

ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำเสียและน้ำทิ้ง

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำเสียและน้ำทิ้งในระยะเวลาที่ 1 คือ การบำบัดมลสารของระบบ ABR ที่ HRT ต่างๆ

ABR-NaOH : A  
ABR-Ash : B

ตารางภาคผนวกที่ ก-1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำเสีย, น้ำทิ้ง และปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นที่น้ำของารบำบัดมลสารในน้ำเสียด้วยระบบ ABR ของการทดลองที่ HRT 10 วัน

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> N		ปริมาณก๊าซ		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
119	influent	7.62	7.59	1,337	1,643	715	685	6,944	7,237	5,868	6,404	561	543	-	-	31	28	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.59	7.54	2,841	3,069	170	272	1,613	2,621	1,017	1,174	230	220	-	-	71	75	-	-	-	-	-	-	-	
	comp.2	7.64	7.62	2,029	2,435	160	194	1,295	1,565	978	978	175	170	-	-	74	80	-	-	-	-	-	-	-	
	comp.3	7.67	7.69	1,643	2,455	90	115	1,056	1,330	900	861	145	135	-	-	81	84	-	-	-	-	-	-	-	
comp.4	7.73	7.72	1,584	2,475	88	62	789	1,193	861	802	95	105	-	-	83	85	-	-	-	-	-	-	-		
% removal							85.63	83.51	85.33	86.77	82.50	81.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.23	5.17

หมายเหตุ : 1. จุดเก็บตัวอย่าง comp.4 คือ น้ำทิ้ง (Effluent)

2. เครื่องหมาย - คือ ไม่ได้มีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียและน้ำทิ้ง

3. เครื่องหมาย \* คือ ที่สภาวะคงตัว (Stady State)

4. หน่วยของพารามิเตอร์ต่าง ๆ มีดังนี้

Temperature มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส  
Alkalinity มีหน่วยเป็น มก./ล ของ CaCO<sub>3</sub>  
VFA มีหน่วยเป็น มก./ล ของ CH<sub>3</sub>COOH

TCOD มีหน่วยเป็น มก./ล  
FCOD มีหน่วยเป็น มก./ล  
SS มีหน่วยเป็น มก./ล

TKN มีหน่วยเป็น มก./ล  
NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N มีหน่วยเป็น มก./ล  
BOD<sub>5</sub> มีหน่วยเป็น มก./ล

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> มีหน่วยเป็น มก./ล  
S<sup>2-</sup> มีหน่วยเป็น มก./ล

ปริมาณก๊าซ มีหน่วยเป็น ล.

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		ปริมาณก๊าซ		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
126	influent	7.58	7.63	1,327	1,515	649	591	6,846	5,672	4,303	557	550	2,239	3,110	28	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.57	7.62	3,831	4,346	203	203	1,604	2,073	1,252	225	225	258	220	62	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.66	7.68	3,999	4,455	143	158	1,213	1,643	1,095	180	175	124	158	67	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.71	7.71	4,158	4,554	112	134	978	1,486	861	135	140	98	112	68	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
comp.4	7.74	7.69	4,554	4,635	86	90	763	1,222	723	100	100	79	85	71	97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
% removal							88.86	78.54	87.21	79.09	81.82	82.50	96.49	97.28			-	-	-	-	-	-	-	-	5.11
133	influent	7.60	7.58	1,881	2,218	799	849	6,748	5,477	4,890	560	548	2,810	3,064	34	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.62	7.62	4,079	4,633	170	296	1,487	2,425	1,213	215	210	211	229	64	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.70	7.71	4,337	4,762	166	190	1,271	1,760	958	175	180	126	162	69	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.73	7.75	4,544	4,742	156	140	1,076	1,565	802	140	130	104	122	70	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
comp.4	7.76	7.77	4,554	4,752	106	108	851	1,213	792	921	95	105	98	76	72	98	-	-	-	-	-	-	-	-	
% removal							87.39	77.86	85.79	83.20	82.66	81.25	96.52	97.52			-	-	-	-	-	-	-	-	5.16
140	influent	7.63	7.62	1,693	2,237	798	837	6,553	4,890	5,477	553	536	1,148	2,524	40	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.59	7.60	3,950	4,534	250	278	1,595	1,847	1,447	220	215	293	224	45	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.65	7.69	4,128	4,643	181	203	1,369	1,589	1,154	185	175	164	151	50	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.65	7.72	4,307	4,693	133	168	1,291	1,484	919	135	140	110	109	56	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
comp.4	7.68	7.75	4,455	4,772	145	106	1,154	1,347	802	100	110	90	82	67	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
% removal							82.39	72.44	85.36	81.86	81.34	80.11	92.16	96.76			-	-	-	-	-	-	-	-	5.05

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		ปริมาณก๊าซ		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
175	inluent	7.60	7.60	1,921	2,257	1,108	892	5,868	5,672	5,379	5,281	560	572	2,290	2,333	27	28	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.54	7.61	4,385	4,578	235	211	1,878	1,565	1,252	1,330	250	245	205	224	67	76	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.62	7.68	4,534	4,687	198	167	1,147	1,428	1,095	1,017	205	210	151	161	74	80	-	-	-	-	-	-	-	5.14
	comp.3	7.68	7.74	4,682	4,705	157	102	1,291	1,330	1,017	939	155	167	127	127	76	82	-	-	-	-	-	-	-	-
comp.4	7.70	7.76	4,473	4,762	111	98	1,095	1,290	782	743	104	109	95	85	93	89	-	-	-	-	-	-	-	-	
% removal							81.33	77.24	85.45	85.93	81.82	80.54	95.88	96.37											
181	inluent	7.62	7.60	1,881	2,435	1,109	1,114	5,770	5,575	5,281	4,792	542	540	2,422	2,480	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.59	7.62	4,415	4,564	252	238	1,740	1,623	1,318	1,311	240	240	216	231	64	66	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.64	7.70	4,643	4,683	201	165	1,311	1,389	1,174	1,076	200	205	172	175	71	69	-	-	-	-	-	-	-	5.61
	comp.3	7.67	7.73	4,732	4,782	145	118	1,271	1,271	1,068	998	145	165	147	126	75	72	-	-	-	-	-	-	-	5.14
comp.4	7.73	7.76	4,752	4,831	99	91	1,076	1,252	822	763	108	105	89	98	90	89	-	-	-	-	-	-	-	-	
% removal							81.36	77.92	84.44	84.08	80.00	79.96	96.34	96.06											
188*	inluent	7.61	7.64	1,911	2,455	1,058	1,014	7,335	6,943	5,966	5,770	599	575	2,202	2,250	27	26	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.55	7.57	4,246	4,455	225	214	1,741	1,545	1,311	1,350	245	250	236	232	66	62	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.63	7.63	4,386	4,495	173	160	1,311	1,350	1,115	1,115	205	215	158	165	81	69	-	-	-	-	-	-	-	5.47
	comp.3	7.69	7.69	4,613	4,584	129	114	1,232	1,311	998	994	150	155	127	106	90	75	-	-	-	-	-	-	-	-
comp.4	7.73	7.72	4,752	4,683	102	98	1,213	1,217	880	919	113	115	83	73	95	82	-	-	-	-	-	-	-	-	
% removal							83.47	81.96	85.25	84.07	80.35	80.80	96.24	96.77											

ตารางภาคผนวกที่ ก-1 (ต่อ)

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		ปริมาณก๊าซ		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
195*	influent	7.63	7.61	1,853	2,376	1,054	957	6,846	6,455	5,072	5,086	592	571	2,234	2,296	31	32	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.53	5.56	4,327	4,534	246	218	1,343	1,408	1,213	1,369	255	245	227	224	61	60	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.59	5.63	4,434	4,594	171	170	1,252	1,330	1,134	1,017	195	200	161	151	71	67	-	-	-	-	-	-	-	5.14
	comp.3	7.68	7.69	4,503	4,623	122	114	1,213	1,291	1,056	900	147	165	128	114	82	69	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.70	7.73	4,587	4,693	89	100	1,174	1,252	822	782	108	110	94	81	97	88	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							82.86	80.61	85.51	84.62	81.09	81.42	95.81	96.47											
202*	influent	7.59	7.59	1,851	2,405	1,031	1,004	6,455	6,064	5,575	5,281	564	567	2,332	2,293	31	31	4,750	4,667	672	707	593	602	-	-
	comp.1	7.58	7.57	4,208	4,514	274	197	1,565	1,487	1,252	1,330	245	240	225	217	57	57	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.63	7.62	4,376	4,584	205	161	1,330	1,350	1,162	978	205	210	157	165	71	63	712	698	625	644	509	537	-	-
	comp.3	7.66	7.69	4,505	4,633	146	124	1,232	1,271	1,017	927	140	160	113	130	85	74	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.69	7.72	4,683	4,663	106	98	1,174	1,213	900	763	105	115	81	79	95	87	334	387	525	502	443	474	-	-
% removal							81.82	80.00	83.86	85.55	81.48	97.61	96.51	96.57			92.97	91.72	21.88	26.40	25.20	21.32	5.61	5.14	

ตารางภาคผนวกที่ ก-2 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำเสีย, น้ำทิ้ง และปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจากการบำบัดมลสารในน้ำเสียด้วยระบบ ABR ของการทดลองที่ HRT 5 วัน

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		ปริมาณก๊าซ		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
245	influent	7.62	7.58	1,940	2,039	1,029	979	5,966	5,672	5,086	4,694	550	582	1,309	1,408	29	25	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.56	7.55	3,393	3,515	299	309	2,034	2,034	1,643	1,643	290	290	279	268	51	56	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.64	7.63	3,613	3,752	268	243	1,604	1,721	1,408	1,487	225	215	209	211	61	64	-	-	-	-	-	-	6.43	6.05
	comp.3	7.65	7.68	3,891	3,970	220	199	1,408	1,408	1,252	939	110	105	136	124	73	76	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.69	7.74	4,208	4,307	168	165	1,252	1,252	939	978	110	105	136	124	73	76	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							81.18	77.93	81.54	79.17	81.10	80.90	89.58	91.23											
252*	influent	7.61	7.59	2,079	2,237	1,002	1,091	5,868	5,477	4,890	4,597	525	550	1,352	1,414	23	28	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.54	7.56	3,455	3,604	342	325	2,112	5,169	1,721	1,721	300	285	276	264	54	57	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.59	7.62	3,802	3,861	287	263	1,800	1,800	1,565	1,408	220	210	212	222	59	67	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.67	7.66	4,003	4,059	248	209	1,526	1,389	1,231	1,291	155	160	177	182	64	72	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.72	7.73	4,217	4,257	198	169	1,369	1,791	1,056	939	105	110	142	134	72	77	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							76.67	76.43	78.40	79.54	80.90	79.05	89.47	90.94											
259*	influent	7.63	7.61	2,138	2,217	990	924	5,672	5,477	4,988	4,890	525	540	1,421	1,374	34	25	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.59	7.57	3,386	3,663	320	321	2,128	2,112	1,745	1,776	280	280	288	259	55	59	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.62	7.61	3,703	3,871	278	255	1,815	1,760	1,256	1,465	220	220	219	222	62	65	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.65	7.67	3,861	4,010	232	214	1,565	1,428	1,330	1,213	145	165	169	171	67	72	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.71	7.75	4,257	4,217	195	162	1,428	1,330	1,134	939	115	112	127	129	76	79	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							74.83	74.55	77.25	80.80	78.70	78.67	91.04	90.58											

ตารางภาคผนวกที่ ก-2 (ต่อ)

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		ปริมาณก๊าซ	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
influent	7.59	7.59	1,950	2,256	1,005	974	5,770	5,477	5,086	5,144	530	545	1,399	1,405	33	30	2,563	2,600	644	653	534	529		
comp.1	7.55	7.54	3,188	3,544	341	304	2,210	2,015	1,878	1,818	295	295	285	268	53	57	-	-	-	-	-	-		
comp.2	7.60	7.63	3,394	3,850	281	258	1,858	1,740	1,592	1,447	235	215	210	227	60	64	406	400	609	609	469	492	6.08	5.93
comp.3	7.69	7.68	3,754	4,099	242	224	1,526	1,487	1,252	1,174	155	160	165	171	65	68	-	-	-	-	-	-		
comp.4	7.73	7.73	4,108	4,287	191	182	1,408	1,389	1,174	1,017	105	115	130	122	74	76	178	200	532	518	418	426		
% removal							75.59	74.64	76.92	80.22	80.73	78.30	90.71	91.30			93.05	92.31	17.39	20.71	21.83	19.43		

ตารางภาพผนวกที่ ก-3 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำเสีย, น้ำทิ้ง และปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นที่น้ำของการบำบัดมลสารในน้ำเสียด้วยระบบ ABR ของการ  
ทดลองที่ HRT 2.5 วัน

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		ปริมาณก๊าซ		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
272	inluent	7.64	7.57	2,079	2,000	996	1,014	5,790	5,399	4,811	4,812	520	545	1,640	1,540	26	28	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.48	7.42	3,010	3,250	410	375	2,645	2,566	2,057	1,901	330	335	315	301	55	60	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.61	7.61	3,345	3,560	330	311	2,292	2,253	1,745	1,588	240	235	235	241	65	65	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.69	7.66	3,594	3,763	290	264	1,979	1,979	1,432	1,432	150	165	195	231	71	73	-	-	-	-	-	-	-	-
comp.4	7.73	7.74	3,744	3,962	255	212	1,588	1,651	1,197	1,275	110	120	144	155	76	80	-	-	-	-	-	-	-	-	
% removal							72.75	73.12	75.12	73.50	79.82	76.92	91.22	89.34											
275	inluent	5.59	7.63	1,960	2,129	1,016	894	5,672	5,281	4,890	525	535	1,550	1,490	26	25	-	-	-	-	-	-	-	-	
	comp.1	7.43	7.46	3,040	3,215	430	389	2,601	2,523	2,191	1,995	340	320	321	317	56	63	-	-	-	-	-	-	-	
	comp.2	7.58	7.54	3,340	3,462	345	304	2,296	2,249	1,839	1,678	250	240	255	254	67	69	-	-	-	-	-	-	-	
	comp.3	7.66	7.68	3,580	3,683	294	256	1,917	1,878	1,487	1,478	160	170	203	217	73	75	-	-	-	-	-	-	-	
comp.4	7.70	7.75	3,700	3,820	263	218	1,682	1,663	1,213	1,134	105	110	160	162	79	79	-	-	-	-	-	-	-		
% removal							70.85	68.52	76.15	76.80	80.37	79.05	89.68	89.13											
279	inluent	7.65	7.61	1,860	1,995	950	994	5,575	5,477	4,792	5,007	510	540	1,771	1,745	20	24	-	-	-	-	-	-	-	
	comp.1	7.74	7.46	3,020	3,245	415	389	2,562	2,504	2,093	2,073	335	315	322	311	58	62	-	-	-	-	-	-	-	
	comp.2	7.58	7.55	3,380	3,449	355	304	2,191	2,269	1,858	1,682	245	235	260	261	62	68	-	-	-	-	-	-	-	
	comp.3	7.65	7.67	3,500	3,694	314	256	1,936	1,917	1,545	1,408	155	165	215	221	69	74	-	-	-	-	-	-	-	
comp.4	7.69	7.72	3,680	3,881	283	218	1,663	1,623	1,224	1,134	108	115	171	175	77	80	-	-	-	-	-	-	-		
% removal							70.81	70.36	74.45	77.34	80.00	77.45	90.34	89.97											

ตารางภาคผนวกที่ ก-3 (ต่อ)

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		ปริมาณก๊าซ			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
282*	influent	7.62	7.59	1,880	1,891	971	980	5,672	5,379	4,831	4,792	515	550	1,645	1,610	27	26	-	-	-	-	-	-	-	-	
	comp.1	7.74	7.42	3,040	3,215	410	380	2,582	2,562	2,152	2,190	340	328	320	319	56	66	-	-	-	-	-	-	-	-	
	comp.2	7.60	7.58	3,362	3,450	342	324	2,210	2,210	1,760	1,741	250	240	262	253	65	73	-	-	-	-	-	-	-	-	
	comp.3	7.68	7.65	3,560	3,471	290	276	1,956	1,897	1,408	1,467	160	170	220	219	71	77	-	-	-	-	-	-	-	-	6.23
	comp.4	7.72	7.73	3,740	3,478	254	328	1,663	1,643	1,240	1,154	115	110	175	170	76	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							70.34	69.45	74.33	75.92	79.09	78.64	89.36	89.44												
286*	influent	7.61	7.62	1,800	1,861	1,006	1,007	5,575	5,477	4,988	4,597	500	530	1,682	1,594	25	22	-	-	-	-	-	-	-	-	
	comp.1	7.43	7.44	3,010	3,335	427	395	2,601	2,543	2,140	2,073	330	309	327	313	55	64	-	-	-	-	-	-	-	-	6.35
	comp.2	7.57	7.55	3,420	3,471	335	327	2,191	2,230	1,800	1,643	245	240	257	258	63	68	-	-	-	-	-	-	-	-	6.11
	comp.3	7.65	7.67	3,540	3,668	310	270	1,917	1,936	1,447	1,408	165	165	219	215	70	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.68	7.70	3,560	3,862	267	231	1,643	1,623	1,252	1,162	105	120	174	174	79	83	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							70.53	70.36	74.90	74.72	80.19	76.00	86.66	89.11												
289*	influent	7.61	7.60	1,990	1,900	998	980	5,677	5,438	5,056	4,972	505	540	1,705	1,641	34	31	3,565	3,065	469	448	219	205	-	-	
	comp.1	7.47	7.45	3,060	3,251	413	383	2,562	2,582	2,191	2,093	340	342	325	311	57	67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.75	7.57	3,378	3,478	340	315	2,171	2,291	1,772	1,702	255	235	260	260	66	71	533	483	443	420	198	194	6.37	6.25	
	comp.3	7.65	7.65	3,560	3,688	297	262	1,891	1,878	1,526	1,428	160	160	220	220	69	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.70	7.74	3,690	3,890	258	227	1,623	1,604	1,330	1,154	110	115	178	173	76	83	291	329	378	359	180	163	-	-	-
% removal							70.36	70.50	73.85	75.91	79.63	77.23	89.56	89.46			91.83	29.27	19.40	19.79	18.09	20.45				



ตารางภาพผนวกที่ ก-4 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำเสีย, น้ำทิ้ง และปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในน้ำเสียดังกล่าวในน้ำเสียดังกล่าวของระบบ ABR ของการทดลองที่ HRT 1.25 วัน หรือที่อัตราส่วนสูงกลับน้ำทิ้งเท่ากับ 0

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		ปริมาณก๊าซ		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
293	influent	7.61	7.60	1,884	1,890	945	1,053	5,672	5,281	4,694	4,694	517	526	1,421	1,345	29	29	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.35	7.42	2,870	2,900	450	450	2,817	2,738	2,582	2,269	367	346	350	341	61	69	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.55	7.50	3,058	3,150	375	375	2,347	2,386	2,191	1,956	282	265	287	281	68	75	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.63	7.63	3,287	3,345	330	310	2,034	2,191	1,799	1,635	182	175	249	235	75	80	-	-	-	-	-	-	-	6.88
	comp.4	7.70	7.71	3,545	3,560	290	260	1,741	1,893	1,487	1,330	108	119	231	182	84	86	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							69.31	65.19	68.33	71.67	79.47	76.98	85.01	86.47											
296	influent	7.64	7.59	2,010	2,010	985	990	5,477	5,086	4,949	515	513	1,520	1,503	25	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.39	7.36	2,770	2,870	460	445	2,891	2,895	2,425	2,191	388	535	365	346	61	67	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.58	7.53	3,105	3,180	380	365	2,406	2,465	2,152	1,839	267	273	293	286	66	73	-	-	-	-	-	-	-	7.03
	comp.3	7.66	7.63	3,290	3,325	335	305	2,132	2,230	1,878	1,760	176	169	253	239	73	78	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.72	7.67	3,590	3,550	285	255	1,839	1,936	1,526	1,447	115	125	221	197	82	88	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							66.43	61.92	69.64	70.51	77.58	75.43	85.46	86.89											
300*	influent	7.61	7.59	1,980	1,990	990	984	5,555	5,183	4,694	4,694	492	537	1,511	1,497	25	21	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.36	7.36	2,830	2,930	467	457	2,914	2,856	2,390	2,230	380	340	362	349	60	65	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.54	7.53	3,095	3,195	374	360	2,543	2,484	2,112	1,936	271	259	297	290	68	72	-	-	-	-	-	-	-	6.80
	comp.3	7.64	7.60	3,390	3,355	340	315	2,191	2,269	1,893	1,721	171	165	249	241	75	76	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.72	7.69	3,550	3,545	300	265	1,839	1,956	1,506	1,389	120	116	219	204	82	85	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							66.90	62.26	67.91	70.42	77.65	76.42	85.51	86.37											

ตารางภาคผนวกที่ ก-4 (ต่อ)

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		ปริมาณก๊าซ		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
303*	influent	7.61	1,854	1,974	1,001	978	5,457	5,066	4,733	4,694	520	520	1,579	4,488	27	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.36	2,765	2,926	432	425	2,836	2,844	2,465	2,230	375	348	359	345	65	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.53	3,119	3,203	341	364	2,445	2,425	2,073	1,936	265	270	295	285	71	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.62	3,286	3,341	319	319	2,105	2,238	1,799	1,721	178	171	243	237	78	78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.68	3,518	3,490	253	256	1,803	1,878	1,604	1,389	112	130	224	201	84	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	% removal							66.95	62.93	66.11	7,041	78.46	75.00	85.81	86.49			-	-	-	-	-	-	-	-
307*	influent	7.62	1,903	2,035	954	965	5,281	5,086	4,694	4,694	515	529	1,644	1,511	25	30	3,475	3,625	397	369	180	173	-	-	
	comp.1	7.38	2,795	2,851	458	441	2,738	2,856	2,425	2,308	365	354	347	352	63	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.56	3,049	3,188	367	337	2,386	2,445	2,152	1,878	255	266	290	292	69	73	513	488	369	336	170	168	-	-	7.03
	comp.3	7.64	3,305	3,307	332	295	2,062	2,269	1,760	1,749	164	168	247	247	75	79	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.69	3,476	3,421	263	241	1,760	1,917	1,526	1,447	109	125	219	212	82	85	406	418	327	299	147	144	-	-	-
	% removal						66.67	62.31	67.50	69.17	79.40	75.54	86.68	85.97			88.31	88.45	17.65	18.99	18.18	16.89	-	-	-

ตารางภาคผนวกที่ ก-5 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำเสีย, น้ำทิ้ง และปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นที่น้ำ ของการบำบัดมลสารในน้ำเสียด้วยระบบ ABR ของการทดลองที่อัตราส่วนสูงกลับน้ำทิ้งเท่ากับ 0.3

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		ปริมาณก๊าซ		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
310	inluent	7.54	7.64	1,690	1,750	1,079	979	5,868	5,751	5,056	4,772	565	547	1,765	1,765	29	32	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.45	7.41	3,005	3,150	428	434	2,934	2,895	2,582	2,269	412	376	324	358	69	69	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.57	7.54	3,155	3,255	341	331	2,504	2,543	2,347	1,952	285	280	295	283	72	77	-	-	-	-	-	-	-	7.24
	comp.3	7.63	7.62	3,350	3,366	321	279	2,308	2,504	1,956	1,760	177	180	251	244	87	87	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.71	7.68	3,697	3,597	250	240	1,878	2,269	1,643	1,467	113	115	208	208	94	84	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							68.00	60.54	67.69	69.26	80.00	78.98	87.80	88.22											7.09
314	inluent	7.60	7.60	1,866	1,860	992	1,092	5,770	5,712	4,890	4,694	585	560	1,672	1,602	31	25	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.45	7.38	2,965	2,845	455	424	3,012	2,934	2,465	2,308	420	387	336	326	62	70	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.58	7.55	3,250	3,130	357	342	2,621	2,621	2,191	2,152	300	281	279	270	80	80	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.67	7.67	3,499	3,265	311	301	2,386	2,582	1,839	2,073	174	192	373	252	84	84	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.70	7.74	3,766	3,671	276	266	1,995	2,308	1,526	1,604	120	120	228	228	92	98	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							65.42	59.59	68.80	65.83	79.49	78.57	85.99	85.77											7.19
317*	inluent	7.59	7.56	1,903	1,933	903	993	5,809	5,672	5,086	4,890	564	353	1,683	1,701	27	35	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.47	7.43	2,908	2,877	449	412	2,895	2,817	2,504	2,269	405	365	342	332	67	67	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.56	7.53	3,015	3,215	352	341	2,543	2,504	2,230	2,191	292	299	283	283	78	78	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.68	7.66	3,304	3,362	305	286	2,296	2,465	2,112	1,862	180	186	241	237	86	85	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.74	7.71	3,616	3,511	245	234	2,034	2,230	1,639	1,878	115	119	221	214	92	95	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							64.98	60.69	67.77	61.60	79.61	77.76	86.87	87.42											7.49

ตารางภาคผนวกที่ ก-5 (ต่อ)

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		ปริมาณก๊าซ		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
321*	inluent	7.63	7.61	1,863	1,931	922	1,022	5,868	5,672	4,953	4,694	568	549	1,723	1,690	37	33	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.43	7.54	3,033	2,933	402	382	2,914	2,895	2,527	2,347	413	370	351	349	66	68	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.55	7.60	3,176	3,076	338	328	2,504	2,582	2,242	1,956	299	275	287	267	76	76	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.64	7.68	3,405	3,415	310	275	2,230	2,504	1,909	1,721	169	180	247	247	83	88	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.68	7.72	3,666	3,479	261	251	2,073	2,191	1,620	1,721	109	131	212	212	94	90	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							64.67	61.38	67.30	63.33	80.81	76.14	87.46	87.46			-	-	-	-	-	-	-	-	
324*	inluent	7.62	7.64	1,795	1,838	922	1,040	5,672	5,731	4,874	4,792	579	546	1,703	1,647	34	28	3,350	3,560	560	518	217	224	-	-
	comp.1	7.44	7.43	3,093	3,163	427	407	3,032	2,856	2,486	2,308	418	364	337	333	63	69	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.59	7.59	3,201	3,255	346	333	2,699	2,531	2,152	2,163	300	286	267	287	68	78	755	780	523	483	244	217	-	-
	comp.3	7.66	7.67	3,361	3,384	319	289	2,465	2,484	2,018	1,917	182	191	233	253	74	88	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.73	7.75	3,622	3,572	247	233	2,034	2,152	1,604	1,799	119	124	221	266	87	93	433	472	476	476	217	203	-	-
% removal							64.14	62.46	67.09	62.45	79.45	77.29	87.02	86.28			87.10	88.54	15.00	8.11	11.43	9.38	-	-	
																							7.31	6.81	
																								7.02	6.88

ตารางภาคผนวกที่ ก-6 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำเสีย, น้ำทิ้ง และปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในน้ำเสียด้วยระบบ ABR ของการ  
ทดลองที่ยัธรส่วนสูงกลับน้ำทิ้งเท่ากับ 0.5

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> N		ปริมาณก๊าซ		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
330	influent	7.67	7.61	1,733	1,893	1,055	979	6,064	5,790	4,890	4,890	485	1,899	1,889	32	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.50	7.48	3,154	3,214	403	401	2,973	3,130	2,621	2,504	422	352	342	79	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.60	7.57	3,378	3,318	337	321	2,738	2,738	2,269	2,425	290	290	291	271	82	82	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.68	7.65	3,587	3,487	312	277	2,582	2,621	2,112	2,191	190	205	254	244	92	88	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.73	7.73	3,711	3,655	271	226	2,191	2,543	1,800	1,878	122	125	222	231	94	96	-	-	-	-	-	-	-	-
	% removal							63.87	56.08	63.20	61.60	76.54	74.23	88.31	87.77			-	-	-	-	-	-	-	-
	influent	7.63	7.58	1,866	1,946	985	1,005	5,868	5,751	5,281	4,792	495	487	1,841	1,803	25	29	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.49	7.49	3,271	3,204	391	389	2,856	3,051	2,778	2,425	427	382	342	341	76	74	-	-	-	-	-	-	-	-
334	comp.2	7.58	7.60	3,402	3,396	359	349	2,670	2,817	2,570	2,308	285	302	286	269	90	84	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.65	7.66	3,565	3,515	303	291	2,504	2,719	2,308	2,112	198	209	241	237	94	91	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.72	7.75	3,797	3,697	256	256	2,249	2,465	2,109	1,938	120	137	212	221	102	97	-	-	-	-	-	-	-	-
	% removal							62.80	57.14	60.67	59.56	75.76	73.31	88.48	87.74			-	-	-	-	-	-	-	-
	influent	7.56	7.66	1,921	1,951	1,021	951	5,181	5,712	4,597	4,890	513	490	1,791	1,721	29	32	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.45	7.46	3,233	3,333	412	417	5,856	3,154	2,777	2,977	420	372	333	353	77	70	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.64	7.58	3,496	3,486	345	361	2,670	2,895	2,570	2,660	294	294	267	287	88	80	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.71	7.69	3,699	3,639	337	306	2,504	2,785	2,308	2,543	192	199	231	241	95	89	-	-	-	-	-	-	-	-
317*	comp.4	7.75	7.73	3,805	3,799	291	421	2,249	2,531	2,109	2,230	129	137	221	215	103	98	-	-	-	-	-	-	-	-
	% removal							61.67	55.68	60.07	54.40	74.85	72.04	87.66	87.51			-	-	-	-	-	-	-	
																		-	-	-	-	-	-	-	
																		-	-	-	-	-	-	-	

ตารางภาคผนวกที่ ก-6 (ต่อ)

Day	pH		Alkalinity		VFA		TCOD		FCOD		SS		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		S <sup>2-</sup>		BOD <sub>5</sub>		TKN		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		ปริมาณก๊าซ		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
341*	influent	7.60	7.61	1,865	1,895	973	1,073	6,064	5,966	4,636	4,949	510	513	1,812	1,753	31	36	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.1	7.50	7.47	3,277	3,377	402	396	2,938	3,130	2,582	2,371	418	388	351	348	83	73	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.62	7.60	3,499	3,499	349	363	2,601	2,821	2,156	2,230	287	300	274	294	90	81	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.3	7.67	7.66	3,551	3,560	301	296	2,523	2,738	2,269	2,034	199	203	233	263	98	94	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.72	7.72	3,756	3,756	264	274	2,124	2,523	1,721	2,034	125	122	225	227	107	99	-	-	-	-	-	-	-	-
% removal							64.97	57.70	62.87	58.89	75.49	76.22	87.58	87.50										7.69	
344*	influent	7.61	7.63	1,745	1,845	996	1,106	5,868	5,868	4,792	5,058	502	495	1,758	1,898	38	31	3,167	3,463	686	700	245	266	-	
	comp.1	7.48	7.49	3,167	3,267	407	387	2,895	3,169	2,621	2,386	462	369	348	335	73	73	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.2	7.64	7.58	3,377	3,391	347	338	2,703	2,856	2,386	2,465	292	286	265	275	88	81	925	933	644	647	224	252	7.53	
	comp.3	7.68	7.69	3,596	3,506	317	311	2,465	2,778	2,230	2,073	186	197	230	255	94	87	-	-	-	-	-	-	-	-
	comp.4	7.74	7.73	3,722	3,682	238	226	2,152	2,504	1,839	1,995	130	129	217	211	104	97	483	562	616	619	217	238	7.36	
% removal							63.33	57.33	61.63	60.55	74.10	73.94	87.66	88.88			84.76	83.77	10.20	11.60	11.43	10.53			

## ภาคผนวก ข

### วิธีวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของเถ้าไม้ยางพาราและ

### วิธีคำนวณร้อยละองค์ประกอบก๊าซชีวภาพ

#### 1. การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของเถ้าไม้ยางพารา (Ash) (วรรณ เลี้ยววาริน, 2538)

##### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ (Flask) ขนาด 500 มล.
2. น้ำปราศจากอิออน (Deionized)
3. เครื่องเขย่า
4. เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (พีเอช) และเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

##### วิธีการวิเคราะห์

1. ใช้อัตราส่วนในการวิเคราะห์ห้เถ้า 1 ส่วนต่อน้ำปราศจากอิออน 5 ส่วน (1:5) โดยชั่งเถ้า

ไม้ยางพาราจำนวน 50 ก. เติลลงขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มล. เติมน้ำปราศจากอิออน 250 มล.

2. เขย่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 5 นาที
4. ทำการวัดค่าความเป็นกรดด่าง

#### 2. การวิเคราะห์และคำนวณร้อยละของ $H_2S$ ในก๊าซชีวภาพ

โดยวิธี Iodometric Method (Mizuno *et al.*, 1997)

##### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล.
2. บิวเรตขนาด 25 มล.และขวดตั้งบิวเรต
3. ปีเปตปริมาตร 10 และ 20 มล.
4. เครื่องกวนแม่เหล็ก ไฟฟ้า (Magnetic stirrer)
5. เครื่องดูดสูญญากาศ
6. เข็มฉีดยาปริมาตร 10 มล.

##### สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานไอโอดีน 0.025 โมล ละลายโพแทสเซียมไอโอไดค์ (KI) 20 ก.

ในน้ำกลั่นเล็กน้อยเติมไอโอดีน 3.2 ก. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1,000 มล.

2. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N ละลาย  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  6.205 ก. ในน้ำกลั่น เติม NaOH 0.4 ก. เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 มล. ทำการ Standardize ด้วยสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไบโอไอเดค

3. น้ำแป้งอินดิเคเตอร์ เตรียมโดยละลาย Starch Soluble 5 ก. ในน้ำกลั่นที่ต้มประมาณ 800 มล. คนให้เข้ากันแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ล. ต้มให้เดือดประมาณ 2-3 นาที เติม Salicylic acid 1.25 ก. ต่อแป้ง 1 ล. หรือ Toluene 2-3 หยด เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

4. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) 6 นอร์มอล เตรียมโดยละลายกรดไฮโดรคลอริก 500 มล. ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มล.

5. สารละลายซิงค์อะซิเตท 40% W/V โดยละลายซิงค์อะซิเตท 10 ก. ในน้ำกลั่น 25 มล. ในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มล.

การทำ Standardize สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N ด้วยสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไบโอไอเดค

1) ละลาย KI 2 ก. ด้วยน้ำกลั่น 100-150 มล. ในขวดรูปชมพู่

2) เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกเจือจาง 10 มล. เตรียมโดย เจือจาง  $\text{H}_2\text{SO}_4$  conc. 9 มล. ด้วยน้ำกลั่น 1 มล.

3) นำมาไทเทรตด้วยไอโอดีน ที่เตรียมด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N ที่เตรียมไว้ จนกระทั่งใกล้ถึงจุดยุติ สังเกตจากสีของสารละลายที่จางลง จากนั้นเติมน้ำแป้ง 1 มล. แล้วทำการไทเทรตต่อจนถึงจุดยุติ ถ้าสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่เตรียมไว้มีความเข้มข้น 0.025 N พอดี ปริมาณที่ใช้ในการไทเทรตจะเท่ากับ 20.00 มล. ถ้าไม่ได้ให้ปรับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตให้เท่ากับ 0.025 N

การคำนวณ Standardize ความเข้มข้น  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0.025 N

$$= \frac{\text{ความเข้มข้น } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0.025 N} \times 20}{\text{มล. ของ } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0.025 N ที่ใช้ไทเทรต}} \quad (21)$$



การทำ Standardize สารละลายมาตรฐานไอโอดีน 0.025 โมล ด้วยสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N

- 1) เติมสารละลายมาตรฐานไอโอดีน 0.025 โมล 5 มล. ในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่น 20 มล. เติมกรดไฮโดรคลอริก 2 มล.
- 2) ไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N ให้เป็นสีฟางข้าว
- 3) หยดสารละลายน้ำแป้งไตเตรทจนถึงจุดยุติจากสีน้ำเงินจนได้สีใสไม่มีสี บันทึก ปริมาตรแล้วคำนวณหาความเข้มข้นที่แท้จริง

การคำนวณ Standardize ความเข้มข้นสารละลายไอโอดีน 0.025 N

$$= \frac{\text{ความเข้มข้น Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0.025 N} \times \text{มล.ของสารละลายไอโอดีน}}{\text{มล.ของ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0.025 N ที่ใช้ไตเตรท}} \quad (22)$$

วิธีการวิเคราะห์ไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซ

1. ละลายซิงค์อะซิเตต 40% W/V 10 ก. ละลายในน้ำกลั่น 25 มล. ในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มล.
2. ใช้เข็มฉีดยาคูดตัวอย่างก๊าซชีวภาพ 10 มล.
3. ฉีดตัวอย่างก๊าซลงในได้สารละลายซิงค์อะซิเตต 40% W/V อย่างช้าๆ
4. นำมาเติมสารละลายไอโอดีน 0.025 N จนเป็นสีเหลือง จดปริมาตรที่เติมลงไป
5. เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 6 N 2 มล.
6. ไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N ให้เป็นสีฟางข้าวหยด สารละลายน้ำแป้งไตเตรทจนถึงจุดยุติจากสีน้ำเงินจนได้สีใสไม่มีสี บันทึกปริมาตรแล้วคำนวณหา ความเข้มข้นที่แท้จริง

การคำนวณ

$$\text{ซัลไฟด์ (มก./ล.)} = \frac{[(A-B)-(C-D)] \times 16,000}{\text{มล.ตัวอย่าง}} \quad (23)$$

โดยที่ A = มล.ของสารละลายไอโอดีน 0.025 N ที่เติมลงไป

B = นอร์มอลของสารละลายไอโอดีน

C = มล.ของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N ที่ใช้ไตเตรท

D = นอร์มอลของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต

### วิธีการคำนวณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซ

นำค่าซัลไฟด์ที่ได้คำนวณเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพโดย คัดคำนวณกลับจาก ปริมาตรของซิงอะซิเตท 25 มล. ที่สามารถจับซัลไฟด์ในก๊าซชีวภาพที่ผลิตลงในสารละลาย 10 มล. ซึ่งได้เป็นปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซ

$$\text{ไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซ} = 2.5(X) \frac{mgH_2S}{L_{gas}} \quad (24)$$

โดย  $X$  คือ ซัลไฟด์ที่ได้จากคำนวณ (มก.ล.) จากสมการที่ 23

และนำค่าที่ได้จากการคำนวณไฮโดรเจนซัลไฟด์ข้างต้นมาคำนวณให้เป็นอยู่ในหน่วย หนึ่ง ส่วนในล้านส่วน (ppm) โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้ (Davis and Cornwell, 1991)

$$ppm = \frac{\frac{M_p}{GMW} \times 22.414 \times \frac{T_2}{273K} \times \frac{101.325 \text{ kPa}}{P_2}}{V_a \times 1,000 \text{ (L/m}^3\text{)}} \quad (25)$$

โดยที่	$M_p$	=	ความเข้มข้นไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $\mu\text{g/m}^3$ )
	$GMW$	=	มวลโมเลกุลของ $H_2S$ (34)
	$T_2$	=	อุณหภูมิห้อง + 273 K
	$P_2$	=	ความบรรยากาศดันที่ 1 atm (101.325 kPa)
	$V_a$	=	ปริมาตรอากาศต่อลูกบาศก์เมตร ( $1 \text{ m}^3$ )

เมื่อได้ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในหน่วย ppm แล้ว นำมาคำนวณเป็นร้อยละ โดยความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ 1000 ppm เท่ากับไฮโดรเจนซัลไฟด์ร้อยละ 0.1

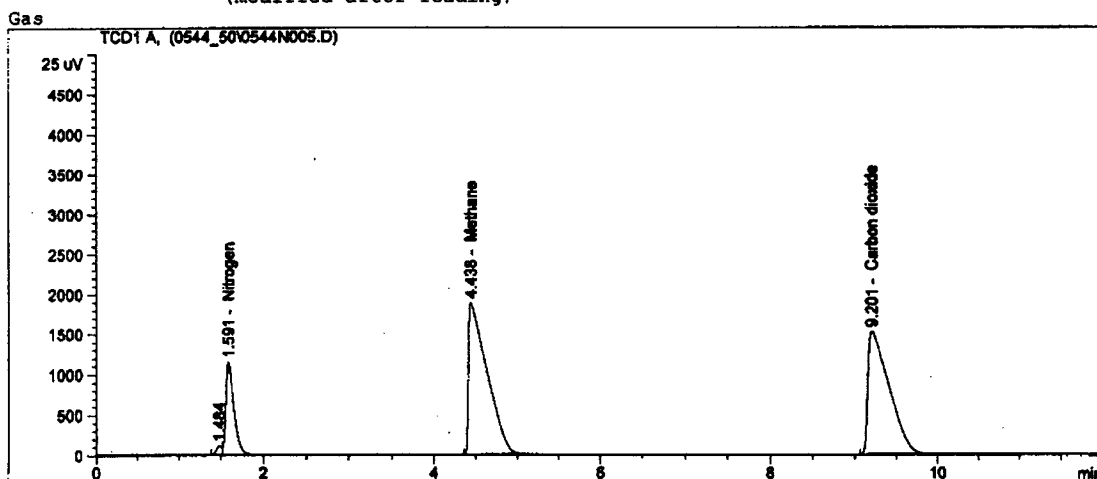
### 3. การคำนวณร้อยละองค์ประกอบก๊าซชีวภาพจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC Chromatography

เก็บอย่างก๊าซชีวภาพ (Biogas) ที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียด้วยถุงเก็บก๊าซ (Gas Sampling Bag) และทำการวิเคราะห์ด้วย เครื่อง Gas Chromatography (GC) ใช้ Detector ชนิด Thermal Conductivity Detector (TCD) โดยส่งไปวิเคราะห์ยังศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- 1) หา Retention Time จาก Standard Gas เพื่อเทียบกับ Retention Time ของตัวอย่างก๊าซชีวภาพที่ใช้วิเคราะห์ ได้ผลการวิเคราะห์ แสดงในภาพประกอบภาคผนวก ข-1

```

-----
Injection Date : 27/2/2007 15:44:52 PM
Sample Name    : std                               Location : Vial 101
Acq. Operator  : Sathida                          Inj       : 1
Acq. Instrument : Instrument 1                    Inj Volume : Manually
Acq. Method    : C:\HPCHEM\1\METHODS\SHINGAS.M
Last changed   : 23/2/2007 18:49:20 PM by Waraporn
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\SHINGAS.M
Last changed   : 27/2/2007 16:39:26 PM by Sathida
                (modified after loading)
  
```



#### Area Percent Report

```

-----
Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 27 February 2007 16:36:58 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
  
```

Signal 1: TCD1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [25 uV*s]	Area %	Name
1	1.484	BV	0.0507	467.81207	0.73986	?
2	1.591	VB +	0.0782	7605.55176	12.02835	Nitrogen
3	4.438	BB +	0.1786	2.87212e4	45.42322	Methane
4	9.201	BB +	0.2044	2.64357e4	41.80858	Carbon dioxide

Totals : 6.32302e4

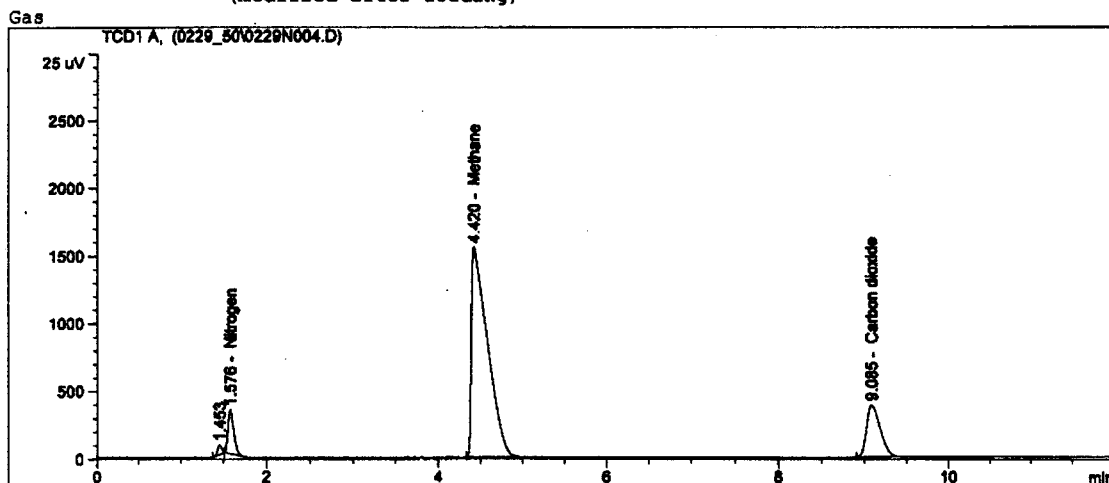
Results obtained with enhanced integrator!

\*\*\* End of Report \*\*\*

ภาพประกอบภาคผนวก ข-1 ผลการวิเคราะห์ Retention Time จาก Standard Gas

2) ทาร้อยละขององค์ประกอบของตัวอย่าง Biogas ที่ทำการส่งวิเคราะห์โดยเทียบกับ Retention Time ของ Standard Gas ได้ผลวิเคราะห์ ดังแสดงในภาพประกอบภาคผนวก ข-2

=====  
Injection Date : 23/1/2007 14:33:57 PM  
Sample Name : A Location : Vial 1  
Acq. Operator : Sathida Inj : 1  
Acq. Instrument : Instrument 1 Inj Volume : Manually  
Acq. Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\SHINGAS.M  
Last changed : 23/1/2007 13:37:14 PM by Sathida  
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\SHINGAS.M  
Last changed : 24/1/2007 17:35:55 PM by Sathida  
(modified after loading)  
=====



=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 24 January 2007 17:35:54 PM  
Multiplier : 1.0000  
Dilution : 1.0000  
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: TCD1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [25 uV*s]	Area %	Name
1	1.453	PB	0.0404	228.30096	0.86320	?
2	1.576	BBA +	0.0563	1515.24353	5.72910	Nitrogen
3	4.420	BBA +	0.1553	2.05422e4	77.66951	Methane
4	9.085	BBA +	0.1288	4162.46338	15.73819	Carbon dioxide

Totals : 2.64482e4

Results obtained with enhanced integrator!

=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

ภาพประกอบภาคผนวก ข-2 ผลการวิเคราะห์ร้อยละขององค์ประกอบก๊าซชีวภาพ (Biogas)

3) การดูผลการวิเคราะห์ สามารถดูได้จาก Area Percent Report ตรงคอลัมน์ Peak Area [25 uV\*s] Area (%) และ Name แสดงดังภาพประกอบภาคผนวก ข-3

=====  
**Area Percent Report**  
 =====

Sorted By : Signal  
 Calib. Data Modified : 24 January 2007 17:35:54 PM  
 Multiplier : 1.0000  
 Dilution : 1.0000  
 Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: TCD1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [25 uV*s]	Area %	Name
1	1.453	PB	0.0404	228.30096	0.86320	?
2	1.576	BBA +	0.0563	1515.24353	5.72910	Nitrogen
3	4.420	BBA +	0.1553	2.05422e4	77.66951	Methane
4	9.085	BBA +	0.1288	4162.46338	15.73819	Carbon dioxide
Totals :				2.64482e4		

ภาพประกอบภาคผนวก ข-3 ตำแหน่งการดูรายงานผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบของตัวอย่างก๊าซชีวภาพ

4) วิธีการคำนวณร้อยละองค์ประกอบก๊าซชีวภาพตัวอย่างจากผลการวิเคราะห์ GC

โดยทั่วไปก๊าซชีวภาพที่เกิดจากระบบบำบัดแบบไร้อากาศจะประกอบด้วยก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) ไนโตรเจน (N<sub>2</sub>) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) และไฮโดรเจน (H<sub>2</sub>) แต่จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซชีวภาพข้างต้น (ภาพประกอบภาคผนวก ข-3) พบว่า ผลการวิเคราะห์ประกอบด้วยก๊าซมีเทน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนก๊าซไฮโดรเจน (H<sub>2</sub>) ไม่พบในองค์ประกอบก๊าซชีวภาพ และจากภาพประกอบภาคผนวก ข-3 จะเห็นว่าตรง Peak ที่ 1 ไม่มีการระบุชื่อของก๊าซซึ่งนั่นคือ ก๊าซออกซิเจน (O<sub>2</sub>) ที่อาจเกิดจากการปนเปื้อนตัวอย่างก๊าซชีวภาพกับอากาศ ซึ่งทำให้ผลของร้อยละขององค์ประกอบก๊าซชีวภาพที่ได้คลาดเคลื่อนจากค่าที่เป็นจริง ดังนั้นจึงต้องคำนวณร้อยละขององค์ประกอบก๊าซชีวภาพใหม่โดยหักลบอากาศที่ปนเปื้อนออกจากก๊าซชีวภาพ เพื่อให้ได้ค่าร้อยละขององค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่แท้จริง โดยทั้งนี้จะคิดคำนวณจากพื้นที่ใต้กราฟตรงคอลัมน์ Area [25 uV\*s] สามารถแสดงวิธีคำนวณดังนี้

4.1 ต้องทราบองค์ประกอบของก๊าซในบรรยากาศ โดยที่อากาศจะประกอบไปด้วยก๊าซต่างๆ ดังแสดงในตารางภาคผนวก ข-1

ตารางภาคผนวก ข-1 ร้อยละองค์ประกอบก๊าซต่างๆ ในบรรยากาศ

องค์ประกอบก๊าซในอากาศ	ร้อยละ (%)
ไนโตรเจน (N <sub>2</sub> )	78.09
ออกซิเจน (O <sub>2</sub> )	20.94
อาร์กอน (Ar)	0.93
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO <sub>2</sub> )	0.03
อื่นๆ	0.01

ที่มา : AIR-4

เมื่อทราบองค์ประกอบก๊าซต่างๆ ในบรรยากาศแล้วก็นำร้อยละขององค์ประกอบก๊าซในบรรยากาศมาคิดคำนวณห้กลับกับพื้นที่ได้กราฟขององค์ประกอบของก๊าซชีวภาพจากผลที่ได้จากการวิเคราะห์ GC โดยมีวิธีการคิดดังนี้ ทั้งนี้จะยกตัวอย่างวิธีการคิดจากผลการวิเคราะห์ GC จากภาพประกอบภาคผนวก ข-3

- การหาไนโตรเจนในก๊าซชีวภาพ ทำการคำนวณห้กอากาศออกจากก๊าซชีวภาพ

โดยในบรรยากาศมีออกซิเจนร้อยละ 20.94 มีพื้นที่ได้กราฟอยู่เท่ากับ 228.30096 [25 uV\*s]

แต่มีไนโตรเจนอยู่ร้อยละ 78.09 มีพื้นที่ได้กราฟอยู่เท่ากับ 851.38596 [25 uV\*s]

ดังนั้น จะมีไนโตรเจนในก๊าซชีวภาพ เท่ากับ 1515.24353-851.38596

เท่ากับ 663.85757 [25 uV\*s]

- การหาคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพ ทำการคำนวณห้กอากาศออกจากก๊าซชีวภาพ

โดยในบรรยากาศมีออกซิเจนร้อยละ 20.94 มีพื้นที่ได้กราฟอยู่เท่ากับ 228.30096 [25 uV\*s]

แต่มีคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ร้อยละ 0.03 มีพื้นที่ได้กราฟอยู่เท่ากับ 0.32708 [25 uV\*s]

ดังนั้น จะมีคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพ เท่ากับ 4162.46338-0.32708

เท่ากับ 4162.1363 [25 uV\*s]

- การหาก๊าซมีเทน สามารถใช้ค่าพื้นที่ใต้กราฟจากการวิเคราะห์ GC ได้เลยเนื่องจากมีเทนไม่ได้เป็นองค์ประกอบของบรรยากาศ

โดยมีเทน ในก๊าซชีวภาพ เท่ากับ  $2.05422e^4$  [25 uV\*s]

- หาพื้นที่ใต้กราฟทั้งหมด (Total Area)

โดยบวกค่าพื้นที่ใต้กราฟที่ได้จากการคำนวณทั้งหมดหลังจากหักลบกับก๊าซในบรรยากาศแล้วมีค่าเท่ากับ (คิดเป็นร้อยละ 100)

$$\begin{aligned} \text{Total Area} &= \text{พื้นที่ใต้กราฟของไนโตรเจน+คาร์บอนไดออกไซด์+มีเทน} \\ &= 663.85757 + 4162.1363 + 2.05422e^4 \\ &= 25368.19387 \text{ [25 uV*s]} \end{aligned}$$

เมื่อคำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟหลังจากหักองค์ประกอบของก๊าซในบรรยากาศแล้ว นำค่าพื้นที่ใต้กราฟดังกล่าวมาคิดคำนวณเป็นร้อยละขององค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ สามารถแสดงวิธีคิดได้ดังนี้

- ร้อยละของไนโตรเจน

$$\begin{aligned} \text{โดยพื้นที่ใต้กราฟทั้งหมดมีค่าเท่ากับ } &25368.19387 \text{ [25 uV*s]} \quad \text{คิดเป็นร้อยละ 100} \\ \text{พื้นที่ใต้กราฟไนโตรเจนมีพื้นที่อยู่ } &663.85757 \text{ [25 uV*s]} \quad \text{คิดเป็นร้อยละ 2.62} \end{aligned}$$

- ร้อยละของคาร์บอนไดออกไซด์

$$\begin{aligned} \text{โดยพื้นที่ใต้กราฟทั้งหมดมีค่าเท่ากับ } &25368.19387 \text{ [25 uV*s]} \quad \text{คิดเป็นร้อยละ 100} \\ \text{พื้นที่ใต้กราฟคาร์บอนไดออกไซด์มีพื้นที่อยู่ } &4162.1363 \text{ [25 uV*s]} \quad \text{คิดเป็นร้อยละ 16.41} \end{aligned}$$

- ร้อยละของมีเทน

$$\begin{aligned} \text{โดยพื้นที่ใต้กราฟทั้งหมดมีค่าเท่ากับ } &25368.19387 \text{ [25 uV*s]} \quad \text{คิดเป็นร้อยละ 100} \\ \text{พื้นที่ใต้กราฟมีเทนพื้นที่อยู่ } &2.05422e^4 \text{ [25 uV*s]} \quad \text{คิดเป็นร้อยละ 80.97} \end{aligned}$$

อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์องค์ประกอบก๊าซชีวภาพไม่สามารถวิเคราะห์ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ แต่หากนำค่าร้อยละของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Iodometric Method ของ Mizuno *et al.* (1997) มาคิดคำนวณรวมแบ่งเป็นสัดส่วนร้อยละองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นสามารถคิดได้ดังนี้

โดยสมมติให้มีร้อยละของไฮโดรเจนซัลไฟด์เท่ากับร้อยละ 15 และร้อยละดังกล่าวมาหาสัดส่วนใน 100 จำนวนได้ดังนี้

$$\frac{(100 - H_2S(\%))}{100} \quad (26)$$

$$\frac{(100 - 15)}{100} = 0.85$$

นำค่า 0.85 ไปคูณกับร้อยละองค์ประกอบก๊าซชีวภาพต่างๆ คือ มีเทน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และจะได้ค่าร้อยละองค์ประกอบก๊าซชีวภาพดังนี้ และเป็นการเสร็จสิ้นการคำนวณ

ไนโตรเจน	มีองค์ประกอบในก๊าซชีวภาพอยู่ร้อยละ	2.62×0.85	= 2.23
คาร์บอนไดออกไซด์	มีองค์ประกอบในก๊าซชีวภาพอยู่ร้อยละ	16.41×0.85	= 13.95
มีเทน	มีองค์ประกอบในก๊าซชีวภาพอยู่ร้อยละ	80.97×0.85	= 68.82
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	มีองค์ประกอบในก๊าซชีวภาพอยู่ร้อยละ		= <u>15.00</u>
		รวม	100.00



## ภาคผนวก ค

## วิธีการคำนวณเปรียบเทียบค่าสารเคมีระหว่าง NaOH และ Ash

การคำนวณเปรียบเทียบราคาค่าสารเคมีระหว่างการใช้น้ำ NaOH กับ Ash ในการปรับพีเอชน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้นต่อปริมาตร 1 ลบ.ม. ให้มีค่า  $7.6 \pm 0.1$  โดยสมมติให้พีเอชน้ำเสียเริ่มต้นเท่ากับ 4.75 ทั้งนี้ใช้ผลการศึกษาปริมาณ NaOH และ Ash ในการปรับพีเอชน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้นด้วยวิธีจาร์เทสในการคำนวณค่าใช้จ่าย คือ 1.13 ก./ล. ของปริมาณ NaOH และ 7.55 ก./ล. ของปริมาณ Ash สามารถคิดค่าใช้จ่ายและแจกแจงรายละเอียดได้ดังนี้

## 1) ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้น้ำ NaOH

1.1 จำนวนปริมาณและค่าใช้จ่ายการใช้น้ำ NaOH ในการปรับพีเอชน้ำเสียพีเอช 4.75 ให้มีค่า  $7.6 \pm 0.1$  ต่อปริมาตรน้ำเสีย 1 ลบ.ม. โดยที่

น้ำเสียน้ำยางชั้น 0.001 ลบ.ม. ใช้น้ำ NaOH ในการปรับพีเอชให้มีค่า $7.6 \pm 0.1$	=	1.13	ก.
ถ้าหากน้ำเสีย 1 ลบ.ม. ใช้น้ำ NaOH ในการปรับพีเอชให้มีค่า $7.6 \pm 0.1$	=	1.13	
		<hr/>	
		0.001	
	=	1,130	ก.
	=	1.13	กก.

ดังนั้นใช้น้ำ NaOH 1.13 กก./ลบ.ม. ในการปรับพีเอชน้ำเสียน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้น 4.75 ให้มีค่า  $7.6 \pm 0.1$

1.2 ค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำ NaOH ในการปรับพีเอชน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้น 4.75 ให้มีค่าเท่ากับ  $7.6 \pm 0.1$  ต่อปริมาตร 1 ลบ.ม. ใช้น้ำ NaOH 1.13 กก. โดยที่มูลค่า NaOH (Commercial Grade) กระสอบ 25 กก. ราคา 550 บ. คิดเป็น กก. ละ 22 บ.

คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำ NaOH ในการปรับพีเอชต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.	=	$1.13 \times 22$
	=	24.86 บ./ลบ.ม.

ดังนั้นการใช้น้ำ NaOH ในการปรับพีเอชน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้น 4.75 ให้มีค่า  $7.6 \pm 0.1$  มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 24.86 บ./ลบ.ม.

## 2) ค่า (ราคา) ที่เกิดจากการใช้ Ash

2.1 จำนวนปริมาณและค่าใช้จ่ายการใช้ Ash ในการปรับพีเอน้ำเสีย

พีเอน้ำเสีย 4.75 ให้มีค่า  $7.6 \pm 0.1$  ต่อปริมาตรน้ำเสีย 1 ลบ.ม. โดยที่

น้ำเสียน้ำยางชั้น 0.001 ลบ.ม. ใช้ Ash ในการปรับพีเอน้ำเสียให้ มีค่า $7.6 \pm 0.1$	=	7.55	ก.
ถ้าหากน้ำเสีย 1 ลบ.ม. ใช้ Ash ในการปรับพีเอน้ำเสียให้ มีค่า $7.6 \pm 0.1$	=	7.55	
		<hr/>	
		0.001	
	=	7,750	ก.
	=	7.55	กก.

ดังนั้นใช้ NaOH 7.75 กก./ลบ.ม. ในการปรับพีเอน้ำเสียน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้น

4.75 ให้มีค่า  $7.6 \pm 0.1$ 

2.2 ค่าใช้จ่ายในการใช้ Ash ในการปรับพีเอน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้น 4.75

ให้ มีค่าเท่ากับ  $7.6 \pm 0.1$  ต่อปริมาตร 1 ลบ.ม. ใช้ Ash 7.75 กก. มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง Ash เกิดขึ้น ดังนี้

- ค่าจ้างเหมาถบรรทุกเอกชน 6 ล้อ บรรทุกได้ 4 ตัน (4,000 กก.) (ระยะทางไม่เกิน 10 กม.)	=	500	บ./เที่ยว
- ค่าจ้างเหมารถตัด Ash 800 บ./ชม. จ้างเหมาเพียง ½ ชม. ราคา 400 บาท			
รวมเป็นค่าใช้จ่ายในการขน Ash ต่อเที่ยว	=	900	บ.
คิดมูลค่า Ash เป็น กก. ละ	=	900	
		<hr/>	
		4,000	
	=	0.225	บ./กก.

คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการใช้ Ash ในการปรับพีเอน้ำเสียต่อน้ำเสีย 1 ลบ.ม.	=	$7.55 \times 0.225$
	=	1.70 บ./ลบ.ม.

ดังนั้นการใช้ Ash ในการปรับพีเอน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้น 4.75 ให้มีค่า  $7.6 \pm 0.1$ 

มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1.70 บ./ลบ.ม.