



## กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

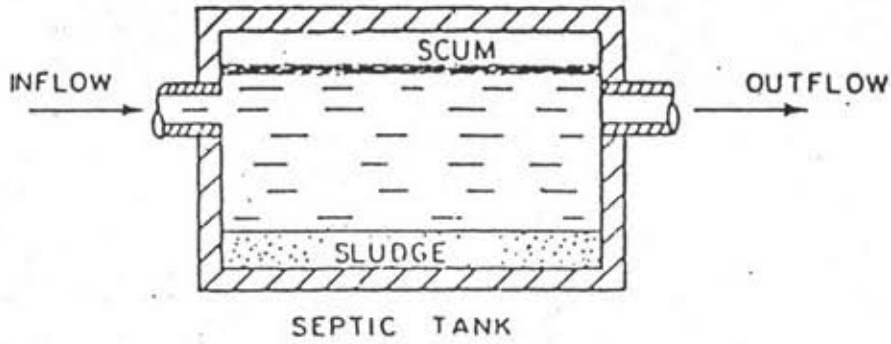
### 4.1 การพัฒนากระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

การบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการแบบไร้อากาศ ได้รับการพัฒนาขึ้นครั้งแรกในประเทศฝรั่งเศส โดย M. Louis Mouras โดยได้ลงพิมพ์ในวารสารฝรั่งเศสชื่อ Cosmos (28) ในเดือนธันวาคม ค.ศ. 1881 และมกราคม ค.ศ. 1882 เรียกกระบวนการนี้ว่า Mouras Automatic Scavenger โดยใช้ย่อยสลายตะกอนแขวนลอยสารอินทรีย์ในน้ำเสีย รูปร่างและวิธีการทำงานคล้ายกับบ่อเกรอะ (Septic tank) ในรุ่นแรก ๆ

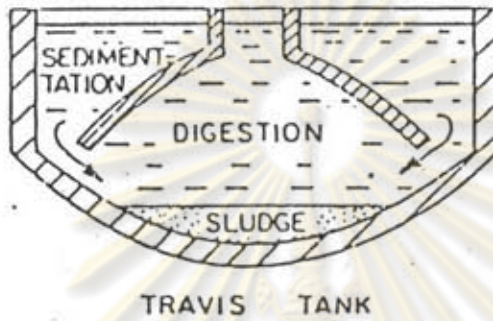
W.D. Scott-Moncrieff (24) ได้ศึกษาการสลายตัวเป็นของเหลว (Liquefaction) ของของแข็งในน้ำเสียในสภาพไร้อากาศ ในปี ค.ศ. 1890 และ ค.ศ. 1891 โดยก่อสร้างเป็นถังสองส่วน ส่วนล่างเป็นถังว่างส่วนบนเป็นชั้นหิน น้ำเสียจากคน 10 คน ได้ส่งไปเข้ายังส่วนล่างและไหลขึ้นไปยังชั้นหินส่วนบน ซึ่งถือได้ว่าเป็นการนำเครื่องกรองไร้อากาศ (Anaerobic filter) มาใช้เป็นครั้งแรก หลังจากการใช้งานอยู่นานถึงเจ็ดปีก็ได้พบว่าตะกอน (sludge) ยังมีไม่เต็มถังและสามารถนำไปทิ้งได้เลย ซึ่งข้อดีของวิธีนี้ได้รับการยืนยันจาก A.C. Houston (24) ในปี ค.ศ. 1892 และ 1893 ซึ่งได้พบว่าปริมาณของตะกอนที่ต้องนำไปทิ้งมีน้อยมาก

ในปี ค.ศ. 1894 ได้มีรายงานจาก Massachusetts State Board of Health (24) โดยกล่าวถึงข้อดีของการเก็บกักของแข็งในน้ำเสียเอาไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้เกิดการทำงานทางไฮโดรไลติก (hydrolytic) และแบคทีริโอไลติก (bacteriolytic) เปลี่ยนสารอินทรีย์ไปเป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่นเหม็น และสารประกอบที่สามารถละลายน้ำและออกไปกับน้ำเสียออก (out-flowing wastewater) ได้ นอกจากนั้นยังได้แนะนำว่าการสูบลบตะกอนไปทิ้งทำเฉพาะเป็นครั้งคราวเท่าที่จำเป็น เนื่องจากจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ช้า

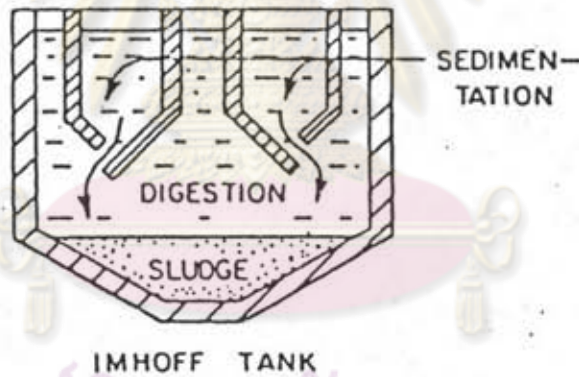
Donald Cameron ได้ก่อสร้างถังคล้ายกับ Mouras' automatic scavenger ขึ้นในประเทศอังกฤษเมื่อปี ค.ศ. 1895 เพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นแรกจากน้ำเสียรวมซึ่งผ่านการกรองแล้ว (screened combined wastewater) ปริมาณประมาณ 230 ลบ.ม./วัน ซึ่งได้จัดทะเบียนลิขสิทธิ์และเรียกว่าถังเกรอะ (septic tank) Cameron ได้ทำการศึกษาและพัฒนา ระบบนี้ทางด้านวิศวกรรมจนมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง ซึ่งต่อมาเมือง Exeter ได้ยอมรับและใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบนี้กับน้ำเสียทั้งหมดของเมือง สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกา A.N. Talbot ได้ออกแบบระบบคล้ายกันนี้ให้กับเมือง Urbana มลรัฐ Illinois ในปี ค.ศ. 1894 และเมือง Champaign มลรัฐ Illinois ในปี ค.ศ. 1897 อย่างไรก็ตามถังของ Talbot



Wastewater Flows Through all Three Chambers



Wastewater Flows Through Sedimentation Chambers Only



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
รูปที่ 4.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในระยะแรก (21)  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ได้มีแผ่นกั้นน้ำในแนวตั้งลึกประมาณ 0.6 ถึง 0.9 เมตร ต่ำจากระดับน้ำ

Cameron ได้นำก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจาก septic tank ที่เมือง Exeter มาใช้ในการทำความร้อนและแสงสว่างในโรงบำบัดน้ำเสีย ต่อมาในปี ค.ศ. 1897 มีรายงานว่าที่นิคมโรคเรื้อน Matunga เมือง Bombay ได้มีการเก็บก๊าซจากถังบำบัดน้ำเสียและนำมาใช้เป็นพลังงานขับเคลื่อน

ในปี ค.ศ. 1904 William O. Travis เจ้าหน้าที่สาธารณสุข ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียที่เมือง Hampton ได้ใช้กระบวนการแบบสองขั้นตอน (two-stage process) ตามรูปที่ 4.1 ซึ่งตะกอนแขวนลอยจะถูกแยกออกจากน้ำเสียไปรวมอยู่ใน hydrolyzing-chamber (9,24) นอกจากนี้ยังมีแผ่นกั้นน้ำ (baffles) ในถังเพื่อกักตะกอนแขวนลอยขนาดเล็กที่ไม่ตกตะกอนเอาไว้อีกด้วย

Travis มีความเห็นว่าควรจะให้น้ำเสียบางส่วนไหลผ่าน hydrolyzing chamber แต่ตามความจริงแล้วจะเป็นการสร้างปัญหาเกี่ยวกับตะกอนแขวนลอยและเน่าเหม็น (septic conditions) ให้กับน้ำออก (effluent) งานก่อสร้าง Travis tank ได้เริ่มขึ้นที่เมือง Emscher ในปี ค.ศ. 1905 แต่ได้ถูกตัดแปลงแก้ไขโดย Karl Imhoff (9,24) เมื่อเขาได้มาเป็นวิศวกรที่สำนักงานระบายน้ำของเมือง Emscher และเรียกชื่อใหม่ว่า Imhoff tank ซึ่งมีข้อแตกต่างจาก Travis tank ตรงที่ไม่ให้น้ำเสียไหลผ่าน hydrolyzing chamber ทำให้ตะกอนถูกเก็บอยู่ในถังอยู่นานหลายสัปดาห์ถึงหลายเดือน และหากควบคุมการทำงานอย่างถูกต้องก็จะมีกลิ่นเหม็นสามารถนำไปทิ้งได้โดยไม่ก่อให้เกิดการรบกวน Imhoff tank สามารถลดค่าใช้จ่ายในการนำตะกอนไปทิ้งทำให้ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสหรัฐอเมริกา เพราะเป็นทางเลือกที่ดีนอกจาก septic tank ในปลายปี ค.ศ. 1914 พบว่ามี 75 เมือง และสถาบันต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาได้รับอนุญาตให้ใช้ Imhoff tank ได้ (24)

Imhoff tank มีถังย่อยแยกอยู่ต่างหากซึ่งเป็นข้อที่ดีกว่า septic tank อย่างชัดเจน แต่ก็ยังคงมีปัญหาว่า ถังย่อย (digestion tank) ต้องอยู่ติดกับถังตกตะกอน (sedimentation tank) และมีความสูงมาก ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาที่จริงได้พยายามที่จะแยกถังย่อยออกจากถังตกตะกอน

#### 4.2 ระบบ Septic และ Anaerobic Filter

Phadke et al. (30) ศึกษาการใช้ถัง Septic tank บำบัดน้ำเสียพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี มีค่าประมาณร้อยละ 20-50 การเพิ่มระยะเวลาการเก็บกักน้ำเสียสูงขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีเพิ่มขึ้นด้วย พบว่าที่เวลากักเก็บน้ำเสียประมาณ 20 วัน Septic tank จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีได้ประมาณร้อยละ 80

Babbit และ Baumann (8) ได้ใช้ถังเกราะชนิดต่าง ๆ กัน 6 ชนิด โดยให้รับน้ำเสียรวม และมีระยะเวลาการกักเก็บน้ำประมาณ 30 ชม. พบว่าถังเซปติก (Conventional

Septic tank) มีค่าเฉลี่ยของบีโอดีที่ออกจากถัง 91 มก./ล. โดยน้ำเสียที่เข้าสู่ถังมีค่าบีโอดีเฉลี่ยประมาณ 320 มก./ล.

Young & McCarty (40) ได้ทำการศึกษาและวิจัยเรื่องถังกรองไร้ออกซิเจน การวิจัยได้ใช้น้ำทิ้งเทียม 2 ชนิด คือ Protein-Carbohydrate Waste และ Volatile Acid Waste ผลการวิจัยพบว่าในสภาวะของ COD Loading เดียวกันประสิทธิภาพการลดของค่าบีโอดีเป็นปฏิภาคโดยตรงกับค่าของความเข้มข้นซีโอดีหรือบีโอดีของน้ำเสียนั้นๆ ผลการทดลองสรุปในตารางที่ 4.1 และ 4.2 และรูปที่ 4.2

สุรพล สายพานิช (2518) ได้ทำการศึกษาและวิจัยถังกรองไร้อากาศในการทำความสะอาดน้ำทิ้งจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง พบว่าถังกรองไร้อากาศสามารถทำงานโดยรับปริมาณซีโอดีได้สูงถึง 4.0 กก./ลบ.ม.-วัน และสามารถลดซีโอดีได้ถึง 92% ถังกรองไร้ออกซิเจนทำงานได้ดีโดยไม่ต้องมีการควบคุมองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ค่าปริมาณซีโอดี 1.4 กก./ลบ.ม.-วัน ให้ค่าการลดซีโอดีได้ 94%

Raman & Chakladar (32) ได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลของถังกรองไร้อากาศในการทำความสะอาดน้ำเสียที่ผ่านออกจากถังเปิด ทำการทดลองในประเทศอินเดียโดยตั้งถังกรองไว้ 3 แห่ง คือที่ Mullickpur, Jalaghata และ Apurbapur ลักษณะของถังกรองไร้อากาศทั้ง 3 แห่งได้แสดงในรูป 4.3 , 4.4 , 4.5 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองแสดงในตาราง 4.4 ข้อมูลต่างๆที่ใช้ในการทดลองทั้ง 3 แห่ง แสดงไว้ในตาราง 4.3 พบว่าถังกรองไร้อากาศทั้ง 3 แห่งสามารถลดค่าบีโอดีได้ประมาณ 65 - 75 % บีโอดีน้ำเสียที่ผ่านถังกรองมีค่าประมาณ 35-70 ก./ลบ.ม. ประสิทธิภาพการลดซีโอดีมีค่าประมาณ 55-68%

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลต่างๆ ของถังหมักในการทดลองที่ Mullickpur, Jalaghata & Apurbapur (Raman & Chakladar)(32)

สถานที่	จำนวนคน	ความจุถังหมัก ลบ.ม.	ปริมาณน้ำโสโครก ลบ.ม./วัน	น้ำโสโครก (บีโอดี) จากถังหมัก, ก./ลบ.ม.
Mullickpur	10	2.80	0.045-0.057	240
Jalaghata	4	3.90	0.038	225
Apurbapur	8	2.20	0.045	212

ตารางที่ 4.1 แสดงผลจากการบำบัดน้ำเสียพวกโปรตีน - คาร์โบไฮเดรต (40)

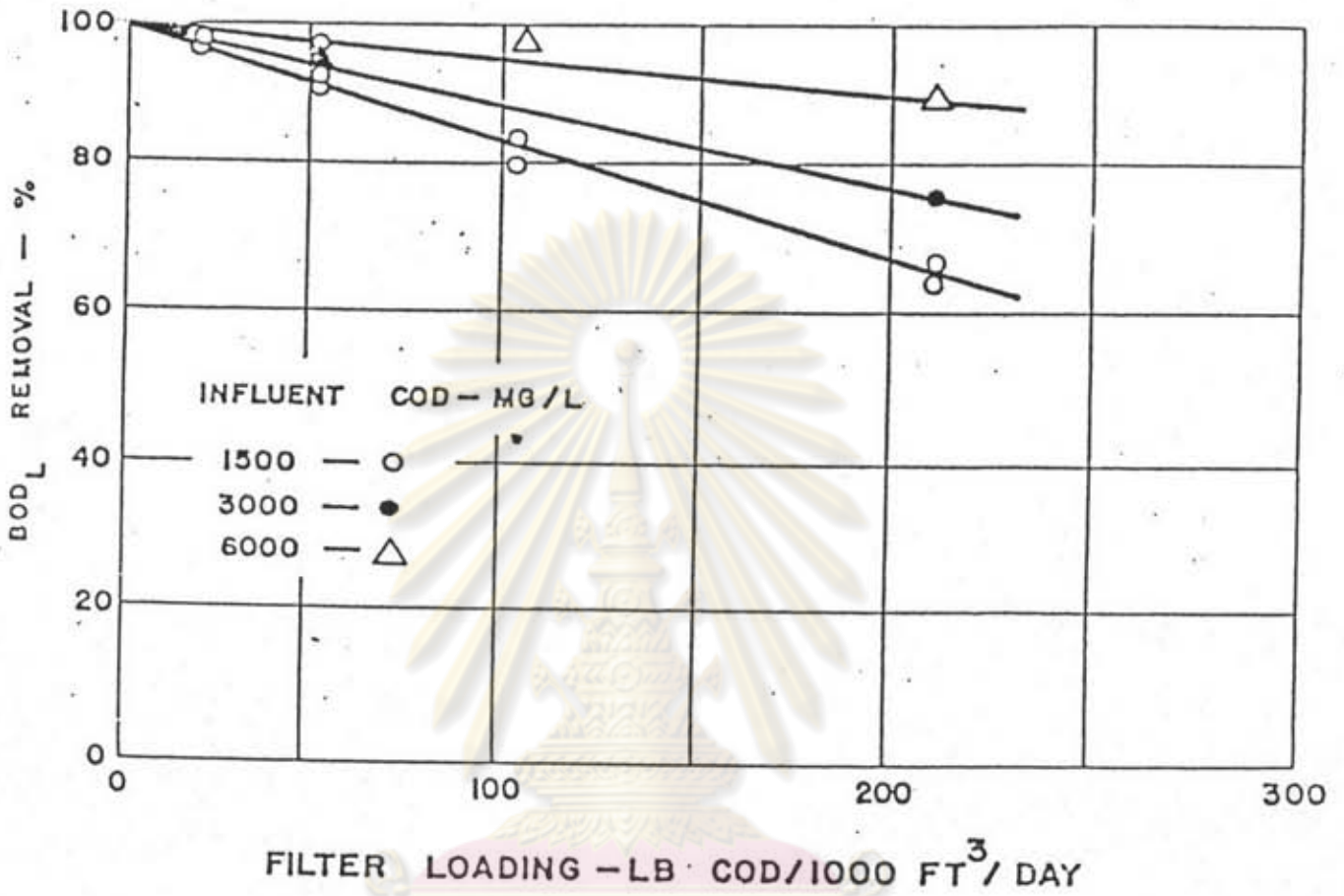
Influent COD (q/cu.m.)	Time of Steady-State Operation (days)	Theoretical Detention Time (hr)	Loading (lb COD/day / cu ft)	Effluent Quality					Percent Removal	
				Suspended Solids (q/cu.m.)	Volatile Acids (q/cu. m.)	Soluble BOD <sub>L</sub> (g/cu.m)	COD (g/cu.m.)		BOD <sub>L</sub>	COD
							Soluble Organic	Total		
1,500	21	36	26.5	9	15	25	100	112	98.4	92.1
1,500	42	18	53	6	22	35	110	122	97.5	91.5
1,500	50	9	106	5	149	225	300	312	84.3	79.3
1,500	30	4.5	212	250	225	525	600	950	63.2	36.7
3,000	70	72	26.5	24	18	20	170	204	99.2	93.4
3,000	32	36	63	48	78	130	280	347	95.5	88.4
3,000	20	9	212	178	185	705	945	1105	75.4	63.0

NOTE: Lb COD/day / 1,000 cu ft x 0.016 = kg/day/cu.m.

ตารางที่ 4.2 แสดงผลจากการบำบัดน้ำเสียพวก กรดโวลโทล์ (40)

Influent COD (g/cu.m)	Time of Steady-State Operation (days)	Theoretical Detention Time (hr)	Loading (lb COD / day/1,000 cu ft)	Effluent Quality				Percent Removal	
				Suspended Solids (g/cu.m)	Soluble BOD <sub>L</sub> (g/cum)	COD (g/cu.m.)		BOD <sub>L</sub>	COD
						Soluble Organic	Total		
1,500	50	36	26.5	3	20	20	24	98.7	98
1,500	36	18	53	3	135	135	139	90.8	90.5
1,500	56	9	106	3	310	310	310	79.4	79.0
1,500	40	4.8	212	4	470	470	476	68.7	68.4
3,000	140	72	26.5	4	36	36	42	99.0	98.5
3,000	23	36	53	7	230	230	240	92.4	92.0
6,000	23	36	106	11	124	124	139	97.8	97.7
6,000	35	18	212	16	772	772	794	87.0	86.9

NOTE : Lb COD/day/1,000 cu ft x 0.016 = kg/day/cum.



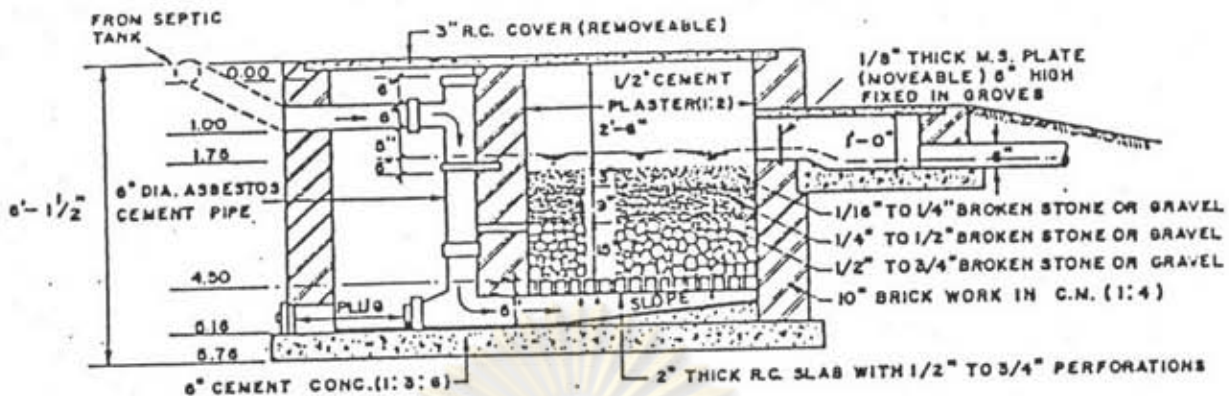
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพการกำจัด BOD และ ORGANIC LOADING (Young & McCarty)(40)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

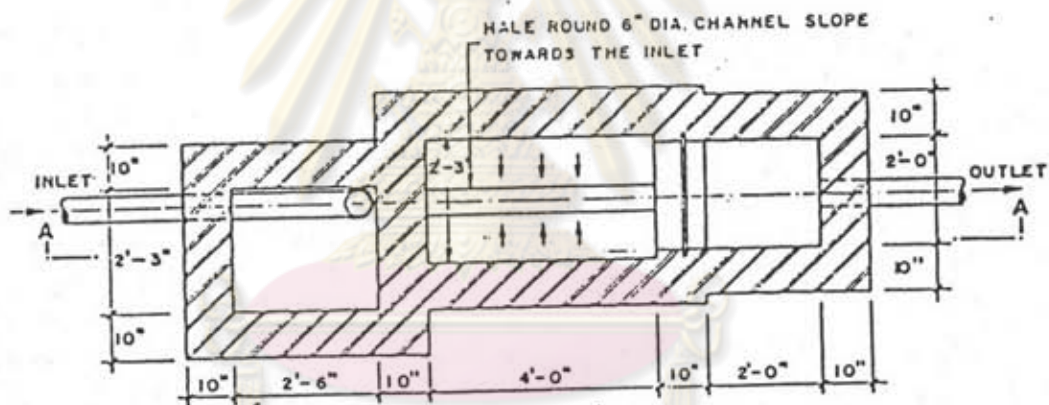
ตารางที่ 4.4 แสดงสมรรถนะของเครื่องกรอง (32)

Type of Filter	Nullickpur upflow			Jalaghata Downflow and Upflow			Apurbapur Upflow		
	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS
Effluent (g/cu.m)									
Range	180-340	344-648	632-980	130-275	290-784	490-1,000	130-300	612-936	304-478
Mean	240	464	812	225	465	673	212	771	380
Standard deviation	49.5	100.2	79.0	37.9	103.5	123	43.5	146	58.1
Effluent (g/cu,m)									
Range	40-90	168-248	201-576	45-105	96-220	101-320	30-75	220-438	104-264
Mean	60.3	211	318	60.2	176	247	52.2	328.5	185.7
Standard deviation	13.4	37.2	95.2	14.4	39.6	61.0	13.6	65.2	45.0
Removal Efficiency (%)									
Range	35-86	33-74	50-80	62-79.6	33-85.7	50-86.8	59.3-81.5	46.8-73.8	30-68
Mean	73.3	53.0	64.0	71.4	60.0	64.5	74.5	57.0	50.1
Standard deviation	7.42	10.60	9.20	5.7	12.2	6.04	5.4	8.9	13.0
Number of observations	32	12	15	16	12	11	16	10	10
study period	12/68-7/69	3/69-7/69	3/69-7/69	12/63-7/69	12/68-7/69	3/69-7/69	8/68-12/69	8/68-12/69	8/68-12/69





LONGITUDINAL SECTION (A - A)



PLAN

FIGURE 4.3 UPFLOW FILTER AT MULLICKPUR

(After V. RAMAN & H. CHAKLADAK) (32)

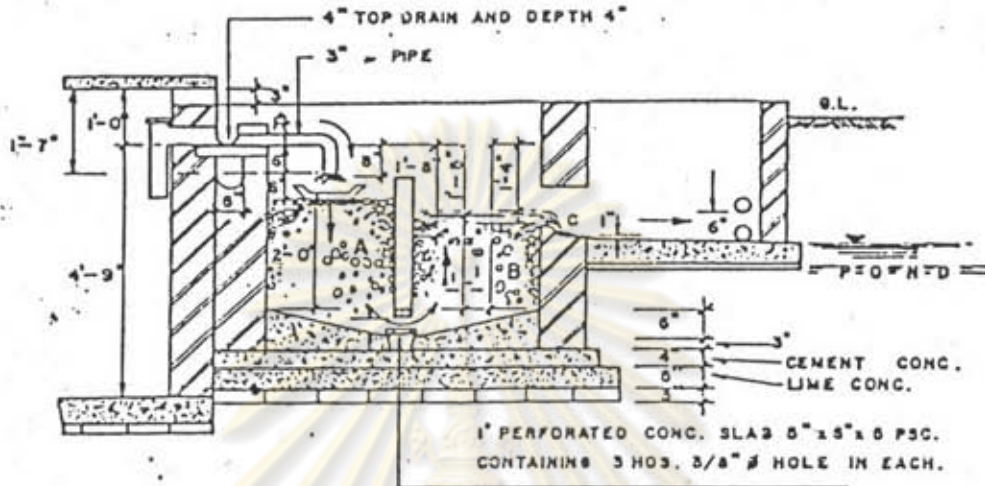
ศูนย์วิทยพัชกร

สุพาสกรรรมหาวิทยาลัย

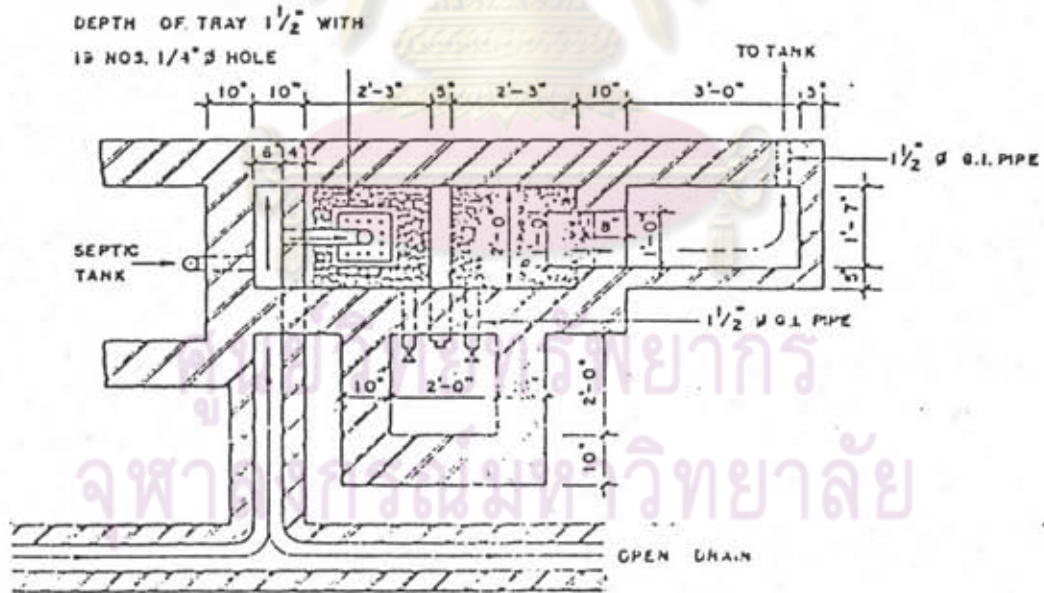
SCALE 3/8" = 1'-0"

MEDIA - STONE CHIPS

- DEPTH 24" A = PASS 3/4" RETAIN 1/2"
- " 15" B = PASS 1/2" RETAIN 1/4"
- " 3" C = PASS 1/4" RETAIN 1/8"



LONGITUDINAL SECTION



PLAN

FIGURE 4.4 DOWNFLOW AND UPFLOW FILTER AT JALDHATA.

(After V. RAMAN & H. CHAKLADAR) (32)



Raman & Khan (34) ทำการทดลองและวิจัยถังกรองไร้อากาศทำความสะอาดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย ทั้งการทดลองในห้องทดลองและในสนาม ถังกรองที่ใช้ทดลองในห้องทดลองเป็นท่อขนาด 0.10 ม. ให้หินขนาด 20-25 มม. ความสูงของหินกรอง 1-2 ม. ผลการทดลองในห้องทดลองแสดงไว้ในตาราง 4.5 ข้อมูลผลการทดลองในสนามและแบบที่ใช้แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.6 ตามลำดับ การทำงานในสนามจะทำงานเพียง 9.5 ชม. ในหนึ่งวัน ผลการวิจัยถังกรองไร้อากาศสามารถลดบีโอดีได้ประมาณ 70-80% บีโอดีของน้ำที่ผ่านถังกรองไร้อากาศมีค่าประมาณ 25-30 มก./ล. ปริมาณการกรองมีค่าประมาณ 3.4 ลบ.ม./ตร.ม.- วัน ปริมาณบีโอดีมีค่าประมาณ 0.34 ก./ลบ.ม.-วัน อุณหภูมิระหว่างทดลองประมาณ 23-32.5 °C ถังกรองไร้อากาศสามารถทำงานได้นาน 1.5-2 ปี โดยไม่มีการอุดตัน

Genung และคณะ (13) ได้ศึกษาเครื่องกรองไร้ออกซิเจนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.64 ม. สูง 6 ม. กำจัดน้ำเสียจากบ้านเรือนที่มีความเข้มข้นบีโอดี 60-220 มก./ล. ที่อุณหภูมิ 15-20 °C โดยมีระยะเวลาการกักเก็บน้ำ 2.5-10.5 ชม. รับน้ำเสียในอัตรา 19 ลบ.ม./วัน ปรากฏว่าเครื่องกรองมีประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีร้อยละ 55

Kobayashi (19) ได้ศึกษาเครื่องกรองไร้ออกซิเจนขนาดห้องปฏิบัติการทำด้วยท่อโดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว สูง 37 นิ้ว รับน้ำเสียจากบ้านเรือนที่มีความเข้มข้นซีโอดีเฉลี่ย 288 มก./ล. ที่อุณหภูมิ 20 , 25 และ 35 °C ตามลำดับ โดยมีอัตราการแก๊สไหล 0.32 ก./ลบ.ม.- วัน ปรากฏว่าเครื่องกรองมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีร้อยละ 73 ที่อุณหภูมิ 25 °C และ 35 °C ไม่พบความแตกต่างกัน แต่ที่อุณหภูมิ 20 °C ปรากฏว่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีลดลง

บุญสิน สุกข์วงศ์ (1) ศึกษาเครื่องกรองไร้ออกซิเจน ใช้ถังกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.57 ม. สูง 0.5 ม. และ 1 ม. ภายในบรรจุหินเพื่อกำจัดน้ำเสียจากบ้านเรือนที่มีความเข้มข้นซีโอดีเฉลี่ยก่อนเข้าเครื่องกรองไร้ออกซิเจน 160 มก./ล. ประสิทธิภาพในการทำงานของถังกรองทั้ง 2 ขนาด มีค่าใกล้เคียงกันมาก ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีประมาณร้อยละ 70 โดยมีระยะเวลาในการกักเก็บน้ำไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง

#### 4.3 ลักษณะการทำงานของระบบเซปติค-แอนแอโรบิคินัลเตอร์

ลักษณะการทำงานของถังเซปติค-แอนแอโรบิคินัลเตอร์ อาจแยกกล่าวได้สองส่วน คือ การทำงานของถังเซปติค และการทำงานของถังแอนแอโรบิคินัลเตอร์

ถังเซปติคมีลักษณะการทำงานเหมือนถังตกตะกอนซึ่งไม่มีการเติมสารเคมีใด ๆ และไม่มีส่วนที่เป็นอุปกรณ์เคลื่อนไหวภายในถัง กลไกที่สำคัญที่เกิดขึ้นในถังเซปติคมีอยู่ 4 ลักษณะ ดังนี้คือ

1. การแยกของแข็งแขวนลอย (Separation of Suspended Solids) เป็นกระบวนการแยกของแข็งที่อยู่ในน้ำเสีย โดยสามารถแยกถังเซปติคออกเป็น 3 ส่วน คือ

ตารางที่ 4.5 แสดงสมรรถนะของเครื่องกรองขนาดทดลอง

( After RAMAN & KHAN , 1978 ) ( 34 )

อัตราการไหลที่ต่อเนื่อง - 0.03 ลบ.เมตร/วัน (ค่าเฉลี่ย)

เวลากักเก็บน้ำ - 5 ชั่วโมง

Parameter	Inf.	E <sub>1</sub>	E <sub>3</sub>	Effl.	Efficiency %
BOD q/cu. m	i) 120	37	29	24	80.0
	ii) 198	64	47	32	83.8
COD q/cu. m	i) 267	102	80		
	ii) 256	126	92	74	71.0
Suspended solids q/cu.m.	i) 104	34	23	22	78.9
	ii) 120	38	29	17	85.8
Total solids q/cu. m.	i) 519	382	354	360	30.7
	ii) 574	423	400	306	46.4
NH <sub>3</sub> - N q/cu.m.	i) -	-	-	-	-
	ii) 42	57	52	52	
Turbidity ( FTU )	i) -	-	-	-	-
	ii) 74	27	15	11	85.1
Gas evolved q/cu.m.	i) -	1.03			
	ii) -	1.24			

NOTES ; i) = 37 observations during 5.1.76 to 22.7.76

ii) = 27 observations during 21.10.76 to 16.6.77

Inf. = Influent

E<sub>1</sub> = Effluent at depth 1 foot from bottom

E<sub>3</sub> = Effluent at depth 3 ft. from bottom

Effl = Filter Effluent

TEMPERATURE

i) 25° to 32.5 °c

ii) 25° to 33° c

pH of Inf. = 7.35

pH of Eff. = 7.55

ตารางที่ 4.5 แสดงสมรรถนะของเครื่องกรองใช้งานที่บำบัดน้ำเสีย (34)

( After RAMAN & KHAN 1978 )

ระยะเวลาบำบัดน้ำเสียใน 1 วัน — 9.5 ชั่วโมง

Parameter	Inf.	Effl	Efficiency in %
BOD g/cu.m.	i) 175	48	72.5
	ii) 210	43	79.5
Suspended Solids g/cu.m.	i) 125	54	56.8
	ii) 172	22	88.5
Turbidity (FTU)	i) 100	27	73.0
	ii) 102	18	82.4
NH <sub>3</sub> - N g/cu.m.	i) 38	44	-
	ii) 41	52	-

NOTES : Index

i) 15 observations during 10.8.77 to 8.2.77 at  
hydraulic loading of 0.570 cu.m/hour

ii) 11 observations during 25.2.77 to 5.8.77 at  
hydraulic loading of 0.422 cu.m/hour

Av. temp. of Influent & effluent in i) 27.5 °c  
ii) 31.0 °c

Av. pH of influent = 7.30 pH of eff. = 7.40

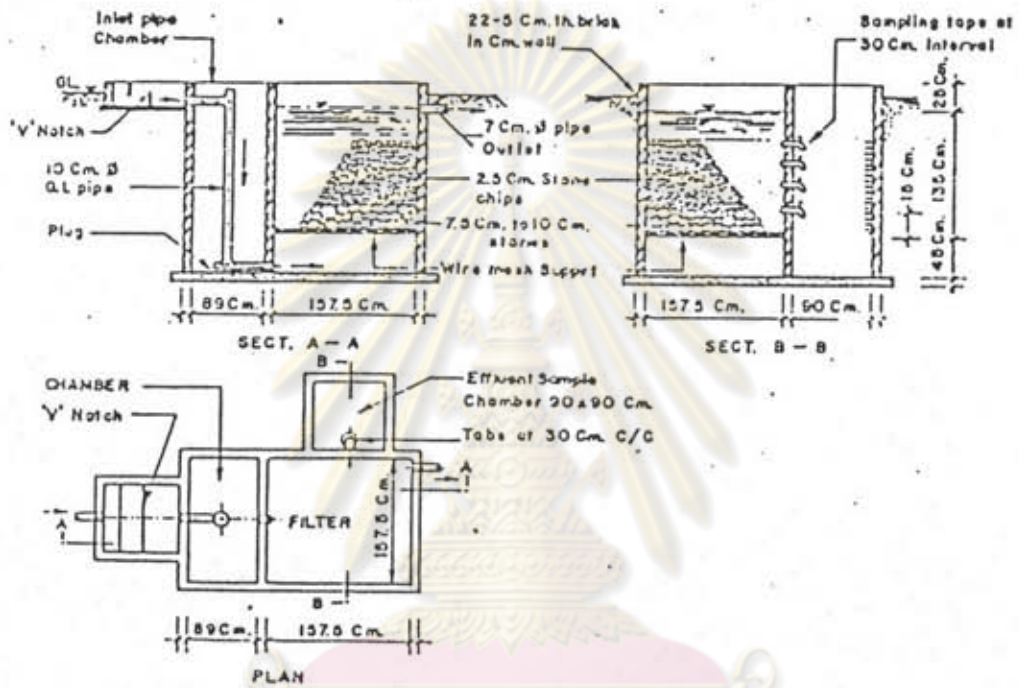


FIGURE. 4.6 PILOT UPFLOW (Anaerobic) FILTER., (After V. RAMAN & A.N KHAN)(34)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชั้นตะกอน อยู่ส่วนล่างของถัง

ชั้นตะกอนลอย ซึ่งอยู่ส่วนบนของถัง

ชั้นของเหลว อยู่ระหว่างชั้นตะกอนและชั้นตะกอนลอย

การแยกของแข็งออกจากน้ำเสียเป็นจุดประสงค์พื้นฐานของระบบถังเซปติก ประสิทธิภาพการแยกของแข็งจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการกักเก็บน้ำเพิ่มขึ้น พบว่าที่เวลากักเก็บน้ำในถังเซปติกเท่ากับ 6 ชม. ของแข็งส่วนใหญ่จะถูกแยกออกจากน้ำเสีย(29)

2. การย่อยสลายตะกอนและตะกอนลอย สารอินทรีย์ในชั้นของตะกอนและตะกอนลอย จะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ซึ่งทำให้เกิดกรดโวลลาไทล์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน ก๊าซที่เกิดขึ้นจะทำให้ตะกอนลอยแต่จะตกลงก้นถังอีกเมื่อก๊าซหลุดออกจากผิวน้ำ

3. การย่อยสลายของเหลว (Stabilization of the liquid) สารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจน โดยจะทำการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนให้เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุลต่ำ ซึ่งมีลักษณะเหมือนการย่อยสลายตะกอนในข้อที่ 2

4. การเพิ่มปริมาณจุลชีพ (Growth of Micro-Organisms) ภายในถังจะเกิดจุลชีพชนิดต่าง ๆ โดยปริมาณจุลชีพแต่ละชนิดจะถูกควบคุมโดยสภาพแวดล้อมภายในถัง

ถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์จะรับน้ำเสียที่ผ่านจากถังเซปติก โดยน้ำเสียจะเข้าทางด้านล่างของถัง ภายในถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์บรรจุถังกลางพลาสติก (Filter Media) จุลชีพภายในถังจะมีความเป็นอยู่ 2 ลักษณะ คือ เกาะหลวม ๆ อยู่กับตัวกลางลักษณะหนึ่ง และอยู่ในช่องว่างระหว่างตัวกลางอีกลักษณะหนึ่ง เมื่อน้ำเสียไหลเข้าถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์จะสัมผัสกับจุลชีพที่ตกอยู่ที่ก้นถัง และเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียซึ่งทำให้เกิดก๊าซต่าง ๆ ก๊าซเหล่านี้จะเกาะอยู่ตามตะกอนของจุลชีพ เมื่อน้ำเสียไหลผ่านเครื่องกรอง ความเร็วของน้ำจะพาเอาก๊าซและตะกอนจุลชีพลอยขึ้นสู่ด้านบนของถัง ระหว่างที่น้ำเสียไหลขึ้นสู่ด้านบนนี้ สารอินทรีย์ในน้ำเสียยังถูกย่อยสลายโดยตะกอนจุลชีพที่ถูกพาขึ้นมา และจุลชีพที่เกาะอยู่ติดกับตัวกลางที่น้ำเสียไหลผ่านการลอยขึ้นของตะกอนจุลชีพทำให้ตะกอนกระทบกับตัวกลาง ฟองก๊าซที่เกาะอยู่จึงหลุดออก เมื่อตะกอนจุลชีพรวมตัวกันจนมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้นก็จะตกลงมายังส่วนล่างของถัง ซึ่งเป็นการนำเอาจุลชีพมาใช้ในระบบอีก (Recycle) นอกจากนี้ตัวกลางที่บรรจุอยู่ยังทำหน้าที่กระจายการไหลของน้ำเสียที่ผ่านเข้าในถัง ทำให้น้ำเสียได้สัมผัสกับตะกอนจุลชีพอย่างทั่วถึง

#### 4.4 แนวทางการออกแบบระบบเซปติก-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการดูแลรักษาง่าย และมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัย การออกแบบของระบบให้มีขนาดสอดคล้องกับลักษณะของแนวท่อของอาคารแฟลต และลักษณะอาคารแฟลตการเคหะแห่งชาติ โดยที่ลักษณะอาคารเหล่านั้นส่วนมาก



จะมีห้องพักอาศัย 4 ชั้น และมีผู้พักอาศัยเฉลี่ย 5-6 คนต่อห้อง ที่รับน้ำเสียจะรับน้ำเสียจากห้องพักอาศัยจำนวน 8 ห้อง ซึ่งมีผู้พักอาศัยจำนวน 40-48 คน

ลักษณะของแบบถังเซปติก-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์ ประกอบด้วยถังเซปติกและถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์ ที่น้ำเสียจะเข้าทางถังเซปติกและไหลเข้าถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์ทางล่างของถัง ที่น้ำออกจากถังจะอยู่ด้านบน ลักษณะของถังเซปติก-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์มีลักษณะรูปสี่เหลี่ยมแยกออกเป็นสองส่วนตามแนวยาวของถัง ถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม โดยมีพื้นถังลาดเอียงประมาณ 60 องศา เพื่อให้ตะกอนที่สะสมในถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์สามารถไหลกลับเข้าไปยังถังเซปติกได้ เป็นการป้องกันปัญหาตะกอนอุดตันและการสูบลูกจากถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์ นอกจากนี้ยังสามารถลดปริมาณตะกอนที่ออกไปกับน้ำทิ้งที่ออกจากถัง

#### 4.4.1 การคำนวณระบบเซปติก-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์

การคำนวณระบบเซปติก-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์ แยกออกเป็นสองส่วนคือ ถังเซปติกและถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์ โดยมีค่าลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่ใช้ในการคำนวณดังนี้ คือ

ปริมาณความเข้มข้นบีโอดีของน้ำเสีย	300	มก./ล.
ปริมาณน้ำเสีย	150	ลิตร/คน-วัน
รับน้ำเสียจากที่พักอาศัยจำนวน	50	คน

##### 1 การออกแบบถังเซปติก

การออกแบบถังเซปติก พิจารณาส่งที่เกี่ยวข้องดังนี้ คือ

- ก. ปริมาณน้ำโสโครกที่เข้าสู่ถังหมัก ในกรณีนี้พิจารณาน้ำเสียทุกชนิดในอาคารที่พักอาศัย อันได้แก่น้ำเสียจากส้วม จากอ่างล้างหน้า จากอ่างล้างชาม จากการซักล้าง และน้ำเสียอื่น ๆ ที่เกิดจากพฤติกรรมของคน รวมไหลเข้าสู่ถังเซปติก ค่าปริมาณน้ำเสียจะมีค่าประมาณ 0.10-0.20 ลบ.ม./คน-วัน ในที่นี้ใช้ค่าอัตราน้ำเสียที่เข้าสู่ถังเซปติกเท่ากับ 0.15 ลบ.ม./คน-วัน ส่วนระยะเวลาที่กักเก็บน้ำเสียในถังเซปติกควรมีระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง
- ข. ปริมาณกากตะกอนที่สะสมในถังหมัก การออกแบบถังเซปติกจะต้องคำนวณกากตะกอนที่สะสมอยู่ในถัง ระยะเวลาการสูบลูกออกทิ้งโดยทั่วไปไม่ควรนานกว่า 3 ปี เพราะตะกอนจะจับตัวเป็นก้อนแข็งยากต่อการสูบลูก ปริมาตรรวมของถังเซปติกจะต้องมีขนาดเพียงพอที่จะกักเก็บตะกอนที่สะสมอยู่ไม่ให้หลุดออกไปกับน้ำทิ้ง และจะต้องไม่ทำให้ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสียในถังเซปติกลดลงต่ำกว่า 24 ชั่วโมง การคำนวณใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณกากตะกอนที่สะสมในถังเซปติก(17)

ระยะเวลาสะสมตะกอน (ปี)	ปริมาณกากตะกอน (ลบ.ม./คน)
1/2	0.028
1	0.050
2	0.070
3	0.085

ข้อมูลการออกแบบถังเซปติก

ปริมาณกากตะกอนสะสมในถังเซปติก	0.085	ลบ.ม./คน-3 ปี
ปริมาณน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย	0.15	ลบ.ม./คน-วัน
ปริมาณบีโอดี	300	มก./ลิตร
ระยะเวลาการกักน้ำเสียในถัง	24	ชั่วโมง
ระยะเวลาการสูบน้ำทิ้ง	3	ปี
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีในถังเซปติก	50	%
- รายละเอียดการคำนวณแบบถังเซปติก(สำหรับรับน้ำเสียนรวมจากคน 50 คน)		
ปริมาตรตะกอนที่สะสมในถังเซปติก	= 0.085	ลบ.ม./คน-3ปี
ปริมาตรกักเก็บตะกอน	= 50×0.085	
	= 4.25	ลบ.ม.
ปริมาตรกักเก็บน้ำเสีย	= (150/1000)(50)	
	= 7.5	ลบ.ม.
ปริมาตรรวมของถังเซปติก	= 4.25+7.5	
	= 11.75	ลบ.ม.
เลือกขนาดถังเซปติก(ก×ข×ล)	= 2.3×4.0×1.3	(เมตร)

2 การออกแบบถังแอนแอโรบิค-ฟิลเตอร์

ข้อมูลการออกแบบถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์

รับภาระสารอินทรีย์ 2 กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน

- รายละเอียดการคำนวณแบบถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์
- |  |   |                     |
|--|---|---------------------|
| ปริมาณบีโอดีที่เข้าถังเซปติค             | = 300   | กก./ล.              |
| ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีในถังเซปติค     | = 50%   |                     |
| ปริมาณบีโอดีที่เข้าถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์ | = $0.15 \times 300 \times 0.5 \times 50 / 1000$ |                     |
|  | = 1.125   | กก.บีโอดี/วัน       |
| ถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์รับภาระสารอินทรีย์  | = 2   | กก.บีโอดี/ลบ.ม.-วัน |
| ปริมาตรที่ต้องการ                        | = $1.125 / 2$                                   |                     |
|  | = 0.56  | ลบ.ม.               |
| void ratio ของตัวกลาง                    | = 0.95  |                     |
| ปริมาตรที่ต้องการทั้งหมด                 | = $0.56 / 0.95$                                 |                     |
|  | = 0.59  | ลบ.ม.               |
- ตัวกลางพลาสติก
- |                        |                      |            |
|------------------------|----------------------|------------|
| จำนวนตัวกลาง ต่อ ลบ.ม. | = 7500               | ลูก        |
| จำนวนตัวกลาง ต่อ ถัง   | = $7500 \times 0.59$ |            |
|                        | = 4425               | ลูก        |
| พื้นที่ผิวของตัวกลาง   | = 177                | ตร.ซม./ลูก |

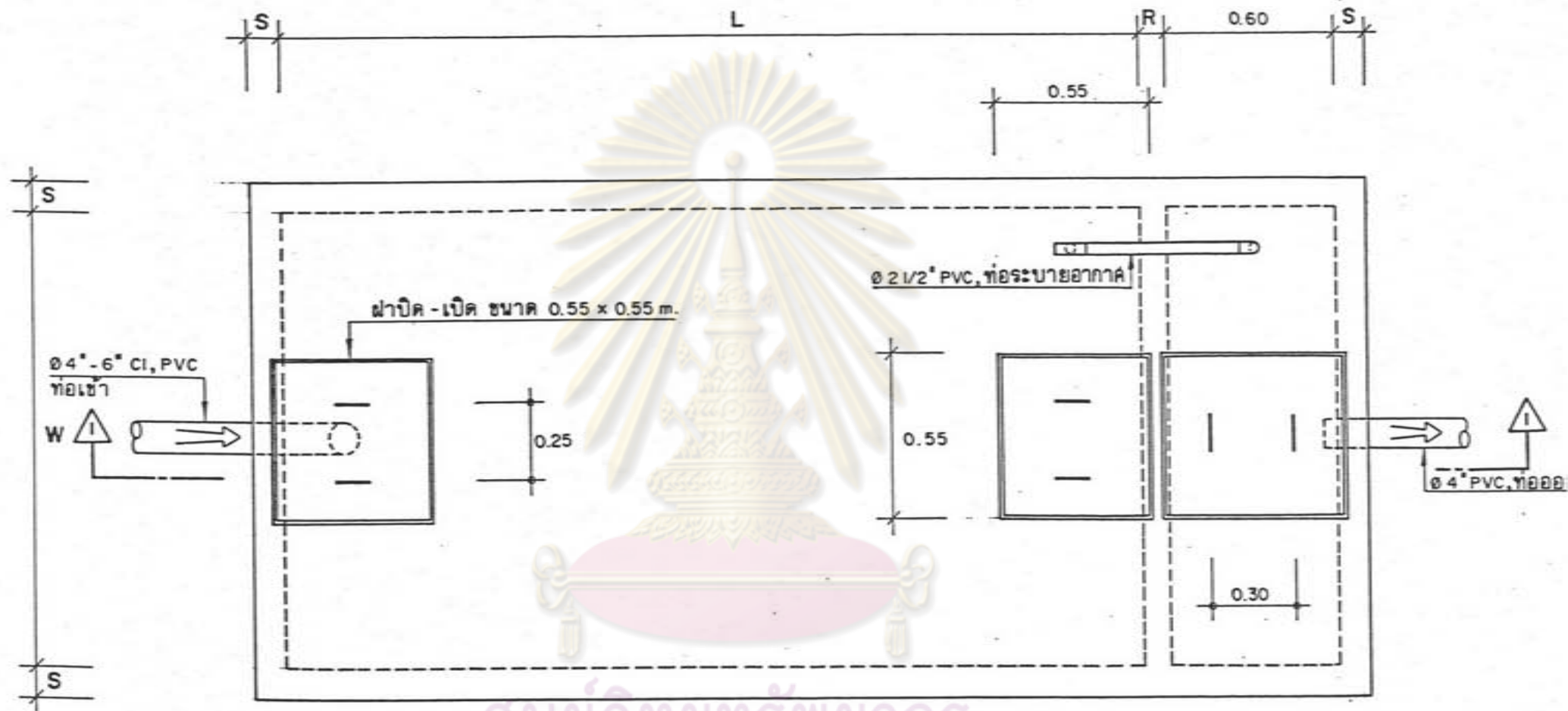
จากค่าที่คำนวณได้สามารถกำหนดขนาด และ รูปร่างของระบบ เซปติค - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์ซึ่งมีรายละเอียดและขนาดดังแสดงในรูปที่ 4.7 และตารางที่ 4.8

การออกแบบเพื่อนำไปใช้งานเพื่อนำไปใช้งานยังได้ทำการออกแบบ ระบบ เซปติค - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์ ขนาดรับน้ำเสียรวมจากกิจกรรมของคนจำนวน 10 20 และ 30 คน ซึ่งมีรายละเอียดการคำนวณคล้ายกันกับระบบสำหรับน้ำเสียจากคนจำนวน 50 คน ขนาดและรายละเอียดของแบบแสดงในรูปที่ 4.7 และตารางที่ 4.8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

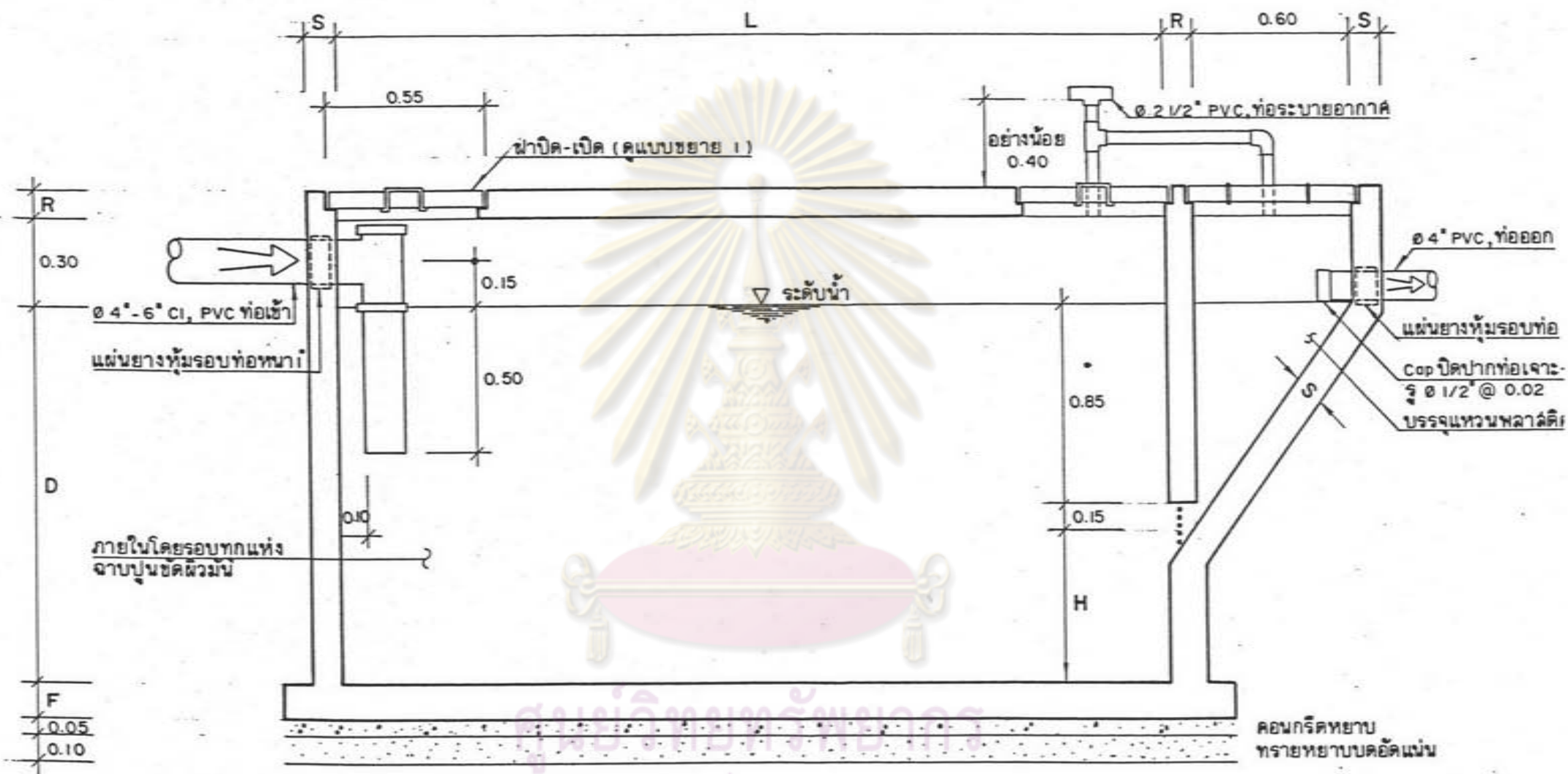
ตารางที่ 4.8 รายละเอียดของระยะต่างๆ ในแบบเซปติก - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์  
ตามรูปที่ 4.7

ขนาดสำหรับผู้ใช้		10	20	30	50
ปริมาตรส่วนเก็บกักในถังเซปติก (ลบ.ม.)		2.60	5.07	6.83	11.96
ระยะต่างๆ (เมตร)	W	1.0	1.3	1.5	2.3
	L	2.0	3.0	3.5	4.0
	S	0.125	0.125	0.125	0.125
	R	0.125	0.125	0.125	0.125
	F	0.150	0.150	0.150	0.150
	D	1.3	1.3	1.3	1.3
	H	0.5	0.5	0.5	0.5
จำนวนตัวกลางแหวนพลาสติก		1000	2500	3200	4500

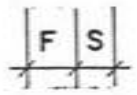


ศูนย์วิทยพัทยากร  
**แปลนถังบำบัดแบบเซปติก - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์**  
 มาตรฐาน  
 1 : 20

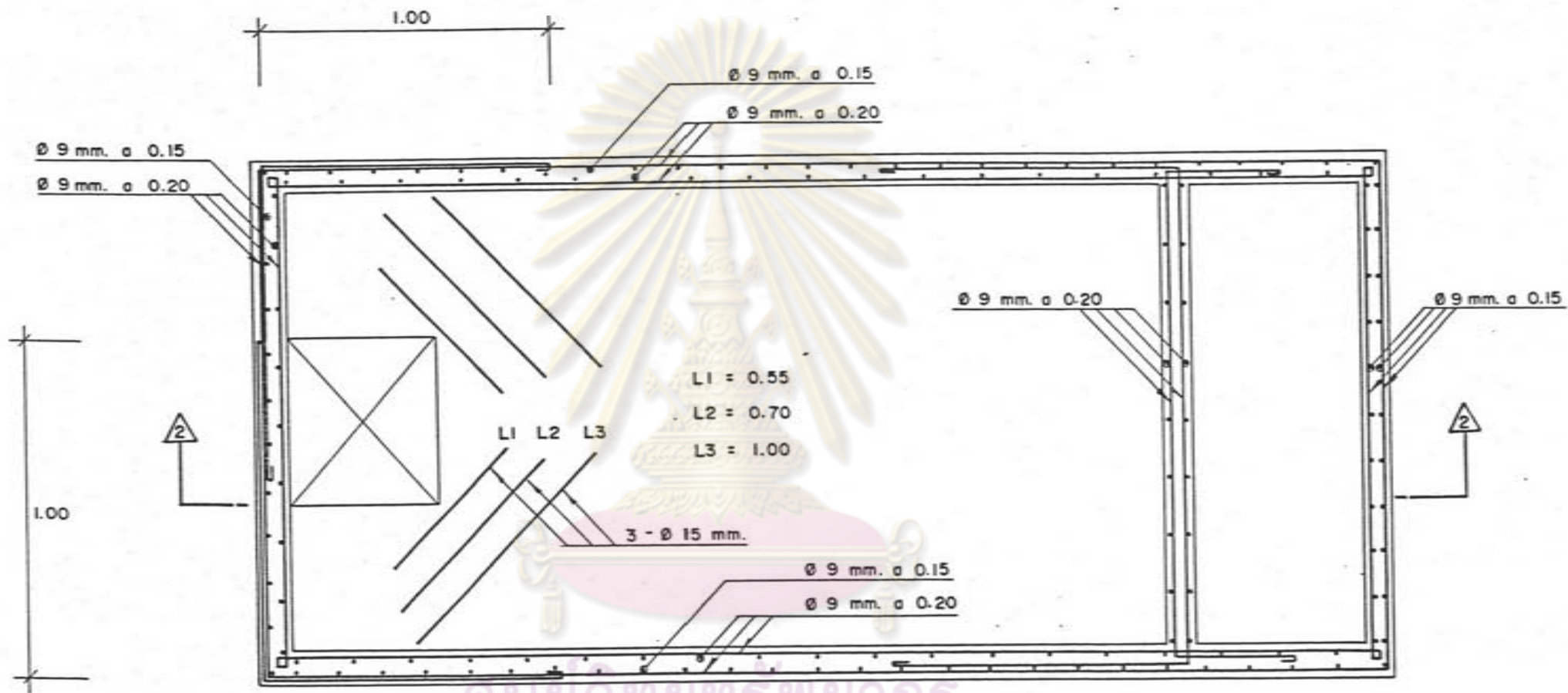
**รูปที่ 4.7. แบบเซปติก - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์**



ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 รูปตัด ①-①  
 มาตรฐาน 1 : 20

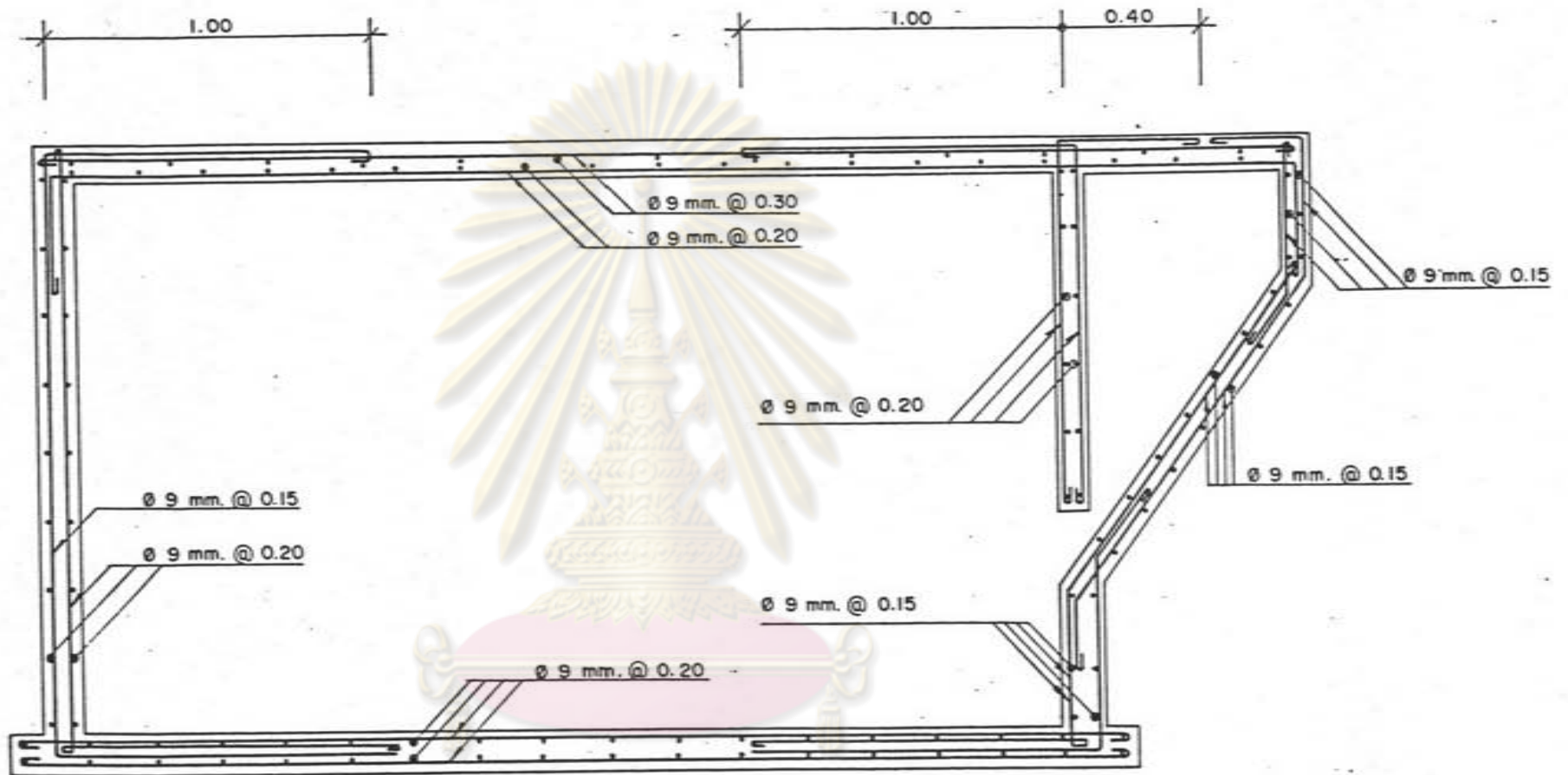


รูปที่ 4.7 (ต่อ) แบบเซปติค - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์



**แผนการเสริมเหล็กถังบำบัดแบบเซปติก - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์**  
 มาตรฐาน  
 1 : 20

รูปที่ 4.7(ต่อ) แบบเซปติก - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์

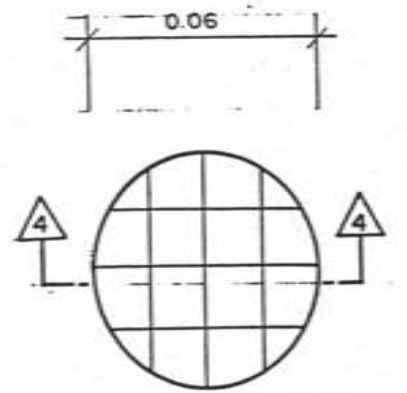
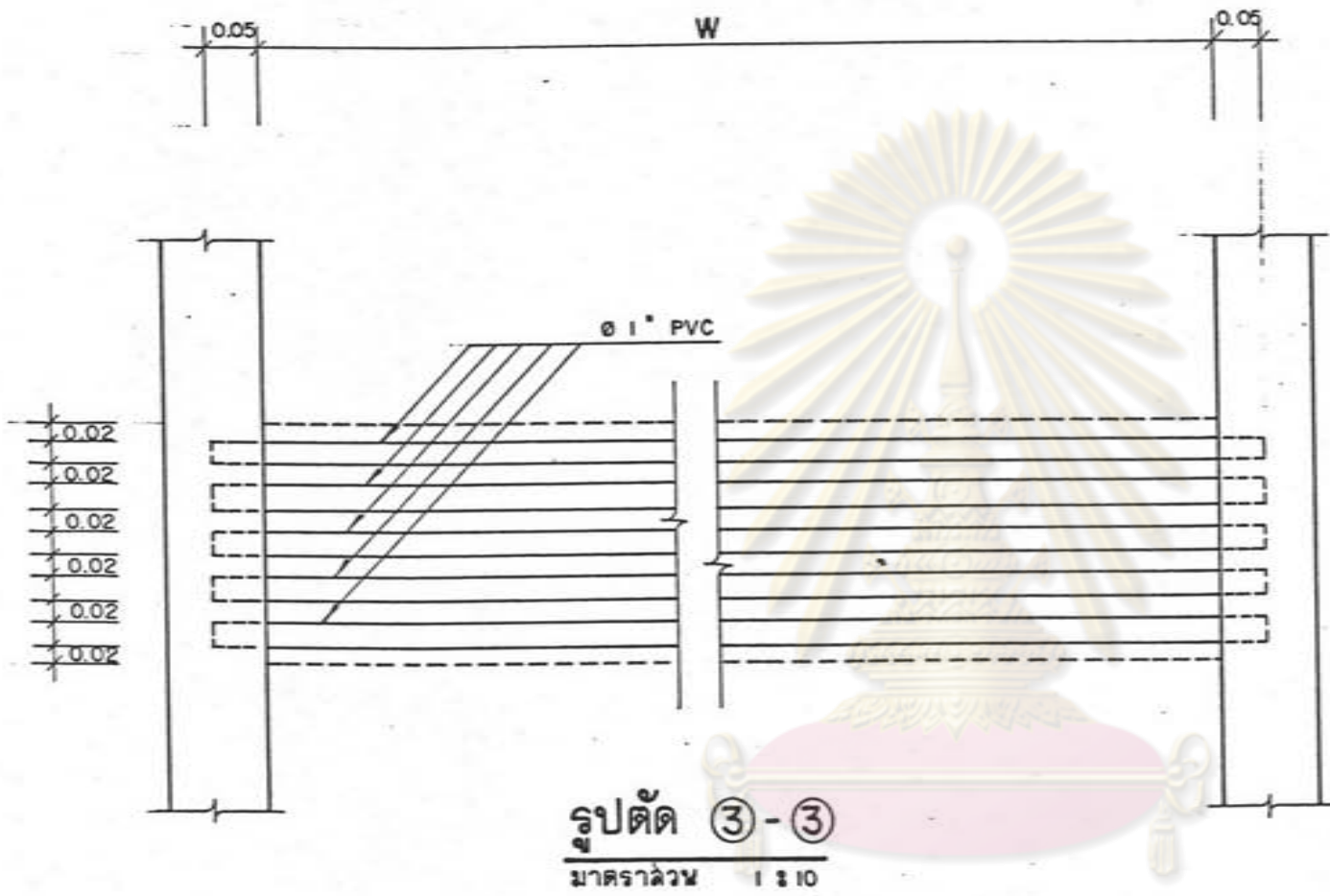


รูปตัด ② - ②

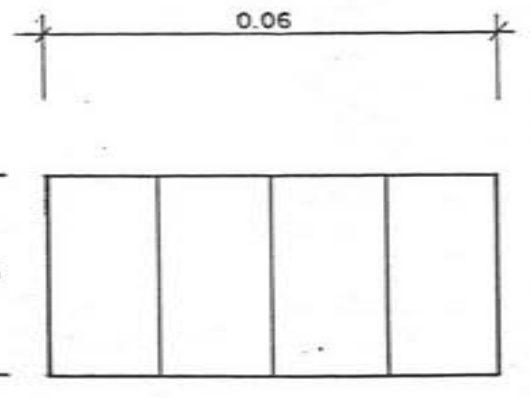
มาตราส่วน 1 : 20

รูปที่ 4.7 (ต่อ) แบบเซปติค - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์





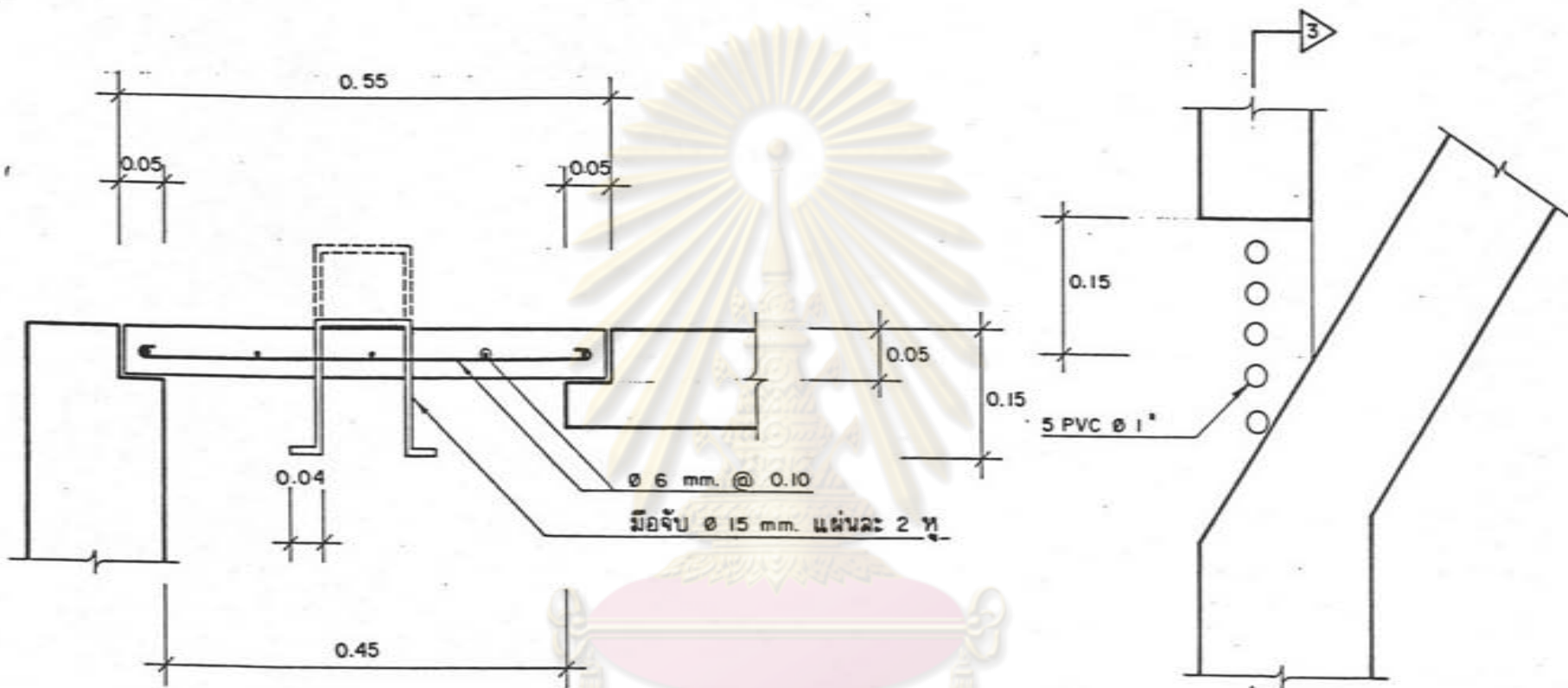
**แปลนแหวนพลาสติก**  
มาตราส่วน 1 : 2



**รูปตัด ④ - ④**  
มาตราส่วน 1 : 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.7 (ต่อ) แบบเซปติค - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์



แบบขยาย 1.  
มาตราส่วน 1 : 10

ขยายแผงกั้นแหวนพลาสติก  
มาตราส่วน 1 : 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.7 (ต่อ) แบบเซปติค - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์

#### 4.4.2 การออกแบบ แบบจำลองระบบเซปติก - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์

การคำนวณแบบจำลองระบบเซปติก - แอนแอโรบิคฟิลเตอร์ สามารถคำนวณจากแบบจริงขนาดต่างๆ ซึ่งจะทำให้ได้ขนาดและลักษณะของแบบจำลองที่เหมือนกัน ในตัวอย่างการคำนวณนี้ได้ทำการคำนวณแบบจำลองจากแบบจริงขนาดรับน้ำเสียรวมจากคนจำนวน 50 คน

- ถังเซปติก

	จาก $Q_p/Q_m$	=	$(V_p/T_p)(V_m/T_m)$	
	$Q_p$	=	อัตราการไหลในแบบจริง	
	$Q_m$	=	อัตราการไหลในแบบจำลอง	
	$V_p$	=	ปริมาตรของแบบจริง	
	$V_m$	=	ปริมาตรของแบบจำลอง	
	$T_p$	=	เวลากักเก็บของเหลวในแบบจริง	
	$T_m$	=	เวลากักเก็บของเหลวในแบบจำลอง	
กำหนดให้	$T_p$	=	$T_m$	
ดังนั้น	$V_m$	=	$(Q_m)(V_p) / Q_p$	
เลือกใช้	$Q_m$	=	29	ลิตร/วัน
จากแบบจริง	$V_p$	=	11.75	ลบ.ม.
	$Q_p$	=	7.5	ลบ.ม./วัน
	$V_m$	=	$(11.75 \times 29) / 7.5$	
		=	45.3	ลิตร
ใช้ถังเซปติกขนาด(กxยxส)		=	23 x 53 x 38	( ซม.)

- ถังแอนแอโรบิคฟิลเตอร์

จาก	$V_m$	=	$(Q_m)(V_p) / Q_p$	
		=	$29 \times 0.59 / 7.5$	
		=	2.28	ลิตร

จากค่าที่คำนวณได้สามารถกำหนดขนาด และ รูปร่างของแบบจำลองระบบ เซปติก-แอนแอโรบิคฟิลเตอร์ซึ่งมีรายละเอียดและขนาดดังแสดงในรูปที่ 4.8

