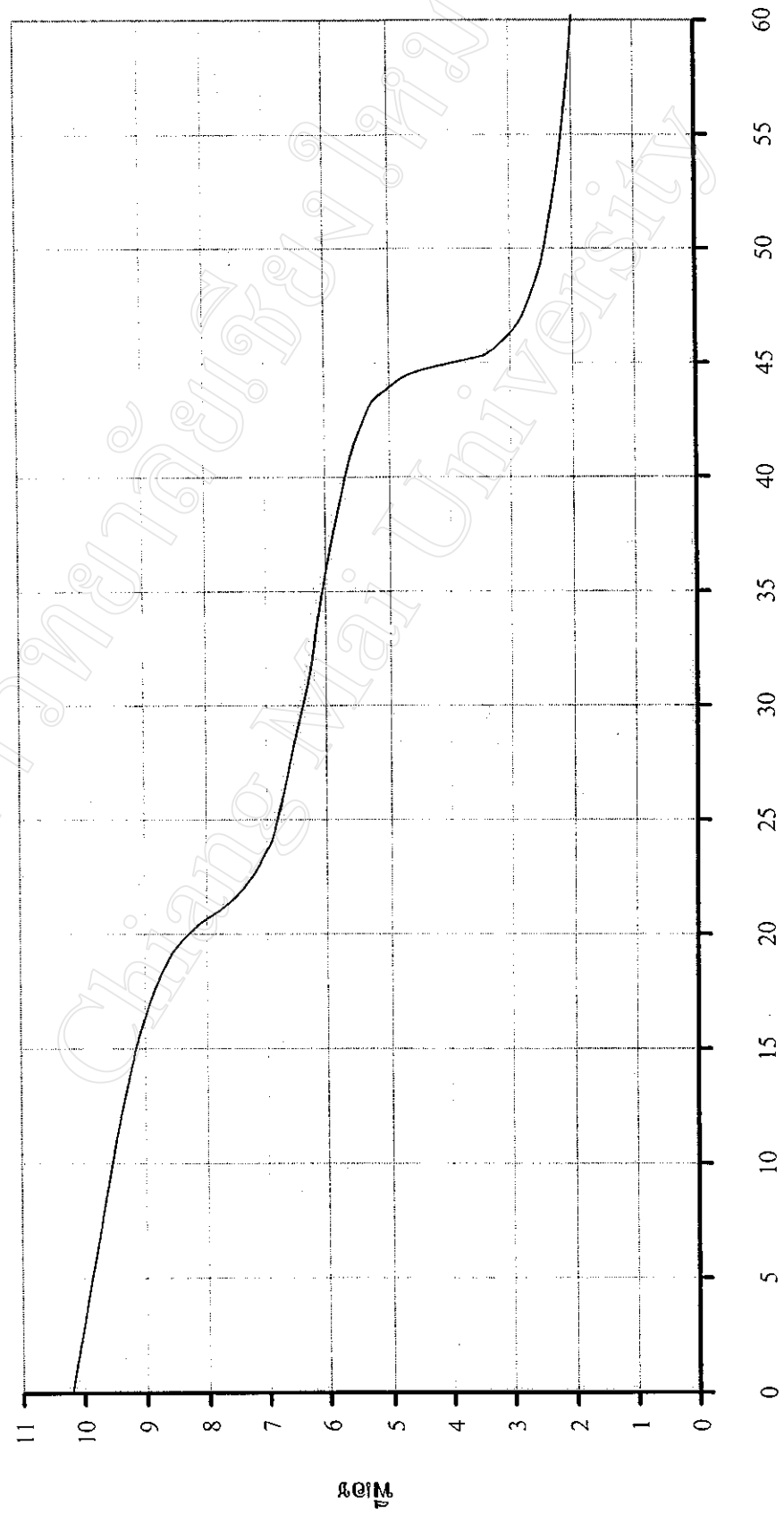


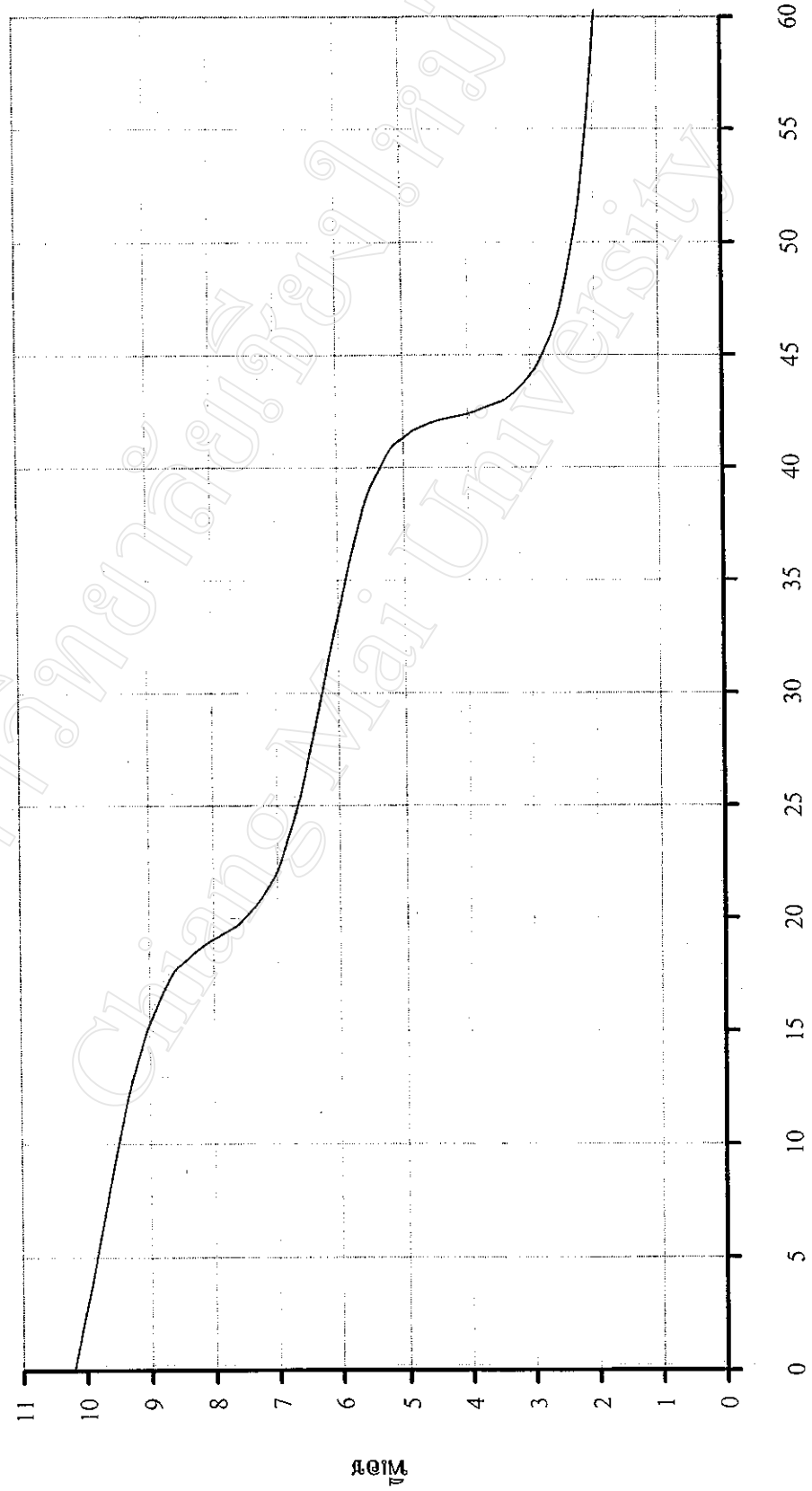
ภาคผนวก ก
กราฟไคเตรชันของน้ำเสียโทนสีต่างๆ

รูปที่ ก1 กราฟไคเตรชันของน้ำเสียสีแดง
ใช้กรดซัลฟูริก 0.504 N ตัวอย่างน้ำเสีย 300 มล.



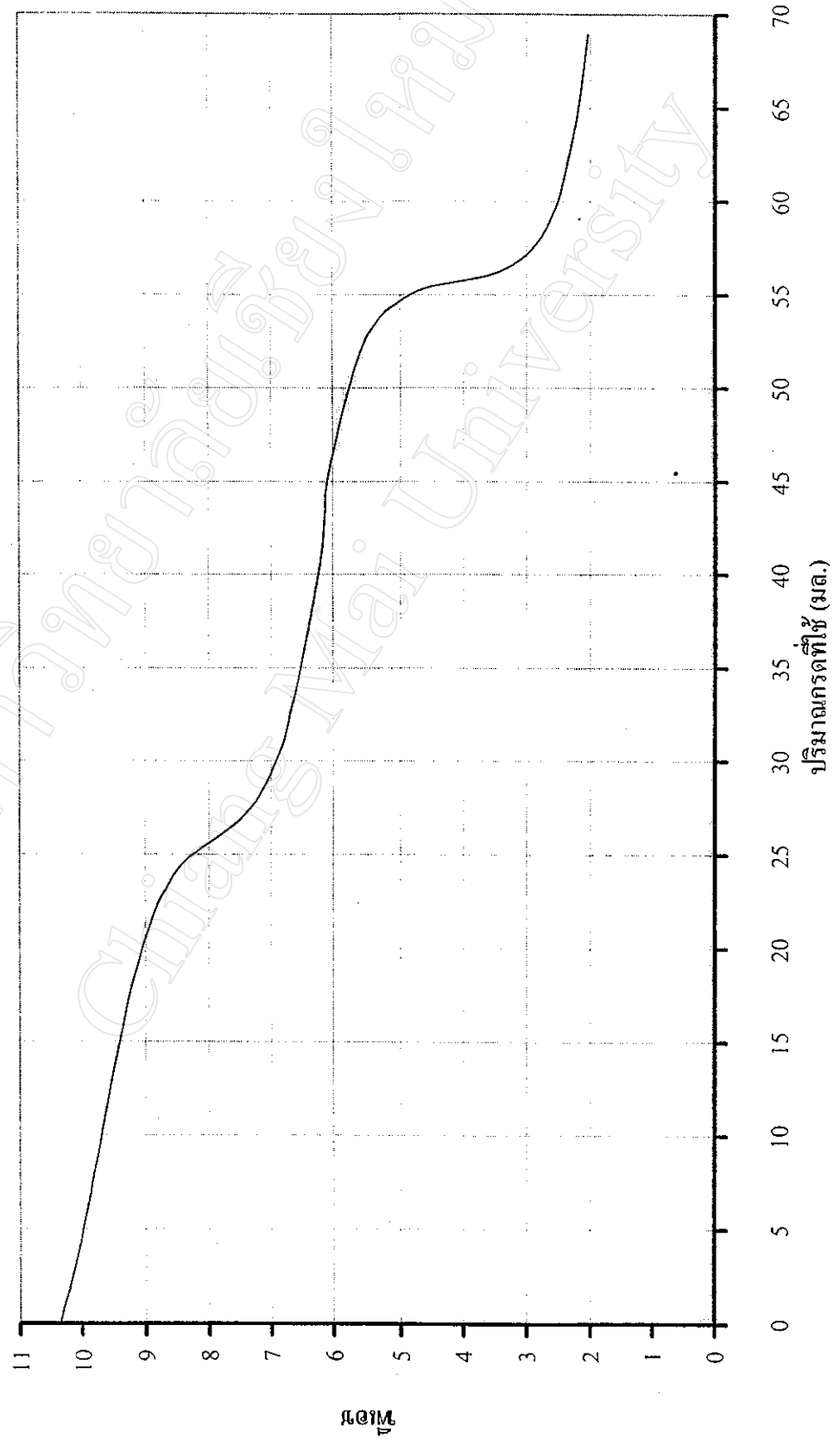
ปริมาณกรดที่ใช้ (มล.)

รูปที่ ๒ กราฟเฟสตรงชั้นของน้ำเสียดีฟ้า
ใช้กรดซัลฟริก 0.504 N ตัวอย่างน้ำเสีย 300 มล.



ปริมาณกรดที่ใช้ (มล.)

รูปที่ ๓.3 กราฟเฟดเทรชันของน้ำเสียสียขาว
ใช้กรดซัลฟริก 0.504 N ตัวอย่างน้ำเสีย 300 มล.



ภาคผนวก ข
ผลการทดลอง

น้ำเสียสีแดง

พีเอชก่อนบำบัด	พีเอชที่ใช้บำบัด	ซีโอดี (มก./ล.)		ความเข้มข้น (ADMI)	
		ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด
10.22	2.50	693	543	35489	2734
	3.00		427		282
	3.50		406		275
	4.00		368		179
	4.50		371		103
	5.00		383		77
	5.50		576		7528
	6.00		600		12735

น้ำเสียสีฟ้า

พีเอชก่อนบำบัด	พีเอชที่ใช้บำบัด	ซีโอดี (มก./ล.)		ความเข้มข้น (ADMI)	
		ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด
10.23	2.50	706	599	10785	1626
	3.00		553		391
	3.50		541		238
	4.00		527		244
	4.50		540		293
	5.00		518		288
	5.50		626		2965
	6.00		638		4996

น้ำเสียสีเขียว

พีเอชก่อนบำบัด	พีเอชที่ใช้บำบัด	ซีโอดี (มก./ล.)		ความเข้มข้น (ADMI)	
		ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด
10.35	2.50	688	521	5530	742
	3.00		431		118
	3.50		443		137
	4.00		415		93
	4.50		429		103
	5.00		435		124
	5.50		574		1697
	6.00		605		2422

น้ำเสียสีผสม

พีเอชก่อนบำบัด	พีเอชที่ใช้บำบัด	ซีโอดี (มก./ล.)		ความเข้มข้น (ADMI)	
		ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด
10.28	2.50	691	538	17840	2638
	3.00		470		376
	3.50		462		267
	4.00		444		338
	4.50		423		302
	5.00		431		255
	5.50		582		4531
	6.00		627		7905

ตารางที่ ข 1 ผลการทดลองแปรผันค่าพีเอช

น้ำเสียสีแดง

ความเข้มข้น ของ H_2O_2 (มก./ล.)	อัตราส่วน โดยโมลของ $\text{Fe}^{2+} : \text{H}_2\text{O}_2$	ความเข้มข้น ของ Fe^{2+} (มก./ล.)	COD (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)	พีเอชภายหลัง การบำบัด
-	-	-	693	35489	5.00
700	1:30	38	587	7703	3.21
	1.2:30	46	571	5497	3.07
	1.5:30	57	546	2592	3.02
	2:30	77	465	670	2.97
	3:30	115	401	318	2.93
	3.75:30	144	379	281	2.79
	5:30	191	371	176	2.82
	7.5:30	287	326	252	2.70
	15:30	574	318	210	2.54
	30:30	1150	295	173	2.36

น้ำเสียสีฟ้า

ความเข้มข้น ของ H_2O_2 (มก./ล.)	อัตราส่วน โดยโมลของ $\text{Fe}^{2+} : \text{H}_2\text{O}_2$	ความเข้มข้น ของ Fe^{2+} (มก./ล.)	COD (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)	พีเอชภายหลัง การบำบัด
-	-	-	706	10785	5.00
700	1:30	38	674	6955	3.45
	1.2:30	46	627	5683	3.45
	1.5:30	57	605	4128	3.36
	2:30	77	599	1664	3.24
	3:30	115	572	1035	3.07
	3.75:30	144	546	298	2.95
	5:30	191	542	245	2.89
	7.5:30	287	522	216	2.75
	15:30	574	510	211	2.60
	30:30	1150	453	202	2.46

ตารางที่ ข.2 ผลการทดลองการแปรผันค่าอัตราส่วนโดยโมลของ $\text{Fe}^{2+} : \text{H}_2\text{O}_2$

น้ำเสียสีเขียว

ความเข้มข้น ของ H_2O_2 (มก./ล.)	อัตราส่วน โดยโมลของ $Fe^{2+} : H_2O_2$	ความเข้มข้น ของ Fe^{2+} (มก./ล.)	COD (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)	พีเอชภายหลัง การบำบัด
-	-	-	688	5530	5.00
700	1:30	38	561	1333	3.35
	1.2:30	46	544	1089	3.34
	1.5:30	57	507	641	3.21
	2:30	77	496	216	3.08
	3:30	115	460	154	2.99
	3.75:30	144	421	132	2.85
	5:30	191	407	151	2.84
	7.5:30	287	412	92	2.70
	15:30	574	397	78	2.52
	30:30	1150	391	62	2.32

น้ำเสียสีผสม

ความเข้มข้น ของ H_2O_2 (มก./ล.)	อัตราส่วน โดยโมลของ $Fe^{2+} : H_2O_2$	ความเข้มข้น ของ Fe^{2+} (มก./ล.)	COD (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)	พีเอชภายหลัง การบำบัด
-	-	-	691	17840	5.00
700	1:30	38	617	7118	3.28
	1.2:30	46	595	5136	3.24
	1.5:30	57	557	3138	3.20
	2:30	77	504	1231	3.10
	3:30	115	475	588	3.04
	3.75:30	144	452	297	2.94
	5:30	191	448	215	2.92
	7.5:30	287	429	184	2.84
	15:30	574	396	166	2.62
	30:30	1150	366	139	2.45

ตารางที่ ข 2 (ต่อ)

น้ำเสียสีแดง

ความเข้มข้นของ H_2O_2 (มก./ล.)	ซีโอดีของน้ำเสีย หลังบำบัด (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลังบำบัด (ADMI)	พื้เอชภายหลัง การบำบัด
0	412	19540	5.00
250	237	293	3.34
500	192	176	3.13
750	148	78	2.99
1000	153	75	2.84
1250	175	59	2.83
1500	184	51	2.73
0	693	35489	5.00
250	556	3374	3.12
500	503	639	2.96
750	380	211	2.92
1000	304	134	2.84
1250	267	141	2.82
1500	279	68	2.80
0	1026	51120	5.00
250	842	11032	3.35
500	837	4655	2.85
750	748	1173	2.73
1000	643	404	2.58
1250	548	149	2.65
1500	494	103	2.68
0	1305	67536	5.00
250	1159	29045	3.36
500	1101	17357	2.90
750	1037	6012	2.71
1000	907	1548	2.55
1250	856	339	2.61
1500	766	203	2.57

ตารางที่ 3 ผลการทดลอง การแปรผันค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

น้ำเสียสีฟ้า

ความเข้มข้นของ H_2O_2 (มก./ล.)	ชีโอดีของน้ำเสีย หลังบำบัด (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลังบำบัด (ADMI)	พิเอชภายหลัง การบำบัด
0	423	6213	5.00
250	355	704	3.16
500	278	93	2.96
750	247	62	2.81
1000	226	75	2.67
1250	233	50	2.65
1500	252	37	2.59
0	706	10785	5.00
250	633	4948	3.30
500	591	1125	3.05
750	496	208	2.90
1000	431	151	2.72
1250	385	84	2.70
1500	390	65	2.64
0	1018	17224	5.00
250	962	9733	3.33
500	841	4616	2.94
750	833	1151	2.74
1000	797	687	2.67
1250	676	205	2.64
1500	618	153	2.52
0	1295	24168	5.00
250	1187	16044	3.47
500	1171	11720	3.21
750	1150	4855	2.98
1000	1054	1762	2.83
1250	922	581	2.77
1500	879	315	2.62

ตารางที่ ข 3 (ต่อ)

น้ำเสียสีเขียว

ความเข้มข้นของ H_2O_2 (มก./ล.)	ซีโอดีของน้ำเสีย หลังบำบัด (มก./ล.)	ความเข้มข้นหลังบำบัด (ADMI)	พีเอชภายหลัง การบำบัด
0	394	3140	5.00
250	223	72	3.22
500	192	69	2.97
750	186	53	2.84
1000	203	49	2.95
1250	208	45	2.93
1500	226	48	2.87
0	688	5530	5.00
250	546	1150	3.41
500	483	238	3.22
750	361	116	3.07
1000	323	110	2.93
1250	332	88	2.93
1500	326	67	2.90
0	981	8261	5.00
250	808	2608	3.65
500	792	1765	3.36
750	709	573	3.19
1000	586	308	3.10
1250	519	146	3.05
1500	487	129	3.01
0	1317	10724	5.00
250	1231	5110	3.42
500	1125	3653	3.32
750	975	778	3.21
1000	948	454	3.19
1250	840	255	3.17
1500	744	164	3.12

ตารางที่ 3 (ต่อ)

น้ำเสียสีผสม

ความเข้มข้นของ H ₂ O ₂ (มก./ล.)	ซีไอคิของน้ำเสีย หลังบำบัด (มก./ล.)	ความเข้มข้นสีหลังบำบัด (ADMI)	พีเอชภายหลัง การบำบัด
0	415	9545	5.00
250	282	355	3.29
500	219	159	2.99
750	193	107	2.85
1000	200	76	2.74
1250	198	68	2.66
1500	225	64	2.63
0	691	17840	5.00
250	612	4857	3.20
500	527	1210	3.01
750	396	518	2.95
1000	357	263	2.79
1250	332	145	2.78
1500	338	110	2.54
0	997	25440	5.00
250	860	9687	3.39
500	823	5290	3.04
750	729	1531	2.92
1000	666	818	2.66
1250	554	382	2.63
1500	530	122	2.60
0	1322	34328	5.00
250	1206	18944	3.48
500	1157	11980	3.13
750	1077	4426	3.02
1000	939	1307	2.81
1250	855	724	2.80
1500	821	376	2.72

ตารางที่ ข 3 (ต่อ)

น้ำเสียสีแดง ซีไอดี 400 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีไอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	412	19540
5	372	12036
10	369	8226
20	314	545
35	282	293
50	223	117
85	143	81
120	119	68

น้ำเสียสีแดง ซีไอดี 1000 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีไอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	1026	51120
5	988	41658
10	979	37065
20	910	20045
35	890	15637
50	851	8026
85	843	3733
120	804	1992

น้ำเสียสีฟ้า ซีไอดี 400 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีไอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	423	6213
5	413	4945
10	407	3622
20	358	718
35	328	227
50	277	81
85	225	46
120	199	32

น้ำเสียสีฟ้า ซีไอดี 1000 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีไอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	1018	17224
5	1002	14380
10	994	12707
20	950	10814
35	938	9005
50	891	5445
85	861	2152
120	842	1243

น้ำเสียสีแดง ซีไอดี 700 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีไอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	693	35489
5	671	27428
10	639	22605
20	593	9408
35	570	4467
50	542	1106
85	458	288
120	451	139

น้ำเสียสีแดง ซีไอดี 1300 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีไอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	1305	67536
5	1268	56117
10	1247	51060
20	1212	43496
35	1185	30868
50	1127	19783
85	1094	13905
120	1071	9991

น้ำเสียสีฟ้า ซีไอดี 700 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีไอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	706	10785
5	694	8809
10	685	7432
20	635	5104
35	610	2876
50	599	950
85	534	336
120	517	239

น้ำเสียสีฟ้า ซีไอดี 1300 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีไอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	1295	24168
5	1284	23265
10	1284	21544
20	1246	17088
35	1198	14126
50	1187	12734
85	1147	9290
120	1127	7062

ตารางที่ ข 4 ผลการทดลองการแปรผันเวลา

น้ำเสียสีเขียว ซีโอดี 400 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีโอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	394	3140
5	368	2248
10	365	1910
20	343	766
35	259	66
50	225	53
85	154	48
120	125	45

น้ำเสียสีเขียวย ซีโอดี 1000 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีโอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	981	8261
5	950	6982
10	945	6507
20	916	5198
35	865	3681
50	819	2082
85	777	1575
120	761	1096

น้ำเสียสีผสม ซีโอดี 400 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีโอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	415	9545
5	392	6334
10	386	4365
20	339	914
35	286	283
50	276	92
85	187	55
120	158	42

น้ำเสียสีผสม ซีโอดี 1000 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีโอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	997	25440
5	968	21035
10	962	18974
20	910	11422
35	867	8721
50	850	5620
85	809	2263
120	794	1627

ตารางที่ ข 4 (ต่อ)

น้ำเสียสีเขียวย ซีโอดี 700 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีโอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	688	5530
5	679	4827
10	644	4064
20	585	2389
35	564	1194
50	511	647
85	481	188
120	439	105

น้ำเสียสีเขียวย ซีโอดี 1300 มก./ล.

เวลา (นาท.)	ซีโอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	1317	10724
5	1306	9606
10	1269	8837
20	1244	8158
35	1188	5830
50	1180	4363
85	1116	3132
120	1109	2839

น้ำเสียสีผสม ซีโอดี 700 มก./ล.

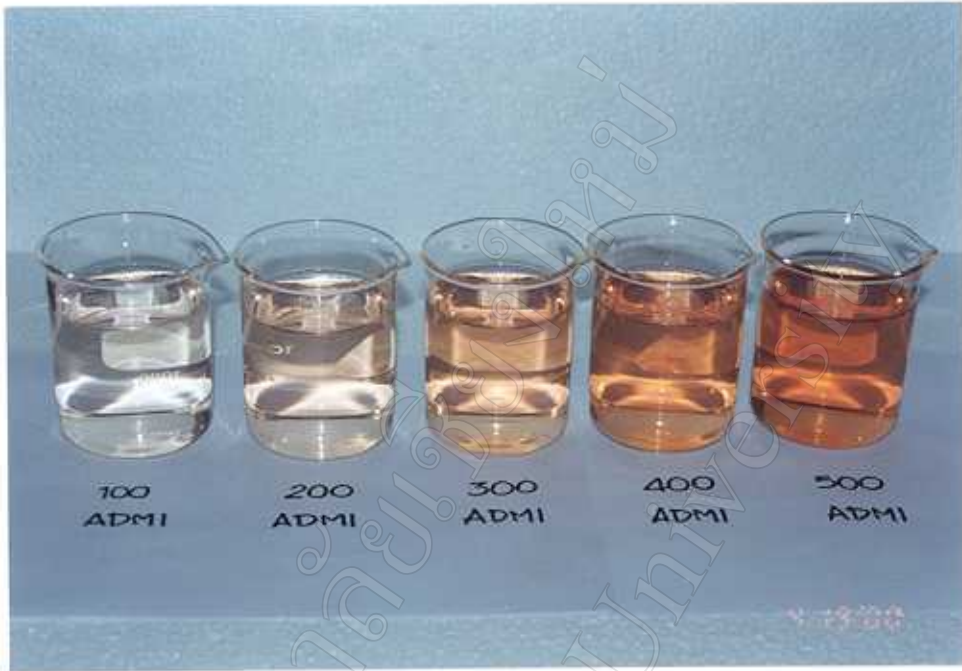
เวลา (นาท.)	ซีโอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	691	17840
5	685	16154
10	682	12568
20	607	6537
35	595	3052
50	537	1285
85	493	294
120	466	177

น้ำเสียสีผสม ซีโอดี 1300 มก./ล.

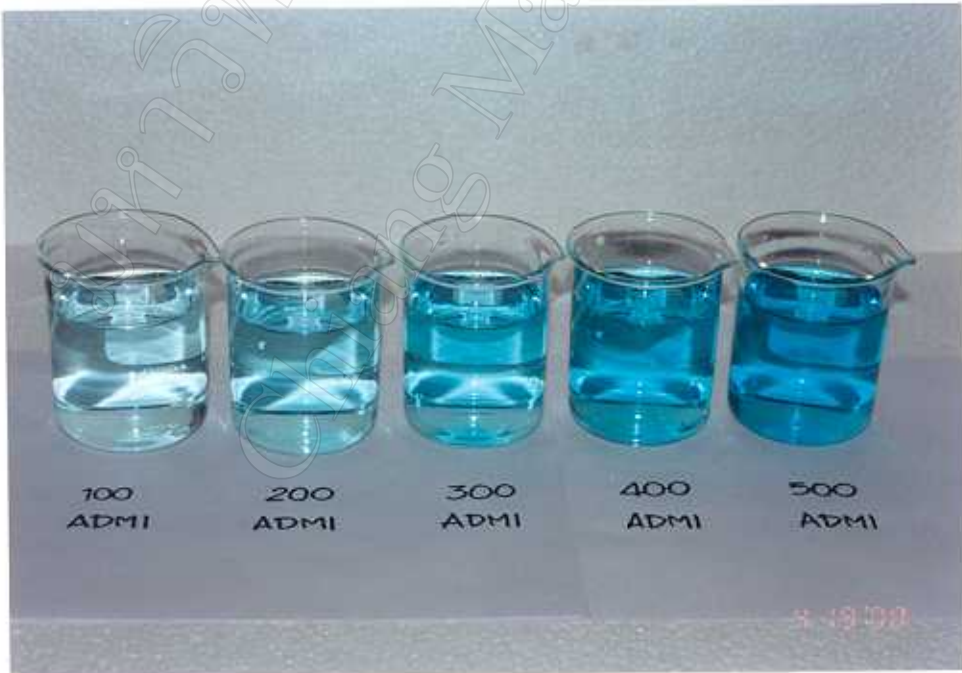
เวลา (นาท.)	ซีโอดี (มก./ล.)	ความเข้มข้น (ADMI)
0	1322	34328
5	1297	30586
10	1272	27630
20	1258	24307
35	1204	16685
50	1161	12832
85	1134	8203
120	1124	7036



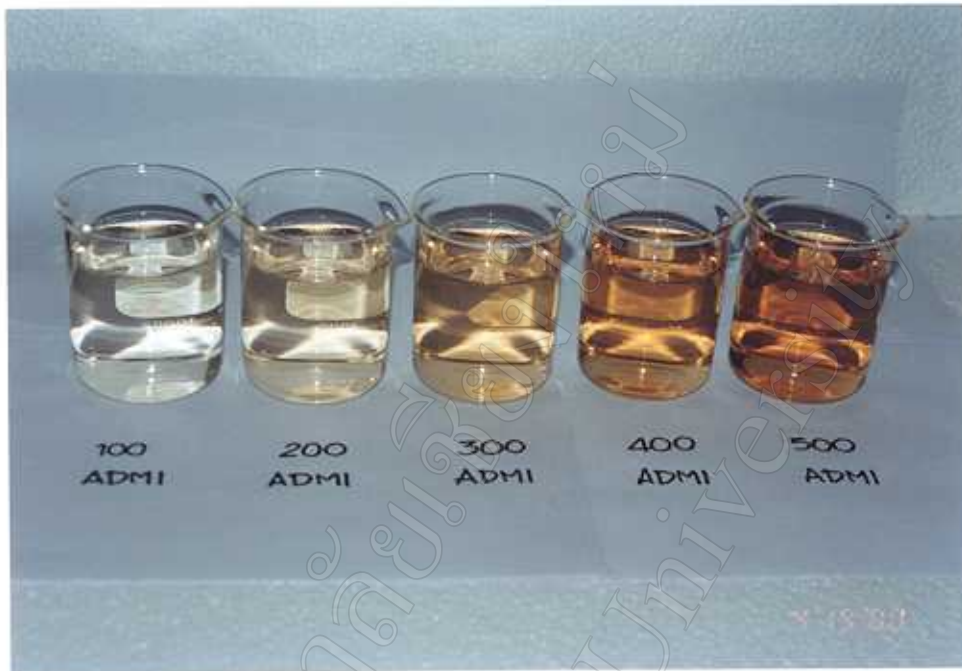
รูปที่ ข 1 ลักษณะของน้ำเสียโทนสีต่างๆ ที่ค่าซีไอดี 700 มก./ล.



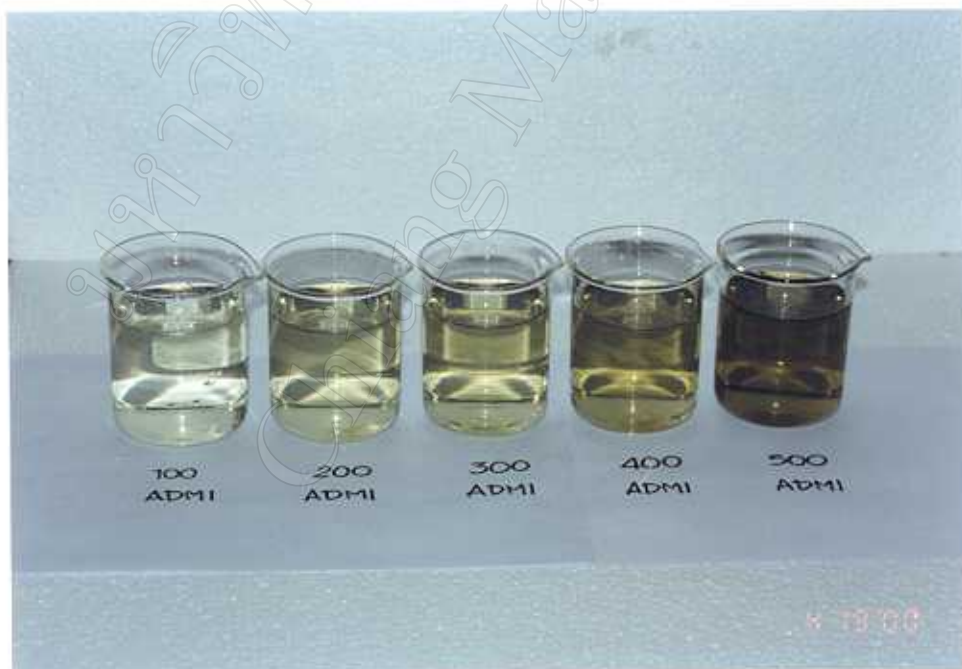
รูปที่ ๒ น้ำเล็ทโชนสีแดงภายหลังการนำวัดที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ



รูปที่ ๓ น้ำเล็ทโชนสีฟ้าภายหลังการนำวัดที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ



รูปที่ ๔ น้ำเสียโทนสีเขียวภายหลังการบำบัดที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ



รูปที่ ๕ น้ำเสียโทนสีผสมภายหลังการบำบัดที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ

ภาคผนวก ค

ที่มาของสูตรการคำนวณค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย
ด้วยรีเอเจนท์ของฟอสฟอรัส

ที่มาของสูตรการคำนวณค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียด้วยรีเอเจนท์ของฟีนทอน

1. ค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

- ให้ $[H_2O_2]$ เท่ากับ ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ในการทดลอง (ก./ล.)
- ความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้มีค่าเท่ากับ 50 %
- ให้ A เท่ากับ ราคาของสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เข้มข้น 50 % (บาท/กก.)

$$\begin{aligned}\text{เพราะฉะนั้นค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์} &= [H_2O_2] * A / 0.5 \\ &= 2[H_2O_2] * A \quad \text{บาท/ลบ.ม.ของน้ำเสีย}\end{aligned}$$

2. ค่าใช้จ่ายจากการใช้เฟอร์รัสซัลเฟต

- อัตราส่วนโดยโมลของ $Fe^{2+} : H_2O_2$ ที่ใช้ในการทดลองมีค่าเท่ากับ 3.75 : 30 หรือเท่ากับ 1 : 8
- มวลโมเลกุลของเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) มีค่าเท่ากับ 277.8
- มวลโมเลกุลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มีค่าเท่ากับ 34
- ให้ B เท่ากับ ราคาของเฟอร์รัสซัลเฟต (บาท/กก.)

$$\begin{aligned}\text{เพราะฉะนั้นค่าใช้จ่ายจากการใช้เฟอร์รัสซัลเฟต} &= ([H_2O_2] * 277.8 * B) / (8 * 34) \\ &= 1.02[H_2O_2] * B \quad \text{บาท/ลบ.ม.ของน้ำเสีย}\end{aligned}$$

3. ค่าใช้จ่ายจากการใช้กรดซัลฟูริก

- ให้ $[H_2SO_4]$ เท่ากับ ปริมาณกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการปรับพีเอชของน้ำเสียให้เท่ากับ 5 ซึ่งดูได้จากกราฟไตเตรชันในภาคผนวก ก (มล./300 มล.ของน้ำเสีย)

- ให้ C เท่ากับ ราคาของกรดซัลฟูริกเข้มข้น 95 % (บาท/กก.)

$$\begin{aligned}\text{เพราะฉะนั้นค่าใช้จ่ายจากการใช้กรดซัลฟูริก} &= ([H_2SO_4] * 1000 * 0.504 * 49.04 * C) / (300 * 1000 * 0.95) \\ &= 0.087[H_2SO_4] * C \quad \text{บาท/ลบ.ม.ของน้ำเสีย}\end{aligned}$$

4. ค่าใช้จ่ายจากการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์

- ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการปรับพีเอชของน้ำเสียภายหลังการบำบัดให้มีความเท่ากับ 7.0 ในการศึกษานี้มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.3 ก./ล. สำหรับน้ำเสียทุกโหนด

- ให้ D เท่ากับ ราคาของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (บาท/กก.)

เพราะฉะนั้นค่าใช้จ่ายจากการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ = $0.3D$ บาท/ลบ.ม.ของน้ำเสีย

ดังนั้น

$$\text{ค่าใช้จ่ายทั้งหมด} = 2[H_2O_2]*A + 1.02[H_2O_2]*B + 0.087[H_2SO_4]*C + 0.3*D$$

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายปรีชา กสิกรรมไพบูลย์
วัน เดือน ปี เกิด	13 พฤษภาคม 2514
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา ปีการศึกษา 2531 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปีการศึกษา 2535
ประสบการณ์การทำงาน	ปี พ.ศ. 2536-2538 วิศวกร สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ปี พ.ศ. 2538-2540 วิศวกร สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดปัตตานี สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม