รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2542. เอกสารการสัมมนาเรื่องการใช้เถ้าลอยในงานคอนกรีต. 17 กุมภาพันธ์ 2542 ณ ห้องประชุม 2 กฟผ. โดยคณะอนุกรรมการสาขาคอนกรีตและพัสดุในคณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา สมาคมวิศวกรรมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

จรัญ จันทลักขณา. 2540. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิช จำกัด

จันทร์นา สงวนรุ่งวงศ์. 2539. การกำจัดโลหะในน้ำด้วยขี้เถ้าลอย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัชวาล จันทร์ดุ้ง. 2537. การนำกลับโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนังด้วยโรงทดลองนำร่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์, มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2520. "การสำรวจข้อมูลพื้นฐานเพื่อการออกแบบระบบบำบัดน้ำโสโครกสำหรับกลุ่มโรงงานฟอกหนัง". วิศวกรรมสาร กุมภาพันธ์ 2520 : หน้า 33 – 53.

ธิดารัตน์ ดำรงสอน. 2539. การกำจัดโครเมียมด้วยแมงกานีสซัลเฟต และโซดาไฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย มหิดล.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2539. วิศวกรรมการประปา เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปธาน บรรจงปรุ. 2536. ศักยภาพของมลพิษจากอุตสาหกรรมฟอกหนังในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2537. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เยาวนุช สุจริตธรรม. 2536. การตกตะกอนผลึกโครเมียมในน้ำเสียฟอกหนังโดยการบำบัดด้วยด่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนุวัฒน์ ปูนพันธ์ฉาย. 2539. การทำตะกอนโลหะหนังซัลไฟด์ให้เป็นก้อนโดยใช้ปูนซิเมนต์และเถ้าลอยลิกไนต์เป็นตัวประสาน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุตสาหกรรม, กระทรวง. 2540. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6. พ.ศ. 2540.

ภาษาอังกฤษ

Daigle, R.P. and Bennett, D.J. 1986. Effluent Chrome Recovery at Thru-Blu. J. Am. Leather Chem. Assoc. 81(9): 305-311. Chemical Abstracts: Abstract No. CA 105(22) : 193287s.

Islam Serajul Md. 1982. Treatment of Tannery Waste Effects of Trivalent and Hexavalent Chromium. Masters Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand. April.

James W. Moore and Rannamoorthy S. 1984. Heavy Metals in Natural Waters Applied Monitoring and Impact Assessment.

Lagnese, K.M., and Dzombak, D.A. 1993. Use of Sedimentation Ponds for Removal of Metals from Ash Transport Waters. Envi. Prog. 4:246-256.

Langerwerf, J.S.A. 1978. Recovery and Reuse of Trivalent Chromium. Proc.-Congr. Leather Ind. 6(1): 251-261. Chemical abstracts : Abstract No. CA92(8) : 60354c.

Lofroth, G. and Ames B.N. 1978. Mutagenicity of Inorganic compounds in Salmonella Typhimurium : Arsenic, Chromium and Selenium. Mutation Research. 53 : 65-66.

Mamakov, A. A., et. al. 1973. Electroflotation Removal of Chromium from Tannery Wastewater and Recovery of the chromium from the Flotation Product. Izv. Akad Nauk Mold. (1): 87-89. Chemical abstracts : Abstract No. CA79(14) : 83157m.

Mavros, P., Zouboulis, A.I., and Lazaridis, N.K. 1993. Removal of Metal Ion from Wastewater The Case of Nickel. Envi. Tech. 14:83-93.

Nikolove, A. and Papazov, I. 1970. Treatment of Chrome Tannery Wastewaters and Possibilities of Recovering the Chromium. Tr. Nauchnoizsled. Inst. 5: 159-168. Chemical Abstracts: Abstract No. CA79(18) 107501c.

Panday, K.K., Yavada, K.P., Tyagi, B.S., and Singh, V.N. 1987. Fly Ash for the Treatment of Cd(II) Rich effluents. Envi. Tech. Letters. 8:225 -234.

Patterson J.W. 1971. Wastewater Treatment Technology. Ilinors: Ilinors Institute for Environmental Quality.

Pickering, Q.H., and Henderson C. 1966. The Acute Toxicity of some Heavy Metals to Different Species of Warm Water Fishes. Air and Water Pollution International Journal. 10: 453-463.

Porst Jurgen. 1977. Expert Report on Waste in the Tannery Industry. Institute for projectplaning GMBH; STUTTGART. [Technical Co-Operation Kingdom of Mailand - Federal Republic of Germany] March, 1977. อ้างถึงในปธาน บรรจงปรุ. ศักยภาพของมลพิษจากอุตสาหกรรมฟอกหนังในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

Rai, D., Sass, B.M., and Moor, D.A. 1987. Chromium (III) Hydrolysis Constants and Solubility of Chromium (III) Hydroxy., pp. 345-349. อ้างถึงในชัชวาล จันทร์คุ้ง. การนำกลับโครเมียมจากน้ำเสียฟอกหนังด้วยโรงทดลองนำร่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

Rehwoldt, R., Lasko L., Shaw C., and Wirhowski E. 1973. The Acute Toxicity of some Heavy Metals Ions toward Benthic Organism. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicity. 10 : 291-294.

Schafer, H.A. 1976. Characteristics of Municipal Wastewater Discharges, Annual Report. Sounthern California Coastal Water Research Project. El Segundo.

Shingkey, F.G. 1973. pH on pI on Control in Process and Waste Stream. New York: John Wiley 2 Sons, Inc.

Sitting, M. 1980. Priority Toxic Pollutants. Health Impacts and Allowable Limits. Noyes Data Corporation, New Jersey, 370 pp.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th editor, APHA,

Washington D.C., 1992.

Van Der Putte, I., M.A. Brinkhorst, and J.H. Koeman. 1981. Effect of pH on the Acute Toxicity of Hexavalent Chromium to Rainbow Trout (Salmo Gairdneri). Aquatic Toxicity. 1: 129-142.

Wood C.W. and Holiday A.K. 1976. Inorganic Chemistry. 3rd ed. USA: Butterworth.

Yavada, K.P., Tyagi, B.S. and Singh, V.N. 1989. Fly-ash for the treatment of water enriched in lead(II). J. Envi. Sci. and Health. 7:783-808.

Young D.R., Johnson J.N., Soutar A., and Isaacs. 1973. Mercury Concentrations in Dated Varved Marine Sediment Collected off Sounthern California, Nature. 244 : 273-274.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์โครเมียมรวมโดยการวัดสี (Colorimetric method)

การวิเคราะห์โครเมียมรวมโดยการวัดสี มี 2 ขั้นตอนดังนี้

2. ขั้นตอนการเตรียมน้ำตัวอย่าง

<u>สารเคมีที่ใช้</u>

1. กรดไนตริกเข้มข้น
2. กรดซัลฟุริกเข้มข้น
3. กรดไนตริก 1 + 1
4. กรดเปอร์คลอริกเข้มข้น
5. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 30%
6. เมธิลออเรนจ์

<u>ขั้นตอนการย่อย</u>

1. ผสมตัวอย่างน้ำให้เข้ากันแล้วปิเปตใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มล. ปริมาณ 10 มล. เติมน้ำกลั่นผสมให้เป็น 100 มล.

2. หยดเมธิลออเรนจ์ 2 – 3 หยด เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้นจนเป็นสีแดง แล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 5 มล. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2 มล. ตามลำดับ ใส่ลูกแก้วพอประมาณแล้วนำไปต้มบนแท่นร้อน

3. เมื่อปริมาตรสารละลายเหลือประมาณ 10 – 20 มล. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 12 มล. นำไปต้มต่อจนควันสีน้ำตาลจางหายไป (ปริมาตรสารละลายเหลือ 10 – 20 มล.)

4. เติมกรดไนตริก 1 + 1 25 มล. และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 24 มล. ต้มต่อจนควันสีขาวจางหายไป แล้วจะได้สารละลายที่มีสีเหลืองใส ยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

5. เติมน้ำกลั่น 50 มล. ต้มต่อจนเดือด เพื่อละลายเกลือที่เกิดขึ้น ยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

6. เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล.

7. นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาโครเมียมโดยวิธีวัดสีต่อไป

3. ขั้นตอนการวิเคราะห์โครเมียมรวมโดยวิธีวัดสี

<u>อุปกรณ์หลักที่ใช้</u>

1. สเปคโตรโฟโตมิเตอร์
2. แท่นร้อน (hotplate)

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายอินดิเคเตอร์เมธิลออเรนจ์
2. สารละลายกรดซัลฟุริก (1 + 1)
3. สารละลายโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต ($KMnO_4$)
4. สารละลายโซเดียมเอไซด์ (NaN_3)
5. สารละลาย 1 – 5 ไดฟีนิลคาร์บาไซด์ ($C_{13}H_{12}N_4O$)
6. กรดฟอสฟอร์ริกเข้มข้น (H_3PO_4)

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. ปิเปตน้ำตัวอย่างให้มีโครเมียมอยู่ประมาณ 20 – 80 ไมโครกรัม (ถ้าน้ำตัวอย่างมีความเข้มข้นสูงต้องทำการเจือจางก่อน) ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 40 มล. ใส่ลูกแก้ว 2 – 3 เม็ด

2. หยดเมธิลออเรนจ์ 2 – 3 หยด จากนั้นเติมกรดซัลฟุริก (1 + 1) จนถึงจุดยุติของเมธิลออเรนจ์ (สีส้มแดง) แล้วเติมกรดซัลฟุริก (1 + 1) ให้เกินพออีก 1 มล.

3. นำสารละลายในข้อ 2 มาต้มบนแท่นร้อนจนเดือด จากนั้นหยดสารละลายโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนตจนได้สารละลายสีแดงเข้ม (ค่อย ๆ เติมทีละหยด) ต้มต่ออีก 2 นาที แล้วเติมสารละลายโซเดียมเอไซด์ 1 มล. ต้มต่อจนสีแดงจางลง (ประมาณ 30 วินาที) ถ้าสีแดงไม่จางลงให้เติมสารละลายโซเดียมเอไซด์อีก 1 มล. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติมกรดฟอสฟอร์ริกเข้มข้น 5 หยด

4. ปรับพีเอชของสารละลายด้วยกรดซัลฟุริก 0.2 นอร์มอล ให้มีพีเอช 1.0 + 0.3

5. เจือจางสารละลายที่ได้ด้วยน้ำกลั่นแล้วทำให้ปริมาตรเป็น 100 มล. แล้วเติมสารละลายไดฟีนิลคาร์บาไซด์ 2 มล. ตั้งทิ้งไว้ 5 – 10 นาที แล้วนำไปวัดค่าแอบซอร์พแบนซ์ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

8. นำค่าแอบซอร์พแบนซ์ที่ได้ไปเทียบหาปริมาณโครเมียมจากกราฟคาลิเบชัน

$$\text{ความเข้มข้นของโครเมียม (มก./ล.}_{\text{as Cr}}) = \frac{\text{ปริมาณโครเมียม (ไมโครกรัม)}}{\text{ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}}$$

ภาคผนวก ข

ผลการศึกษาการตกตะกอนโครเมียมในน้ำเสียจากโรงงานฟอกหนัง โดยใช้เถ้าลอย

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างก่อนทำการทดลอง

พารามิเตอร์	หน่วย	วันที่เก็บตัวอย่าง			เฉลี่ย
		1 มิย. 41	1 สค. 41	4 ตค. 41	
พีเอช	unit	9.1	8.2	7.8	8.4
การนำไฟฟ้า	μmhos/cm	13,600	13,100	12,400	13,000
ความเค็ม	ppt	14.5	13.8	13.2	13.8
สารแขวนลอย	มิลลิกรัมต่อลิตร	2,120	1,920	1,750	1,930
บีโอดี	มิลลิกรัมต่อลิตร	1,710	1,590	1,380	1,560
ซีโอดี	มิลลิกรัมต่อลิตร	3,360	3,360	3,230	3,400
โครเมียมทั้งหมด	มิลลิกรัมต่อลิตร	17.8	16.7	13.3	15.9

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณโครเมียม (มก./ล.) ในน้ำส่วนบนหลังจากตกตะกอนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อใช้พีเอชและปริมาณขี้เถ้าลอยที่แตกต่างกัน

% ขี้เถ้าลอย พีเอช	0%	1%	1.25%	2.50%	5%	10%
6 ครั้งที่ 1	3.06	1.37	1.26	1.1	0.69	0.65
ครั้งที่ 2	3.12	1.35	1.19	1.08	0.58	0.7
ครั้งที่ 3	3.17	1.47	1.22	0.94	0.72	0.73
เฉลี่ย	3.12	1.40	1.22	1.04	0.66	0.69
7 ครั้งที่ 1	2.28	1.12	1.18	1.01	0.7	0.68
ครั้งที่ 2	2.32	1.45	1.21	0.96	0.54	0.57
ครั้งที่ 3	2.4	1.36	1.07	1.04	0.67	0.65
เฉลี่ย	2.33	1.31	1.15	1.00	0.64	0.63
8 ครั้งที่ 1	2.21	1.11	1.17	0.88	0.73	0.63
ครั้งที่ 2	2.26	1.21	1.13	0.83	0.62	0.71
ครั้งที่ 3	2.29	1.25	1.09	0.79	0.68	0.65
เฉลี่ย	2.25	1.19	1.13	0.83	0.68	0.66
9 ครั้งที่ 1	1.94	0.62	0.57	0.68	0.66	0.69
ครั้งที่ 2	1.98	0.78	0.75	0.73	0.57	0.65
ครั้งที่ 3	2.03	0.84	0.69	0.8	0.6	0.58
เฉลี่ย	1.98	0.75	0.67	0.74	0.61	0.64
10 ครั้งที่ 1	1.95	0.87	0.75	0.89	0.66	0.83
ครั้งที่ 2	2.27	0.91	0.64	0.71	0.72	0.79
ครั้งที่ 3	2.03	0.8	0.76	0.85	0.74	0.71
เฉลี่ย	2.08	0.86	0.72	0.82	0.71	0.78
11 ครั้งที่ 1	0.67	0.47	0.58	0.56	0.57	0.51
ครั้งที่ 2	0.71	0.59	0.66	0.61	0.61	0.62
ครั้งที่ 3	0.74	0.6	0.63	0.54	0.69	0.59
เฉลี่ย	0.71	0.55	0.62	0.57	0.62	0.57
12 ครั้งที่ 1	0.59	0.65	0.78	0.76	0.61	0.54
ครั้งที่ 2	0.63	0.73	0.88	0.58	0.57	0.62
ครั้งที่ 3	0.68	0.7	0.63	0.69	0.64	0.59
เฉลี่ย	0.63	0.69	0.76	0.68	0.61	0.58

ตารางที่ 3 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณโครเมียม (%) เมื่อใช้พีเอชและปริมาณขี้เถ้าลอยที่แตกต่างกัน

% ขี้เถ้าลอย พีเอช	0%	1%	1.25%	2.50%	5%	10%
6 ครั้งที่ 1	82.19	91.74	92.92	93.82	95.96	95.9
ครั้งที่ 2	81.32	91.8	92.69	93.53	95.87	95.81
ครั้งที่ 3	76.99	89.85	91.05	92.93	95.64	95.11
เฉลี่ย	80.40	91.22	92.31	93.46	95.83	95.64
7 ครั้งที่ 1	86.52	91.85	93.2	94.16	96.07	96.18
ครั้งที่ 2	86.11	91.86	92.93	93.95	95.99	96.11
ครั้งที่ 3	82.86	91.58	91.95	92.78	95.94	95.71
เฉลี่ย	85.32	91.76	92.75	93.69	96.00	96.02
8 ครั้งที่ 1	87.13	92.98	93.43	95.06	95.9	96.01
ครั้งที่ 2	86.47	92.75	93.23	95.03	95.93	96.11
ครั้งที่ 3	83.38	91.65	91.8	94.06	95.34	95.26
เฉลี่ย	85.83	92.52	92.89	94.76	95.74	95.83
9 ครั้งที่ 1	88.6	95.28	95.79	95.51	96.29	96.12
ครั้งที่ 2	88.14	95.33	95.87	95.63	96.41	96.11
ครั้งที่ 3	85.41	95.34	95.71	94.89	95.71	95.64
เฉลี่ย	87.53	95.30	95.79	95.37	96.16	95.97
10 ครั้งที่ 1	87.25	94.89	95.73	95	95.84	95.34
ครั้งที่ 2	87.84	94.79	95.51	94.91	95.69	95.27
ครั้งที่ 3	85.34	93.98	95.19	94.66	95.04	94.66
เฉลี่ย	86.90	94.59	95.49	94.86	95.56	95.12
11 ครั้งที่ 1	95.84	96.63	96.29	96.57	96.12	96.52
ครั้งที่ 2	95.75	96.47	96.23	96.65	96.35	96.47
ครั้งที่ 3	94.96	96.47	95.64	95.94	95.71	96.17
เฉลี่ย	95.56	96.52	96.08	96.42	96.08	96.39
12 ครั้งที่ 1	96.18	95.9	95.06	95.73	96.4	96.52
ครั้งที่ 2	96.23	95.81	95.33	95.87	96.35	96.47
ครั้งที่ 3	95.56	95.11	95.26	95.64	95.71	95.94
เฉลี่ย	96.20	95.64	95.20	95.74	96.18	96.33

ตารางที่ 4 แสดงระดับปริมาณตะกอน (มล.) ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อใช้ปริมาณขี้เถ้าลอยแตกต่างกัน ที่ค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 6

เวลา (นาที)	ปริมาณขี้เถ้าลอย (%)				
	1	1.25	2.5	5	10
5	21	23	96	140	352
10	20	21	74	124	225
15	20	21	67	120	199
20	20	21	66	120	195
25	20	21	65	120	194
30	20	21	64.5	120	192
40	20	21	64	120	191
60	20	21	63	120	190
90	20	21	63	120	190
120	20	21	63	120	190
150	20	21	63	120	190
180	20	21	63	120	190
240	20	21	63	120	190
300	20	21	63	120	190
360	20	21	63	120	190

ตารางที่ 5 แสดงระดับปริมาณตะกอน (มล.) ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อใช้ปริมาณขี้เถ้าลอยแตกต่างกัน ที่ค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 7

เวลา (นาที)	ปริมาณขี้เถ้าลอย (%)				
	1	**1.25**	**2.5**	**5**	**10**
5	28	33	110	133	350
10	25	27	91	121	245
15	25	27	76	120	228
20	25	27	69	119	221
25	25	27	67	119	220
30	25	27	67	119	220
40	25	27	67	119	220
60	25	27	66	119	220
90	25	27	66	119	220
120	25	27	64	119	220
150	25	27	64	119	220
180	25	27	64	119	220
240	25	27	64	119	220
300	25	27	64	119	220
360	25	27	64	119	220

ตารางที่ 6 แสดงระดับปริมาณตะกอน (มล.) ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อใช้ปริมาณขี้เถ้าลอยแตกต่างกัน ที่ค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 8

เวลา (นาที)	ปริมาณขี้เถ้าลอย (%)				
	1	**1.25**	**2.5**	**5**	**10**
5	30	34	121	130	300
10	26.5	28	93	120	230
15	26.5	28	87	118	208
20	26.5	28	84	117	203
25	26.5	28	83	117	201
30	26.5	28	83	116	201
40	26.5	28	82	116	201
60	26.5	28	82	116	201
90	26.5	28	81	116	201
120	26.5	28	81	116	201
150	26.5	28	80	116	201
180	26.5	28	80	116	201
240	26.5	28	79	116	201
300	26.5	28	79	116	201
360	26.5	28	79	116	201

ตารางที่ 7 แสดงระดับปริมาณตะกอน (มล.) ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อใช้ปริมาณขี้เถ้าลอยแตกต่างกัน ที่ค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 9

เวลา (นาที)	ปริมาณขี้เถ้าลอย (%)				
	1	**1.25**	**2.5**	**5**	**10**
5	33.5	35	136	140	320
10	33	34	125	130	236
15	33	34	104	113	218
20	33	34	99	102	210
25	33	34	93	102	204
30	33	34	92	100	204
40	33	34	91	100	204
60	33	34	90	100	204
90	33	34	89	100	204
120	33	34	88	100	204
150	33	34	87	100	204
180	33	34	86	100	204
240	33	34	85	100	204
300	33	34	83	100	204
360	33	34	83	100	204

ตารางที่ 8 แสดงระดับปริมาณตะกอน (มล.) ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อใช้ปริมาณขี้เถ้าลอยแตกต่างกัน ที่ค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 10

เวลา (นาที)	ปริมาณขี้เถ้าลอย (%)				
	1	1.25	2.5	5	10
5	35	53.5	148	156	350
10	30	50	128	135	285
15	30	50	100	115	528
20	30	49	94	103	243
25	30	49	92	102	235
30	30	49	91	102	230
40	30	48	90	102	227
60	30	48	89	102	224
90	30	48	88	102	222
120	30	48	88	102	221
150	30	48	87	102	220
180	30	48	87	102	220
240	30	48	86	102	220
300	30	48	86	102	220
360	30	48	86	102	220

ตารางที่ 9 แสดงระดับปริมาณตะกอน (มล.) ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อใช้ปริมาณขี้เถ้าลอยแตกต่างกัน ที่ค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 11

เวลา (นาที)	ปริมาณขี้เถ้าลอย (%)				
	1	1.25	2.5	5	10
5	50	150	154	165	365
10	48	115	131	130	252
15	48	105	123	118	212
20	48	103	120	115	205
25	48	101	117	113	202
30	48	100	115	112	201
40	48	99	113	112	200
60	48	98	112	112	200
90	48	98	111	112	200
120	48	98	110	112	200
150	48	98	110	112	200
180	48	98	109	112	200
240	48	98	109	112	200
300	48	98	109	112	200
360	48	98	109	112	200

ตารางที่ 10 แสดงระดับปริมาณตะกอน (มล.) ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อใช้ปริมาณขี้เถ้าลอยแตกต่างกัน ที่ค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 12

เวลา (นาที)	ปริมาณขี้เถ้าลอย (%)				
	1	1.25	2.5	5	10
5	185	310	258	310	270
10	135	221	220	213	210
15	130	208	208	201	198
20	129	199	199	199	197
25	128	191	191	198	196
30	127	185	183	198	195
40	126	182	178	196	195
60	126	180	174	196	195
90	126	180	173	196	195
120	126	180	171	196	195
150	126	180	170	196	195
180	126	180	169	196	195
240	126	180	168	196	195
300	126	180	168	196	195
360	126	180	168	196	195

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณโครเมียมที่เหลืออยู่ในน้ำส่วนบน เมื่อใช้เวลาในการกวนเร็ว (100 รอบต่อนาที) และเวลาในการกวนช้า (40 รอบต่อนาที) แตกต่างกัน

เวลาในการกวนเร็ว (นาที)/ เวลาในการกวนช้า (นาที)	ปริมาณโครเมียมที่เหลืออยู่ในน้ำส่วนบน (มก./ล.)
1/10	0.76
1/20	0.88
1/30	0.87
1/60	0.93
1/120	0.91
5/10	0.78
5/20	0.75
5/30	0.75
5/60	0.82
5/120	0.78
10/10	0.51
10/20	0.51
10/30	0.48
10/60	0.56
10/120	0.52

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างหลังจากตกตะกอนด้วยขี้เถ้าลอย 1 เปอร์เซ็นต์ ที่พีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 11 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

พารามิเตอร์	หน่วย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
การนำไฟฟ้า	μmhos/cm	12,200	11,600	10,800	11,500
ความเค็ม	ppt	11.4	10.2	9.6	10.4
สารแขวนลอย	มิลลิกรัมต่อลิตร	520	480	460	487
บีโอดี	มิลลิกรัมต่อลิตร	1,279	1,219	1,160	1,213
ซีโอดี	มิลลิกรัมต่อลิตร	2,750	2,610	2,560	2,640

FILENAME : water
TITLE : cromium

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E

RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN

REPLICATION (R) = 3

TREATMENT : 7 x 6

PH (A) = 7
A1 = pH6
A2 = pH7
A3 = pH8
A4 = pH9
A5 = pH10
A6 = pH11
A7 = pH12

ASH (B) = 6
B1 = 0%
B2 = 1%
B3 = 1.25%
B4 = 2.5%
B5 = 5%
B6 = 10%

water (ppm)

	REP1	REP2	REP3
REP TOTALS	40.23	41.14	41.34
REP MEANS	0.96	0.98	0.98

ANALYSIS OF VARIANCE FOR water

SV	DF	SS	MS	F
REPLICATION (R)	2	0.01666825	0.00833413	1.63 ns
TREATMENT	41	40.46679444	0.98699499	193.47 **
PH (A)	6	8.07860000	1.34643333	263.92 **
ASH (B)	5	22.08642302	4.41728460	865.86 **
AxB	30	10.30177143	0.34339238	67.31 **
ERROR	82	0.41833175	0.00510161	
TOTAL	125	40.90179444		

cv = 7.3%
** = significant at 1% level; ns = not significant

AxB TABLE OF MEANS FOR water (ppm)
(AVE. OVER 3 REPS)

	ASH (B)						
PH (A)	0%	1%	1.25%	2.5%	5%	10%	A-MEAN
pH6	3.12 a	1.40 a	1.22 a	1.04 a	0.66 a	0.69 ab	1.36
pH7	2.33 b	1.31 a	1.15 a	1.00 a	0.64 a	0.63 b	1.18
pH8	2.25 b	1.19 b	1.13 a	0.83 b	0.68 a	0.66 ab	1.12
pH9	1.98 c	0.75 cd	0.67 bc	0.74 bc	0.61 a	0.64 b	0.90
pH10	2.08 c	0.86 c	0.72 bc	0.82 b	0.71 a	0.78 a	0.99
pH11	0.71 d	0.55 e	0.62 c	0.57 d	0.62 a	0.57 b	0.61
pH12	0.63 d	0.69 d	0.76 b	0.68 cd	0.61 a	0.58 b	0.66
B-MEAN	1.87	0.96	0.90	0.81	0.65	0.65	0.97

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

AxB TABLE OF MEANS FOR water (ppm)
(AVE. OVER 3 REPS)

	PH (A)							
ASH (B)	pH6	pH7	pH8	pH9	pH10	pH11	pH12	B-MEAN
0%	3.12 a	2.33 a	2.25 a	1.98 a	2.08 a	0.71 a	0.63 b	1.87
1%	1.40 b	1.31 b	1.19 b	0.75 b	0.86 b	0.55 b	0.69 ab	0.96
1.25%	1.22 c	1.15 c	1.13 b	0.67 bc	0.72 c	0.62 ab	0.76 a	0.90
2.5%	1.04 d	1.00 d	0.83 c	0.74 b	0.82 bc	0.57 b	0.68 ab	0.81
5%	0.66 e	0.64 e	0.68 d	0.61 c	0.71 c	0.62 ab	0.61 b	0.65
10%	0.69 e	0.63 e	0.66 d	0.64 bc	0.78 bc	0.57 b	0.58 b	0.65
A-MEAN	1.36	1.18	1.12	0.90	0.99	0.61	0.66	0.97

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

*** END OF ANALYSIS OF VARIANCE RUN ***

การวิเคราะห์ผลการศึกษาอุณหภูมิต่อการตกตะกอนโครเมียมในน้ำเสียจากโรงงานฟอกหนังด้วยขี้เถ้าลอย ด้วยสถิติ ANOVA แบบ ONE WAY

Variable CR

By Variable TEMP

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	6	0.0536	0.0089	0.5984	0.7273
Within Groups	14	0.2089	0.0149		
Total	20	0.2624			

Group	Count	Mean	Standard Deviation	Standard Error	95 Pct	Conf Int	For Mean
Grp 1	3	0.3967	0.0503.	0.0291	0.2716	TO	0.5217
Grp 2	3	0.4067	0.0802	0.0463	0.2074	TO	0.6059
Grp 3	3	0.4367	0.0306	0.0176	0.3608	TO	0.5126
Grp 4	3	0.4067	0.0404	0.0233	0.3063	TO	0.5071
Grp 5	3	0.4133	0.0351	0.0203	0.3261	TO	0.5006
Grp 6	3	0.4167	0.0603	0.0348	0.2669	TO	0.5664
Grp 7	3	0.4533	0.0967	0.0713	0.2137	TO	0.6904
Total	21	0.4329	0.1145	0.0250	0.4007	TO	0.4950

GROUP	MINIMUM	MAXIMUM
Grp 1	0.3500	0.4500
Grp 2	0.3300	0.4900
Grp 3	0.4100	0.4700
Grp 4	0.3700	0.4500
Grp 5	0.3800	0.4500
Grp 6	0.3600	0.4800
Grp 7	0.3300	0.5600
Total	0.3300	0.5600

Levene Test for Homogeneity of Variances

Statistic	df1	df2	2-tail Sig.
6.5925	6	14	0.002

Multiple Range Test: Duncan test with Significance level 0.05

The different between two means is significant if

MEAN(J) – MEAN(I) >= 0.0864 * RANGE * SQRT (1/N(I) + 1/N(J))

With the following value(S) for RANGE:

Step	2	3	4	5	6	7
RANGE	3.03	3.17	3.28	3.33	3.37	3.40

- No two groups are significantly different at the 0.050 level

Homogeneous Subsets (highest and lowest means are not significantly different)

Subset 1

Group	Grp 1	Grp 2	Grp 4	Grp 5	Grp 6
Mean	0.3967	0.4067	0.4067	0.4133	0.4167
Group	Grp 3	Grp 7			
Mean	0.4367	0.4533			

ประวัติผู้วิจัย

นางสาวเพ็ญประภา คำป้อม เกิดเมื่อวันที่ 14 มกราคม 2514 จบมัธยมศึกษาตอนปลายปีการศึกษา 2531 จากโรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ แล้วเข้าศึกษาต่อในระดับมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2538