หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

จำนงค์ หัยกิจโกศล. Basic Gas Chromatography สำนักพิมพ์ กราฟิคอาร์ต กรุงเทพฯ หน้า 1-61 2524.

จรัญ จันทลักษณา. สถิติ วิธีวิเคราะห์และวางแผนการวิจัย พิมพ์ครั้งที่ 4 ไทยวัฒนาพานิช กรุงเทพฯ 2523 หน้า 1-95 และ 309-330.

จรมัน ว่องวิทย์. "การรับโลหะหนักของ หอยแมลงภู่ (Perna viridis (Lin.)) ในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525

ปุลักดิ์ อุดมศรี และ ศิริชัย พงษ์วิชัย การประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โครงการอบรมพิเศษทางคอมพิวเตอร์ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 190 หน้า 2527

ปรีชากรัต ศิริอุปถัมภ์. Atomic Absorption Spectrophotometry เอกสารประกอบการบรรยายวิชา Research Equipment, Instrument V (089-505) ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2527

พิชาญ สว่างวงศ์. "การศึกษาการกระจายของสารตะกั่วและสารปรอทบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2520.

พิมล เรียนวัฒนา และ วิโรจน์ ปิยวัชพันธ์. "การหาปริมาณรวมของปรอทในปลาน้ำจืดด้วยวิธี Cold Vapor (flameless) Atomic Absorption Spectrophotometry" ใน รายงานการสัมมนาทางวิชาการ เรื่องปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย (บัณฑิต จุลาสัย บรรณาธิการ) เอกสารหมายเลข 2 โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2521

มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กอง. "มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม" สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ 2526.

สถิติ, ภาควิชา. คู่มือการใช้โปรแกรม Statistic with Daisy คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2527.

สุนิพนธ์ ภุมมางกูร. Gas Chromatography เอกสารประกอบการบรรยายวิชา Research Equipment, Instrument II (089-902) ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2528.

สมพร สุทธาโรจน์. "การสำรวจปริมาณสารปรอทในแหล่งน้ำประเทศไทย" ใน รายงานการสัมมนาทางวิชาการเรื่อง ปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย (ปณิทิต จุลาสัย บรรณาธิการ) เอกสารหมายเลข 2 โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2521

เสริมพล รัตสุข "การวางแผนสำรวจแม่น้ำเจ้าพระยาเพื่อควบคุมน้ำเสีย" ในบันทึกการประชุมสัมมนาเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2515 ที่ห้องประชุมกรมอนามัย ฝ่ายควบคุมน้ำเสีย กองอำนวยสุขาภิบาล กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข กรุงเทพฯ 2515.

สุรพันธ์ บริสุทธิ์. "การแพร่กระจายของปรอทในแหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียงโรงงานผลิตโซดาไฟ ในเขตอุตสาหกรรมพระประแดง" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523

สุรพล อุปติสสกุล. สถิติการวางแผนการทดลองเบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 137 หน้า 2523.

หิรัญรัตน์ สุวรรณมณี. "การวิเคราะห์เชิงปริมาณของเมธิลเมอคิวรีในปลาโดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟฟี่ ด้วยหัววัดชนิดอีเลคตรอนแคปเจอร์ดีเทกเตอร์" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524.

อนุรักษ์ลำน้ำและฝ่ายฝั่งทะเล, ฝ่าย. "งานเจ้าพระยา 2525-2526" กองสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม หน้า 7-22 2526.

APHA, AWWA and WPCF. "Standard Method for the Examination of Water and Waste Water." 15th ed., p. 142, 164, 1980.

Bauer, H.H., Christian, G.D. and O'reilly, J.E. Instrumental Analysis. pp. 678-711. Allyn and Bacon, Inc., London, 1978.

Bennett, B.G. "The Exposure Commitment Method with Application to Environment Mercury" Environmental Monitoring and Assesment. 2(1972) : 085-093.

Bisogni, J.J. and Lawrance, A. Wm. "Determination of Monomethyl Mercury in Aquatic Sample" Envi. Sci. & Technol. 8(1974) : 850-852.

D'Itri, F.M. "Mercury in Aquatic Ecosystem." in Bioassay Technique and Environmental Chemistry. (Glass, G.E. ed.) 3d ed. pp. 3-69. Arbor Science Publisher Inc., Michigan, 1975.

EPA. Method for Chemical Analysis of Water and Wastes. pp. 121-130. USA., 1971.

____. Proposed Criteria for Water Quality. Vol.(October), 1973.

____. Method for Chemical Analysis of Water and Wastes. Method 254.1 Environmental Monitoring and Support Laboratory Office of Research and Development, Cincinati, USA., 1979.

Finger, J.H. and Bennett, J.B. "Discussion a Review of the Status of Total Mercury Analysis (W. Dickinson Burrows)" in Heavy Metal in the Aquatic Environment. (Krenkel, P.A. ed.) pp. 63-72. Pergamon Press, New York, 1975.

Jernelov, A. "Conversion of Mercury Compound" in Chemical Fallout (Miller, M.W. and Berg, G.G. eds.) pp. 75-98, Illinois, 1969.

Kangpool. W. "A Preliminary Study on Mercury Contents of Fish and Shellfish from Selected Retailed Market in Bangkok" Master of Science Thesis. Mahidol University, 1977.

Magos, L. "Mercury and Mercurials" Br. Med. Bull. 31 (1975) : 241-245.

Menasveta, P. "Aquatic Environmental Mercury Contamination" J. Sci. Soc. Thailand. 1(1975) : 167-177.

Menasveta, P. and Sawangwong, P. "Distribution of Heavy Metal in Chao Phraya River" จาก รายงานการสัมมนาทางวิชาการเรื่องปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย (ปัณฑิต จุลาศัย บรรณาธิการ) เอกสารหมายเลข 2 โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า 107-145. 2521.

Menasveta, P. and Cheevaparanapiwat, V. "Accumulation of Heavy Metal, DDT, and PCB's in Geen Mussels (Mytilus viridis Lin.), Mullets (Mugil dussumeru Val.) and Bottom Sediment Collected from the four River Mouth of Thailand." Final Report, Institute of Environment Research Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, pp.4-9, 34-35 and 50-53, 1979.

Perkin-Elmer. MSH-10 Hydride System Operator's Manual. Bodenseewerk Perkin-Elmer & Co. GmBH, Urberlinger, Germany, 109 pp. 1978.

_____. Model 4000 Atomic Absorption Spectrophotometer and Printer Model PRS-10 Operator's Manual 112 pp. Norwalk, Connecticut, U.S.A., 112 pp. 1978.

Polprasert, C. et. al. Heavy Metals, DDT and PCBs in the Upper Gulf of Thailand, Phase I. AIT, Bangkok, pp. 10, 11, 16, 17, 22 and 178-182. 1979.

Shimadzu. Electron Capture Detector ECD-R1A for Shimadzu Gas Chromatography GC-R1A Series Instruction Manual pp.1-18. Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan.

_____. Gas Chromatography GC-R1A Principle Instruction Manual pp. 1-92.Shimadzu Seisakusho Ltd., Kyoto, Japan.

Siegel, M.R. Theory and Problem of Statistics in SI (Metric) Units. McGraw-Hill, Double Six Press (Pte) Ltd., Singaporl, 357 pp. 1981.

Standard Method of Analysis for Hygienic Chemist, Phamaceutical Society of Japan, 1980.

Suckcharoen, P. "Alarming Signs of Mercury in Freshwater of Thailand." AMBIO 7 (1978) : 113-116.

Sumino, K. "Analysis of Organic Mercury Compound by Gas Chromatography, Part I; Analytical and Extraction Method of Organic Mercury Compound" Kobe J. Med. Sci. 14(1968) : 115-130.

Sunshine, I. "Methodology for Analytical Toxicology." in CRC Handbook of Toxicology. pp. 224-230. U.S.A., 1975.

Uthe, J.F. Solomon, J. and Grift, B. "Rapid Semimicro Method for the Determination of Methyl Mercury in Fish Tissue." J.Ass. Office. Anal. Chem. 55(1972) : 583-589.

Westöö, G. "Discussion Methylmercury Analysis (K. Sumino)" in Heavy Metals in the Aquatic Environment. (Krenkel, P.A. ed.) pp. 47-50. Pergamon Press, New York, 1975.

Wood, J.M. "Metabolic Cycles for Toxic Elements in the Environment (A Study of Kinetics and Mechanism)" in Heavy Metals in the Aquatic Environment. (Krenkel, P.A. ed.) pp. 105-112. Pergamon Press, New York, 1975.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ภ

การทดสอบทางสถิติของข้อมูล ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลา 1 ปี ของ พ.ศ. 2527 ทำการเก็บตัวอย่างเดือนเว้นเดือน ทั้งหมดรวม 6 เดือน ตั้งแต่กุมภาพันธ์ ถึงธันวาคม มีข้อมูลที่สามารถทำการทดสอบทางสถิติได้ 4 เดือนคือ ข้อมูลของเดือน กุมภาพันธ์ เมษายน มิถุนายน และตุลาคม ส่วนอีก 2 เดือน คือ สิงหาคม และ ธันวาคม ไม่สามารถนำมาทดสอบทางสถิติได้เนื่องจากค่าปริมาณปรอทที่วัดได้มีค่าต่ำมาก (เช่น ND—NONDETECTABLE ค่าต่ำซึ่งต้องรายงานในลักษณะของช่วง เนื่องจากค่าที่อ่านได้มีค่าต่ำกว่าขีดจำกัดของเครื่องมือที่จะวัดให้ได้ค่าออกมาแน่นอน (เช่น วัดได้ < 0.026 ppb) ซึ่งค่าประเภทนี้ไม่สามารถนำมาประเมินผลทางสถิติให้แน่นอนลงไปได้ (หมายเหตุค่า 0 ppb ไม่สามารถประเมินผลเมื่ออยู่ในฟังชั่นของค่าลอกการิธมิค ได้เพราะค่าที่ได้เข้าใกล้อินฟินิตี้เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถประเมินผลทางสถิติ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมมติฐานในการทดสอบทางสถิติ (แบ่งเป็น 11 การทดสอบ)

1. การทดสอบที่ 1 ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณสารปรอทชนิดเดียวกันตลอดลำน้ำของแต่ละเดือนทีละคู่ (ดังแสดงไว้ในบทที่ 5)

โดยมีสมมติฐานดังนี้เช่น

H_o : ค่าเฉลี่ยของปรอทรวมของเดือน (ก) = ค่าเฉลี่ยของปรอทรวมของเดือน (ข)

H_i : ค่าเฉลี่ยของปรอทรวมของเดือน (ก) ≠ ค่าเฉลี่ยของปรอทรวมของเดือน (ข)

ทดสอบโดยใช้ค่าสถิติ Student'st-Value (แบบสองทาง (two-tailed test)

ถ้ายอมรับ H_o (ค่า t คำนวณน้อยกว่าค่า t ตาราง) แสดงว่าปริมาณปรอทเฉลี่ยของเดือน ก ไม่แตกต่างกับของเดือน ข แต่ถ้ายอมรับ H_i แสดงว่าปริมาณปรอทเฉลี่ยของเดือน ก แตกต่างกับของเดือน ข อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง (ปรอทชนิดอื่นทดสอบได้ทำนองเดียวกัน)

2. การทดสอบที่ 2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยตลอดลำน้ำของเดือนเดียวกัน โดยเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวมกับของปรอทที่ละลายน้ำ ค่าเฉลี่ยของปริมาณรวมกับปรอทอินทรีย์และค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทที่ละลายน้ำกับปรอทอินทรีย์ (ดังแสดงไว้ในบทที่ 5) โดยมีสมมติฐานดังนี้คือ

H_o : ค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้ (รวม, อินทรีย์) = ค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวม (อินทรีย์, ละลายน้ำ)

H_i : ค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้ (รวม, อินทรีย์) ≠ ค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวม (อินทรีย์, ละลายน้ำ)

ทดสอบโดยใช้ค่าสถิติ Student's t-value (แบบสองทาง two-tailed test)

ถ้ายอมรับ H_o (ค่า t คำนวณน้อยกว่าค่า t ตาราง) แสดงว่าปริมาณปรอททั้ง 2 ประเภทในเดือนนั้น ๆ ไม่แตกต่างกัน แต่ถ้ายอมรับ H_i แสดงว่าปริมาณปรอททั้ง 2 ประเภทในเดือนนั้น ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

3. การทดสอบที่ 3 ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวม (ละลายน้ำ, อินทรีย์) ในเดือนต่าง ๆ (ดังแสดงไว้ในบทที่ 5)

โดยมีสมมติฐานดังนี้คือ

H_o : ค่าเฉลี่ยของปรอทเดือนกุมภาพันธ์ = ค่าเฉลี่ยของปรอทเดือนเมษายน = ค่าเฉลี่ยของปรอทเดือนมิถุนายน = ค่าเฉลี่ยของปรอทเดือนตุลาคม

H_i : ค่าเฉลี่ยของปรอทเดือนกุมภาพันธ์ ≠ ค่าเฉลี่ยของปรอทเดือนเมษายน ≠ ค่าเฉลี่ยของปรอทเดือนมิถุนายน ≠ ค่าเฉลี่ยของปรอทเดือนตุลาคม

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติ F-value (การวิเคราะห์ค่าวาเรียนซ์ (analysis of variance))

ถ้ายอมรับ H_o (ค่า F คำนวณน้อยกว่าค่า F ตาราง) แสดงว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทตลอดทุกเดือนที่ทำการศึกษามาไม่แตกต่างกัน ถ้ายอมรับ H_i (ค่า F คำนวณมากกว่าค่า F ตาราง) แสดงว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทตลอดทุกเดือนที่ทำการศึกษามาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

4. การทดสอบที่ 4 ทดสอบความสัมพันธ์ของปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้กับปริมาณปรอทรวม ปรอทที่ละลายน้ำได้กับปรอทอินทรีย์และปรอทรวมกับปรอทอินทรีย์ ในแต่ละเดือนเป็นคู่ ๆ (ดังแสดงไว้ในบทที่ 5) โดยมีสมมติฐานดังนี้คือ

H_{o_1} : ปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณปรอทรวม

H_{o_2} : ปริมาณปรอทอินทรีย์ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้

H_{o_3} : ปริมาณปรอทอินทรีย์ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณปรอทรวม

H_{i_1} : ปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้ มีความสัมพันธ์กับปริมาณปรอทรวม

H_{i_2} : ปริมาณปรอทอินทรีย์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้

H_{i_3} : ปริมาณปรอทอินทรีย์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณปรอทรวม

โดยมี

1. ปริมาณปรอทรวมเป็นตัวแปรอิสระ มีปรอทที่ละลายน้ำได้เป็นตัวแปรตาม
2. ปริมาณปรอทรวมเป็นตัวแปรอิสระ มีปรอทอินทรีย์เป็นตัวแปรตาม

3. ปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้เป็นตัวแปรอิสระ มีปรอทอินทรีย์เป็นตัวแปรตาม

4.1 ทดสอบโดยใช้ค่าสถิติ F-value ในการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ของค่าสหสัมพันธ์ (correlation coefficant, R) โดยมีสมมติฐานย่อยเป็น

H_o : R = 0

H_i : R ≠ 0

ถ้ายอมรับ H_o (ค่า F คำนวณน้อยกว่า F ตาราง) แสดงว่าค่าปริมาณปรอททั้ง 2 ชนิด ไม่มีความสัมพันธ์กัน ถ้ายอมรับ H_i (F คำนวณมากกว่า F ตาราง) แสดงว่าสารปรอททั้ง 2 ชนิด มีความสัมพันธ์กันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

4.2 ทดสอบโดยใช้ค่าสถิติ Student's t- value (แบบ 2 ทาง) ในการทดสอบค่าความชัน (slope, B) โดยมีสมมติฐานย่อยเป็น

H_o : B = 0

H_i : B ≠ 0

ถ้ายอมรับ H_o (t คำนวณน้อยกว่า t ตาราง) แสดงว่าค่าความชัน (B) ไม่เป็นจริง ถ้ายอมรับ H_i (t คำนวณมากกว่า t ตาราง) แสดงว่าค่าความชัน (B) เป็นจริงทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่ง

4.3 ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของค่าสหสัมพันธ์ (correlation coefficent, R) และค่าความชัน (slope, B) เป็นจริงทั้งคู่สามารถยอมรับได้ที่ระดับนัยสำคัญค่าหนึ่งแล้ว ก็สามารถที่จะสร้างสมการได้ โดยทำการทดสอบเป็น 5 กรณีคือ

ก. การหาสมการของความถดถอย กรณีตัวแปรอิสระแปรผันในเชิงเส้น (Linear regression equation) ดังสมการทั่วไปเป็น

ตัวแปรตาม (เช่นปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้) = ค่าคงที่ + ค่าความชัน(B)x ตัวแปรอิสระ (เช่น ปริมาณปรอทรวม)

ข. การหาสมการของความถดถอย กรณีตัวแปรอิสระแปรผันในเชิงลอกกาลิทึมฐานสิบ (Logarithmic regression equation) ดังมีสมการทั่วไปเป็น

ตัวแปรตาม (เช่นปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้= ค่าคงที่+ค่าความชัน(B) x log ตัวแปรอิสระ (เช่น log ปริมาณปรอทรวม)

ค. การหาสมการของความถดถอย กรณีตัวแปรอิสระแปรผันในเชิงของลอกกาลิทึมฐานอี (Natural logarithmic regression equation) ดังมีสมการทั่วไปเป็น

ตัวแปรตาม (เช่นปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้ = ค่าคงที่+ค่าความชัน (B) x ln ตัวแปรอิสระ (เช่น ln ปริมาณปรอทรวม)

ง. การหาสมการของความถดถอย กรณีตัวแปรอิสระและตัวแปรตามแปรผันในเชิงยกกำลัง (Power regression equation) ดังมีสมการทั่วไปเป็น

ตัวแปรตาม (เช่นปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้ = ค่าคงที่ x ตัวแปรอิสระ$^{\text{ค่าความชัน (B)}}$ ตัวแปรอิสระ (เช่นปริมาณปรอทรวม)

จ. การหาสมการของความถดถอย กรณีตัวแปรตามแปรผันในเชิงเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential regression equation) ดังมีสมการทั่วไปเป็น

ตัวแปรตาม (เช่นปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้ = ค่าคงที่ x $e^{\text{ค่าความชัน (B)xตัวแปรอิสระ}}$ ตัวแปรอิสระ (เช่นปริมาณปรอทรวม)

e = ฐานของ natural log (ประมาณ 2.7182818)

5. การทดสอบที่ 5 ทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรตามอันได้แก่ ปริมาณปรอท (ที่ละลายน้ำได้ ปรอทรวมและปรอทอินทรีย์) กับค่าตัวแปรอิสระอันได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ค่า pH ค่าอุณหภูมิ (temp.) ในแต่ละเดือน เป็นคู่ ๆ (ดังแสดงไว้ในบทที่ 5)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เช่นกรณีปริมาณปรอทรวม สามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

H_{o_1} : ปริมาณปรอทรวมไม่ได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO)

H_{o_2} : ปริมาณปรอทรวมไม่ได้มีความสัมพันธ์กับค่า pH ของน้ำ

H_{o_3} : ปริมาณปรอทรวมไม่ได้มีความสัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิ (Temp.) ของน้ำ

H_{I_1} : ปริมาณปรอทรวมมีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO)

H_{I_2} : ปริมาณปรอทรวมมีความสัมพันธ์กับค่า pH ของน้ำ

H_{I_3} : ปริมาณปรอทรวมมีความสัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิ (Temp.) ของน้ำ

การที่ยอมรับ H_o หรือ H_1 ขึ้นอยู่กับการทดสอบค่า R และ B ของสมการ

ทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ของค่าสหสัมพันธ์ (correlation coefficent, R) โดยใช้ค่าสถิติ F-value

ทำการทดสอบค่าความชัน (slope, B) โดยใช้ค่าสถิติ Student's t-value

ตั้งสมมติฐานในการทดสอบค่าทั้ง 2 และสรุปผลทำนองเดียวกันกับข้อ 4.1, 4.2 และทำการหาสมการของการถดถอยทั้ง 5 กรณี ทำนองเดียวกันกับข้อ 4.3 โดยสมการที่ได้จะอยู่ในลักษณะเดียวกัน

กรณีของปริมาณปรอทที่ละลายน้ำได้และปริมาณปรอทอินทรีย์สามารถทดสอบและวิเคราะห์ผลได้ตามขั้นตอนที่กล่าวมาเช่นเดียวกัน

6. การทดสอบที่ 6 ทดสอบความสัมพันธ์ร่วมของตัวแปรอิสระที่เก็บในภาคสนาม อันได้แก่ค่า DO pH Temp. กับค่าตัวแปรตามอันได้แก่ปริมาณปรอท (ที่ละลายน้ำได้ ปรอทรวมและปรอทอินทรีย์) ในแต่ละเดือนเป็นชุด ๆ (ดังแสดงไว้ในบทที่ 5.) เช่นกรณีปริมาณปรอทรวมสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

H_o : ปริมาณปรอทรวมไม่ได้มีความสัมพันธ์ร่วมกับปริมาณ DO, pH, Temp.

H_I : ปริมาณปรอทรวมมีความสัมพันธ์ร่วมกับปริมาณ DO, pH. Temp.

การที่จะยอมรับ H_o หรือ H_I ขึ้นอยู่กับการทดสอบค่า R และ B ของสมการ

ทำการทดสอบค่า R และ B สรุปผลและทำการหาสมการของการถดถอยทั้ง 5 กรณี ทำนองเดียวกับข้อ 4.1 และ 4.2 ส่วนถ้า R และ B ยอมรับได้ทุกขั้นที่ระดับนัยสำคัญหนึ่งแล้ว สมการที่ได้จะเป็นดังนี้คือ

ก. สมการเชิงเส้น (Multiple liner regression equation)

$$Y = A+B_1X_1+B_2x_2+B_3x_3$$

ข. สมการลอกฐานลิบ (Multiple logalitimic regression equation)

$$Y = A+B_1\log x_1+B_2\log x_2+B_3\log x_3$$

ค. สมการลอกฐานอี (Multiple natural logalitimic regression equation)

$$Y = A+B_1\ln x_1+B_2\ln x_2+B_3\ln x_3$$

ง. สมการยกกำลัง (Multiple power regression equation)

$$Y = A.X_1^{B_1} . X_2^{B_2} . X_3^{B_3}$$

จ. สมการเอ็กซ์โปเนนเทียร (Multiple exponential regression equation)

$$Y = A.e^{B_1 \cdot X_1 + B_2 \cdot x_2 + B_3 \cdot x_3}$$

โดยที่ Y เป็นตัวแปรตาม

x เป็นตัวแปรอิสระ

A เป็นค่าคงที่ของสมการ

B เป็นค่าความชัน

สมมติฐานที่ต้องทำการทดสอบได้แก่ (ทดสอบ R ด้วย F และทดสอบ B ด้วย t)

$H_{o_1} : R_1 = 0$ $\qquad$ $H_{o_1} : B_1 = 0$

$H_{I_1} : R_1 \neq 0$ $\qquad$ $H_{I_2} : B_1 \neq 0$

$H_{o_2} : R_1 = R_2 = 0$ $\qquad$ $H_{o_2} : B_1 = B_2 = 0$

$H_{I_2} : R_1 \neq R_2 \neq 0$ $\qquad$ $H_{I_2} : B_1 \neq B_2 \neq 0$

$H_{o_3} : R_1 = R_2 = R_3 = 0$ $\qquad$ $H_{o_3} : B_1 = B_2 = B_4 = 0$

$H_{I_3} : R_1 \neq R_2 \neq R_3 \neq 0$ $\qquad$ $H_{I_3} : B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq 0$

7.การทดสอบที่ 7 ทดสอบความแตกต่างของปริมาณปรอท (รวม, ละลายน้ำได้ และอินทรีย์)

ระหว่างสถานีในช่วงเวลา 1 ปี (ดังแสดงผลไว้ในบทที่ 5)

มีสมมุติฐานดังนี้คือ

H_o : ค่าเฉลี่ยของสถานีที่ 1 = ค่าเฉลี่ยของสถานีที่ 2 = ... ค่าเฉลี่ยของสถานีที่ 10

H_i : ค่าเฉลี่ยของสถานีที่ 1 $\neq$ ค่าเฉลี่ยของสถานีที่ 2 $\neq$ ..... $\neq$ ค่าเฉลี่ยของสถานีที่ 10

ทดสอบโดยใช้ค่าสถิติ F (ใช้ Oneway Analysis of variance)

ถ้ายอมรับ H_o (ค่า F คำนวณน้อยกว่าF ตาราง) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างปริมาณปรอททั้ง 10 สถานีแต่ถ้ายอมรับ H_i (ค่า F คำนวณมากกว่า F ตาราง) แสดงแสดงว่ามีความแตกต่างระหว่างปริมาณปรอทแต่ละสถานี ที่ระดับนัยสำคัญหนึ่งจำเป็นต้องทดสอบต่อไปด้วย Student's t-test เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างปริมาณปรอทในแต่ละสถานี

เป็นคู่ ๆ (โดยแสดงผลไว้ในบทที่ 5)

ดังมีสมมติฐานคือ

H_o : ค่าเฉลี่ยของสถานี (ก) = ค่าเฉลี่ยของสถานี (ข)

H_i : ค่าเฉลี่ยของสถานี (ก) ≠ ค่าเฉลี่ยของสถานี (ข)

ทดสอบโดยใช้ค่าสถิติ Student's t-value (แบบสองทาง (two-tailed test)

ถ้ายอมรับ H_o (ค่า t คำนวณน้อยกว่าค่า t ตาราง) แสดงว่าปริมาณปรอทของทั้ง 2 สถานีไม่แตกต่างแต่ถ้ายอมรับ H_i (ค่า t คำนวณมากกว่าค่า t ตาราง) แสดงว่าปริมาณปรอทของทั้งสองสถานีต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นค่าหนึ่ง

8. การทดสอบที่ 8 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทตลอดทั้งปี (ปรอทรวม, ละลายน้ำได้, อินทรีย์) โดยใช้แบบจำลองทางสถิติ ใช้สมการการถดถอย (Regression equation) โดยทำการทดสอบ, ตั้งสมมุติฐานและสรุปผลทำนองเดียวกันกับหัวข้อ (กรณีของข้อ 4.1,4.2,4.3เป็นการใช้ข้อมูลในแต่ละเดือนเป็นคู่ ๆ มาทำการทดสอบ แต่กรณีของข้อ 8 เป็นการใช้ข้อมูลตลอดทั้งปีมาทำการทดสอบ ดังแสดงผลไว้ในบทที่ 5)

9. การทดสอบที่ 9 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอท (รวม, ละลายน้ำและอินทรีย์) กับตัวแปรอิสระ (ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ, ค่า pH และค่าอุณหภูมิ) ด้วยแบบจำลองทางสถิติ ใช้สมการการถดถอย (Regression equation) โดยทำการทดสอบตั้งสมมุติฐานและสรุปผลทำนองเดียวกันกับหัวข้อ 5 (กรณีของข้อ 5 เป็นการใช้ข้อมูลในแต่ละเดือนเป็นคู่ ๆ มาทำการทดสอบแต่กรณีของข้อ 9 เป็นการใช้ข้อมูลตลอดปีมาทำการทดสอบ) ดังแสดงผลไว้ในภาคผนวกหน้าตามลำดับ

10. การทดสอบที่ 10 ทดสอบความแตกต่างระหว่างปริมาณปรอทแต่ละชนิด (รวม, ละลายน้ำ, อินทรีย์) ตลอดลำน้ำตลอดทั้งปี โดยทำการทดสอบตั้งสมมุติฐานทำนองเดียวกันกับข้อ 3 (กรณีของข้อ 3 เป็นการใช้ข้อมูลในแต่ละเดือนเป็นคู่ ๆ มาทำการทดสอบ

แต่กรณีของข้อ 10 เป็นการใช้ข้อมูลตลอดทั้งปีมาทำการทดสอบ ดังแสดงผลไว้ในบทที่ 5)

11. การทดสอบที่ 11 ทดสอบความสัมพันธ์ร่วมระหว่างตัวแปรอิสระ (DO pH และ Temp.) กับตัวแปรตาม (ปริมาณปรอท) โดยใช้ข้อมูลตลอดทั้งปี โดยทำการทดสอบตั้งสมมุติฐานทำนองเดียวกันกับข้อ 6 (กรณีข้อ 6 เป็นการใช้ข้อมูลในแต่ละเดือนเป็นคู่ ๆ แต่กรณีข้อ 11 เป็นการใช้ข้อมูลตลอดทั้งปีมาทำการทดสอบ ดังแสดงผลไว้ในบทที่ 5)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการเปิดตารางสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานทั้ง 11 ข้อ

1. ทดสอบสมมุติฐานที่ 1

ที่ระดับนัยสำคัญ 95% ทดสอบแบบสองหาง (two-tailed test)

$Tt_{\frac{\alpha}{2}} = 0.025 \quad df = 18 \quad = \pm 2.101$

ที่ระดับนัยสำคัญ 99% ทดสอบแบบสองหาง (two - tailed test)

$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.005 \quad df = 18 \quad = \pm 2.878$

2. ทดสอบสมมุติฐานที่ 2

ใช้ค่าเดียวกับการทดสอบที่ 1

3. ทดสอบสมมุติฐานที่ 3

ที่ระดับนัยสำคัญ 95%

$F_{\alpha} = 0.05 \quad df_1 = 3, \; df_2 = 36 = 2.86$

ที่ระดับนัยสำคัญ 99%

$F_{\alpha} = 0.01 \quad df_1 = 3, \; df_2 = 36 = 4.38$

4. ทดสอบสมมุติฐานที่ 4

ทดสอบค่า R (Coefficient of Correlation)

ความสัมพันธ์ของ	df_1	df_2	$F_{\alpha} = 0.05$	$F_{\alpha} = 0.01$
x กับ y	1	8	5.32	11.26

ทดสอบค่า B (coefficent of regression)

ความสัมพันธ์ของ	df	$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.025$	$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.005$
x กับ y	8	$\pm$ 2.306	$\pm$ 3.355

5. ทดสอบสมมุติฐานที่ 5

ใช้ค่าเดียวกับการทดสอบที่ 4

6. ทดสอบสมมุติฐานที่ 6

ทดสอบค่า R (coefficient of correlation)

ความสัมพันธ์ของ	df_1	df_2	$F_\alpha = 0.05$	$F_\alpha = 0.01$
x กับ y_1	1	8	5.32	11.26
x กับ y_1, y_2	2	7	4.74	9.55
x กับ y_1, y_2, y_3	3	6	4.76	9.78
x กับ y_1, y_2, y_3, y_4	4	5	5.19	11.39

ทดสอบค่า B (coefficient of regression)

ความสัมพันธ์ของ	df	$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.025$	$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.005$
x กับ y_1	8	$\pm$ 2.306	$\pm$ 3.355
x กับ y_1, y_2	7	$\pm$ 2.365	$\pm$ 3.499
x กับ y_1, y_2, y_3	6	$\pm$ 2.447	$\pm$ 3.707
x กับ y_1, y_2, y_3, y_4	5	$\pm$ 2.571	$\pm$ 4.032

7. การทดสอบสมมุติฐานที่ 7

ที่ระดับนัยสำคัญ 95%

$F_{\alpha} = 0.05 \quad df_1 = 9, df_2 = 30 = 2.21$

$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.025 \quad df = 6 \quad = \pm 2.447$

ที่ระดับนัยสำคัญ 99%

$F_{\alpha} = 0.01 \quad df_1 = 9, df_2 = 30 = 3.06$

$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.005 \quad df = 6 \quad = \pm 3.707$

8. การทดสอบสมมุติฐานที่ 8

ทดสอบค่า R (coefficient of correlation)

ที่ระดับนัยสำคัญ 95%

$F_{\alpha} = 0.05 \quad df_1 = 1, df_2 = 38 = 4.10$

$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.025 \quad df = 38 \quad = \pm 2.025$

ที่ระดับนัยสำคัญ 99%

$F_{\alpha} = 0.01 \quad df_1 = 1, df_2 = 38 = 7.35$

$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.005 \quad df = 38 \quad = \pm 2.712$

9. การทดสอบสมมุติฐานที่ 9

ใช้ค่าเดียวกับการทดสอบที่ 8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. การทดสอบสมมุติฐานที่ 10

ที่ระดับนัยสำคัญ 95% ทดสอบแบบสองทาง (two - tailed test)

$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.025 \quad df = 78 = \pm 1.994$

ที่ระดับนัยสำคัญ 99% ทดสอบแบบสองทาง (two-tailed test)

$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.005 \quad df = 78 = \pm 2.647$

11. การทดสอบสมมุติฐานที่ 11

ทดสอบค่า R (coefficient of correlation)

ความสัมพันธ์ของ	df_1	df_2	$F_\alpha = 0.05$	$F_\alpha = 0.01$
x กับ y_1	1	38	4.10	7.35
x กับ y_1, y_2	2	37	3.23	5.23
x กับ y_1,y_2,y_3	3	36	2.86	4.38

ทดสอบค่า B (coefficient of regression)

ความสัมพันธ์ของ	df	$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.0025$	$t_{\frac{\alpha}{2}} = 0.005$
x กับ y_1	38	$\pm$ 2.024	$\pm$ 2.712
x กับ y_1,y_2	37	$\pm$ 2.026	$\pm$ 2.716
x กับ y_1,y_2,y_3	36	$\pm$ 2.028	$\pm$ 2.720

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานี	ค่าปรอทที่ละลายน้ำ (ppb)	log ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (log DO)	log pH	log อุณหภูมิ (log Temp.)
1	0.442	0.65	0.88	1.45
2	0.146	0.71	0.88	1.45
3	0.491	0.69	0.86	1.46
4	0.738	0.64	0.86	1.49
5	0.220	0.65	0.86	1.47
6	0.516	0.64	0.85	1.46
7	0.440	0.69	0.86	1.47
8	0.491	0.57	0.83	1.47
9	0.023	0.49	0.84	1.46
10	0.121	0.55	0.85	1.47

เพิ่ม log DO			เพิ่ม log DO และ log Temp.				เพิ่ม log DO log Temp. และ log pH				
B(log DO)	R	C	B(log DO)	B(log Temp.)	R	C	B(log DO)	B(log Temp.)	B(log pH)	R	C
1.34 T=1.310	0.42 F=1.71	-0.48	1.82 T=1.956	10.08 T=1.873	0.67 F=2.88	-15.53	2.51 T=1.925	8.72 T=1.503	-4.28 T=-0.782	0.71 F=2.02	-10.31

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 - 4 ผลการวิเคราะห์ Multiple Forward Stepwise (Power) ของเดือนกุมภาพันธ์

สถานี	ln สารประกอบที่ละลายน้ำ	ln ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (ln DO)	ln pH	ln อุณหภูมิ (ln Temp.)
1	-0.816	1.50	2.02	3.33
2	-1.924	1.62	2.03	3.33
3	-0.711	1.60	1.99	3.36
4	-0.304	1.47	1.99	3.43
5	-1.514	1.50	1.99	3.38
6	-0.662	1.47	1.96	3.36
7	-0.821	1.58	1.97	3.38
8	-0.711	1.32	1.90	3.38
9	-3.772	1.12	1.94	3.37
10	-2.112	1.26	1.96	3.38

เพิ่ม ln DO			เพิ่ม ln DO และ ln pH				เพิ่ม ln DO ln pH และ ln Temp.				
B(ln DO)	R	C	B(ln DO)	B(ln pH)	R	C	B(ln DO)	B(ln pH)	B(ln Temp.)	R	C
4.11 T=2.336*	0.64 F=5.46*	7.03×10^{-4}	6.66 T=2.903*	-14.40 T=-1.509*	0.75 F=4.46	2.54×10^{8}	6.63 T=2.900*	-11.47 T=-1.197	10.40 T=1.023	0.79 F=3.34	7.68×10^{-11}

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 34(ต่อ) แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ Multiple Forward Stepwise (Linear) ของเดือนกุมภาพันธ์

สถานี	สารประกอบรวม (ppb)	ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO,มล/ล)	pH	อุณหภูมิ (Temp. °ซ)
1	2.41	4.5	7.6	28.0
2	0.28	5.1	7.6	28.0
3	0.53	4.9	7.3	28.7
4	3.15	4.3	7.3	30.8
5	1.03	4.5	7.3	29.3
6	0.53	4.3	7.1	28.8
7	2.41	4.9	7.2	29.5
8	2.56	3.7	6.7	29.3
9	3.39	3.1	6.9	29.2
10	2.21	3.5	7.1	29.3

เพิ่ม DO			เพิ่ม DO และ Temp.				เพิ่ม DO Temp. และ pH				
B(DO)	R	C	B(DO)	B(Temp.)	R	C	B(DO)	B(Temp.)	B(pH)	R	C
-1.10 T=-2.342	0.64 F=5.49*	6.58	-0.91 T=-1.968	0.53 T=1.447	0.737 F=4.17	-9.69	-1.20 T=-1.808	0.60 T=1.509	1.00 T=0.643	0.757 F=2.68	-17.71

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 34(ต่อ) แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ Multiple Forward Stepwise (ln x) ของเดือนกุมภาพันธ์

สถานี	สารประกอบทรามัย (ppb)	ln ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (ln DO)	ln pH	ln อุณหภูมิ (ln Temp.)
1	2.41	1.50	2.02	3.33
2	0.48	1.62	2.03	3.33
3	0.53	1.60	1.99	3.36
4	3.15	1.47	1.99	3.43
5	1.03	1.50	1.99	3.38
6	0.53	1.47	1.96	3.36
7	2.41	1.58	1.97	3.38
8	2.56	1.32	1.90	3.38
9	3.39	1.12	1.94	3.37
10	2.21	1.26	1.96	3.38

เพิ่ม ln DO			เพิ่ม ln DO และ ln Temp.				เพิ่ม ln DO ln Temp. และ ln pH				
B(ln DO)	R	C	B(ln DO)	B(ln Temp.)	R	C	B(ln DO)	B(ln Temp.)	B(ln pH)	R	C
-4.41	0.63	8.24	-3.66	15.83	0.74	-46.18	-4.79	18.03	6.97	0.76	-65.75
T=-2.324	F=5.40*		T=-1.991	T=1.486	F=4.21		T=-1.825	T=1.545	T=0.633	F=2.70	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 34 (ต่อ) แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ Multiple Forward Stepwise (Exponential) ของเดือนกุมภาพันธ์

สถานี	ปริมาณสารประกอบทั้งหมด	ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO, มก/ล)	pH	อุณหภูมิ (Temp., °ซ)
1	0.880	4.5	7.6	28.0
2	-0.715	5.1	7.6	28.0
3	-0.620	4.9	7.3	28.7
4	1.148	4.3	7.3	30.8
5	0.031	4.5	7.3	29.3
6	-0.620	4.3	7.1	28.8
7	0.880	4.9	7.2	29.5
8	0,940	0.7	6.7	29.3
9	1.223	3.1	6.9	29.2
10	0.795	3.5	7.1	29.3

เพิ่ม DO			เพิ่ม DO และ Temp.				เพิ่ม Do Temp. และ pH				
B(DO)	R	C	B(DO)	B(Temp.)	R	C	B(DO)	B(Temp.)	B(pH)	R	C
-0.75 T=-2.210	0.62 F=4.89	36.60	-0.61 T=-1.831	1.403 T=0.373	0.72 F=3.72	3.90×10^{-4}	-0.79 T=-1.621	0.42 T=1.424	0.60 T=0.528	0.73 F=2.32	3.11×10^{-6}

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 35 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมของสารปรอทที่ละลายน้ำกับตัวแปรอิสระแบบ Linear (โดยใช้ข้อมูลตลอดปี)

เพิ่ม Temp.			เพิ่ม Temp. และ pH				เพิ่ม Temp. pH และ DO				
B(Temp)	R	C	B(Temp.)	B(pH)	R	C	B(Temp.)	B(pH)	B(DO)	R	C
0.09	0.42	-2.41	-0.13	0.09	0.44	-1.77	0.05	-0.20	0.11	0.45	-1.74
T=2.838**	F=8.05**		T=-0.927	T=2.665	F=4.49*		T=0.676	T=-1.75	T=2.287*	F=3.10*	

ตารางที่ 35(ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมของสารปรอทที่ละลายน้ำกับตัวแปรอิสระแบบ log x

เพิ่ม log Temp.			เพิ่ม log Temp. และ log pH				เพิ่ม log Temp, log pH และ log DO				
B(log Temp.)	R	C	B(log Temp.)	B(log pH)	R	C	B(log Temp)	B(log pH)	B(log DO)	R	C
6.46	0.42	-9.21	-1.99	6.09	0.44	-6.96	-0.04	-1.80	5.84	0.44	-6.72
T=2.81**	F=7.93**		T=-0.968	T=2.620*	F=4.43*		T=-0.118	T=-0.684	T=1.815	F=2.89*	

ตารางที่ 35 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมของสารประกอบที่ละลายน้ำกับตัวแปรอิสระแบบ ln x

เพิ่ม ln Temp.			เพิ่ม ln Temp. และ ln pH				เพิ่ม ln Temp. ln pH และ ln DO				
B(ln Temp.)	R	C	B(ln Temp)	B(ln pH)	R	C	B(ln Temp.)	B(ln pH)	B(ln DO)	R	C
2.81	0.42	-9.21	-0.87	2.65	0.44	-6.96	-0.02	0.78	2.53	0.44	-6.72
T=2.81**	F=7.93**		T=-0.968	T=2.620*	F=4.43*		T-0.118	T=-0.684	T=1.815	F=2.89	

ตารางที่ 35 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมของสารประกอบที่ละลายน้ำกับตัวแปรอิสระแบบ Exponential

เพิ่ม DO			เพิ่ม DO และ pH				เพิ่ม DO pH และ Temp.				
B(DO)	R	C	B(DO)	B(pH)	R	C	B(DO)	B(pH)	B(Temp.)	R	C
0.34	0.53	7.74×10^{-6}	0.09	0.39	0.54	1.25×10^{-6}	0.18	-0.35	0.43	0.55	3.47×10^{-6}
T=3.863**	F=14.92**		T=0.601	T=3.195**	F=7.52**		T=0.937	T=-0.751	T=3.219**	F=5.14**	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 35 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมของสารประกอบที่ละลายน้ำกับตัวแปรอิสระแบบ Power

เพิ่ม ln Temp.			เพิ่ม ln Temp. และ ln pH				เพิ่ม ln Temp. ln pH และ ln DO				
B(ln Temp.)	R	C	B(ln Temp.)	B(ln pH)	R	C	B(ln Temp.)	B(ln pH)	B(ln DO)	R	C
10.47	0.53	7.68×10^{-17}	-0.52	10.37	0.53	2.99×10^{-16}	0.06	-0.80	10.73	0.53	1.41×10^{-16}
T=3.817**	F=14.57**		T=-0.210	T=3.684**	F=7.12**		T=0.143	T=-0.251	T=2.764**	F=4.63**	

ตารางที่ 35 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมของสารประกอบรวมกับตัวแปรอิสระแบบ Linear

เพิ่ม DO			เพิ่ม DO และ Temp.				เพิ่ม DO Temp. และ pH				
B(DO)	R	C	B(DO)	B(Temp.)	R	C	B(DO)	B(Temp)	B(pH)	R	C
0.67	0.16	1.03	1.73	18.16	0.35	-26.49	2.95	-15.10	24.07	0.46	-22.89
T=1.031	F=1.06		T=2.119*	T=2.015*	F=2.60		T=2.973**	T=-2.010*	T=2.631**	F=3.23*	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 35 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมของสารปรอทรวมกับตัวแปรอิสระของ log x

เพิ่ม log DO			เพิ่ม log DO และ log Temp.				เพิ่ม log DO log Temp. และ log pH				
B(log DO)	R	C	B(log DO)	B(log Temp.)	R	C	B(log DO)	B(log Temp.)	B(log pH)	R	C
0.67	0.16	1.03	1.73	18.16	0.35	-26.49	2.95	-15.90	24.07	0.49	-22.89
T=1.031	F=1.06		T=2.119*	T=2.015	F=2.60		T=2.973**	T=-2.010	T=2.631*	F=3.23*	

ตารางที่ 35 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมของสารปรอทรวมกับตัวแปรอิสระของ ln x

เพิ่ม ln DO			เพิ่ม ln DO และ ln Temp.				เพิ่ม ln DO ln Temp. และ ln pH				
B(ln DO)	R	C	B(ln DO)	B(ln Temp.)	R	C	B(ln DO)	B(ln Temp.)	B(ln pH)	R	C
0.29	0.16	1.03	0.75	7.89	0.35	-26.49	1.28	-6.56	10.45	0.49	-22.89
T=1.031	F=1.06		T=2.119*	T=2.015	F=2.60		T=2.9073**	T=-2.010	T=2.631*	F=3.23*	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 35 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมของสารปรอทรวมกับตัวแปรอิสระแบบ Exponential

เพิ่ม Temp.			เพิ่ม Temp. และ DO				เพิ่ม Temp. DO และ pH				
B(Temp.)	R	C	B(Temp.)	B(DO)	R	C	B(Temp.)	B(DO)	B(pH)	R	C
0.15	0.24	9.29×10^{-3}	0.22	0.27	0.32	1.02×10^{-4}	0.43	-0.83	0.36	0.41	-1.15×10^{-3}
T=1.498	F=2.24		T=1.386	T=2.053*	F=2.11		T=2.191*	T=-1.723	T=2.611*	F=2.47	

ตารางที่ 35 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมของสารปรอทรวมกับตัวแปรอิสระแบบ Power

เพิ่ม ln Temp.			เพิ่ม ln Temp. และ ln DO				เพิ่ม ln Temp. ln DO และ ln pH				
B(ln Temp.)	R	C	B(ln Temp.)	B(ln DO)	R	C	B(ln Temp.)	B(ln DO)	B(ln pH)	R	C
4.33	0.23	3.00×10^{-7}	0.33	6.69	0.27	6.77×10^{-11}	0.70	-4.59	8.84	0.34	8.38×10^{-10}
T=1.439	F=2.07		T=0.929	T=1.697	F=1.46		T=1.576	T=-1.361	T=2.063*	F=1.62	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 36 โรงงานเขตสมุทรปราการฝั่งขวา

ลำดับที่	ชื่อโรงงาน	ประกอบกิจการ
1	สยามน้ำมันละหุ่ง[1]	น้ำมันละหุ่ง
2	ราชาการทอ[10]	ทอผ้า, ย้อมผ้า
3	อุตสาหกรรมน้ำมันรำไทยพัฒนา[10]	น้ำมันพืช
4	สักกี้เท็กค้ (รง 1)[1]	ทอผ้า, ปั่นด้าย
5	สยามบราเตอร์อุตสาหกรรม[6]	แห, อวน
6	ย้อมผ้าเม่งคิมกี่[10]	ฟอก, ย้อมผ้า
7	สหพลห้องเย็น[2]	ห้องเย็น
8	ง่วนเชียง[2]	ซีอิ๊ว, เต้าเจี้ยว
9	กนกภัณฑ์การพิมพ์[4]	พิมพ์ผ้า
10	ไทยสมุทรปราการการทอ	พิมพ์ผ้า
11	พระประแดงการทอ[8]	ทอผ้าขนหนู
12	นิวไทยรุ่งเรืองการทอ[4]	ทอผ้าขนหนู
13	เจริญการรีด[4]	รีด, ย้อมผ้า
14	อุตสาหกรรมนมอลาสก้า[1]	นม
15	อดิเรกการทอ[4]	ทอผ้า
16	เฮ่อรี่ ฟูดอินดาสตรี[2]	เต้าหู้ ซีอิ๊ว
17	ตงฮวดการทอ[2]	ทอผ้า ย้อมด้าย
18	ฉือเชียมเฮงการทอ[4]	ทอผ้า ย้อมด้าย
19	ศิริวงษ์การทอ[4]	ทอผ้า ย้อมด้าย
20	ทอผ้าแส่งไทย[1]	ทอผ้า ย้อมด้าย
21	เบญจกิจการย้อม[6]	ฟอก ย้อมผ้า
22	เอี่ยมเชียงอินเตอร์เนชั่นแนล[9]	พรมอัด
23	พัฒนกิจอุตสาหกรรม[9]	ทอผ้า
24	ตั้งเซ่งฮก[2]	ทอผ้า
25	นำกาญจน์[6]	ทอผ้าขนหนู

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อโรงงาน	ประกอบกิจการ
26	สันติการทอ[6]	ทอผ้า
27	ไทยรุ่งทรัพย์การทอ[2]	ย้อมผ้ายืด
28	แฟนซีอุตสาหกรรมการทอ[6]	ทอผ้า
29	กิจเจริญการทอ[2]	ทอผ้ายนหนู
30	ทอผ้าวิเชียร[1]	ทอผ้า ย้อมด้าย
31	โสร่งไทย (1975)[4]	พิมพ์ผ้า
32	ก.ศรีไทยการทอ[4]	ทอผ้ายนหนู
33	ไทยรัตน์การทอ[6]	ทอผ้ายนหนู
34	ไทยอุดมการทอ[4]	ทอผ้ายนหนู
35	ผ้ายนหนูซินเฮง[8]	ทอผ้ายนหนู
36	ไทยเบญจลุ่ยการทอ	ทอผ้ายนหนู
37	อุตสาหกรรมกระดาษนิวเซ็นจูรี[10]	กระดาษ
38	ธนวิบูลย์ผล (หลอง)[2]	ทอผ้า ย้อมผ้า
39	ศรีสยามฟอกย้อม[6]	ฟอก ย้อมผ้า
40	จินดารุ่งเรือง[6]	ฟอก ย้อมผ้า
41	อาหารไทยโภชนาอาหารทะเล[6]	ปลากระป๋อง
42	ย้อมและรีดเจริญกิจ[1]	ย้อมผ้า
43	ธนากรผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช[1]	น้ำมันพืช
44	ธนวัฒน์การย้อม[2]	ย้อมผ้า
45	เลี่ยงง่วนอวด[6]	ทอผ้า ย้อมด้าย
46	ไทยวิวัฒน์แคนแวลอุตสาหกรรม[10]	ผ้าใบ
47	ฟอกย้อมไทยนำ[2]	ฟอก ย้อมผ้า
48	สันติภาพ (1958) ฮั่วเพ้ง[10]	อาหารกระป๋อง
49	ซินไพบูลย์[5]	อาหารกระป๋อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 36 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อโรงงาน	ประกอบกิจการ
50	วงษ์แล่งการทอ[4]	ทอผ้า
51	ไทยมงคลการทอ[10]	ทอผ้าขนหนู
52	อายิโนะโมะโต๊ะ[1]	ผงชูรส
53	เซ็นจูรี่เท็กซ์ไทลส์[10]	ทอผ้า ย้อมผ้า
54	สินทวีการทอ[2]	ทอผ้าขนหนู
55	เท็คนิคการทอ[6]	ทอผ้า
56	อุตสาหกรรมไทยชูรส[1]	ผงชูรส
57	สุยสวัสดิ์น้ำมันพืช[4]	น้ำมันพืช
58	ไทยนามอิมปอร์ตเอ็กซ์ปอร์ต[6]	ทอผ้าขนหนู
59	ไทยอารีย์การย้อม[4]	ย้อมผ้า
60	กรุงไทยปั่นด้าย[4]	ย้อมด้าย
61	รีกี่การทอ[1]	ทอผ้า ย้อมด้าย
62	ย้อมทอเอเชีย[10]	ฟอก ย้อมผ้า
63	สายวิวัฒน์อุตสาหกรรม[1]	ย้อมผ้ายืด
64	แล่งใต้[4]	ย้อมผ้ายืด
65	ไทยฟ้า[10]	ย้อมผ้ายืด
66	เซ่งไถ่[10]	สบู่
67	อุตสาหกรรมการทอพระประแดง[4]	ทอผ้า ย้อมด้าย
68	สหโรจน์การทอ[4]	ทอผ้า ย้อมด้าย
69	บางกอกการรีด[6]	รีดผ้า
70	โรงงานก๋วยเตี๋ยวนายโสภณ สุยเกษม	ก๋วยเตี๋ยว
71	อนันตชัย-แบตเตอรี่โกเบ	แบตเตอรี่
72	ไทยอาซาฮีโซดาไฟ	โซดาไฟ

ที่มา : กองสิ่งแวดล้อมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม, 2526.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 37 โรงงานเยตสุ่มทรปราการฝั่งซ้าย

ลำดับที่	ชื่อโรงงาน	ประกอบกิจการ
1	กระดาษไทยสก๊อต[2]	กระดาษฟาระ
2	กระดาษสหไทย[4]	กระดาษ
3	เฮ็นทรัลอุตสาหกรรมกระดาษ[2]	กระดาษ
4	ไทยเจริญ[4]	ฟอกผ้า
5	พัตราภรณ์ไทยการย้อม[1]	พิมพ์ผ้า , ย้อมผ้า
6	รูเบียอุตสาหกรรม[1]	สบู่
7	นิมิตรอินเตอร์เนชั่นแนล[1]	ปลากระป๋อง
8	แสงสุขพาณิชย์ (1977)[1]	น้ำมันมะพร้าว
9	อุตสาหกรรมนมพระนคร[5]	นม
10	คาโออินดัสเทรียล[11]	สบู่, แชมพู
11	สิ่งเสริมไทยอุตสาหกรรม[4]	ฟอก, ย้อมผ้า
12	โรงงานผลิตภัณฑ์อาหาร[7]	ซีอิ๊ว, ปลากระป๋อง
13	สามัคคีการทอ[1]	ทอผ้า
14	เกียรติฟ้า[1]	ปลากระป๋อง
15	อุตสาหกรรมไทย[1]	นม
16	ไทยเทพรส[12]	ซีอิ๊ว
17	บีโอนี แบลงเกต อินดัสเตรียล[11]	ทอ, ย้อม
18	เส้าย่งเฮง[9]	ฟอก ย้อมผ้า
19	ยูเนียนเสร์[3]	ปลากระป๋อง
20	ไทยพัฒนากระดาษ[11]	กระดาษ
21	ไทยแลนด์ ฟิฟเฟอร์ โคลด์ สตอเรจ[2]	ห้องเย็น
22	ชุนเฮงหลีการทอ[1]	ทอผ้า
23	ตั้งง่วนเฮงการทอ[1]	ฟอกผ้า ทอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 37 (ต่อ)

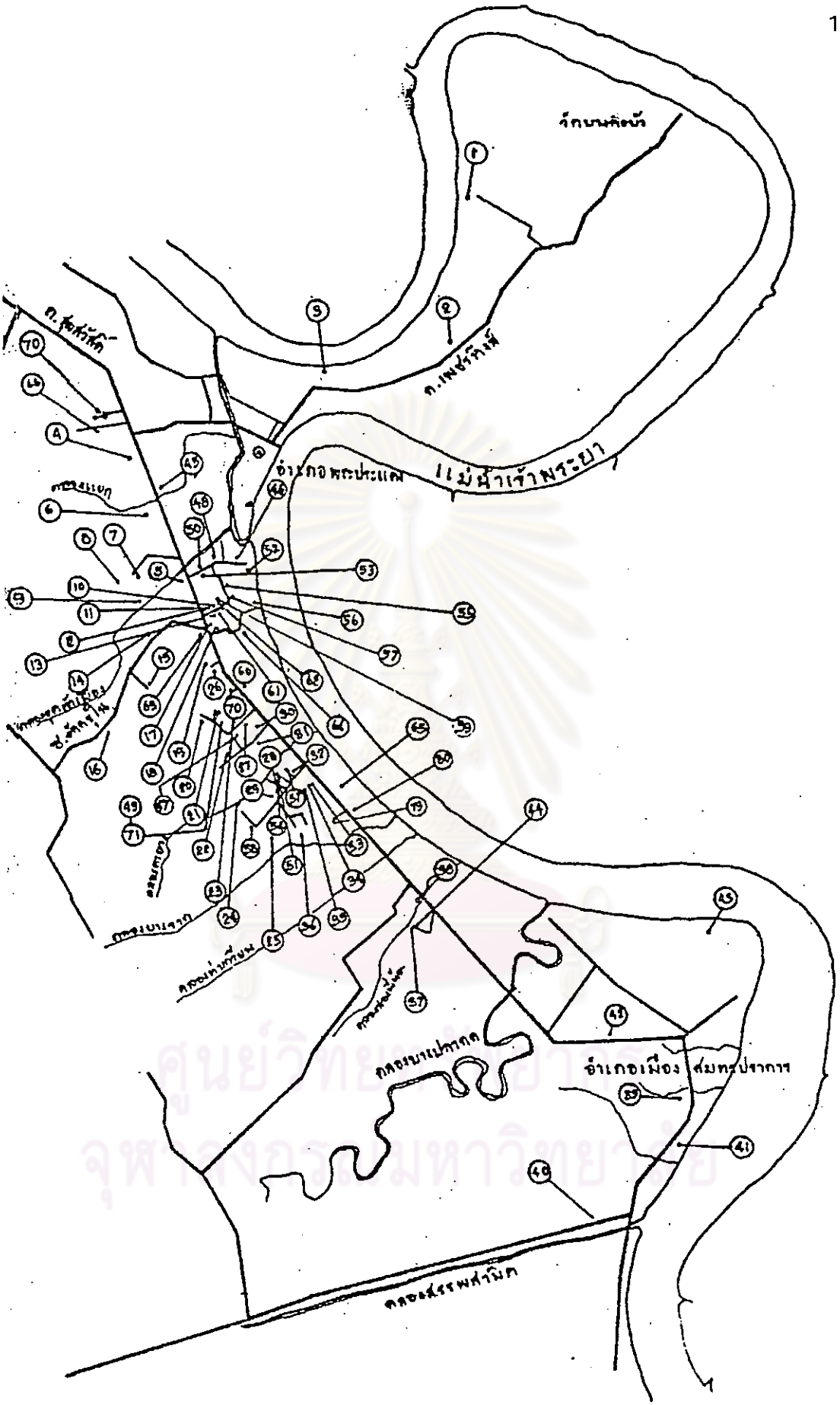
ลำดับที่	ชื่อโรงงาน	ประกอบกิจการ
24	ค.สินไทยการทอ[1]	ทอผ้า
25	ป.แสงทวีการทอ[2]	ทอผ้า, ย้อมด้าย
26	เอื้อยรรยงอุตสาหกรรม[4]	ย้อม, พิมพ์ผ้า
27	ประเสริฐชัย[2]	กลูโคส
28	ผ้าไทย[4]	ทอ ย้อมผ้า
29	ไทยลิลลี่ ทาวเอิล[4]	ทอ, ย้อม ผ้าห่ม
30	สากลพิมพ์ย้อม[4]	ย้อม, พิมพ์ผ้า
31	สามัคคีฟอกย้อม[4]	ฟอก, ย้อมผ้า
32	ธนไพศาล[6]	ย้อม, ฟอกผ้า
33	ไทยทรีดอท[4]	ฟอก, ย้อมผ้า
34	ซี พี ซี (ประเทศไทย)[5]	แยม มาการีน มักโรนี
35	โอเชียนนิคแคนเนอร์[5]	ปลากระป๋อง
36	เอเชียไฟเบอร์[11]	ฟอก, ย้อมผ้า
37	ไทยแล่ตนดาร์ดอุตสาหกรรม[2]	ฟอก, ย้อมผ้า
38	อุตสาหกรรมกรุงเทพพิมพ์ย้อม[4]	ย้อม, พิมพ์ผ้า
39	โรงงานพิมพ์ย้อมผ้าไทย (1980)[11]	ฟอก, ย้อมผ้า
40	สักกี้เท็กซ์ (โรงงาน 2)[7]	ย้อม, พิมพ์ผ้า
41	ไพโรจน์ (ทั่งซังฮะ)[2]	น้ำปลา
42	สักกี้เท็กซ์ (โรงงาน 3)[1]	ทอ, ย้อมผ้า
43	ยูเนียนอุตสาหกรรมสิ่งทอ[1]	ทอ, ย้อม, ฟอกผ้า

ที่มา : กองสิ่งแวดล้อมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม, 2526.

หมายเหตุ · เลข 1–12 ท้ายชื่อโรงงานหมายถึงระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆ

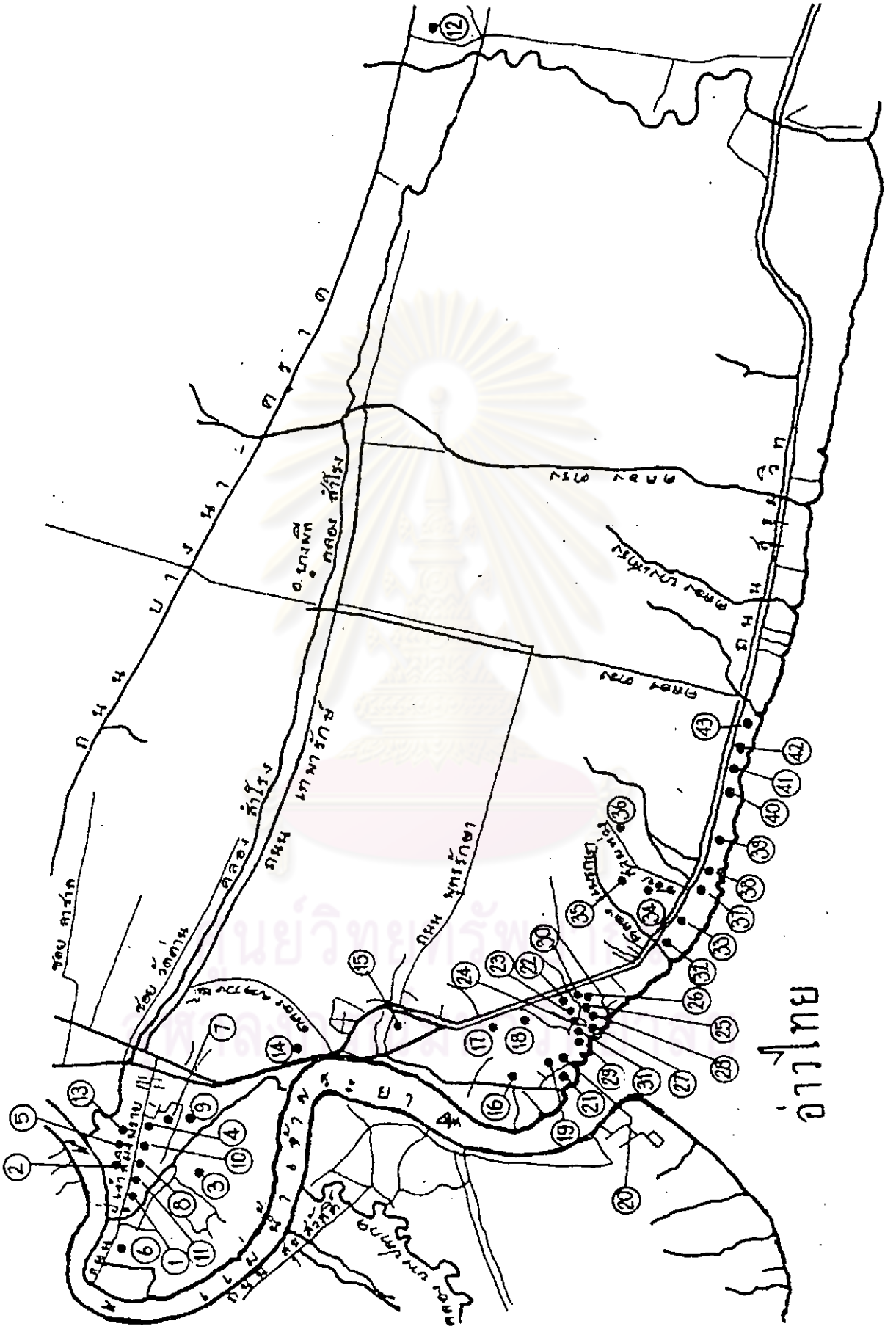
1. Activated Sludge
2. Aerated Lagoon
3. Anaerobic Contact
4. Chemical Treatment
5. Oxidation Ditch
6. Oxidation pond
7. Activated Sludge + Oxidation pond
8. Chemical Treatment + Activated Sludge
9. Chemical Treatment + Aerated Lagoon
10. Chemical Treatiment + Bio. Treatment
11. Chemical Treatment + Oxidation pond
12. Oxidation Ditch + Oxidation pond

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 40 แผนที่แสดงที่ตั้งโรงงานเขตลุ่มทรปราการฝั่งขวา

ที่มา : กองสิ่งแวดล้อมโรงงาน , 2526.



รูปที่ 41 แผนที่แสดงที่ตั้งโรงงานเยตสมุทรปราการฝั่งซ้าย

ที่มา : กองสิ่งแวดล้อมโรงงาน , 2526.

ตารางที่ 38 แสดง retention time ของสารมาตรฐาน เมธิลเมอคิวริคลอไรด์ และเอธิลเมอคิวริคลอไรด์

ค่าสถิติ	เมธิลเมอคิวริคลอไรด์ (นาโนกรัม/5 ไมโครลิตร)				เอธิลเมอคิวริคลอไรด์ (นาโนกรัม/5 ไมโครลิตร)			
	0.050	0.125	0.205	0.500	0.050	0.125	0.250	0.500
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของretentiontime(เป็นนาที)	4.05	3.93	3.84	3.71	7.18	6.93	6.74	6.47
ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	0.07	0.10	0.11	0.13	0.18	0.18	0.20	0.24
ค่าต่ำสุด (min.)	3.91	3.78	3.68	3.49	6.85	6.65	6.48	6.04
ค่าสูงสุด (max.)	4.15	4.08	4.00	3.96	7.57	7.14	7.03	6.92
ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV.)	1.70%	2.54%	2.90%	3.63%	2.53%	2.60%	2.95%	3.77%
จำนวนซ้ำ (n)	15	15	13	14	15	16	12	14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายโตมร มีเดช สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ประมง) จากคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2525

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย