เอกสารอ้างอิง

1. Lowenheim, F.A., Electroplating, pp. 172-175, McGraw-Hill Book Co., New York, 1978.
2. "สังกะสี วัสดุก่อสร้างที่ยังไม่เสื่อมความนิยม," วารสารวงการก่อสร้าง, 30, 49-56, 2531.
3. Benefield, L.D., and B.L. Weand, Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment, pp. 433-443, Prentice-Hall Inc., New Jersy, 1982.
4. ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์, หลักเคมี 2, หน้า 66-71, สำนักพิมพ์กราฟฟิคอาร์ต, กรุงเทพมหานคร, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2523.
5. Dean, J.A., Lange's Handbook of Chemistry, McGraw-Hill Book Co., New York, 12th ed., 1979.
6. Rouse, J.V., "Removal of Heavy Metals from Industrial Effluents," J. EED., 102 (5), 929-936, 1976.
7. Scott, M.C., "Sulfex-A New Process Technology for Removal of Heavy Metal from Waste Streams," 32nd Industrial Waste Conference, pp. 622-629, Purdue University, 1977.
8. Snoeyink, V.L., and D. Jenkins, Water Chemistry, John Wiley & Sons Inc., New York, pp. 251, 1980.
9. Maruyama, T., et. al., "Metal Removal by Physical and Chemical Treatment Process," J. WPCF., 47 (5), 962-975, 1975.
10. Kreye, W.C., et. al., "Treatment of Zinc and Oil Bearing Washer Wastewater," 33nd Industrial Waste Conference, Purdue University, pp. 155-164, 1978.
11. McVaugh J., and W.T. Wall, "Optimization of Heavy Metals Wastewater Treatment Effluent Quality versus Sludge Treatment," 31st Industrial Waste Conference, pp. 17-25, Purdue University, 1976.
12. Patterson, J.W., et. al., "Heavy Metal Treatment by Carbonate

Precipitation," 30th Industrial Waste Conference, pp. 132-150, Purdue University, 1975.

13. Wing, R.E., and W.E. Rayford, "Heavy Metal Removal Process for Plating Rinse Waters," 33th Industrial Waste Conference, pp. 231-255, Purdue University, 1978.

14. เลิศชัย เจริญธัญรัศม์ และ สุพจน์ เลิศธนาไพจิตร, "การกำจัดโลหะหนักโดยการตก ตะกอนทางเคมี," รายงานประกอบการศึกษาขั้นประกาศนียบัตรชั้นสูง, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

15. Campbel, H.J., et. al., "Evaluation of Chromium Removal from a Higly Variable Stream," 32nd Industrial Waste Conference, pp. 832-837, Purdue University, 1977.

16. Taylor, C.R., and S.R. Quasim, "More Economical Treatment of Chromium-bearing Wastes," 37th Industrial Waste Conference, pp. 189-196, Purdue University, 1982.

17. Arellano, F.A., "An Evaluation and Treatment Alternative for Metal Plating Waste," Master 's Thesis, Asian Institute of Technology, 1977.

18. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th ed. American Public Health Association, Washington D.C., 1985.

19. Lai, R.J., H.E. Hudson Jr., and J.E. Singley, "Velocity Gradient Calibration of Jar-Test Equipment," J. AWWA., 67, 553-557, 1975.

20. Environmental Protection Agency, "Economic of Wastewater Treatment Alternative of the Electroplating Industry," Environmental Protection Agency, Cincinnati, 1979.

21. Cotton, F.A., and G. Wilkinson, Advanced Inorganic Chemistry, pp. 600-610, 818-831, John Wiley & Sons Interscience Publishers, 2nd ed., 1966.

22. Bratby, J., Coagulation and Flocculation, pp. 137-165, Upland Press Ltd., Croydon, 1st ed., 1980.

23. Eckenfelder, W., Industrial Water Pollution Control, pp.118-130, McGraw-Hill Book Co., New York, 1966.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ลักษณะน้ำเสียและผลการทดลองบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสี

ตารางที่ ก.1 ลักษณะน้ำเสียจากบ่อน้ำร้อนล้าง

	August 1988								
Date	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Temperature °C	58	57	57	57	58.5	57	57.5	57	57
pH	9.3	9.5	9.5	9	9.5	9.1	8.5	9.4	9.5
Total Solids (mg/l)	1355	1716	1592	1503	1432	1206	1244	1402	1539
Suspened Solids (mg/l)	98	112	108	120	180	76	108	132	156
Dissolved Solids (mg/l)	1257	1604	1484	1383	1252	1130	1136	1270	1383
Alkalinity (mg/l asCaCO3)	590	615	570	525	585	380	308	415	540
Oil (mg/l)	515	738	412	400	302	370	481	214	411

ตารางที่ ก.2 ลักษณะน้ำเสียจากบ่อน้ำเย็นล้าง

	August 1988								
Date	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Temperature °C	35.5	35	35	35	36	35.5	36	36	35.5
pH	1.5	1.5	1.5	2	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5
Total Solids (mg/l)	2785	2865	2457	2392	2976	3833	3581	3181	3057
Suspened Solids (mg/l)	23	42	35	9	36	25	38	12	21
Dissolved Solids (mg/l)	2762	2823	2422	2383	2940	3808	3543	3169	3036
Acidity (mg/l asCaCO3)	3725	6775	4955	2775	3950	5250	4750	3525	3975
Iron (mg/l)	824	1098	791	895	921	993	1077	1105	988

ตารางที่ ก.3 ลักษณะน้ำเสียจากบ่อน้ำหล่อเย็น

	August 1988								
Date	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Temperature °C	53.5	53	53	52	53	55	52	51.5	49.5
pH	6.9	7	6.9	7	6.6	6.4	6.9	6.7	6.7
Total Solids (mg/l)	54	58	50	56	42	53	48	36	54
Suspened Solids (mg/l)	8.5	5.5	3	2.5	7	10.5	5.5	4	5
Dissolved Solids (mg/l)	45.5	52.5	47	53.5	35	42.5	42.5	32	49
Acidity (mg/l asCaCO3)	12	10.5	12	8	13.5	10.5	16	15.5	10.5
Alkalinity (mg/l asCaCO3)	11	11.5	11.5	9.5	10	7	8.5	8.5	4.5
Zinc (mg/l)	39.24	49.59	40.22	49.74	29.82	38.65	35.98	25.44	46.09

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.4 ลักษณะน้ำเสียจากบ่อน้ำเสียรวม

Date	August 1988								
	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Temperature C	46	47	46	44	45	46	43.5	44	41.5
pH	2.2	2	2	2.4	2.1	1.9	2.1	2.1	2.1
Total Solids (mg/l)	2258	2472	2355	2177	2639	2847	3008	2895	2836
Suspened Solids (mg/l)	90	93	143	75	152	62	97	125	148
Dissolved Solids (mg/l)	2168	2379	2212	2102	2487	2785	2908	2770	2688
Acidity (mg/l asCaCO)	1750	2025	2225	875	1725	2325	1675	1525	1656
Oil (mg/l)	220	372	182	159	195	215	252	102	151
Iron (mg/l)	402	506	522	485	660	487	625	752	712
Zinc (mg/l)	10.77	13.02	4.09	8.71	678	9.98	4.12	2.08	2.94

ตารางที่ ก.5 ลักษณะน้ำเสียจากบ่อกรดโครมิค

Chracteristic	Date				
	27/5/88	18/6/88	19/7/88	13/8/88	26/8/88
Temperature C	30	29.5	29	29	28.5
pH	2.1	1.95	2.1	2.1	2
Total Solids (mg/l)	14952	17667	15876	16820	17291
Suspened Solids (mg/l)	23	14	18	34	32
Dissolved Solids (mg/l)	14929	17653	15858	16786	17259
Acidity (mg/l asCaCO)	12725	15150	13175	13950	14725
Chromium (VI) (mg/l)	10100	12000	11500	10500	11000
Total Chromium (mg/l)	10310	12050	11620	10580	11220

ตารางที่ ก.6 ลักษณะน้ำเสียจากบ่อสารละลายกรดและด่างเข้มข้น (วันที่ 17 ก.พ. 2532)

Characteristic	Acid Cleaner	Alkali Cleaner no. 1	Alkali Cleaner no. 2
temperature C	32.5	47.5	45
pH	0	11.2	10.5
Total Solids (g/l)	55.84	37.93	20.26
Suspened Solids (g/l)	0.34	28.04	5.03
Dissolved Solids (g/l)	55.5	9.89	15.23
Acidity (g/l asCaCO)	294.28	-	-
Alkalinity (g/l asCaCO)	-	19.78	12.62
Oil (g/l)	-	10.02	3.15
Iron (g/l)	15.8	-	-

ตารางที่ ก.7 ปริมาณน้ำใช้และน้ำเสียกับปริมาณการผลิตแผ่นเหล็กอาบสังกะสี

Date	August 1988								
	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Water Consumption (m³/d)									
- Hot Water Rinse	14.57	11.31	13.74	14.87	12.73	14.21	11.76	11.02	8.58
- Cold Water Rinse	17.12	10.60	15.82	19.70	18.11	10.88	13.59	17.32	16.80
- Quench water	8.40	8.90	5.00	4.50	5.80	8.50	5.30	1.80	6.50
Total Water Consumption	40.19	30.81	34.56	39.07	36.64	33.59	33.64	30.14	31.88
Wastewater Flowrate (m³/d)	37.44	27.84	33.6	36	33.84	31.92	32.16	26.88	30.48
Wastewater/Water Cons.*100	93.16	90.36	97.22	92.14	92.36	95.03	95.6	89.18	95.61
Production Rate (ton/d	138	146	174	169	160	168	204	187	141

ตารางที่ ก.8 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการบำบัดโดยโซดาไฟ

Quality	Reaction pH					
	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
NaOH Dosage (mg/l)	66.20	67.50	72.10	86.20	124.20	252.40
Effluent pH	8.20	8.70	9.30	9.80	10.40	10.95
Dissolved Zn (mg/l)	1.48	0.55	0.10	0.13	0.25	0.69
Total Zn (mg/l)						
at SOR.=1.5 m/h	5.13	4.06	3.99	4.62	5.46	6.79
SOR.=1.0 m/h	3.80	3.06	3.17	3.76	4.20	5.51
SOR.=0.5 m/h	2.62	1.82	1.29	1.67	3.45	3.79
SOR.=0.1 m/h	2.16	1.26	0.69	0.72	2.08	3.13
Suspended Zn (mg/l)						
at SOR.=1.5 m/h	3.65	3.51	3.89	4.49	5.21	6.10
SOR.=1.0 m/h	2.33	2.51	3.08	3.63	3.95	4.82
SOR.=0.5 m/h	1.14	1.27	1.19	1.55	3.20	3.10
SOR.=0.1 m/h	0.68	0.71	0.60	0.60	1.83	2.44
Suspended Solids (mg/l)						
at SOR.=1.5 m/h	7.00	7.00	7.00	7.00	8.00	9.00
SOR.=1.0 m/h	5.00	4.00	5.00	6.00	6.00	7.00
SOR.=0.5 m/h	3.00	3.00	3.00	4.00	5.00	5.00
SOR.=0.1 m/h	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00
Sludge Height (mm)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sludge Volume (ml/l)	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99
Zn Removal (%)						
at SOR.=1.5 m/h	89.74	91.88	92.03	90.76	89.08	86.41
SOR.=1.0 m/h	92.39	93.89	93.65	92.48	91.60	88.98
SOR.=0.5 m/h	94.77	96.36	97.43	96.65	93.10	92.42
SOR.=0.1 m/h	95.69	97.49	98.61	98.56	95.84	93.74

ตารางที่ ก.9 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาว

Quality	Reaction pH					
	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
Ca(OH)2 Dosage (mg/l)	66.25	68.75	72.50	83.75	107.50	177.00
Effluent pH	8.25	8.80	9.35	9.90	10.45	11.00
Dissolved Zn (mg/l)	1.24	0.49	0.08	0.09	0.29	0.81
Total Zn (mg/l)						
at SOR.=1.5 m/h	5.27	4.42	3.89	3.92	4.12	4.42
SOR.=1.0 m/h	4.20	3.79	2.99	3.08	3.22	3.70
SOR.=0.5 m/h	3.06	1.93	1.15	1.43	1.51	1.99
SOR.=0.1 m/h	2.21	1.72	0.65	0.65	0.75	1.26
Suspended Zn (mg/l)						
at SOR.=1.5 m/h	4.02	3.93	3.81	3.83	3.84	3.61
SOR.=1.0 m/h	2.96	3.30	2.91	2.99	2.93	2.89
SOR.=0.5 m/h	1.82	1.44	1.07	1.34	1.22	1.18
SOR.=0.1 m/h	0.97	1.23	0.57	0.56	0.47	0.45
Suspended Solids (mg/l)						
at SOR.=1.5 m/h	6.00	7.00	7.00	10.00	11.00	14.00
SOR.=1.0 m/h	4.00	5.00	6.00	7.00	9.00	12.00
SOR.=0.5 m/h	3.00	3.00	4.00	5.00	8.00	10.00
SOR.=0.1 m/h	2.00	2.00	3.00	3.00	5.00	7.00
Sludge Height (mm)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	2.00
Sludge Volume (ml/l)	8.99	8.99	8.99	8.99	13.49	17.98
Zn Removal (%)						
at SOR.=1.5 m/h	89.47	91.16	92.22	92.16	91.75	91.16
SOR.=1.0 m/h	91.59	92.42	94.01	93.83	93.56	92.60
SOR.=0.5 m/h	93.88	96.13	97.70	97.13	96.99	96.02
SOR.=0.1 m/h	95.59	96.55	98.71	98.70	98.50	97.49

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.10 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพลิเมอร์ชนิดประจุบวกที่พีเอช 9.5

Quality	Dosage of Polymer mg/l)								
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
Ca(OH)2 Dosage (mg/l)	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50
Effluent pH	9.35	9.35	9.35	9.40	9.35	9.40	9.45	9.40	9.45
Dissolved Zn (mg/l)	0.08	0.11	0.14	0.10	0.13	0.14	0.14	0.15	0.12
Total Zn (mg/l)									
at SOR.=2.0 m/h	6.40	5.79	4.99	2.87	1.72	1.32	1.38	1.49	1.53
SOR.=1.5 m/h	3.89	3.81	3.46	1.89	0.94	0.84	1.02	1.27	1.02
SOR.=1.0 m/h	2.99	2.75	2.17	1.05	0.72	0.71	0.80	0.80	0.85
SOR.=0.5 m/h	1.35	1.13	1.03	0.89	0.65	0.61	0.63	0.66	0.63
Suspended Zn (mg/l)									
SOR.=2.0 m/h	6.32	5.68	4.85	2.77	1.59	1.18	1.24	1.34	1.40
SOR.=1.5 m/h	3.81	3.70	3.33	1.79	0.81	0.70	0.88	1.11	0.89
SOR.=1.0 m/h	2.91	2.65	2.04	0.95	0.59	0.57	0.66	0.65	0.73
SOR.=0.5 m/h	1.27	1.02	0.90	0.79	0.52	0.47	0.49	0.50	0.50
Suspended Solids (mg/l)									
at SOR.=2.0 m/h	12.00	9.00	7.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00
SOR.=1.5 m/h	7.00	7.00	5.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00
SOR.=1.0 m/h	6.00	5.00	4.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00
SOR.=0.5 m/h	4.00	4.00	3.00	3.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00
Sludge Height (mm)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Sludge Volume (ml/l)	8.99	8.99	8.99	8.99	13.49	13.49	13.49	13.49	13.49
Zn Removal (%)									
at SOR.=2.0 m/h	87.21	88.42	90.02	94.26	96.57	97.36	97.25	97.02	96.95
SOR.=1.5 m/h	92.22	92.39	93.07	96.22	98.12	98.31	97.96	97.47	97.97
SOR.=1.0 m/h	94.01	94.50	95.66	97.91	98.57	98.58	98.40	98.40	98.30
SOR.=0.5 m/h	97.30	97.75	97.93	98.22	98.71	98.78	98.74	98.69	98.75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.11 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพลีเมอร์ชนิดไม่มีประจุที่พีเอช 9.5

Quality	Dosage of Polymer (mg/l)								
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
Ca(OH)2 Dosage (mg/l)	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50
Effluent pH	9.35	9.35	9.40	9.40	9.45	9.45	9.40	9.50	9.45
Dissolved Zn (mg/l)	0.08	0.11	0.16	0.10	0.13	0.10	0.17	0.15	0.14
Total Zn (mg/l)									
at SOR.=2.0 m/h	6.40	2.76	1.96	1.29	1.05	1.20	1.27	1.29	1.10
SOR.=1.5 m/h	3.89	1.89	1.40	1.07	0.90	0.86	0.81	1.07	0.88
SOR.=1.0 m/h	2.99	1.23	1.05	0.94	0.76	0.78	0.76	0.94	0.65
SOR.=0.5 m/h	1.35	0.69	0.68	0.80	0.72	0.59	0.69	0.80	0.57
Suspended Zn (mg/l)									
SOR.=2.0 m/h	6.32	2.65	1.81	1.19	0.92	1.10	1.09	1.15	0.96
SOR.=1.5 m/h	3.81	1.78	1.25	0.96	0.77	0.76	0.64	0.92	0.74
SOR.=1.0 m/h	2.91	1.12	0.89	0.84	0.62	0.68	0.59	0.79	0.51
SOR.=0.5 m/h	1.27	0.58	0.53	0.70	0.59	0.49	0.52	0.66	0.43
Suspended Solids (mg/l)									
at SOR.=2.0 m/h	12.00	6.00	5.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
SOR.=1.5 m/h	7.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00
SOR.=1.0 m/h	6.00	4.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00
SOR.=0.5 m/h	4.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	1.00
Sludge Height (mm)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.50
Sludge Volume (ml/l)	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	13.49	13.49	13.49
Zn Removal (%)									
at SOR.=2.0 m/h	87.21	94.48	96.08	97.41	97.90	97.60	97.47	97.41	97.80
SOR.=1.5 m/h	92.22	96.22	97.19	97.87	98.19	98.28	98.38	97.87	98.25
SOR.=1.0 m/h	94.01	97.54	97.91	98.12	98.49	98.44	98.48	98.12	98.70
SOR.=0.5 m/h	97.30	98.63	98.63	98.39	98.55	98.82	98.62	98.39	98.87

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.12 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพลีเมอร์ชนิดประจุลบที่พีเอช 9.5

Quality	Dosage of Polymer (mg/l)								
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
Ca(OH)2 Dosage (mg/l)	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50	72.50
Effluent pH	9.35	9.30	9.35	9.35	9.40	9.45	9.45	9.45	9.40
Dissolved Zn (mg/l)	0.08	0.10	0.09	0.16	0.12	0.13	0.10	0.15	0.17
Total Zn (mg/l)									
at SOR.=2.0 m/h	6.40	1.76	1.33	0.92	0.96	1.19	1.20	1.19	0.98
SOR.=1.5 m/h	3.89	1.11	1.03	0.64	0.66	0.88	0.99	1.01	0.80
SOR.=1.0 m/h	2.99	0.96	0.90	0.62	0.60	0.63	0.89	0.88	0.78
SOR.=0.5 m/h	1.35	0.69	0.69	0.58	0.57	0.61	0.71	0.79	0.64
Suspended Zn (mg/l)									
at SOR.=2.0 m/h	6.32	1.66	1.23	0.76	0.84	1.06	1.10	1.03	0.81
SOR.=1.5 m/h	3.81	1.01	0.94	0.49	0.54	0.74	0.89	0.85	0.64
SOR.=1.0 m/h	2.91	0.86	0.80	0.46	0.48	0.50	0.79	0.72	0.61
SOR.=0.5 m/h	1.27	0.59	0.59	0.42	0.45	0.48	0.61	0.64	0.47
Suspended Solids (mg/l)									
at SOR.=2.0 m/h	12.00	4.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00
SOR.=1,5 m/h	7.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
SOR.=1.0 m/h	6.00	2.00	3.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00
SOR.=0.5 m/h	4.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00
Sludge Height (mm)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50
Sludge Volume (ml/l)	8.99	8.99	8.99	8.99	8.99	13.49	13.49	13.49	13.49
Zn Removal (%)									
at SOR.=2.0 m/h	87.21	96.48	97.35	98.17	98.09	97.62	97.60	97.63	98.04
SOR.=1.5 m/h	92.22	97.79	97.94	98.72	98.68	98.25	98.01	97.98	98.40
SOR.=1.0 m/h	94.01	98.08	98.21	98.76	98.80	98.73	98.23	98.25	98.45
SOR.=0.5 m/h	97.30	98.62	98.62	98.84	98.86	98.78	98.58	98.42	98.73

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.13 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในน้ำเสียรวมที่ผ่านการบำบัดโดยโซดาไฟ

Quality	Reaction pH					
	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
NaOH Dosage (mg/l)	1237.50	1252.50	1275.00	1320.00	1410.00	1560.00
Effluent pH	8.15	8.70	9.35	9.80	10.50	11.00
Dissolved Zn (mg/l)	0.39	0.17	0.05	0.08	0.12	0.13
Total Zn (mg/l)	1.19	0.77	0.53	0.56	0.58	0.61
Suspended Zn (mg/l)	0.80	0.59	0.48	0.48	0.46	0.48
Suspended Solids (mg/l)	30.00	26.00	22.00	19.00	16.00	18.00
Sludge Height (mm)	18.00	18.00	19.00	20.00	21.00	21.50
Sludge Volume (ml/l)	161.82	161.82	170.81	179.80	188.79	193.29
Zn Removal (%)	90.85	94.12	95.92	95.69	95.55	95.35

ตารางที่ ก.14 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในน้ำเสียรวมที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาว

Quality	Reaction pH					
	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
Ca(OH)2 Dosage (mg/l)	1125.00	1143.75	1175.00	1206.25	1281.25	1393.75
Effluent pH	8.20	8.85	9.30	9.95	10.50	11.00
Dissolved Zn (mg/l)	0.35	0.11	0.02	0.03	0.09	0.11
Total Zn (mg/l)	1.03	0.71	0.49	0.50	0.55	0.55
Suspended Zn (mg/l)	0.68	0.60	0.47	0.47	0.47	0.44
Suspended Solids (mg/l)	31.00	27.00	24.00	22.00	20.00	22.00
Sludge Height (mm)	20.00	20.50	21.00	21.00	21.50	22.00
Sludge Volume (ml/l)	179.80	184.30	188.79	188.79	193.29	197.78
Zn Removal (%)	92.06	94.55	96.25	96.12	95.74	95.80

ตารางที่ ก.15 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในน้ำเสียรวมที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่พีเอช 9.5

Quality	Dosage of Polymer (mg/l)								
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
Ca(OH)2 Dosage (mg/l)	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00
Effluent pH	9.30	9.30	9.25	9.30	9.35	9.40	9.35	9.45	9.40
Dissolved Zn (mg/l)	0.02	0.07	0.06	0.07	0.07	0.05	0.04	0.09	0.08
Total Zn (mg/l)	0.49	0.49	0.40	0.41	0.36	0.35	0.38	0.34	0.30
Suspened Zn (mg/l)	0.47	0.42	0.35	0.34	0.29	0.31	0.33	0.25	0.22
Suspened Solids (mg/l)	24.00	18.00	17.00	12.00	10.00	10.00	7.00	6.00	6.00
Sludge Height (mm)	21.00	21.00	21.50	22.50	22.50	23.00	23.50	23.50	24.50
Sludge Volume (ml/l)	188.79	188.79	193.29	202.28	202.28	206.77	211.27	211.27	220.26
Zn Removal (%)	96.25	96.26	96.91	96.85	97.23	97.28	97.12	97.38	97.66

ตารางที่ ก.16 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในน้ำเสียรวมที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพลีเมอร์ชนิดไม่มีประจุที่พีเอช 9.5

Quality	Dosage of Polymer (mg/l)								
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
Ca(OH)2 Dosage (mg/l)	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00
Effluent pH	9.30	9.35	9.40	9.40	9.45	9.40	9.50	9.45	9.50
Dissolved Zn (mg/l)	0.02	0.05	0.04	0.10	0.09	0.06	0.07	0.06	0.09
Total Zn (mg/l)	0.49	0.42	0.39	0.37	0.34	0.32	0.33	0.31	0.33
Suspened Zn (mg/l)	0.47	0.38	0.35	0.27	0.25	0.26	0.26	0.25	0.24
Suspened Solids (mg/l)	24.00	12.00	11.00	11.00	8.00	7.00	5.00	5.00	5.00
Sludge Height (mm)	21.00	21.00	21.50	22.00	22.00	23.00	23.00	24.00	24.50
Sludge Volume (ml/l)	188.79	188.79	193.29	197.78	197.78	206.77	206.77	215.76	220.26
Zn Removal (%)	96.25	96.76	97.00	97.15	97.38	97.54	97.46	97.62	97.46

ตารางที่ ก.17 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในน้ำเสียรวมที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพลีเมอร์ชนิดประจุลบที่พีเอช 9.5

Quality	Dosage of Polymer (mg/l)								
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
Ca(OH)2 Dosage (mg/l)	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00	1175.00
Effluent pH	9.30	9.35	9.40	9.45	9.45	9.50	9.45	9.50	9.50
Dissolved Zn (mg/l)	0.02	0.10	0.10	0.09	0.12	0.07	0.09	0.15	0.13
Total Zn (mg/l)	0.49	0.45	0.46	0.36	0.32	0.30	0.29	0.32	0.31
Suspened Zn (mg/l)	0.47	0.35	0.36	0.27	0.20	0.23	0.20	0.17	0.19
Suspened Solids (mg/l)	24.00	16.00	13.00	9.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00
Sludge Height (mm)	21.00	21.00	21.50	21.50	21.50	21.50	22.00	22.50	23.00
Sludge Volume (ml/l)	188.79	188.79	193.29	193.29	193.29	193.29	197.78	202.28	206.77
Zn Removal (%)	96.25	96.51	96.45	97.23	97.54	97.69	97.77	97.52	97.58

ตารางที่ ก.18 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในกรดโครมิคที่ผ่านการรีดิวส์โดยโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์

x Stoicheiometry	Dose (g/500cc.)	Sulfuric A (g/500cc.)	Final pH	ORP. (mV)	Cr(VI) (mg/l)	Cr(VI) Reduction (%)
1.00	16.08	13.60	2.05	620.00	105.00	98.09
1.25	20.10	15.16	2.10	290.00	1.00	99.99
1.50	24.12	15.89	2.00	260.00	0.50	100.00
1.75	28.13	16.35	1.95	250.00	0.00	100.00
2.00	32.15	16.72	1.95	240.00	0.00	100.00

ตารางที่ ก.19 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในกรดโครมิคที่ผ่านการรีดิวส์โดยเฟอร์รัสซัลเฟต

% Stoicheiometry	Dose (g/500cc.)	Sulfuric A (g/500cc.)	Final pH	ORP. (mV)	Cr(VI) (mg/l)	Cr(VI) Reduction (%)
1.00	92.64	31.33	2.10	600.00	40.00	99.65
1.25	115.80	33.26	2.10	490.00	1.75	99.98
1.50	138.95	34.18	2.05	480.00	1.00	99.99
1.75	162.11	35.00	2.00	470.00	0.75	99.99
2.00	185.27	35.65	2.05	460.00	0.75	99.99

ตารางที่ ก.20 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในกรดโครมิคที่ผ่านการบำบัดโดยโซดาไฟ

Quality	Reaction pH						
	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
NaOH Dose (g/500cc.)	15.19	15.82	16.03	16.39	16.72	17.08	17.53
Effulent pH	6.65	7.10	7.50	8.10	8.45	8.90	9.40
Dissolved Cr (mg/l)	1.85	0.67	0.22	0.20	0.29	0.27	0.31
Total Cr (mg/l)	6.85	5.26	5.07	4.90	4.82	4.77	4.70
Suspened Cr (mg/l)	5.00	4.59	4.85	4.70	4.53	4.50	4.39
Suspened Solids (mg/l)	14.00	13.00	14.00	12.00	10.00	11.00	9.00
Sludge Height (cm)	5.50	5.50	5.45	5.60	5.35	5.55	5.60
Sludge Volume (ml/l)	669.02	669.02	662.94	681.18	650.77	675.10	681.18
Cr Removal (%)	99.94	99.95	99.96	99.96	99.96	99.96	99.96

ตารางที่ ก.21 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในกรดโครมิคที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาว

Quality	Reaction pH						
	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
Ca(OH)2 Dose (g/500cc.)	15.75	16.50	17.28	17.93	18.69	19.30	19.87
Effulent pH	6.70	7.20	7.65	8.30	8.65	9.30	9.85
Dissolved Cr (mg/l)	2.01	0.83	0.32	0.15	0.15	0.21	0.33
Total Cr (mg/l)	5.72	4.76	4.26	3.73	3.81	3.67	3.52
Suspened Cr (mg/l)	3.71	3.93	3.94	3.58	3.66	3.46	3.19
Suspened Solids (mg/l)	10.00	8.00	8.00	7.00	6.00	6.00	6.00
Sludge Height (cm)	2.50	2.60	2.55	2.50	2.60	2.55	2.65
Sludge Volume (ml/l)	304.10	316.26	310.18	304.10	316.26	310.18	322.35
Cr Removal (%)	99.95	99.96	99.96	99.97	99.97	99.97	99.97

ตารางที่ ก.22 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในกรดโครมิคที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพลิเมอร์ชนิดประจุบวกที่พีเอช 8.5

Quality	Dose of Polymer (mg/l)					
	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
Ca(OH)2 Dose (g/500cc.)	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93
Effulent pH	8.30	8.25	8.30	8.25	8.35	8.30
Dissolved Cr (mg/l)	0.17	0.22	0.21	0.24	0.18	0.17
Total Cr (mg/l)	7.86	8.02	7.94	8.21	8.05	7.75
Suspened Cr (mg/l)	7.69	7.80	7.73	7.97	7.87	7.58
Suspened Solids (mg/l)	31.00	35.00	33.00	29.00	33.00	29.00
Sludge Height (cm)	2.65	2.70	2.65	2.55	2.50	2.55
Sludge Volume (ml/l)	322.35	328.43	322.35	310.18	304.10	310.18
Cr Removal (%)	99.93	99.93	99.93	99.93	99.93	99.93

ตารางที่ ก.23 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในกรดโครมิคที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพลิเมอร์ชนิดไม่มีประจุที่พีเอช 8.5

Quality	Dose of Polymer (mg/l)					
	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
Ca(OH)2 Dose (g/500cc.)	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93
Effulent pH	8.30	8.35	8.25	8.40	8.30	8.35
Dissolved Cr (mg/l)	0.17	0.19	0.24	0.18	0.22	0.21
Total Cr (mg/l)	7.86	8.01	8.40	8.15	7.98	7.72
Suspened Cr (mg/l)	7.69	7.82	8.16	7.97	7.76	7.51
Suspened Solids (mg/l)	31.00	32.00	33.00	31.00	35.00	30.00
Sludge Height (cm)	2.65	2.65	2.60	2.60	2.55	2.55
Sludge Volume (ml/l)	322.35	322.35	316.26	316.26	310.18	310.18
Cr Removal (%)	99.93	99.93	99.93	99.93	99.93	99.93

ตารางที่ ก.24 ผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆในกรดโครมิคที่ผ่านการบำบัดโดยปูนขาวร่วมกับสารโพลิเมอร์ชนิดประจุลบที่พีเอช 8.5

Quality	Dose of Polymer (mg/l)					
	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
Ca(OH)2 Dose (g/500cc.)	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93	17.93
Effulent pH	8.30	8.30	8.35	8.40	8.35	8.30
Dissolved Cr (mg/l)	0.17	0.16	0.19	0.26	0.26	0.24
Total Cr (mg/l)	7.86	7.73	8.11	7.90	8.21	7.89
Suspened Cr (mg/l)	7.69	7.57	7.92	7.64	7.95	7.65
Suspened Solids (mg/l)	31.00	35.00	33.00	29.00	33.00	28.00
Sludge Height (cm)	2.65	2.70	2.60	2.55	2.55	2.50
Sludge Volume (ml/l)	322.35	328.43	316.26	310.18	310.18	304.10
Cr Removal (%)	99.93	99.93	99.93	99.93	99.93	99.93

ตารางที่ ก.25 ผลการกรองน้ำที่ผ่านการตกตะกอนพลังจากการบำบัดกรดโครมิคโดยใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์เป็นสารรีดิวส์และใช้ปูนขาวปรับพีเอชที่ 8.5

Quality	Final pH	Dissolved Cr (mg/l)	Total Cr (mg/l)	Turbidity (NTU)	Suspened Solids (mg/l)	% Cr Removal
Before Filtrate	8.35	0.18	8.10	25.00	33.00	99.93
After Filtrate	8.20	0.17	0.41	1.50	1.00	100.00

ตารางที่ ก.26 ผลการปรับพีเอชของน้ำหล่อเย็นที่ผ่านการกำจัดสังกะสีกับปริมาณกรดที่ใช้

pH	sulfuric A. 0.02 N		Hydrochloric A. 0.02 N	
	(ml/100ml)	(kg/m3)	(ml/100ml)	(kg/m3)
9.35	0.00	-	0.00	-
9.00	1.50	0.0147	2.00	0.0147
8.50	2.80	0.0274	3.30	0.0242
8.00	3.70	0.0363	4.30	0.0316
7.50	4.50	0.0441	5.00	0.0367
7.00	7.50	0.0735	7.20	0.0528
6.50	9.80	0.0960	9.70	0.0712
6.00	10.80	0.1058	11.10	0.0815
5.50	11.30	0.1107	11.70	0.0859

ตารางที่ ก.27 ผลการปรับพีเอชของน้ำเสียรวมที่ผ่านการกำจัดสังกะสีกับปริมาณกรดที่ใช้

pH	sulfuric A. 0.02 N		Hydrochloric A. 0.02 N	
	(ml/100ml)	(kg/m3)	(ml/100ml)	(kg/m3)
9.30	0.00	-	0.00	-
9.00	2.70	0.0265	2.80	0.0205
8.50	5.50	0.0539	5.50	0.0404
8.00	7.10	0.0696	7.00	0.0514
7.50	8.00	0.0784	7.80	0.0572
7.00	9.50	0.0931	9.50	0.0697
6.50	12.00	0.1176	12.80	0.0939
6.00	14.00	0.1372	14.60	0.1071
5.50	14.90	0.1460	15.60	0.1145

ตารางที่ ก.28 ผลการปรับพีเอชของน้ำเสียผสมระหว่างน้ำร้อนล้างและน้ำเย็นล้างโดยโซดาไฟ

Quality	Reaction pH						
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
NaOH Dose (mg/l)	825.00	855.00	885.00	915.00	1140.00	1200.00	1250.00
Effulent pH	5.30	5.85	6.30	6.65	7.35	7.80	8.25
Suspened Solids (mg/l)	35.00	39.00	34.00	36.00	33.00	31.00	28.00
Sludge Height (cm)	1.25	1.20	1.30	1.40	1.70	1.80	1.90
Sludge Volume (ml/l)	112.40	107.90	116.90	125.89	152.86	161.86	170.85

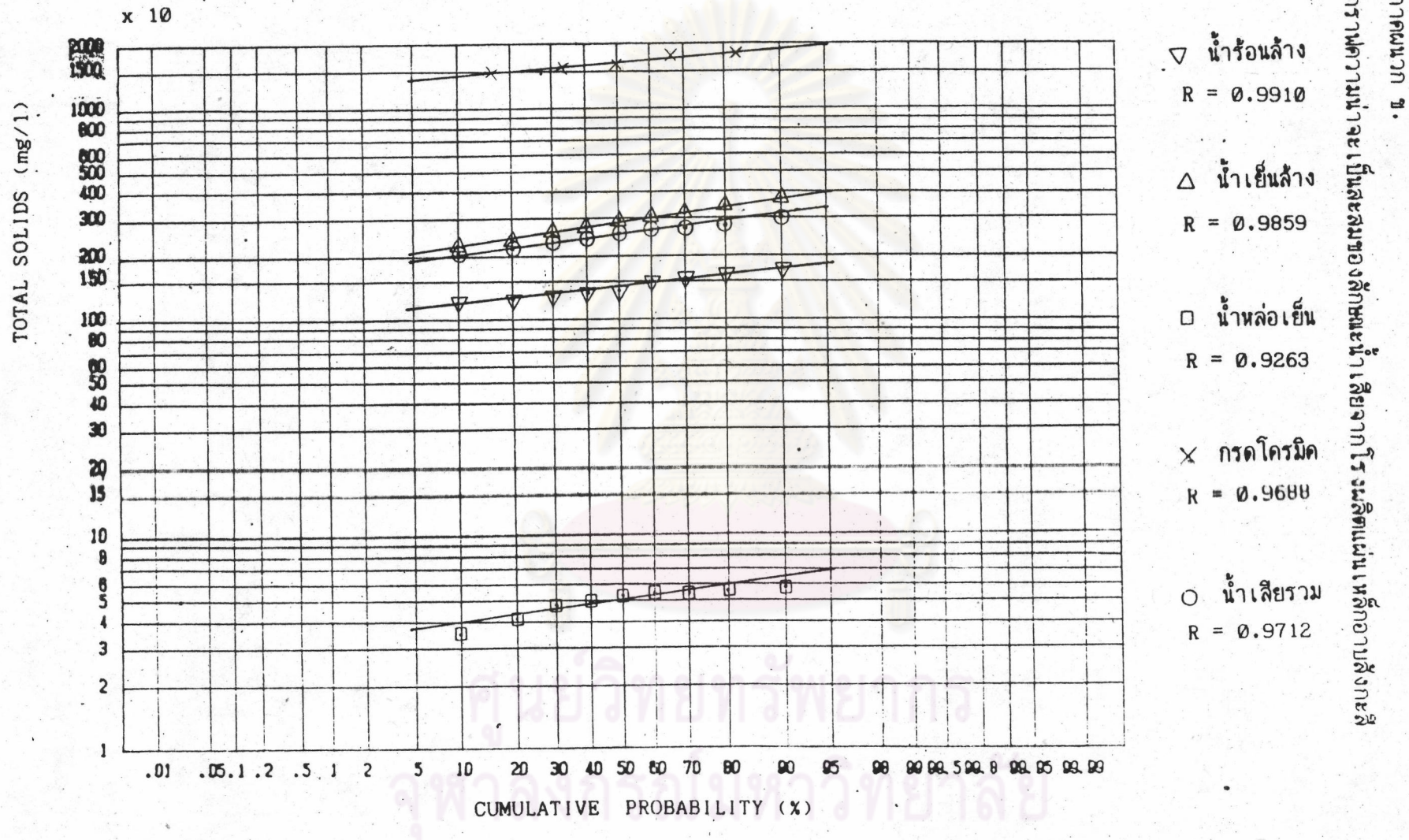
ตารางที่ ก.29 ผลการปรับพีเอชของน้ำเสียผสมระหว่างน้ำร้อนล้างและน้ำเย็นล้างโดยปูนขาว

Quality	Reaction pH						
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
Ca(OH)2 Dose (mg/l)	737.50	762.50	812.50	906.25	1012.50	1081.25	1131.25
Effulent pH	5.30	5.80	6.35	6.70	7.30	7.75	8.25
Suspened Solids (mg/l)	38.00	45.00	42.00	37.00	41.00	30.00	32.00
Sludge Height (cm)	1.00	1.00	1.20	1.35	1.65	1.70	1.80
Sludge Volume (ml/l)	89.92	89.92	107.90	121.39	148.37	152.86	161.86

ตารางที่ ก.30 ผลการปรับพีเอชของสารละลายกรดเข้มข้นโดยโซดาไฟและปูนขาว

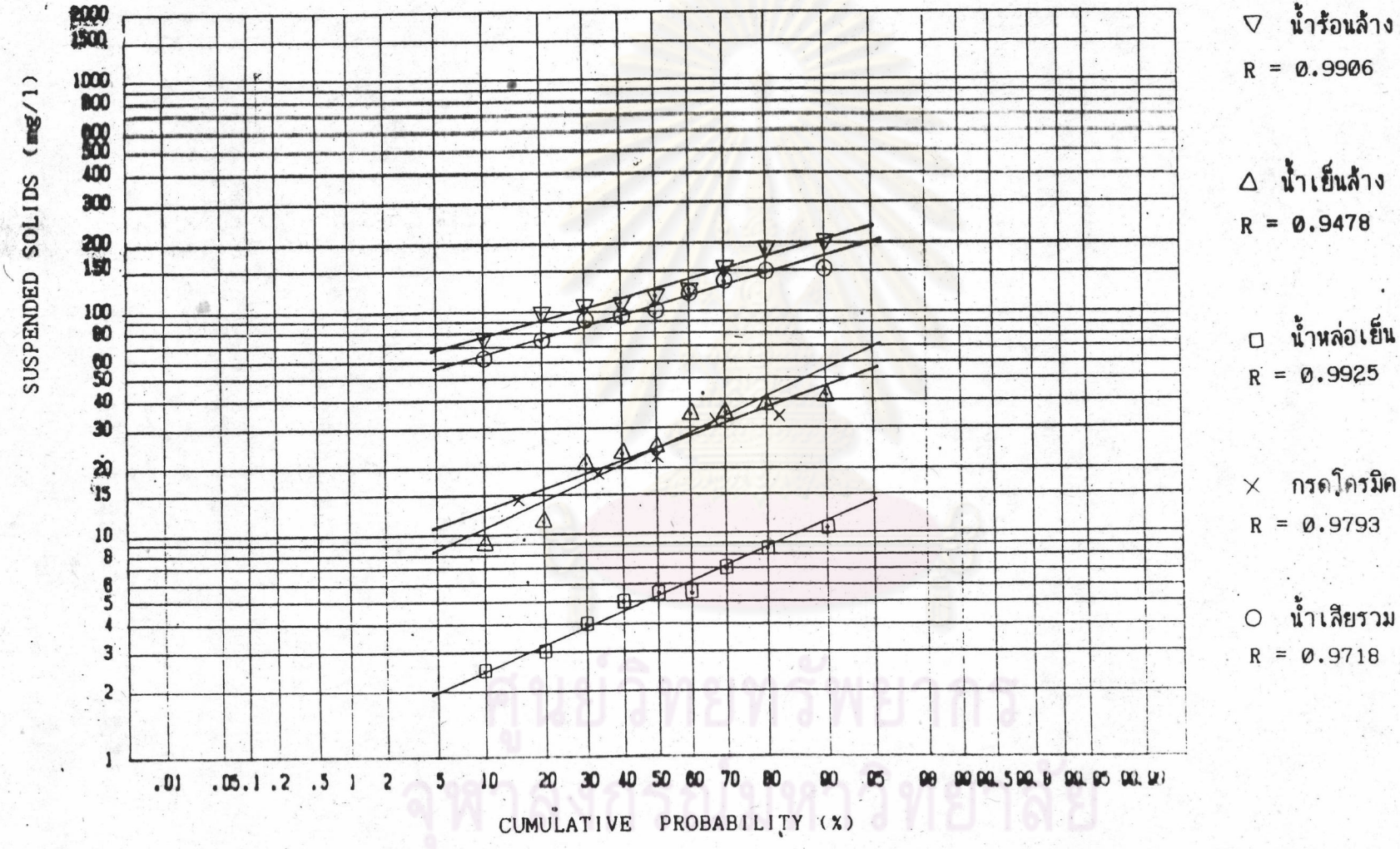
pH	NaOH 15 N		Ca(OH)2	
	(ml/100ml)	(kg/m3)	(g/100ml)	(kg/m3)
0.00	-	-	-	-
5.50	38.05	23.78	2.662	26.62
6.00	38.45	24.03	3.095	30.95
6.50	38.70	24.19	3.211	32.11
7.00	38.85	24.28	3.282	32.82
7.50	38.95	24.34	3.354	33.54
8.00	39.10	24.44	3.512	35.12
8.50	39.35	24.59	3.745	37.45

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

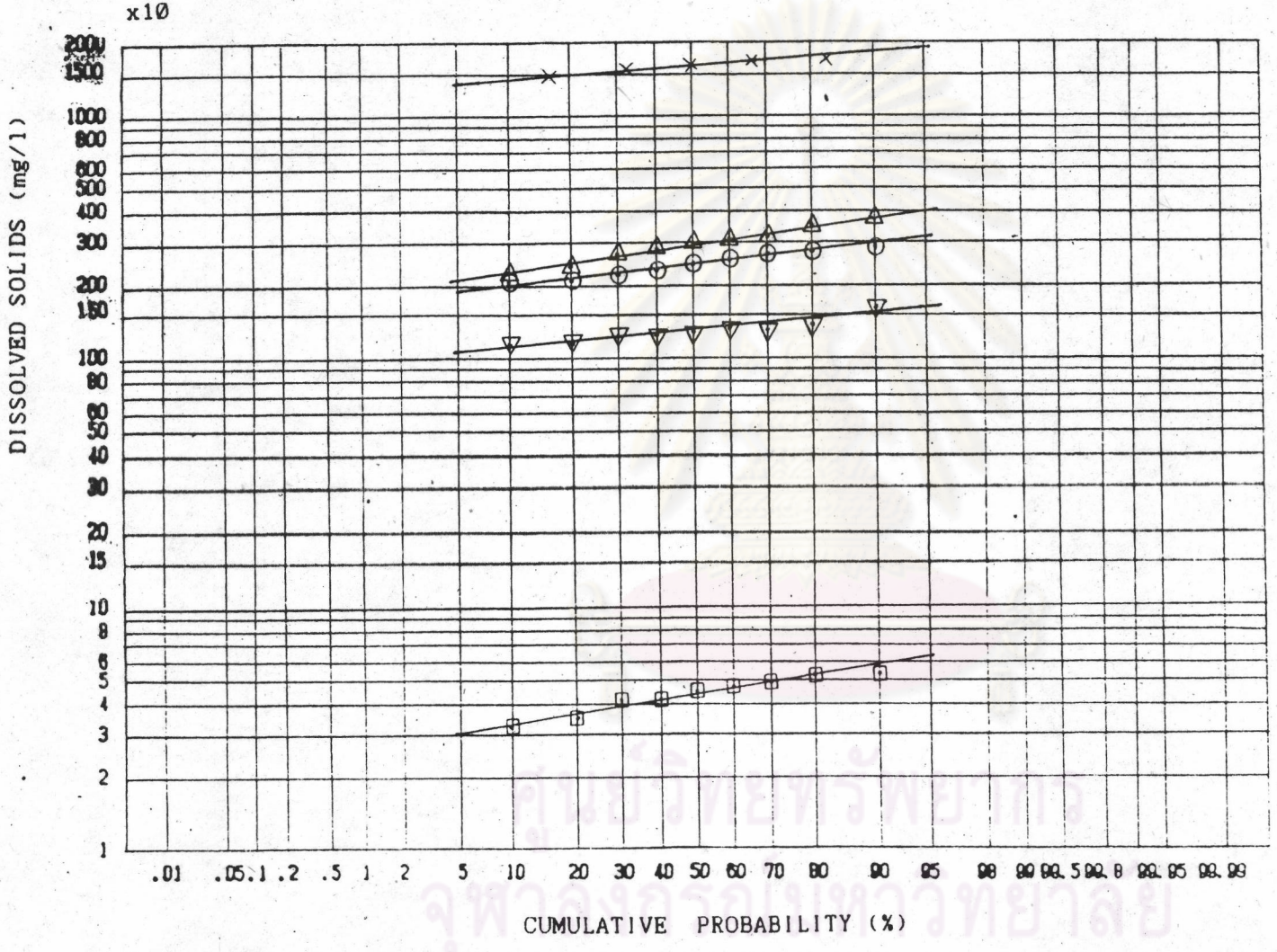


รูปที่ ข.1 ความน่าจะเป็นสะสมของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำเสีย

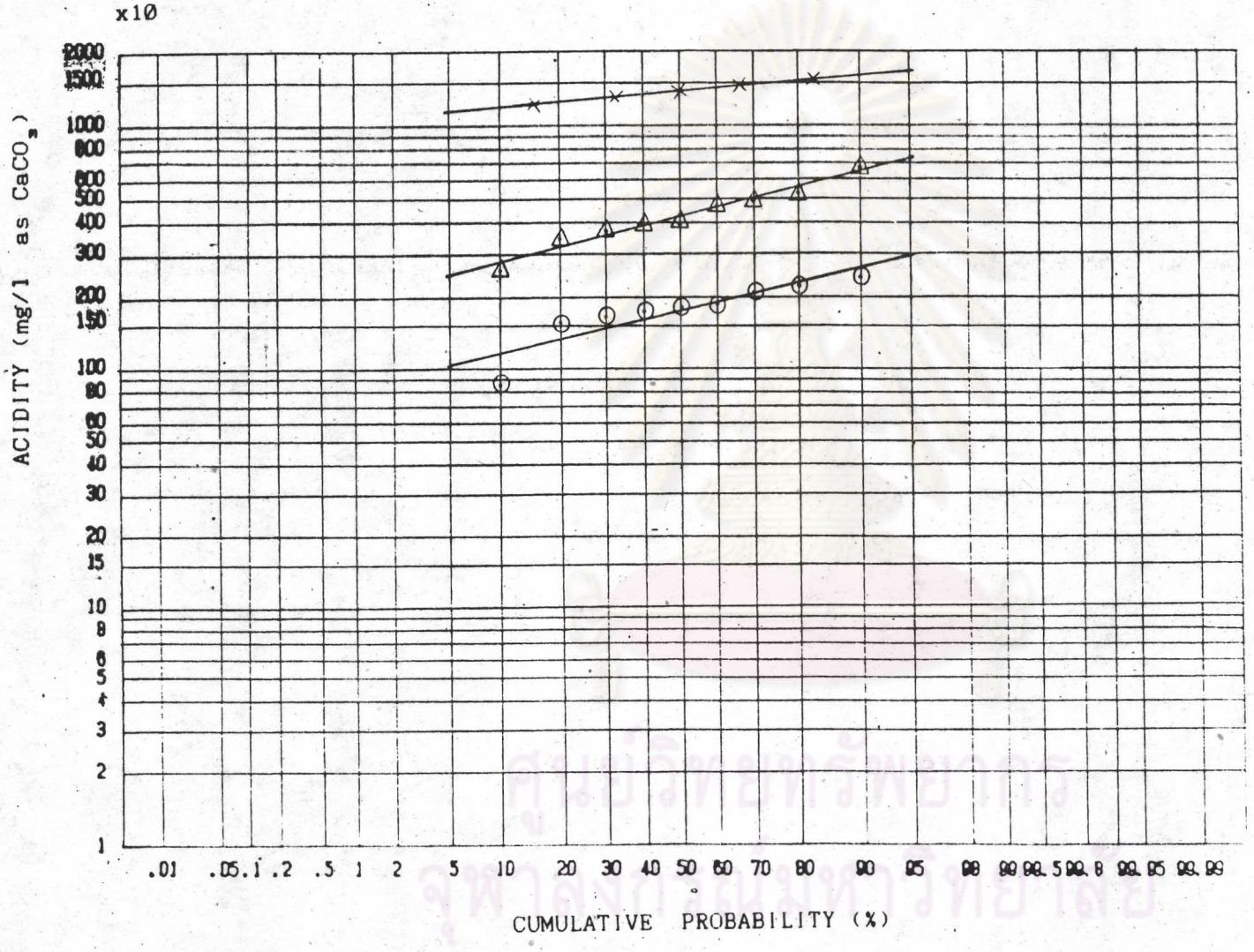
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



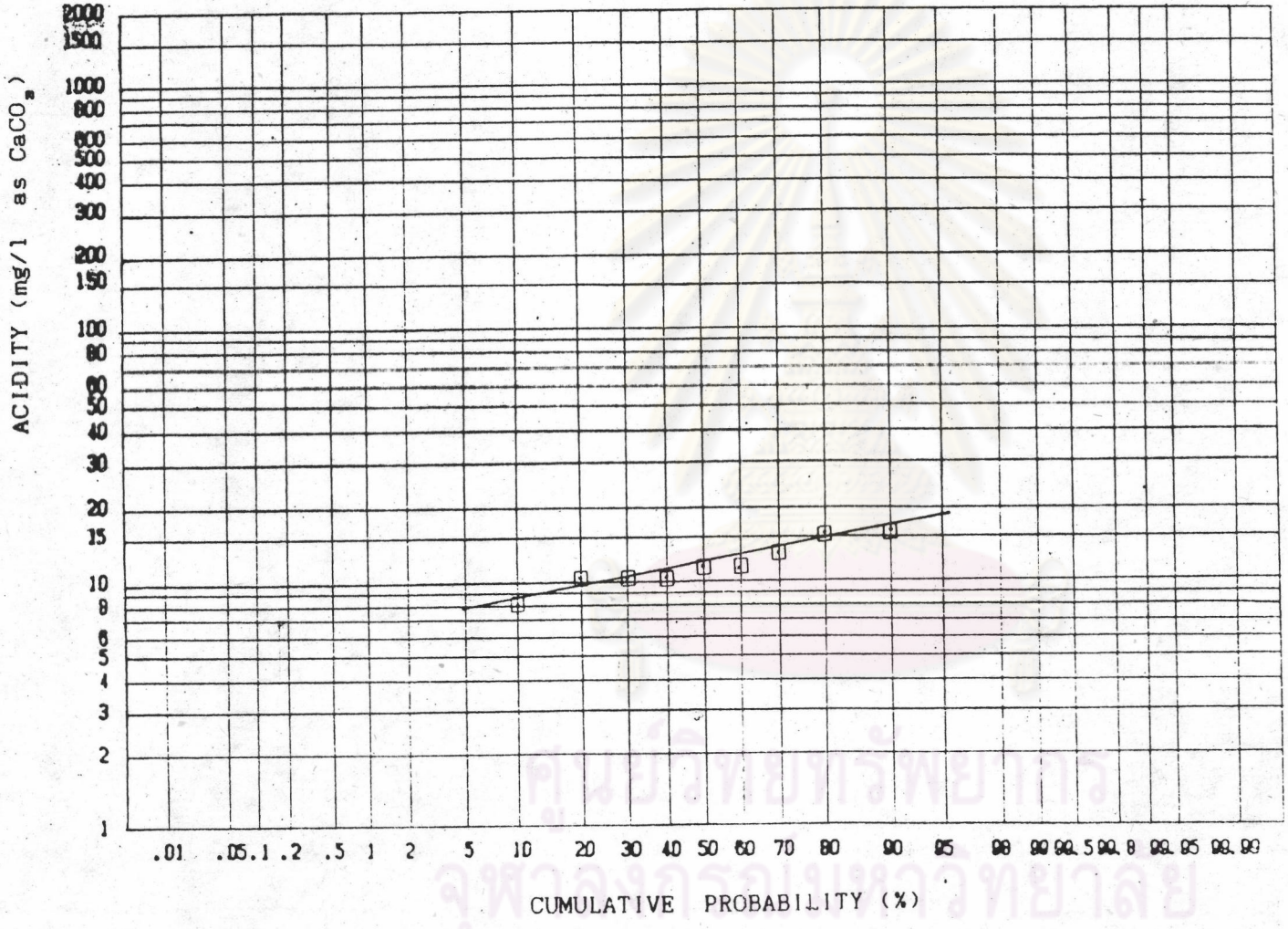
รูปที่ ข.2 ความน่าจะเป็นสะสมของปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสีย



รูปที่ ข.3 ความน่าจะเป็นสะสมของปริมาณของแข็งละลายน้ำในน้ำเสีย



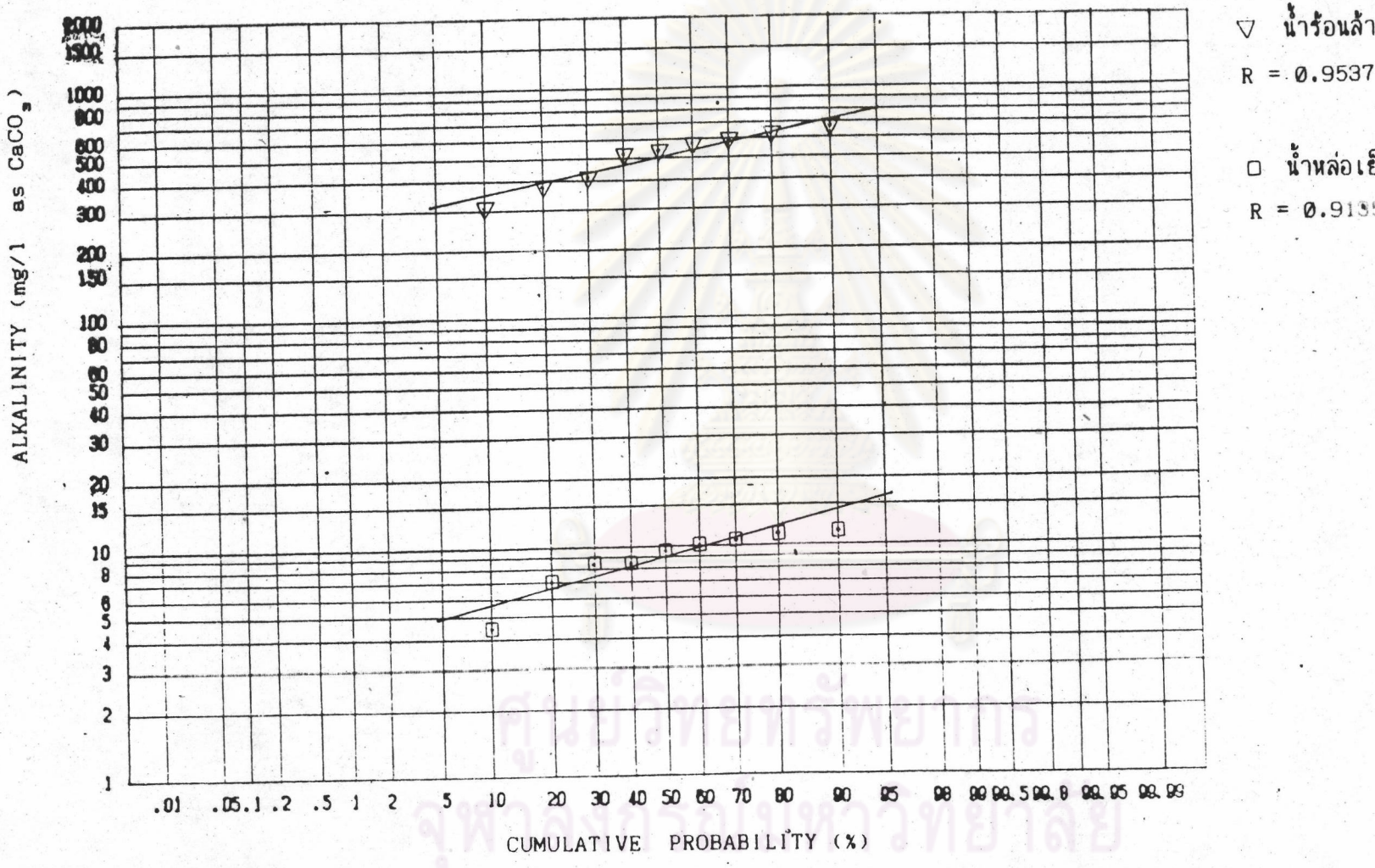
รูปที่ ข.4 ความน่าจะเป็นสะสมของความเป็นกรดในน้ำเสีย



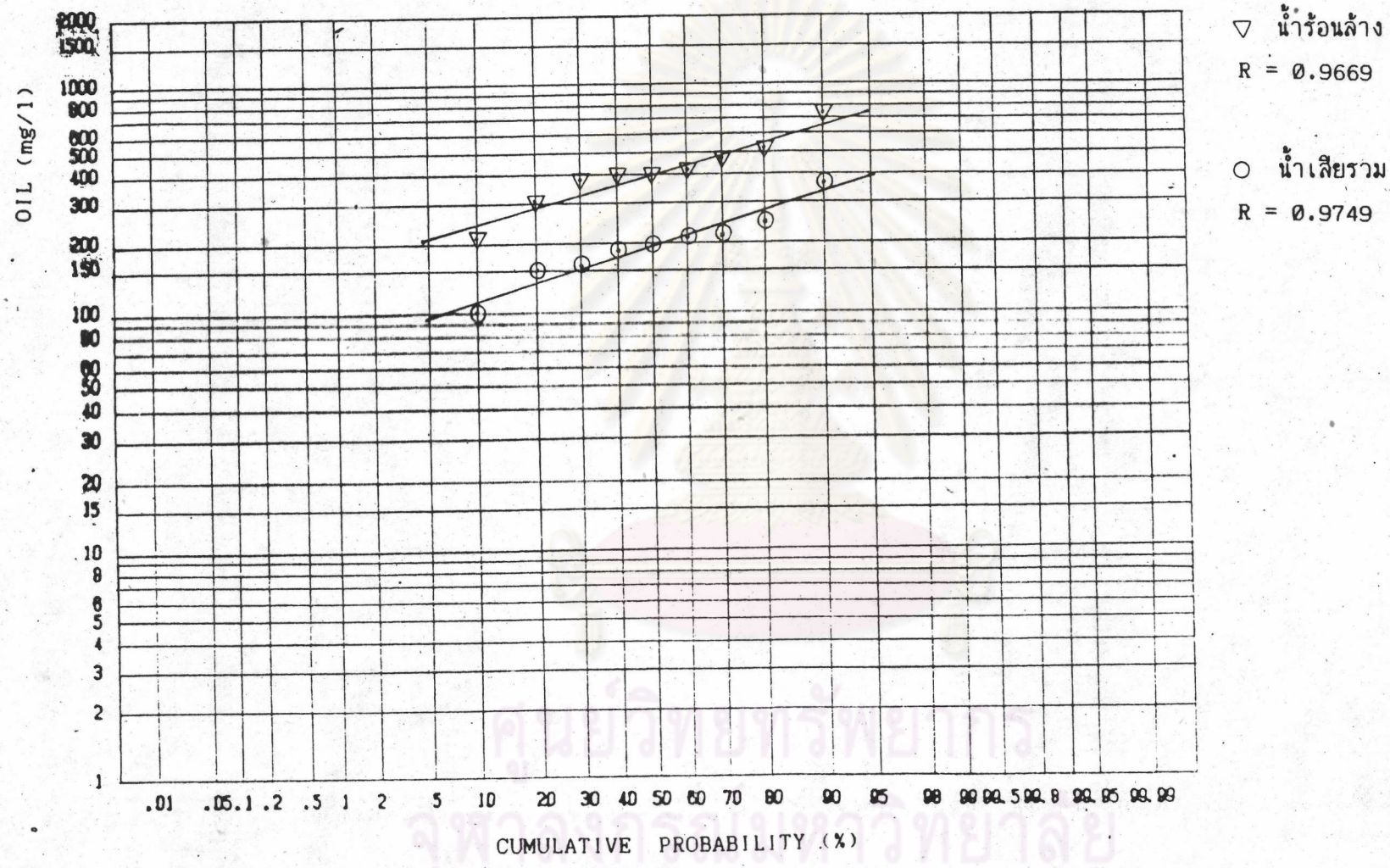
□ น้ำหล่อเย็น

R = 0.9692

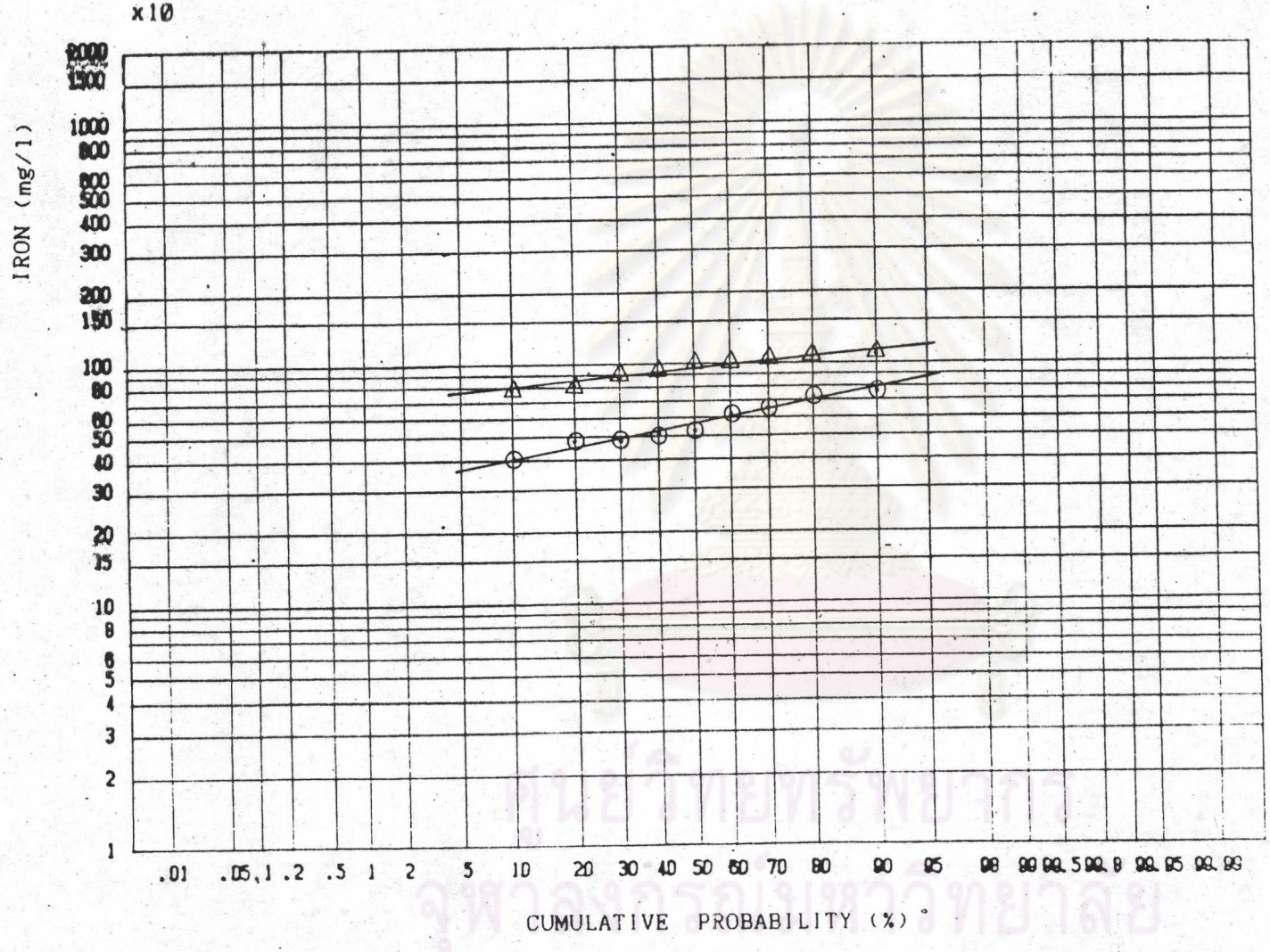
รูปที่ ข.5 ความน่าจะเป็นสะสมของความเป็นกรดในน้ำเสีย (ต่อ)



รูปที่ ข.6 ความน่าจะเป็นสะสมของความเป็นด่างในน้ำเสีย

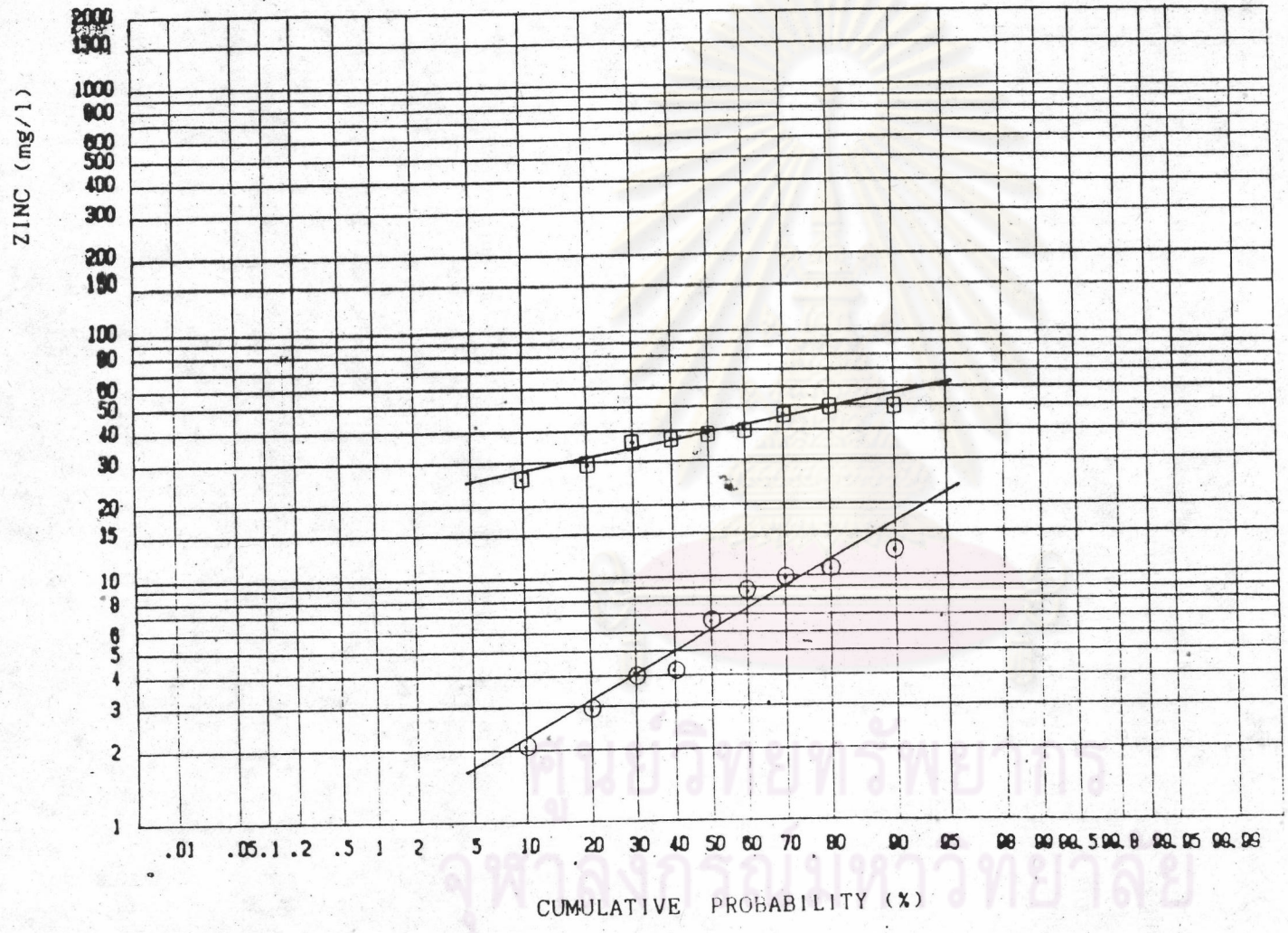


รูปที่ ข.7 ความน่าจะเป็นสะสมของปริมาณน้ำมันในน้ำเสีย

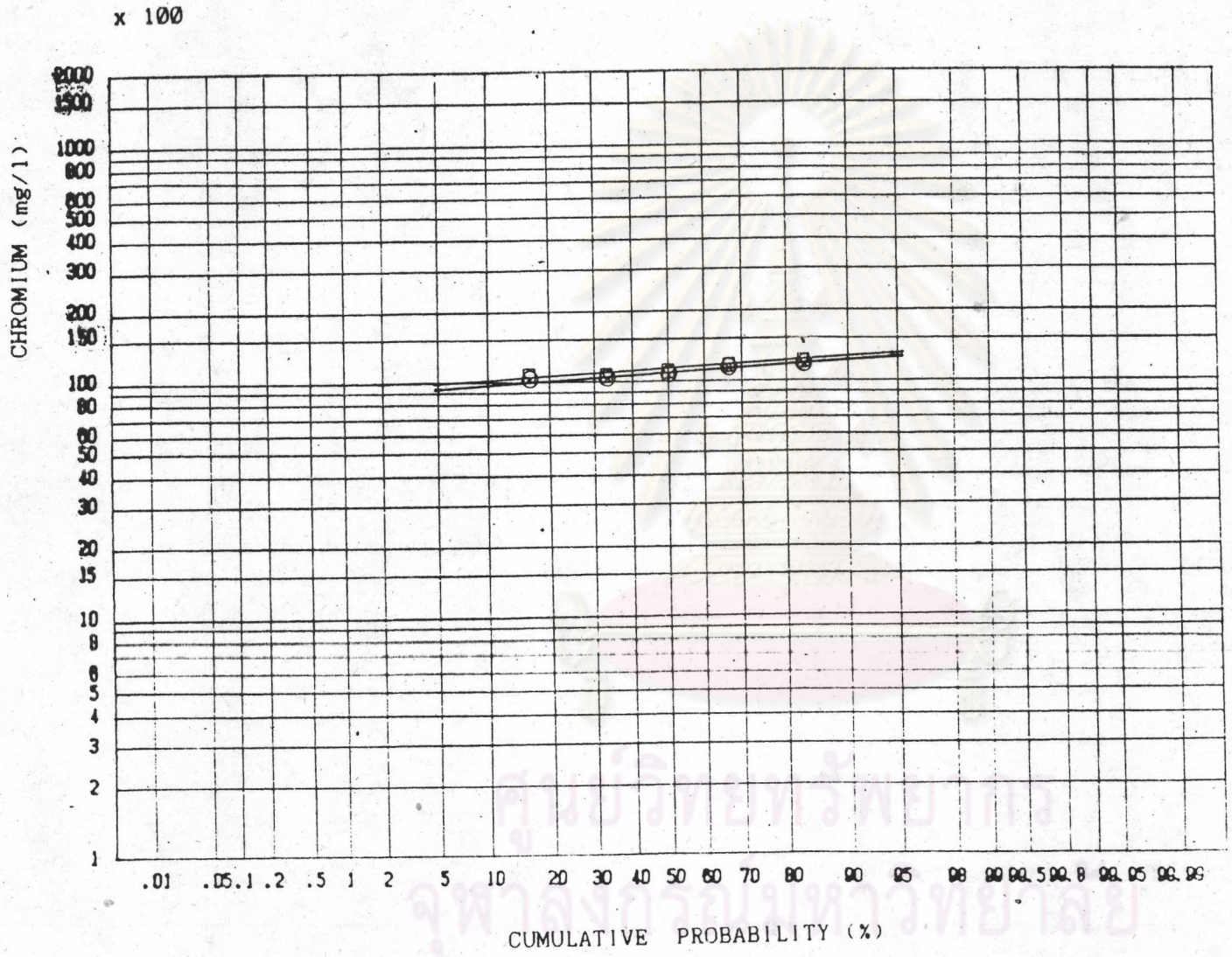


รูปที่ ข.8 ความน่าจะเป็นสะสมของปริมาณเหล็กในน้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข.9 ความน่าจะเป็นสะสมของปริมาณสังกะสีในน้ำเสีย



รูปที่ ข.10 ความน่าจะเป็นละสมของปริมาณโครเมี่ยมในน้ำเสีย

ภาคผนวก ค.

การคำนวณเวลาที่ใช้ในการตกตะกอนที่ SOR.ๆ

โถทดลองขนาด 1500 มล. ทดลองกับน้ำเสียปริมาตร 1000 มล.

- ระดับน้ำที่ปริมาตรเท่ากับ 1000 มล. สูงเท่ากับ 11.3 ซม.
- ระดับของที่เก็บตัวอย่างน้ำอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำเท่ากับ 7.5 ซม.
- การดึงตัวอย่างน้ำแต่ละครั้งต้องการปริมาตรเท่ากับ 120 มล.
- การดึงตัวอย่างน้ำแต่ละครั้งทำให้ระดับน้ำลดลง = (11.3x120)/1000 = 1.36 ซม.

1. <u>การทดลองกับน้ำเสียจากบ่อน้ำหล่อเย็นเมื่อไม่มีการเติมสารโพลีเมอร์</u>

SOR. = 1.5 ม./ชม.

- เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน = (7.5x60)/(1.5x100) = 3.00 นาที
  = 3 นาที : 00 วินาที

SOR. = 1.0 ม./ชม.

- เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน = (7.5-1.36)x60/(1.0x100) = 3.68 นาที
  = 3 นาที : 41 วินาที

SOR. = 0.5 ม./ชม.

- เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน = (7.5-2x1.36)x60/(0.5x100) = 5.74 นาที
  = 5 นาที : 44 วินาที

SOR. = 0.1 ม./ชม.

- เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน = (7.5-3x1.36)x60/(0.1x100) = 20.52 นาที
  = 20 นาที : 31 วินาที

2. <u>การทดลองกับน้ำเสียจากบ่อน้ำหล่อเย็นเมื่อเติมสารโพลีเมอร์</u>

SOR. = 2.0 ม./ชม.

- เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน = (7.5x60)/(2.0x100) = 2.25 นาที
  = 2 นาที : 15 วินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SOR. = 1.5 ม./ชม.

- เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน = (7.5-1.36)x60/(1.5x100) = 2.46 นาที
  = 2 นาที : 27 วินาที

SOR. = 1.0 ม./ชม.

- เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน = (7.5-2x1.36)x60/(1.0x100) = 2.87 นาที
  = 2 นาที : 52 วินาที

SOR. = 0.5 ม./ชม.

- เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน = (7.5-3x1.36)x60/(0.5x100) = 4.10 นาที
  = 4 นาที : 06 วินาที

3. <u>การทดลองกับน้ำเสียรวมจากบ่อพักน้ำเสียท้ายโรงงาน และน้ำเสียผสมระหว่างน้ำร้อนล้างและน้ำเย็นล้าง</u>

SOR. = 0.5 ม./ชม.

- เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน = (7.5x60)/(0.5x100) = 9.00 นาที
  = 9 นาที : 00 วินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

รายละเอียดการคิดค่าบำบัดน้ำเสีย

1. การประเมินราคาค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

1.1 ค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมแบบต่อเนื่อง (ปริมาณน้ำเสีย 32 ลบ.ม./วัน)

- บ่อพักน้ำเสีย คสล. (พร้อมบ่อดักน้ำมัน) ขนาด 12 ลบ.ม.	40,000	บ.
- เครื่องสูบน้ำขนาด 0.5 Hp. 2 เครื่อง	46,000	บ.
- ถังกวนเร็วทำด้วยเหล็กทาด้วยสี Epoxy ขนาด 0.23 ลบ.ม.	14,000	บ.
- อุปกรณ์กวนเร็ว ขนาดมอเตอร์ 0.5 Hp.	20,000	บ.
- ถังกวนช้าทำด้วยเหล็กทาด้วยสี Epoxy ขนาด 0.89 ลบ.ม.	17,000	บ.
- อุปกรณ์กวนช้า ขนาดมอเตอร์ 0.25 Hp.	17,000	บ.
- เครื่องจ่ายสารเคมีและถังเก็บสารเคมี	60,000	บ.
- ถังตกตะกอนทำด้วยเหล็กทาด้วยสี Epoxy ขนาด 8.0 ลบ.ม.	91,000	บ.
- ถังกรองทรายแบบกรองช้า 2 ถัง	59,000	บ.
- ระบบท่อและอุปกรณ์ไฟฟ้า	60,000	บ.
- เครื่องควบคุมพีเอช 2 เครื่อง	40,000	บ.
- ถังปรับพีเอชทำด้วยเหล็กทาด้วยสี Epoxy ขนาด 0.23 ลบ.ม.	14,000	บ.
- อุปกรณ์กวนเร็ว ขนาด 0.5 Hp. สำหรับถังปรับพีเอช	20,000	บ.
- บ่อเก็บกักตะกอน คสล. ขนาด 10 ลบ.ม.	20,000	บ.
รวมค่าก่อสร้างและอุปกรณ์	518,000	บ.

1.2 ค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียผสมระหว่างน้ำร้อนล้างและน้ำเย็นล้าง (ปริมาณน้ำเสีย 27 ลบ.ม./วัน)

- บ่อพักน้ำเสีย คสล. (พร้อมบ่อดักน้ำมัน)ขนาด 9 ลบ.ม.	32,500	บ.
- เครื่องสูบน้ำขนาด 0.5 Hp. 2 เครื่อง	46,000	บ.
- ถังกวนเร็วทำด้วยเหล็กทาด้วยสี Epoxy ขนาด 0.19 ลบ.ม.	13,000	บ.
- อุปกรณ์กวนเร็ว ขนาดมอเตอร์ 0.5 Hp.	20,000	บ.
- ถังกวนช้าทำด้วยเหล็กทาด้วยสี Epoxy ขนาด 0.75 ลบ.ม.	15,000	บ.
- อุปกรณ์กวนช้า ขนาดมอเตอร์ 0.25 Hp.	17,000	บ.
- เครื่องจ่ายสารเคมีและถังเก็บสารเคมี	60,000	บ.
- ถังตกตะกอนทำด้วยเหล็กทาด้วยสี Epoxy ขนาด 6.75 ลบ.ม.	77,000	บ.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ถังกรองทรายแบบกรองซ้ำ 2 ถัง	51,000	บ.
- ระบบท่อและอุปกรณ์ไฟฟ้า	60,000	บ.
- เครื่องควบคุมพีเอช 1 เครื่อง	20,000	บ.
- บ่อเก็บกักตะกอน คสล. ขนาด 10 ลบ.ม.	20,000	บ.
รวมค่าก่อสร้างและอุปกรณ์	431,500	บ.

1.3 ค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำหล่อเย็นและกรดโครมิคแบบเท (Batch) ขนาด 6 ลบ.ม.

- ถังกวนทำด้วยเหล็กทาด้วยสี Epoxy ขนาด 6 ลบ.ม.	48,000	บ.
- อุปกรณ์กวนพร้อมเกียร์ทด ขนาดมอเตอร์ 7.5 Hp.	92,500	บ.
- เครื่องจ่ายสารเคมีและถังเก็บสารเคมี	60,000	บ.
- เครื่องควบคุมพีเอช	20,000	บ.
- ระบบท่อและอุปกรณ์ไฟฟ้า	6,000	บ.
- บ่อเก็บกักตะกอนขนาด 5 ลบ.ม.	10,000	บ.
รวมค่าก่อสร้างและอุปกรณ์	236,500	บ.

1.4 ค่าก่อสร้างระบบบำบัดสารละลายกรดเข้มข้นแบบเทขนาด 6 ลบ.ม.

- ถังกวนทำด้วยเหล็กทาสี Epoxy ขนาด 4.0 ลบ.ม.	41,000	บ.
- อุปกรณ์กวนพร้อมเกียร์ทด ขนาดมอเตอร์ 5.5 Hp.	84,480	บ.
- เครื่องจ่ายสารเคมีและถังเก็บสารเคมี	60,000	บ.
- เครื่องควบคุมพีเอช	20,000	บ.
- ระบบท่อและอุปกรณ์ไฟฟ้า	6,000	บ.
- บ่อเก็บกักตะกอนขนาด 5 ลบ.ม.	10,000	บ.
รวมค่าก่อสร้างและอุปกรณ์	221,480	บ.

2. <u>การประเมินค่าสารเคมีในการบำบัดน้ำเสีย</u>

ราคาสารเคมีเชิงพาณิชย์เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2532 (ที่มา:หจก.รุ่งทรัพย์เคมิคอล)

สารเคมี	ความบริสุทธิ์ (%)	ราคา (บ./กก.)
ปูนขาว	80-85	5.00
โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์	90-95	20.00
กรดไฮโดรคลอริค	36% โดยน้ำหนักในกรดเข้มข้น	8.00
กรดซัลฟุริค	98% โดยน้ำหนักในกรดเข้มข้น	8.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1 ค่าสารเคมีในการบำบัดน้ำเสียรวม

ปริมาณปูนขาวในการปรับพีเอชที่ 9.5 = 1275.00 มก./ล.

ปริมาณกรดไฮโดรคลอริคในการปรับพีเอชกกลับมาที่ 8.5 = 0.0404 ก./ล.

ค่าสารเคมี = (1275x5.00)/(0.80x1000)+(0.0404x8.00/0.36)

= 8.87 บ./ลบ.ม.ของน้ำเสีย

2.2 ค่าสารเคมีในการบำบัดน้ำหล่อเย็น

ปริมาณปูนขาวในการปรับพีเอชที่ 9.5 = 72.50 มก./ล.

ปริมาณกรดไฮโดรคลดริคในการปรับพีเอชกกลับมาที่ 8.5 = 0.0242 ก./ล.

ค่าสารเคมี = (72.50x5.00)/(0.80x1000)+(0.0242x8.00/0.36)

= 0.99 บ./ลบ.ม.ของน้ำเสีย

2.3 ค่าสารเคมีในการบำบัดน้ำเสียผสมระหว่างน้ำร้อนล้างและน้ำเย็นล้าง

ปริมาณปูนขาวในการปรับพีเอชที่ 7.0 = 906.25 มก./ล.

ค่าสารเคมี = (906.25x5.00)/(0.8x1000)

= 5.66 บ./ลบ.ม.ของน้ำเสีย

2.4 ค่าสารเคมีในการบำบัดกรดโครมิค

ปริมาณโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ 1.75 เท่าของค่าทางทฤษฎี = 56.26 ก./ล.

ปริมาณกรดซัลฟุริคที่ใช้ในการรักษาระดับพีเอชที่ 2.0 = 32.70 ก./ล.

ปริมาณปูนขาวที่ใช้ปรับพีเอชกรดโครมิคหลังการรีดิวส์ที่พีเอช 8.5 = 35.86 ก./ล.

ค่าสารเคมี = (56.26x20/0.95)+(32.70x8/0.98)+(17.93x5/0.80)

= 1675.49 บ./ลบ.ม.ของน้ำเสีย

2.5 ค่าสารเคมีในการบำบัดสารละลายกรดเข้มข้น

ปริมาณปูนขาวในการปรับพีเอชที่ 7.0 = 32.82 ก./ล.

ค่าสารเคมี = (32.82x5/0.80)

= 205.13 บ./ลบ.ม.ของน้ำเสีย

3. <u>รายการคำนวณค่าไฟฟ้า</u>

ไฟฟ้าชนิด 380 V./3 phase/50 Hz. ราคาโดยเฉลี่ย 2.70 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

มอเตอร์(Hp.)	กระแสไฟฟ้าที่ต้องการ(Amp.)	กำลังไฟฟ้า(Kw.
0.25	0.55	0.209
0.50	1.05	0.399
1.00	2.20	0.836
5.50	8.70	3.306
7.50	12.00	4.560
เครื่องจ่ายสารเคมีและระบบควบคุมไฟฟ้า	0.20	0.076

รายละเอียดเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์กวนน้ำดูจากการประเมินราคาค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

3.1 ค่าไฟฟ้าในการบำบัดน้ำเสียรวมแบบต่อเนื่อง

เวลาใช้งาน = 24 ชม.

ปริมาณน้ำเสีย = 32 ลบ.ม. วัน

ค่าไฟฟ้า = (0.836+(2x0.399)+0.209+0.076)x24x2.70)/32

= 3.89 บ./ลบ.ม.ของน้ำเสีย

3.2 ค่าไฟฟ้าในการบำบัดน้ำหล่อเย็นแบบเท

เวลาใช้งาน = 1 ชม.

ปริมาณน้ำเสีย = 6 ลบ.ม./วัน

ค่าไฟฟ้า = (4.560+0.076)x1x2.70/6

= 2.09 บ./ลบ.ม.ของน้ำเสีย

3.3 ค่าไฟฟ้าในการบำบัดน้ำเสียผสมระหว่างน้ำร้อนล้างและน้ำเย็นล้างแบบต่อเนื่อง

เวลาใช้งาน = 24 ชม.

ปริมาณน้ำเสีย = 27 ลบ.ม./วัน

ค่าไฟฟ้า = ((0.836+0.399+0.209+0.076)x24x2.70)/32

= 3.65 บ./ลบ.ม.ของน้ำเสีย

3.4 ค่าไฟฟ้าในการบำบัดกรดโครมิคแบบเท

เวลาใช้งาน = 1.67 ชม.

ปริมาณน้ำเสีย = 6 ลบ.ม./ครั้ง

ค่าไฟฟ้า = ((4.560+0.076)x1.67x2.70)/6

= 3.48 บ./ลบ.ม.ของน้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.5 ค่าไฟฟ้าในการบำบัดสารละลายกรดเข้มข้นแบบเท

เวลาใช้งาน = 0.5 ชม.

ปริมาณน้ำเสีย = 4 ลบ.ม./ครั้ง

ค่าไฟฟ้า = ((3.306+0.076)x0.5x2.70)/4

= 1.14 บ./ลบ.ม.ของน้ำเสีย

4. <u>ค่าซ่อมบำรุงของระบบบำบัดน้ำเสียตลอดอายุการใช้งาน</u>

ค่าซ่อมบำรุงของระบบบำบัดน้ำเสียประมาณเท่ากับ 10% ของค่าก่อสร้างระบบ

5. <u>ค่าบำบัดน้ำเสียและตะกอนโดยศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรม</u>

การคิดค่าบำบัดน้ำเสียและตะกอนเป็นดังนี้

ประเภทของเสีย	ค่าบำบัด (บ./ตัน)	ค่าขนส่งของเสียจากโรงงานไปศูนย์ฯ (บ./ตัน-กม.)	ค่าฝังกาก (บ./ตัน)	ค่าขนส่งจากศูนย์ฯไปราชบุรี(บ./ตัน-กม.)
น้ำเสียโรงชุบโลหะ	45	1	100	2
ตะกอนไฮดรอกไซด์	450	1	100	1

*<u>หมายเหตุ</u> 1) ของเสียที่เป็นน้ำเสีย 1 ตันมีปริมาตรประมาณ 1 ลบ.ม.

2) กากของน้ำเสียโรงงานชุบโลหะมีน้ำหนัก = 3 % ของปริมาณน้ำเสีย

3) ระยะทางจากศูนย์ฯไปโรงงานที่ศึกษาประมาณ 30 กม.

4) ระยะทางจากศูนย์ไปราชบุรีประมาณ 150 กม.

5) ตะกอนไฮดรอกไซด์มีความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)= 1.05

ดังนั้นน้ำเสีย 1 ลบ.ม. เสียค่าบำบัด = 45+(1x2x30)+(0.03x2x150)+(0.03x2x150)

= 117 บ.

ตะกอนไฮดรอกไซด์ 1 ลบ.ม. เสียค่าบำบัด = (450+(1x2x30)+100+(1x150))x1.05

= 798 บ.

ประวัติผู้วิจัย

นาย มงคล ปริญญาปริวัฒน์ เกิดวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ.2507 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2529

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย