ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตาราง ก.1 ค่าอุณหภูมิของน้ำทั้ง 6 จุดเก็บน้ำตัวอย่าง (S_1 - S_6)

TEMPERATURE (°C)							
ID-NUMBER	DATE	STATION 1	STATION 2	STATION 3	STATION 4	STATION 5	STATION 6
1	29/9/36	28.5	29.5	30.0	30.0	30.0	29.9
2	30/9/36	28.5	28.5	28.0	28.5	28.5.	28.3.
3	1/10/36	27.5	27.0	28.0	27.0	27.5	27.0
4	4/10/36	28.0	28.0	27.0	28.0	27.5	27.0
5	5/10/36	27.0	26.5	27.0	28.0	27.5	27.5
6	6/10/36	27.0	27.5	27.0	28.0	27.0	27.0
7	11/10/36	27.0	27.0	27.0	27.5	27.0	27.0
8	12/10/36	27.0	27.0	28.1	28.2	27.8	28.5
9	14/10/36	27.0	27.5	27.5	27.5	27.0	27.0
10	18/10/36	27.0	26.8	26.9	26.8	27.0	26.5
11	19/10/36	27.0	27.1	27.0	26.9	26.9	26.5
12	20/10/36	27.0	26.8	28.0	27.2	27.1	27.2
13	25/10/36	27.0	27.8	27.8	27.1	27.1	27.0
14	26/10/36	27.0	27.0	27.5	27.0	26.9	27.0
15	27/10/36	27.1	27.2	28.0	27.8	27.3	27.5
16	2/11/36	26.2	26.2	26.0	26.0	26.2	26.5
17	4/11/36	25.0	25.0	25.5	25.4	25.4	25.4
18	5/11/36	25.6	25.2	26.0	26.0	25.8	25.4
19	9/11/36	26.5	26.8	26.9	26.5	26.8	26.9
20	11/11/36	26.5	27.0	27.0	26.5	26.8	26.5
21	12/11/36	26.8	27.0	27.0	26.5	27.0	26.4
22	15/11/36	26.5	26.8	27.0	26.5	27.0	27.0
23	16/11/36	26.7	26.7	27.0	26.5	26.5	26.0
24	17/11/36	26.5	26.4	27.0	26.4	26.5	26.8
AVERAGE		26.9	27.0	27.2	27.1	27.1	27.0
S.D.		0.7	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9
MAX.		28.5	29.5	30.0	30.0	30.2	29.9
MIN.		25.0	25.0	25.5	25.4	25.4	25.4

ตาราง ก.2 ค่า pH ของน้ำทั้ง 6 จุดเก็บน้ำตัวอย่าง (S_1 - S_6)

pH							
ID-NUMBER	DATE	STATION 1	STATION 2	STATION 3	STATION 4	STATION 5	STATION 6
1	29/9/36	8.15	7.60	7.77	7.70	7.80	8.00
2	30/9/36	7.80	6.78	7.14	7.46	7.46	7.55
3	1/10/36	8.03	7.63	7.71	7.64	7.84	7.94
4	4/10/36	8.20	7.76	7.85	7.77	7.83	7.97
5	5/10/36	8.21	7.79	7.96	8.09	8.04	8.06
6	6/10/36	8.18	7.46	7.53	7.67	7.81	7.94
7	11/10/36	8.06	7.82	7.72	7.62	7.74	7.91
8	12/10/36	7.86	7.20	7.77	7.60	7.68	7.73
9	14/10/36	7.80	7.67	7 50	7.49	7.44	7.57
10	18/10/36	8.06	7.71	7.77	7.77	7.86	8.01
11	19/10/36	7.89	7.55	7.68	7.59	7.73	7.85
12	20/10/36	8.06	7.73	7.80	7.85	7.92	8.08
13	25/10/36	8.01	7.64	7.75	7.92	7.97	8.18
14	26/10/36	8.10	7.43	7.83	7.82	7.89	8.10
15	27/10/36	7.99	7.63	7.64	7.63	7.83	7.98
16	2/11/36	8.18	7.42	7.70	7.66	7.82	8.20
17	4/11/36	8.32	7.21	7.68	7.70	7.69	7.89
18	5/11/36	8.23	7.43	7.74	7.73	7.94	8.13
19	9/11/36	8.29	7.48	7.67	7.81	7.88	8.21
20	11/11/36	8.38	7.48	7.75	7.65	7.94	8.17
21	12/11/36	8.40	7.49	7.73	7.82	7.97	8.18
22	15/11/36	8.45	7.49	7.61	7.71	7.98	8.20
23	16/11/36	8.42	7.34	7.61	7.64	7.84	8.01
24	17/11/36	8.45	7.41	7.66	7.73	7.98	8.20
AVERAGE		8.15	7.51	7.69	7.71	7.83	8.00
S.D.		0.20	0.22	0.15	0.13	0.15	0.18
MAX.		8.45	7.82	7.96	8.09	8.04	8.21
MIN.		7.80	6.78	7.14	7.46	7.44	7.55

ตาราง ก.3 ค่า BOD ของน้ำจากจุดเก็บน้ำตัวอย่าง 6 จุด (S_1 - S_6)

BOD (mg/l)								
ID-NUMBER	DATE	STATION 1	STATION 2	STATION 3	STATION 4	STATION 5	STATION 6	Efficiency
1	30/9/36	191.25	247.50	66.75	54.93	53.43	52.50	78.79
2	6/10/36	198.00	173.75	67.00	65.25	64.50	47.62	72.59
3	12/10/36	202.12	191.00	63.75	54.18	52.67	42.25	77.88
4	20/10/36	205.87	182.00	71.25	64.68	55.50	38.60	78.79
5	26/10/36	186.00	167.25	59.25	54.00	51.75	24.00	73.09
6	2/11/36	238.50	165.75	46.50	45.75	42.00	41.40	75.02
7	9/11/36	213.00	120.00	63.37	49.50	38.62	32.17	73.19
8	16/11/36	195.00	115.50	61.87	50.25	33.75	28.80	75.06
AVERAGE		203.72	170.34	62.47	54.82	49.03	41.04	75.91
S.D.		15.33	41.57	6.93	6.51	9.44	7.80	
MAX.		238.50	247.50	71.25	65.25	64.50	52.50	
MIN.		186.00	115.50	46.50	45.75	33.75	28.80	

ตาราง ก.4 ค่า COD ของน้ำจากจุดเก็บน้ำตัวอย่าง 6 จุด (S_1 - S_6)

COD (mg/l)								
ID-NUMBER	DATE	STATION 1	STATION 2	STATION 3	STATION 4	STATION 5	STATION 6	Efficiency
1	29/9/36	480.00	230.40	180.48	165.28	138.24	72.96	68.33
2	30/9/36	494.20	318.20	175.08	150.45	124.06	108.57	65.88
3	1/10/36	479.23	400.60	209.66	190.94	148.75	138.52	65.42
4	4/10/36	497.84	317.52	172.48	145.16	125.44	98.00	69.14
5	5/10/36	654.58	356.00	191.40	168.43	156.94	111.01	68.82
6	6/10/36	393.33	246.29	191.15	180.12	150.53	136.01	44.78
7	11/10/36	638.98	323.09	299.63	158.84	148.01	126.35	60.89
8	12/10/36	528.67	421.41	218.91	187.71	134.08	84.28	80.00
9	14/10/36	494.26	231.92	178.69	102.65	79.84	49.42	78.69
10	18/10/36	646.75	434.88	223.02	193.81	178.41	107.79	75.21
11	19/10/36	583.32	518.10	275.35	206.51	199.27	126.81	75.52
12	20/10/36	571.96	280.30	166.67	162.88	132.54	102.27	63.51
13	25/10/36	625.47	310.86	198.50	146.07	108.61	82.40	73.49
14	26/10/36	598.53	459.85	204.38	160.58	131.39	113.14	75.40
15	27/10/36	606.73	303.37	220.97	168.54	148.68	115.36	61.97
16	2/11/36	692.31	499.99	173.08	126.92	103.85	76.92	84.62
17	4/11/36	671.61	358.07	165.12	157.70	109.46	81.68	77.20
18	5/11/36	675.32	484.23	165.12	153.99	102.04	76.07	84.29
19	9/11/36	672.83	550.83	181.14	155.27	112.75	94.27	82.89
20	11/11/36	634.33	436.56	167.91	143.66	102.61	63.43	85.47
21	12/11/36	672.73	363.64	187.27	170.91	121.82	83.64	77.00
22	15/11/36	691.18	477.94	172.79	161.76	95.59	80.88	83.08
23	16/11/36	765.15	420.45	185.60	166.67	117.42	64.36	84.69
24	17/11/36	722.84	513.11	213.48	172.28	127.34	95.51	81.36
AVERAGE		603.84	385.73	195.58	162.38	129.07	95.40	75.27
S.D.		91.16	93.87	32.96	21.43	26.43	23.22	
MAX.		765.15	550.83	299.63	206.51	199.27	138.52	
MIN.		393.33	230.40	165.12	102.65	79.84	49.42	

ตาราง ก.5 ค่า SS ของน้ำจากจุดเก็บน้ำตัวอย่าง 6 จุด (S_1 - S_6)

SS (mg/l)								
ID-NUMBER	DATE	STATION 1	STATION 2	STATION 3	STATION 4	STATION 5	STATION 6	Efficiency
1	29/9/36	550.00	120.00	100.00	90.00	80.00	10.00	91.67
2	30/9/36	310.00	160.00	110.00	30.00	40.00	20.00	87.50
3	1/10/36	100.00	170.00	40.00	30.00	50.00	0.00	100.00
4	4/10/36	330.00	360.00	380.00	220.00	90.00	10.00	97.22
5	5/10/36	256.00	148.00	126.00	142.00	116.00	0.00	100.00
6	6/10/36	172.00	96.00	78.00	56.00	28.00	16.00	83.33
7	11/10/36	376.00	208.00	84.00	64.00	40.00	24.00	88.465
8	12/10/36	178.00	380.00	296.00	86.00	26.00	30.00	92.11
9	14/10/36	154.00	114.00	62.00	44.00	28.00	12.00	89.47
10	18/10/36	276.00	464.00	288.00	112.00	24.00	6.00	98.71
11	19/10/36	172.00	864.00	484.00	72.00	18.00	10.00	98.84
12	20/10/36	196.00	716.00	156.00	26.00	20.00	14.00	98.04
13	25/10/36	350.00	684.00	226.00	42.00	26.00	8.00	98.83
14	26/10/36	182.00	974.00	156.00	34.00	14.00	10.00	98.97
15	27/10/36	160.00	464.00	292.00	30.00	16.00	6.00	98.71
16	2/11/36	122.00	836.00	96.00	34.00	12.00	6.00	99.28
17	4/11/36	148.00	294.00	154.00	32.00	10.00	6.00	97.96
18	5/11/36	140.00	982.00	128.00	32.00	8.00	4.00	99.59
19	9/11/36	162.00	318.00	104.00	18.00	12.00	4.00	98.74
20	11/11/36	140.00	746.00	120.00	36.00	10.00	2.00	99.73
21	12/11/36	132.00	458.00	96.00	46.00	12.00	6.00	98.69
22	15/11/36	126.00	1068.00	70.00	24.00	16.00	0.00	100.00
23	16/11/36	140.00	458.00	78.00	20.00	14.00	6.00	98.69
24	17/11/36	162.00	926.00	148.00	20.00	18.00	0.00	100.00
	AVERAGE	209.75	500.33	161.33	55.83	30.33	8.75	98.25
	S.D.	104.14	313.15	108.54	45.99	27.17	7.50	
	MAX.	550.00	1068.00	484.00	220.00	116.00	30.00	
	MIN.	100.00	96.00	40.00	18.00	8.00	0.00	

ตาราง ก.6 ค่า Total Coliform Bacteria x 10^4 (MPN/100 ml) น้ำตัวอย่างทั้ง 6 จุด (S_1 - S_6)

Total Coliform Bacteria x 10^4 (MPN/100 ml)								
ID-NUMBER	DATE	STATION 1	STATION 2	STATION 3	STATION 4	STATION 5	STATION 6	Efficiency
1	4/10/36	540	540	13	17	22	14	97.41
2	11/10/36	2400	540	22	170	130	22	95.93
3	18/10/36	920	140	79	13	17	11	92.14
4	25/10/36	220	70	79	22	14	5	92.86
5	1/11/36	280	79	79	220	170	9	88.61
6	8/11/36	170	110	70	33	49	7	93.64
7	15/11/36	280	110	170	17	130	9	91.82
8	22/11/36	220	94	130	33	27	5	94.68
AVERAGE		629	210	80	66	70	10	95.24
S.D.		709	191	48	76	59	5	
MAX.		2400	540	170	220	170	22	
MIN.		170	70	13	13	14	5	

ตาราง ก.7 ปริมาณน้ำใช้จากบ้านพักที่ทำการวิจัย/วัน

ลำดับที่	วัน/เดือน/ปี	ปริมาณน้ำ (ลิตร)*	จำนวนคน
1	29/9/39	1,056	6 คน
2	30/9/36	989	6 คน
3	1/10/36	1,198	6 คน
4	4/10/36	1,107	6 คน
5	5/10/36	965	6 คน
6	6/10/36	1,345	6 คน
7	11/10/36	1,120	6 คน
8	12/10/36	627	6 คน
9	14/10/36	1,458	6 คน
10	18/10/36	1,051	6 คน
11	19/10/36	1,142	6 คน
12	20/10/36	679	5 คน
13	25/10/36	729	5 คน
14	26/10/36	858	5 คน
15	27/10/36	771	5 คน
16	2/11/36	620	4 คน
17	4/11/36	298	4 คน
18	5/11/36	566	4 คน
19	9/11/36	480	4 คน
20	11/11/36	469	4 คน
21	12/11/36	522	4 คน
22	15/11/36	471	4 คน
23	16/11/36	219	4 คน
24	17/11/36	338	4 คน

หมายเหตุ : * คำนวณจากค่าที่อ่านจากมาตรวัดน้ำ

ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำใช้ จากบ้านพักที่ทำการวิจัย เท่ากับ 148.4 ลิตร/คน/วัน

หรือ 794 ลิตร/วัน

ตาราง ก.8 Organic loading (kg/day)

ลำดับที่	Date	Flow (m^3/d)	BOD loading (Kg/d)	COD loading (Kg/d)
1	29/9/36	1.056	-	0.243
2	30/9/36	0.989	0.245	0.315
3	1/10/36	1.198	-	0.480
4	4/10/36	1.107	-	0.351
5	5/10/36	0.965	-	0.344
6	6/10/36	1.345	0.234	0.331
7	11/10/36	1.120	-	0.362
8	12/10/36	0.627	0.127	0.264
9	14/10/36	1.458	-	0.340
10	18/10/36	1.051	-	0.457
11	10/1036	1.142	-	0.591
12	20/10/36	0.679	0.140	0.190
13	25/10/36	0.729	-	0.227
14	26/10/36	0.858	0.160	0.395
15	27/10/36	0.771	-	0.234
16	2/11/36	0.620	0.148	0.310
17	4/11/36	0.298	-	0.106
18	5/11/36	0.566	-	0.274
19	9/11/36	0.480	0.102	0.264
20	11/11/36	0.469	-	0.205
21	12/11/36	0.522	-	0.190
22	15/11/36	0.471	-	0.225
23	16/11/36	0.219	0.043	0.092
24	17/11/36	0.338	-	0.173
	Average	0.794	0.15	0.29
	S.D.	0.337	0.0618	0.1139
	Max.	1.458	0.245	0.591
	Min	0.219	0.043	0.092

ตาราง ก.9 แสดงค่า COD จากจุดเก็บน้ำตัวอย่างที่2 (S_2) เวลา 13.00น. และ21.00น.

ลำดับที่	วัน/เดือน/ปี	ค่า COD (mg/l)	
		13.00 น.	21.00 น.
1	6 ก.ย. 36	206.16	195.60
2	7 ก.ย. 36	272.74	205.20
3	8 ก.ย. 36	209.00	175.00
4	9 ก.ย. 36	210.00	205.84
5	10 ก.ย. 36	190.08	182.16
6	11 ก.ย. 36	217.80	154.44
7	12 ก.ย. 36	194.04	186.05

ข้อสังเกตุ : แสดงให้เห็นว่าที่จุดเก็บน้ำตัวอย่างที่ 2,S_2 ซึ่งเป็น Influent ของระบบฯ ค่า COD เวลา 13.00 น. มีค่ามากกว่า ค่า COD เวลา 21.00 น. เวลาในการเก็บตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้คือ 13.00 น.

ตาราง ก. 10 Pilot survey ปริมาณ Flow rate(ลิตร)/วัน ของบ้านพักที่ทำการวิจัย 1 สัปดาห์

Date/Time	Flow rate(ลิตร)/วัน																		
	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	รวม
จันทร์	67		443	31	2	2	1		13	3										562
อังคาร		26	4				246		137				32			101	91			637
พุธ	160		261	42		64	1			16			435			282				1261
พฤหัสฯ	142	39	102		211	1	10			21		114	221	2	7					870
ศุกร์	167		127	12		15	26		18			225	198		133	178	94			1193
เสาร์	27	4									211	2		58	182					484
อาทิตย์	184		45	194						444			26						309	1202
SUM	747	69	982	279	213	82	284	0	168	484	211	341	912	60	322	561	185	0	309	6209
AVG	106.71	9.8571	140.29	39.857	30.429	11.714	40.571	0	24	69.143	30.143	48.714	130.29	8.5714	46	80.143	26.429	0	44.143	887

ภาคผนวก ข.

ตาราง ข.1 Domestic Effluent Guidelines (Draft standards)

Parameters	Units	Domestic Effluent Standards for Community group-(persons)			
		A(< 101)	B (101 - 500)	C (501 - 2500)	D (> 2500)
1. BOD^{20}_{5}*	mg/dm^3	90	60	30	20
2. Solids					
2.1 SS	"	60	50	40	30
2.2 Settleable S.	"	0.5	0.5	0.5	0.5
2.3 TDS**	"	+500	+500	+500	+500
3. Sulfide	"	4.0	3.0	1.0	1.0
4. Free Residual Chlorine***	"	-	-	0.3	0.3
5. Nitrogen					
5.1 TKN	"	40	40	-	-
5.2 ORG-N	"	15	15	10	10
5.3 NH_3-N	"	-	25	-	-
5.4 NO_3-N	"	-	-	-	-
6. pH	-	5-9	5-9	5-9	5-9
7. Oil & Grease	mg/dm^3	20	20	20	20
8. Fecal Colifrom	$MPN/100cm^3$	-	-	-	-
9. Phosphate	mg/dm^3	-	-	-	-

* Settled BOD

** more than TDS of used water

*** Maximum allowance under epidemic condition only

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2534)

ตาราง ข.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับที่	ดัชนีคุณภาพน้ำ 2/	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1	สี กลิ่นและรส (Colour, Odur and Taste)		-	ธ	ธ	ธ	ธ	-
2	อุณหภูมิ (Water Temp.)		ซ (°C)	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
3	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)		-	"	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
4	ออกซิเจนละลาย (DO)	P 20	มก./ล.(mg/l)		> 6.0	> 4.0	> 2.0	-
5	บีโอดี (BOD)	P 80	"	"	< 1.5	< 2.0	< 4.0	-
6	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	P 80	MPN/100 มล.					
	- โคลิฟอร์มรวม (Total Coliform)		"		≯ 5,000	≯20,000	-	-
	- โคลิฟอร์มชนิดฟีคอล (Faecal Coliform)		"		≯ 5,000	≯ 4,000	-	-
7	ไนเตรทในรูปไนโตรเจน (NO_3-N)		มก/ล.	"	สูงสุดไม่เกิน		5.0	-
8	แอมโมเนียในรูปไนโตรเจน (NH_3-N)		"	"	"		0.5	-
9	ฟีนอล (Phenols)		"	"	"		0.005	-
10	ทองแดง (Cu)		"	"	"		0.1	-
11	นิคเกิล (Ni)		"	"	"		0.1	-
12	แมงกานีส (Mn)		"	"	"		1.0	-
13	สังกะสี (Zn)		"	"	"		1.0	-
14	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		"	"	"		0.002	-
15	แคดเมียม (Cd)		"	"	"	0.005*	0.05**	-
16	โครเมียม (Cr Hexavalent)		"	"	"		0.05	-
17	ตะกั่ว (Pb)		"	"	"		0.05	-
18	สารหนู (As)		"	"	"		0.01	-
19	ไซยาไนด์ (CN)		"	"	"		0.005	-
20	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)		เบคเคอเรล/ล. (Bequerel/l)					
	- ความแรงรังสีรวมแอลฟา (α)		"	ธ	"		0.1	-

ตาราง ข.2 (ต่อ)

ลำดับที่	ดัชนีคุณภาพน้ำ 2/	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์1/				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
	- ความแรงรังสีรวมเบตา (β)		เบคเคอเรล/ล. (Bequerel/l)	ธ	สูงสุดไม่เกิน		1.0	-
21	ค่ารวมของสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides)		มก/ล.	"	"		0.05	-
	- ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล. (ug/1)	"	"		1.0	-
	- แอลฟา-บี เอชซี (α-BHC)		"	"	"		0.02	-
	- ดิลดริน (Dieldrin)		"	"	"		0.1	-
	- อัลดริน (Aldrin)		"	"	"		0.1	-
	- เฮปตาคลอร์และเฮปตา-คลออีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlor epoxide)		"	"	"		0.2	-
	- เอนดริน (Endrin)		"	"	ต้องตรวจไม่พบโดยวิธีที่กำหนด			-

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน เรื่องกำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 103 ตอนที่ 60 ลงวันที่ 15 เมษายน 2529 (ภาคผนวก ซ)

หมายเหตุ

1/ การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(3) การประมง

(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยทั่วไปก่อน

(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ' เป็นไปตามธรรมชาติ แต่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 3 °ซ

2/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

* ในน้ำที่มีความกระด้างในรูป $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มก./ลิตร

**	ในน้ำที่มีความกระด้างในรูป $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มก./ลิตร
-	ไม่ได้กำหนด
°ซ	องศาเซลเซียส
P 20	ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
P 80	ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
มก/ล.	มิลลิกรัมต่อลิตร
ม.ล.	มิลลิลิตร
MPN	เอ็ม พี เอ็น หมายถึง Most Probable Number
<	ไม่น้อยกว่า
>	ไม่เกินกว่า

ตารางข. 3 MPN Index and 95% confidence limits for various combinations of positive results when five tubes are used per dilution (10 mL, 1.0 mL, 0.1 mL)

Combination of Positives	MPN Index/100 mL	95% Confidence Limits		Combination of Positives	MPN Index/100 mL	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper			Lower	Upper
0-0-0	<2	-	-	4-2-0	22	9.0	56
0-0-1	2	1.0	10	4-2-1	26	12	65
0-1-0	2	1.0	10	4-3-0	27	12	67
0-2-0	4	1.0	13	4-3-1	33	15	
				4-4-0	34	16	80
1-0-0	2	1.0	11	5-0-0	23	9.0	86
1-0-1	4	1.0	15	5-0-1	30	10	110
1-1-0	4	1.0	15	5-0-2	40	20	140
1-1-1	6	2.0	18	5-1-0	30	10	120
1-2-0	6	2.0	18	5-1-1	50	20	150
				5-1-2	60	30	180
2-0-0	4	1.0	17	5-2-0	50	20	170
2-0-1	7	2.0	20	5-2-1	70	30	210
2-1-0	7	2.0	21	5-2-2	90	40	250
2-1-1	9	3.0	24	5-3-0	80	30	250
2-2-0	9	3.0	25	5-3-1	110	40	300
2-3-0	12	5.0	29	5-3-2	140	60	360

ตารางข. 3 (ต่อ)

Combination of Positives	MPN Index/100 mL	95% Confidence Limits		Combination of Positives	MPH Index/100 mL	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper			Lower	Upper
3-0-0	8	3.0	24	5-3-3	170	80	410
3-0-1	11	4.0	29	5-4-0	130	50	390
3-1-0	11	4.0	29	5-4-1	170	70	480
3-1-1	14	6.0	35	5-4-2	220	100	580
3-2-0	14	6.0	35	5-4-3	280	120	690
3-2-1	17	7.0	40	5-4-4	350	160	820
4-0-0	13	5.0	38	5-5-0	240	100	940
4-0-1	17	7.0	45	5-5-1	300	100	1300
4-1-0	17	7.0	46	5-5-2	500	200	2000
4-1-1	21	9.0	55	5-5-3	900	300	2900
4-1-2	26	12	63	5-5-4	1,600	600	5300
				5-5-5	>2,400	-	-

ที่มา : บัน (2534)

ภาคผนวก ค.

การคำนวณหาขนาดตัวอย่าง (Sample Size)

โดยใช้สูตร

$$n/\text{กลุ่ม} = \frac{2\,(Z\beta + Z\alpha)^2\,\sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

$$\sigma^2 = \frac{(n_1 - 1)\,(S_1{}^2 + (n_2 - 1)S_2{}^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

ทำการ Pilot Survey ข้อมูล 7 ครั้ง โดยนำข้อมูล Influent (S_2) และ Effluent (S_6) เพื่อนำมาคำนวณขนาดตัวอย่างดังนี้

BOD

	influent (S_2)	Effluent (S_6)
μ (mg/l)	178.17	90*
n	7	7
S^2	1443.24	42.51

*มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน (ตาราง ข.1) BOD ไม่เกิน 90 mg/l

σ^2 = 742.88

α = 0.05

$\alpha/2$ = 1.96

β (0.1) = 1.28

n/กลุ่ม = 2.006 $\simeq$ 3

SS

	influent (S_2)	Effluent (S_6)
μ (mg/l)	180.28	60*
n	7	7
S^2	7560.30	86.12

* มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน (ตาราง ข.1)SS ไม่เกิน 60 mg/l

σ^2 = 3823.06

α = 0.05

$\alpha/2$ = 1.96

β (0.1) = 1.28

n/กลุ่ม = 5.54 $\simeq$ 6

ในการวิจัยครั้งนี้ จะใช้ parameter หลักในการคำนวณ Sample sizes 2 ตัว คือ BOD, SS เนื่องจากมีมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนประเภท ก. (ประชากร 101 คน) เป็นตัวกำหนด ดังนั้น ขนาดตัวอย่าง (Sample size) ในการวิจัยครั้งนี้คือ

BOD จะให้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 3 ครั้ง

SS จะให้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 6 ครั้ง

เลือกค่าขนาดตัวอย่างที่มีค่ามากที่สุด คือ ไม่น้อยกว่า 6 ครั้ง

การคำนวณค่าที่เกี่ยวข้องกับถังย่อยในระบบ

1. ถังเกรอะ

1.1 Volume (m^3) = $\pi d^2/4.h$; d = 1.2 m , h = 1.6 m

แทนค่า ; Volume (m^3) = 1.81 m^3

1.2 Hydraulic loading rate ($m^3/m^2.day$) = $\frac{\text{Volume } (m^3)}{\text{area } (m^2) \text{ . time (day)}}$

แทนค่า ต่ำสุด,สูงสุด ของปริมาณน้ำจากการสำรวจน้ำในตาราง ก. ,

220 m^3/d - 1,460 m^3/d = 0.19 - 1.29 $m^3/m^2.day$

1.3 Hydraulic retention time = $\frac{\text{Volume } (m^3)}{\text{Average daily consumption}}$

= $\frac{1.81}{0.887}$ = 2 day

2. ถังกรองไร้อากาศ

2.1 ปริมาตรในการเก็บกักน้ำเสีย = $\pi d^2/4.h$; d = 1 m , h = 1.1 m

แทนค่า = 0.86 m^3

2.2 ปริมาตรตัวกรอง = $\pi d^2/4.h$; d = 1 m , h = 0.18 m

แทนค่า = 0.141 m^3

2.3 ปริมาตรช่องว่างภายใน = $\pi d^2/4.h$; d = 1 m , h = 0.82m

แทนค่า = 0.64 m^3

2.4 Hydraulic loading rate ($m^3/m^2.day$) = $\frac{\text{Volume } (m^3)}{\text{area } (m^2) \text{ . time (day)}}$

แทนค่า (ตาราง ก.) = 0.28-1.86 $m^3/m^2.day$

2.5 surface : volume RATIO = 28 $m^2/m^3.day$

2.6 พื้นที่ผิวของตัวกรอง / ชิ้น = 670.63 cm^2

2.7 พื้นที่ผิวทั้งหมด = 670.63 x 592 = 4 m^2

3. ถังตกตะกอน

3.1 ปริมาตรในการเก็บกักน้ำเสีย = $\pi d^2/4.h$; d = 1 m , h = 0.55 m

แทนค่า = 0.42 m^3

3.2 Hydraulic loading rate ($m^3/m^2.day$) = $\frac{\text{Volume } (m^3)}{\text{area } (m^2) \text{ . time (day)}}$

แทนค่า (ตาราง ก.) = 0.28-1.86 $m^3/m^2.day$

3.3 Overflow rate ($m^3/m^2.day$) = $\frac{\text{Flow rate } (m^3 \text{ /day})}{\text{area } (m^2)}$

แทนค่า = 0.887/0.785 = 1.13 $m^3/m^2.day$

4. ถังทรายกรอง

4.1 Hydraulic loading rate ($m^3/m^2.day$) = $\frac{\text{Volume } (m^3)}{\text{area } (m^2) \text{ . time (day)}}$

แทนค่า (ตาราง ก.) = 0.28-1.86 $m^3/m^2.day$

4.2 Filter rate ($m^3/m^2.hr$) = $\frac{\text{Flow rate}(m^3/hr)}{\text{area } (m^2)}$

แทนค่าปริมาณสูงสุด/ชม. = 0.444/0.785 = 0.56 ($m^3/m^2.hr$)

ภาคผนวก ง.

อุปกรณ์เก็บน้ำตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ

แยกเป็น 2 ชุด

1. ชุดสำหรับเก็บน้ำตรวจวิเคราะห์ BOD, COD,SS และ pH

เป็นขวดแก้วสีน้ำตาล มีปริมาตร 1 ลิตร ปากกว้าง มีฝาปิด ด้านข้างขวดติดหมายเลขระบุตามจุดที่เก็บน้ำตัวอย่าง ดังภาพที่

ภาพ ง.1 แสดงอุปกรณ์เก็บน้ำตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ BOD, COD, SS และ pH

2. ชุดสำหรับเก็บน้ำตรวจวิเคราะห์ทางแบคทีเรีย

เป็นขวดแก้วใสบ่ากแคบที่ทนทานต่อการกัดกร่อน มีจุกแก้วสำหรับปิด ขนาดความจุ 300 มิลลิลิตร บรรจุอยู่ในกล่องสแตนเลสทรงกระบอก ติดหมายเลขตามจุดที่เก็บน้ำตัวอย่าง ดังภาพที่

ภาพ ง.2 แสดงอุปกรณ์เก็บน้ำตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ Total Coliform Bacteria

วัสดุอุปกรณ์ใช้ในการทดลอง

1. ตู้อบสำหรับวิเคราะห์ค่า BOD Shel-Lab 2030 ตั้งอุรหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส
2. ตู้อบ (hot air oven) Memmert ตั้งที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
3. ตู้อบเพาะเชื้อ (incubator) Shel-Lab 1530 ตั้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเศียส
4. pH meter Beckman 31
5. ขวด BOD พร้อมจุก
6. เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง Sartorious BA 110 S
7. เครื่องชั่งหยาบ ทศนิยม 2 ตำแหน่ง Sartorious U 5000 D
8. เทอร์โมมิเตอร์ 0-100 องศาเซลเซียส
9. กระดาษกรอง Glass fiber filter Whatman GF/C ขนาด 22 เซนติเมตร
10. Reflux apparatus ประกอบด้วย Reflux Condensor และ Reflux-Flask
11. Hot plate
12. Burette ขนาด 50 ml
13. เดสิคเคเตอร์พร้อมสารดูดความชื้น
14. ตู้อบตั้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส
15. เครื่องดูดสูญญากาศ (suction pump)
16. Buchner funnel
17. Autoclave ตั้งที่ความดัน 15 psi อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส

18. Wire loop

19. ตะเกียงแอลกอฮอล์

20. หลอดทดลองและอุปกรณ์อื่นๆ

21. สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

การเก็บรักษาตัวอย่าง Total Coliform Bacteria

ขวดเก็บตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์หา Total Coliform Bacteria ทั้งหมดจะถูกแช่ในตู้เย็นรักษาอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เช่น ขวดเก็บน้ำสำหรับตรวจวิเคราะห์ MPN-test ถูกเก็บประมาณ 4 ชั่วโมง รวมเวลาที่ทำ Lab MPN-test แล้ว

วิธีตรวจวิเคราะห์

ค่า COD

ใช้วิธี Dichromate Reflux Method โดยใช้น้ำตัวอย่าง 20 ml. เติม H_2SO_4 0.4 กรัม 0.25 N Standard dichromate 10 มิลลิลิตร+ conc H_2SO_4 with Ag_2SO_4 30 มิลลิลิตร เข้าเครื่อง Condensor เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณสุดท้าย 140 ml ก่อนtitration ด้วย 0.1 N $Fe(NH_4)_2 (SO_4)_2$

$$\text{mg/l COD} = \frac{(a-b)\ N \times 8000}{\text{ml sample}}$$

a = ml ของ $Fe(NH_4)_2 (SO_4)_2$ ที่ใช้ Titrate Blank

b = ml ของ $Fe(NH_4)_2 (SO_4)_2$ ที่ใช้ titrate ตัวอย่าง

n = นอร์มัลลิตี้ของ $Fe(NH_4)_2 (SO_4)_2$

$$\text{หาได้จาก} = \frac{\text{ml } K_2Cr_2O_7 \times 0.25}{Fe(NH_4)_2 (SO_4)_2}$$

ค่า BOD

ใช้วิธี Azide Modification หาผลต่างของค่า DO ในวันเริ่มต้น (DO_2) กับค่า DO ของตัวอย่างเดียวกันนั้น ภายหลังจาก Incubate ไว้ 5 วันที่อุณหภูมิ 20 $\pm$1 องศาเซลเซียส (DO_5) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร โดย 1 ตัวอย่างแบ่งทำเป็น 3 Dilution ปริมาณน้ำตัวอย่างอยู่ในช่วง 5-50 ml (กรรณิการ์, 2529)

ค่า SS

ใช้วิธีการกรองด้วยกระดาษกรองใยแก้ว Glass fiber filter "Whatman" GF/C แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง ชั่งหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากน้ำหนักกระดาษกรองเปล่าๆ ก็จะเป็นน้ำหนักของสารแขวนลอยต่อปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่นำมากรอง

การวิเคราะห์ปริมาณ Total Colifrom Bacteria

ใช้วิธี Multiple tube fermatation Technique 2 ขั้นตอน คือ

1. Presumptive test ทำ 3 dilution set 15 tube วิธีการคือ จะนำน้ำตัวอย่างใส่ลงในหลอดที่บรรจุ lactose หลอดละ 10, 1.0 และ 0.1 ml อย่างละ 5 หลอด รวมเป็น 15 หลอด แล้วนำไปเข้าตู้อบที่ระดับอุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ±3 การอ่านผลจะดูจากจำนวนหลอดที่เกิดแก๊สเกิน 10% จะเป็นบวก

2. Confirm-test โดยนำเอาของเหลวจากหลอดที่เป็นบวกในขั้นที่ 1 ใส่ลงไปในหลอดที่มี Brilliant green lactose bile broth จำนวน 2 loop แล้วนำเข้าตู้อบที่ระดับอุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง 3 การอ่านผลหลอดที่เกิดแก๊สจะเป็นบวกแล้วนำเอาค่าที่อ่านได้ไปแปรผลหาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ตรวจพบจากตารางประมาณค่ามาตรฐาน

ค่า pH

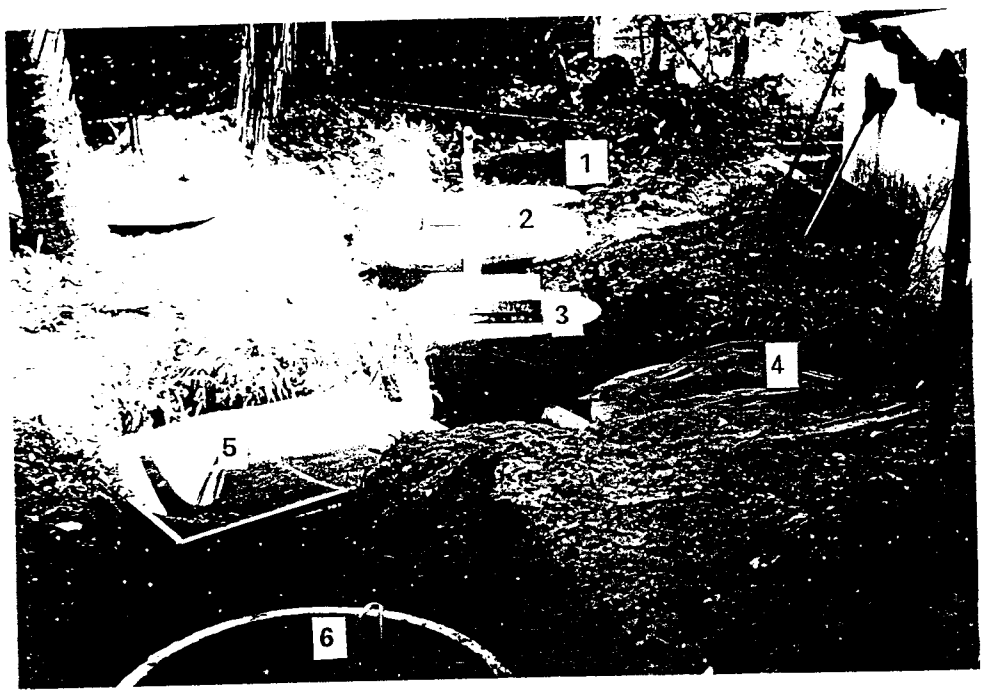
วัด pH โดยใช้ pH-meter Backman 31

อุณหภูมิ

ใช้เทอร์โมมิเตอร์ 0-100 องศาเซลเซียส จุ่มลงในขวดเก็บตัวอย่างทันทีหลังจากเก็บ Effluent ตามจุดต่างๆทั้ง 6 จุด

วิธีการวิเคราะห์ใช้หลักการตาม กรรณิการ์ (2529)

ภาคผนวก จ.



<u>ภาพ จ.1</u> ระบบบำบัดน้ำเสียต้นแบบในพื้นที่จริง

หมายเลข 1 คือ ถังเก็บน้ำตัวอย่าง

หมายเลข 2 คือ ถังเกรอะ

หมายเลข 3 คือ ถังกรองไร้อากาศ

หมายเลข 4 คือ ถังตกตะกอน

หมายเลข 5 คือ ถังทรายกรอง

หมายเลข 6 คือ ถังรับน้ำทิ้ง

หมายเลข 2 ถึง หมายเลข 5 คือระบบบำบัดน้ำเสียต้นแบบที่สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยครั้งนี้