	-
เครื่องสูบน้ำ		250	1	250	853.00	-
รวมพลังงานที่ใช้ตลอดวันสำหรับไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง				2,086		
รวมพลังงานที่ใช้ตลอดวันสำหรับเครื่องปรับอากาศ				12,320		
			รวมพลังงานที่ใช้ตลอดวัน	14,656	46,184.83	2,295.95

หมายเหตุ : * เครื่องปรับอากาศขนาด 8,000 บีทียู รุ่นประหยัดไฟเบอร์ 5 ค่า COP = 10.6 คิดเวลาเดินเครื่องทำงานเป็นร้อยละ 80 ของช่วงเวลาที่ใช้งาน

สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนต่อวัน



ภาพที่ 3.5 แสดงสัดส่วนความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนต่อวัน

2) พลังงานก๊าซหุงต้ม

ปริมาณก๊าซหุงต้มที่ใช้ในการปรุงอาหาร 1 จาน $= \frac{\text{ปริมาณก๊าซหุงต้มมาตรฐาน 1 ถัง}}{\text{จำนวนอาหารที่ทำได้ (จาน)}}$

$= \frac{15}{735}$ กิโลกรัม

$= 0.02$ กิโลกรัม

โดยที่ในช่วงเวลา 1 วัน คนปกติรับประทานอาหาร 3 มื้อ ดังนั้นสามารถสรุปเป็นความต้องการใช้พลังงานก๊าซหุงต้มต่อคน ได้ดังนี้

ปริมาณก๊าซหุงต้มที่ใช้ในการปรุงอาหาร 3 จาน $= 0.02 \times 3$ กิโลกรัม

$= 0.06$ กิโลกรัม

จากการคำนวณการใช้พลังงานในแต่ละวัน สามารถสรุปเป็นค่าเฉลี่ยได้ว่า

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง = 2.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/คน-วัน

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศ = 12.50 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/คน-วัน

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำ = 0.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/คน-วัน

ปริมาณพลังงานก๊าซหุงต้ม = 0.06 กิโลกรัม/คน-วัน

คุณภาพของน้ำเสียที่เหมาะสมต่อระบบบำบัดน้ำเสียและระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

รวบรวมข้อมูลได้ดังนี้

1) ระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 3.5 แสดงคุณภาพของน้ำเสียที่เหมาะสมต่อระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ

คุณภาพของน้ำเสีย	ช่วงค่าที่เหมาะสม
pH	6.8-8.0 [1]
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	37-40, 55 [1]
BOD (มิลลิกรัม/ลิตร)	50-10,000
COD (มิลลิกรัม/ลิตร)	100-20,000
TKN (มิลลิกรัม/ลิตร)	-
TP (มิลลิกรัม/ลิตร)	-
FOG (มิลลิกรัม/ลิตร)	-

หมายเหตุ : (1) เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, การบำบัดน้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: มิตรนราการพิมพ์, 2539)

2) ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

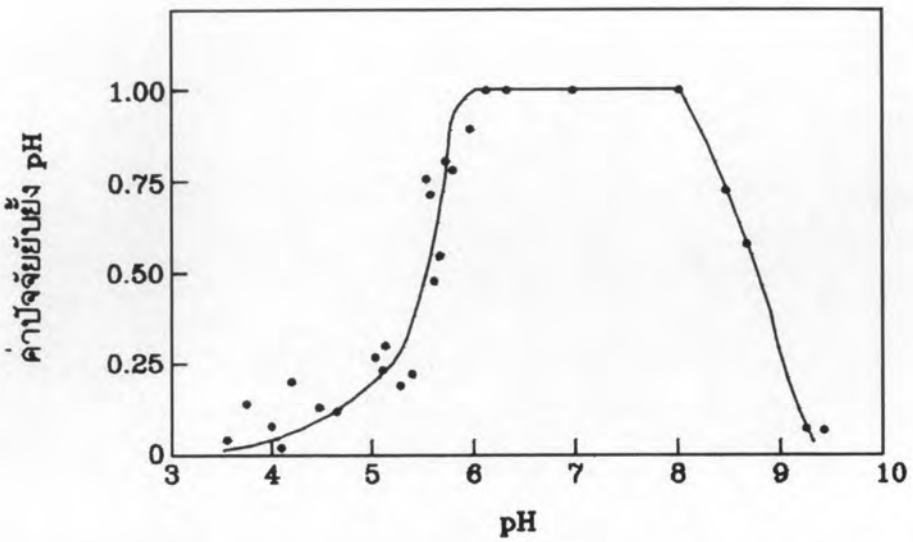
ตารางที่ 3.6 แสดงคุณภาพของน้ำเสียที่เหมาะสมต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

คุณภาพของน้ำเสีย	ช่วงค่าที่เหมาะสม
pH	6.8-7.2 [1],[2]
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	30-35 [3]
BOD (มิลลิกรัม/ลิตร)	20,000-50,000 [1]
COD (มิลลิกรัม/ลิตร)	40,000-100,000
TKN (มิลลิกรัม/ลิตร)	-
TP (มิลลิกรัม/ลิตร)	-
FOG (มิลลิกรัม/ลิตร)	-

หมายเหตุ : (1) เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, การบำบัดน้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: มิตรนราการพิมพ์, 2539)

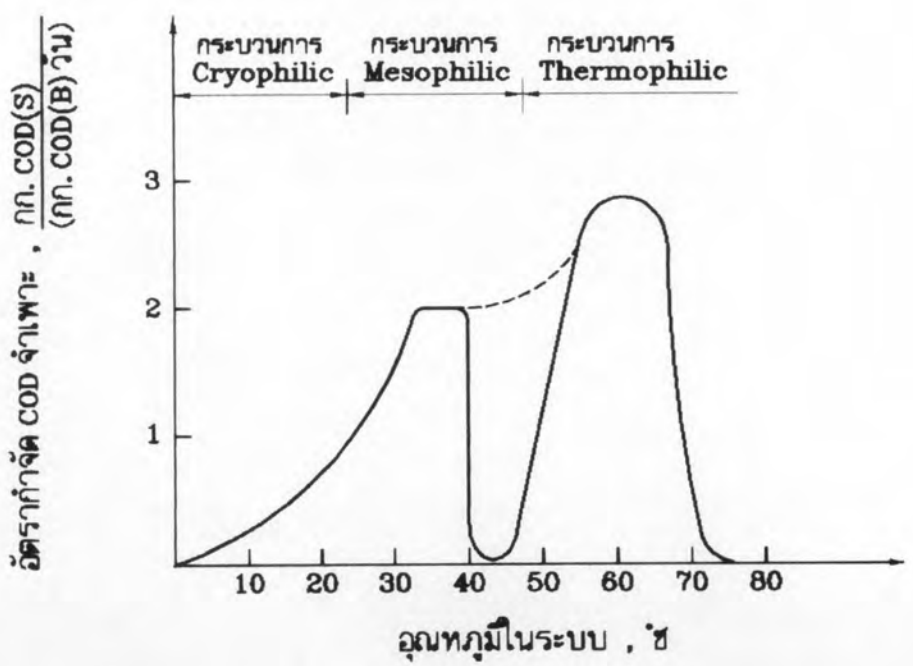
(2) เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 4, พิมพ์ครั้งที่ 1 (นนทบุรี: 2543)

(3) มั่นสิน และ มั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์, เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547)



ภาพที่ 3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปัจจัยยับยั้ง pH กับ pH ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

ที่มา : Mogens Henze, Poul Harremoes, Jes la Cour Jansen, and Erik Arvin, Wastewater Treatment, Biological and Chemical Process, 2nd Edition (Germany: 1997)



ภาพที่ 3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตรากำจัด COD จำเพาะ กับอุณหภูมิในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

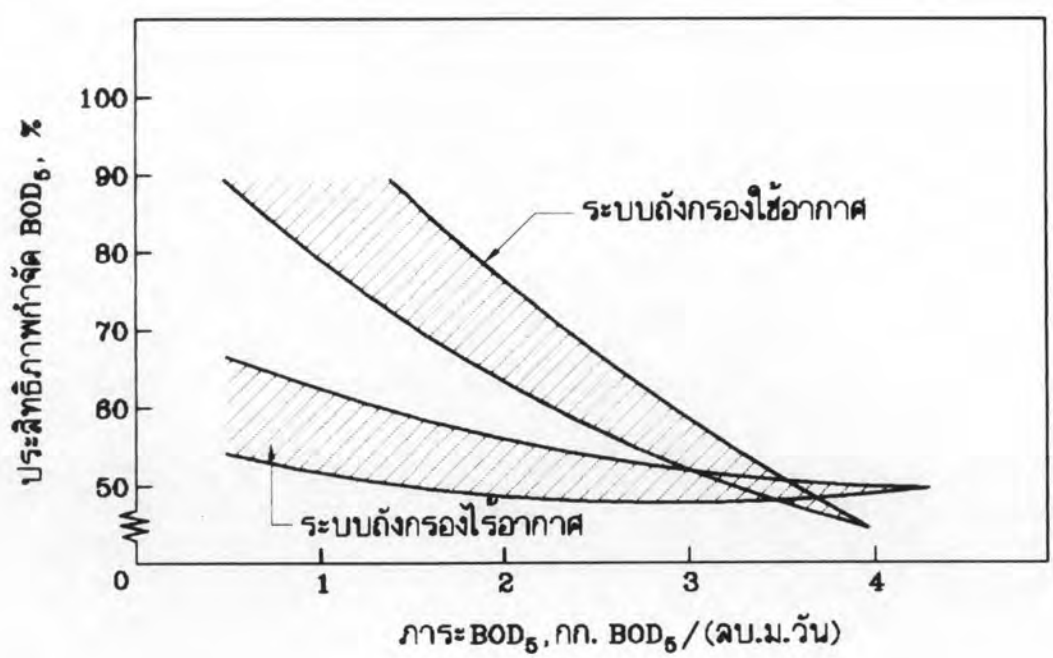
ที่มา : Clark, R.H., and Speece R.E., The pH Tolerance of Anaerobic Digestion, Proceedings of the 5th International Conference on Water Pollution Reserch (1971)

ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย รวบรวมข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 3.7 แสดงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆ

คุณภาพของน้ำ	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)				
	ตะแกรง	ถังเกรอะ	ถังดักไขมัน	ถังกรองไร้อากาศ	ถังเติมอากาศ
pH	-	-	-	ลดลง	เพิ่มขึ้น
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	-	-	-	-	-
BOD (มิลลิกรัม/ลิตร)	0-5	50-70	-	60-80	80-90
COD (มิลลิกรัม/ลิตร)	0-5	50-70	-	60-80	80-90
TS (มิลลิกรัม/ลิตร)					
- TSS (มิลลิกรัม/ลิตร)	0-5	70-80	-	50-70	80-90
- TDS (มิลลิกรัม/ลิตร)	-	-	-	-	-
Sulfide (มิลลิกรัม/ลิตร)	-	-	-	-	-
TKN (มิลลิกรัม/ลิตร)	0	10-20	-	10-50	10-50
TP (มิลลิกรัม/ลิตร)	0	-	-	0	10-30
FOG (มิลลิกรัม/ลิตร)	-	-	> 60	-	> 50

ที่มา : เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, การบำบัดน้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: มิตรนราการพิมพ์, 2539), หน้า 75.



ภาพที่ 3.8 ความสามารถบำบัดน้ำเสียของถังกรองไร้อากาศเปรียบเทียบกับถังกรองใช้อากาศ

ที่มา : เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 4, พิมพ์ครั้งที่ 1 (นนทบุรี: 2543), หน้า 434.

หลักการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ปริมาณน้ำใช้ นำมาใช้คำนวณหาปริมาณน้ำเสีย และปริมาณน้ำฝนที่ต้องการ

2) ปริมาณน้ำเสีย นำมาใช้คำนวณหาขนาดถังบำบัดน้ำเสีย และขนาดถังกักเก็บน้ำหมุนเวียน

3) ปริมาณน้ำฝน นำมาใช้คำนวณหาขนาดถังกักเก็บน้ำฝน

4) ปริมาณขยะ นำมาใช้คำนวณหาขนาดถังหมักก๊าซชีวภาพ

5) ปริมาณการใช้พลังงาน นำมาใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบกับปริมาณพลังงานที่ผลิตได้

6) คุณภาพของน้ำเสียที่เหมาะสมต่อระบบบำบัดน้ำเสียและระบบผลิตก๊าซชีวภาพ นำมาเปรียบเทียบกับลักษณะของน้ำเสียจากที่พักอาศัย เพื่อใช้กำหนดวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนเข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียและกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ

7) ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย นำมาใช้กำหนดขั้นตอนของกระบวนการบำบัดน้ำเสีย รวมถึงการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพและราคาเพื่อเป็นหลักเกณฑ์ในการเลือกชนิดของถังบำบัดน้ำเสีย การระบุวัสดุก่อสร้าง และอุปกรณ์ติดตั้งสำหรับระบบสุขาภิบาล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ

2) การคำนวณหาขนาดระบบสุขาภิบาลสร้างพลังงาน

3) การเปรียบเทียบราคาของถังบำบัดน้ำเสีย

การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ ของน้ำเสียและน้ำโสโครก กับคุณภาพของน้ำเสียที่เหมาะสมต่อระบบบำบัดน้ำเสีย และคุณภาพของน้ำเสียที่เหมาะสมต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ นำมาใช้กำหนดวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนเข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียและกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยทำการรวบรวมข้อมูลลักษณะของน้ำเสียกับลักษณะของน้ำโสโครกจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 3.8 ลักษณะของน้ำเสียจากงานวิจัย

ข้อมูล	ลักษณะของน้ำเสีย			
	(1)	(2)	(3)	(4)
pH	6.3-7.7	-	-	-
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	-	-	-	-
BOD (มิลลิกรัม/ลิตร)	70-1,800	110-440	30-60	100-400
COD (มิลลิกรัม/ลิตร)	200-2,900	192.5-770	-	250-1,000
TS (มิลลิกรัม/ลิตร)	-	350-1,200	-	350-1,200
- TSS (มิลลิกรัม/ลิตร)	-	100-350	-	100-350
- TDS (มิลลิกรัม/ลิตร)	-	100-300	300-500	250-850
Sulfide (มิลลิกรัม/ลิตร)	-	15-30	-	20-50
TKN (มิลลิกรัม/ลิตร)	8-120	20-85	20-40	20-85
TP (มิลลิกรัม/ลิตร)	1-90	4-15	1-5	4-15
FOG (มิลลิกรัม/ลิตร)	400-2,700	50-150	-	50-150

หมายเหตุ : (1) ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ, น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะทางน้ำในเขตกทม.และปริมณฑล (กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530)

(2) เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, การบำบัดน้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: มิตรนราการพิมพ์, 2539)

(3) มั่นสิน และ มั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์, เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547)

(4) Metcalf and Eddy, Wastewater engineering: treatment disposal, and reuse, 3rd Ed. (McGraw-Hill: 1991)

ตารางที่ 3.9 ลักษณะของน้ำเสียจากการตรวจวัดจริง

ข้อมูล	ลักษณะของน้ำเสีย				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
pH	7.02	-	-	-	-
BOD (มิลลิกรัม/ลิตร)	58	164	655	147	131
SS (มิลลิกรัม/ลิตร)	86	-	460	-	137
FOG (มิลลิกรัม/ลิตร)	5	14	16.2	-	10

หมายเหตุ : (1) ที่พักคนงานเขื่อนน้ำงึม น้ำเสียหลังผ่านบ่อเกรอะแล้ว

(2) โรงงานอุปกรณ์ไฟฟ้าเอ็มเมอร์สัน

(3) โรงแรมหาดทรายแก้ววิลล่า

(4) อาคารเรียนนิด้า

(5) ตลาดไท

ตารางที่ 3.10 ลักษณะของน้ำโสโครกจากงานวิจัย

ข้อมูล	ลักษณะของน้ำโสโครก
	(1)
pH	7.7-8.5
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	-
BOD (มิลลิกรัม/ลิตร)	700-723
COD (มิลลิกรัม/ลิตร)	1,290-1,500
TS (มิลลิกรัม/ลิตร)	-
- TSS (มิลลิกรัม/ลิตร)	-
- TDS (มิลลิกรัม/ลิตร)	-
Sulfide (มิลลิกรัม/ลิตร)	-
TKN (มิลลิกรัม/ลิตร)	300-329
TP (มิลลิกรัม/ลิตร)	377-540
FOG (มิลลิกรัม/ลิตร)	-

หมายเหตุ : (1) ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ, น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะทางน้ำในเขตกทม.และปริมณฑล (กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530)

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำได้ดังนี้

1) น้ำเสีย

ตารางที่ 3.11 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของน้ำเสียกับคุณภาพของน้ำเสียที่เหมาะสมต่อระบบบำบัดน้ำเสีย

ข้อมูล	ลักษณะของน้ำเสีย	ช่วงค่าที่เหมาะสม
pH	6.3-7.7	6.8-8.0 [1]
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	37-40	37-40, 55 [1]
BOD (มิลลิกรัม/ลิตร)	100-440	50-10,000
COD (มิลลิกรัม/ลิตร)	250-1,000	100-20,000
TKN (มิลลิกรัม/ลิตร)	20-85	-
TP (มิลลิกรัม/ลิตร)	4-15	-
FOG (มิลลิกรัม/ลิตร)	50-150	-

หมายเหตุ : (1) เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, การบำบัดน้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: มิตรนราการพิมพ์, 2539)

2) น้ำโสโครก

ตารางที่ 3.12 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของน้ำโสโครกกับคุณภาพของน้ำเสียที่เหมาะสมต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

คุณภาพของน้ำเสีย	ลักษณะของน้ำโสโครก	ช่วงค่าที่เหมาะสม
pH	7.7-8.5	6.8-7.2 [1],[2]
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	37-40	30-35 [3]
BOD (มิลลิกรัม/ลิตร)	700-723	20,000-50,000 [1]
COD (มิลลิกรัม/ลิตร)	1,290-1,500	6.8-7.2 [1],[2]
TKN (มิลลิกรัม/ลิตร)	300-329	-
TP (มิลลิกรัม/ลิตร)	6.8-24	-
FOG (มิลลิกรัม/ลิตร)	377-540	-

หมายเหตุ : (1) เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, การบำบัดน้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: มิตรนราการพิมพ์, 2539)

(2) เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 4, พิมพ์ครั้งที่ 1 (นนทบุรี: 2543)

(3) มั่นสิน และ มั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์, เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547)

การคำนวณหาขนาดระบบสุขาภิบาลสร้างพลังงาน

ถังบำบัดน้ำเสีย ถังบำบัดน้ำเสียประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วน ส่วนแรกคือการบำบัดขั้นต้น ได้แก่ ถังดักไขมัน ซึ่งดักไขมันและย่อยสลายไขมันในน้ำเสียจากครัว ส่วนที่สองคือการบำบัดขั้นหลัง ได้แก่ ถังเติมอากาศ ซึ่งบำบัดน้ำเสียจากการชำระล้างทั่วไป และน้ำเสียที่ล้นออกจากถังหมักก๊าซชีวภาพ

ถังดักไขมันของระบบสุขาภิบาลสร้างพลังงานนี้ ไม่ใช้วิธีการดักไขมันแล้วตักออกเหมือนวิธีทั่วไป เพราะนั่นเป็นวิธีที่ทำให้เกิดปัญหาต่อเนื่องถึงการกำจัดไขมันส่วนเกินอีก แต่ได้ทำการใส่แบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายไขมันได้ คือแบคทีเรียชีวภาพ (Bio Bacteria) ซึ่งนอกจากจะเป็นการแก้ปัญหาเรื่องไขมันได้อย่างถาวรโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการเพิ่มความเข้มข้นให้กับน้ำเสียที่เป็นสารตั้งต้นในการผลิตก๊าซชีวภาพ เป็นการเพิ่มสารอาหารทำให้ได้ปริมาณก๊าซชีวภาพเพิ่มมากขึ้น

แบคทีเรียชีวภาพที่ใส่ในถังดักไขมันประกอบด้วย 4 ชนิดด้วยกัน ได้แก่

- แบคทีเรียชนิดย่อยไขมันพืช

- แบคทีเรียชนิดย่อยไขมันสัตว์

- แบคทีเรียชนิดย่อยโปรตีน

- แบคทีเรียชนิดย่อยคาร์โบไฮเดรต

ส่วนถังเติมอากาศเป็นส่วนประกอบของระบบสุขาภิบาลสร้างพลังงาน ที่บำบัดน้ำเสียจากการชำระล้างทั่วไป และบำบัดน้ำเสียต่อจากถังหมักก๊าซชีวภาพซึ่งเป็นระบบไร้อากาศ โดยที่ระบบเติมอากาศจะสามารถบำบัดน้ำให้มีค่า บีโอดี ลดลงได้ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเหมาะสมต่อการนำน้ำมาหมุนเวียนใช้ต่อไป

ต่อจากนี้จะแสดงวิธีการคำนวณหาขนาดของถังบำบัดน้ำเสีย ดังนี้

1) ถังดักไขมัน (Grease Trap)

วิธีการคำนวณหาขนาดของถังดักไขมัน

$$V = Q \times t$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรความจุของถังดักไขมัน (ลบ.ม.)

Q คือ อัตราไหลเข้าถังของปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)

t คือ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (วัน)

โดย ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของถังดักไขมัน คือ 1 วัน โดยที่ค่ากำหนดเบื้องต้นของการออกแบบถังดักไขมัน คือ ควรมีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของถังดักไขมันอย่างน้อย 6 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำมันและไขมันที่ปะปนอยู่ในน้ำเสียมีโอกาสแยกตัวและลอยขึ้นมาสะสมกันอยู่บนผิวน้ำ[1]

ตารางที่ 3.13 แสดงวิธีการคำนวณหาขนาดของถังดักไขมัน

จำนวนผู้ใช้อาคาร (คน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลิตร)	ระยะเวลาเก็บกัก (วัน)	ขนาดถังดักไขมัน* (ลบ.ม.)
1	30	1	(30 ÷ 1000) x 1 = 0.03
2	60	1	(60 ÷ 1000) x 1 = 0.06
3	90	1	(90 ÷ 1000) x 1 = 0.09
4	120	1	(120 ÷ 1000) x 1 = 0.12
5	150	1	(150 ÷ 1000) x 1 = 0.15
6	180	1	(180 ÷ 1000) x 1 = 0.18
7	210	1	(210 ÷ 1000) x 1 = 0.21
8	240	1	(240 ÷ 1000) x 1 = 0.24
9	270	1	(270 ÷ 1000) x 1 = 0.27
10	300	1	(300 ÷ 1000) x 1 = 0.30
...			
X	30(X)	Y	(0.03)(X)(Y)

* ขนาดของถังที่ใช้จริงจะใช้ค่ามากที่สุดของขนาดถังที่ได้จากการคำนวณ โดยแบ่งค่าตามจำนวนผู้ใช้อาคารเป็นช่วงละ 5 คน

[1] กรมควบคุมมลพิษ สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, คู่มือการใช้ถังดักไขมัน การติดตั้ง การใช้ประโยชน์ และการดูแลรักษา (กรุงเทพมหานคร: 2548), หน้า 6.

2) ถังเติมอากาศ (Aeration Tank)

วิธีการคำนวณหาขนาดของถังเติมอากาศ

$$V = Q \times t$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรความจุของถังเติมอากาศ (ลบ.ม.)

Q คือ อัตราไหลเข้าถังของปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)

t คือ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (วัน)

โดย ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของถังเติมอากาศ คือ 6 ชั่วโมง หรือ 0.25 วัน ซึ่งระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของถังเติมอากาศที่เลือกใช้นี้ กำหนดจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลของกระบวนการเอเอส ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากสำหรับระบบเติมอากาศปัจจุบัน

ตารางที่ 3.14 ข้อมูลออกแบบกระบวนการเอเอสแบบต่างๆ

ระบบเอเอส	(1)		(2)	
	ระยะเวลาเก็บกัก (ชม.)	อัตราภาระอินทรีย์ (กก.BOD_5/ลบ.ม.-วัน)	ระยะเวลาเก็บกัก (ชม.)	อัตราภาระอินทรีย์ (กก.BOD_5/ลบ.ม.-วัน)
กระบวนการเอเอสแบบธรรมดา	4-8	0.3-0.6	4-8	0.3-0.6
กระบวนการแบบผสมสมบูรณ์	3-5	0.8-2.0	3-5	0.8-1.9
กระบวนการเติมอากาศแบบเรียวลง	4-8	0.3-0.6	-	-
กระบวนการเติมอากาศแบบเป็นขั้น	3-5	0.6-0.9	3-5	0.6-1.0
กระบวนการเติมอากาศยืดเวลา	18-36	0.15-0.4	18-36	0.1-0.4
กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส	0.5-1.0/3-6	0.9-1.2	0.5-1.0/3-8	0.9-1.2
ระบบเอสบีอา	6	0.08-0.24	6	0.1-0.3
กระบวนการคลองวนเวียน	8-36	0.12-0.18	8-36	0.1-0.5
กระบวนการเติมอากาศแบบดัดแปร	-	-	1.5-3.0	1.2-2.4
กระบวนการเติมอากาศด้วยอัตราเร็ว	-	-	0.5-2.0	1.6-16
กระบวนการเติมอากาศแบบอัตราสูง	2-4	100-1000	-	-

หมายเหตุ : (1) เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 4, พิมพ์ครั้งที่ 1 (นนทบุรี: 2543)

(2) สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: 2540), หน้า 10-17.

จากการเปรียบเทียบข้อมูลของกระบวนการเอเอส โดยวิเคราะห์จากกระบวนการที่ใกล้เคียงกับถังเติมอากาศที่ต้องการใช้ และมีอัตราภาระอินทรีย์ใกล้เคียงกับน้ำเสียของระบบ จึงกำหนดให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียของถังเติมอากาศ คือ 6 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.15 แสดงวิธีการคำนวณหาขนาดของถังเติมอากาศ

จำนวนผู้ใช้อาคาร (คน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลิตร)	ระยะเวลาเก็บกัก (วัน)	ขนาดถังเติมอากาศ* (ลบ.ม.)
1	280	0.25	(280 ÷ 1000) x 0.25 = 0.07
2	560	0.25	(560 ÷ 1000) x 0.25 = 0.14
3	840	0.25	(840 ÷ 1000) x 0.25 = 0.21
4	1120	0.25	(1120 ÷ 1000) x 0.25 = 0.28
5	1400	0.25	(1400 ÷ 1000) x 0.25 = 0.35
6	1680	0.25	(1680 ÷ 1000) x 0.25 = 0.42
7	1960	0.25	(1960 ÷ 1000) x 0.25 = 0.49
8	2240	0.25	(2240 ÷ 1000) x 0.25 = 0.56
9	2520	0.25	(2520 ÷ 1000) x 0.25 = 0.63
10	2800	0.25	(2800 ÷ 1000) x 0.25 = 0.70
...			
X	**280(X)**	**Y**	**(0.28)(X)(Y)**

* ขนาดของถังที่ใช้จริงจะใช้ค่ามากที่สุดของขนาดถังที่ได้จากการคำนวณ โดยแบ่งค่าตามจำนวนผู้ใช้อาคารเป็นช่วงละ 5 คน

ถังกักเก็บน้ำหมุนเวียน กักเก็บน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียจนสามารถนำมาหมุนเวียนเป็นน้ำใช้และน้ำรดต้นไม้ได้ และควรมีการกรองน้ำและฆ่าเชื้อโรคในน้ำก่อนนำน้ำมาหมุนเวียนใช้กับร่างกาย

วิธีการคำนวณหาขนาดของถังกักเก็บน้ำหมุนเวียน

$$V = Q \times t$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรความจุของถังกักเก็บน้ำหมุนเวียน (ลบ.ม.)

Q คือ ปริมาณน้ำหมุนเวียนที่ต้องการ (ลบ.ม./วัน)

t คือ ระยะเวลาเก็บกักสำรองน้ำหมุนเวียน (วัน)

โดย ระยะเวลาเก็บกักสำรองน้ำหมุนเวียน คือ 1 วัน เพื่อให้สามารถรับน้ำจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียได้เพียงพอในแต่ละวัน

ตารางที่ 3.16 แสดงวิธีการคำนวณหาขนาดของถังกักเก็บน้ำหมุนเวียน

จำนวนผู้ใช้อาคาร (คน)	ปริมาณน้ำหมุนเวียนที่ได้ต่อวัน (ลิตร)	ระยะเวลาเก็บกัก (วัน)	ขนาดถังกักเก็บน้ำหมุนเวียน (ลบ.ม.)
1	280	1	(280 ÷ 1000) x 1 = 0.28
2	560	1	(560 ÷ 1000) x 1 = 0.56
3	840	1	(840 ÷ 1000) x 1 = 0.84
4	1120	1	(1120 ÷ 1000) x 1 = 1.12
5	1400	1	(1400 ÷ 1000) x 1 = 1.40
6	1680	1	(1680 ÷ 1000) x 1 = 1.68
7	1960	1	(1960 ÷ 1000) x 1 = 1.96
8	2240	1	(2240 ÷ 1000) x 1 = 2.24
9	2520	1	(2520 ÷ 1000) x 1 = 2.52
10	2800	1	(2800 ÷ 1000) x 1 = 2.80
...			
X	**280(X)**	**Y**	**(0.28)(X)(Y)**

ถังกักเก็บน้ำฝน กักเก็บน้ำฝนเพื่อนำมากรองเป็นน้ำดื่ม และนำมาเติมเต็มให้กับระบบน้ำหมุนเวียน ซึ่งจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนข้างต้น สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

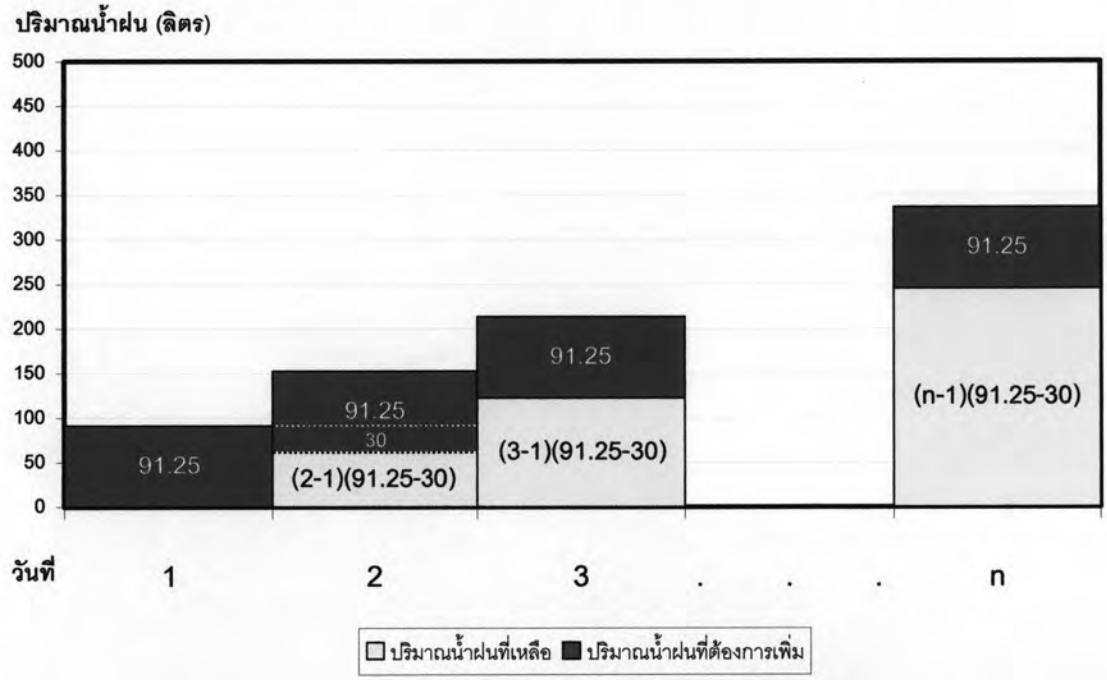
ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการต่อวัน = 30 ลิตร

จำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปี = 120 วัน

ดังนั้น ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการตลอดทั้งปี = 30 x 365 = 10,950 ลิตร

ซึ่ง ปริมาณน้ำฝนที่ต้องกักเก็บในวันที่ฝนตก = 10,950 ÷ 120 = 91.25 ลิตร/วัน

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนที่ต้องกักเก็บในวันที่ฝนตก ปริมาณน้ำฝนที่ใช้ไป และปริมาณน้ำฝนที่ต้องการเพิ่มในแต่ละวันดังภาพที่ 3.10 แล้ว สามารถคำนวณหาปริมาณน้ำฝนในถังกักเก็บน้ำฝน ณ วันที่ 120 ของวันที่ฝนตก ได้จากสมการดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับวันที่ฝนตก

ปริมาณน้ำฝนในถังกักเก็บน้ำฝน ณ วันที่ n = (n - 1) ปริมาณน้ำฝนที่เหลือ + ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการเพิ่ม

เมื่อ n คือ ลำดับวันที่กักเก็บน้ำฝน ในช่วงของวันที่ฝนตก

ปริมาณน้ำฝนในถังกักเก็บน้ำฝน ณ วันที่ 120 = (120 - 1) (91.25 - 30) + 91.25 ลิตร

= (119) (61.25) + 91.25 ลิตร

= 7,380 ลิตร

= 7.38 ลบ.ม.

และสามารถคำนวณพื้นที่รับน้ำฝนได้จากสมการดังต่อไปนี้

พื้นที่รับน้ำฝน = ปริมาณน้ำฝนทั้งหมดในถังกักเก็บน้ำฝน ÷ ปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งปี

พื้นที่รับน้ำฝนที่ต้องการต่อคน = 7.38 ÷ 1.50 = 4.92 ตร.ม.

สรุปได้ว่า

ขนาดของถังกักเก็บน้ำฝน = 7.38 ลบ.ม./คน สำหรับกักเก็บน้ำฝนให้เพียงพอตลอดทั้งปี

พื้นที่รับน้ำฝน = 5 ตร.ม./คน สำหรับรองรับน้ำฝนเพื่อกักเก็บให้เพียงพอตลอดทั้งปี

ถังหมักก๊าซชีวภาพ สัมพันธ์กับปริมาณก๊าซชีวภาพที่สามารถผลิตได้และปริมาณขยะที่เป็นสารตั้งต้น ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพได้โดยอ้างอิงจากหลักการดังนี้

ตารางที่ 3.17 แสดงปริมาณก๊าซที่ผลิตออกมาได้จากสารอินทรีย์ของวัสดุต่างๆ

วัสดุ	ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้ (ลิตร/กก.ของสารอินทรีย์ตากแห้ง)
กากตะกอนจากน้ำเสียชุมชน	600
ขยะมูลฝอยจากชุมชน	300
น้ำเสียจากโรงงานเบียร์	440
เปลือกกล้วย	450
อุจจาระหมู	400
เปลือกของต้นอ้อย	500
หญ้า	550

ที่มา : เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, การบำบัดน้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพมหานคร: มิตรนราการพิมพ์, 2539), หน้า 231.

จากตารางข้างต้น จะได้ว่า

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ต่อคนต่อวัน = (ปริมาณอุจาระ x 0.6)+(ปริมาณเศษอาหาร x 0.45)

= (0.2 x 0.6) + (1.5 x 0.45) ลบ.ม.

= (0.12) + (0.675) ลบ.ม.

= 0.795 ลบ.ม.

สำหรับการทดแทนด้านพลังงาน โดยการแปลงค่าพลังงานจากการคำนวณโดยตรง

จะได้ว่าปริมาณก๊าซชีวภาพ1ลูกบาศก์เมตร เทียบเท่า

พลังงานไฟฟ้า 1.20 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ก๊าซหุงต้ม (LPG) 0.46 กิโลกรัม

หรือ ก๊าซหุงต้ม 1 กิโลกรัม ต้องใช้ปริมาณก๊าซชีวภาพ 2.17 ลูกบาศก์เมตร

จากผลสรุปปริมาณความต้องการใช้พลังงานจากการคำนวณข้างต้น คือ

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง = 2.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/คน-วัน

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศ = 12.50 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/คน-วัน

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำ = 0.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/คน-วัน

ปริมาณพลังงานก๊าซหุงต้ม = 0.06 กิโลกรัม/คน-วัน

จะได้ว่า ความต้องการปริมาณพลังงานก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง

= 2.00 ÷ 1.20 ลบ.ม.

= 1.67 ลบ.ม.

ความต้องการปริมาณพลังงานก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำ

= 0.25 ÷ 1.20 ลบ.ม.

= 0.20 ลบ.ม.

ความต้องการปริมาณพลังงานก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม

= 0.06 x 2.17 ลบ.ม.

= 0.13 ลบ.ม.

นั่นคือ ความต้องการปริมาณพลังงานก๊าซชีวภาพทั้งหมด = 2.00 ลบ.ม./วัน

แต่ ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากถังหมักก๊าซชีวภาพ = 0.795 ลบ.ม./วัน

แสดงว่าต้องการปริมาณก๊าซชีวภาพเพิ่มเติมอีก 1.20 ลบ.ม./วัน จึงจะเพียงพอต่อการทดแทนความต้องการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟฟ้ากำลัง ไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำ และก๊าซหุงต้ม (โดยการแปลงค่าพลังงานจากการคำนวณโดยตรง)

ดังนั้นจึงออกแบบให้มีถังหมักก๊าซชีวภาพจากใบไม้เพิ่มเติมอีกถัง ซึ่งในการหมักใบไม้เพื่อให้ได้ก๊าซชีวภาพนั้นต้องทำการปั่นใบไม้ให้กลายเป็นเศษใบไม้อย่างละเอียดพอสมควร และจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการหมักนานถึง 1 เดือน ทั้งนี้เนื่องจากการย่อยสลายใบไม้ที่มีสารลิกนินมากนั้นยากกว่าการย่อยสลายอุจจาระและเศษอาหาร ซึ่งอุจจาระและเศษอาหารนั้นได้ผ่านการย่อยสลายเบื้องต้นมาแล้ว

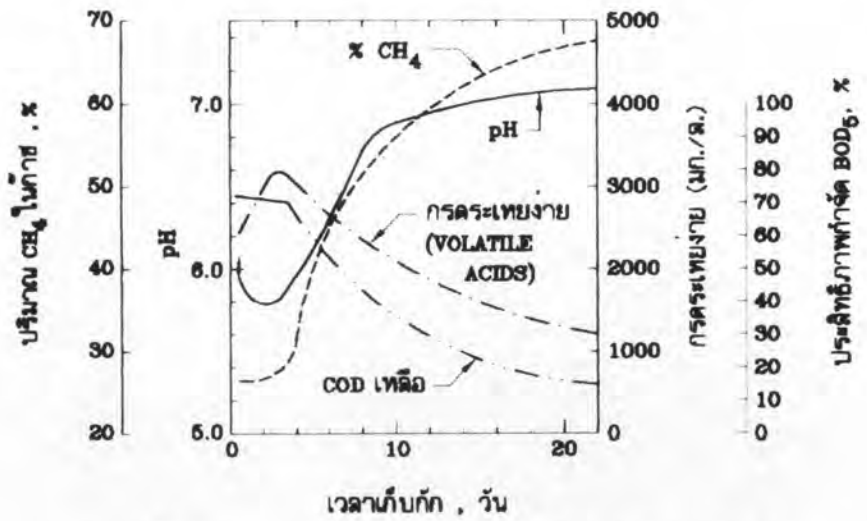
โดยที่ ปริมาณใบไม้ที่ต้องการ = 1.20 ÷ 0.55 กิโลกรัม/คน-วัน

= 2.20 กิโลกรัม/คน-วัน

ซึ่งจากข้อมูลปริมาณขยะรวม และปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ข้างต้น สามารถคำนวณหาขนาดถังหมักก๊าซชีวภาพ ได้จากสมการดังต่อไปนี้

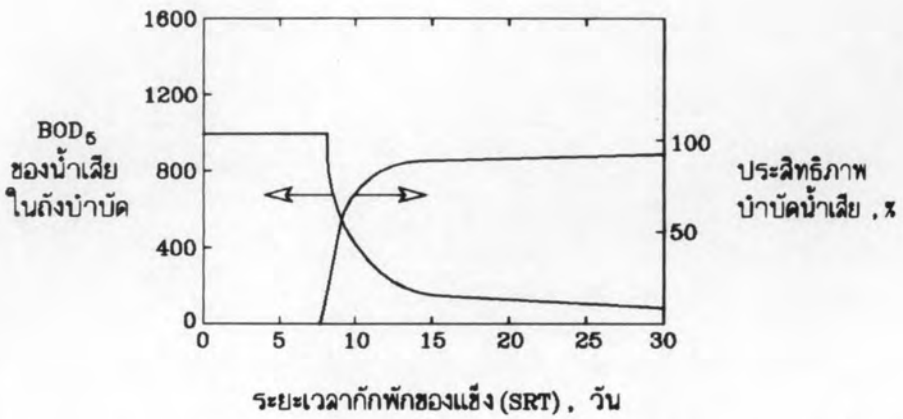
ขนาดถังหมักก๊าซชีวภาพ = ปริมาณขยะรวม x ระยะเวลาเก็บกัก

โดยที่ระยะเวลาเก็บกักของถังหมักก๊าซชีวภาพ คือ 14 วัน ซึ่งระยะเวลาเก็บกักที่เลือกใช้นี้กำหนดจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระยะเวลากักพักของแข็ง กับการย่อยสลายสารอินทรีย์และประสิทธิภาพบำบัดน้ำเสียในระบบบำบัดแบบแอนแอโรบิก จากภาพที่ 3.10 และ 3.11



ภาพที่ 3.10 ผลการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยวิธีแอนแอโรบิก

ที่มา : เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 4, พิมพ์ครั้งที่ 1 (นนทบุรี: 2543), หน้า 301.



ภาพที่ 3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลากักพักของแข็งกับประสิทธิภาพบำบัดน้ำเสียในระบบบำบัดแบบแอนแอโรบิก

ที่มา : เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 4, พิมพ์ครั้งที่ 1 (นนทบุรี: 2543), หน้า 314.

เมื่อกำหนดระยะเวลาเก็บกักได้แล้ว สามารถคำนวณหาขนาดถังหมักก๊าซชีวภาพได้ดังนี้

ขนาดถังหมักก๊าซชีวภาพ = [(84 + 2.20) ÷ 1000)] x 14 ลบ.ม.

= 0.086 x 14 ลบ.ม.

= 1.20 ลบ.ม.

สรุปได้ว่า

ขนาดถังหมักก๊าซชีวภาพ = 1.20 ลบ.ม./คน

ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ = 2.00 ลบ.ม./คน-วัน

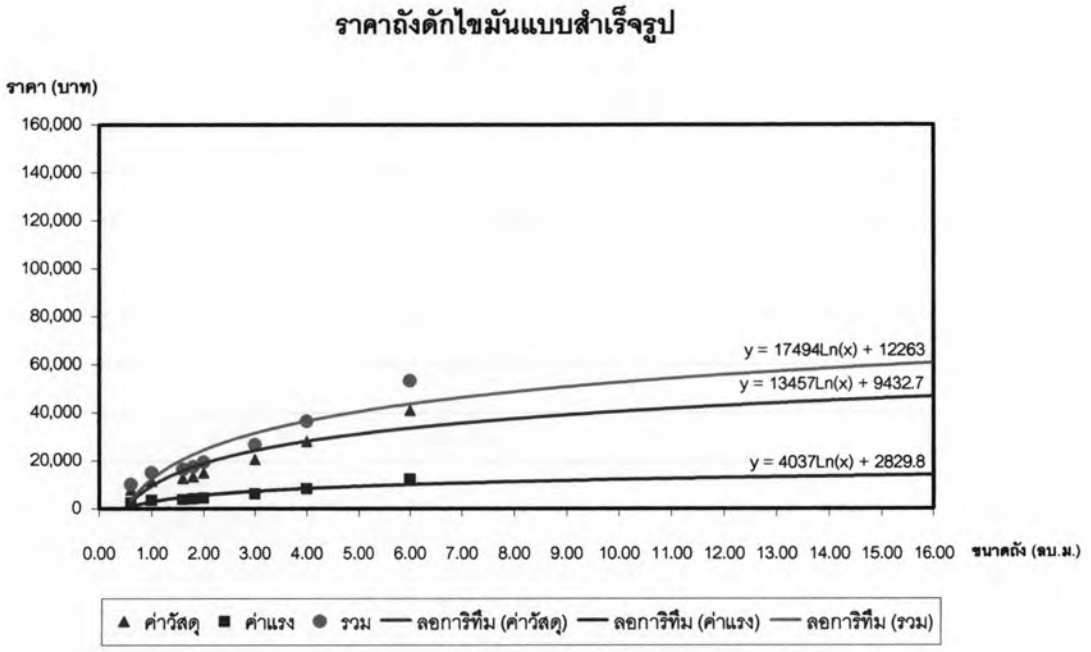
ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ = 2.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/คน-วัน

ปริมาณพลังงานก๊าซหุงต้มที่ผลิตได้ = 0.06 กิโลกรัม/คน-วัน

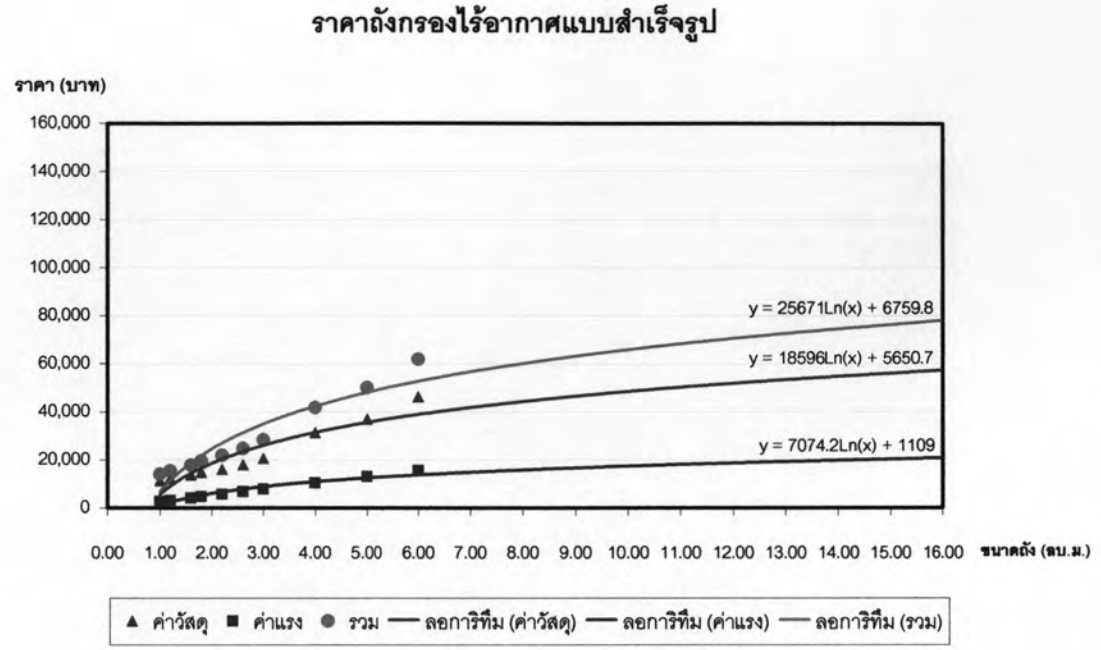
การเปรียบเทียบราคาของถังบำบัดน้ำเสีย

สำหรับการเปรียบเทียบราคาของถังบำบัดน้ำเสีย เป็นการเปรียบเทียบราคาระหว่างถังบำบัดน้ำเสียแบบสำเร็จรูปกับถังบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ เพื่อเป็นหลักเกณฑ์ในการเลือกชนิดของถังบำบัดน้ำเสีย โดยอ้างอิงราคาจากราคากลางที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้เสนอ

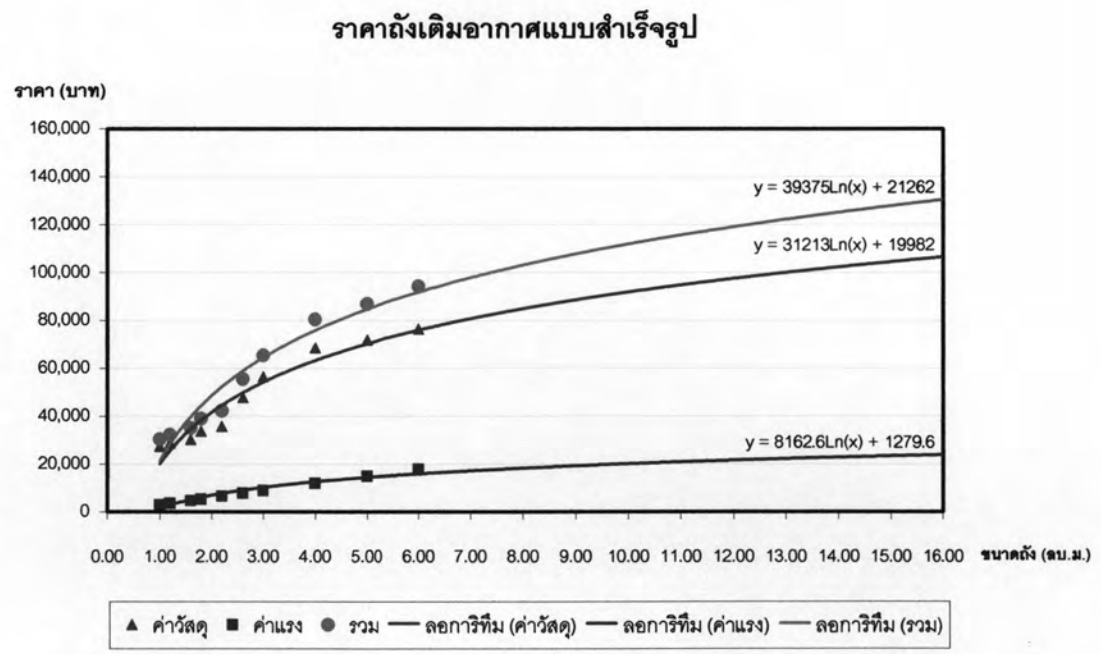
จากฐานข้อมูลราคามาตรฐานต่อหน่วย ประจำปี พ.ศ. 2549 ของกองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข สามารถสรุปเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดถังบำบัดน้ำเสียกับราคาค่าก่อสร้าง ได้ดังนี้



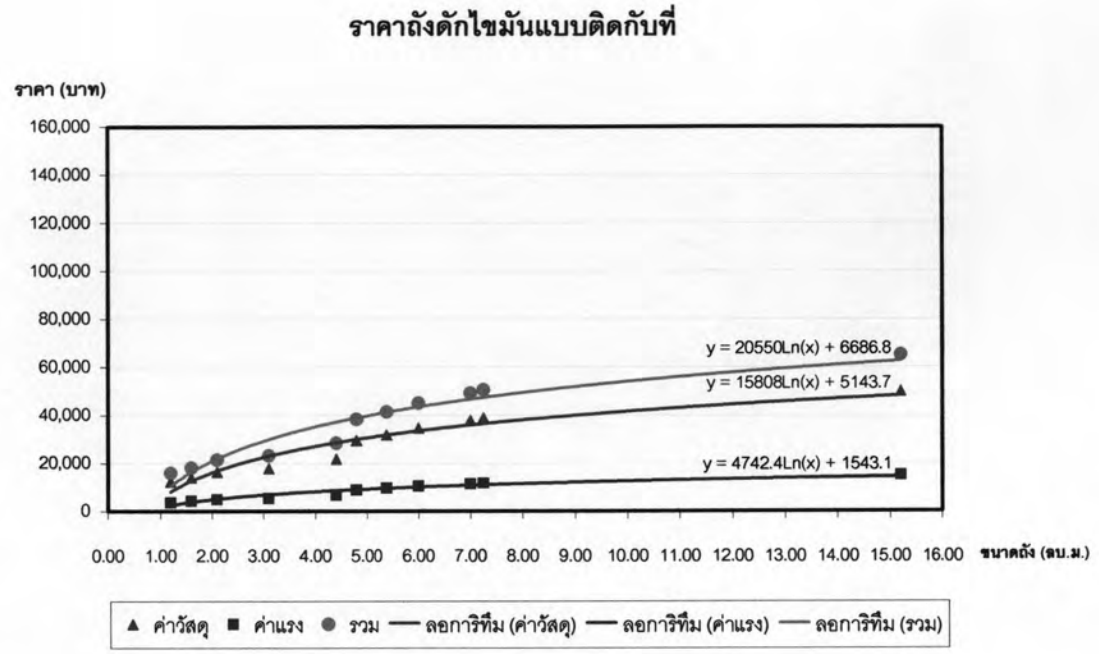
ภาพที่ 3.12 กราฟแสดงราคาถังดักไขมันแบบสำเร็จรูป



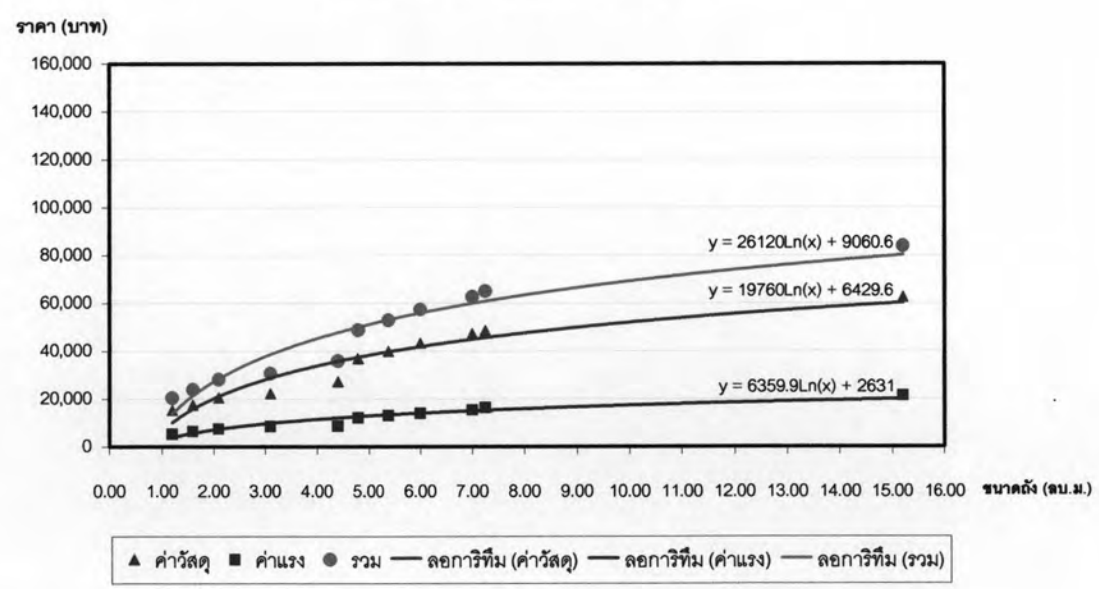
ภาพที่ 3.13 กราฟแสดงราคาถังกรองไร้อากาศแบบสำเร็จรูป



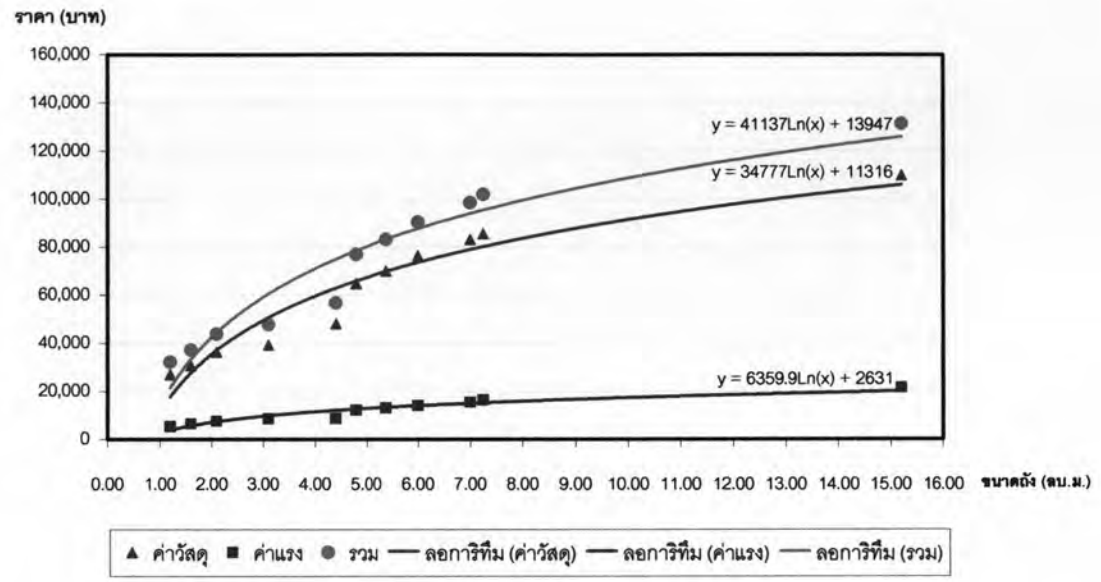
ภาพที่ 3.14 กราฟแสดงราคาถังเติมอากาศแบบสำเร็จรูป



ภาพที่ 3.15 กราฟแสดงราคาถังดักไขมันแบบติดกับที่



ภาพที่ 3.16 กราฟแสดงราคาถังกรองไร้อากาศแบบติดกับที่



ภาพที่ 3.17 กราฟแสดงราคาถังเติมอากาศแบบติดกับที่

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดถังบำบัดน้ำเสียกับราคาค่าก่อสร้าง สามารถสรุปเป็นตารางแสดงราคาถังบำบัดน้ำเสีย ได้ดังนี้

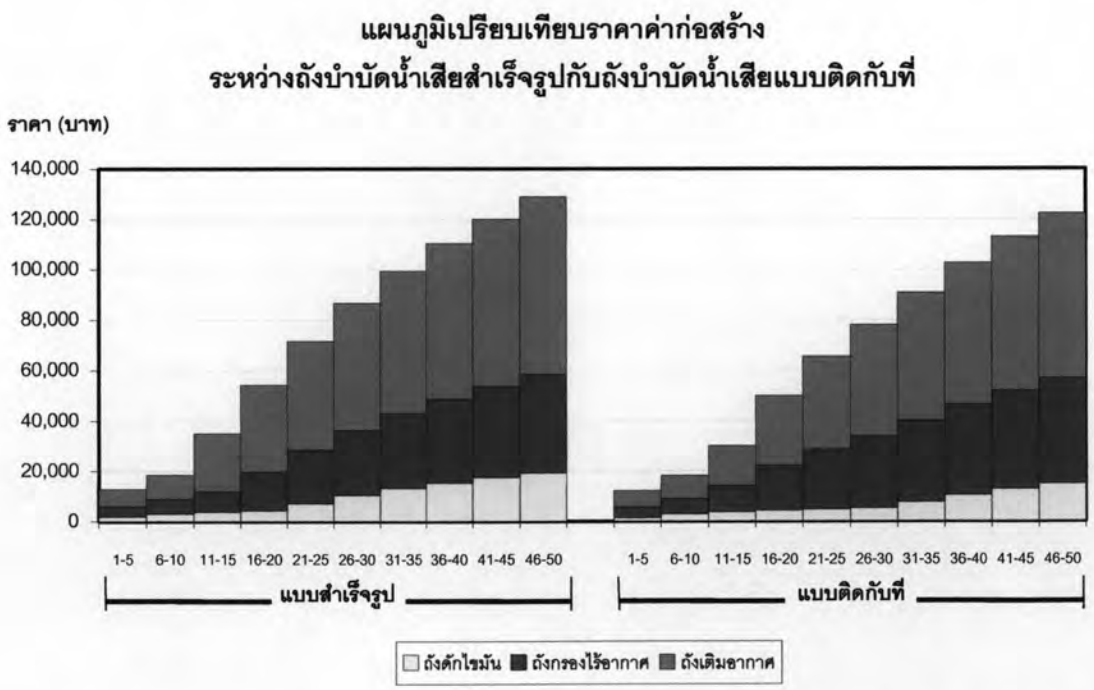
ตารางที่ 3.18 แสดงราคาถังบำบัดน้ำเสียแบบสำเร็จรูป

จำนวนผู้ใช้อาคาร (คน)	ถังดักไขมัน		ถังกรองไร้อากาศ		ถังเติมอากาศ	
	ขนาด (ลบ.ม.)	ราคา (บาท)	ขนาด (ลบ.ม.)	ราคา (บาท)	ขนาด (ลบ.ม.)	ราคา (บาท)
1-5	0.20	1,936	0.20	3,892	0.20	7,059
6-10	0.40	3,148	0.40	5,671	0.40	9,788
11-15	0.60	3,858	0.60	8,012	0.60	23,183
16-20	0.80	4,361	0.80	15,397	0.80	34,511
21-25	1.00	7,230	1.00	21,126	1.00	43,297
26-30	1.20	10,420	1.20	25,806	1.20	50,476
31-35	1.40	13,117	1.40	29,763	1.40	56,545
36-40	1.60	15,453	1.60	33,191	1.60	61,803
41-45	1.80	17,513	1.80	36,215	1.80	66,441
46-50	2.00	19,356	2.00	38,919	2.00	70,590

ตารางที่ 3.19 แสดงราคาถังบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่

จำนวนผู้ใช้อาคาร (คน)	ถังดักไขมัน		ถังกรองไร้อากาศ		ถังเติมอากาศ	
	ขนาด (ลบ.ม.)	ราคา (บาท)	ขนาด (ลบ.ม.)	ราคา (บาท)	ขนาด (ลบ.ม.)	ราคา (บาท)
1-5	0.20	1,502	0.20	4,178	0.20	6,548
6-10	0.40	2,926	0.40	5,989	0.40	9,400
11-15	0.60	3,760	0.60	10,335	0.60	15,954
16-20	0.80	4,351	0.80	17,849	0.80	27,788
21-25	1.00	4,809	1.00	23,678	1.00	36,968
26-30	1.20	5,184	1.20	28,440	1.20	44,468
31-35	1.40	7,689	1.40	32,466	1.40	50,809
36-40	1.60	10,434	1.60	35,954	1.60	56,302
41-45	1.80	12,854	1.80	39,031	1.80	61,148
46-50	2.00	15,019	2.00	41,783	2.00	65,482

จากตารางแสดงราคาถังบำบัดน้ำเสียข้างต้น ทั้งถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปและถังบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ สามารถสรุปเป็นแผนภูมิเพื่อแสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างได้ดังนี้



ภาพที่ 3.18 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างระหว่างถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปกับถังบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่