

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมควบคุมมลพิษ. 2546. เล่ม 2 รายละเอียดสนับสนุนเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวม
น้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน. กรุงเทพมหานคร : สมาคมวิศวกรรม
สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

กรมควบคุมมลพิษและสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2540. ศัพท์บัญญัติและนิยาม
น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : เรือนแก้วการพิมพ์.

กองจัดการคุณภาพน้ำ สำนักระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร. โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม
(online). Available from : <http://dds.bma.go.th> (2003.December)

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2542. การบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์
หจก.สยามสเตชันเนอรีฟฟลายส์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิศวกรรมศาสตร์. คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.
2534. การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธनिया เกาศล. 2540. สภาวะการทำงานที่เหมาะสมของถังหมักไร้อากาศในการบำบัดตะกอน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

มันสิน ตันจุลเวศน์. 2542. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสริมพล รัตสุข และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. 2524. การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและ
แหล่งชุมชน. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

- APHA, AWWA and WPCF. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. ed 20th. New York: American Public Health Association U.S.A.
- Chang, C.N., Ma, Y.S., and Lo, C.W. 2002. Application of oxidation-reduction potential as a controlling parameter in waste activated sludge hydrolysis. Chemical Engineering Journal. 90 : 273-281.
- Chiu, Y.C., Chang, C.N., Lin, J.G., and Huang, S.J. 1997. Alkaline and Ultrasonic pretreatment of sludge before anaerobic digestion. Water Science and Technology. 36(11) : 155-162.
- Choi, H.B., Hwang, K.Y., and Shin, E.B. 1997. Effects on anaerobic digestion of sewage sludge pretreatment. Water Science and Technology. 35 : 207-211.
- Chu, C.P., and Lee, D.J. 2004. Effect of pre-hydrolysis on floc structure. Journal of Environmental Management. 71 : 285 – 292.
- Harnett, L. D., and Murphy, L. J. 1986. Statistical analysis for business and economics. ed 3rd. United States of America: Addison-Wesley Publishing Company.
- Heo, N.H., Park, S.C., Lee, J.S., and Kang, H. 2003. Solubilization of waste activated sludge by alkaline pretreatment and biochemical methane potential (BMP) tests for anaerobic co-digestion of municipal organic waste. Water Science and Technology. 48(8) : 211-219.
- Hung, R.T., LeBrun, T.J., and Tortorici, L.D. 1983. Thermal pretreatment of sludge - a field demonstration. Journal of Water Pollution Control Fed. 55 : 23-34.
- Kim, J., Park, C., Kim, T.K., Lee, M., Kim, S.W., and Lee, J. 2003. Effect of Various Pretreatments for Enhanced Anaerobic Digestion with Waste Activated Sludge. Journal of Bioscience and Bioengineering. 95(3) : 271 – 275.
- Li, Y.Y., and Nokie, T. 1992. Upgrading of anaerobic digestion of waste activated sludge by thermal pretreatment. Water research. 13 : 485-492.
- Lin, J.G., Chang, C.N., and Chang, S.C. 1997. Enhancement of anaerobic digestion of waste activated sludge by alkaline solubilization. Bioresource Technology. 62(3) : 85-90.

- Lin, J.G., Ma, Y.S., Huang, C.L., and Allen, C.C. 1999. BMP test on chemically pretreated sludge. Bioresource Technology. 68 : 187-192.
- Metcalf and Eddy, Inc. 1991. Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse. 3rd ed., McGraw-Hill Book company Inc., Singapore. 1334p.
- Neyens, E., and Baeyens, J. 2003. A review of thermal sludge pre-treatment process to improve dewaterability. Journal of Hazardous Material. B98 : 51-67.
- Owen, W.F., Syuckey, D.C., Healy, J.B., Young, L.Y., Jr., and McCarty, P.L. 1979. Bioassay for monitoring biochemical methane potential and anaerobic toxicity. Water research 13 : 485-492.
- Pinnekamp, J. 1989. Effects of Thermal Pretreatment of Sewage Sludge on Anaerobic Digestion. Water Science and Technology. 21 : 97-108.
- Sawayama, S., Inoue, S., Tsukahara, K., and Ogi, T. 1995. Thermochemical liqudization of anaerobically digested and dewatered sludge and anaerobic pretreatment. Bioresource Technology. 55 : 141-144.
- Stuckey, D.C., and McCarty, P.L. 1984. The effect of thermal pretreatment on the anaerobic biodegradability and toxicity of waste activated sludge. Water research. 18 : 1343-1353.
- Tanaka, S., Kobayashi, T., Kamiyama, K., and Bildan, M.L. 1997. Effects of Thermochemical pre-treatment on the anaerobic digestion of waste activated sludge. Water Science and Technology. 8 : 209-215.
- Vlyssides, A.G., and Karlis, P.K. 2004. Thermal-alkaline solubilization of waste activated sludge as a pre-treatment stage for anaerobic digestion. Bioresource Technology. 91 : 201-206.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก.

ข้อมูลการวิเคราะห์ผลชั้นตอนที่ 1- 2

ศูนย์วิทย์ทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. 1 วิเคราะห์หาค่า pH

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยสารเคมี	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (25/8/47)	2 (8/9/47)	3 (24/9/47)	
ตะกอนดิบ	7.43	6.97	7.56	7.32
ตะกอนดิบ + NaOH (10 mg/l)	7.9	7.21	7.89	7.67
ตะกอนดิบ + NaOH (20 mg/l)	8.32	7.45	8.25	8.01
ตะกอนดิบ + NaOH (30 mg/l)	8.74	7.88	8.69	8.44
ตะกอนดิบ + NaOH (40 mg/l)	9.25	8.12	9.03	8.80

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยความร้อน	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (28/8/47)	2 (11/9/47)	3 (28/9/47)	
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 15 นาที)	7.31	7.11	7.58	7.33
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 15 นาที)	7.49	7.49	7.92	7.63
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 15 นาที)	7.83	7.77	7.98	7.86
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 30 นาที)	7.23	7.04	7.6	7.29
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 30 นาที)	7.4	7.27	7.76	7.48
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 30 นาที)	7.72	7.8	7.91	7.81

ก. 2 วิเคราะห์หาค่า Alkalinity

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยสารเคมี	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (25/8/47)	2 (8/9/47)	3 (24/9/47)	
ตะกอนดิบ	176	182	163	174
ตะกอนดิบ + NaOH (10 mg/l)	188	196	178	187
ตะกอนดิบ + NaOH (20 mg/l)	196	205	191	197
ตะกอนดิบ + NaOH (30 mg/l)	204	225	212	214
ตะกอนดิบ + NaOH (40 mg/l)	216	243	254	238

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยความร้อน	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (28/8/47)	2 (11/9/47)	3 (28/9/47)	
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 15 นาที)	178	268	257	234
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 15 นาที)	232	332	319	294
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 15 นาที)	256	376	387	340
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 30 นาที)	178	270	248	232
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 30 นาที)	243	342	359	315
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 30 นาที)	224	360	368	317

ก. 3 วิเคราะห์หาค่า $\text{NH}_3\text{-N}$

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยสารเคมี	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (24/8/47)	2 (7/9/47)	3 (23/9/47)	
ตะกอนดิบ	10.36	14.43	9.58	11.46
ตะกอนดิบ + NaOH (10 mg/l)	22.68	27.87	19.55	23.37
ตะกอนดิบ + NaOH (20 mg/l)	21.28	25.55	22.26	23.03
ตะกอนดิบ + NaOH (30 mg/l)	22.12	23.97	23.11	23.07
ตะกอนดิบ + NaOH (40 mg/l)	29.26	30.22	26.79	28.76

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยความร้อน	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (27/8/47)	2 (10/9/47)	3 (27/9/47)	
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 15 นาที)	11.68	15.48	10.34	12.50
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 15 นาที)	39.76	27.33	30.57	32.55
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 15 นาที)	45.08	33.12	34.46	37.55
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 30 นาที)	12.32	16.82	11.65	13.60
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 30 นาที)	44.24	38.69	41.36	41.43
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 30 นาที)	46.48	42.23	42.39	43.70

ก. 4 วิเคราะห์หาค่า COD

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยสารเคมี	ครั้งที่		
	1 (25/8/47)	2 (8/9/47)	3 (24/9/47)
ตะกอนดิบ	5674.19	4845.16	4472.73
ตะกอนดิบ + NaOH (10 mg/l)	5713.26	4954.84	4681.82
ตะกอนดิบ + NaOH (20 mg/l)	6082.15	5639.41	4654.55
ตะกอนดิบ + NaOH (30 mg/l)	6104.21	5791.32	4954.84
ตะกอนดิบ + NaOH (40 mg/l)	6228.53	5906.78	5036.29

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยสารเคมี	ครั้งที่			เฉลี่ย
	4 (25/8/47)	5 (8/9/47)	6 (24/9/47)	
ตะกอนดิบ	6447.26	5170.22	5227.44	5306.17
ตะกอนดิบ + NaOH (10 mg/l)	6529.41	5282.35	5364.71	5421.07
ตะกอนดิบ + NaOH (20 mg/l)	6812.89	5411.76	5579.27	5696.67
ตะกอนดิบ + NaOH (30 mg/l)	6503.22	5591.25	5612.94	5759.63
ตะกอนดิบ + NaOH (40 mg/l)	6657.84	5618.37	5698.36	5857.70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. 4 วิเคราะห์หาค่า COD (ต่อ)

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยความร้อน	ครั้งที่		
	1 (28 / 8 / 47)	2 (11 / 9 / 47)	3 (28 / 9 / 47)
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 15 นาที)	5743.16	5156.71	4632.56
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 15 นาที)	5952.74	5483.16	5142.18
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 15 นาที)	6007.48	5507.86	5376.47
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 30 นาที)	5774.25	5310.22	4616.79
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 30 นาที)	6018.19	5523.93	4798.99
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 30 นาที)	6198.63	5692.45	4988.16

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยความร้อน	ครั้งที่			เฉลี่ย
	4 (28 / 8 / 47)	5 (11 / 9 / 47)	6 (28 / 9 / 47)	
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 15 นาที)	6338.16	5249.32	5508.11	5438.00
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 15 นาที)	6610.63	5465.16	5662.88	5719.46
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 15 นาที)	6654.33	5617.55	5783.95	5824.61
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 30 นาที)	6544.35	5513.58	5817.4	5596.10
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 30 นาที)	6738.45	5829.73	6709.43	5936.45
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 30 นาที)	6814.51	5943.28	6906.07	6090.52

ก. 5 วิเคราะห์หาค่า SCOD

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยสารเคมี	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (25/8/47)	2 (8/9/47)	3 (24/9/47)	
ตะกอนดิบ	18.36	22.48	16.98	19.27
ตะกอนดิบ + NaOH (10 mg/l)	25.87	29.16	20.35	25.13
ตะกอนดิบ + NaOH (20 mg/l)	36.96	48.43	38.44	41.28
ตะกอนดิบ + NaOH (30 mg/l)	41.72	51.37	41.18	44.76
ตะกอนดิบ + NaOH (40 mg/l)	44.35	50.95	43.95	46.42

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยความร้อน	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (28/8/47)	2 (11/9/47)	3 (28/9/47)	
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 15 นาที)	29.57	103.58	78.26	70.47
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 15 นาที)	354.8	338.75	391.48	361.68
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 15 นาที)	665.3	513.88	440.11	539.76
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 30 นาที)	44.37	117.33	105.17	88.96
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 30 นาที)	891.8	379.18	415.93	562.30
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 30 นาที)	739.2	581.21	455.36	591.92

ก. 6 วิเคราะห์หาค่า TS

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยสารเคมี	ครั้งที่		
	1 (24/8/47)	2 (7/9/47)	3 (23/9/47)
ตะกอนดิบ	14100	10200	17572
ตะกอนดิบ + NaOH (10 mg/l)	13600	10600	17974
ตะกอนดิบ + NaOH (20 mg/l)	12500	10450	18140
ตะกอนดิบ + NaOH (30 mg/l)	14300	10760	18780
ตะกอนดิบ + NaOH (40 mg/l)	16600	10540	19600

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยความร้อน	ครั้งที่		
	1 (27/8/47)	2 (10/9/47)	3 (27/9/47)
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 15 นาที)	13900	14850	18100
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 15 นาที)	14800	15000	16530
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 15 นาที)	16100	16545	16880
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 30 นาที)	14500	15200	17995
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 30 นาที)	15200	16320	17000
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 30 นาที)	15900	17010	17250

ก. 7 วิเคราะห์หาค่า VS

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยสารเคมี	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (24/8/47)	2 (7/9/47)	3 (23/9/47)	
ตะกอนดิบ	5260	4885	4960	5035
ตะกอนดิบ + NaOH (10 mg/l)	5045	4840	4820	4902
ตะกอนดิบ + NaOH (20 mg/l)	4780	4700	4780	4753
ตะกอนดิบ + NaOH (30 mg/l)	4813	4635	4940	4796
ตะกอนดิบ + NaOH (40 mg/l)	4956	4605	4885	4815

ชุดตัวอย่างตะกอน การบำบัดขั้นต้นด้วยความร้อน	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (27/8/47)	2 (10/9/47)	3 (27/9/47)	
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 15 นาที)	4980	4600	4795	4792
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 15 นาที)	4935	4595	4510	4680
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 15 นาที)	5000	4479	4440	4640
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 30 นาที)	4900	4785	4710	4798
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 30 นาที)	4755	4438	4668	4620
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 30 นาที)	4520	4210	4375	4368

ก. 8 ตารางแสดงค่า %increase และ %removal

ตารางแสดงผลการทดลองในรูปแบบ %increase และ %removal ของการบำบัดด้วยสารเคมี

ชุดการทดลอง	ค่า pH	% increase				% removal VS
		Alkalinity	NH ₃ -N	COD	SCOD	
ตะกอนดิบ + NaOH (10 mg/l)	7.89	7.90	105.38	2.17	30.16	2.61
ตะกอนดิบ + NaOH (20 mg/l)	8.25	13.73	104.94	7.36	114.38	5.52
ตะกอนดิบ + NaOH (30 mg/l)	8.69	23.20	106.95	8.55	132.76	4.67
ตะกอนดิบ + NaOH (40 mg/l)	9.03	37.36	157.17	10.39	142.35	4.34

ตารางแสดงผลการทดลองในรูปแบบ %increase และ %removal ของการบำบัดด้วยความร้อนเป็นเวลา 15 นาที

ชุดการทดลอง	ค่า pH	% increase				% removal VS
		Alkalinity	NH ₃ -N	COD	SCOD	
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 15 นาที)	7.58	35.35	9.32	2.48	260.91	4.83
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 15 นาที)	7.92	69.98	197.43	7.79	1814.96	7.06
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 15 นาที)	7.98	96.49	241.45	9.77	2733.84	7.91

ตารางแสดงผลการทดลองในรูป %increase และ %removal ของการบำบัดด้วยความร้อนเป็นเวลา 30 นาที

ชุดการทดลอง	ค่า pH	% increase				% removal
		Alkalinity	NH ₃ -N	COD	SCOD	VS
ตะกอนดิบ + Heat (35°C, 30 นาที)	7.60	33.88	19.03	5.46	360.99	4.64
ตะกอนดิบ + Heat (60°C, 30 นาที)	7.76	82.08	275.63	11.88	2897.86	8.21
ตะกอนดิบ + Heat (90°C, 30 นาที)	7.91	83.61	294.60	14.78	2997.78	13.23

การคำนวณค่าประสิทธิภาพการย่อย

$$\text{ค่าประสิทธิภาพการย่อย} = \frac{\text{ค่าที่วิเคราะห์ได้} - \text{ค่าตะกอนดิบ}}{\text{ค่าตะกอนดิบ}} * 100$$

(ร้อยละการเพิ่มขึ้น , ร้อยละการกำจัด)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

ข้อมูลการวิเคราะห์ผลขั้นตอนที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. 1 วิเคราะห์หาค่า VS

ชุดตัวอย่างตะกอน	พารามิเตอร์		
	VS (19 / 10 / 47)	SCOD (19 / 10 / 47)	COD (19 / 10 / 47)
ตะกอนดิบ	4905	20.42	5189.20
ตะกอนดิบ + Heat 60 °C	4675	402.51	5992.40
ตะกอนดิบ + NaOH 20 mg/l	4650	38.83	5647.06

ชุดตัวอย่างตะกอน	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (20 / 10 / 47)	2 (11 / 11 / 47)	3 (8 / 12 / 47)	
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	4719	4643	4849	4737
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	4593	4489	4701	4594

ชุดตัวอย่างตะกอน	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (21 / 10 / 47)	2 (12 / 11 / 47)	3 (9 / 12 / 47)	
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	4615	4592	4785	4664
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	4476	4357	4529	4454

ข. 2 วิเคราะห์หาค่า SCOD

ชุดตัวอย่างตะกอน	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (20 / 10 / 47)	2 (11 / 11 / 47)	3 (8 / 12 / 47)	
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	587.16	591.39	498.25	558.93
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	647.02	584.31	608.19	613.17

ชุดตัวอย่างตะกอน	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (21 / 10 / 47)	2 (12 / 11 / 47)	3 (9 / 12 / 47)	
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	531.63	629.55	609.47	590.22
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	648.32	618.25	697.49	654.69

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. 3 วิเคราะห์หาค่า COD

ชุดตัวอย่างตะกอน	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (20/10/47)	2 (11/11/47)	3 (8/12/47)	
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	5448.66	5741.22	5795.82	5661.90
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	5643.25	5797.15	5977.44	5805.95

ชุดตัวอย่างตะกอน	ครั้งที่			เฉลี่ย
	1 (21/10/47)	2 (12/11/47)	3 (9/12/47)	
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	5708.12	5819.26	5953.05	5826.81
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	5943.70	5903.47	6148.68	5998.62

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. 4 ค่าผลการทดลองที่นำไปสร้างสมการ

ชุดตัวอย่างตะกอน	พารามิเตอร์		
	COD	SCOD	VS
ตะกอนดิบ	5189.20	20.42	4905
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	5495.52	558.93	4737
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	5549.28	613.17	4594
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	5576.81	590.22	4664
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	5688.62	654.69	4454

ข. 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล % increase , % removal

ชุดตัวอย่างตะกอน	พารามิเตอร์		
	% COD increase	% SCOD increase	% VS removal
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	5.90	2637	3.43
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	6.94	2903	6.35
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	7.47	2790	4.91
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	9.62	3106	9.19



ภาคผนวก ค.

เทคนิคกระบวนการออกแบบการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค. 1 ตารางการแบ่งค่าชุดข้อมูลในขั้นตอนที่ 3

ชุดข้อมูล	ชุดตัวอย่างตะกอน	ปัจจัย	
		X_1	X_2
1	ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	-1	-1
2	ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	1	-1
3	ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	-1	1
4	ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	1	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค. 2 ตารางผลการแทนค่าเพื่อหาสัมประสิทธิ์ของสมการ

ค่า	พารามิเตอร์		
	COD	SCOD	VS
E_1	1.60	291.24	3.60
E_2	2.13	177.83	2.16
E_{12}	0.56	24.85	0.68
b_0	7.48	2858.82	5.97
a_1	0.80	145.62	1.80
a_2	1.06	88.92	1.08
a_{12}	0.28	12.42	0.34
Std	1.57	197.54	2.46
\bar{x}	7.48	2858.82	5.97
C.V.	20.95	6.91	41.18

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค. 3 ตารางแสดงผลการแทนค่าสัมประสิทธิ์ลงในสมการเพื่อหาค่า \hat{Y}

$$\hat{Y} = a_1X_1 + a_2X_2 + a_{12}X_1X_2 + b_0$$

ผลการวิเคราะห์ค่า VS

ชุดข้อมูล	x_1	x_2	a_1	a_2	a_{12}	b_0
1	-1	-1	1.8	1.08	0.34	5.97
2	1	-1				
3	-1	1				
4	1	1				

ผลการวิเคราะห์ค่า COD

ชุดข้อมูล	x_1	x_2	a_1	a_2	a_{12}	b_0
1	-1	-1	0.80	1.06	0.28	7.48
2	1	-1				
3	-1	1				
4	1	1				

ผลการวิเคราะห์ค่า SCOD

ชุดข้อมูล	x_1	x_2	a_1	a_2	a_{12}	b_0
1	-1	-1	145.62	88.92	12.42	2858.82
2	1	-1				
3	-1	1				
4	1	1				

ค. 4 ตารางแสดงค่าตัวอย่างโปรแกรมการแทนค่า

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า VS

ข้อมูล	ค่า	หน่วย
1. ค่า VS ของตะกอนดิบ	4965	mg/l
2. ปัจจัยด้านความร้อน (-1,0,+1)	+1	
3. ปัจจัยด้านสารเคมี (-1,0,+1)	+1	
4. ผลกระทบร่วม (a_1)	1.8	
5. ผลกระทบร่วม (a_2)	1.08	
6. ผลกระทบร่วม (a_{12})	0.34	
7. ค่าเฉลี่ย (b_0)	5.97	
8. ค่า \hat{Y} $\hat{Y} = a_1X_1 + a_2X_2 + a_{12}X_1X_2 + b_0$	9.19	% VS removal
9. ค่า y ผลวิเคราะห์ VS จากสมการ $((-8.)+100)/100*(1.)$	4509	mg/l

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า COD

ข้อมูล	ค่า	หน่วย
1. ค่า COD ของตะกอนดิบ	5331.4	mg/l
2. ปัจจัยด้านความร้อน (-1,0,+1)	+1	
3. ปัจจัยด้านสารเคมี (-1,0,+1)	-1	
4. ผลกระทบร่วม (a_1)	0.8	
5. ผลกระทบร่วม (a_2)	1.06	
6. ผลกระทบร่วม (a_{12})	0.28	
7. ค่าเฉลี่ย (b_0)	7.48	
8. ค่า \hat{Y} $\hat{Y} = a_1X_1 + a_2X_2 + a_{12}X_1X_2 + b_0$	6.94	% VS removal
9. ค่า y ผลวิเคราะห์ COD จากสมการ $((8.)+100)/100*(1.)$	5701	mg/l

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า SCOD

ข้อมูล	ค่า	หน่วย
1. ค่า SCOD ของตะกอนดิบ	21.35	mg/l
2. ปัจจัยด้านความร้อน (-1,0,+1)	+1	
3. ปัจจัยด้านสารเคมี (-1,0,+1)	-1	
4. ผลกระทบรวม (a_1)	145.62	
5. ผลกระทบรวม (a_2)	88.92	
6. ผลกระทบรวม (a_{12})	12.42	
7. ค่าเฉลี่ย (b_0)	2858.82	
8. ค่า \hat{Y} $\hat{Y} = a_1X_1 + a_2X_2 + a_{12}X_1X_2 + b_0$	2903.1	% VS removal
9. ค่า y ผลวิเคราะห์ COD จาก สมการ $((8.)+100)/100*(1.)$	641	mg/l

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค. 5 ตารางแสดงการทดลองป้อนค่าในสมการ

ตารางทดสอบการป้อนค่า X_1, X_2

ชุดการทดลอง	% COD increase	%SCOD increase	%VS removal
55 °C + 15 mg/l	5.9	2636.7	3.43
65 °C + 15 mg/l	6.94	2903.1	6.35
55 °C + 25 mg/l	7.46	2789.7	4.91
65 °C + 25 mg/l	9.62	3105.78	9.19

ตารางทดสอบการป้อนค่าเฉพาะ X_1

ชุดการทดลอง	% COD increase	%SCOD increase	%VS removal
55 °C	6.68	2713.2	4.17
65 °C	8.28	3004.44	7.77

ตารางทดสอบการป้อนค่าเฉพาะ X_2

ชุดการทดลอง	% COD increase	%SCOD increase	%VS removal
15 mg/l	6.42	2769.9	4.89
25 mg/l	8.54	2947.74	7.05

ค.6 ตารางผลการทดลองสำหรับไว้เปรียบเทียบกับผลการแทนค่าในสมการ

ชุดตัวอย่างตะกอน	ค่า VS	ค่า COD	ค่า SCOD
	(14 / 12 / 47)	(14 / 12 / 47)	(14 / 12 / 47)
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	4779	5719	527
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	4603	5637	604
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	4675	5807	595
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	4396	5982	666
ตะกอนดิบ	4965	5331	21.35

ผลวิเคราะห์ค่า VS

ค่าตะกอนดิบ = 4,965 มิลลิกรัมต่อลิตร

ชุดตัวอย่างตะกอน	ค่าที่วัดได้จริง*	
	ค่าดิบ (mg/l)	ร้อยละการกำจัด
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	4779	3.75
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	4603	7.29
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	4675	5.84
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	4396	11.46

* ชุดผลการทดลองที่ไม่ได้ใช้ในการหาค่าสมการ

ผลวิเคราะห์ค่า COD

ค่าตะกอนดิบ = 5,331 มิลลิกรัมต่อลิตร

ชุดตัวอย่างตะกอน	ค่าที่วัดได้จริง*	
	ค่าดิบ (mg/l)	ร้อยละการเพิ่ม
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	5718.64	7.26
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	5637.05	5.73
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	5806.93	8.92
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	5982.44	12.21

* ชุดผลการทดลองที่ไม่ได้ใช้ในการหาค่าสมการ

ผลวิเคราะห์ค่า SCOD

ค่าตะกอนดิบ = 21.35 มิลลิกรัมต่อลิตร

ชุดตัวอย่างตะกอน	ค่าที่วัดได้จริง*	
	ค่าดิบ (mg/l)	ร้อยละการเพิ่ม
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	527.25	2369.56
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	603.8	2728.10
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	594.77	2685.81
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	665.58	3017.47

* ชุดผลการทดลองที่ไม่ได้ใช้ในการหาค่าสมการ

ค. 7 ตารางแสดงผลการแทนค่าจริงกับค่าจากสมการ

ผลการวิเคราะห์ VS

ค่าตะกอนดิบ = 4,965 mg/l

ชุดตัวอย่างตะกอน	ค่าที่วัดได้จริง (mg/l)	ค่าจากสมการ (mg/l)	ช่วง (mg/l)
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	4779	4795	4673 - 4917
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	4603	4650	4528 - 4772
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	4675	4721	4599 - 4843
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	4396	4509	4387 - 4631

ผลการวิเคราะห์ COD

ค่าตะกอนดิบ = 331.4 mg/l

ชุดตัวอย่างตะกอน	ค่าที่วัดได้จริง (mg/l)	ค่าจากสมการ (mg/l)	ช่วง (mg/l)
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	5719	5646	5562 - 5730
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	5637	5701	5617 - 5785
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	5807	5729	5645 - 5813
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	5982	5844	5760 - 5928

ผลการวิเคราะห์ SCOD

ค่าตะกอนดิบ = 21.35 mg/l

ชุดตัวอย่างตะกอน	ค่าที่วัดได้จริง (mg/l)	ค่าจากสมการ (mg/l)	ช่วง (mg/l)
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 15 mg/l)	527	584	542 - 626
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 15 mg/l)	604	641	599 - 683
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (55 °C + 25 mg/l)	595	617	575 - 659
ตะกอนดิบ + NaOH + Heat (65 °C + 25 mg/l)	666	684	642 - 726

คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (r^2)

$$r^2 = SSR / SST$$

$$SST = SSR + SSE$$

$$SSR = \sum (R - M)^2$$

$$SSE = \sum (M - \bar{y})^2$$

การคำนวณหาช่วงค่าที่ยอมรับได้จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\text{ช่วง} = \text{ค่าจากสมการ} \pm \text{ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน}$$



ภาคผนวก ง.

โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม

โครงการบำบัดน้ำเสียหนองแขม-ภาษีเจริญ-ราษฎร์บูรณะ เป็นโรงควบคุมคุณภาพน้ำ สังกัดศูนย์จัดการคุณภาพน้ำ 3 (หนองแขม) กองจัดการคุณภาพน้ำ สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขมเป็นโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนขนาดใหญ่ ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียที่รวบรวมโดยระบบท่อรวมน้ำเสีย ในบางส่วนของพื้นที่เขตหนองแขม, ภาษีเจริญและ บางแค ให้ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง ก่อนปล่อยทิ้งลงสู่คลองราษฎร์เจริญสุข และไหลสู่อำเภอเจ้าพระยาต่อไป โครงการบำบัดน้ำเสียหนองแขม-ภาษีเจริญ-ราษฎร์บูรณะเป็นโครงการบำบัดน้ำเสีย มีวัตถุประสงค์เพื่อ แก้ไขปัญหาน้ำเน่าเสียในแม่น้ำเจ้าพระยา และคลองต่าง ๆ ภายในพื้นที่โครงการ ได้แก่ คลอง ทวีวัฒนา, คลองราชมนตรี, คลองบางจาก, คลองราษฎร์สามัคคี, คลองบางซี้แก้ง, คลองเจริญสุข, คลองบางขมิ้น, คลองบางประกอก, คลองสะพานควาย, คลองราษฎร์บูรณะ และ คลองแจ่งร้อน สามารถบำบัดน้ำเสียได้ประมาณวันละ 222,000 ลูกบาศก์เมตร (1 DWF) ครอบคลุมพื้นที่ 86 ตารางกิโลเมตร ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 พื้นที่ ได้แก่

- พื้นที่แรก ครอบคลุมพื้นที่เขตหนองแขม, ภาษีเจริญ และบางส่วนของเขตบางแค รวมพื้นที่ 44 ตารางกิโลเมตร
- พื้นที่หลัง ครอบคลุมพื้นที่เขตราษฎร์บูรณะ, ทุ่งครุ และบางส่วนของเขตจอมทอง รวมพื้นที่ 42 ตารางกิโลเมตร

โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขมประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ระบบท่อรวมน้ำเสีย (Collection System) เป็นระบบแบบท่อรวม คือ รับน้ำเสียและน้ำฝนรวมกัน โดยมีการวางท่อใหม่เพื่อดักน้ำเสียจากจากท่อระบายน้ำทิ้งเดิมของกรุงเทพมหานคร ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่โครงการ จะถูกรวบรวมโดยระบบท่อรวมน้ำเสีย เข้าสู่ระบบท่อดักน้ำเสีย (Interceptor System) ปริมาณน้ำเสียที่รวบรวมได้จะถูกสูบส่งเข้าไปยังโรงบำบัดน้ำเสีย โดยสถานีสูบน้ำยกระดับ (Pumping Station) จำนวน 12 สถานี โดยแบ่งอยู่ในส่วนของพื้นที่โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม 8 สถานี และโรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุ 4 สถานี

2. โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม ตั้งอยู่ที่บริเวณโรงกำจัดขยะมูลฝอยหนองแขม เป็นอาคารบำบัดแบบขั้นเดียว ประกอบด้วย

2.1 ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นระบบแบบตะกอนเร่งที่สามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียที่รวบรวมได้จากระบบท่อรวมน้ำเสีย ความสามารถในการบำบัดประมาณ 157,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ประกอบด้วยอาคารบำบัดต่างๆ ได้แก่ อาคารสูบน้ำระดับน้ำเสีย อาคารบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น บ่อเติมอากาศ และบ่อตกตะกอน

2.2 ระบบบำบัดตะกอนน้ำเสีย เป็นระบบย่อยสลายแบบไร้อากาศ เพื่อนำบำบัดตะกอนน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากทุกโรงบำบัดน้ำเสียรวมกรุงเทพมหานคร ยกเว้นโรงควบคุมคุณภาพน้ำจตุจักร ความสามารถบำบัดประมาณ 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ประกอบด้วย การเตรียมตะกอนก่อนบำบัด และถังย่อยตะกอน

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลการบำบัดน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม

ข้อมูลการบำบัดน้ำเสีย				
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งเฉลี่ยระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2545 ถึงเดือนมกราคม 2546				
พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าที่วิเคราะห์ได้		
		เกณฑ์มาตรฐาน	โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม	ประสิทธิภาพในการบำบัด (%)
Suspended Solids (SS)	mg/l	30	9.11	90.66
Biochemical Oxygen Demand (BOD ₅)	mg/l	20	3.69	91.77
Ammonia Nitrogen (as N)	mg/l	5	0.25	96.86
Total Nitrogen (total N)	mg/l	10	9.43	35.4
Total Phosphorus (total P)	mg/l	2	0.92	61.34
Dissolved Oxygen (DO)	mg/l	5	6.32	-

1. ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment Plant)

ปริมาณน้ำเสียที่สูบส่งจากสถานีสูบน้ำยกระดับ (Pumping Station) จะรวบรวมมายังโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ซึ่งไหลเข้ามารวบรวมที่ สถานีสูบน้ำยกระดับ (Lift Station) มีหน้าที่สูบน้ำเสียขึ้นสู่ระดับที่สูงกว่าเพื่อให้สามารถไหลต่อไปในกระบวนการได้ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก

น้ำเสียจากสถานีสูบน้ำยก (Lift Station) ต้องผ่านระบบบำบัดขั้นต้น (Preliminary treatment) ประกอบด้วย

-ตะแกรงดักขยะแบบหยาบ (Trash Rack Screening)

ติดตั้งที่บริเวณทางเข้าของสถานีสูบน้ำเสีย เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องสูบน้ำ ระยะห่างระหว่างตะแกรงดักขยะ 50 มิลลิเมตร ความสามารถในการสูบน้ำ 1,385 ลิตรต่อวินาที เป็นเครื่อง สูบน้ำชนิดจุ่มน้ำ (Submersible Pump)

-ตะแกรงดักขยะแบบละเอียด (Fine Screening)

เครื่องดักขยะแบบละเอียดที่ใช้เป็นแบบ Rotating Band Screen ซึ่งจะมีการหมุนและฉีดล้างพร้อมกัน ควบคุมการทำงานจากอุปกรณ์วัดค่าความแตกต่าง ของระดับน้ำที่ไหลผ่าน เครื่องดักขยะ

เครื่องดักขยะที่ติดตั้งจะมีจำนวน 3 เครื่อง และมีตะแกรงดักขยะแบบควบคุมด้วยมือ (Manual) สำหรับกรณีฉุกเฉินที่ต้องการผันออกจาก ตะแกรงละเอียด เนื่องจากการหยุดใช้งาน หรือซ่อมบำรุง ระยะห่างระหว่างตะแกรง ประมาณ 5 มิลลิเมตร

-ถังแยกกรวดทราย (Grit Trap)

มีหน้าที่ แยกกรวดทราย ที่ปนมากับน้ำเสียออกโดยวิธี Vortex Method ซึ่งประกอบด้วยถังแยกกรวดทรายแบบกลม จำนวน 2 ถัง และใบกวน ซึ่งมีหน้าที่ทำให้เกิดการหมุนวนตะกอนกรวดทรายและรวมตัวกันที่บริเวณก้นถัง ตะกอนทรายที่แยกได้จะถูกสูบออกโดยเครื่องสูบน้ำแบบใช้อากาศยก (Air Lift Pump) เพื่อนำไปกำจัดต่อไป

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสีย ได้ถูกออกแบบให้รองรับน้ำเสียได้สูงสุด 235,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน สำหรับระยะที่ 1 และเพิ่มขึ้นเป็น 392,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในระยะที่ 2 ปริมาณน้ำเสียส่วนเกินจะผันระบายทิ้งหลังจากระบบบำบัดขั้นต้น การควบคุมปริมาณน้ำเสียเพื่อเข้าสู่ระบบบำบัดทาง ชีววิทยา ทำโดยการไหลผ่านน้ำล้น น้ำส่วนที่เกินจะไหลสู่รางระบาย รวมกับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดขั้นที่ 1

ระบบบำบัดทางชีววิทยา เป็นระบบบำบัดแบบตะกอนเร่งที่สามารถกำจัดไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสได้ (Activated Sludge with Recycle System) ประกอบด้วย

-ถังเติมอากาศสำหรับตะกอนหมุนเวียน (Reaeration Tank)

ซึ่งจะเติมอากาศก่อนที่ จะนำจุลินทรีย์หมุนเวียนกลับไปถังเติมอากาศ VLR ค่า DO ที่ ออกแบบไว้ในถังนี้ประมาณ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตรถังประมาณ 8,780 ลูกบาศก์เมตรต่อถัง

-ถังเติมอากาศ (Aeration Tank)

ถังเติมอากาศที่ออกแบบไว้สำหรับจุลินทรีย์และน้ำเสีย (Mixed Liquor) จำนวน 8 ถัง โดยเป็นถังเติมอากาศชนิดไหลแนวตั้ง (Enviers Vertical Loop Reactors-VLR) จำนวน 6 ถัง ปริมาตร ถังจะประมาณ 25,000 ลูกบาศก์เมตร ถังเติมอากาศแบบ VLR 3 ถังแรกของแต่ละชุดประกอบด้วย หัวจ่ายลมแบบ ฟองอากาศละเอียด, แผ่น horizontal baffle และเครื่องเติมอากาศแบบผิวน้ำ ส่วนถังเติมอากาศถังสุดท้าย (Final AR), ออกแบบเพื่อจุดประสงค์เป็นถัง Polishing Tank โดยมีการเติมอากาศเฉพาะหัวจ่ายลมเท่านั้น

ระบบถังเติมอากาศแบบ VLR ถูกออกแบบมาเพื่อให้มีความยืดหยุ่นในการควบคุมการใช้งาน การไหลของน้ำเสียเป็นแบบ Plug Flow จุดประสงค์เพื่อกำจัดสารประกอบ BOD , ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส โดยกำหนดให้มีการเกิดกระบวนการ Anoxic และ Toxic (กระบวนการใช้ออกซิเจนอิสระในการบำบัดน้ำเสีย) ซึ่งจะเชื่อมโยงกับกระบวนการไนตริฟิเคชัน และดีไนตริฟิเคชัน สำหรับระบบหมุนเวียนตะกอนสามารถส่งตรงไปยังถัง VLR ทั้ง 3 ถัง ได้โดยตรงไม่ต้องผ่านถังเติมอากาศก็ได้ค่า DO ที่ออกแบบไว้ในถังเติมอากาศ VLR จำนวน 3 ถัง และ Final AR 1 ถัง มีค่า 0,1,1, และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

-ถังตกตะกอนขั้นสุดท้าย (Final Clarifier)

น้ำเสียที่ผ่านจากถังเติมอากาศ จะผ่านเข้าสู่ถังขั้นสุดท้าย (Final Clarifier) เพื่อแยกตะกอนน้ำเสีย ออกจากน้ำที่บำบัดแล้ว น้ำส่วนใสด้านบนจะไหลออกไปยังรางรับน้ำ เพื่อไหลไปจุดปล่อยน้ำทิ้งต่อไป ส่วนตะกอนที่ตกลงมาบริเวณก้นถังจะรวบรวมมายังถังเก็บตะกอน (Sludge Holding Tank)

ถังตกตะกอนที่โรงควบคุมคุณภาพน้ำ หนองแขม-ภาษีเจริญ เป็นถังวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 51 เมตร ลึกประมาณ 4.6 เมตร จำนวน 3 ถัง ในระยะที่ 1 และอีก 1 ถังในระยะที่ 2 ระยะเวลาที่เก็บ สำหรับปริมาณน้ำ 1 DWF ประมาณ 3 ชั่วโมง ส่วนถังตกตะกอนที่โรงควบคุมคุณภาพน้ำ ทุ่งครุ เป็นถังทรงสี่เหลี่ยม เนื่องจากข้อจำกัดด้านพื้นที่ในการก่อสร้าง

-ระบบจ่ายสารเคมี (Chemical Feed System)

ประกอบด้วยถังเติมสารเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) เพื่อกำจัดสารประกอบฟอสฟอรัส ในน้ำเสียและการเติมสารประกอบโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ($NaOCl$) เพื่อแก้ไขปัญหาตะกอนลอยตัว (Sludge Bulking)

-การปล่อยน้ำทิ้งสุดท้าย (Effluent Discharge)

น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดและไหลล้นจากถังตกตะกอนขั้นสุดท้าย (Final Clarifier) จะถูกเติม

อากาศด้วยหัวจ่ายลมแบบ fine bubble เพื่อเพิ่มออกซิเจนที่ละลายน้ำในน้ำทิ้ง (Post Aeration) จนได้ค่าตามมาตรฐาน เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำทิ้งที่บำบัดแล้วก่อผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ต่อไป

-ระบบกำจัดกลิ่น (Odor Control System)

เนื่องจากน้ำเสียที่เข้ามาบำบัดในกระบวนการ มีค่าความสกปรก มีกลิ่นเหม็นรบกวน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประชาชนที่อยู่อาศัยข้างเคียง จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบให้มีระบบควบคุมกลิ่นที่เกิด ณ จุดต่าง ๆ ดังนี้

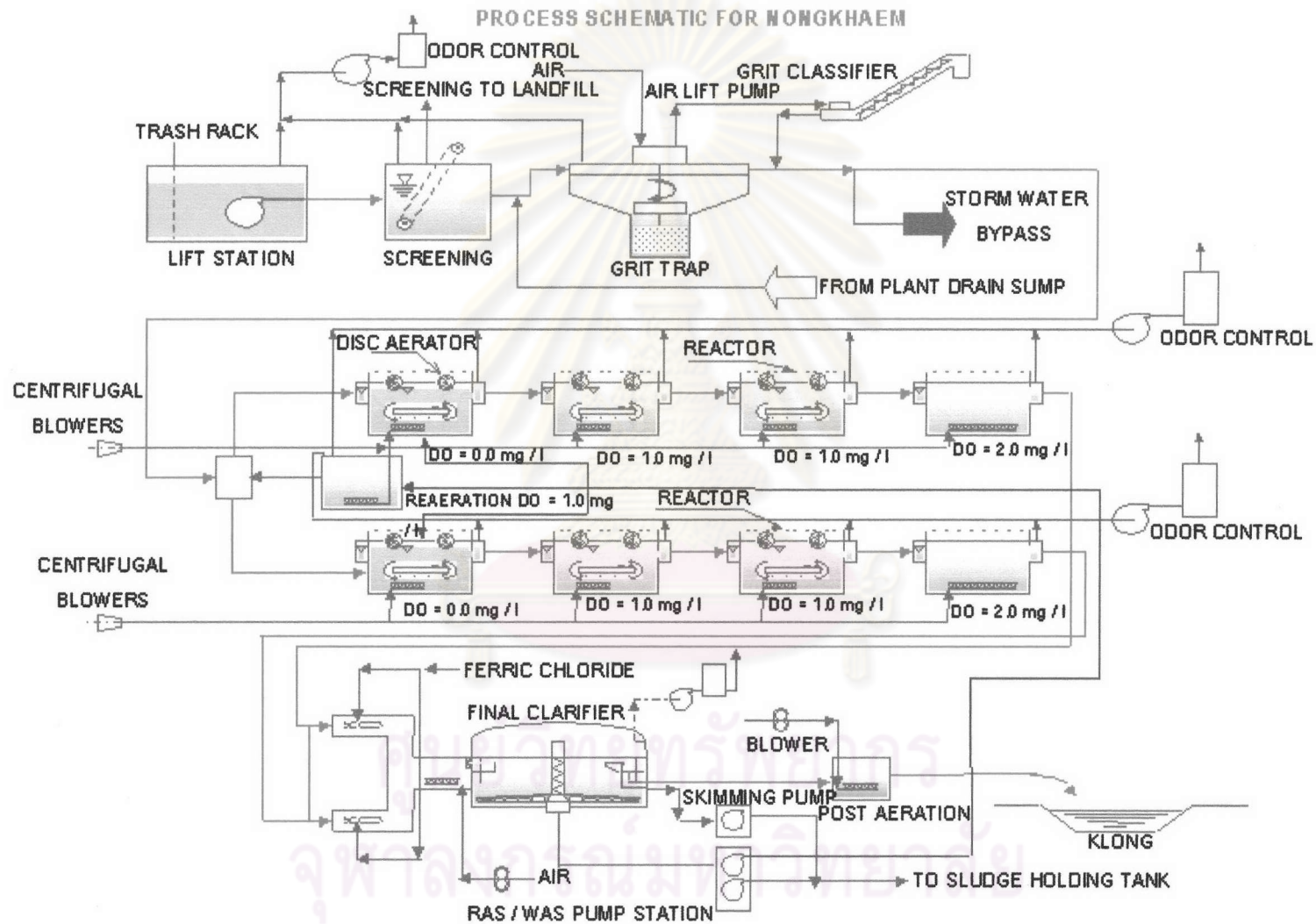
สถานีสูบน้ำเสียหลัก มีระบบกำจัดกลิ่นแบบเปียก (Wet Scrubber)

บ่อเติมอากาศ มีระบบ Dry Activated Carbon Scrubber

ถังตกตะกอน มีระบบ Dry Activated Carbon Scrubber



คุรุณย์วิทยทรัพย์ากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1 ระบบบำบัดน้ำเสีย โรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม

2. ระบบบำบัดตะกอนน้ำเสีย

ระบบกำจัดกากตะกอน เป็นส่วนหนึ่งของโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม ภาษีเจริญ ปริมาณตะกอนและลักษณะของกากตะกอนที่นำมาบำบัดประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

- 1) ตะกอนส่วนเกินจากระบบบำบัดน้ำเสียหนองแขม ภาษีเจริญ ประกอบด้วย
 - ตะกอนส่วนเกินจากถังเก็บตะกอน (Sludge Holding Tank)
 - ตะกอนลอยในถังตกตะกอน (Scrum)
 - ตะกอนจากการกำจัดฟอสฟอรัสโดยการเติม $FeCl_3$
 - ตะกอนจากการกำจัดฟอสฟอรัสโดยการตกตะกอนทางเคมี (Chemical Precipitation Unit) ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์

- 2) ตะกอนที่มาจากภายนอกโรงบำบัด โดยมาจากโรงบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ ของกรุงเทพมหานคร รายละเอียดของการบำบัดตะกอนที่ออกแบบไว้ประกอบด้วย

ถังเก็บตะกอน (Sludge Holding Tank) ขนาด 180 ลูกบาศก์เมตร ตะกอนน้ำเสีย 1 เปอร์เซ็นต์ DS และตะกอนเคมีจาก ขบวนการกำจัดฟอสฟอรัส จะถูกเก็บไว้ในถังขนาด 180 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง โดยมีระยะเวลาเก็บกักประมาณ 1.90 ชั่วโมง ภายในถังจะถูกกวนโดยฟองอากาศละเอียดจากหัวฟู่เพื่อป้องกันการเกิดสภาพไร้ออกซิเจน จนทำให้เกิดการปลดปล่อยของฟอสฟอรัส

สายพานทำชั้นตามแรงโน้มถ่วง (Gravity Belt thickener) จำนวน 2 เครื่อง ตะกอนน้ำเสีย 1 เปอร์เซ็นต์ DS จะถูกทำให้มีความเข้มข้นที่ 4 เปอร์เซ็นต์ DS โดยตะกอนน้ำเสีย 1 เปอร์เซ็นต์ DS จะถูกผสมกับโพลีเมอร์ในท่อนผสมสถิต (Static Mixing) ก่อนเข้าสู่การทำให้ตะกอนชั้น ปริมาณโพลีเมอร์ที่ใช้อยู่ระหว่าง 3.5 ถึง 5.5 กิโลกรัมโพลีเมอร์ ต่อดันตะกอนแห้ง

ถังเก็บตะกอน (Sludge Holding Tank) ขนาด 60 ลูกบาศก์เมตร ตะกอนน้ำเสีย 4 เปอร์เซ็นต์ DS จะถูกเก็บไว้ในถังขนาด 60 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง โดยมีระยะเวลาเก็บกักประมาณ 2.0 ชั่วโมง ภายในถังจะถูกกวนโดยฟองอากาศละเอียดจากหัวฟู่เพื่อป้องกันการเกิดสภาพไร้ออกซิเจนทำให้เกิดการปลดปล่อยของฟอสฟอรัส

ถังผสมตะกอน (Sludge Mixing Tank) ตะกอนน้ำเสียจาก 2 แหล่งกำเนิด คือ ตะกอนน้ำเสีย 4 เปอร์เซ็นต์ DS จากโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม-ภาษีเจริญ และตะกอนน้ำเสีย 20 เปอร์เซ็นต์ DS จากโรงควบคุมคุณภาพน้ำอื่นของกรุงเทพมหานคร ถูกนำมาผสมกันในถังขนาด 21 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 ถัง โดยใช้เวลาในการผสมประมาณ 21 นาทีต่อครั้ง ตะกอนที่ผสมแล้ว จะมีความเข้มข้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ DS ในกรณีนี้ที่ตะกอนน้ำเสีย จากโรงควบคุม

คุณภาพน้ำอื่นมีความเข้มข้นมากน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วภายในโรงงานจะถูกนำมาผสมในถังเพื่อลดความเข้มข้นจากปริมาตรของถังผสมสามารถที่จะผสมตะกอนได้วันละ 65 ครั้ง

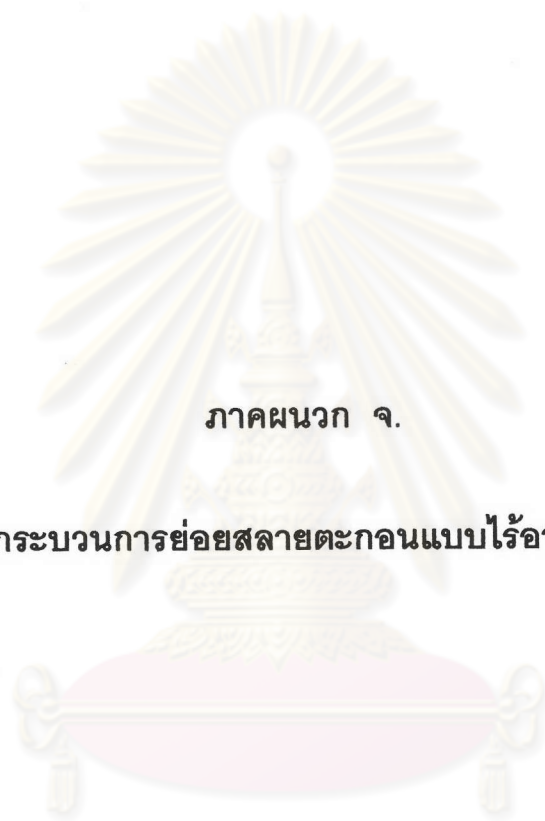
ถังผสมตะกอน (Slurry Holding Tank) ขนาด 80 ลูกบาศก์เมตร ตะกอนที่ถูกผสมแล้วจนมีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ DS จะถูกเก็บไว้ในถังขนาด 80 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง ก่อนถูกส่งเข้าสู่ถังย่อยตะกอน ภายในถังเก็บตะกอนนี้จะมีการกวนด้วยเครื่องกวนใต้น้ำ (Submersible Mixing) เพื่อป้องกันการตกตะกอน

แลกเปลี่ยนความร้อน ก่อนที่ตะกอน 10 เปอร์เซ็นต์ DS จะถูกส่งเข้าสู่ถังย่อย ตะกอนจะต้องถูกทำให้ร้อนขึ้นที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยการผ่านตะกอนเข้าสู่ระบบแลกเปลี่ยนความร้อน แหล่งพลังงานที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิน้ำที่นำมาแลกเปลี่ยนความร้อนนี้สามารถใช้จากน้ำมันเชื้อเพลิง หรือ ก๊าซที่เกิดจากการหมักในถังย่อยตะกอน

ถังย่อยแบบไร้อากาศ ถังหมักตะกอนแบบไร้ออกซิเจนมีจำนวน 2 ถัง แต่ละถังมีปริมาตรความจุประมาณ 12,250 ลูกบาศก์เมตร ในการเดินระบบในถังหมักตะกอนทั้งสองถังสามารถเดินได้ทั้งแบบอนุกรมหรือคู่ขนานในกรณีที่เกิดระบบแบบอนุกรมจะใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 19 วัน ก๊าซที่เกิดขึ้นในถังหมักส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ในถังหมักเพื่อกวนตะกอน และบางส่วนนำไปใช้เป็นพลังงานในการอุ่นตะกอน ก๊าซส่วนเกินจะถูกเผาทิ้งไป ตะกอนที่ผ่านการหมักแล้วจะถูกนำมาเก็บไว้ในถังเก็บตะกอนที่ย่อยแล้ว ขนาด 100 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง ก่อนถูกส่งไปรีดน้ำที่เครื่องสายพานรีดน้ำ

เครื่องสายพานรีดน้ำจะทำหน้าที่รีดน้ำออกจากตะกอน โดยตะกอนที่หมักแล้วจะถูกผสมกับโพลีเมอร์ ก่อนเข้ารีดที่สายพานรีดน้ำ ตะกอนที่ผ่านการรีดจะมีความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ DS

ขบวนการกำจัดฟอสฟอรัส (Phosphorus Removal) น้ำจากถังเก็บตะกอนหมัก และจากสายพานรีดน้ำจะถูกนำไปบำบัดต่อเพื่อกำจัดฟอสฟอรัสโดยวิธีตกตะกอน น้ำจะถูกนำเข้าสู่ถังกวนเร็วที่มีการเติมปูนขาว และเฟอร์ริคคลอไรด์ ($FeCl_3$) จากนั้นจึงไหลเข้าสู่ถังกวนช้า โดยมีการเติมโพลีเมอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจับตัวของตะกอนก่อนนำไปแยกตะกอนที่ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank) ตะกอนเค็มจะถูกเวียนกลับไปถังเก็บตะกอนหมัก ส่วนน้ำที่ไหลล้นตกตะกอนจะถูกนำไปบำบัดต่อที่ส่วนโรงบำบัดน้ำเสีย



ภาคผนวก จ.

กระบวนการย่อยสลายตะกอนแบบไร้อากาศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระบวนการย่อยสลายตะกอนแบบไร้อากาศ

กระบวนการย่อยสลายตะกอนแบบไร้อากาศมีการนำมาใช้แพร่หลายสำหรับโรงบำบัดน้ำเสียขนาดกลางและขนาดใหญ่ เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น

- สามารถผลิตก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้เป็นพลังงานได้
- สามารถลดปริมาตรของตะกอนที่นำมาย่อยได้ร้อยละ 30 ถึงร้อยละ 50
- ถ้าตะกอนถูกย่อยจนสมบูรณ์จะไม่มีกลิ่นสามารถนำไปทิ้งได้
- สามารถกำจัดเชื้อโรคได้ดี

ส่วนตะกอนที่จะนำมาย่อยควรมีลักษณะสมบัติ ดังนี้

- มีส่วนประกอบที่เป็นสารอินทรีย์ซึ่งสามารถย่อยสลายได้สูง
- ปราศจากสารพิษที่มีความเข้มข้นสูง
- มีลักษณะสมบัติที่ใกล้เคียงกันในแต่ละวัน

ดังนั้น ผลการทำงานของกระบวนการจึงขึ้นอยู่กับลักษณะของตะกอนที่นำมาย่อย โดยพบว่าตะกอนจากถังตกตะกอนชั้นแรก (Primary Sludge) สามารถย่อยตะกอนได้ดีสามารถลด VSS ได้ประมาณร้อยละ 60 ส่วนตะกอนส่วนเกินจากกระบวนการตะกอนเร่งสามารถทำลาย VSS ได้เพียงประมาณร้อยละ 35

ถึงแม้กระบวนการย่อยตะกอนแบบไร้อากาศจะมีการใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศ แต่ก็ยังเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนต้องมีการออกแบบที่ดีและควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด จากการทบทวนข้อมูลในสหรัฐอเมริกาพบว่า กระบวนการนี้ร้อยละ 90 ใช้สำหรับโรงบำบัดน้ำเสียขนาดตั้งแต่ประมาณ 200,000 ลบ.ม./วันขึ้นไป และการนำเอาก๊าซชีวภาพมาใช้จะคุ้มทุนสำหรับโรงบำบัดน้ำเสียที่มีขนาดตั้งแต่ประมาณ 40,000 ลบ.ม./วันขึ้นไป แต่สำหรับในประเทศไทยยังขาดข้อมูลสำหรับกระบวนการนี้ ดังนั้นการตัดสินใจเลือกระบบย่อยตะกอนจึงต้องวิเคราะห์ให้ละเอียดทั้งทางเทคนิค การลงทุน และการดำเนินงาน โดยเฉพาะค่าอัตราส่วน (discount rate) สำหรับเมืองไทยสูงกว่าต่างประเทศมากและค่าพลังงานก็ต่ำกว่าทำให้ไม่สามารถใช้ข้อมูลเปรียบเทียบและนำมาใช้ได้โดยตรง

นอกจากนี้ยังแบ่งช่วงการทำงานของกระบวนการอุณหภูมิต่อสองช่วง คือ

- ช่วง mesophilic อุณหภูมิ 30 ถึง 38 องศาเซลเซียส
- ช่วง Thermophilic อุณหภูมิ 50 ถึง 60 องศาเซลเซียส

1 กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาแบบไร้อากาศ (Biological process)

กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาแบบไร้อากาศเป็นวิธีการใช้แบคทีเรียไปทำลายสารอินทรีย์ด้วยปฏิกิริยาทางเคมีและจุลชีววิทยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน 80-90 เปอร์เซ็นต์ ของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้จะกลายเป็นก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ สารอินทรีย์ที่ถูกนำไปสังเคราะห์สร้างเซลล์จึงมีน้อยมาก (เสริมพลและไชยยุทธ,2518) อาจกล่าวได้ว่าเป็นระบบบำบัดที่เหมาะสมสำหรับเขตที่มีอากาศร้อน เช่น ประเทศไทย เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นต้องการอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูง ในส่วนของปริมาณอาหารเสริมสร้างที่ต้องการจะน้อยกว่าระบบไร้อากาศ อย่งไรก็ตามเนื่องจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียมีอัตราต่ำ ดังกล่าวแล้ว จึงทำให้ต้องใช้เวลาในการเริ่มต้นเดินระบบ (start up) และระบบปรับตัวได้ไม่ดีนักต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเสีย คือ ปริมาณมลสารอินทรีย์ อุณหภูมิ และสภาวะแวดล้อมอื่น นอกจากนี้ในการกำจัดจะเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ขึ้นด้วย

2 ชีวเคมีและจุลชีววิทยาของระบบการบำบัดแบบไร้อากาศ

ขั้นตอนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ แบบไร้อากาศ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน

ขั้นที่1 กระบวนการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis)

กระบวนการไฮโดรไลซิสนี้อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่ากระบวนการแตกสลายโพลิเมอร์ (polymer breakdown) ในขั้นนี้สารประกอบอินทรีย์ประเภทซับซ้อนทั้งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน จะถูกทำให้ละลายน้ำ โดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ซึ่งใช้เอนไซม์ที่ขับออกมาสู่ภายนอกเซลล์ของแบคทีเรียเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผลสุดท้ายของปฏิกิริยาจะได้สารประกอบอินทรีย์ที่ไม่ซับซ้อนและละลายน้ำได้ เช่น น้ำตาลกลูโคส กรดอะมิโน กรดไขมัน ในขั้นกระบวนการนี้เป็นเพียงการเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ที่ซับซ้อนไปเป็นสารประกอบอินทรีย์อย่างง่ายเท่านั้น ยังไม่มีการกำจัดสารอินทรีย์ในขั้นตอนนี้

ขั้นที่ 2 กระบวนการอะซิโดเจเนซิส (Acidogenesis)

สารประกอบอินทรีย์อย่างง่ายและละลายน้ำได้ ที่สร้างขึ้นโดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส จะถูกแบคทีเรียประเภทที่ดำรงชีพอยู่ได้ทั้งสภาพที่มีและไม่มีการใช้ออกซิเจนอิสระ (facultative bacteria) ให้เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานโดยกระบวนการเฟอร์เมนเตชัน (fermentation) ผลของปฏิกิริยาจะได้กรดไขมันที่มีคาร์บอนไม่เกิน 5 ตัว เช่น กรดอะซิติก (acetic acid) กรดโพรไพโอนิก (propionic acid) กรดบิวไทริก (butyric acid) กรดวาเลอริก (valeric acid) แบคทีเรียจำพวกนี้เรียกว่า แบคทีเรียพวกสร้างกรด (acid former หรือ non – methanogenic bacteria) ซึ่งชนิดของแบคทีเรียแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของสารอินทรีย์นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและสภาพแวดล้อมของปฏิกิริยาด้วย

ขั้นที่ 3 กระบวนการอะซิโตเจเนซิส (Acetogenesis)

กรดโวลลาไทล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการอะซิโตเจเนซิส (acetogenesis) จะถูกเปลี่ยนโดยแบคทีเรียโฮโมอะซิโตเจนิค (homoacetogenic bacteria) ให้เป็นอะซิเตท (acetate) ฟอर्मेट (formate) ไฮโดรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสารประกอบสำคัญในการสร้างมีเทนปฏิกิริยานี้ถือเป็นปฏิกิริยาที่สำคัญในการหลีกเลี่ยงการสะสมของกรดโวลลาไทล์และไฮโดรเจน กรดโวลลาไทล์ในปริมาณที่สูงพอจะยับยั้งกระบวนการสร้างมีเทน แบคทีเรียกลุ่มนี้อาจเรียกว่า แบคทีเรียสร้างไฮโดรเจน (hydrogen forming bacteria) เนื่องจากแบคทีเรียที่สร้างไฮโดรเจนมักสร้างกรดอินทรีย์ได้ แต่ตัวที่สร้างกรดได้อาจไม่สามารถสร้างไฮโดรเจน จึงถือว่าแบคทีเรียที่สร้างไฮโดรเจนเป็นชนิดของแบคทีเรียที่สร้างกรด แบคทีเรียทั้งสองชนิดอาจรวมเรียกได้ว่า เป็นแบคทีเรียที่ไม่สร้างมีเทน (Non – Methnogenic Bacteria)

ขั้นที่ 4 กระบวนการสร้างมีเทน (Methanogenesis)

ไฮโดรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ กรดฟอร์มิก และกรดอะซิติก ซึ่งเป็นผลปฏิกิริยาของแบคทีเรียที่สร้างกรดและไฮโดรเจนจะถูกใช้โดยแบคทีเรียอีกประเภทหนึ่งเพื่อสร้างมีเทน แบคทีเรียประเภทนี้เรียกว่า แบคทีเรียสร้างมีเทน (Methnogenic Bacteria) แบคทีเรียที่สร้างมีเทนจัดอยู่ในกลุ่ม Archaeobacteria จะเห็นได้ว่า Substrate ที่แบคทีเรียทุกตัวสามารถใช้ได้ มีเพียงไฮโดรเจนกับคาร์บอนไดออกไซด์และกรดฟอร์มิก มีส่วนน้อยที่สามารถใช้กรดอะซิติกและเมทานอลได้

3. สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมของระบบ

(1) สภาพไร้ออกซิเจน : น้ำเสียในระบบจะต้องไม่มีออกซิเจนอยู่เลย คือ เท่ากับศูนย์ เนื่องจากออกซิเจนเป็นอันตรายต่อพวก methane former bacteria

(2) ค่าความเป็นกรด - ด่าง : ค่าความเป็นกรด - ด่างที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 6.6 - 8.6 โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อค่าความเป็นกรด - ด่างต่ำกว่า 6.2 ประสิทธิภาพระบบจะลดลงอย่างรวดเร็ว และถ้าลดต่ำมากเกินไปกระบวนการเกิดมีเทนจะถูกยับยั้ง เนื่องจากสภาวะเป็นกรดจะเป็นอันตรายต่อพวก methane former bacteria

(3) อุณหภูมิ (Temperature) : การย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน มีอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ 2 ช่วงคือ ช่วง mesophilic ระหว่าง 30-38 องศาเซลเซียส และช่วง thermophilic ระหว่าง 50-60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงกว่าปกตินี้มีประโยชน์ในการแยกของแข็ง และของเหลวออกจากกันโดยการระเหยกลายเป็นก๊าซได้เป็นครั้งคราว

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปาริชาติ ชาวสนิท เกิดเมื่อวันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2523 ที่อำเภอเมือง จังหวัด ตราง เป็นบุตรของ นายธนูศักดิ์ ชาวสนิท กับ นางเบญจภา ชาวสนิท สำเร็จการศึกษาปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2543 และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย