เอกสารอ้างอิง

เสริมพล รัตสุข และ ไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. ๒๕๑๘. การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน. โรงพิมพ์สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

Ardern, E, and Lockett, W.T., "Experiments on Oxidation of Sewage without the Aid of Filter," Jr., Society of Chemical Industries, 33 (1914), 318

ASCE & WPCF (1956), Sewage Treatment Plant Design, Board of Control Water Pollution Federation, pp. 75-79, 105-116.

Eckenfelder, W.W., Jr. and O, Conner, D.J., (1961) Biological Waste Treatment, Pergamon Press, N.Y., pp. 14-17.

Eckenfelder, W.W., Jr., (1966), Industrial Water Pollution Control, McGraw-Hill Book Co. Inc., N.Y., pp. 52-61, 147-149

Eckenfelder, W.W., Jr., (1970), Water Quality Engineering for Practicing Engineers, Barnes & Noble, Inc., N.Y.

Eckenfelder, W.W., Jr., Ford, D.L, (1970), Water Pollution Control Experiment Procedures for Process Design., Austin, Texas, Jenkins Book Publishing Co.

Fair, G.M., Geyer, J.C., and Okun, D.A., (1968) Water and Wastewater Engineering, Vol. 2., John Wiley and Son Inc., N.Y.

Goodman, B.L., and Englande, A.J., Jr, (1974), A Unified Model of the Activated Sludge Process., JWPCF, Vol. 46, No.2, pp 313-332.

Gurnham, Fred C., (1955), Principle of Industrial Waste Treatment, John Wiley & Sons, Inc., N.Y.

Lesperance, (1970), A Generalized Approach to Activated Sludge, Water and Wastes Engineering, N.Y., pp. 13-15.

McKinney, R.E., (1962), Microbiology for Sanitary Engineers, McGraw Hill Book Co., Inc., N.Y., pp. 27-53.

McKinney, R.E., and Gram. A., "Protozoa and Activated Sludge" Sewage and Industrial Wastes, 28, 10, 1219 (Oct. 1956).

Metcalf, L., & Eddy, H.P., Inc. (1972), Wastewater Engineering, McGraw-Hill Book Co., Ltd., N.Y., pp. 373-395.

Pipes, W.O., (1969), Type of Activated Sludge which Seperate Poorly, JWPCF, Vol. 41., No. 5 pp. 714-724.

Pipes, W.O., (1974), Control Bulking wiht Chemical, Water and Waste Engineering, Vol. 11, pp. 30-71.

Roelfsema, H,R., (1972), Unilever Effluent Course on Water Pollution., pp. 192-198.

Rojanakul, V., (1974), The Treatment of Dairy Waste by Activated Sludge Process, Master of Engineering Thesis, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

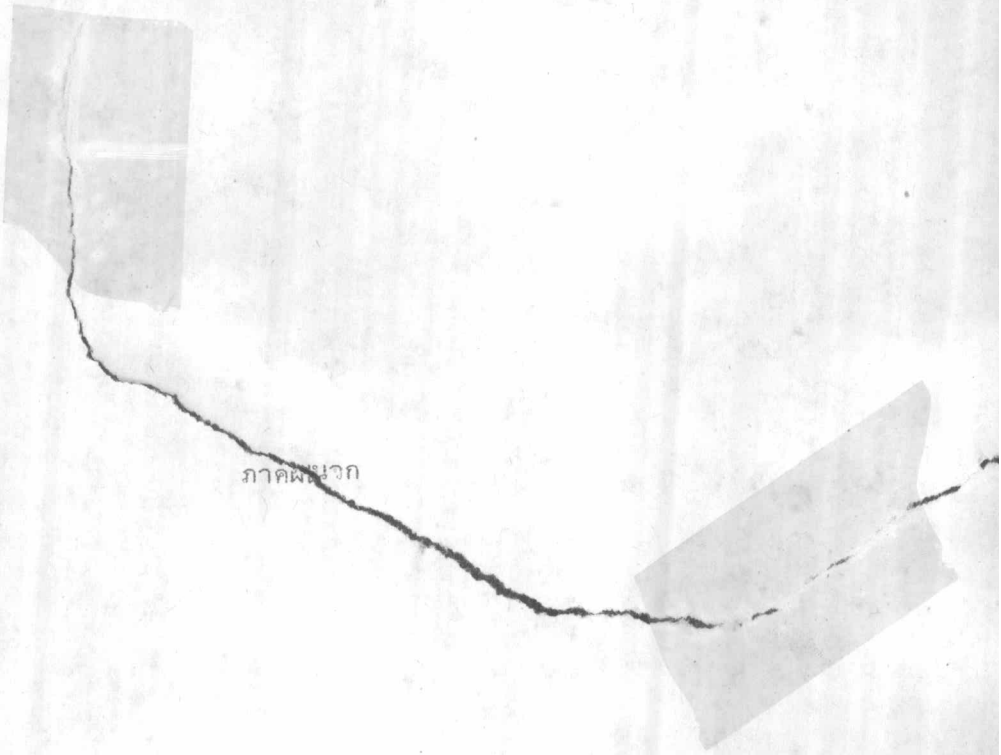
Sawyer, C.N., and McCarty, P.L., (1967), Chemistry for Sanitary Engineers, McGraw-Hill Book Co., Ltd., N.Y.

Standard Methods, (1971), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 13th Ed., APHA, AWWA, and the WPCF, N.Y.

Steward, M.J, (1971), Activated Sludge System Variation Specific Applications, Water an Sewage Work, Reference Number, pp. R 7 - R 20.

Uyasatien, U, (1974), Treatment of Soya-bean Cake Waste Water, Master of Engineering Thesis, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

Yang, P., (1975) Evaluation of Instant Noodles Wastewater Characteristics and Treatment Alternatives, Final Report, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.


ภาคพายัพ

ตารางที่ ๖ แสดงคุณลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตบะหมี่สำเร็จรูป (ยำยำ) บริษัทวันไทยอุตสาหกรรม

คุณลักษณะ	หน่วย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
COD	mg/l	556	3080
BOD	mg/l	200	1970
NH_3- N	mg/l	0	28.0
Org-N	mg/l	15.4	63.4
$PO_4^{\equiv}$	mg/l	0	7.25
TS	mg/l	810	2700
SS	mg/l	116	676
pH	-	6.30	8.04
BOD/COD	-	0.33	0.64
Grease	mg/l	98	1404

ตารางที่ ๗ แสดงผลการศึกษาด้วยระบบแอคทิเวตเทดสลัดจ์

แบบเติมตัวอย่างน้ำทิ้งเป็นครั้งคราวจาก batchที่ ๑

Detention Time	COD remained, ppm	COD removed ppm	% COD removed	BOD remained,ppm	BOD removed ppm	% BOD removed	MLSS ppm
0 min	1520			360			3740
30 min	520	1000	65.79	280	80	22.22	4600
1 hour	350	1170	76.97	180	180	50.00	4420
2 hours	320	1200	78.95	160	200	55.56	4380
3 hours	184	1336	87.89	27.5	332.5	92.36	4240
4 hours	184	1336	87.89	25	335	93.05	4040
6 hours	160	1360	89.47	50	310	86.11	2000
8 hours	106	1414	93.03	15	345	95.83	1660
10 hours	71	1459	95.99	6.25	353.75	98.20	1600
24 hours	71	1459	95.99	3.33	356.67	98.08	-

ตารางที่ ๘ แสดงผลการศึกษาด้วยระบบแอคทิเวตเทตสลัดจ์แบบเติมตัวอย่างน้ำทิ้งเป็นครั้งคราว จาก batch ที่ ๒

Detention Time	COD remained, ppm	COD removed ppm	% COD removed	BOD remained, ppm	BOD removed ppm	% BOD removed	MLSS. ppm	TS, ppm
0 min	840			320			3080	2700
30 min	290	550	65.48	270	50	15.63	3440	1340
1 hour	230	610	72.62	100	220	68.75	3420	1300
2 hours	184	656	78.10	220	100	31.25	3391	1370
3 hours	184	656	78.10	30	290	90.63	3120	1980
4 hours	107	733	87.26	25	295	92.19	3020	2340
6 hours	91	749	89.17	11	309	96.56	1780	2580
8 hours	91	749	89.17	3.125	316.875	99.02	1940	-
10 hours	71	817.4	97.31	10.7	309.3	96.66	1360	-
24 hours	71	817.4	97.31	3.33	316.67	98.96	-	-

ตารางที่ ๙ แสดงการคำนวณหาอัตราการใช้อาหารในรูป COD

(substrate removal rate,k) จาก batch ที่ ๑

Detention Time (t)	S_e as x	$\frac{S_o-S_e}{X_v t}$ as y	x^2	xy
30 min	520	0.435	270400	226.20
1 hour	350	0.259	122500	90.65
2 hours	320	0.137	102400	43.84
3 hours	184	0.105	33856	19.32
4 hours	184	0.085	33856	15.64
6 hours	160	0.113	25600	18.08
8 hours	106	0.106	11236	11.24
10 hours	71	0.091	5041	6.46
			$\Sigma x^2=604889$	$\Sigma xy=43143$

$$\text{slope} = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = k$$

$$= \frac{431.43}{604889}$$

$$= 0.00071 \quad \text{ต่อ ชม.}$$

$$= 0.0171 \quad \text{ต่อ วัน}$$

ตารางที่ ๑๐. แสดงการคำนวณหาอัตราการใช้อาหารในรูป COD

(substrate removal rate, k) จาก batch ที่ ๒

Detention Time	S_e as x	$\frac{S_o - S_e}{Xt}$ as y	x^2	xy
30 min	290	0.3197	84100	92.713
1 hour	230	0.1784	52900	41.032
2 hours	184	0.0967	33856	17.793
3 hours	184	0.0701	33856	12.898
4 hours	107	0.0606	11447	6.484
6 hours	91	0.0701	8281	6.379
8 hours	91	0.0483	8281	4.395
			$\Sigma x^2 = 232721$	$\Sigma xy = 181.694$

$$\text{slope} = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = k$$

$$= 0.00078 \text{ ต่อ ชม.}$$

$$= 0.0187 \text{ ต่อ วัน}$$

ตารางที่ ๑๑. แสดงการคำนวณหาค่า a และ k_b โดยวิธี Least Square จาก batch ที่ ๑

$\frac{S_o - S_e}{Xt}$ as x	$\frac{\Delta X}{X}$ as y	x^2	xy
0.435	0.3739	0.1892	0.1626
0.259	0.1538	0.0671	0.0398
0.131	0.0731	0.0172	0.0096
0.105	0.0393	0.0110	0.0041
$\Sigma x = 0.930$	$\Sigma y = 0.6401$	$\Sigma x^2 = 0.2845$	$\Sigma xy = 0.2161$
$\bar{x} = 0.2325$	$\bar{y} = 0.1600$		

$$a = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

$$= \frac{4(0.2161) - (0.930)(0.6401)}{4(0.2845) - (0.930)^2}$$

$$= 0.9857$$

$$k_b = a\bar{x} - \bar{y}$$

$$= 0.0692 \quad \text{ต่อ ชม.}$$

$$= 1.44 \quad \text{ต่อ วัน}$$

ตารางที่ ๑๒ แสดงการคำนวณหาค่า a และ k_b โดยวิธี Least Square จาก batch ที่ ๒

$\frac{S_o - S_e}{Xt}$ as x	$\frac{\Delta X}{X}$ as y	x^2	xy
0.302	0.2093	0.0912	0.0632
0.178	0.0994	0.0313	0.0176
0.097	0.0459	0.0094	0.0045
0.070	0.0043	0.0049	0.0003
$\Sigma x = 0.646$	$\Sigma y = 0.3589$	$\Sigma x^2 = 0.1368$	$\Sigma xy = 0.0856$
$\bar{x} = 0.1615$	$\bar{y} = 0.0897$		

$$a = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

$$= \frac{4(0.0856) - (0.646)(0.3589)}{4(0.1368) - (0.646)^2}$$

$$= 0.851$$

$$k_b = a\bar{x} - \bar{y}$$

$$= 0.0477 \text{ ต่อ ชม.}$$

$$= 1.1448 \text{ ต่อวัน}$$

ตารางที่ ๑๓ แสดงการศึกษาการกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตบะหมี่สำเร็จรูป (ไม่ได้กำจัดไขมันที่ละลายอยู่ในน้ำทิ้ง) โดยระบบแอคทิเวเทดสลัดจ์แบบเติมตัวอย่างน้ำทิ้งอย่างต่อเนื่อง

TIME	FLOW	COD , mg/l		%COD	BOD , mg/l		%BOD	NH_3-N,mg/l		Org-N,mg/l		$PO_4^{\equiv}$, mg/l		MLSS,	MLVSS	F/M,	S S , mg/l		%S.S.	PH			Grease , mg/l		%Grease
	l/day	inf.	eff.	removed	inf.	eff.	removed	inf.	eff.	inf.	eff.	inf.	eff.	mg/l	mg/l		inf.	eff.	removed	inf.	aer.	eff.	inf.	eff.	removed
1	5	884	170	80.75	540	26	95.18	0	0	46.2	22.4	7.25	1.75				198	5	97.47	7.04	7.24	7.22	126	35	72.22
2	5	1297	198	84.75	750	21	97.20	0	0	61.4	11.1	8.50	1.00	2400	1956	0.27	248	10	95.96	6.92	7.41	7.43	181	43	76.24
3	5	1602	71	95.56	950	18	98.10	0	0.5	64.5	24.2	8.70	1.35	2550	2276	0.31	236	9	96.18	6.30	7.68	7.81	236	44	77.12
4	5	1838	142	92.27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2550	2102	0.36	332	8	97.59	7.32	7.93	7.84	473	99	79.47
5	5	1184	104	88.76	819	41.5	94.93	1.4	0	56.6	10.0	5.60	1.20	2450	—	0.24	116	14	87.93	7.23	7.81	7.74	98	23	76.53
6	5	1954	83	95.75	1440	29	97.98	—	—	—	—	—	—	2550	—	0.39	300	10	96.66	7.35	8.01	8.00	380	90	76.32
7	5	2614	92	96.48	1780	28	98.42	15.4	0	36.4	8.4	7.00	2.20	2600	2160	0.53	532	7	98.68	7.13	7.37	7.87	511	137	73.19
8	5	1116	231	79.30	750	37	95.06	0	0	25.2	1	6.50	1.60	2650	—	0.21	416	21	94.95	7.23	7.94	7.81	296	80	72.27
9	5	1724	110	93.61	890	24	97.30	—	—	—	—	—	—	1650	1384	0.52	212	10	95.28	7.22	7.45	7.50	310	71	77.09
10	5	1110	87	92.16	730	22	96.98	—	—	—	—	—	—	1650	1208	0.33	200	8	96.00	7.34	7.77	7.58	296	79	73.31
11	5	760	120	84.21	510	23	95.49	0	7.35	21.0	6.3	4.25	1.25	1850	1488	0.20	180	11	93.88	7.44	7.33	7.48	220	54	75.45
12	5	619	85	86.26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1850	1600	0.16	232	6	97.41	7.84	7.51	7.49	187	48	74.33
13	5	598	76	87.29	200	56	72.00	0	0	15.4	7.0	1.00	0	1450	1180	0.20	284	8	97.18	7.95	8.12	7.90	280	69	75.36
14	9	1660	190	88.55	881	43	95.12	2	0	30.8	11.2	5.70	1.50	1850	—	0.89	284	29	89.78	6.33	8.06	8.08	569	127	77.68
15	9	1018	167	83.56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1250	—	0.81	168	29	82.73	7.33	7.58	7.92	215	74	65.58
16	9	1756	197	88.83	978	59	93.96	0	0	33.6	12.6	0	4.80	1250	—	1.41	404	76	81.18	7.62	8.01	7.99	387	84	78.29
17	9	586	146	75.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1250	—	0.45	218	35	83.94	7.04	7.20	7.45	114	31	72.80

inf. = influent eff. = effluent aer. = aeration tank

F/M มีหน่วยเป็นปอนด์ COD ต่อปอนด์ MLSS ต่อวัน

ตารางที่ ๑๔ แสดงผลการศึกษาการกำจัดไขมันโดยวิธีการทำให้ลอย (Flotation) โดยใช้ diffused air ด้วยอัตรา ๐.๑ ลบ.ฟุต/แกลลอนของน้ำทิ้ง

ครั้งที่ / FLOTATION	1	2	3	4	5	6	7	8
Grease of raw waste, ppm.	576	1404	354	477	1290	164	346	341
Detention time 10 นาที								
- Grease removed, ppm.	152	344	74	89	420	48	93	84
- % Grease removed	26.7	24.5	20.90	18.65	32.55	29.26	26.87	24.63
Detention Time 20 นาที								
- Grease removed, ppm.	174	774	79	205	600	49	135	144
- % Grease removed	30.04	55.12	22.31	42.97	46.51	29.87	39.01	42.22
Detention Time 20 นาที								
- Grease removed, ppm.	188	804	84	257	660	59	205	182
- % Grease removed	32.7	57.26	23.72	53.87	51.16	35.97	59.24	53.37

ตารางที่ ๑๕ แสดงผลการศึกษาการกำจัดไขมันโดย Jar Test ด้วยปูนขาว

ครั้งที่ ๑ คุณลักษณะของ raw waste มี - Grease 200 ppm.
- COD 653 ppm.
- pH 7.03

LIME DOSE, ppm. / CHARACTERISTICS	800	900	1000	1100	1200
pH	10.75	11.33	11.40	11.44	11.52
Alkalinity, ppm.	479	473	550	566	591
COD, ppm.	277	248	196	216	216
% COD removed	57.58	62.02	69.98	66.92	66.92
Grease, ppm.	11.5	12.5	5.0	8.5	8
% Grease removed	94.25	93.75	97.5	95.75	96.00

ตารางที่ ๑๕ (ต่อ) แสดงผลการศึกษาการกำจัดไขมันโดย Jar Test ด้วยปูนขาว

ครั้งที่ ๒ คุณลักษณะของ raw watse มี - Grease 138 ppm.
- COD 598 ppm.
- pH 7.06

LIME DOSE, ppm. / CHARACTERISTICS	800	900	1000	1100	1200
pH	11.23	11.39	11.58	11.64	11.73
Alkalinity, ppm.	636	650	680	726	836
COD, ppm.	291	299	268	267	270
% COD removed	51.33	50.00	55.18	55.35	54.84
Grease, ppm.	32	9	6.2	5.5	11
% Grease removed	76.81	93.47	95.50	96.01	92.01

ตารางที่ ๑๕ (ต่อ) แสดงผลการศึกษาการกำจัดไขมันโดย Jar Test ด้วยปูนขาว

ครั้งที่ ๓ คุณลักษณะของ raw waste มี - Grease 109 ppm.
- COD 1002 ppm.
- pH 7.58

LIME DOSE, ppm. / CHARACTERISTICS	800	900	1000	1100	1200
pH	10.58	10.99	11.20	11.34	11.45
Alkalinity, ppm.	776	740	574	630	700
COD, ppm.	342	328	311	312	311
% COD removed	65.86	67.26	68.96	68.86	68.96
Grease, ppm.	19.5	14	2	0.5	0.5
% Grease removed	82.11	87.15	98.16	99.54	99.54

ตารางที่ ๑๕ (ต่อ) แสดงผลการศึกษาการกำจัดไขมันโดย Jar Test ด้วยปูนขาว

ครั้งที่ ๔. คุณลักษณะของ raw waste มี - Grease 482 ppm.
- COD 1675 ppm.
- pH 7.01

LIME DOSE, ppm. / CHARACTERISTICS	800	900	1000	1100	1200
pH	9.15	9.40	10.36	10.42	11.05
Alkalinity, ppm.	610	653	655	653	664
COD, ppm.	550	534	589	596	527
% COD removed	67.16	68.11	64.83	64.41	68.53
Grease, ppm.	26	20	12	15	11
% Grease removed	93.98	95.37	97.22	96.52	97.45

ตารางที่ ๑๖ แสดงผลการศึกษาการกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตบะหมี่สำเร็จรูป (ซึ่งผ่านกรรมวิธีการกำจัดไขมันโดยการตกตะกอนด้วยปูนขาว) โดยระบบแอคทิเวตเทตสลัดจ์แบบเติมตัวอย่างน้ำทิ้งอย่างต่อเนื่อง

TIME	FLOW	COD, mg/l		%COD	BOD, mg/l		%BOD	NH_3-N, mg/l		Org-N, mg/l		$PO_4^{\equiv}$, mg/l		MLSS,	MLVSS,	F/M,	S S., mg/l		PH		
	l/day	inf.	eff.	removed	inf.	eff.	removed	inf.	eff.	inf.	eff.	inf.	eff.	mg/l	mg/l		inf.	eff.	inf.	aer.	eff.
1	5	285	42	85.26	201	19	90.55	1.4	2.8	32.4	14	1.2	0.7	2836	2820	0.05	17	6	7.06	7.07	7.38
2	5	348	51	85.34	275	17	93.81	—	—	—	—	—	—	2544	2436	0.05	14	3	7.17	7.30	7.29
3	5	304	40	86.84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2608	—	0.06	27	9	7.37	7.63	7.77
4	5	196	23	88.26	135	12	91.11	1.2	8.4	13.3	17.5	2.3	0.5	2652	2252	0.03	48	2	7.08	7.20	7.38
5	8	272	46	83.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2812	—	0.07	31	4	6.75	7.22	6.95
6	8	215	29	86.51	160	13	91.87	0	0	7.7	2.8	1.7	1.0	2848	2556	0.06	40	7	7.12	7.43	7.71
7	8	204	27	86.76	170	15	91.17	0	0	11.2	4.2	2.2	1.2	2880	—	0.05	44	5	7.77	8.15	7.34
8	10	209	34	83.73	195	18	90.76	0	0	8.9	3.5	1.7	0	2976	—	0.07	23	3	6.81	7.73	7.13
9	10	166	26	84.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2572	2320	0.06	30	11	7.58	7.93	7.72
10	10	176	28	84.09	137	10	92.70	0	0	6.3	2.1	1.2	0.5	2576	2160	0.06	8	2	6.89	7.25	7.11
11	15	194	27	86.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2624	—	0.11	20	5	7.24	7.38	7.47
12	15	273	35	87.17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2604	2441	0.15	8	1	6.11	7.47	7.25
13	15	248	37	85.08	125	8	93.60	0	0	6.3	2.1	2.5	1.4	2576	2352	0.14	33	8	7.19	7.71	7.83
14	15	270	36	86.66	146	13	91.09	0	0	4.9	2.1	2.1	1.0	2664	—	0.15	6	1	7.41	7.28	7.71
15	20	116	18	84.48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2264	—	0.10	12	3	6.61	7.50	7.37
16	20	218	22	89.90	152	10	93.42	0	1.4	4.2	0	2.1	0.7	2512	2344	0.17	8	3	7.30	7.44	7.25
17	20	304	36	88.16	225	12	94.66	0	0	21.7	17.2	4.5	1.7	2541		0.24	19	8	7.04	7.22	7.34
18	30	305	28	90.81	219	8	96.34	—	—	—	—	—	—	2584	—	0.35	8	4	7.29	7.61	7.18
19	30	226	25	88.94	98	4	95.91	0	0	5.6	1.4	1.1	0.5	2564	2312	0.26	6	3	7.30	7.54	7.74
20	30	282	31	89.00	232	9	96.12	—	—	—	—	—	—	2640	—	0.32	12	5	7.77	7.73	7.72
21	30	317	29	90.85	261	10	96.17	0	0	9.2	1.3	2.4	1.1	2700	—	0.35	19	5	7.22	7.31	7.52
22	40	319	38	88.08	247	13	94.73	0	0	11.3	0.9	2.8	1.2	2640	2493	0.48	34	6	6.60	6.68	7.03
23	40	341	39	88.56	256	15	94.14	1.4	0	8.7	1.3	2.4	1.4	2720	—	0.50	14	2	7.80	7.82	7.91
24	40	256	27	89.46	197	11	94.42	0	0	6.2	1.2	1.5	0.2	2720	2600	0.38	8	3	7.31	7.44	7.42

inf. = influent eff. = effluent aer. = aeration tank

F/M มีหน่วยเป็น lb COD ต่อ lb MLSS ต่อวัน

ประวัติการศึกษา

ชื่อผู้วิจัย	นางสาว พัฒนา ขวัญสกุล
การศึกษา	สำเร็จได้รับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สุขาภิบาล จากคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อปีการศึกษา ๒๕๑๕ - ๒๕๑๖
สถานที่ทำงาน	ภาควิชาบริหารงานสาธารณสุข คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.