



ความสามารถในการรองรับของเสียของคลองอุตตะปะ
The Waste - Loading Capacity of Khlong U-tapao

ลักขณา นาวีรัตน์
Laksana Novvarat

๑

เลขหมู่	TD899	ค62	๒๕๒๔	ธ. ๒
Bib Key	20293			
	1. 1.3.ส.ศ. 25๒๓			

วิทยาลัยวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Master of Science Thesis in Environmental Management
Prince of Songkla University


หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความสามารถในการรองรับของเสียของคลองอุตตะเกา


ผู้เขียน นางสาวลักขณา เนาว์รัตน์

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

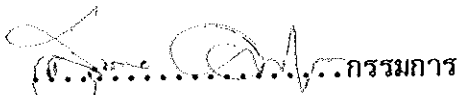
คณะกรรมการสอบ


.....ประธานกรรมการ

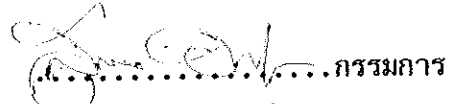

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เปรดิพิชญ์ คณาธารณา)

(รองศาสตราจารย์ ดร. เปรดิพิชญ์ คณาธารณา)


.....กรรมการ

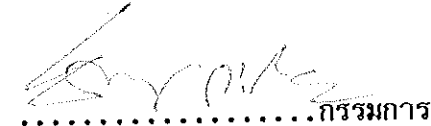
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพล อารีย์กุล)


.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพล อารีย์กุล)

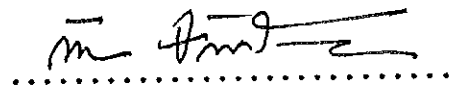

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ นรงค์ ณ เชียงใหม่)


.....กรรมการ

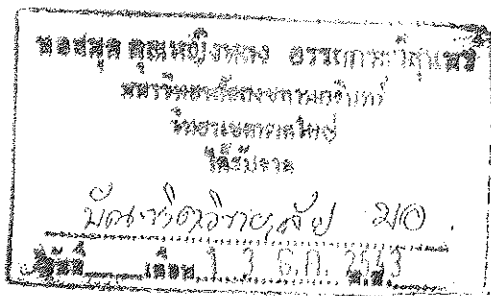
(ดร. จิตรชนก กะราลัย)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม


.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ก้าน จันทร์พรหมมา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความสามารถในการรองรับของเสียของคลองคูตะเกา

ผู้เขียน นางสาวลักขณา เนาว์รัตน์

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2533

บทคัดย่อ

จากการศึกษาความสามารถการรองรับของเสียของคลองคูตะเกา ตั้งแต่ตำบลปริก อำเภอสะเดาจนถึงตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เป็นระยะทางประมาณ 80 กิโลเมตร โดยการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจำนวน 360 ตัวอย่างจากสถานีเก็บตัวอย่างจำนวน 14 สถานี ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2533 พบว่าพิสัยของพีเอชอยู่ระหว่าง 5.92 - 6.51 อุณหภูมิ 28.82 - 31.20 องศาเซลเซียส ปริมาณสารแขวนลอย 51.75 - 115.92 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งละลายน้ำ 87.92 - 4,057.58 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งทั้งหมด 143.67 - 4,168.67 มิลลิกรัมต่อลิตร การนำไฟฟ้า 125.00 - 6,913.00 ไมโครซีเมนต์ ออกซิเจนละลาย 2.10 - 6.10 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณสารอินทรีย์รวม 54.00 - 1,821.17 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำพารามิเตอร์แต่ละตัวมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่าลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำและระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างมีอิทธิพลต่อค่าพารามิเตอร์แตกต่างกัน สำหรับการวิเคราะห์ความถดถอย (Regression Analysis) ของปริมาณออกซิเจนละลายกับพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ ตลอดลำน้ำคลองคูตะเกา จะมีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$DO = 5.460432 - 0.301923pH - 0.000148Conds - 0.000475TOC + 0.651598 \text{ level}$$

จากสมการพบว่าความสามารถการรองรับของเสียของคลองคูตะเกาตลอดลำน้ำที่จุดวิกฤติปริมาณออกซิเจนละลายเท่ากับ 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร จะสามารถรองรับของเสียได้ 7.96×10^9 ถึง 9.82×10^9 กิโลกรัม ที่ระดับน้ำ 0.76 เมตร และ 2.12 เมตรตามลำดับ และถ้าพิจารณาอัตราการเพิ่มประชากรของชุมชนหาดใหญ่ร้อยละ 8.59 ต่อปี คลองคูตะเกาจะสามารถรองรับของเสียได้อีก 26-33 ปี ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำคลองคูตะเกาตอนล่างการวิเคราะห์ความถดถอย

ของปริมาณออกซิเจนละลายกับพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$DO = 5.286936 - 0.016988SS - 0.000612Conds - 0.000604TOC + 0.728958 \text{ level}$$

จากสมการพบว่าความสามารถการรองรับของเสียของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอยู่ตะกอนล่างที่จุดวิกฤติ อยู่ระหว่าง 3.62×10^9 ถึง 5.26×10^9 กิโลกรัม ซึ่งจะสามารถรองรับของเสียได้อีก 16 - 20 ปี ที่ระดับน้ำและอัตราการเพิ่มประชากรเดียวกัน

Thesis The Waste - loading Capacity of Khlong U-tapao
Author Miss Laksana Novvarat
Major Program Environmental Management
Academic year 1990

Abstract

Study on the loading capacity of Khlong U-tapao from Tumbon Prik Amphoe Sadao to Tumbon Khutao Amphoe Hatyai Songkhla, are approximately of 80 kilometers which analyse the water sample 360 samples from 14 stations during July to December 1990. The result shows that the average ranges of pH, temperature, suspended solids (SS), the dissolved solids (TDS), total solids (TS), conductivity, dissolved oxygen (DO) and total organic carbon (TOC) between 5.92-6.51, 28.82-31.20 degree celcius, 125.00-6,913.00 microsemen, 2.10-6.10 mg/l, and 54.00-1,821.17 mg/l repectively. The analysis of variance (ANOVA) show that the watershed propertics and the time to collecting sample have the influence for each parameters are different significantly. The regression analysis of Khlong U-tapao show that the equation below which are the relation between dissolved oxygen and the others parameters.

$$DO = 5.460432 - 0.301923pH - 0.000148Conds - 0.000475TOC + 0.621598 \text{ level } \quad (1)$$

Study on the loading capacity from equation(1) at the critical point dissolved oxygen 0.00 mg/l show that Khlong U-tapao have the loading capacity between 7.69×10^9 to 9.28×10^9 kilograms at the water level

0.76 to 2.12 meters respectively. The Hatyai community have the rate of population growth 8.59 percent per year so that Khlong U-tapao can received the loading 26-33 years. The regression analysis of the upstream show that the equation below which are the relation between dissolved oxygen and the others parameters.

$$DO = 5.286936 - 0.016988SS - 0.000612Conds - 0.000604TOC + 0.728958 \text{ level } \dots (2)$$

Study on the loading capacity from equation (2) at the critical point dissolved oxygen 0.00 mg/l show that Khlong U-tapao have the loading capacity between 3.62×10^9 to 5.26×10^9 kilograms at the same water level and same rate of population growth so that Khlong U-tapao can received the loading 16-20 years.

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี ด้วยความกรุณาให้แนวทางคำปรึกษาแนะนำ และการช่วยเหลือในทุกๆด้านจาก รองศาสตราจารย์ ดร.เพริศพิชญ์ ฅณาธรรณา อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล อารีย์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และรองศาสตราจารย์ ณรงค์ ณ เชียงใหม่ ดร.ฉัตรชนก กะราลัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนต์ทิพย์ ชูเมือง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิธิ ฤทธิพรพิชญ์ อาจารย์ อุดมผล พิชนิโพบูลย์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ชลประทานภาคใต้ ชลประทานเขต 12 คุณพิชญ์ ชูชื่น สำนักงานประปาภูมิภาคสงขลา ฝ่ายสุขอนามัยเทศบาลเมืองหาดใหญ่ ที่ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม และทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี

ลักษณ์ เนาว่ารัตน์

สารบัญ

	หน้า
ตัวย่อและสัญลักษณ์	ณ
รายการตาราง	ญ
รายการรูป	ท
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 ลักษณะพื้นที่	13
1.2.1 อำเภอหาดใหญ่	13
1.2.1.1 อาณาเขต	18
1.2.1.2 ภูมิประเทศ	18
1.2.1.3 ภูมิอากาศ	14
1.2.1.4 ภูเขา	14
1.2.1.5 ทรัพยากรธรรมชาติ	14
1.2.1.6 ลำคลอง	15
1.2.1.7 ประชากร	16
1.2.2 อำเภอสะเดา	24
1.2.2.1 อาณาเขต	24
1.2.2.2 ภูมิประเทศ	24
1.2.2.3 ภูมิอากาศ	24
1.2.2.4 ลำคลอง	25
1.2.2.5 ทรัพยากรธรรมชาติ	26
1.2.2.6 ประชากร	26
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย	28
2. วิธีการทดลอง	29
2.1 การวางแผนการทดลอง	29
2.1.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	29

สารบัญ

	หน้า
2.1.2 การกำหนดจุดในการเก็บตัวอย่างน้ำ	29
2.1.3 การวางแผนการจัดการข้อมูล	34
2.2 การกำหนดตัวแปรและแบบจำลองทางสถิติ	39
2.3 การกำหนดสมมติฐานทางสถิติ	39
2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์	40
2.5 สารเคมี	45
2.6 การปรับมาตรฐานเครื่องมือ	45
2.7 วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	60
3. ผลการทดลอง	63
3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน	126
3.1.1 ความแปรปรวนของพีเอช	126
3.1.2 ความแปรปรวนของอุณหภูมิ	126
3.1.3 ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งแขวนลอย	126
3.1.4 ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งละลายน้ำ	127
3.1.5 ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งทั้งหมด	127
3.1.6 ความแปรปรวนของการนำไฟฟ้า	128
3.1.7 ความแปรปรวนของปริมาณสารอินทรีย์รวม	128
3.1.8 ความแปรปรวนของออกซิเจนละลายน้ำ	128
3.2 การวิเคราะห์ความถดถอย	130
3.2.1 ความถดถอยของข้อมูลทั้งหมด	132
3.2.2 ความถดถอยของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบน	139
3.2.3 ความถดถอยของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่าง	158
3.2.4 ความถดถอยของช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1	179
3.2.5 ความถดถอยของช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2	185

สารบัญ

	หน้า
4. บทวิจารณ์และสรุป	191
4.1 สรุปผลการวิเคราะห์	191
4.1.1 ความสามารถการรองรับของเสียของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุต๊ะเขาทั้งหมด	198
4.1.2 ความสามารถการรองรับของเสียของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุต๊ะเขาดอนบน	199
4.1.3 ความสามารถการรองรับของเสียของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุต๊ะเขาดอนล่าง	199
4.2 แนวทางแก้ไข	203
4.2.1 แนวทางแก้ไขของกระทรวงมหาดไทย	203
4.2.2 แนวทางแก้ไขของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ	207
4.2.3 แนวทางแก้ไขในทัศนะของผู้วิจัย	212
4.3 ข้อเสนอแนะ	212
5. เอกสารอ้างอิง	213
6. ภาคผนวก	222

ตัวย่อและสัญลักษณ์

S	แทน ตัวอย่าง (Sample) หมายถึงจุดเก็บตัวอย่างที่
s	แทน ผิว (Surface) หมายถึงบริเวณผิวน้ำ
m	แทน กลาง (Middle) หมายถึงบริเวณกลางน้ำ
b	แทน ก้น (Bottom) หมายถึงบริเวณก้นน้ำ
x1	หมายถึง จุดเก็บตัวอย่างที่เป็นลำน้ำสาขาของจุดเก็บตัวอย่างที่ x ใดๆ
pH	หมายถึง พีเอช (pH)
Temp	หมายถึง อุณหภูมิ (Temperature) มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)
SS	หมายถึง ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l)
TDS	หมายถึง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (Total Dissolved Solids) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l)
TS	หมายถึง ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l)
Conds	หมายถึง การนำไฟฟ้า (Conductivity) มีหน่วยเป็นไมโครซีเมนต์
DO	หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l)
TOC	หมายถึง ปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total Organic Carbon) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l)
level	หมายถึง ระดับน้ำ (Water level) มีหน่วยเป็นเมตร (m)
<u>SS</u>	หมายถึง Sum of Squares : ผลรวมกำลังสอง
df	หมายถึง Degree of freedom : ชั้นความเป็นอิสระ
MS	หมายถึง Mean Squares : ผลรวมกำลังสองเฉลี่ย

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	จำนวนประชากรในแต่ละตำบลของอำเภอหาดใหญ่ปี พ.ศ. 2533	17
1.2	จำนวนประชากรในแต่ละตำบลของอำเภอสะเดาปี พ.ศ. 2533	27
2.1	สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 14 จุด	30
2.2	รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	31
2.3	สถิติระดับน้ำประจำเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2533 ของ คลองอุ้ตะเก่าที่สถานี x 90 ต. ควนลัง อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา	36
2.4	การปรับมาตรฐานของเครื่องมือ	45
2.5	วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ	61
3.1	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณผิวน้ำ	64
3.2	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณผิวน้ำ	66
3.3	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1/1 บริเวณผิวน้ำ	68
3.4	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1/1 บริเวณก้นน้ำ	70
3.5	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณผิวน้ำ	72
3.6	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณก้นน้ำ	74
3.7	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2/1 บริเวณผิวน้ำ	76
3.8	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2/1 บริเวณก้นน้ำ	78
3.9	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณผิวน้ำ	80
3.10	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณก้นน้ำ	82
3.11	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3/1 บริเวณผิวน้ำ	84
3.12	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณผิวน้ำ	86
3.13	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณก้นน้ำ	88
3.14	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4/1 บริเวณผิวน้ำ	90
3.15	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณผิวน้ำ	92
3.16	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณกลางน้ำ	94
3.17	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณก้นน้ำ	96

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
3.18 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5/1 บริเวณผิวน้ำ	98
3.19 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณผิวน้ำ	100
3.20 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณกลางน้ำ	102
3.21 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณก้นน้ำ	104
3.22 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณผิวน้ำ	106
3.23 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณกลางน้ำ	108
3.24 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณก้นน้ำ	110
3.25 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7/1 บริเวณผิวน้ำ	112
3.26 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7/1 บริเวณกลางน้ำ	114
3.27 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7/1 บริเวณก้นน้ำ	116
3.28 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณผิวน้ำ	118
3.29 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณกลางน้ำ	120
3.30 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณก้นน้ำ	122
3.31 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน	124
3.32 ตารางสรุปการวิเคราะห์ความแปรปรวน	129
3.33 ตารางสรุป Model ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล	131
3.34 Model fitting results of DO ของข้อมูลทั้งหมด	132
3.35 Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 1	134
3.36 Correlation matrix for coefficient estimates ของสมการที่ 1	134
3.37 Model fitting results of DO ของพื้นที่ลุ่มน้ำอุ้มตะโกทั้งหมด	135
3.38 Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 2	140
3.39 Correlation matrix for coefficient estimates ของสมการที่ 2	140
3.40 Model fitting result of DO ของพื้นที่ลุ่มน้ำตลนบนในช่วงระยะเวลา การเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1	145
3.41 Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 3	147

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
3.42	Correlation matrix for coefficient estimates ของสมการที่ 3	147
3.43	Model fitting results of DO ของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2	152
3.44	Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 4	153
3.45	Correlation matrix for coefficient estimates ของสมการที่ 4	153
3.46	Model fitting results of DO ของพื้นที่ลุ่มน้ำอุ้งตะเภาตอนล่าง	158
3.47	Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 5	159
3.48	Correlation matrix for coefficient estimates ของสมการที่ 5	160
3.49	Model fitting results of DO ของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1	165
3.50	Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 6	166
3.51	Correlation matrix for coefficient estimates ของสมการที่ 6	167
3.52	Model fitting results of DO ของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2	172
3.53	Analysis of Variance for the Full Regression สำหรับสมการที่ 7	173
3.54	Correlation matrix for coefficient estimates ของสมการที่ 7	174
3.55	Model fitting results of DO ของในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1	179
3.56	Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 8	180
3.57	Correlation matrix for coefficient estimates ของสมการที่ 8	180
3.58	Model fitting results of DO ของในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2	185
3.59	Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 9	186
3.60	Correlation matrix for coefficient estimates ของสมการที่ 9	186
4.1	ค่าความสกปรก (บีโอดี) ของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากอาคารประเภทต่างๆ	193

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
4.2 จำนวนประชากรเทศบาลเมืองหาดใหญ่ พ.ศ. 2510-2533	194
4.3 ปริมาณน้ำเสียและปริมาณของเสีย เมืองหาดใหญ่ พ.ศ. 2524-2544	195
4.4 ปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่ชุมชนเมืองหาดใหญ่ ปี พ.ศ. 2524-2544	196
4.5 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514-2533 ที่สถานี x 90 คลองอู่ตะเภา	197
4.6 เปรียบเทียบความสามารถการรองรับของเสียของคลองอู่ตะเภา	200
4.7 เปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกต่างๆที่ Mc Cabe เสนอสำหรับ พื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟเมืองหาดใหญ่	210
4.8 เปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกต่างๆที่ Mc. Cabe เสนอสำหรับ พื้นที่ด้านตะวันตกของทางรถไฟเมืองหาดใหญ่	211
4.9 เปรียบเทียบพื้นที่และค่าใช้จ่ายสำหรับราคาที่ดินและการก่อสร้างระบบ บำบัดน้ำเสียของเมืองหาดใหญ่	212

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตตะเกา	19
1.2	แสดงสภาพทางธรณีวิทยาดินชั้นผิวของลุ่มน้ำคลองอุตตะเกา-หาดใหญ่	20
1.3	แสดงสภาพทางธรณีวิทยาดินชั้นผิวของลุ่มน้ำคลองอุตตะเกา-สะเดา	21
1.4	แสดงการใช้ที่ดินในเขตลุ่มน้ำคลองอุตตะเกา	23
2.1	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 14 จุด	33
2.2	แผนภาพการจัดการข้อมูล	35
2.3	สถิติระดับน้ำประจำเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2533 ของ คลองอุตตะเกาที่สถานี x 90 ต. ควนลัง อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา	38
2.4	เครื่อง Checkmate พร้อมหัววัดทั้งสาม	41
2.5	pH Sensor : M 90, Cibar Corning England	42
2.6	Dissolved Oxygen Sensor : Cibar Corning M 90, England	43
2.7	Conductivity Sensor : Cibar Corning M 90, England	44
2.8	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 1	46
2.9	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 1/1	47
2.10	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 2	48
2.11	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 2/1	49
2.12	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 3	50
2.13	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 3/1	51
2.14	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 4	52
2.15	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 4/1	53
2.16	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 5	54
2.17	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 5/1	55
2.18	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 6	56
2.19	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 7	57
2.20	แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำจุดที่ 7/1	58

รายการรูป

รูปที่	หน้า
3.25 กราฟแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7/1 บริเวณผิวน้ำ	113
3.26 กราฟแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7/1 บริเวณกลางน้ำ	115
3.27 กราฟแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7/1 บริเวณผิวน้ำ	117
3.28 กราฟแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณผิวน้ำ	119
3.29 กราฟแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณกลางน้ำ	121
3.30 กราฟแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณก้นน้ำ	123
3.31 Residual Plot for DO ของสมการที่ 1	135
3.32 Plot of DO ของสมการที่ 1	136
3.33 Normal Probability Plot ของสมการที่ 1	137
3.34 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 1	138
3.35 Residual Plot of DO ของสมการที่ 2	141
3.36 Plot of DO ของสมการที่ 2	142
3.37 Normal Probability Plot ของสมการที่ 2	143
3.38 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 2	144
3.39 Residual Plot of DO ของสมการที่ 3	148
3.40 Plot of DO ของสมการที่ 3	149
3.41 Normal Probability Plot ของสมการที่ 3	150
3.42 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 3	151
3.43 Residual Plot of DO ของสมการที่ 4	154
3.44 Plot of DO ของสมการที่ 4	155
3.45 Normal Probability Plot ของสมการที่ 4	156
3.46 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 4	157
3.47 Residual Plot of DO ของสมการที่ 5	161
3.48 Plot of DO ของสมการที่ 5	162

รายการรูป

รูปที่	หน้า
3.49 Normal Probability Plot ของสมการที่ 5	163
3.50 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 5	164
3.51 Residual Plot of DO ของสมการที่ 6	168
3.52 Plot of DO ของสมการที่ 6	169
3.53 Normal Probability Plot ของสมการที่ 6	170
3.54 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 6	171
3.55 Residual Plot of DO ของสมการที่ 7	175
3.56 Plot of DO ของสมการที่ 7	176
3.57 Normal Probability Plot ของสมการที่ 7	177
3.58 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 7	178
3.59 Residual Plot of DO สำหรับสมการที่ 8	181
3.60 Plot of DO สำหรับสมการที่ 8	182
3.61 Normal Probability Plot ของสมการที่ 8	183
3.62 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 8	184
3.63 Residual Plot of DO ของสมการที่ 9	187
3.64 Plot of DO ของสมการที่ 9	188
3.65 Normal Probability Plot ของสมการที่ 9	189
3.66 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 9	190
4.1 ปริมาณออกซิเจนละลายและการเพิ่มประชากร	200
4.2 ลักษณะใบต้นยางพาราที่ได้รับอิทธิพลจากการลुकตัวของน้ำเค็มในคลองอุตตะเกา	201
4.3 การปรับปรุงระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม	203
4.4 ระบบรวบรวมน้ำเสียและที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย	205

บทนำ

1.1 ความเป็้ฒมา

จากนโยบายของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2524-2529) รัฐบาลได้กำหนดแนวทางการพัฒนาเมืองหลักในส่วนภูมิภาคขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาเมืองรอบกรุงเทพรมหานครให้เป็นศูนย์กลางความเจริญทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในแต่ละภูมิภาค ทั้งนี้เพื่อยับยั้งการอพยพของประชาชนในชนบทเข้าสู่เมือง และจำกัดการเจริญเติบโตของกรุงเทพมหานคร โดยรัฐบาลได้ให้การสนับสนุนในด้านการลงทุน การให้บริการขั้นพื้นฐานในด้านต่างๆ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อบูรณาการกระจายอำนาจไปสู่เมืองหลักตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 โดยกำหนดเมืองหลักเร่งรัดขั้น 5 เมืองด้วยกันคือ เชียงใหม่ ขอนแก่น นครราชสีมา ชลบุรี และสงขลา-หาดใหญ่ (วินัย, 2533) และในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5 ภายใต้อำนาจของโครงการพัฒนาเมืองหลักภาคใต้ของกระทรวงมหาดไทย ได้มีการพัฒนาพื้นที่บริเวณสงขลา-หาดใหญ่ ให้เป็นเมืองหลัก โดยมีการดำเนินโครงการพัฒนาที่สำคัญ อาทิเช่น โครงการสร้างท่าเรือน้ำลึกที่จังหวัดสงขลา โครงการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม โครงการพัฒนาบริการขั้นพื้นฐานทางสาธารณูปโภคที่จำเป็นของเมืองหาดใหญ่-สงขลา เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อพัฒนาบริเวณที่ตั้งกล่าวไว้ให้เป็นศูนย์กลางความเจริญทางด้านเศรษฐกิจ ธุรกิจ อุตสาหกรรม การคมนาคม และการท่องเที่ยวที่สำคัญของภาคใต้ สำหรับพื้นที่ของอำเภอหาดใหญ่จะเป็นพื้นที่ที่มีความเจริญในทุกๆด้าน โดยเฉพาะในด้านธุรกิจการบริการ ซึ่งได้แก่ธุรกิจโรงแรม ธุรกิจการท่องเที่ยว โดยในแต่ละปีจะมีจำนวนนักท่องเที่ยวหลั่งไหลเข้าสู่อำเภอหาดใหญ่อย่างมากมาย นอกจากนี้ในด้านอุตสาหกรรมอาหารกระป๋องอุตสาหกรรมผลิตไม้แปรรูป อุตสาหกรรมก่อสร้าง และอื่น ๆ ต่างก็รวมตัวกันอยู่ในหาดใหญ่เป็นส่วนใหญ่ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของเงินในวงธุรกิจเป็นจำนวนมากหาศาล นับข้อมหมายถึงเมืองหาดใหญ่มีศักยภาพในการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ส่งผลถึงการเพิ่มจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และความต้องการที่จะใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่เพิ่มมากขึ้นด้วย ผลที่ติดตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็คือ ผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมและการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ เช่นการเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ อันเนื่องมาจากการจัดการและการควบคุมที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม หรือความสามารถในการรองรับของเสียที่น้อยกว่าปริมาณของเสียที่ทิ้งลงไป ในแหล่งน้ำ ดังเช่นในปี

พ.ศ. 2523 และ 2533 อำเภอหาดใหญ่เองก็ประสบปัญหาความเสื่อมโทรมของคลองอุตตะเภ (หนังสือพิมพ์เสียงไทย ฉบับวันที่ 1 พฤศจิกายน 2522; หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ ฉบับวันที่ 12 มิถุนายน 2522; หนังสือพิมพ์เสียงไทย ฉบับวันที่ 16 ตุลาคม 2522; หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ฉบับวันที่ 23 กันยายน 2533) ซึ่งเป็นคลองที่รองรับน้ำเสียจากตัวเมืองลงสู่ทะเลสาบสงขลา จากสภาพการเสื่อมโทรมของคลองอุตตะเภทำให้ประชาชนได้รับความเดือดร้อน ปลาและสัตว์น้ำต่างๆ ตายเป็นจำนวนมาก เนื่องจากบนลำน้ำอุตตะเภามีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่หลายแห่ง เช่น โรงงานสุรา โรงงานยาง โรงงานปลาแปรรูป เป็นต้น ตลอดจนการปล่อยน้ำทิ้งของเทศบาลเมืองหาดใหญ่ต่างก็ปล่อยลงสู่คลองอุตตะเภากิ่งสั้น ดั้งเดิมการวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงเน้นศึกษาความสามารถในการรองรับของเสียของคลองอุตตะเภเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการที่จะพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับการพัฒนาเมืองในด้านเศรษฐกิจและสังคม เพื่อให้การพัฒนาเมืองหลักสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ในการพัฒนานั้นจะต้องอาศัยทรัพยากรต่างๆ เป็นอย่างมาก และน้ำก็เป็นทรัพยากรหนึ่งที่มีความสำคัญในการพัฒนาด้านต่างๆ เพราะน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของคน สัตว์ และพืชเป็นอย่างมาก โดยที่ในร่างกายของมนุษย์มีน้ำเป็นองค์ประกอบถึง 2 ใน 3 ส่วนของน้ำหนัก และการที่น้ำมีการหมุนเวียนเปลี่ยนไปไม่สิ้นสุดตามวัฏจักรของน้ำนั้น (Hewlett and Nutter, 1969) ทำให้คนส่วนใหญ่เข้าใจว่าน้ำมีอยู่มากมายและเพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์ แต่หาได้เป็นจริงดังนั้นไม่เพราะน้ำที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้นั้นจำเป็นต้องมีคุณสมบัติพร้อมทั้งด้านคุณภาพ ทางเคมี และชีวภาพ (เกษม, 2515) แต่น้ำที่มีความบริสุทธิ์และสะอาดในธรรมชาตินี้หาได้ยากมาก เพราะน้ำตามธรรมชาติจะมีสิ่งเจือปนอยู่เสมอ สิ่งเจือปนเหล่านี้จะมีทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ (Stocker and Seager, 1976) แม้ น้ำฝนซึ่งถือว่าเป็นน้ำสะอาดก็ยังมีสิ่งเจือปนอยู่และถ้าเป็นน้ำทะเลจะมีสิ่งเจือปนมากถึง 3,500 มิลลิกรัมต่อลิตร (Tebbut, 1977) สิ่งเจือปนเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยจะมีผลในการลดคุณภาพของน้ำดั่งที่สมสุข (2524) ให้ความเห็นว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการลดคุณภาพน้ำโดยตรงคือ การทำลายระบบนิเวศในแหล่งน้ำ ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการดำรงชีวิตในน้ำนี้ท้ายสุดก็จะส่งผล กระทบคืนสู่มนุษย์ผู้บริโภคสัตว์น้ำนั้นเข้าไป ดังเช่นประเทศญี่ปุ่นในปี ค.ศ 1956 ได้เกิดโรคมิกามาตะขึ้นกับคนที่บริโภคอาหารจำพวกปลา หอย ในอ่าวมิกามาตะ ซึ่งเป็นอ่าวที่รองรับน้ำทิ้งจากโรงงานพลาสติกที่มีสารประกอบปรอท Mercury methyl อยู่ทำให้สารปรอทนี้เกิดการสะสมในสัตว์น้ำ

เมื่อมีผู้บริโภคสัตว์น้ำนั้นเข้าไปก็จะเป็นอันตรายสุขภาพและอาจถึงตายได้ (เบญจา, 2525) แต่การเสื่อมของคุณภาพน้ำจะเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์* ดังที่ Wright and Henriksen (1978) ศึกษาและพบว่าคุณภาพน้ำในพื้นที่เป็นกรด รวมทั้งการผสมสายทางเคมี และปริมาณเกลือแร่ที่ระเหยไปในบรรยากาศล้วนมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำใน ทะเลสาบ 155 แห่ง ทางตอนใต้ของประเทศนอร์เวย์ สำหรับในประเทศไทยจากการศึกษาของ Pinkayan (1978) พบว่าน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น มีคุณภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตต่างๆใต้น้ำ แต่น้ำทิ้งและของเสียจากชุมชนที่อาศัยอยู่รอบๆอ่างเก็บน้ำมีส่วน ทำให้คุณภาพน้ำเลวลง ซึ่งปัญหาการเสื่อมของคุณภาพน้ำนี้จะพบในแม่น้ำสายสำคัญของประเทศไทย ด้วยเช่นกัน ดังจะเห็นว่าแม่น้ำเจ้าพระยาที่เป็นแม่น้ำหลักของภาคกลางและมีต้นน้ำเกิดมาจากแม่น้ำปิง วัง ยม และน่านในภาคเหนือ (เกษมสันต์, 2512) โดยการสำรวจของกองอนามัยสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2515 พบว่า 80% ของน้ำตัวอย่างจากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบนมีค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนละลายอยู่เป็น 7.09 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ปัจจุบันปริมาณออกซิเจนละลายมีค่าต่ำมากในบางช่วงของแม่น้ำเจ้าพระยาปริมาณออกซิเจนละลายเท่ากับ 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้าพิจารณาจากรายงานสถิติประชากร พ.ศ. 2523 จะพบว่า มีประชากรอาศัยอยู่ตามลุ่มน้ำมากขึ้นเรื่อยๆ สำหรับแม่น้ำแม่กลองในปี พ.ศ. 2513 ได้เกิดน้ำเสื่อมสภาพขึ้นจากการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลลงสู่แม่น้ำ ทำให้ปลาและสัตว์น้ำตายเป็นจำนวนมาก และความรุนแรงของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมนี้ได้ส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำกร่อยบริเวณปากอ่าวและทวีความรุนแรงมากขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2516 (เปี่ยมศักดิ์, 2533) จากการสำรวจอ่าวไทยของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2523) พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายเฉลี่ยในอ่าวไทย 4.48 มิลลิกรัมต่อลิตรในปี พ.ศ. 2516 ลดลงเป็น 3.64 ในปี พ.ศ. 2520 และการสำรวจของกองประมงทะเล กรมประมง โดยสุธรรม สิทธิชัยเกษมและคณะ (2523) พบว่าสมบัติและปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมประมงในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ท่าจีน เพชรบุรี และปราณบุรี มีค่า BOD* COD* และ Organic matter* สูงมาก

* รายละเอียดในภาคผนวก ก

จากการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงานที่ไม่ผ่านการบำบัดมีค่า BOD สูงถึง 238,623.00 กิโลกรัมต่อวัน แต่เมื่อนำทิ้งเหล่านี้ผ่านการบำบัดแล้วจะเหลือประมาณ 6,977.00 กิโลกรัมต่อวัน (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2524) สำหรับแม่น้ำที่สำคัญทางภาคใต้ตามแผนพัฒนาเมืองหลักภาคใต้ของกระทรวงมหาดไทย จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 ก็ประสบปัญหาการเสื่อมคุณภาพน้ำด้วยเช่นกัน ดังเช่นปี พ.ศ. 2522 และ 2533 เกิดการเสื่อมของคุณภาพน้ำในคลอง อู่ตะเภา ประชาชนที่อยู่อาศัยในบริเวณดังกล่าวได้รับความเดือดร้อนโดยมีการร้องเรียนผ่านสื่อมวลชน (หนังสือพิมพ์เสียงไทยฉบับวันที่ 1 พฤศจิกายน 2522; หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ฉบับวันที่ 12 มิถุนายน 2522; หนังสือพิมพ์เสียงไทยฉบับวันที่ 16 ตุลาคม 2522; หนังสือพิมพ์ไทยรัฐฉบับวันที่ 23 กันยายน 2523;)

จากรายงานการประเมินผลภาวะของคลองอู่ตะเภาโดยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ปี พ.ศ. 2524-2525 พบว่าคุณภาพน้ำในคลองอู่ตะเภาโดยเฉลี่ยตลอดปีมีค่าออกซิเจนละลายเท่ากับ 2.10 มิลลิกรัมต่อลิตร BOD เท่ากับ 17.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนเตรทเท่ากับ 0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสเฟตเท่ากับ 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร และโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากกว่า 2,400.00 MPN/100 มิลลิลิตร และคลองอู่ตะเภาในช่วงตั้งแต่สะพานอู่ตะเภาไปจนถึง สะพานด้านเหนือของตัวเมืองคุณภาพน้ำอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม ค่า BOD มีแนวโน้มสูงขึ้นประมาณ 9.00-54.00 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่นเดียวกับรายงานของศูนย์ประสานงานพัฒนาชนบทจังหวัดสงขลา (2533) พบว่า พื้นที่บริเวณคลองอู่ตะเภาช่วงใต้ชุมชนขนาดใหญ่จะมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีค่าต่ำกว่า 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และการสำรวจของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2526 จากจุดเก็บตัวอย่างเดียวกับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์พบว่าคุณภาพน้ำคลองอู่ตะเภาเสื่อมโทรมลงเช่นเดียวกัน กล่าวคือ คุณภาพน้ำในคลองอู่ตะเภาช่วงก่อนผ่านตัวเมือง (Upstream) ระดับออกซิเจนละลายน้ำมีค่าสูงประมาณ 4.10-5.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD เท่ากับ 1.60-2.50 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่สภาพของน้ำช่วงหลังจากที่ผ่านตัวเมืองไปแล้ว (Downstream) จะพบว่าระดับออกซิเจนละลายมีค่าต่ำลง มีค่าออกซิเจนละลายอยู่เพียง 0.20-4.10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเริ่มลดลงจากระดับ 4.10 มิลลิกรัมต่อลิตรลงไปจนถึงระดับ 0.20-1.60 มิลลิกรัมต่อลิตรส่วนค่า BOD มีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับ 3.60-9.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ตลอดแนวคลองอู่ตะเภาที่ไหลผ่านตัวเมืองไปแล้ว ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ ณรงค์, ณ เชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ. 2527 พบว่า ค่าออกซิเจนละลายน้ำในคลองอู่ตะเภาที่จุดต่างๆ

ตลอดแนวคลองตั้งแต่ตัวเมืองหาดใหญ่ไปจนถึงทะเลสาบสงขลาในคลองอยู่ตะเภาหลังจากผ่านตัวเมืองหาดใหญ่และย่านอุตสาหกรรมไปแล้วจะมีค่าออกซิเจนละลายลดลงเรื่อยๆ อยู่ในช่วง 0.00-5.40 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพรรคและกรรณิการ์ (2525) สรุปว่าของเสียและสิ่งปฏิกูลที่ทิ้งจากเทศบาลเมืองหาดใหญ่ และจากโรงงานสุราหาดใหญ่ (ปัจจุบันเลิกกิจการแล้ว) เป็นสาเหตุสำคัญของความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในคลองอยู่ตะเภาเช่นเดียวกับสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2526) พบว่านอกจากแหล่งน้ำทิ้งของเทศบาลเมืองหาดใหญ่ที่ทิ้งน้ำเสียลงคลองอยู่ตะเภาแล้วยังมีแหล่งมลพิษอื่นๆ ที่ทิ้งน้ำเสียลงคลองอยู่ตะเภา เช่น โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานปลาแห้ง โรงงานสุรา โรงงานผลิตยาง โรงเลื่อย เป็นต้น

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยทั่วไป ผู้วิเคราะห์มุ่งที่จะหาข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสิ่งแปลกปลอมที่เจือปนอยู่ในน้ำทั้งทางกายภาพ* เคมี* และชีวภาพ* เพื่อประเมินคุณภาพน้ำเสมอ (Pryde, 1973) โดยอาศัยพารามิเตอร์ต่างๆ ดังเช่น

ความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำ (pH Value of water)

EPA (1973) กล่าวว่าพีเอช (pH) ของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปมีค่าระหว่าง 5.00-9.00 ระดับ pH ของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติจะแตกต่างกันเนื่องจากระดับ pH ของน้ำฝน ลักษณะดินและหินของลุ่มน้ำนั้น สรสิทธิ์ วัชโรยาน (2519) กล่าวว่าพวกประจุบวก Ca^{2+} Mg^{2+} และ K^+ จะเข้าไปสะเทิน (neutralize) ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในสารละลายดินทำให้ระดับ pH ของดินเพิ่มขึ้น มีผลให้ pH ของน้ำในดินที่ซึมแปรผันตามระดับ pH ของดินแร่ในดินบางชนิดเช่น แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate : $CaCO_3$) แมกนีเซียมคาร์บอเนต (Magnesium carbonate : $MgCO_3$) เมื่อละลายน้ำที่มี pH ต่ำจะแตกตัวได้ Ca^{2+} และ Mg^{2+} ทำหน้าที่ปรับ pH ของน้ำให้สูงขึ้นได้ (Differyes, 1965; Hynes, 1970; Warren, 1971; Wright et al, 1976) นอกจากนี้ไอน้ำที่มี pH สูงหรือต่ำอาจมีสาเหตุมาจากสารเจือปนในบรรยากาศเช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide : CO_2) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulphur dioxide : SO_2) เป็นต้น (กรรณิการ์, 2522) นอกจากคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศแล้วคาร์บอนไดออกไซด์ในดินและกรดอินทรีย์ที่ได้จากกระบวนการย่อยสลาย สารอินทรีย์ในดินของจุลินทรีย์ก็มีส่วนช่วยให้ระดับ pH ของน้ำลดลงได้เช่นกัน (Mckinney, 1962; Differyes, 1965)

* รายละเอียดในภาคผนวก ก

นอกจากนี้การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) และการหายใจของพืชสีเขียวในน้ำทำให้ระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มีผลทำให้ pH ของน้ำสูงขึ้นในตอนกลางวันและลดต่ำในตอนกลางคืน (ไมตรี, 2523) รวมทั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ในน้ำก็อาจทำให้ pH ของน้ำเปลี่ยนแปลงได้เช่นกันดังเช่นการศึกษาของสถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ (2521) พบว่า pH ของน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยหลวง จังหวัดอุดรธานีมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 6.30-8.20 เนื่องจากมีการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในน้ำมากขึ้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของ pH ขึ้นอยู่กับสิ่งมีชีวิตในน้ำและในขณะเดียวกันกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในน้ำก็ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของ pH ด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Pinkayan (1978) พบว่า pH ของน้ำในช่วง 7.00-8.30 ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำเจริญเติบโตได้อย่างดี และผลจากการศึกษาของ Verry (1975) ก็สนับสนุนว่าพืชน้ำจะสามารถนำธาตุอาหารมาใช้ได้ดีหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับระดับของ pH ด้วยเช่นกัน

ระดับ pH ของแหล่งน้ำในธรรมชาตินั้นอาจจะแตกต่างกันเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปจะมีผลทำให้ระดับ pH เปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน จากการศึกษาของ ฮีร์ดการ์ด (2523) พบว่าระดับ pH ของน้ำในลำธารของหมู่บ้านชาวเขาเผ่าม้งมีค่าเปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือนมากกว่าในลำธารตามธรรมชาติ เช่นเดียวกับการศึกษาสมดุทธ์ทางเคมีของกลุ่มน้ำซับบาด บรุก (Habbard Brook Watershed) ของ Borman (1969) ก็พบว่าการทำลายป่าของมนุษย์จะมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำอย่างชัดเจน

สำหรับการสำรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในคลองอุต๊ะเกาของกองอนามัยสิ่งแวดล้อมกระทรวงสาธารณสุขเมื่อ พ.ศ. 2516 พบว่า pH มีค่า 6.40 และการประเมินผลภาวะคลองอุต๊ะเกาของณรงค์ ณ เชียงใหม่ และกรรณิการ์ วิทย์สุภากร เมื่อปี พ.ศ. 2525 พบว่า pH มีค่า 6.90 รวมทั้งการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยสำนักวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2532 พบว่าค่า pH บริเวณปากคลองอุต๊ะเกาก่อนออกทะเลสาบสงขลาตั้งแต่เดือนกันยายนถึงเมษายนมีค่าอยู่ระหว่าง 6.40-7.40 และจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านกายภาพและเคมีของน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปาของสำนักงานประปาเขต 5 สงขลา การประปาส่วนภูมิภาคตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2528-2533 ค่า pH ของแหล่งน้ำดิบจากคลองอุต๊ะเกา มีค่าอยู่ระหว่าง 6.40-6.90

อุณหภูมิของน้ำ (Temperature of water)

อุณหภูมิ หมายถึง ระดับความร้อนซึ่งอุณหภูมิของน้ำทั้งที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม (ธงชัย, 2525) โดยที่ระดับความร้อนไม่ใช่สารมลพิษหรือสารเคมีพิษอื่นๆ แต่ถ้าระดับความร้อนที่มากเกินไปจะมีผลต่อน้ำในด้านมลพิษ (Thermal pollution) โดยจะมีผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำกล่าวคือ ทำให้ปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำลดลง ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของสารเคมีในน้ำเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดสภาวะอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำและทำให้สัตว์น้ำตายได้ถ้าระดับความร้อนมากเกินไป (ทพวงมหาวิทยาลัย, 2528) นอกจากอุณหภูมิจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้นแล้วอุณหภูมิต่อการตอบสนองหลังงานจริงของสิ่งมีชีวิตสามารถอธิบายได้โดยสมการของอาร์เรเนียส อุณหภูมิในช่วงการเปลี่ยนแปลง 0.03-0.08 องศาเซลเซียส จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะพวกจุลินทรีย์หรือแบคทีเรีย (Christensen and Harremoos, 1975) ช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกันและผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทำให้เราสามารถที่จะแบ่งกลุ่มของสิ่งมีชีวิตได้ตามการเจริญเติบโตที่มีผลมาจากอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตช่วงอุณหภูมิ 0.00 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า เรียกว่า Psychophilic bacteria พวกที่เจริญในช่วงอุณหภูมิ 20.00-30.00 องศาเซลเซียสเรียกว่า Mesophilic bacteria และพวกที่เจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิสูงกว่านี้เรียกว่า Thermalphilic bacteria (Gerd and Kfell, 1981)

โดยปกติแล้วน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติจะได้รับพลังงานความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์ การถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศจากพื้นดิน อุณหภูมิของน้ำจะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศตามลักษณะอากาศในแต่ละท้องถิ่นและแต่ละฤดูกาล โดยปกติแล้วน้ำจะมีความจุความร้อนจำเพาะเท่ากับ 1 ทำให้น้ำสามารถกักความร้อนไว้ได้มากเปรียบเสมือนฉนวนคอยควบคุมอุณหภูมิของน้ำไม่ให้เพิ่มหรือลดมากเกินไป (Ruttener, 1973) แต่อย่างไรก็ตามรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ลม และการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำมีส่วนทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกัน (EPA, 1973) สำหรับอุณหภูมิของน้ำใต้ดินโดยทั่วไปเกือบคงที่เสมอ (Johnson, 1974) จากการศึกษาของจุฑาธิป (2523) พบว่าอุณหภูมิของน้ำในลำธารของลุ่มน้ำป่าดิบเขาตอขยบุง จังหวัดเชียงใหม่มีอุณหภูมิของน้ำเกือบคงที่ และถ้าหากสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไปก็จะมีผลทำให้ช่วงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในลำธารกว้างขึ้นได้ เช่นเดียวกับสุชิน (2523) พบว่าอุณหภูมิของน้ำห้วยตองผา และห้วยตาดซึ่งเป็นพื้นที่ป่าสมกับพื้นที่เกษตรมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละ

ฤดูร้อนข้างสูง นอกจากนี้ Patrick (1972) ก็พบเช่นเดียวกันว่าน้ำในลำธารตอนบนของกลุ่มน้ำที่เป็นภูเขาสูงชันในภาคตะวันออกของสหรัฐอเมริกาที่มีน้ำซับตลอดปีจะมีอุณหภูมิของน้ำใกล้เคียงกันตลอดฤดู และจะรู้สึกอุ่นในฤดูหนาวหรือเย็นในฤดูร้อนมากกว่าอุณหภูมิของน้ำในลำธารที่เกิดจากน้ำผิวดิน

การนำไฟฟ้า (Electrical conductivity)

สภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity) เป็นค่าที่บอกถึงความสามารถของน้ำตัวอย่างในการนำกระแสไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่มีประจุที่ละลายอยู่ในน้ำ ตัวอย่าง และสารประกอบที่มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดีก็คือ สารประกอบอนินทรีย์ของกรด ต่าง และเกลือ ตามลำดับในทางกลับกันสารประกอบอนินทรีย์ เช่น ซูโครส เบเซิน จะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่เลว (ธงชัย, 2525) ดังนั้น ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายไม่ได้บอกชนิดของสารละลายที่ละลายน้ำ แต่จะบอกเพียงความเข้มข้นของสารอนินทรีย์ทั้งหมดที่ละลายน้ำ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเพิ่มขึ้นแสดงว่าปริมาณอนินทรีย์สารที่ละลายน้ำสูงขึ้น และถ้าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายลดลงแสดงว่าปริมาณอนินทรีย์สารที่ละลายน้ำต่ำลง ดังนั้นจึงนิยมใช้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำบอกปริมาณอนินทรีย์ที่ละลายน้ำอย่างคร่าวๆหรือที่เรียกว่า Salinity ของน้ำ

สภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณี และลักษณะของดินในแต่ละลุ่มน้ำจะมีอิทธิพลทำให้ปริมาณอนินทรีย์สารในน้ำแต่ละแห่งแตกต่างกันออกไป จักรพงษ์ (2520) พบว่า โซเดียมอิออน (Na^+) ในลุ่มน้ำชี จังหวัดขอนแก่น ลุ่มน้ำมูล จังหวัดอุบลราชธานี และลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่อยุธยา มีปริมาณ 51.10, 40.00 และ 8.40 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ น้ำเหล่านี้มี pH ต่ำจะมีส่วนช่วยละลายอนินทรีย์สารในดิน และหินลงแหล่งน้ำ เป็นการเพิ่มประจุบวก (Cation) ในระบบนิเวศของแหล่งน้ำมากขึ้น ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำสูงขึ้นได้ (Gorbam, 1976) นอกจากนี้ยังทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแต่ละฤดูกาลเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน (Eqborge, 1979; อีร์ศักดิ์, 2525)

ค่าการนำไฟฟ้าของแหล่งน้ำตามธรรมชาติโดยทั่วไปจะมีค่าระหว่าง 0.10-5.00 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร (mmoh/cm) (Todd, 1959) สำหรับในประเทศไทยจะพบน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงไม่เฉพาะในแหล่งน้ำใกล้ทะเลเท่านั้นแต่อาจพบได้เกือบทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของหินเกลือใต้พื้นดิน (สุรีย์, 2521b) ดังเช่นจากการศึกษาของ Howorth and et al. (1966) พบว่าน้ำบาดาลที่ติดะกอบกับถมจะมีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง

0.07- 3.20 มิลลิโหนดต่อเซนติเมตร น้ำบาดาลในชั้นหินดินดานและหินทรายแข็งมีค่าระหว่าง 0.15-20.00 มิลลิโหนดต่อเซนติเมตร น้ำบาดาลในชั้นหินทรายมีค่าระหว่าง 0.08-3.00 มิลลิโหนดต่อเซนติเมตร และจะมีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 1.10-4.00 มิลลิโหนดต่อเซนติเมตรสำหรับน้ำบาดาลในชั้นหินปูน สำหรับน้ำชลประทานค่าการนำไฟฟ้ามีความสำคัญมาก ควรมีการตรวจวัดเพื่อประเมินคุณภาพน้ำเสมอ* (สุริย์, 2521b; U.S. Salinity laboratory Staff, 1954) ปริมาณอินทรีย์สารที่ละลายน้ำจากการมีอิทธิพลต่อผลผลิตทางการเกษตรแล้ว* ยังมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินแน่นตัวได้อีกทางหนึ่ง จากการศึกษาของ Ayers and Bronson (1977) พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำชลประทานที่ต่ำกว่า 0.75 มิลลิโหนดต่อเซนติเมตร จะไม่มีผลเสียหายต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่จะมีปัญหาอย่างมากเมื่อมีค่ามากกว่า 3.00 มิลลิโหนดต่อเซนติเมตร สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำชลประทานต่อการซึมของน้ำใต้ดิน (permeability) ปรากฏค่าการนำไฟฟ้า 0.50 มิลลิโหนดต่อเซนติเมตร จะไม่ก่อปัญหาต่อการซึมของน้ำใต้ดิน และจะก่อปัญหามากถ้าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำน้อยกว่า 0.20 มิลลิโหนดต่อเซนติเมตร ออกฤทธิ์ของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงไปจะมีผลต่อการแตกตัวเป็นไอออนของสารละลายเช่นกัน ในช่วงอุณหภูมิ 15.00-30.00 องศาเซลเซียส ทุกๆหนึ่งองศาของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 2 เสมอ (ศุภวัตร, 2520) สำหรับน้ำประปาในสหรัฐอเมริกาโดยทั่วไปจะมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.05-1.50 มิลลิโหนดต่อเซนติเมตร

ปริมาณของแข็ง (Solids)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า น้ำบริสุทธิ์สะอาดในธรรมชาติเป็นสิ่งที่หาได้ยาก เพราะน้ำธรรมชาติจะมีสิ่งแปลกปลอมเจือปนอยู่เสมอ และสิ่งเจือปนเหล่านี้มีทั้งอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร (Stocker and Seager, 1976) เมื่อนำน้ำที่มีสิ่งเจือปนอยู่ไประเหยด้วยไอน้ำจะได้สารที่เหลืออยู่เป็นตะกอน นำตะกอนไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 103.00-105.00 องศาเซลเซียส จะมีสิ่งที่กลายเป็นไอสูญเสียเหลือเพียงสารที่มีในน้ำส่วนที่ไม่ระเหย เรียกว่า "ของแข็งทั้งหมด" หรือ total solids (TS) (กรรณิการ์, 2526) และของแข็งทั้งหมดในน้ำสามารถแยกออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆคือส่วนแรกเป็นพวกปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (total suspended solids หรือ TSS) ประกอบไปด้วยของแข็งตกตะกอน (Settleable solid) (ไพพรรณ, 2526)

* รายละเอียดในภาคผนวก จ

โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดเมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 ± 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลาค้าง ชั่วโมงน้ำหนักที่หายไปก็คือปริมาณสารอินทรีย์ (Organic carbon) ที่แสดงถึงปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด (total organic carbon หรือ TOC) (APHA-AWWA-WPCF, 1985) การคำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมดอาจหาได้จากปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดรวมกับปริมาณสารแขวนลอย (ธงชัย, 2525) สำหรับส่วนของของแข็งที่ละลายในน้ำสารละลายที่สำคัญในน้ำผิวดิน ได้แก่ แคลเซียมไอออน (Calcium ion: Ca^{2+}) โซเดียมไอออน (Sodium ion: Na^+) โพแทสเซียมไอออน (Potassium ion: K^+) แมกนีเซียมไอออน (Magnesium ion: Mg^{2+}) และเฟอรัส (III) ไอออน (Ferrous (III) ion : Fe^{3+}) ซึ่งอยู่ในรูปสารประกอบ หรือปริมาณอิออนทั้งหมดที่ละลายน้ำคือ TDS (Reid and Wood, 1976) และไพเพอร์น (2526) กล่าวถึงของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำได้แก่ เกลืออนินทรีย์ต่างๆ เช่น โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride : NaCl) โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate : Na_2CO_3) หรือส่วนที่เป็นอินทรีย์สาร เช่น แป้ง น้ำตาล กรดอะมิโน วิตามินบางชนิด และผงซักฟอก โดยทั่วไปแล้วสารที่ละลายน้ำเหล่านี้จะมีขนาด 10^{-5} - 10^{-3} ไมครอน ไอออนต่างๆในน้ำเหล่านี้มักได้จากเกลือแร่ต่างๆที่มีในดิน เช่น แคลเซียมไอออน (Calcium ion: Ca^{2+}) แมกนีเซียมไอออน (Magnesium ion: Mg^{2+}) โซเดียมไอออน (Sodium ion: Na^+) ซัลเฟตไอออน (Sulphate ion: SO_4^{2-}) ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (Hydrogen carbonate ion: HCO_3^-) และคลอไรด์ไอออน (Chloride: Cl^-) ที่เกิดจากการพังทลายของหน้าดินลงสู่แหล่งน้ำ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Thomus and Luka (1943) พบว่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายในแหล่งน้ำผิวดิน ส่วนหนึ่งได้มาจากน้ำใต้ดิน เพราะน้ำใต้ดินจะเป็นตัวนำเอาสารละลายจากหินลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน และส่วนหนึ่งได้จากกิจกรรมของมนุษย์ไม่ว่าทางตรงทางอ้อม กล่าวคือ ในภาวรูปโรคและบริโรคของมนุษย์จะมีทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ละลายปนอยู่ในน้ำดังกล่าวข้างต้น และนอกจากนี้กิจกรรมในด้านใช้ที่ดินของมนุษย์อย่างผิดวิธีก็จะเป็นอีกแหล่งหนึ่ง que เพิ่มปริมาณของแข็งในน้ำซึ่งสภาพทางธรณีวิทยาของดินและความรุนแรงของกระบวนการพังทลายจะมีผลต่อความเข้มข้นของของแข็งในน้ำด้วยเช่นกัน นีวัต (2517) กล่าวว่ากระบวนการพังทลายของหน้าดินจากกิจกรรมของมนุษย์มักก่อให้เกิดการพังทลายมากกว่าการพังทลายของดินตามธรรมชาติการศึกษาของ Robert and Gene (1979) และ EPA (1973) พบว่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำจะแปรผันตามปริมาณฝนที่ตกในแต่ละพื้นที่ เพราะน้ำฝนจะเป็นตัวการทำให้เกิดกระบวนการพังทลายชะหน้าดินลงสู่แหล่งน้ำ และ

เป็นตัวที่จะทำให้สารละลายในแหล่งน้ำเจือจางลงได้สอดคล้องกับรายงาน EPA (1973) โดยพบว่า ความเข้มข้นของสารละลายในน้ำ ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมของลุ่มน้ำนั้นๆ เช่น ลักษณะทางธรณีวิทยาของแหล่งน้ำ และกิจกรรมของมนุษย์ สำหรับลักษณะธรณีวิทยาของแหล่งน้ำในด้านการสลายตัวของหินนั้น คณะจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2526) อธิบายว่า หินแต่ละชนิดจะสลายตัวได้ยากหรือง่ายแตกต่างกัน เนื่องจากหินแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน เช่น หินตะกอน ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยแร่แคลไซต์ ทำให้สลายตัวได้มาก เพราะสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำได้ หินชนวนและหินดินดานที่สลายตัวได้รวดเร็วเช่นกัน เพราะมีตัวเชื่อมเป็นพวกคาร์บอเนต ส่วนหินควอร์ตไซต์เป็นหินแปรที่สลายตัวยากที่สุดและละลายน้ำได้น้อยมาก นอกจากนี้ Whitton (1975) อธิบายว่า หินพวก non silicates ซึ่งได้แก่ หินเกลือ (rock salt) แคลไซต์ (calcite) ยิปซัม (gypsum) และโดโลไมต์ (dolomite) จะให้สารประกอบพวกโซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride : NaCl) แคลเซียมซัลเฟต (Calcium sulphate : $CaSO_4$) แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate : $CaCO_3$) และแมกนีเซียมคาร์บอเนต (Magnesium carbonate : $MgCO_3$) ตามลำดับซึ่งสารประกอบเหล่านี้ความสามารถในการละลายน้ำแตกต่างกัน

เกษม (2525) กล่าวว่าหากมีสิ่งเจือปนในน้ำมากเกินไปความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายน้ำไม่เหมาะสมก็จะทำให้สมบัติทางกายภาพ* ของน้ำบางประการ เช่น สี ความขุ่น ความเป็นกรดเป็นด่าง และการนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงได้ และ Reid and Wood (1973) ยังชี้ให้เห็นว่านอกจากผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพแล้ว ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของพืชและสัตว์ในแหล่งน้ำรวมทั้งมีผลต่อกำลังผลิตในแหล่งน้ำอีกด้วย ในด้านความสัมพันธ์ของแข็งในแหล่งน้ำกับระบบนิเวศนั้น EPA (1973) รายงานว่า ความเข้มข้นของสารละลายในน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปจะมีผลต่อโครงสร้างรวมทั้งหน้าที่ของระบบนิเวศในแหล่งน้ำ นอกจากนี้ Mace (1953) กล่าวว่า ความเข้มข้นของสารละลายน้ำที่มีขีดจำกัดต่อการควบคุมการควบคุม ปริมาณสารในร่างกาย (Osmoregulation process) ของปลาน้ำจืด โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 5,000.00-10,000.00 มิลลิกรัมต่อลิตรแต่ทั้งนี้ก็จะขึ้นอยู่กับชนิดและความเค็มของปลา มาก่อน ส่วนความเข้มข้นของสารละลายน้ำที่มีผลต่อการอุปโภคและบริโภคของมนุษย์ได้ EPA

* รายละเอียดในภาคผนวก ก

(1973) รายงานว่า ความเข้มข้นของสารละลายที่มีค่าประมาณ 2,300.00 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ระบบทางเดินอาหารผิดปกติ ดังนั้น Hummer 1975 จึงได้แนะนำว่าความเข้มข้นของสารละลายน้ำผิวดินที่สามารถนำมาใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยปลอดภัยนั้นควรมีค่าประมาณ 500.00-700.00 มิลลิกรัมต่อลิตรและ 750.00-1500.00 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ซึ่งมาตรฐานน้ำดื่มของ U.S. Public Health Service (1962) กำหนดไว้ว่าไม่ควรมีค่าเกิน 500.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนมาตรฐานของ WHO รายงานโดย Tebbutt (1977) กำหนดระดับความเข้มข้นของสารละลายในน้ำที่เหมาะสมไว้ในแหล่งน้ำ 500.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ 1,500.00 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นค่ามาตรฐานน้ำดื่มของ New South Wales Department of Health ที่ Bayley and William (1973) ได้รายงานไว้สำหรับมาตรฐานของไทยได้กำหนดให้มีค่าระหว่าง 500.00-1,500.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ประเทศไทยไม่ค่อยนิยมตรวจวัดคุณภาพน้ำในด้านนี้โดยตรงแต่นิยมตรวจวัดในรูปของการนำไฟฟ้า ซึ่งการนำไฟฟ้าของน้ำสามารถบอกความเข้มข้นของสารละลายในน้ำได้โดยการนำค่าการนำไฟฟ้าคูณด้วยสัมประสิทธิ์ที่อยู่ในช่วง 0.50-0.90 (A PHA-AWWA-WPEF, 1957) และสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมของน้ำผิวดินนั้น ไพพรรณ (2526) แนะนำว่าควรใช้ค่า 0.70 แต่ถ้าให้ได้ค่าถูกต้องจริงๆแล้ว Combs and Funks (1970) แนะนำให้ใช้สูตรในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์หรือเปิดค่าประสิทธิ์ที่เหมาะสมจากตาราง Conversion Table for Converting Conductivity Reading into Dissolved Solids Concentrations

1.2 ลักษณะพื้นที่

1.2.1 อำเภอหาดใหญ่

อำเภอหาดใหญ่เป็นชื่อรวมของบ้านหาดใหญ่ และหมู่บ้านโคกเสม็ดชุ่มซึ่งแต่เดิมเป็นเนินสูง มีผู้คนอาศัยอยู่บางเบา การคมนาคมไม่สะดวกและมีดินเสม็ดชุ่มอยู่มากมาย เมื่อทางราชการได้ตัดทางรถไฟมาถึงหมู่บ้านนี้ จึงมีประชาชนอพยพมาตั้งหลักแหล่ง ทำมาหากินมากขึ้น สมัยนั้นสถานีรถไฟตั้งอยู่ที่อุตะเภาทงตอนเหนือของชุมทางรถไฟปัจจุบัน แต่เนื่องจากเป็นที่ลุ่มน้ำท่วมบ่อยๆ ทางการรถไฟแห่งประเทศไทย จึงได้ย้ายสถานีรถไฟไปตั้งที่ชุมทางหาดใหญ่ปัจจุบันซึ่งเหมาะสมกว่าเพราะเป็นที่สูงน้ำท่วมไม่ถึง ประชาชนจึงได้อพยพติดตามไปสร้างบ้านเรือนที่อยู่อาศัยมากมาย ต่อมาเมื่อมีความเจริญก้าวหน้าขึ้นจึงตั้งบ้านหาดใหญ่เป็นอำเภอมีชื่อว่า "อำเภอเหนือ" เมื่อ พ.ศ. 2440 (พจนานุกรม, 2532) ต่อมาในปี พ.ศ. 2460 ได้เปลี่ยนอำเภอเหนือเป็นอำเภอหาดใหญ่ และในปี พ.ศ. 2490 ก็ได้รับการยกฐานะให้เป็นอำเภอชั้นเอก (สำนักงานจังหวัดสงขลา, มปป) ตั้งอยู่ที่ตำบลหาดใหญ่ ถนนเพชรเกษม ทางตอนใต้ของจังหวัดสงขลา ห่างจากจังหวัดประมาณ 30 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 1,228 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 767,783 ไร่

1.1.2.1 อาณาเขต

- ทิศเหนือจรดทะเลสาบสงขลา อำเภอเมืองสงขลา กิ่งอำเภอบางกล่ำ และอำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา
- ทิศใต้จรดอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา
- ทิศตะวันออกจรดอำเภอเมืองสงขลา กิ่งอำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา
- ทิศตะวันตก จรดอำเภอรัตภูมิ กิ่งอำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลาและอำเภอเมืองสตูล จังหวัดสตูล

1.1.2.2 ภูมิประเทศ

พื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบสูง มีภูเขา ป่าไม้ ทางตะวันตก ทางใต้ และทางตะวันออกพื้นที่ค่อนข้างลาดต่ำลงทางทิศเหนือซึ่งติดต่อกับทะเลสาบสงขลา ส่วนในบริเวณตัวเมืองและรอบๆพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ ปกติฝนตกน้ำจะไม่ท่วมยกเว้นจากว่าฝนจะตกติดต่อกันเป็นเวลายาวนาน น้ำจากอำเภอสะเดาซึ่งไหลผ่านคลองอุตะเภาก็จะไหลบ่าทำให้น้ำท่วมได้

1.1.2.3 ภูมิอากาศ

อำเภอหาดใหญ่ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 7 องศาเหนือ เส้นแวงที่ 100 องศา 25 ลิปดาตะวันตก โดยทั่วไปอากาศจะไม่ร้อนหรือหนาวจัดจนเกินไป มีเพียง 2 ฤดูคือ ฤดูฝนและฤดูร้อน โดยฝนจะตกหนักในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม เนื่องจากได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดผ่านอ่าวไทยและมักมีฝนตกติดต่อกันเป็นเวลา 2-7 วัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของพายุดีเปรสชันที่ก่อตัวในมหาสมุทรแปซิฟิก และทะเลจีนใต้ ส่วนเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน ได้รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดจากทะเลอันดามัน แต่เนื่องจากมรสุมนี้จะปะทะกับทิวเขานครศรีธรรมราชก่อนถึงหาดใหญ่จึงทำให้มีปริมาณฝนน้อยกว่า และจะมีกระแสลมพัดจากทะเลจีนใต้ผ่านภูมิภาคนี้ไปยังชายฝั่งทะเลตะวันตกในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น จากการสำรวจลักษณะภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2499-2528 พบว่าอำเภอหาดใหญ่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.70 องศาเซลเซียส

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,548.00 มิลลิเมตรต่อปี มีการเปลี่ยนแปลงมากน้อยตามฤดูกาล ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน มีปริมาณของฝนตกเฉลี่ยรวมประมาณ 644.00 มิลลิเมตร และฝนตกชุกที่สุดในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 287.00 มิลลิเมตร และในช่วงฤดูแล้ง เดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 9.00 มิลลิเมตร

การกระจายของฝนที่ตกในรอบปีเฉลี่ย 160 วัน เดือนพฤศจิกายนมีฝนตกมากที่สุดเฉลี่ย 10 วัน เดือนกุมภาพันธ์ มีฝนตกน้อยที่สุดเฉลี่ย 1 วัน มีฝนตกเฉลี่ย 1,647.4 มิลลิเมตรต่อปี*

1.1.2.4 ภูเขา

- เขาคอหงส์เป็นเทือกเขาที่อยู่ทางทิศตะวันตกของเมืองเป็นที่ตั้งเสาอากาศของสถานีโทรทัศน์ช่อง 3, 5, 7, 9 และ 10

- เขาแก้วและเขาวังพา อยู่ทางทิศตะวันตกระหว่างอำเภอหาดใหญ่กับอำเภอเมืองจังหวัดสตูล

1.1.2.5 ทรัพยากรธรรมชาติ มีทรัพยากรธรรมชาติคือ แร่ มีทั้งแร่ขุลนพรมและดีบุก พบมากในตำบลลุงทุ่งตำเสา นาท่อม ท่าช้าง ทุ่งขมิ้น และตำบลน้ำน้อย นอกจากนี้ป่าไม้ในเขตอำเภอหาดใหญ่มีพื้นที่ราว 643.27 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 402.04 ไร่ มีพันธุ์ไม้

* รายละเอียดปริมาณน้ำฝนปี พ.ศ. 2533 ในภาคผนวก ๘

นานาชนิด เช่น ไม้หลุมพืด ตะเคียน ไซ้เขียว กระบาก ทองสุก เสียดซ้อ หล้าเต็น เป็นต้น

1.1.2.6 ลำคลอง

- คลองหระ ต้นน้ำเริ่มจากบ้านหาวหลัง ตำบลนาหม่อม กิ่งอำเภอนาหม่อม ไหลผ่าน บ้านต้นเปริง บ้านต้นเปริก บ้านแม่เป็ยะ บ้านทุ่งขมิ้น บ้านเว้งพร้าว บ้านคลองหระ

- คลองเตย เป็นคลองธรรมชาติอยู่ทางทิศตะวันออกของเมืองหาดใหญ่เป็นคลองสาขาที่สำคัญของคลองอู่ตะเภา โดยแยกสาขาออกจากคลองอู่ตะเภาทางด้านทิศเหนือของตัวเมืองและมีคลองหระ คลองเรี่ยนและคลองเปลวเป็นลำน้ำสาขาอยู่ทางทิศตะวันออกของคลองเตย สภาพคลองปัจจุบันนี้เต็มไปด้วยวัชพืชรไปมาไม่ได้

- คลองวาด เป็นคลองธรรมชาติ อยู่ทางทิศตะวันตกของตัวเมือง เริ่มจากภูเขากั้นเขตแดนจังหวัดสตูล ผ่านตำบลคลองหอยโข่งไปบรรจบคลองอู่ตะเภาทางด้านตะวันตกของเมืองหาดใหญ่ ไหลผ่านที่ราบลุ่มตำบลทุ่งเสา ลุง ทำช้าง และตำบลควนลัง ลำคลองยาวประมาณ 37 กิโลเมตร

- คลองจำไทร เป็นคลองธรรมชาติ อยู่ทางทิศใต้ของเมืองหาดใหญ่เริ่มจากภูเขากั้นเขตแดนจังหวัดสตูลผ่านตำบลคลองหอยโข่งไปบรรจบคลองอู่ตะเภาที่บ้านบางศาลาทางทิศใต้ของตัวเมืองหาดใหญ่

- คลองต่ำ ต้นน้ำเกิดจากบ้านเว้งเขียด อำเภอหาดใหญ่ ไหลบรรจบคลองอู่ตะเภาที่บ้านท่าหม่อไชย

- คลองอู่ตะเภา เป็นคลองธรรมชาติไหลจากทิศใต้ของตัวเมืองหาดใหญ่ผ่านทางทิศตะวันตกของเมืองและไหลไปทางทิศเหนือผ่านชุมชนต่างๆ ก่อนออกสู่ทะเลสาบสงขลามีระยะทางจากตัวเมืองหาดใหญ่ถึงทะเลสาบสงขลาประมาณ 20 กิโลเมตร

* คลองอู่ตะเภา ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาสิมหาราคีรี (นรงค์, 2525) แบ่งเขตประเทศไทยกับประเทศมาเลเซีย ในตำบลนภแก้ว อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา คลองอู่ตะเภาที่มีความยาวนี้จากปากคลองรำไปจนถึงทะเลสาบสงขลาที่บ้านในแดงจนถึงบ้านหังลาซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของคลองอู่ตะเภาจากการรวมตัวของคลองสองสายคือ คลองหังลาและคลองรำ คลองทั้งสองอยู่ในเขตอำเภอสะเดา นับเป็นระยะทางทั้งสิ้นประมาณ 90 กิโลเมตร (ตันย, 2525) นอกจากนี้ยังมีคลองหลายสายที่ไหลเข้ามาพบกับคลองอู่ตะเภา เช่น คลองแฉะ บริเวณบ้านคลองแฉะ คลองหระที่บ้านควนลัง คลอง

ที่แยกออกจากคลองอุต๊ะเกาที่บ้านควนลั้งคือคลองเตย ไหลอ้อมผ่านเข้าสู่เขตตัวเมืองหาดใหญ่ คลองวาดและคลองตำไทรรวมกับคลองอุต๊ะเกาที่บ้านควนลั้งและบ้านหัวพาน คลองอุต๊ะเกาจะไหลรวมอีกครั้งกับคลองเตยที่บ้านเสาวังนก ซึ่งอยู่ทางเหนือของเมืองหาดใหญ่ประมาณ 7 กิโลเมตร จากนั้นก่อนจะไหลลงทะเลสาบก็แยกออกเป็น 2 สายที่บ้านควนไฉน คลองอุต๊ะเกามีความลึกโดยเฉลี่ย 2-5 เมตร กว้าง 10-15 เมตร มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 1,600 ตารางกิโลเมตร (ณรงค์, 2525) ปริมาณน้ำในคลองอุต๊ะเกาเฉลี่ยปี พ.ศ. 2533 วัดได้ 42.93 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สามารถระบายน้ำได้ประมาณ 110 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีขณะที่ในช่วงฤดูน้ำหลากที่ควมความถี่ (Return Period) 2 5 และ 10 ปีอัตราการไหลของน้ำหลากประมาณ 280, 395 และ 470 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีตามลำดับ ดังนั้นจึงไม่สามารถรับน้ำหลากได้ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขัง (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2531) และคลองอุต๊ะเกาจัดเป็นคลองที่สำคัญมากต่อชุมชนขนาดใหญ่และเทศบาลเมืองสงขลา ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ประโยชน์จากคลองอุต๊ะเกาทิ้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคและเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปา โดยเฉพาะเทศบาลเมืองสงขลาต้องอาศัยน้ำประปาจากหาดใหญ่ถึงร้อยละ 80 (Wongvanich, 1970) นอกจากนี้การใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร การประมงและการคมนาคมขนส่ง ซึ่งมีความสำคัญต่อประชากรที่อาศัยอยู่ตามสองฝั่งคลองอุต๊ะเกาเพื่อใช้เป็นคลองระบายน้ำหลากในช่วงฤดูฝนและระบายน้ำเสียจากชุมชนเมืองหาดใหญ่ด้วย

1.1.2.7 ประชากร

จำนวนประชากรที่ใช้ประโยชน์ และอาศัยอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำคลองอุต๊ะเกาจะอาศัยในบริเวณใกล้เคียงแหล่งน้ำหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นๆ ทั้งในเขตพื้นที่ อำเภอหาดใหญ่และอำเภอสะเดา ซึ่งอำเภอหาดใหญ่ประกอบด้วยตำบลต่างๆ จำนวน 15 ตำบล 121 หมู่บ้าน มีประชากรในแต่ละตำบลดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 จำนวนประชากรในแต่ละตำบลของอำเภอหาดใหญ่ปี พ.ศ. 2533

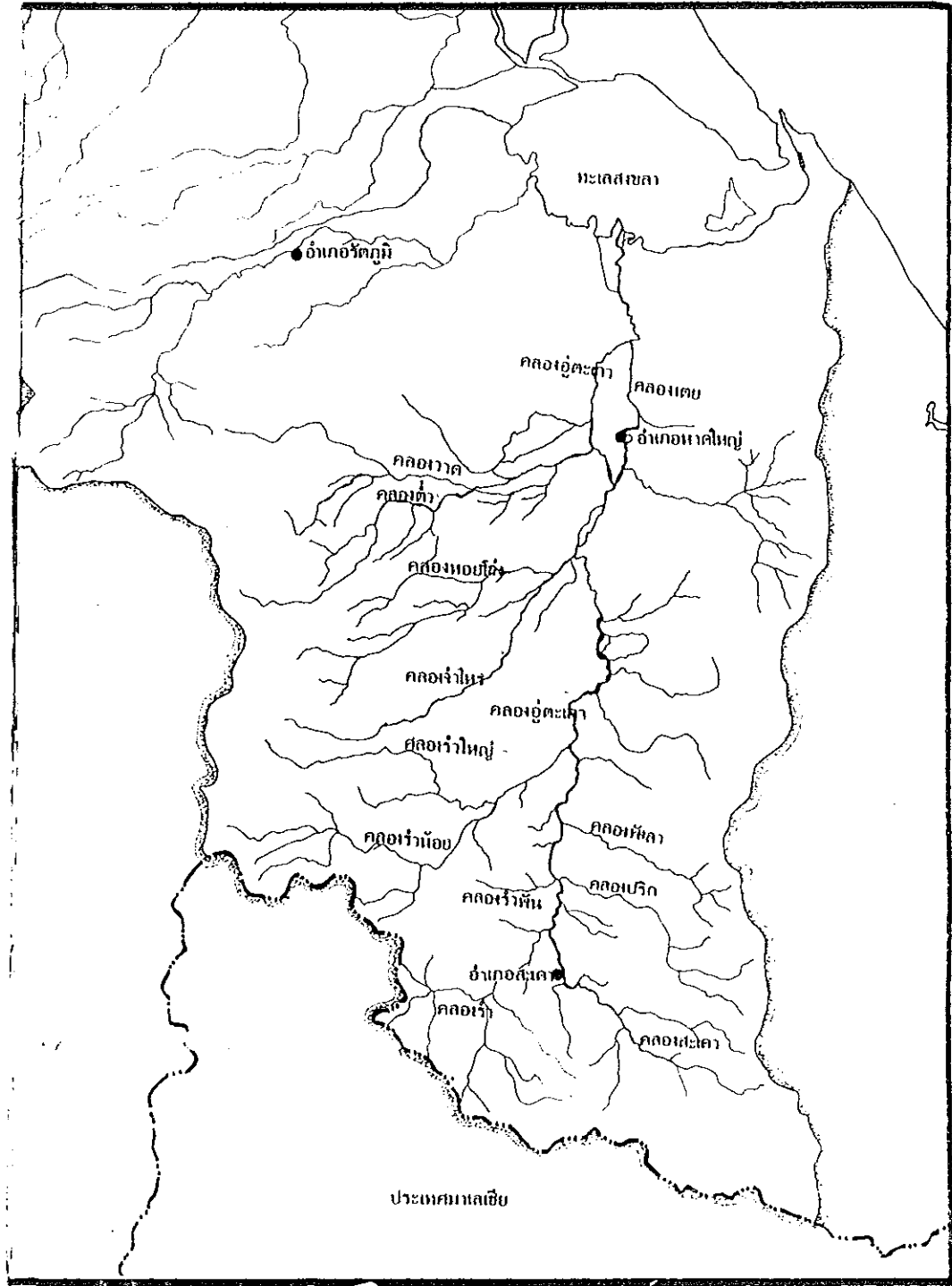
ชื่อตำบล	จำนวน หมู่บ้าน	จำนวน หลังคาเรือน (หลัง)	จำนวน ราษฎร (คน)
1. ตำบลคลองหอยโข่ง	11	1,455	7,724
2. ตำบลคลองแห	11	2,282	9,913
3. ตำบลคลองอู่ตะเภา	4	253	1,783
4. ตำบลควนลัง	5	3,139	16,570
5. ตำบลคอหงส์	6	1,824	16,040
6. ตำบลคูเต่า	10	1,338	9,463
7. ตำบลลลุง	6	825	3,921
8. ตำบลท่าช้าง	8	1,240	6,367
9. ตำบลทุ่งตำเสา	10	1,567	8,734
10. ตำบลทุ่งใหญ่	6	705	3,602
11. ตำบลทุ่งลาน	7	935	5,286
12. ตำบลไม้ไผ่	10	2,049	10,610
13. ตำบลบ้านพรุ	11	2,635	15,697
14. ตำบลพะตง	8	1,494	6,615
15. ตำบลโคกม่วง	8	1,054	6,274
รวม	121	20,160	112,902

ที่มา แผนสำรวจพื้นฐานสำหรับหมู่บ้าน (กช. 2ค) พัฒนาการอำเภอหาดใหญ่, 2533.

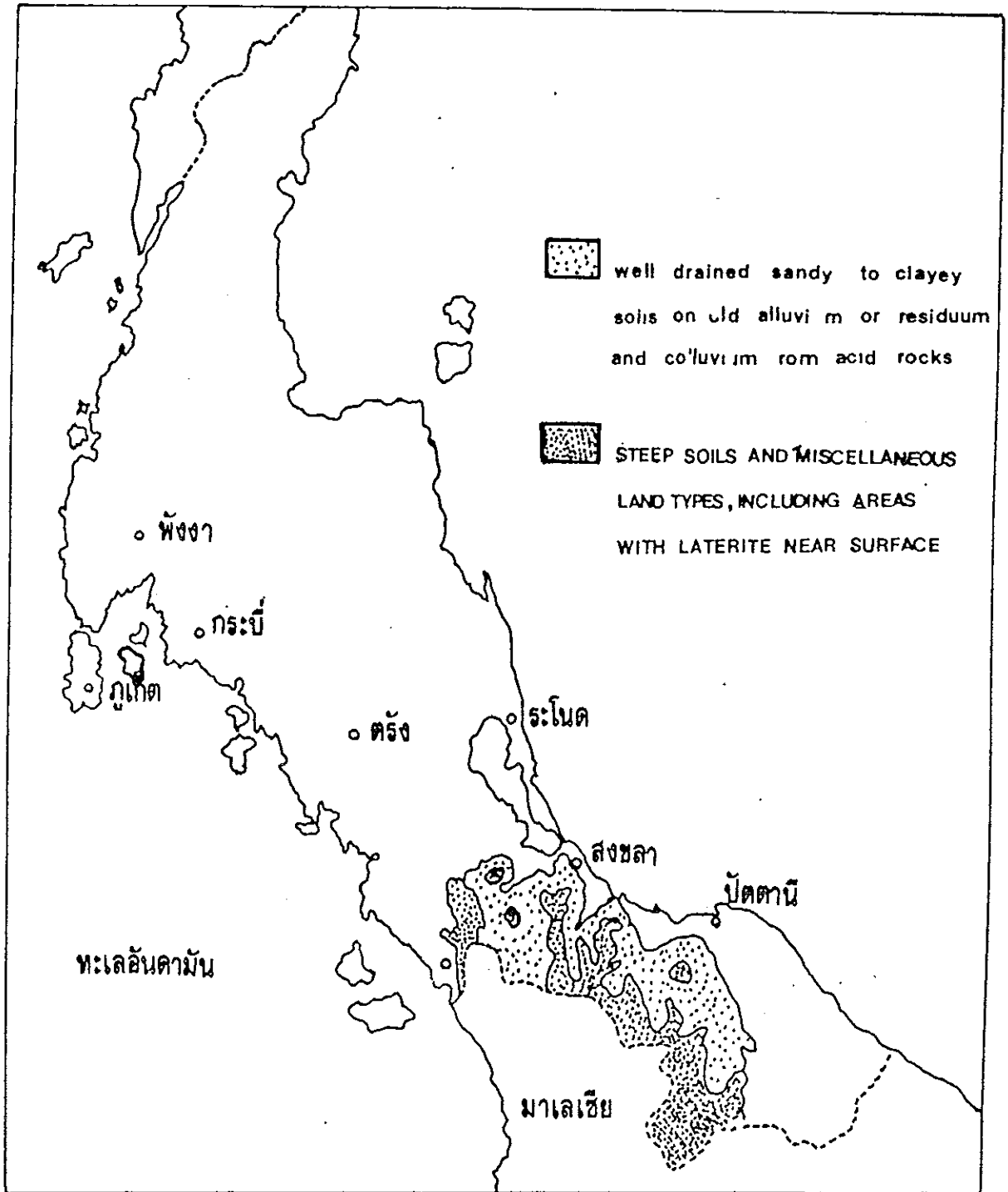
หมายเหตุ ไม่รวมราษฎรในเขตสุขาภิบาล

สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตตะเกา

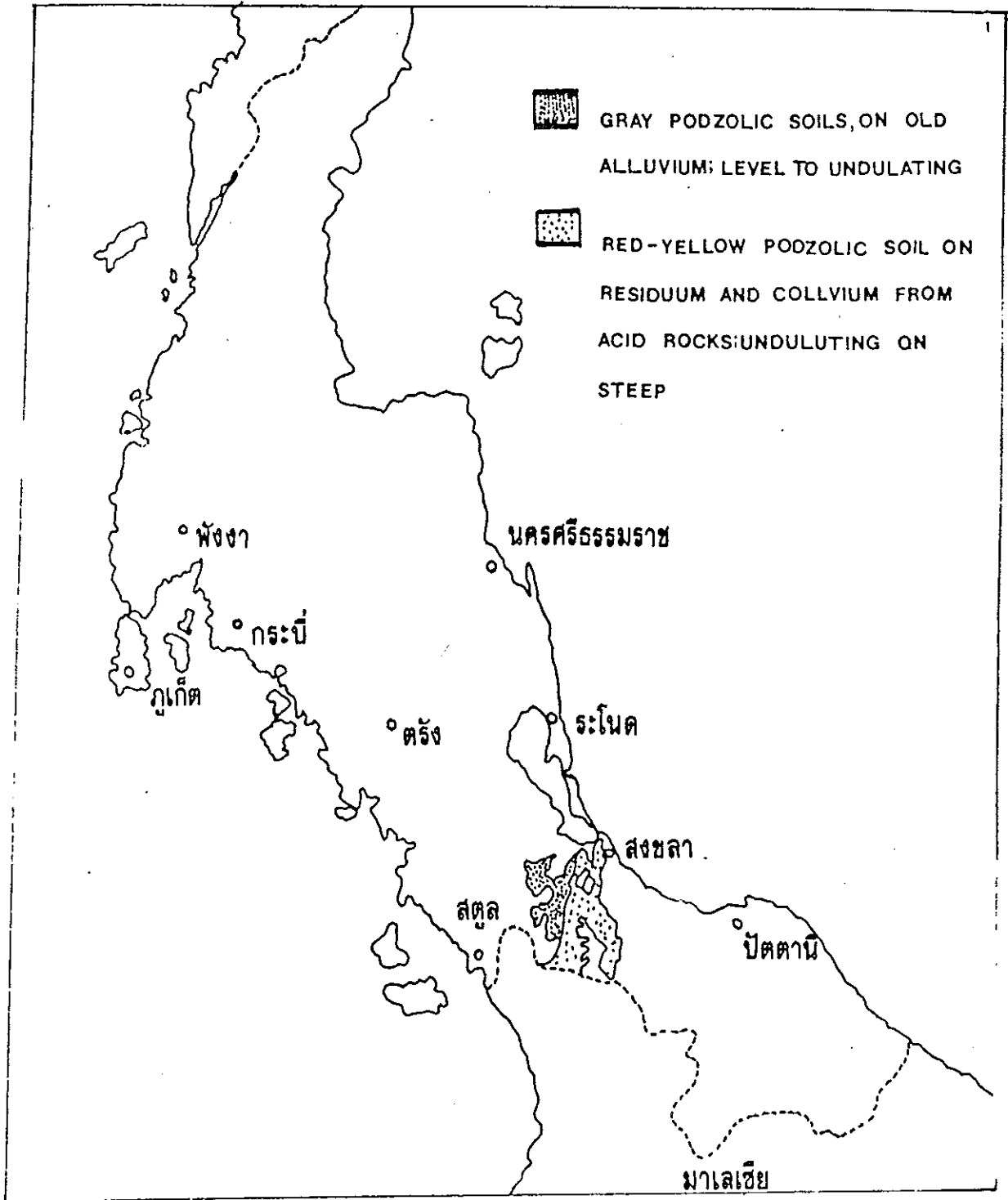
จากรูปที่ 1.1 แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตตะเกา รูปที่ 1.2 และ 1.3 แสดงสภาพทางธรณีวิทยาในเขตอำเภอสะเตาะและอำเภอหาดใหญ่ พบว่าในเขตอำเภอสะเตาะผิวดินเป็นดินชนิดดินเหนียวปนทรายระบายน้ำได้ดี (Well Drained Sandy to Clayey) เกิดจากการผุกร่อนของซีลิกและสารละลายตัวของตะกอนลุ่มน้ำและตะกอนต่างๆที่พัดพามาสะสมตัวในบริเวณแหล่งน้ำและในดินที่กัดลงไปเป็นดินชนิด Soil, Step Soils และ Miscellaneous Land types ปกคลุมอยู่เป็นชั้นเหนือชั้นดินชนิด Red-yellow Podzolic Soil ซึ่งเป็นดินชั้นล่างที่น้ำซึมผ่านได้ไม่มากนัก ผิวดินชนิดดังกล่าวจะมีสภาพร่วนและอัตราการซึมผ่านของน้ำสูง ดังนั้นพื้นที่ดังกล่าวจึงเหมาะสำหรับทำสวนยางพารามากกว่าพืชชนิดอื่น เพราะต้นยางพาราชอบชั้นในชั้นดินที่มีการซึมผ่านของน้ำสูง และร่วน ส่วนในเขตอำเภอหาดใหญ่ชั้นผิวดินจะมีสภาพอุดมสมบูรณ์มากกว่าอำเภอสะเตาะ เนื่องจากชั้นผิวดินเป็นดินชนิดดินเหนียวปนทรายระบายน้ำได้ดี (Well Drained Sandy to Clayey Soil) ที่มีเปอร์เซ็นต์ของ Humic Soil มากกว่าและชั้นล่างเป็นดินชนิด Alluvium ซึ่งดินทั้งสองชนิดนี้เกิดจากการทับถมและการพัดพาของตะกอนในบริเวณลุ่มน้ำ ทำให้อำเภอหาดใหญ่มีการเพาะปลูก ปลูกข้าว หรือทำสวนยางพารามากกว่าอำเภอสะเตาะ (วิชัย, 2532)



รูปที่ 1.1 แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา
ที่มา Guy Trebuil, 1983.



รูปที่ 1.2 แสดงสภาพทางธรณีวิทยาดินชั้นผิวของกลุ่มน้ำคลองอุตตะเกา-สะเดา
ที่มา Guy Trebuil, 1983.

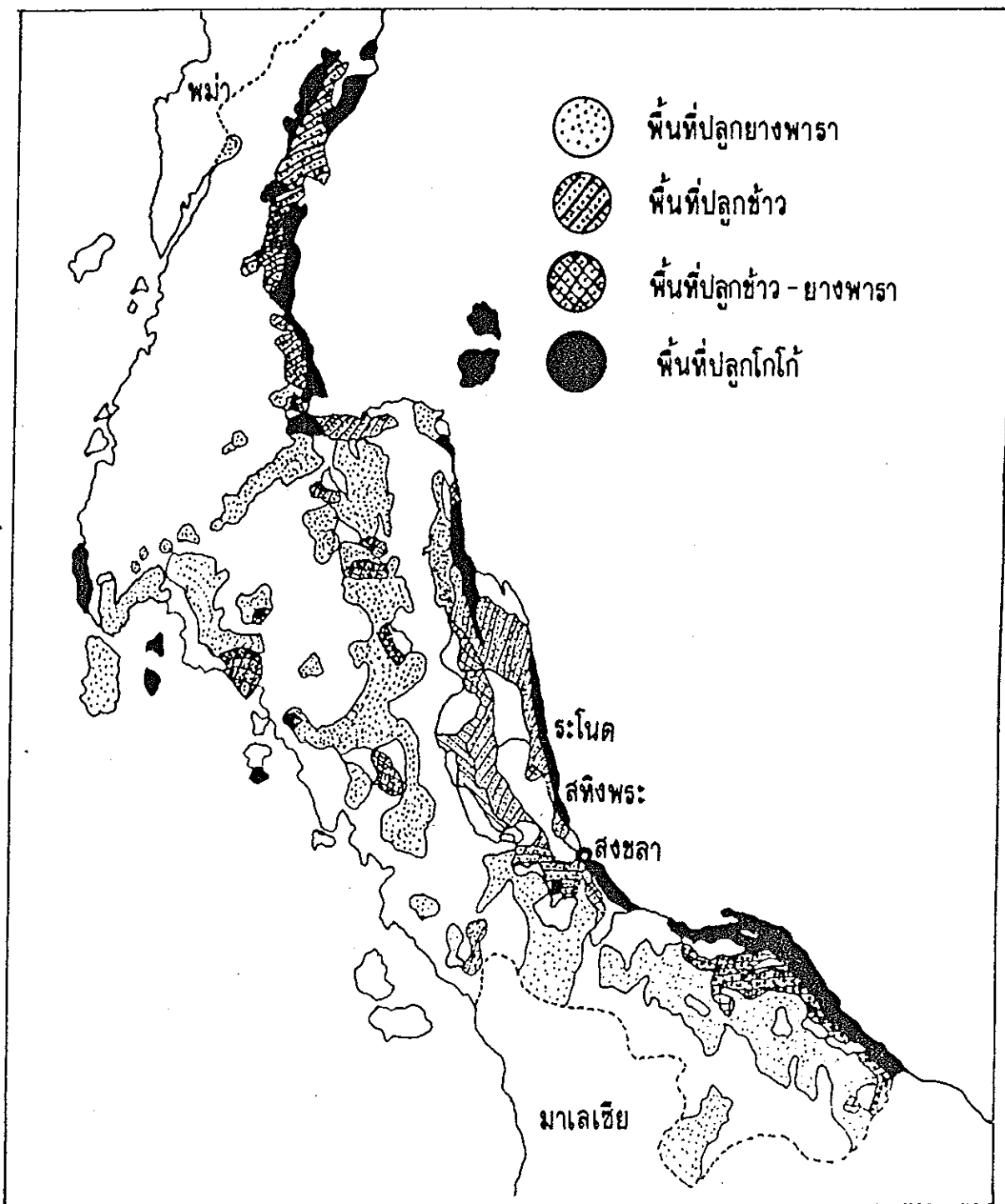


รูปที่ 1.3 แสดงสภาพธรณีวิทยาดินชั้นผิวของลุ่มน้ำคลองอยู่ตะเภา-หวดใหญ่

ที่มา Guy Trebil, 1983.

๗ ลักษณะการใช้ที่ดินในเขตลุ่มน้ำคลองอุตตะเกา

การปลูกข้าวและยางพารา เป็นลักษณะเด่นของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตตะเกาและพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์จากการปลูกพืชทั้งสองชนิดจะมีการแบ่งแยกกันค่อนข้างเด่นชัด ซึ่งจะพบว่าในบริเวณพื้นที่รอบๆทะเลสาบสงขลาจนถึงอำเภอหาดใหญ่ตอนล่าง สภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์เนื่องจากเป็นลักษณะดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนจากแม่น้ำ หรือดินบริเวณปากแม่น้ำจึงเหมาะกับการเพาะปลูกพืชที่ต้องการน้ำมากเช่น ข้าว และบริเวณพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะลาดลุ่มลงสู่ทะเลสาบ ทำให้เกิดน้ำท่วมเป็นประจำในฤดูน้ำหลาก สำหรับพื้นที่ตอนบนของอำเภอหาดใหญ่จนถึงอำเภอสะเดา ลักษณะที่ดินมีความลาดชันค่อนข้างสูงก็และเหมาะสำหรับการปลูกสวนยางพาราซึ่งต้องการน้ำน้อย ดังแสดงในรูปที่ 1.4 แสดงพื้นที่การเพาะปลูกในลุ่มน้ำอุตตะเกา จะเห็นประชาชนในเขตพื้นที่ทั้งสองแห่งจึงมีที่มาของรายได้ค่อนข้างแตกต่างกันมาก ชาวสวนยางพาราสามารถทำฝักสวนครัวหรือพืชเกษตร เช่น สัปรดในเขตพื้นที่ของสวนยาง จึงมีรายได้จากทั้งสองแหล่งดังนั้นจึงมีเศรษฐกิจดีกว่า (วิชัย, 2532)



รูปที่ 1.4 แสดงการใช้ที่ดินในเขตลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา

ที่มา Guy Trebuil, 1983.

1.2.2 อำเภอสะเดา

อำเภอสะเดาเดิมมีฐานะเป็นตำบลขึ้นอยู่กับกิ่งอำเภอจังโหลน จังหวัดไทรบุรี ในสมัยราชอาณาจักรไทย ยกฐานะขึ้นเป็นอำเภอเมื่อ พ.ศ. 2452 ตั้งอยู่ที่ถนนกาญจนาภิเษย ตำบลสะเดามีพื้นที่ 883 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยตำบลต่างๆ ดังแสดงในตาราง 1.2 ต่อมาในปี พ.ศ. 2482 ตำบลสะเดาได้รับการยกฐานะเป็นเทศบาลตำบลสะเดา (สำนักงานจังหวัดสงขลา, มปป)

1.2.2.1 อาณาเขต

- ทิศเหนือ จรดตำบลพะตง ตำบลทุ่งลาน และตำบลคลองหอยโข่ง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

- ทิศใต้ จรดอำเภอจิตรา รัฐเคดาห์ ประเทศมาเลเซีย

- ทิศตะวันออก จรดตำบลคลองทราย ตำบลคลองขวาง ตำบลทับช้าง และตำบลประกอบ อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา

- ทิศตะวันตก จรดตำบลควนสะอาด กิ่งอำเภอควนโดน จังหวัดสตูล และรัฐเปอร์ลิส ประเทศมาเลเซีย

1.2.2.2 ภูมิประเทศ

ภูมิประเทศของอำเภอสะเดาโดยทั่วไป ทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตก จะเป็นพื้นที่ภูเขา เนินเขาพื้นที่ลาดชันและพื้นที่ราบระหว่างเนินเขา โดยมีเทือกเขาสันการาตีรี และเทือกเขาแก้ว ซึ่งเป็นเส้นกั้นเขตแดนระหว่าง อำเภอสะเดากับประเทศมาเลเซีย มีระดับความสูงประมาณ 500-600 ฟุตจากระดับน้ำทะเล เข้ามาจะเป็นเนินเขาเตี้ย และภูเขา เช่น เขาลูกช้าง เขามีเกียรติ มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 324 และ 400 ฟุตสำหรับพื้นที่ราบเนินเขาจะมีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100 ฟุต ส่วนตอนกลางของอำเภอจะเป็นที่ราบลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดเทไปทางทิศเหนือ ทิศใต้จะมีเนินเขาเตี้ย ทนนานมากกว่าทางตอนเหนือ บางแห่งจะเป็นที่ราบลุ่มมีน้ำขังในช่วงฤดูฝน และมีโอกาสน้ำท่วมจับพลันได้

1.2.2.3 ภูมิอากาศ

อำเภอสะเดาได้รับอิทธิพลตามลมมรสุม ที่พัดผ่านทางตอนใต้ของประเทศไทย ได้แก่ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มตั้งแต่เดือน ตุลาคม - เดือนมกราคม ทำให้ฝนตกหนักในช่วงเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ - เดือนเมษายน ทำให้สภาพอากาศร้อนชื้น อุณหภูมิสูง มีฝนตกน้อย

ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - เดือนกันยายน ทำให้มีฝนตกมาก ทางฝั่งตะวันตกของภาคใต้ เมื่อพัดผ่านเทือกเขาตอนกลาง จะทำให้อำเภอสะเดามีฝนตกมากในช่วงเดือนพฤษภาคม

ฤดูกาล แบ่งออกได้ 2 ฤดู คือ

ฤดูฝน จะมีฝนตกเป็น 2 ช่วง คือ

เดือนเมษายน - มิถุนายน และเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ฝนตกหนักและหนักมากในช่วงเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน

ฤดูแล้ง จะเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม - เดือนกุมภาพันธ์

1.2.2.4 ลำคลอง

- คลองอุ้มตะเกา เป็นคลองสายหลักของอำเภอสะเดา มีคลองสาขา คือ คลองปรก คลองสะเงา คลองเล่ คลองหลาปัง คลองรำใหญ่ คลองรำน้อย คลองหิม คลองนางงาม คลองแก้ว คลองพังลา โดยไหลไปทางทิศเหนือผ่านตำบลปรก ตำบลพังลา ตำบลท่าโพธิ์ เข้าสู่เขตอำเภอลาดใหญ่ที่หมู่ที่ 7 ตำบลพังลา มีปริมาณน้ำตลอดปี

- คลองรำใหญ่ อยู่ด้านตะวันตกของอำเภอสะเดา มีคลองสาขา คือ คลองรำน้อย คลองนางงาม คลองหิม คลองแก้ว โดยไหลผ่าน ตำบลทุ่งหมอ ตำบลท่าโพธิ์ ลงสู่คลองอุ้มตะเกา ที่หมู่ที่ 2 ตำบลท่าโพธิ์ ความกว้างประมาณ 1.50 เมตร มีน้ำตลอดปี มีความยาวประมาณ 12 กม.

- คลองรำน้อย เป็นที่รวมของ 2 สาย คือ คลองนางงามและคลองหิม ซึ่งมีความยาวประมาณ 6 กม. โดยไหลผ่านหมู่ที่ 7 และหมู่ที่ 4 ตำบลทุ่งหมอ รวมกับคลองรำใหญ่ ที่หมู่ที่ 2 ตำบลทุ่งหมอ ทำให้น้ำตลอดปี

- คลองแก้ว ต้นกำเนิดจากเทือกเขาแก้ว โดยไหลผ่านหมู่ที่ 5,6,7 ตำบลป่าดงเบงช่า มีระยะทางประมาณ 9 กม. ไหลลงสู่คลองรำใหญ่ที่ตำบลทุ่งหมอ มีน้ำตลอดปี

- คลองนางงาม กำเนิดจากเทือกเขาแก้ว โดยไหลผ่านหมู่ที่ 8,6,7,5 ตำบลป่าดงเบงช่า มีระยะทางประมาณ 22 กม. ไหลลงสู่คลองรำใหญ่ มีน้ำตลอดปี

- คลองหิม มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาแก้ว โดยไหลผ่านหมู่ที่ 2,3 ตำบลป่าดงเบงช่า มีระยะทางประมาณ 4 กม. ไหลลงสู่คลองรำน้อย มีน้ำตลอดปี

- คลองปริก กำเนิดจากภูเขาด้านตะวันออกเขตติดต่อกับอำเภอนาทวี ไหลผ่านหมู่ที่ 2 หมู่ที่ 5 ตำบลปริก มีระยะทางประมาณ 8 กม. ไหลลงสู่คลองอู่ตะเภา มีน้ำตลอดปี
- คลองสะเดา กำเนิดจากเทือกเขาสิรินธรคีรี ไหลผ่านหมู่ที่ 6,4,3,2,1 ตำบลสำนักแก้ว ไหลลงสู่คลองอู่ตะเภา มีระยะทางประมาณ 17 กม. มีน้ำตลอดปี
- คลองเส้ เป็นที่รวมของคลอง 2 สาย คือคลองพานช้าง และคลองหลาปัง มีน้ำไม่ตลอดปี มีต้นกำเนิดจากภูเขาสิรินธรคีรี ทางด้านทิศใต้ มีระยะทางประมาณ 15 กม.

1.2.2.5 ทรัพยากรธรรมชาติ โดยทั่วไปลักษณะภูมิประเทศของอำเภอสะเดาเป็นที่ราบสูงเนินเขาอยู่โดยรอบ มีป่าไม้อยู่ทั่วไป ทรัพยากรที่สำคัญคือ ป่าไม้ และแร่ธาตุ ไม้ที่มีมากคือ ไม้ตะเคียน ไม้ไข่เขียว ไม้พยอม และไม้ยี่งอ โดยมีป่าสงวน 7 ป่า มีเนื้อที่ประมาณ 191.34 ไร่ แร่ธาตุที่มีมากคือ ดีบุกและแร่ซูลเฟรม ในปี พ.ศ. 2525-2526 กรมทรัพยากรธรณีดำเนินการสำรวจขุดเจาะถ่านหินในท้องที่ตำบลสำนักแก้ว มีเหมืองแร่จำนวน 6 เหมือง ดำเนินกิจการในท้องที่ตำบลทั้งหมด 5 เหมือง และตำบลสำนักแก้ว 1 เหมือง

1.2.2.6 ประชากร

อำเภอสะเดามี 7 ตำบลรวม 62 หมู่บ้าน ดังแสดงในตารางที่ 1.2 จำนวนประชากรในแต่ละตำบลของอำเภอสะเดาปี พ.ศ. 2533

ตารางที่ 1.2 จำนวนประชากรในแต่ละตำบลของอำเภอสะเดาปี พ.ศ. 2533

ชื่อตำบล	จำนวน หมู่บ้าน	จำนวน หลังคาเรือน (หลัง)	จำนวน ราษฎร (คน)
1. ตำบลปริก	11	1,455	7,646
2. ตำบลทุ่งหมอ	7	836	4,899
3. ตำบลลาดังเขว้า	10	3,497	17,619
4. ตำบลท่าโพธิ์	8	2,114	4,771
5. ตำบลเขามะกักรัต	5	1,913	4,152
6. ตำบลสำนักแต้ว	7	2,817	5,791
7. ตำบลสำนักขาม	7	625	5,768
8. ตำบลพังลา	7	481	2,951
รวม	62	13,738	53,597

ที่มา แบบสำรวจข้อมูลพื้นฐานระดับหมู่บ้าน (กชช. 2ค) พัฒนาการจังหวัดสงขลา

หมายเหตุ ไม่รวมราษฎรในเขตเทศบาล, 2533.

วัตถุประสงค์การวิจัย

1.3.1 ศึกษาความสามารถในการรองรับของเสียของคลองคูเต่าในปัจจุบันและอนาคตว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1.3.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของความสามารถในการรองรับของเสียของคลองคูเต่ากับแนวโถงการขยายตัวของเมืองในปัจจุบันและอนาคตว่าสัมพันธ์กันอย่างไร

1.3.3 ศึกษาแนวทางการควบคุมความสกปรก และการเสื่อมของลำน้ำและแนวทางการแก้ไข

วิธีการทดลอง

2.1 การวางแผนการทดลอง

2.1.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานนี้ศึกษาจากข้อมูลในเอกสารต่างๆเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ จำนวนประชากร (รายละเอียดในภาคผนวก) เป็นต้น จากหน่วยงานราชการต่างๆ เช่นเทศบาลเมืองหาดใหญ่ สะเดา กรมอุตุนิยมวิทยา สำนักงานชลประทานภาคใต้ รวมทั้ง การศึกษาเอกสารวิชาการผลงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

2.1.2 การกำหนดจุดในการเก็บตัวอย่างน้ำ

สำหรับการกำหนดจุดในการเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆนั้น จะพิจารณาถึงจุดประสงค์ของการวิจัยที่มุ่งศึกษาคุณภาพน้ำในคลองอู่ตะเภา อำเภอหาดใหญ่ และบางส่วนของอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา โดยคำนึงถึงแหล่งมลภาวะเช่น น้ำทิ้งจากอาคาร บ้านเรือน น้ำทิ้งจากเทศบาลและโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างจึงพิจารณาจำนวนประชากรในหมู่บ้านที่อาศัยอยู่ในบริเวณแหล่งน้ำ รวมทั้งการเจือจางหรือเพิ่มของมลภาวะจากลำน้ำสาขา และจุดที่มีการปล่อยน้ำทิ้งจากท่อเทศบาลลงสู่คลองอู่ตะเภา ทั้งนี้ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการเก็บตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยอาศัยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น รายละเอียดจุดในการเก็บตัวอย่างน้ำดังแสดงในตารางที่ 2.1, 2.2 และรูปที่ 2.1 .

ตารางที่ 2.1 สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง 14 จุด

สถานที่	จำนวนจุดที่เก็บ	บริเวณที่เก็บ
ตำบลปริก	2	ต้นลำน้ำคลองอุตะเถา (เรียกว่าคลองรำ) และ คลองปริกซึ่งเป็นคลองสาขาที่ไหลลงคลองอุตะเถา
ตำบลพังลา	2	คลองอุตะเถาบริเวณบ้านแม่เฒ่า และคลองพังลาซึ่ง เป็นคลองสาขาที่ไหลลงคลองอุตะเถา
บ้านคลองแงะ	2	คลองอุตะเถา และคลองรำที่เป็นคลองสาขาไหลลง คลองอุตะเถา
บ้านไผ่หอม	2	คลองอุตะเถาและคลองเตยที่ไหลลงคลองอุตะเถา ทางด้านทิศตะวันตกของเมืองหาดใหญ่
หาดใหญ่ใน	2	สะพานหาดใหญ่ใน และคลองวาดคลองสาขาที่ไหล ลงคลองอุตะเถา
สะพานบ้านหาร	1	สะพานบ้านหาร
บ้านนาวังนก	2	คลองอุตะเถาและคลองเตยที่ไหลลงคลองอุตะเถา บริเวณบ้านคลองแห
ตำบลคูเต่า	1	คลองอุตะเถาบริเวณบ้านแหลมโพธิ์นอก

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่าง

จุดที่	รายละเอียด	สถานที่
1	ความกว้างของคลองประมาณ 5.00 เมตร ระดับน้ำ อ่านจากไม้วัดระดับได้ 1.20 เมตร ความสูงของ ขอบสะพานถึงระดับน้ำประมาณ 6.00 เมตร	แยกไปตามถนนมิตรสงคราม ต.ปริก ประมาณ 1.50 กิโลเมตร
2	ความกว้างของคลองประมาณ 2.00 เมตร ระดับ น้ำวัดได้ 1.50 เมตร มีบ้านเรือนราษฎรอาศัยอยู่ 2 ฝั่งคลอง	เป็นคลองสาขาของคลองอุ้มทะเภา แยกไปตามถนนมิตรสงคราม ประมาณ 0.50 กิโลเมตร
3	ความกว้างของคลองประมาณ 6.00 เมตร ระดับน้ำ 1.40 เมตร ความสูงจากขอบสะพานถึงผิวน้ำประมาณ 6.00 เมตร	คลองอุ้มทะเภาบริเวณบ้านพังลา
4	ความกว้างคลองประมาณ 4.00 เมตร ระดับน้ำ ประมาณ 1.00 เมตร	คลองพังลาของสาขาของคลอง อุ้มทะเภา
5	ความกว้างของคลองมากกว่า 10.00 เมตร ระดับ น้ำประมาณ 1.00 เมตร ความสูงตากขอบสะพาน ประมาณ 6.00 เมตร	ระหว่างบ้านย่านยาวและทุ่ง ดินแดง ตามถนนความสะอาดห่าง จากถนนกาญจนาภิเษกประมาณ 1.50 กิโลเมตร
6	ความกว้างของคลองประมาณ 2.00 เมตร ระดับน้ำ ประมาณ 0.50 เมตร	คลองร่ำเป็นคลองสาขาของ คลองอุ้มทะเภา
7	ความกว้างของคลองมากกว่า 5.00 เมตร ระดับน้ำ 0.80 เมตร	คลองอุ้มทะเภาบริเวณบ้านเป็ะ หมอ
8	ระดับน้ำ 0.10-0.20 เมตร ความกว้างประมาณ 4.00 เมตร	คลองเตยก่อนไหลรวมกับคลอง อุ้มทะเภาทางด้านทิศตะวันตก ของ อ. หาดใหญ่

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่าง (ต่อ)

จุดที่	รายละเอียด	สถานที่
9	ความกว้างของคลองมากกว่า 5.00 เมตร ระดับน้ำ 2.30 เมตร	สะพานหาดใหญ่ใน
10	ความกว้างของคลองประมาณ 2.00 เมตร ระดับน้ำ 0.20 เมตร	คลองวาด คลองสาขาของ คลองอู่ตะเภา
11	ระดับน้ำ 2.60 เมตร ความกว้างของคลองมากกว่า 15.00 เมตร	สะพานบ้านทหาร
12	ความกว้างของคลองมากกว่า 15.00 เมตร ระดับน้ำมากกว่า 3.00 เมตร	บริเวณคลองอู่ตะเภาหน้าวัด นารังนก
13	ความกว้างคลองประมาณ 4.00 เมตร ระดับน้ำ 1.90	คลองเตงที่ไหลรวมคลองอู่ ตะเภาบริเวณคลองแห
14	ความกว้างคลองมากกว่า 10.00 เมตร ระดับน้ำ 4.00 เมตร	คลองอู่ตะเภาบริเวณบ้าน แหลม โพนนอก

ที่มา จากการสำรวจคลองอู่ตะเภาของผู้วิจัย เมื่อวันที่ 2, 3 พฤษภาคม 2533. รายละเอียด ในภาคผนวก จ.

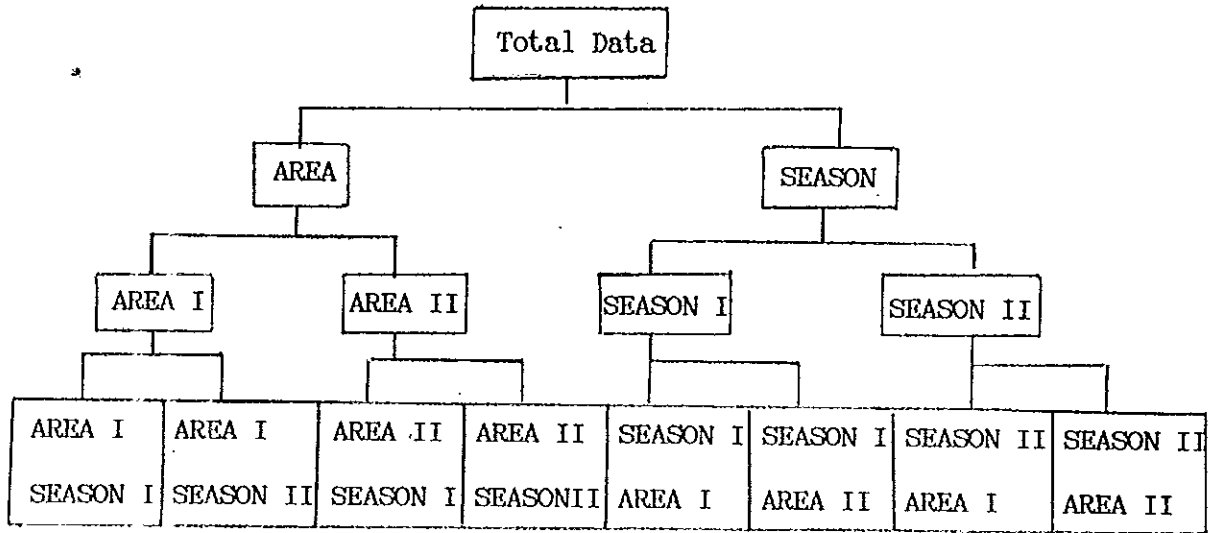
2.1.3 การวางแผนการจัดการข้อมูล

ในการวางแผนการจัดการข้อมูลนั้นจะพิจารณาข้อมูลตามลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำ และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง ในการพิจารณาดังกล่าวจะอาศัยข้อมูลทางด้านอุทกวิทยาน้ำฝนตามสถานีตรวจวัดต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ (รายละเอียดในภาคผนวก ง) และข้อมูลสถิติระดับน้ำประจำเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2533 ของคลองอุตตะเภาดอนล่างที่สถานีตรวจวัด x 90 ตำบลควนลัง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ดังแสดงในตารางที่ 2.3 และรูปที่ 2.3

จะเห็นได้ว่าช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน เป็นช่วงเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม ดังนั้นจึงแบ่งข้อมูลที่วิเคราะห์ในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน หรือช่วงการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 6 เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าช่วงการเก็บตัวอย่างเดือนตุลาคมถึงธันวาคม หรือช่วงการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 7 ถึงครั้งที่ 12

ส่วนลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น พิจารณาโดยแบ่งลำน้ำออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงคลองอุตตะเภาดอนบนและคลองอุตตะเภาดอนล่าง โดยอาศัยแนวของถนนเลียบเรียงทางด้านทิศใต้ของตัวเมืองหาดใหญ่ ซึ่งเป็นจุดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการไหลของกระแสน้ำตามธรรมชาติ และจุดสูบน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปาเป็นหลักพิจารณาในการแบ่งช่วงลำน้ำ และจากแผนที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำในรูปที่ 2.1 จะได้ว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 เป็นจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ช่วงคลองอุตตะเภาดอนบน ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 4/1 ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 เป็นจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ช่วงคลองอุตตะเภาดอนล่าง

เพราะฉะนั้นการพิจารณาข้อมูลจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจะสามารถพิจารณาแยกข้อมูลได้ดังรูป 2.2 แผนภาพการจัดการข้อมูล



รูป 2.2 แผนภาพการจัดการข้อมูล

เมื่อ

- Total Data หมายถึง ข้อมูลจากพารามิเตอร์ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ในบทที่ 3
- ARCA " ข้อมูลของพารามิเตอร์ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้จากกลุ่มน้ำคลองอุตะเกา
- AREA I " ข้อมูลของพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้ในช่วงคลองอุตะเกาตอนบน
- AREA II " ข้อมูลของพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้ในช่วงคลองอุตะเกาตอนล่าง
- SEASON " ข้อมูลของพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้จากกลุ่มน้ำอุตะเกา
- SEASON I " ข้อมูลของพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน
- SEASON II " ข้อมูลของพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม

ตารางที่ 2.3 สถิติระดับน้ำประจำเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2533 ของคลอง
อยู่ตะเภาที่สถานี x 90 ตำบลควนลัง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

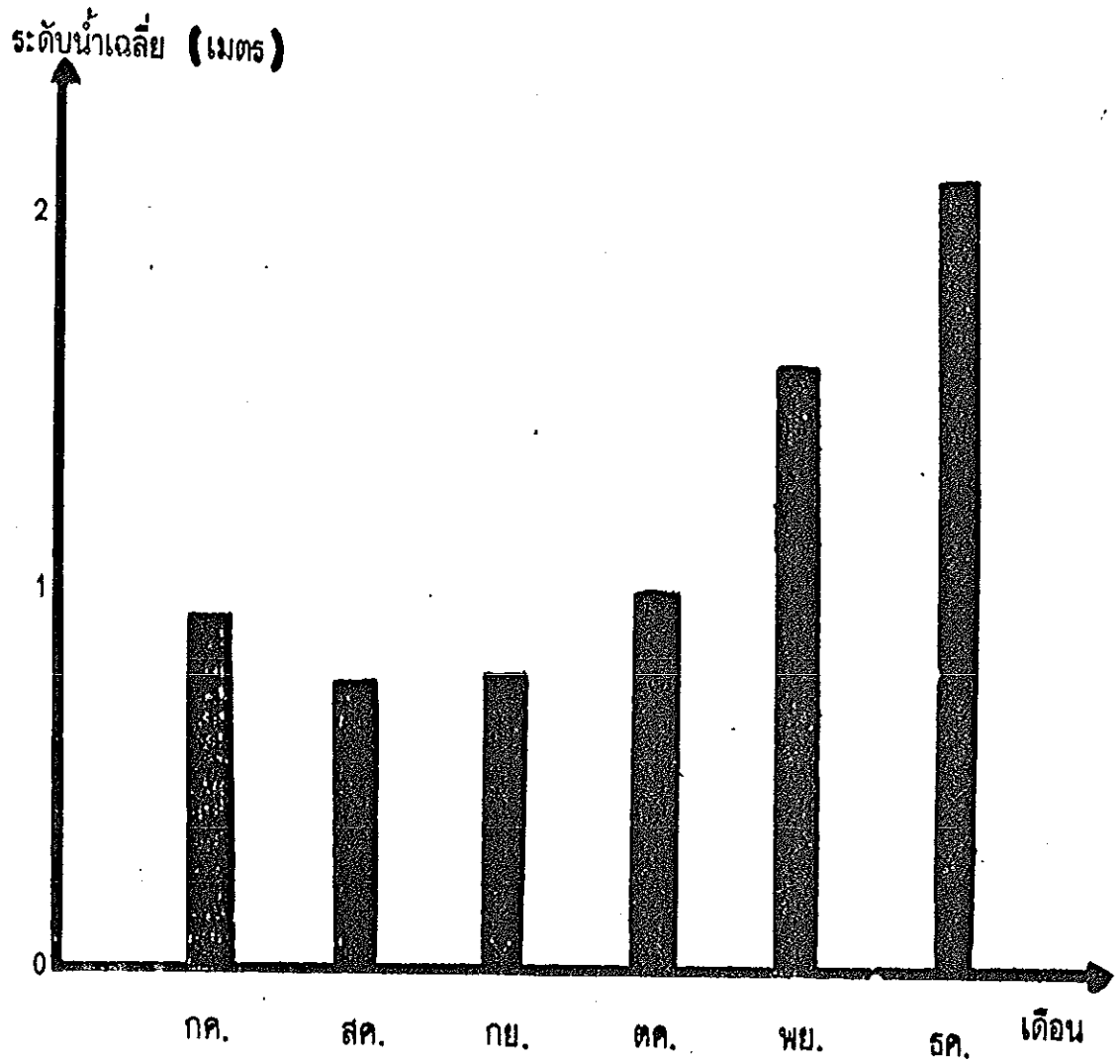
วันที่	ระดับน้ำเฉลี่ย (เมตร)						หมายเหตุ
	เดือน						
	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	
1	0.720	0.760	0.720	0.730	1.550	1.140	วันที่เก็บตัว อย่างน้ำ
2	0.740	0.750	0.720	0.750	1.510	1.920	
3	0.740	0.770	0.720	0.780	1.540	1.810	
4	0.760	0.800	0.720	0.830	1.570	1.710	
5	0.760	0.780	0.700	0.880	1.540	1.020	
6	0.760	0.770	0.700	0.190	1.550	1.790	
7	0.770	0.750	0.700	0.920	1.410	1.700	
8	0.780	0.750	0.700	0.920	1.280	1.640	
9	0.790	0.740	0.710*	0.920	1.130	1.640	
10	0.790	0.740	0.710	0.920	1.100	1.540	
11	0.800	0.740	0.710	0.930	1.100	1.670	
12	0.800	0.730	0.710	1.020	1.200	1.910	
13	0.800	0.730	0.710	1.130*	1.190	2.640	
14	0.790*	0.730	0.720	1.150	1.270	3.090	
15	0.801	0.740	0.720	1.140	1.350	3.020*	
16	0.800	0.740	0.730	1.230	1.150	2.630	
17	0.820	0.740	0.730	1.210	1.200*	2.440	
18	0.820	0.750*	0.730	1.130	1.160	2.410	
19	0.840	0.750	0.720	1.120	1.230	2.320	

ตารางที่ 2.3 สถิติระดับน้ำประจำเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2533 ของคลอง
อุ้ตะเภากที่สถานี x 90 ตำบลควนเค็ง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ต่อ)

วันที่	ระดับน้ำเฉลี่ย (เมตร)						หมายเหตุ
	เดือน						
	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	
20	0.850	0.760	0.720	1.120	1.220	2.180	
21	0.910	0.800	0.920	1.120*	1.260	1.920	
22	0.910	0.800	0.890*	1.100	1.500	1.760	
23	0.900	0.800	0.820	1.080	1.670	1.640	
24	0.900	0.800	0.750	1.080	1.820*	1.550	
25	0.890	0.800	0.750	1.080	1.950	1.410	
26	0.900	0.800*	0.740	1.150	2.180	1.340	
27	0.950	0.780	0.740	1.240	3.170	1.370	
28	0.960	0.750	0.730	1.320	3.350	1.420	
29	0.980	0.740	0.730	1.420	3.010	1.430	
30	1.020	0.740	0.720	1.450	2.450	1.300	
31	1.010	0.730	-	-	-	1.250	
รวม	26.060	23.560	23.530	20.700	48.61	65.60	
เฉลี่ย	0.841	0.760	0.7840	1.023	1.620	2.120	
สูงสุด	1.020	0.800	0.920	1.450	3.350	3.090	
ต่ำสุด	0.720	0.730	0.700	0.730	1.100	1.140	

ที่มา

สำนักงานชลประทานภาคใต้ กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน, 2533.



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงสถิติระดับน้ำประจำเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2533

ของคลองอุ้มตะโกที่สถานี x 90 ตำบลควนลัง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2.2 การกำหนดตัวแปรและแบบจำลองทางสถิติ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) กำหนดให้พารามิเตอร์หลักที่ใช้เป็นดัชนีในการบอกผลภาวะของลำน้ำ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายเป็นตัวแปรตาม (Dependent variable) ปริมาณสารแขวนลอย ปริมาณของแข็งละลายน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์รวม สภาพการนำไฟฟ้า ระดับน้ำ พีเอช และอุณหภูมิ เป็นตัวแปรอิสระ (Independent variable) ในรูปของแบบจำลองทางสถิติดังนี้

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + E$$

โดยที่

y หมายถึง Dependent variable

b₀ หมายถึง ค่าของที่สมการ

b₁ หมายถึง ค่าคงที่ของพารามิเตอร์ x₁

b₂ หมายถึง ค่าคงที่ของพารามิเตอร์ x₂

b_n หมายถึง ค่าคงที่ของพารามิเตอร์ x_n

E หมายถึง Error

2.3 การกำหนดสมมติฐานทางสถิติ

ข้อมูลที่พิจารณาแยกในแผนภาพ 2.2 นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way analysis of variance หรือ Two-way ANOVA) ซึ่งเป็นการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีมากกว่าตัวแปรเดียว (กานดา, 2530) ในที่นี้หมายถึงตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและฤดูกาลหรือระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างและขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางได้ตั้งสมมติฐานที่นัยสำคัญ 0.5 ดังนี้

1. H₀ : ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ในตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำไม่แตกต่างกัน
H₁ : ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ในตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำแตกต่างกัน
2. H₀ : ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ในตัวแปรฤดูกาลเก็บตัวอย่างน้ำไม่แตกต่างกัน
H₁ : ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ในตัวแปรฤดูกาลเก็บตัวอย่างน้ำแตกต่างกัน
3. H₀ : ไม่มีปฏิกริยาร่วมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและตัวแปรฤดูกาลเก็บตัวอย่างน้ำ
H₁ : มีปฏิกริยาร่วมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและตัวแปรฤดูกาลเก็บตัวอย่างน้ำ

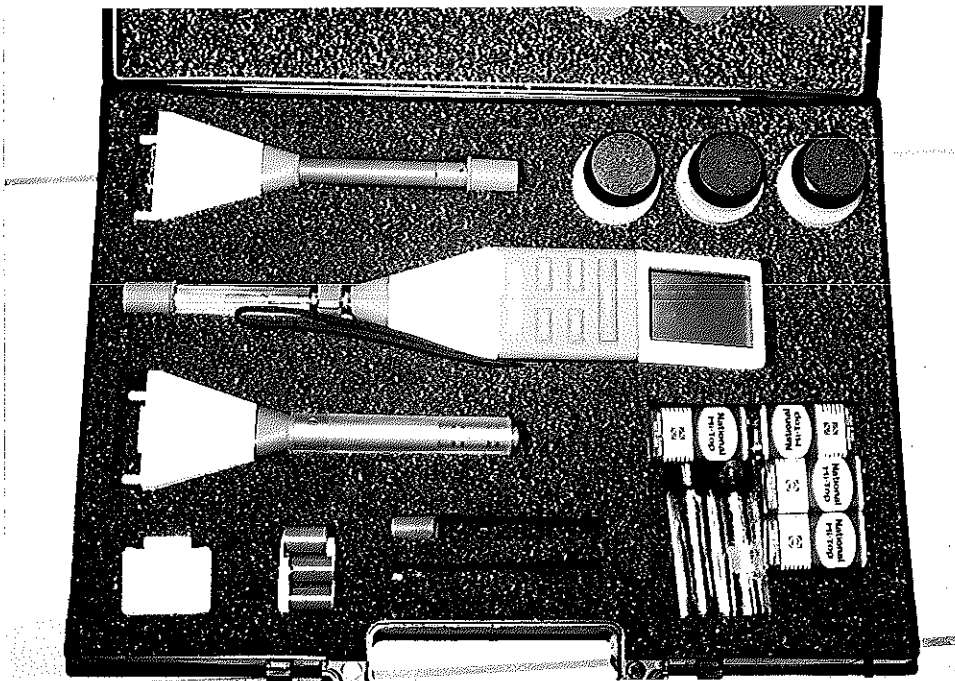
2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์

ใช้เครื่อง Cheekmate รุ่น M 90 ของ Ciba Corning Diagnostics Limited, England ประกอบด้วยหน่วยรับรู้ (Sensor) (ชนะ, 2533) จำนวน 3 หัววัดด้วยกันคือ

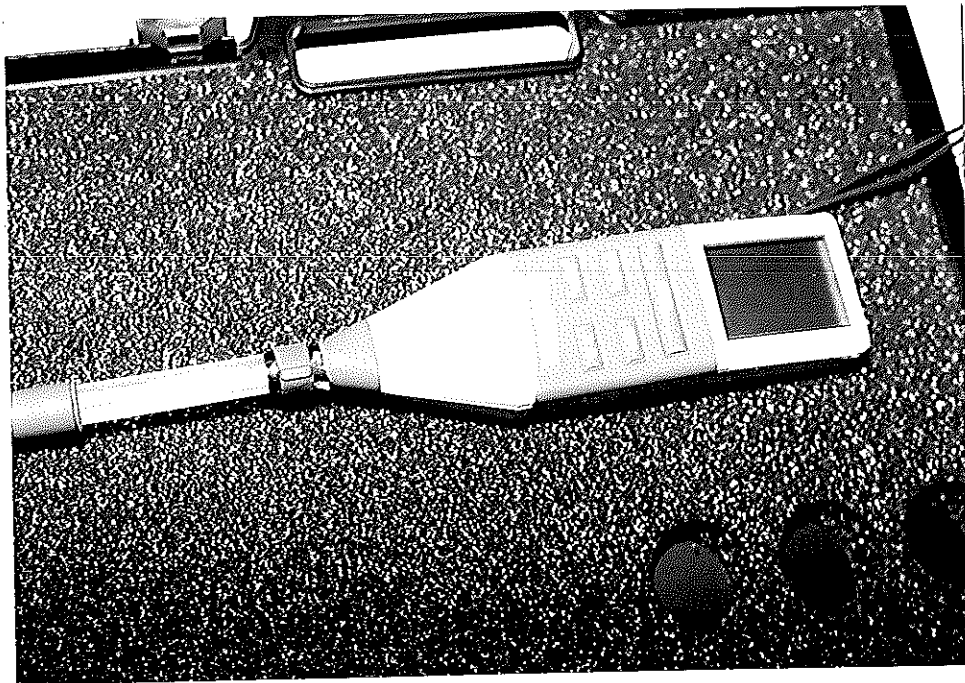
- pH Sensor : M 90, England
- Dissolved Oxygen Sensor : M 90, England
- Conductivity Sensor : M 90, England

เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นได้แก่

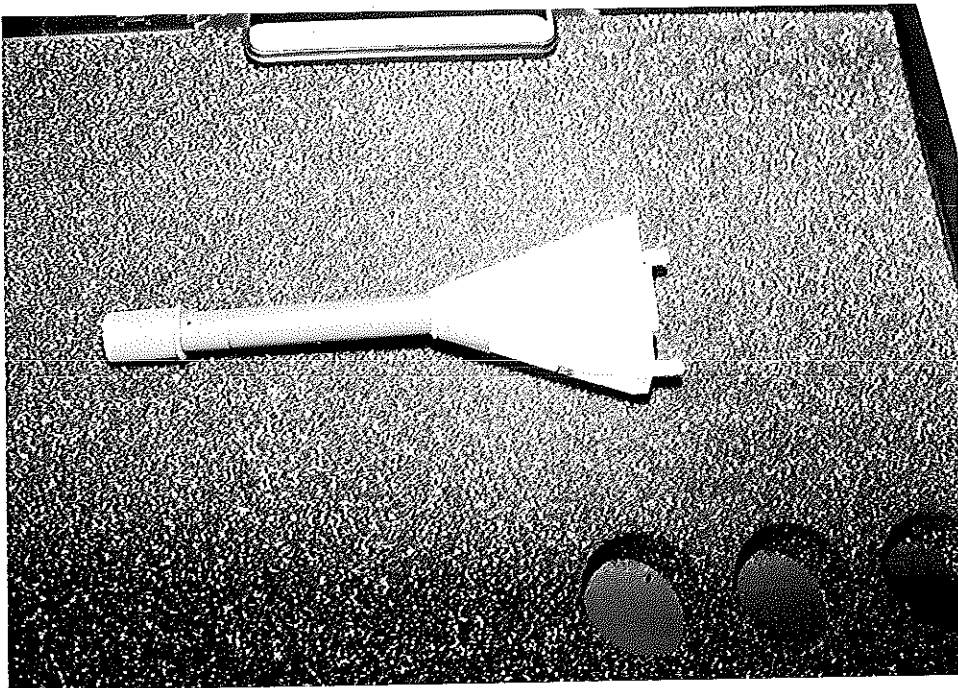
- ขวดพลาสติก Polyethylene สำหรับเก็บน้ำตัวอย่างขนาด 500 มิลลิลิตร
- กระบอกเก็บน้ำตัวอย่าง (Water Sampler)
- กระดาษกรองใยแก้ว (Glass fiber filter) ของบริษัท "Whatman" GF/C (Nonfiltrable Solids) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.40 เซนติเมตร ขนาดรู 1.50 micrometer
- เครื่องแก้วที่จำเป็นอื่นๆ
- ถังน้ำแข็งสำหรับแช่ตัวอย่างน้ำ
- ถ้วยครุชีเปิล (Gooch Crucible) ขนาด 30 มิลลิลิตร
- ถ้วยระเหย (Evaporating dish) ขนาด 50 มิลลิลิตร
- ขวดดูด (Suction flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร
- ตาชั่งแบบละเอียด (Analytical balance) รุ่น August Sauter Cmbtt D-747 Albstadt 1-Ebingen ของ German
- ตู้อบความร้อน (Drying Oven) 25-180 องศาเซลเซียส
- เตาเผา (Muffle furnace) ใช้ได้ที่อุณหภูมิ 500 ± 50 องศาเซลเซียส
- เดสิคเคเตอร์ (Desiccator) พร้อมสารดูดความชื้น (Desiccant)
- เครื่องดูดสูญญากาศ
- เครื่องอังไอน้ำ (Water bath)



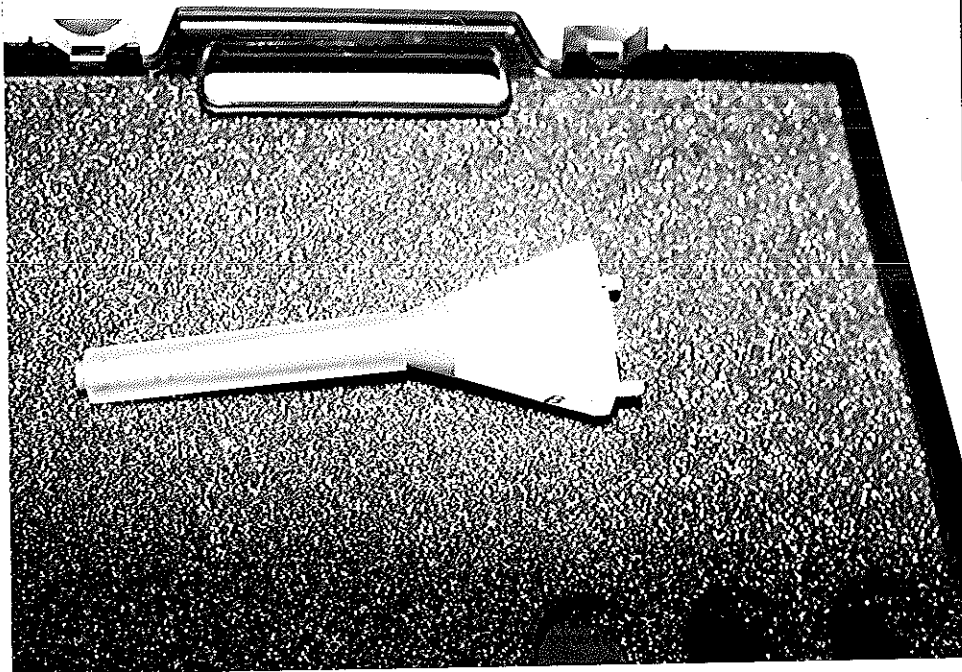
รูปที่ 2.4 เครื่อง Checkmate พร้อมหัววัดทั้ง 3



รูปที่ 2.5 pH Sensor : Cibar Corning M 90, England



รูปที่ 2.6 Dissolved Oxygen Sensor : Cibar Corning M 90, England



รูปที่ 2.7 Conductivity Sensor : Cibar Corning M 90, England

2.5 สารเคมี

ใช้สารเคมีต่อไปนี้คือ

1. Zero Oxygen Solution ของ Ciba Corning Diagnostics Limited, England.
2. 1413 microsemen Conductivity Standard ของ Ciba Corning Diagnostics Limited, England
3. Buffer Solution pH 4.00 และ pH 7.00 ของ Ciba Corning Diagnostics Limited, England.
4. Standard KCl ของ Ciba Diagnostics Limited, England.

2.6 การปรับมาตรฐานของเครื่องมือ

สำหรับการปรับมาตรฐานของเครื่องมือ Checkmate รุ่น M 90 ให้ส่งหน่วยรับรู้ (Sensor) แต่ละหน่วยมาปรับในสื่อ (Medium) แล้วปรับ (Calibrate) ให้อ่านค่าได้ดังตารางที่ 2.4 การปรับมาตรฐานของเครื่องมือ

ตารางที่ 2.4 แสดงการปรับมาตรฐานของเครื่องมือ

หน่วยรับรู้	สื่อ (Medium)		ค่าที่ควรจะอ่านได้	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
pH	pH 7 buffer	pH 4 buffer	7.00	4.00
Conductivity	Hold in free air	Cond. Std. A	0.00	14.13
TDS	Hold in free air	Cond. Std. A	0.00 mg/L	706 mg/L
DO	Zero Oxygen Solution	Hold in free air	0 % O ₂	100 % O ₂
			above fresh water	



รูปที่ 2.8 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 1



รูปที่ 2.9 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 1/1



รูปที่ 2.10 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 2



รูปที่ 2.11 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 2/1



รูปที่ 2.12 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 3



รูปที่ 2.13 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 3/1



รูปที่ 2.14 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 4



รูปที่ 2.15 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 4/1



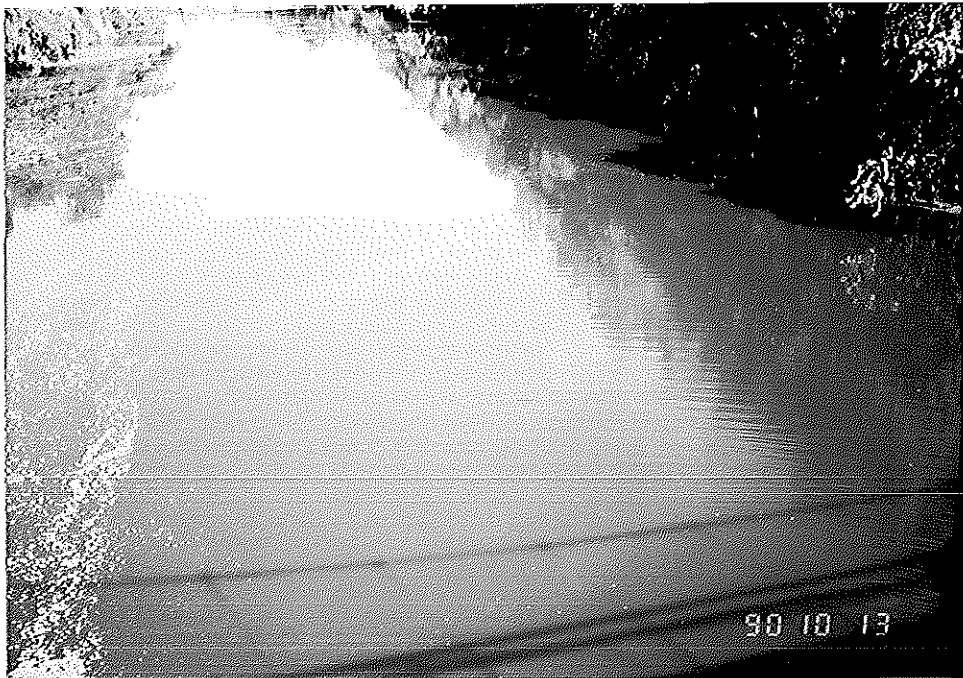
รูปที่ 2.16 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 5



รูปที่ 2.17 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 5/1



รูปที่ 2.18 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 6



รูปที่ 2.19 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 7



รูปที่ 2.20 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 7/1



รูปที่ 2.21 จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 8

2.7 วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำได้แยกออกเป็น 2 ส่วนคือที่ผิวน้ำและระดับใต้ผิวน้ำลึกประมาณ 1.00 เมตร (มีบางจุดเช่นที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 11 12 และ 14 ระดับน้ำลึกมากกว่า 2.00 เมตร เก็บน้ำตัวอย่างที่บริเวณก้นลำน้ำ) ภาชนะที่ใช้บรรจุน้ำตัวอย่างใช้ขวดพลาสติกขนาด 500.00 มิลลิลิตร ทำความสะอาดโดยการล้างและแช่ในกรดไนตริก 6.00 โมลต่อลิตรนาน 1 สัปดาห์แล้วล้างด้วยน้ำธรรมดาหลายๆ ครั้งจึงล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้งปล่อยให้แห้งจึงเก็บในถุงพลาสติก โดยก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำล้างขวดพลาสติกด้วยน้ำตัวอย่างของแต่ละจุดที่เก็บตัวอย่างน้ำ (กรณีการ, 2519; 2522; 2525; 2526) รายละเอียดวิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำแสดงในภาคผนวก ค

ตารางที่ 2.5 วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการและสถานะที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง	ระดับที่เก็บ	วิธีวิเคราะห์
1. อุณหภูมิ (Temperature)	ใช้ Thermometer วัดจากขวดเก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอย	ผิวและใต้ผิวน้ำ ประมาณ 1.00 เมตร	Thermometer (pH Sensor)
2. พีเอช (pH)	ใช้ pH-meter วัดจากขวดเก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอย	ผิวและใต้ผิวน้ำ ประมาณ 1.00 เมตร	pH-meter (pH Sensor)
3. ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved-Oxygen)	ใช้ Water Sampler และวัดที่จุดเก็บตัวอย่าง	ผิว และใต้ผิวน้ำ ประมาณ 1.00 เมตร	DO-meter (Dissolved Oxygen-Sensor)
4. ความนำไฟฟ้า (Conductivity)	ใช้เครื่องมือวัดจากขวดเก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอย	ผิว และใต้ผิวน้ำ ประมาณ 1 เมตร	เครื่องมือวัดความนำไฟฟ้า (Conductivity Sensor)
5. ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solids)	ใช้เครื่องมือวัดจากขวดเก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอย		เครื่องมือวัดความนำไฟฟ้า (Conductivity Sensor)

ตารางที่ 2.5 วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ (ต่อ)

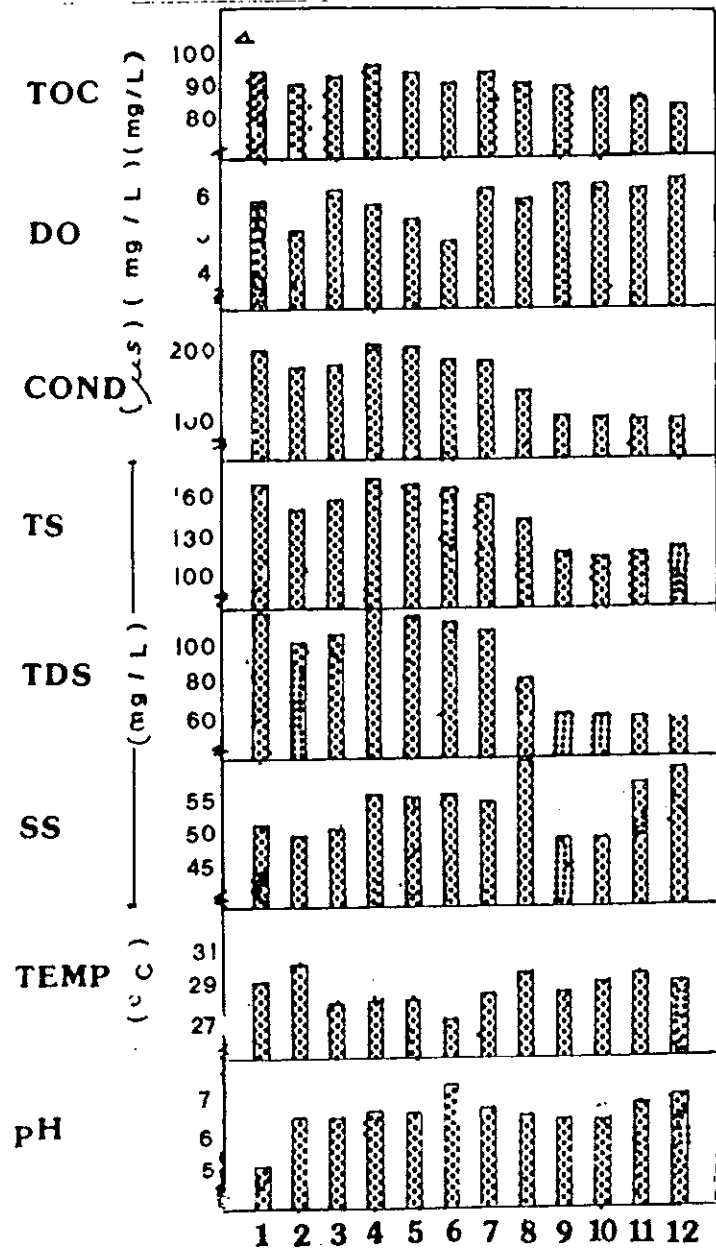
พารามิเตอร์	วิธีการและภาชนะที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง	ระดับที่เก็บ	วิธีวิเคราะห์
6. ตะกอนแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids)	Water Sampler เก็บน้ำใส่ขวดพลาสติกวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	ผิวและใต้ผิวน้ำ ประมาณ 1.00 เมตร	Total Suspended Solids Dried at 103.00-105.00 °C จาก Standard Method for Examination of Water and Waste water analysis
7. สารอินทรีย์รวม (Total Organic Carbon)	Water Sampler เก็บน้ำใส่ขวดพลาสติกวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	ผิวและใต้ผิวน้ำ ประมาณ 1.00 เมตร	Combustion Method จาก Standard Method for Examination of water and Wastewater analysis

ผลการทดลอง

ผลจากการวิเคราะห์ค่าพีเอช (pH) อุณหภูมิ (Temperature) การนำไฟฟ้า (Conductivity) ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen) โดยเครื่อง Checkmate รุ่น M90 ของบริษัท Ciba Corning และผลจากการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid) ปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total Organic Carbon) โดยวิธี Total Suspended Solid Dried at 103-105 °C และ Fixed and Volatile Solids Ignited at 550 °C (APHA-AWWA-WPCF, 1985) ตามลำดับ ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวข้างต้น ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ถึงตารางที่ 3.30 และดังแสดงในรูปที่ 3.1 ถึงรูปที่ 3.30 โดยที่ แกนตั้งแสดงค่าของพารามิเตอร์แต่ละตัว แกนแนวนอนแสดงจำนวนครั้งในการเก็บตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณผิวน้ำ

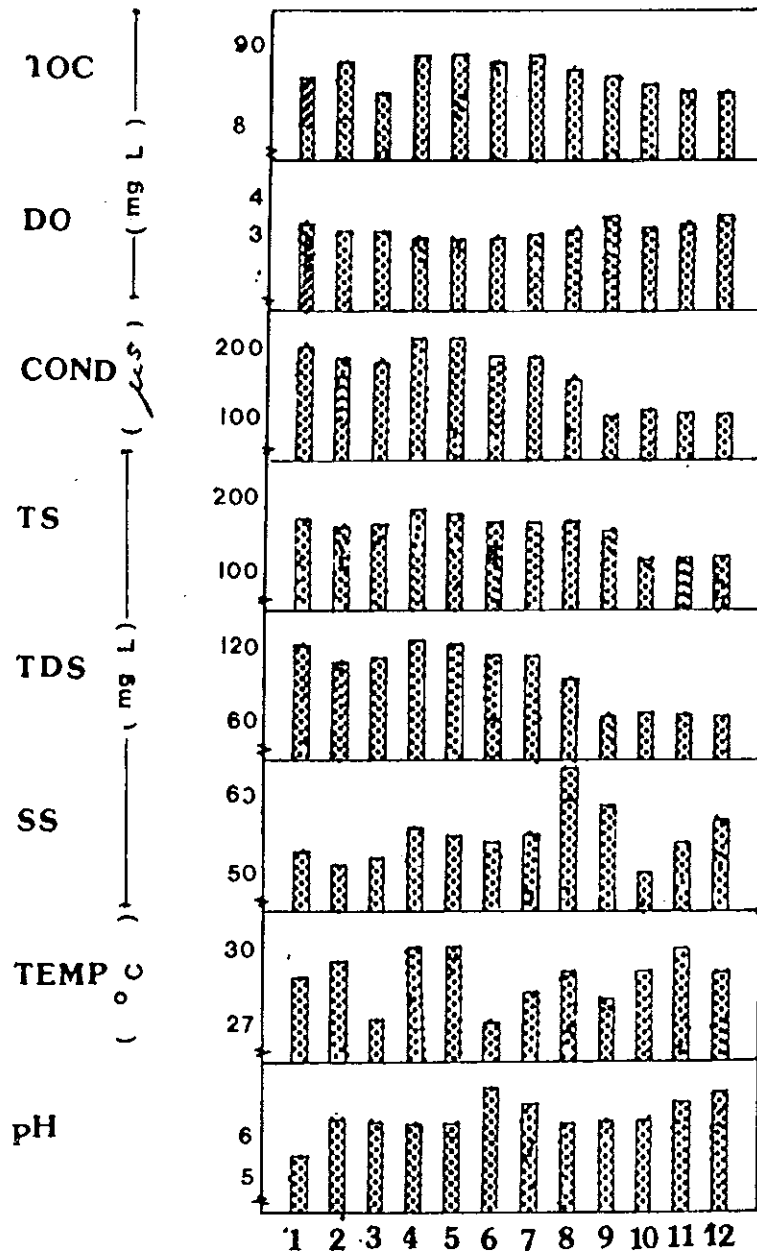
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^5.11	29.20	52.00	118.00	170.00	199.00	5.90	93.00	* ค่าสูงสุด
2	6.49	30.10	49.00	102.00	151.00	175.00	5.20	90.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.43	27.90	51.00	106.00	157.00	176.00	6.20	92.00	
4	6.60	30.00	55.00	*119.00	*174.00	*204.00	5.80	*95.00	
5	6.51	*30.50	54.00	116.00	170.00	200.00	5.40	93.00	
6	*7.30	^27.10	55.00	112.00	167.00	183.00	^4.80	90.00	
7	6.69	28.40	53.00	108.00	161.00	180.00	6.20	93.00	
8	6.43	29.50	59.00	82.00	141.00	140.00	5.90	90.00	
9	6.35	28.50	*48.00	63.00	114.00	105.00	6.30	89.00	
10	6.35	29.00	*48.00	62.00	^110.00	105.00	6.30	88.00	
11	6.80	29.50	53.00	61.00	114.00	103.00	6.20	86.00	
12	7.00	29.00	^57.00	^60.00	117.00	^102.00	*6.40	^84.00	
เฉลี่ย	6.51	29.06	55.00	92.42	145.50	156.00	5.88	90.25	



รูปที่ 3.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณผิวน้ำ

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณก้นน้ำ

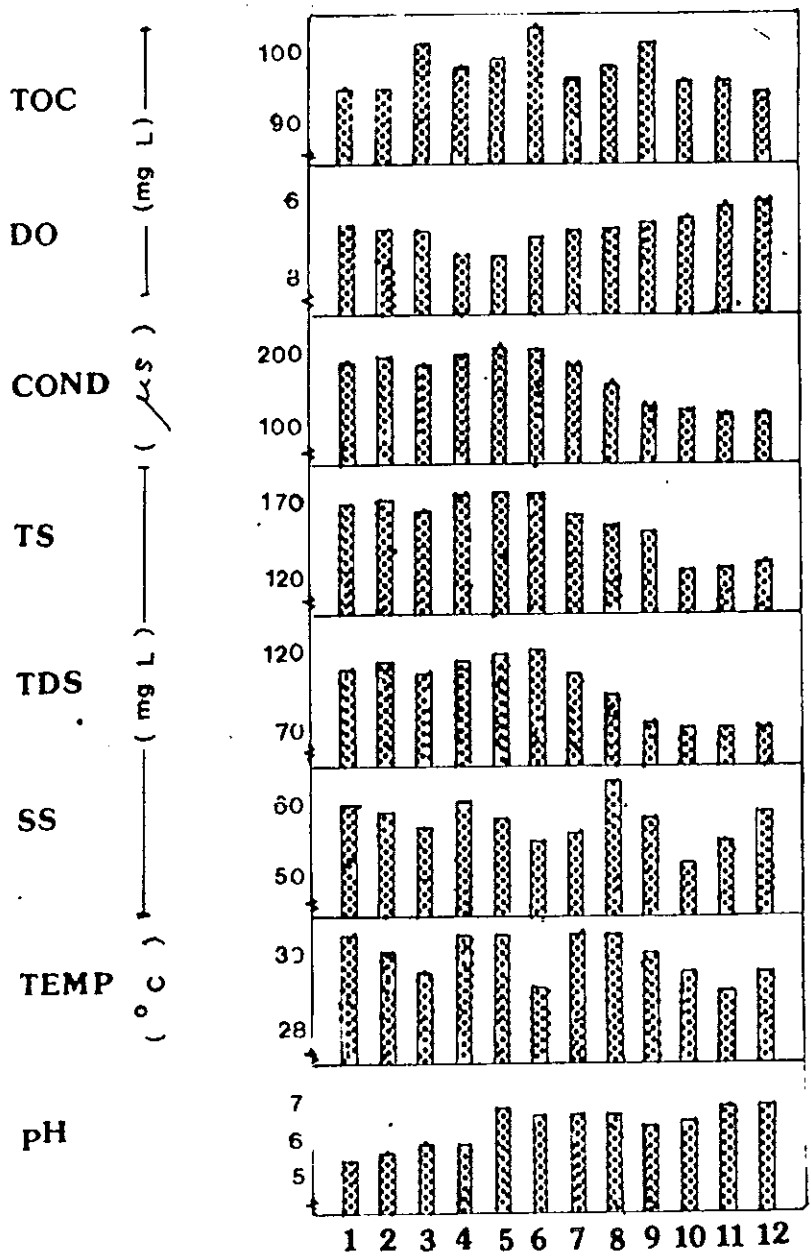
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^5.48	28.90	53.00	121.00	174.00	203.00	3.30	86.00	* ค่าสูงสุด
2	6.46	29.50	51.00	109.00	160.00	186.00	3.10	88.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.38	27.10	52.00	111.00	163.00	181.00	3.10	^84.00	
4	6.32	30.00	56.00	*125.00	*181.00	*214.00	^2.90	89.00	
5	6.38	*30.10	55.00	123.00	178.00	212.00	^2.90	89.00	
6	7.28	^27.00	54.00	114.00	168.00	186.00	^2.90	88.00	
7	6.82	28.20	55.00	113.00	168.00	188.00	3.00	*89.00	
8	6.35	29.00	*64.00	94.00	158.00	156.00	3.10	87.00	
9	6.40	28.00	59.00	^65.00	124.00	^108.00	*3.50	86.00	
10	6.40	29.00	^50.00	68.00	^118.00	115.00	3.20	85.00	
11	6.90	30.00	54.00	68.00	120.00	114.00	3.30	^84.00	
12	*7.10	29.00	57.00	^65.00	122.00	110.00	*3.50	^84.00	
เฉลี่ย	6.52	28.82	55.00	97.83	152.83	164.42	3.15	86.58	



รูปที่ 3.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณก้นน้ำ

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1/1 บริเวณผิวน้ำ

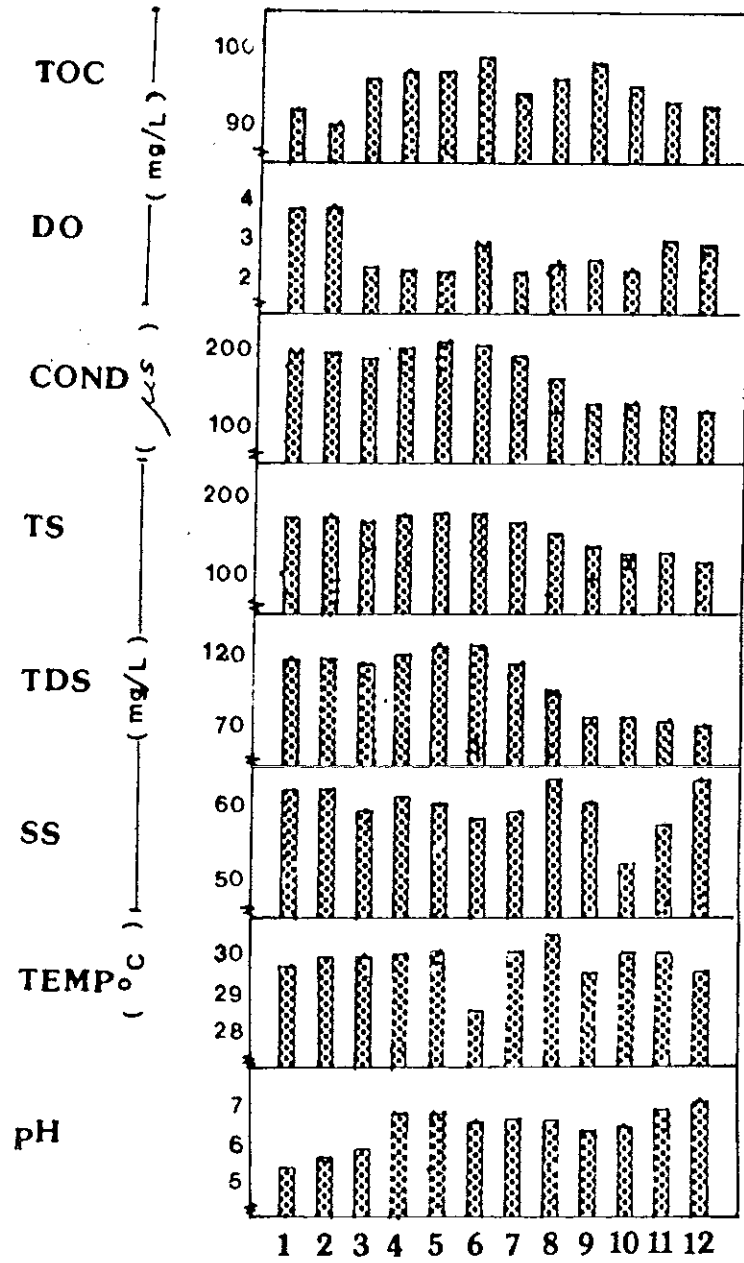
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^5.41	30.50	60.00	109.00	169.00	189.00	5.10	95.00	* ค่าสูงสุด
2	5.54	30.10	59.00	113.00	172.00	195.00	4.90	95.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.85	29.50	57.00	107.00	164.00	182.00	4.80	101.00	
4	6.86	*30.50	60.00	115.00	175.00	199.00	^3.80	98.00	
5	6.86	*30.50	58.00	119.00	*177.00	*206.00	^3.80	99.00	
6	6.62	29.10	55.00	*121.00	176.00	205.00	4.60	*103.00	
7	6.65	30.50	56.00	106.00	161.00	184.00	4.80	96.00	
8	6.65	*30.50	*63.00	91.00	154.00	157.00	4.90	98.00	
9	6.35	30.00	56.00	73.00	149.00	126.00	5.10	101.00	
10	6.48	29.50	^52.00	71.00	^123.00	121.00	5.30	96.00	
11	6.85	^29.00	55.00	^70.00	125.00	^119.00	5.80	96.00	
12	*6.90	29.50	59.00	^70.00	129.00	^119.00	*6.00	^94.00	
เฉลี่ย	6.42	29.93	57.67	97.08	156.17	166.83	4.91	97.67	



รูปที่ 3.3 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1/1 บริเวณผิวน้ำ

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1/1 บริเวณถนน

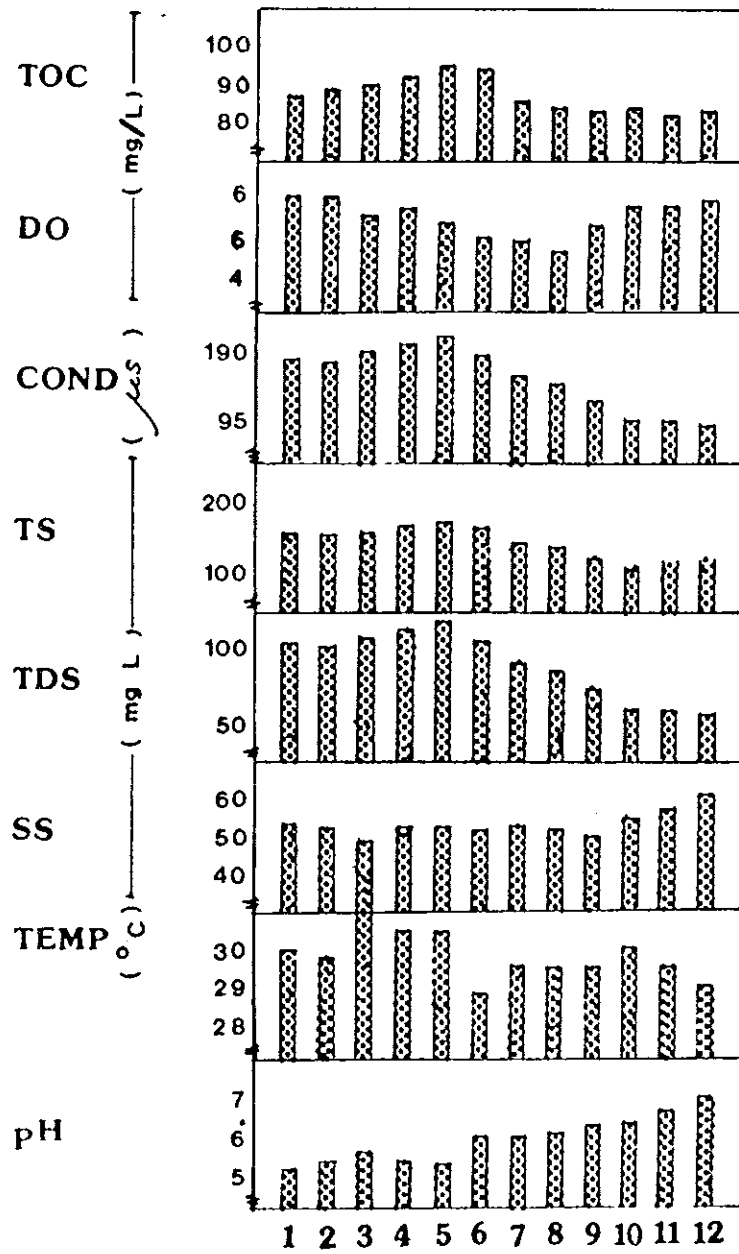
ครั้งที่	pH	Temp C	SS ng/l	TDS ng/l	TS ng/l	Conds µs	DO ng/l	TOC ng/l	หมายเหตุ
1	5.39	29.70	62.00	117.00	179.00	200.00	*3.80	92.00	* ค่าสูงสุด
2	5.60	29.50	62.00	117.00	179.00	199.00	*3.80	90.00	* ค่าต่ำสุด
3	5.81	29.10	59.00	113.00	172.00	190.00	2.20	96.00	
4	6.78	30.00	61.00	119.00	180.00	204.00	^2.10	97.00	
5	6.78	*30.10	60.00	123.00	*183.00	*212.00	^2.10	97.00	
6	6.51	^28.50	58.00	*125.00	*183.00	209.00	2.80	99.00	
7	6.59	30.00	59.00	112.00	171.00	192.00	^2.10	94.00	
8	6.59	30.50	63.00	93.00	156.00	161.00	2.30	96.00	
9	6.30	29.50	60.00	76.00	136.00	129.00	2.40	*98.00	
10	6.40	30.00	^52.00	76.00	^128.00	130.00	^2.10	95.00	
11	6.80	30.00	57.00	73.00	130.00	125.00	2.90	93.00	
12	*7.00	29.50	*63.00	^70.00	133.00	^119.00	2.80	90.00	
เฉลี่ย	6.38	29.70	59.67	101.17	160.83	172.50	2.62	94.75	



รูปที่ 3.4 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1/1 บริเวณกั้นน้ำ

ตารางที่ 3.5 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณผิวน้ำ

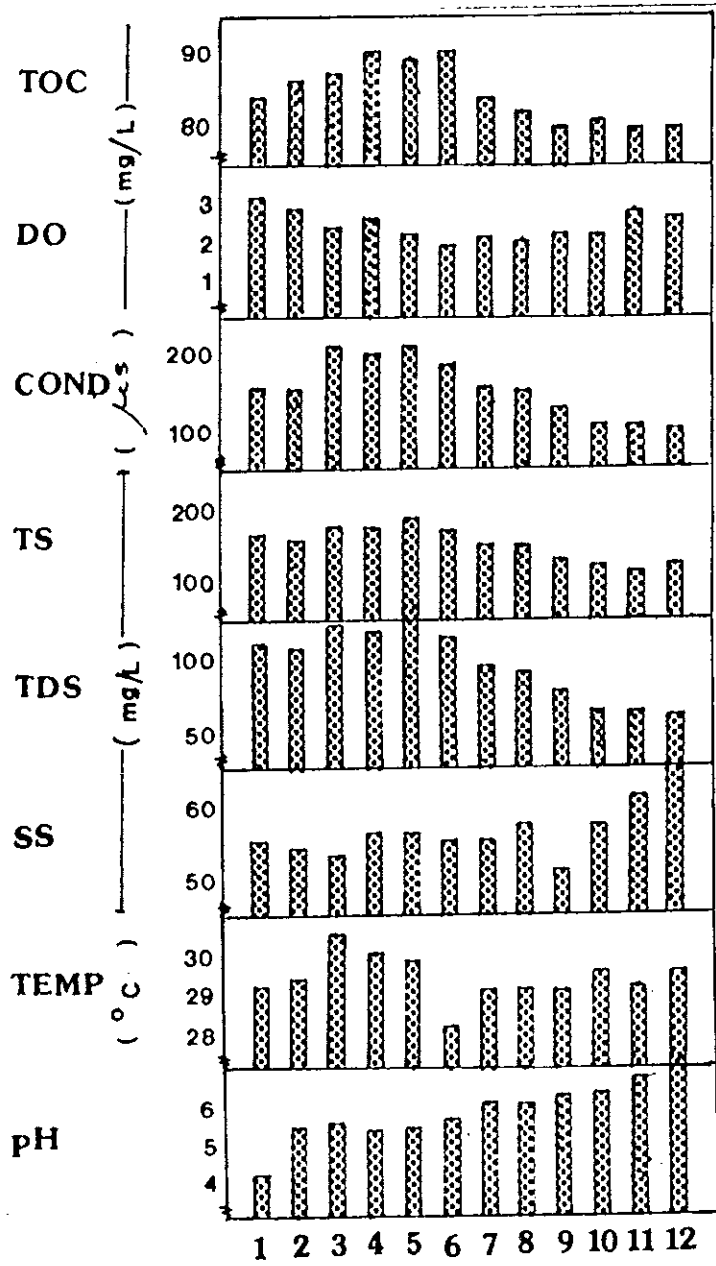
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^5.19	30.00	54.00	105.00	159.00	180.00	*6.10	87.00	* ค่าสูงสุด
2	5.32	29.80	53.00	103.00	156.00	178.00	*6.10	89.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.52	*31.00	^49.00	109.00	158.00	190.00	5.60	90.00	
4	5.30	30.50	53.00	114.00	167.00	197.00	5.80	92.00	
5	5.25	30.50	53.00	*119.00	*172.00	*205.00	5.40	*95.00	
6	5.91	^28.80	52.00	110.00	162.00	185.00	5.00	94.00	
7	5.96	29.50	53.00	92.00	145.00	157.00	4.90	86.00	
8	6.03	29.50	52.00	86.00	138.00	146.00	^4.80	84.00	
9	6.25	29.50	50.00	74.00	^124.00	126.00	5.30	83.00	
10	6.30	30.00	55.00	60.00	110.00	103.00	5.40	84.00	
11	6.60	29.50	57.00	59.00	116.00	101.00	5.80	^82.00	
12	*7.00	29.00	*61.00	^58.00	117.00	^95.00	5.90	83.00	
เฉลี่ย	5.89	29.80	53.50	90.58	143.67	155.00	5.49	87.42	



รูปที่ 3.5 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณผิวน้ำ

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณถนน

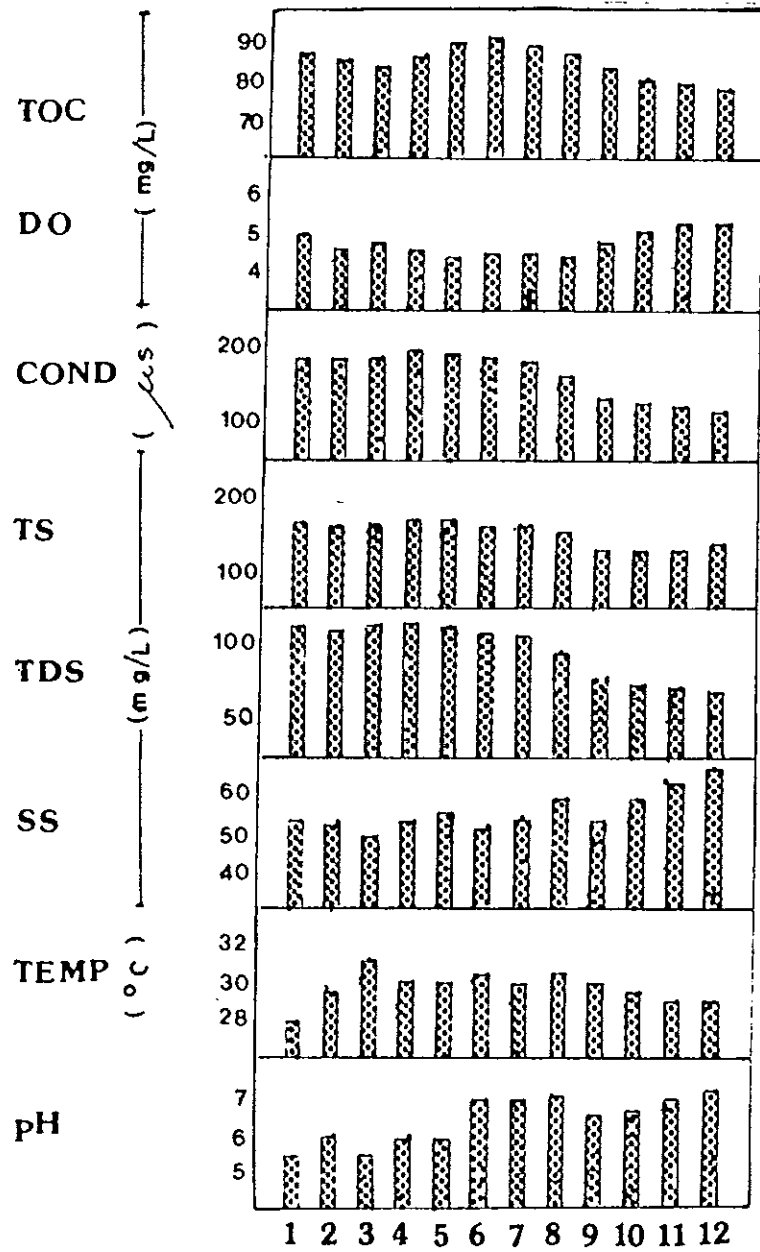
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^4.06	29.10	55.00	109.00	164.00	184.00	*3.20	84.00	* ค่าสูงสุด
2	5.35	29.30	54.00	106.00	160.00	180.00	2.90	86.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.49	*30.50	53.00	121.00	174.00	209.00	2.40	87.00	
4	5.25	30.00	56.00	117.00	173.00	201.00	2.60	*90.00	
5	5.31	29.80	56.00	*124.00	*180.00	*212.00	2.20	89.00	
6	5.58	^28.00	55.00	113.00	168.00	187.00	^1.90	*90.00	
7	6.02	29.00	55.00	94.00	149.00	159.00	2.10	84.00	
8	6.01	29.00	57.00	89.00	146.00	151.00	2.00	82.00	
9	6.20	29.00	^51.00	76.00	127.00	129.00	2.20	^80.00	
10	6.30	29.50	57.00	63.00	120.00	107.00	2.20	81.00	
11	6.80	29.10	61.00	62.00	^113.00	105.00	2.80	^80.00	
12	*7.00	29.50	*65.00	^59.00	124.00	^100.00	2.60	^80.00	
เฉลี่ย	5.78	29.32	56.25	94.42	149.83	160.33	2.43	84.42	



รูปที่ 3.6 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณก้นน้ำ

ตารางที่ 3.7 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2/1 บริเวณผิวน้ำ

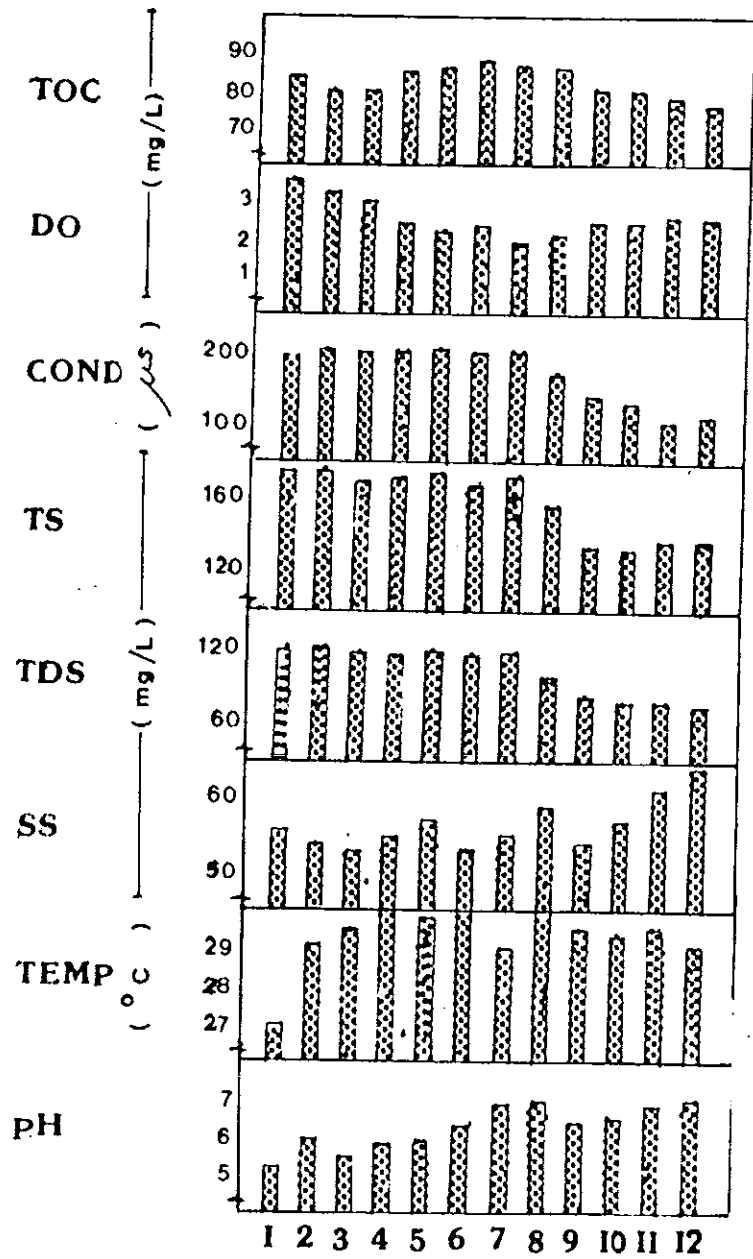
ครั้งที่	pH	Temp C	SS ng/l	TDS ng/l	TS ng/l	Conds µs	DO ng/l	TOC ng/l	หมายเหตุ
1	5.80	[^] 28.00	53.00	113.00	166.00	188.00	5.00	88.00	* ค่าสูงสุด
2	5.93	29.50	52.00	109.00	161.00	185.00	4.60	86.00	[^] ค่าต่ำสุด
3	[^] 5.42	*31.10	[^] 49.00	112.00	161.00	186.00	4.80	84.00	
4	5.88	30.00	53.00	*115.00	*168.00	*197.00	4.60	87.00	
5	5.86	30.00	55.00	113.00	*168.00	194.00	[^] 4.40	91.00	
6	6.88	30.50	51.00	109.00	160.00	184.00	5.00	*92.00	
7	6.83	30.00	53.00	107.00	160.00	184.00	5.00	90.00	
8	6.96	30.50	59.00	95.00	154.00	164.00	4.90	88.00	
9	6.42	30.00	53.00	78.00	137.00	134.00	5.30	84.00	
10	6.53	29.50	59.00	74.00	[^] 133.00	128.00	6.10	81.00	
11	6.90	29.00	63.00	71.00	134.00	120.00	*6.30	80.00	
12	*7.10	29.00	*67.00	[^] 68.00	135.00	[^] 115.00	*6.30	[^] 78.00	
เฉลี่ย	6.38	29.75	55.58	97.00	153.08	165.08	5.19	85.75	



รูปที่ 3.7 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2/1 บริเวณผิวน้ำ

ตารางที่ 3.8 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2/1 บริเวณถนน

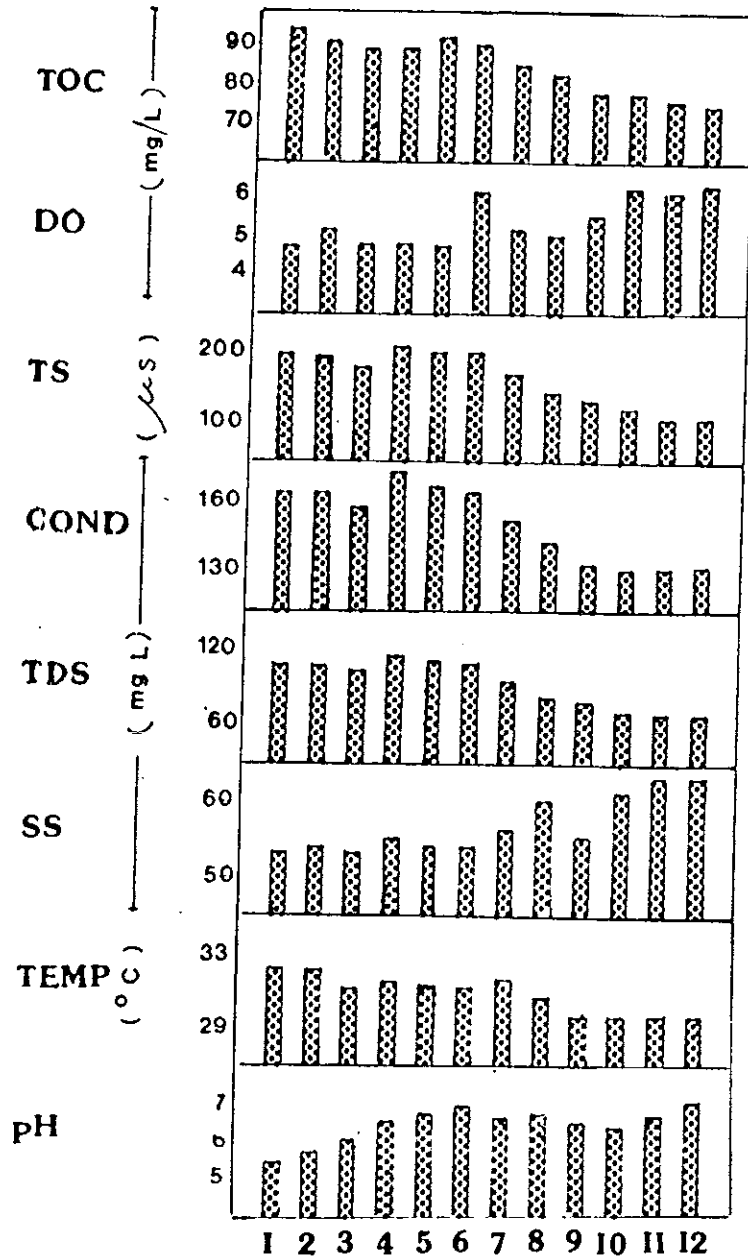
ครั้งที่	pH	Temp C	SS ng/l	TDS ng/l	TS ng/l	Conds µs	DO ng/l	TOC ng/l	หมายเหตุ
1	^5.20	^27.00	56.00	119.00	*175.00	194.00	*3.60	84.00	* ค่าสูงสุด
2	5.95	29.10	54.00	*121.00	*175.00	204.00	3.20	80.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.45	29.50	^53.00	117.00	170.00	199.00	3.00	80.00	
4	5.85	*30.00	55.00	116.00	171.00	199.00	2.40	85.00	
5	5.85	29.80	57.00	118.00	*175.00	*202.00	2.20	86.00	
6	6.29	*30.00	^53.00	115.00	168.00	197.00	2.30	*88.00	
7	6.81	29.00	55.00	117.00	172.00	197.00	^1.90	87.00	
8	6.93	*30.00	59.00	98.00	157.00	168.00	2.10	86.00	
9	6.40	29.50	54.00	81.00	135.00	138.00	2.40	80.00	
10	6.50	29.30	57.00	76.00	^133.00	129.00	2.40	80.00	
11	6.80	29.50	61.00	76.00	137.00	^104.00	2.60	78.00	
12	*7.00	29.00	*64.00	^74.00	138.00	108.00	2.50	^76.00	
เฉลี่ย	6.25	29.31	56.50	102.33	158.83	169.92	2.55	82.50	



รูปที่ 3.8 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2/1 บริเวณกั้นน้ำ

ตารางที่ 3.9 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณผิวน้ำ

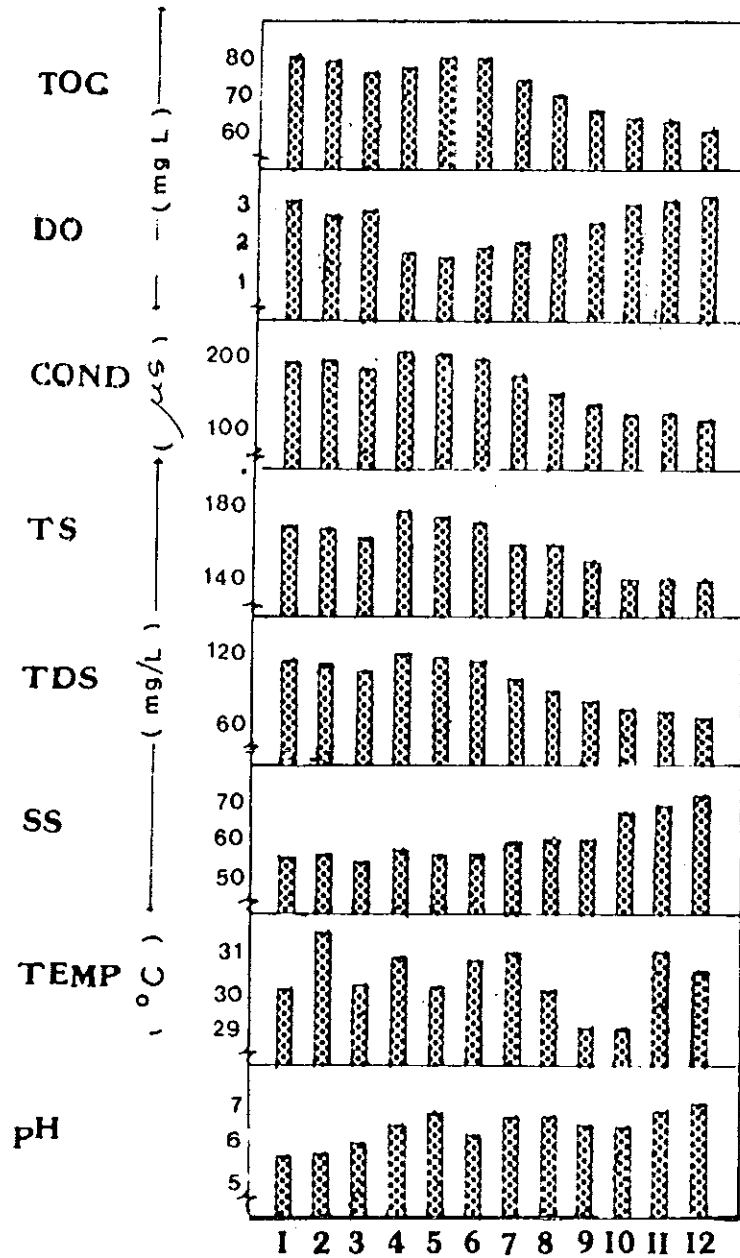
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^5.42	*32.20	^53.00	110.00	163.00	196.00	^4.80	*85.00	* ค่าสูงสุด
2	5.96	32.10	54.00	109.00	163.00	193.00	5.20	82.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.02	31.10	^53.00	104.00	157.00	182.00	^4.80	80.00	
4	6.52	31.50	55.00	*116.00	*171.00	*204.00	^4.80	80.00	
5	6.73	31.20	54.00	112.00	166.00	196.00	^4.80	83.00	
6	6.92	31.10	54.00	109.00	163.00	196.00	6.20	81.00	
7	6.63	31.50	56.00	96.00	152.00	168.00	5.20	76.00	
8	6.67	30.50	60.00	83.00	143.00	144.00	5.00	73.00	
9	6.45	^29.50	55.00	79.00	134.00	134.00	5.50	68.00	
10	6.35	^29.60	61.00	71.00	^132.00	121.00	*6.30	68.00	
11	6.60	^29.50	*63.00	69.00	^132.00	^107.00	6.20	66.00	
12	*7.00	^29.50	*63.00	^68.00	134.00	^107.00	*6.30	^65.00	
เฉลี่ย	6.42	30.77	57.00	93.83	150.83	162.33	5.43	75.58	



รูปที่ 3.9 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณผิวน้ำ

ตารางที่ 3.10 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณถนน

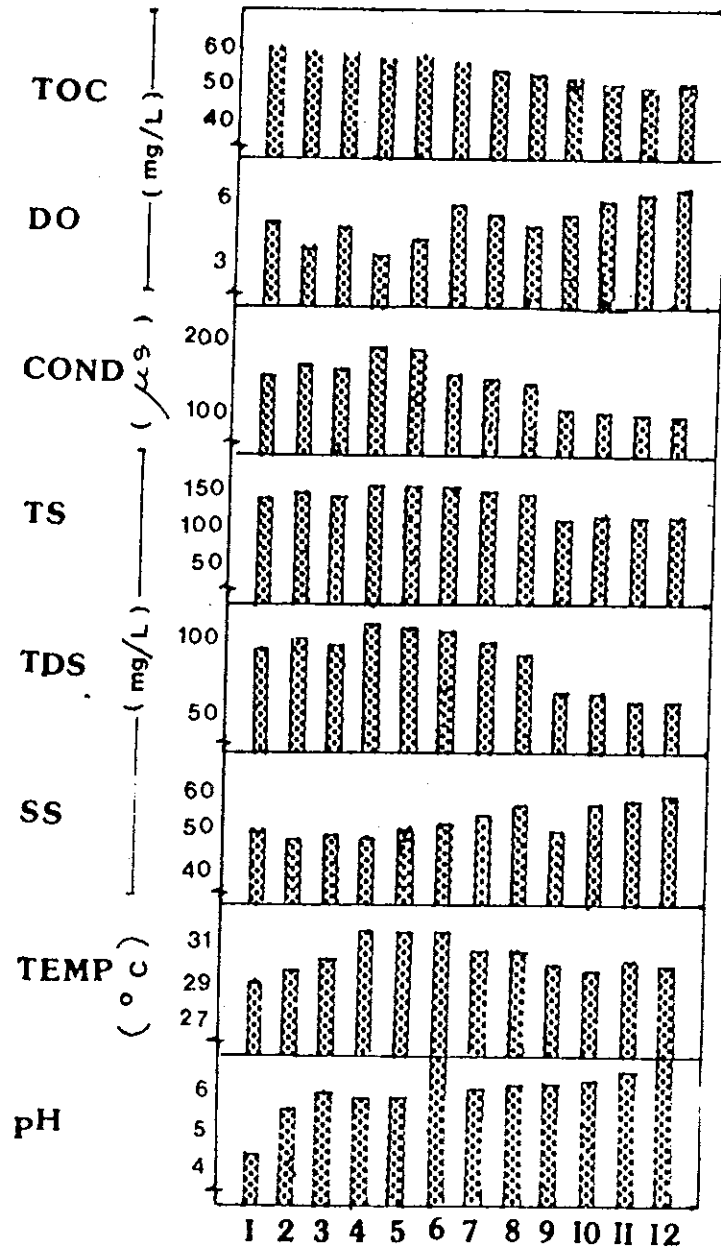
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	5.63	30.00	55.00	115.00	170.00	197.00	3.20	*80.00	* ค่าสูงสุด
2	5.70	*31.50	58.00	113.00	169.00	199.00	2.80	79.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.95	30.11	^54.00	109.00	163.00	187.00	2.90	76.00	
4	6.43	30.80	57.00	*121.00	*178.00	*210.00	1.80	77.00	
5	6.78	30.10	56.00	119.00	175.00	208.00	1.70	*80.00	
6	6.19	30.80	56.00	116.00	172.00	201.00	^1.90	*80.00	
7	6.65	31.00	59.00	101.00	160.00	176.00	2.10	74.00	
8	6.66	30.00	61.00	90.00	151.00	154.00	2.30	70.00	
9	6.44	^29.00	60.00	82.00	142.00	138.00	2.60	66.00	
10	6.40	^29.00	67.00	75.00	142.00	126.00	3.10	64.00	
11	6.80	31.00	69.00	73.00	142.00	127.00	3.20	63.00	
12	*7.00	30.50	*72.00	^69.00	^141.00	^119.00	*3.30	^60.00	
เฉลี่ย	6.39	30.32	60.17	98.58	158.75	170.17	2.58	72.42	



รูปที่ 3.10 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณถนนน้ำ

ตารางที่ 3.11 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5/1 บริเวณผิวน้ำ

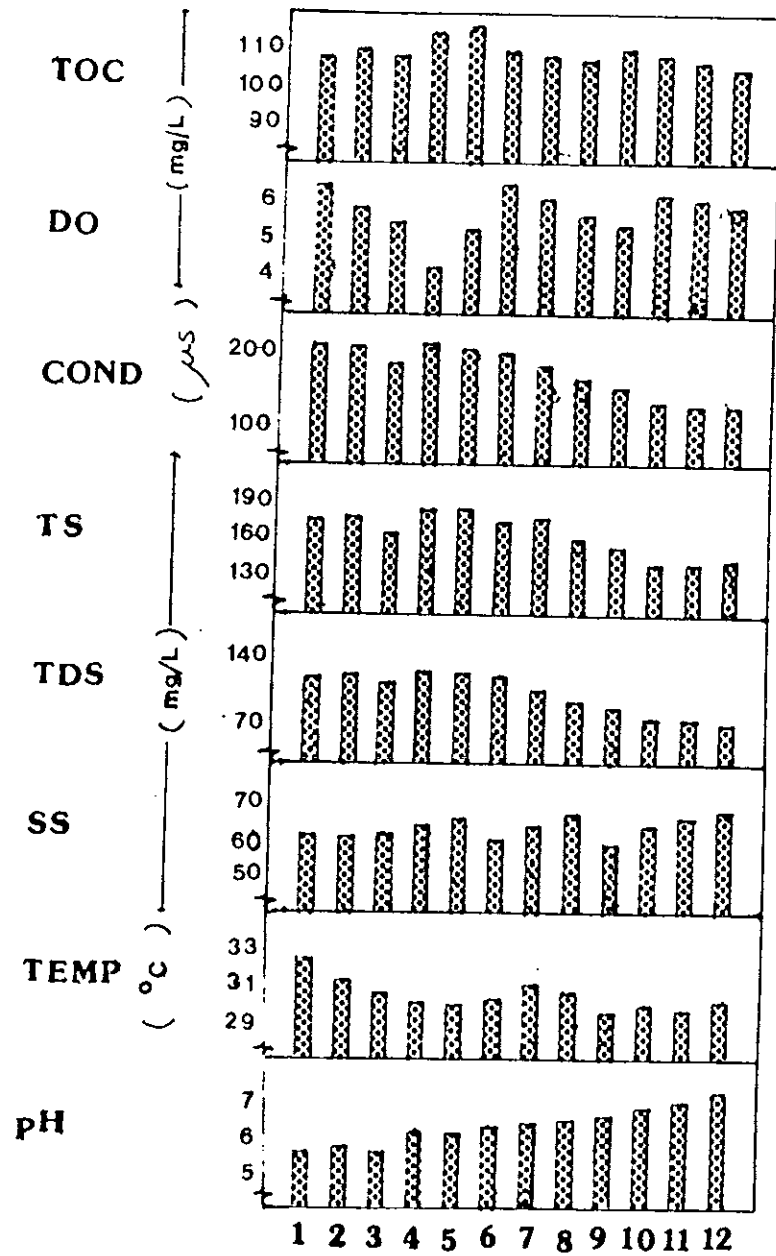
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^4.34	^28.90	49.00	94.00	143.00	158.00	4.90	*59.00	* ค่าสูงสุด
2	5.02	29.50	^47.00	101.00	148.00	172.00	3.80	58.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.03	30.10	48.00	98.00	144.00	165.00	4.80	58.00	
4	5.88	*31.50	^47.00	*111.00	*158.00	*195.00	^3.60	56.00	
5	5.89	*31.50	49.00	109.00	*158.00	192.00	4.20	57.00	
6	6.93	*31.50	51.00	106.00	157.00	186.00	5.60	55.00	
7	6.13	30.50	53.00	99.00	152.00	171.00	5.20	53.00	
8	6.21	30.50	56.00	91.00	147.00	157.00	4.70	52.00	
9	6.35	29.80	49.00	65.00	^114.00	111.00	5.20	51.00	
10	6.43	29.50	56.00	63.00	119.00	107.00	5.80	50.00	
11	6.60	30.00	57.00	61.00	118.00	105.00	6.10	^49.00	
12	*7.00	29.80	*59.00	^59.00	118.00	^101.00	*6.20	50.00	
เฉลี่ย	6.12	30.26	51.75	87.92	139.67	151.67	5.01	54.00	



รูปที่ 3.11 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3/1 บริเวณผิวน้ำ

ตารางที่ 3.12 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณผิวน้ำ

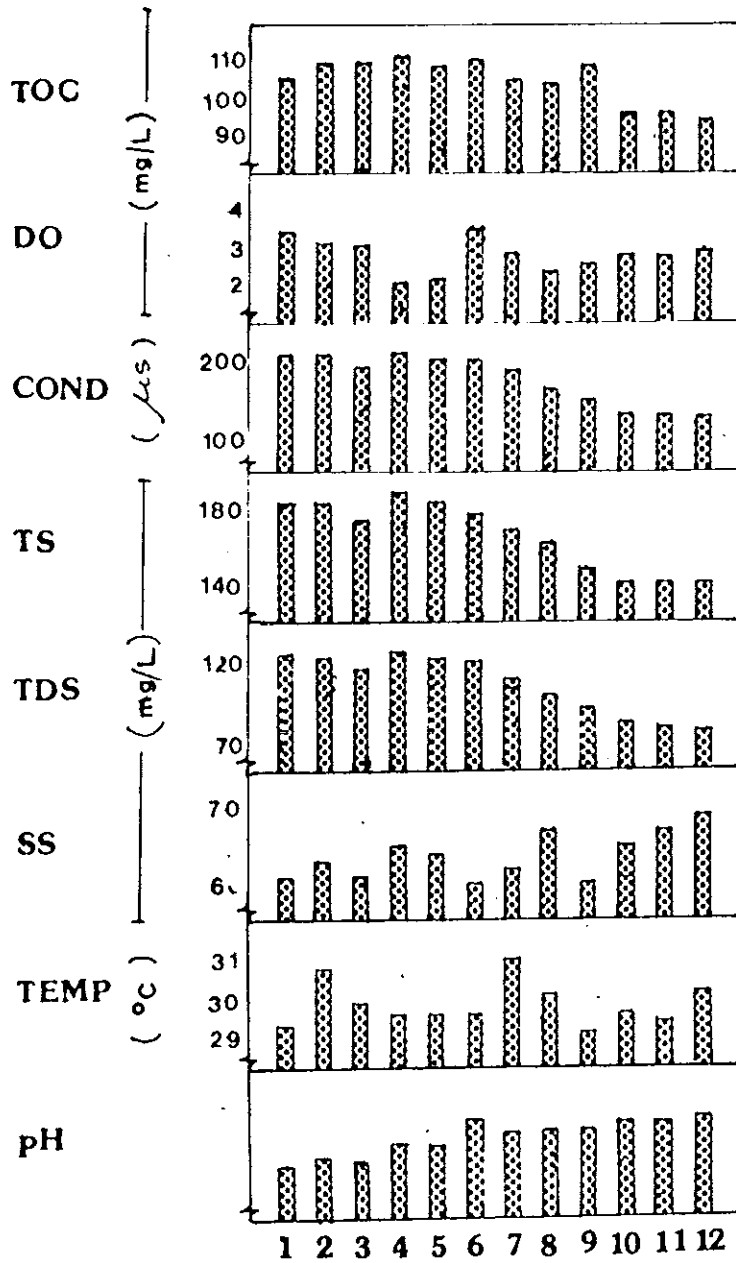
ครั้งที่	pH	Temp C	SS ng/l	TDS ng/l	TS ng/l	Conds µS	DO ng/l	TOC ng/l	หมายเหตุ
1	^5.51	*32.50	61.00	116.00	177.00	207.00	*6.40	108.00	* ค่าสูงสุด
2	5.63	31.30	60.00	118.00	178.00	207.00	5.80	110.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.49	30.10	61.00	107.00	168.00	184.00	5.40	108.00	
4	6.04	30.00	63.00	*121.00	*184.00	*208.00	^4.20	114.00	
5	5.95	29.90	65.00	119.00	*184.00	204.00	5.20	*116.00	
6	6.18	30.20	59.00	115.00	174.00	198.00	6.40	109.00	
7	6.23	31.00	63.00	103.00	166.00	180.00	6.00	108.00	
8	6.33	30.50	66.00	93.00	159.00	161.00	5.60	107.00	
9	6.42	^29.50	^58.00	87.00	153.00	149.00	5.30	110.00	
10	6.62	29.80	63.00	76.00	^139.00	130.00	6.10	98.00	
11	6.85	^29.50	65.00	74.00	^139.00	125.00	6.00	96.00	
12	*7.10	30.00	*67.00	^73.00	140.00	^125.00	5.80	^94.00	
เฉลี่ย	6.20	30.36	62.58	100.17	163.42	173.17	5.68	106.50	



รูปที่ 3.12 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณผิวน้ำ

ตารางที่ 3.13 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณถนน

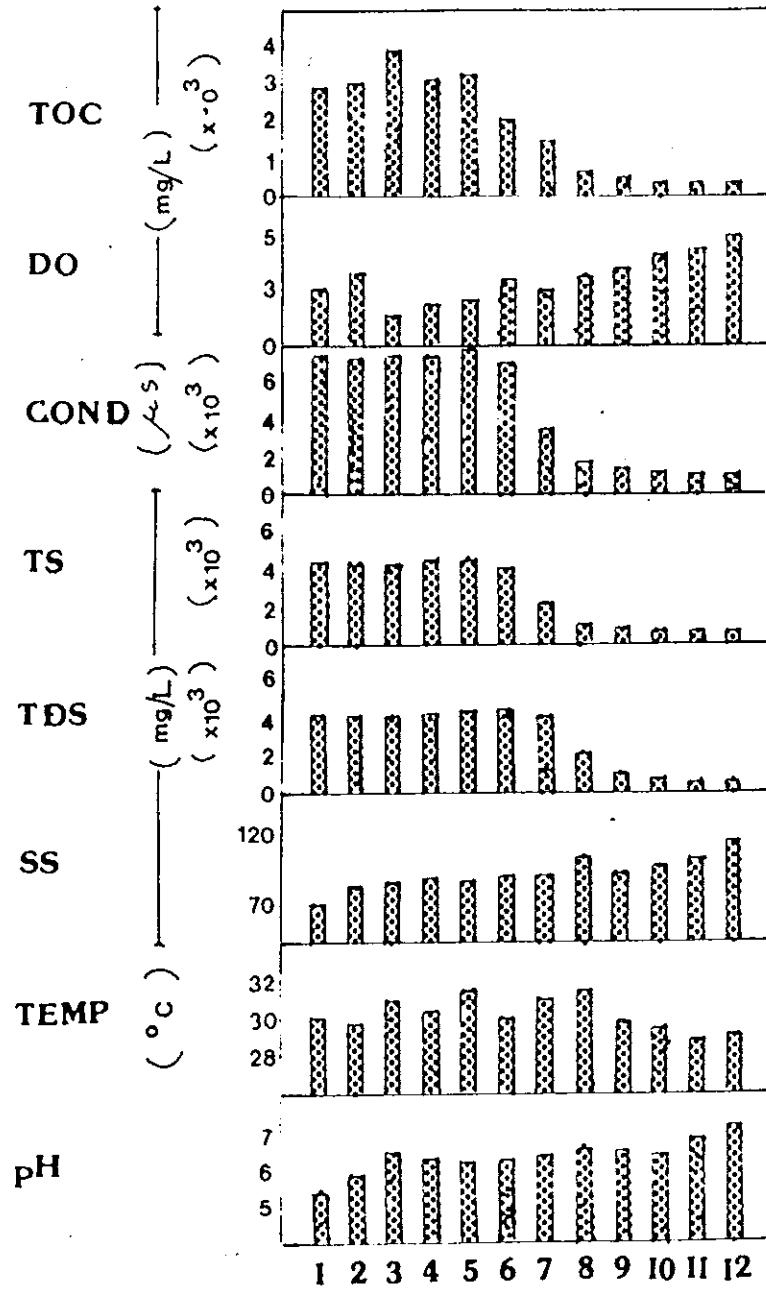
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^5.44	29.20	61.00	*124.00	*185.00	209.00	*3.50	106.00	* ค่าสูงสุด
2	5.69	30.70	63.00	121.00	184.00	210.00	3.20	110.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.55	29.80	61.00	113.00	174.00	193.00	3.10	110.00	
4	6.05	29.50	65.00	125.00	190.00	*212.00	^2.10	*112.00	
5	5.94	29.50	64.00	120.00	184.00	204.00	2.20	109.00	
6	6.69	29.50	60.00	118.00	178.00	201.00	*3.50	111.00	
7	6.34	*31.00	62.00	107.00	169.00	187.00	2.90	105.00	
8	6.35	30.00	67.00	95.00	162.00	163.00	2.40	104.00	
9	6.40	^29.00	^60.00	87.00	148.00	147.00	2.60	109.00	
10	5.69	29.50	65.00	76.00	141.00	129.00	2.80	96.00	
11	6.60	29.30	67.00	74.00	141.00	126.00	2.80	96.00	
12	*7.00	30.10	*69.00	^71.00	^140.00	^122.00	2.90	^94.00	
เฉลี่ย	6.22	29.76	63.67	102.67	166.33	175.25	2.83	105.17	



รูปที่ 3.13 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณแก่งน้ำ

ตารางที่ 3.14 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4/1 บริเวณผิวน้ำ

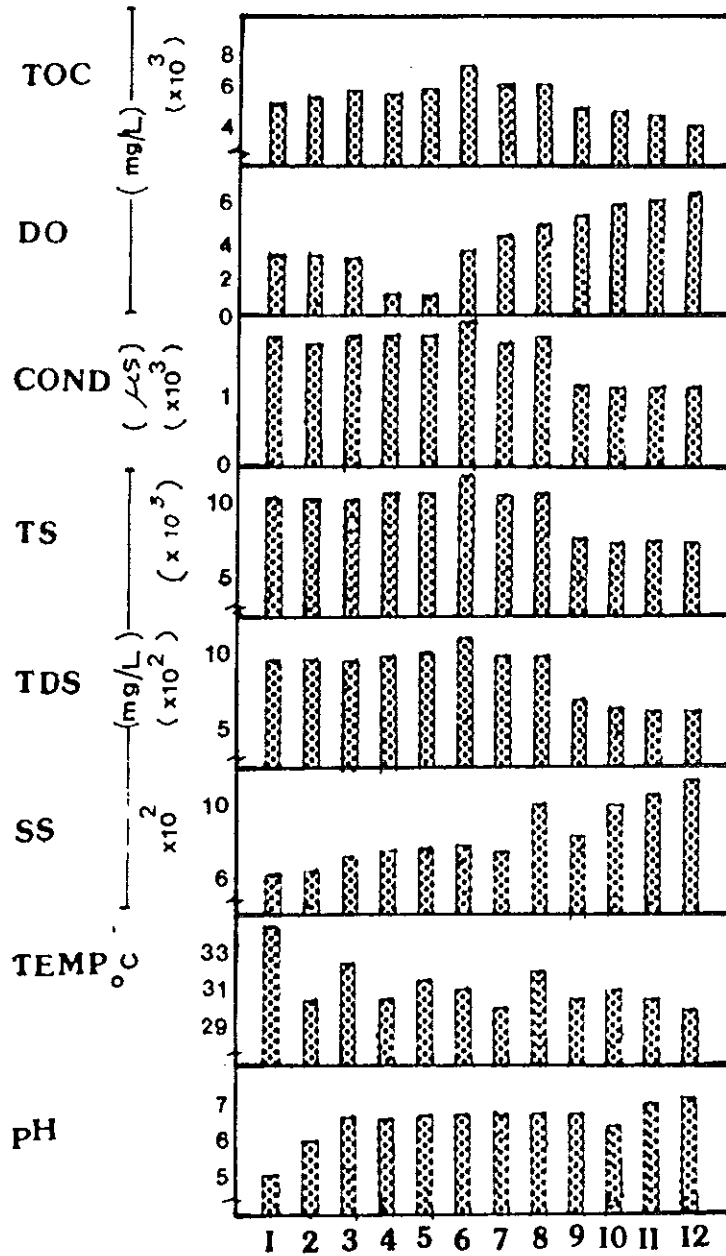
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µS	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^5.35	30.10	^72.00	*4374.00	4446.00	7512.00	2.10	2906.00	* ค่าสูงสุด
2	5.83	29.80	83.00	4269.00	4352.00	7295.00	2.90	3012.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.41	31.00	86.00	4260.00	4346.00	7424.00	^0.80	*3980.00	
4	6.29	30.50	89.00	4370.00	4459.00	*7554.00	1.10	3110.00	
5	6.19	*31.50	87.00	4440.00	*4527.00	7751.00	1.20	3250.00	
6	6.27	30.10	90.00	4106.00	4196.00	7051.00	2.50	2090.00	
7	6.35	31.00	91.00	2059.00	2150.00	3588.00	1.90	1453.00	
8	6.53	*31.50	103.00	973.00	1076.00	1682.00	2.60	607.00	
9	6.49	29.80	92.00	876.00	968.00	1497.00	3.10	459.00	
10	6.38	29.50	97.00	653.00	750.00	1110.00	3.80	331.00	
11	6.80	^28.90	101.00	651.00	^752.00	^1096.00	4.10	330.00	
12	*7.10	29.10	*113.00	^649.00	762.00	1097.00	*4.90	^326.00	
เฉลี่ย	6.33	30.23	92.00	2640.00	2732.00	4554.75	2.58	1821.17	



รูปที่ 3.14 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4/1 บริเวณผิวน้ำ

ตารางที่ 3.15 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณผิวน้ำ

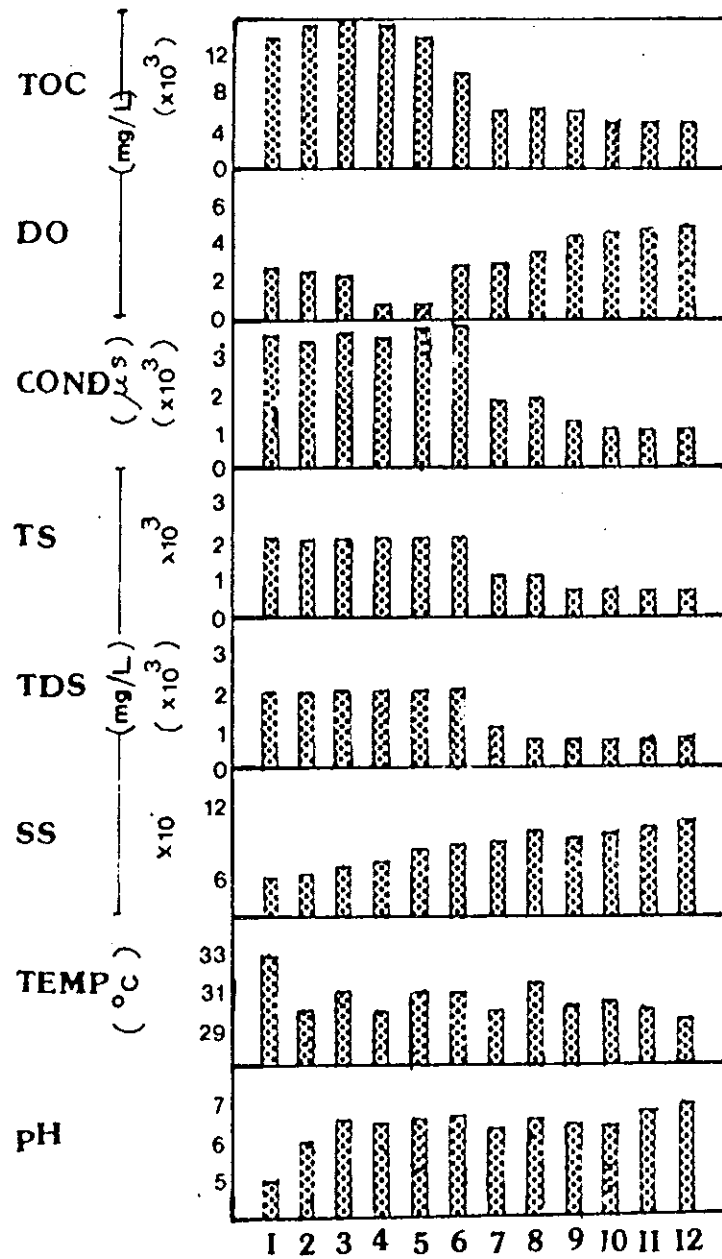
จุด ครั้งที่	pH	Temp C	SS ng/l	TDS ng/l	TS ng/l	Conds μs	DO ng/l	TOC ng/l	หมายเหตุ
1	^5.08	*34.50	^62.00	969.00	1031.00	1786.00	3.30	549.00	* ค่าสูงสุด
2	5.94	30.50	64.00	973.00	1037.00	1682.00	3.10	572.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.59	32.50	71.00	964.00	1035.00	1721.00	3.00	603.00	
4	6.53	30.50	75.00	996.00	1071.00	1722.00	^1.00	591.00	
5	6.63	31.50	76.00	1010.00	1086.00	1774.00	^1.00	605.00	
6	6.66	31.10	78.00	*1101.00	*1179.00	*1922.00	3.40	*739.00	
7	6.33	30.00	74.00	982.00	1056.00	1684.00	4.20	611.00	
8	6.65	32.00	99.00	976.00	1075.00	1729.00	4.80	613.00	
9	6.53	30.50	82.00	684.00	766.00	1182.00	5.30	506.00	
10	6.35	31.00	99.00	629.00	^718.00	1096.00	5.80	498.00	
11	6.90	30.50	105.00	621.00	737.00	1074.00	6.10	^469.00	
12	*7.10	^29.80	*112.00	^617.00	729.00	^1054.00	*6.40	490.00	
เฉลี่ย	6.44	31.20	83.08	876.83	960.00	1535.50	3.95	572.75	



รูปที่ 3.15 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณผืนน้ำ

ตารางที่ 3.16 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณกลางลำน้ำ

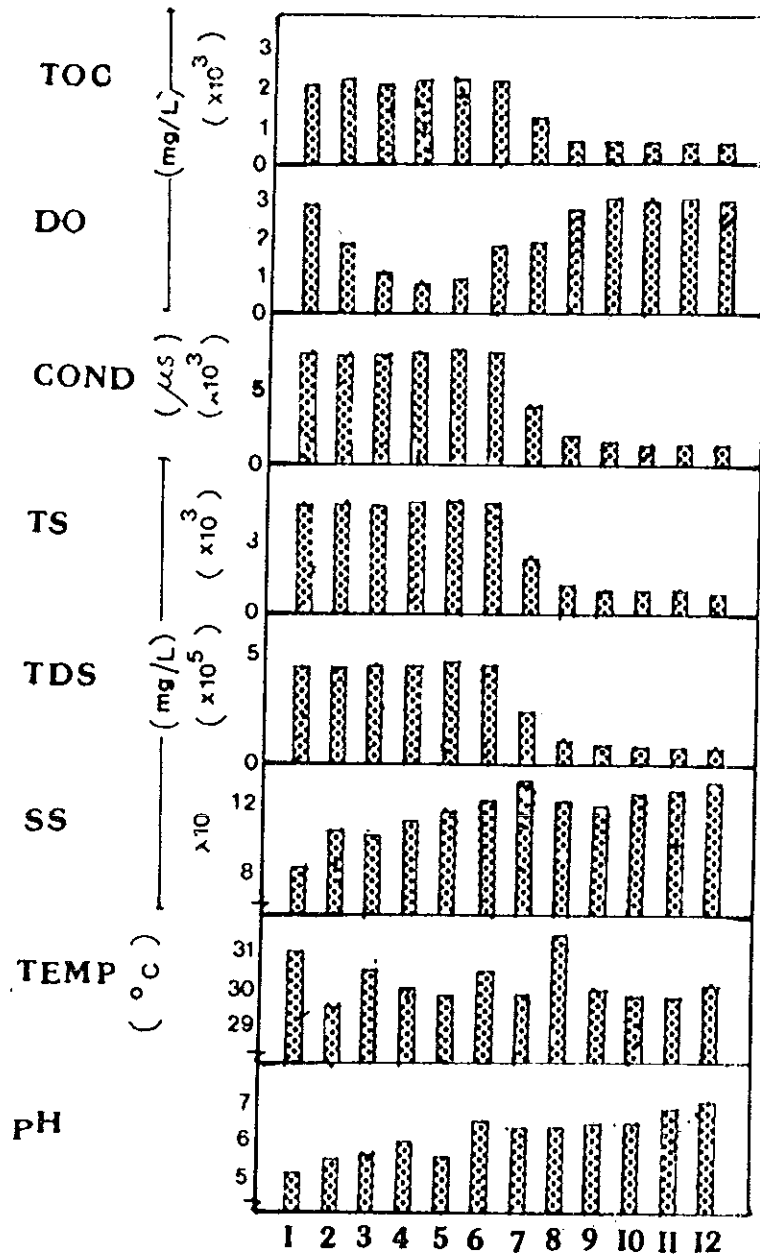
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	5.02	33.00	63.00	2054.00	2117.00	3697.00	2.80	1411.00	* ค่าสูงสุด
2	6.01	30.10	66.00	2037.00	2103.00	3498.00	2.60	1538.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.61	31.10	73.00	2042.00	2115.00	3692.00	2.40	1563.00	
4	6.50	30.00	77.00	2059.00	2136.00	3530.00	0.80	1549.00	
5	6.60	31.00	89.00	2063.00	2152.00	3750.00	0.80	1467.00	
6	6.72	31.00	92.00	2095.00	2187.00	3811.00	2.90	1032.00	
7	6.42	30.00	94.00	1010.00	1104.00	1893.00	3.10	606.00	
8	6.62	31.50	105.00	979.00	1084.00	1905.00	3.50	649.00	
9	6.50	30.30	97.00	690.00	787.00	1355.00	4.40	613.00	
10	6.40	30.50	101.00	632.00	733.00	1093.00	4.60	502.00	
11	6.80	30.10	107.00	632.00	739.00	1085.00	4.80	498.00	
12	7.00	29.50	113.00	628.00	741.00	1068.00	5.00	493.00	
เฉลี่ย	6.43	30.68	89.75	1410.08	1499.83	2531.42	3.14	993.42	



รูปที่ 3.16 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณกลางลำน้ำ.

ตารางที่ 3.17 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณคันน้ำ

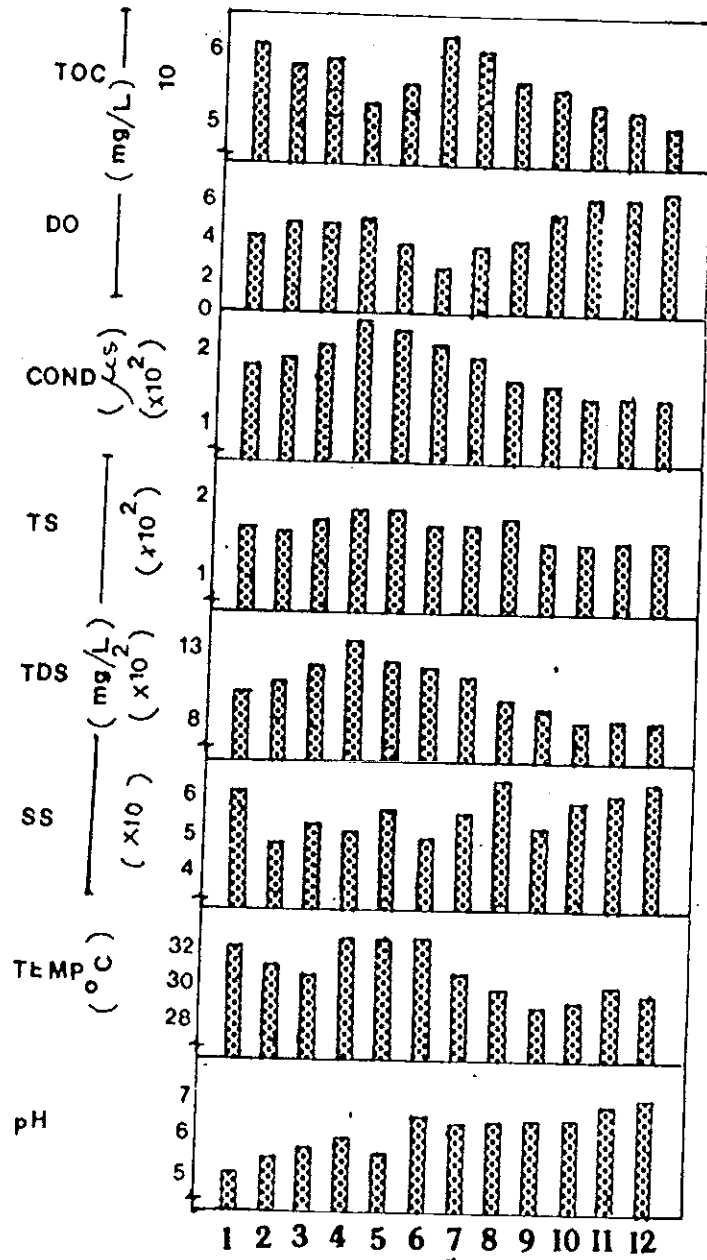
ครั้งที่	pH	Temp C	SS ng/l	TDS ng/l	TS ng/l	Conds µs	DO ng/l	TOC ng/l	หมายเหตุ
1	4.81	31.00	85.00	4280.00	4365.00	7459.00	2.90	2100.00	* ค่าสูงสุด
2	6.13	29.50	105.00	4276.00	4381.00	7270.00	1.90	2235.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.61	30.50	103.00	4293.00	4396.00	7421.00	1.10	2139.00	
4	6.53	30.00	110.00	4341.00	4451.00	7429.00	0.80	2231.00	
5	6.55	29.80	115.00	*4420.00	*4535.00	*7553.00	0.90	*2263.00	
6	6.03	30.50	121.00	4330.00	4451.00	7485.00	1.80	2242.00	
7	6.38	29.80	*131.00	2280.00	2411.00	3896.00	1.90	1276.00	
8	6.69	*31.50	120.00	1120.00	1240.00	9968.00	2.80	649.00	
9	6.35	30.00	118.00	870.00	988.00	1492.00	3.10	630.00	
10	6.40	29.80	125.00	749.00	874.00	1280.00	3.00	591.00	
11	6.90	29.80	127.00	748.00	875.00	1278.00	*3.10	589.00	
12	*7.10	30.10	*131.00	^732.00	^863.00	^1257.00	3.00	^584.00	
เฉลี่ย	6.37	30.19	115.92	2703.25	2819.17	5315.67	2.19	1460.75	



รูปที่ 3.17 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณท่าเตียน

ตารางที่ 3.18 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5/1 บริเวณฝายน้ำ

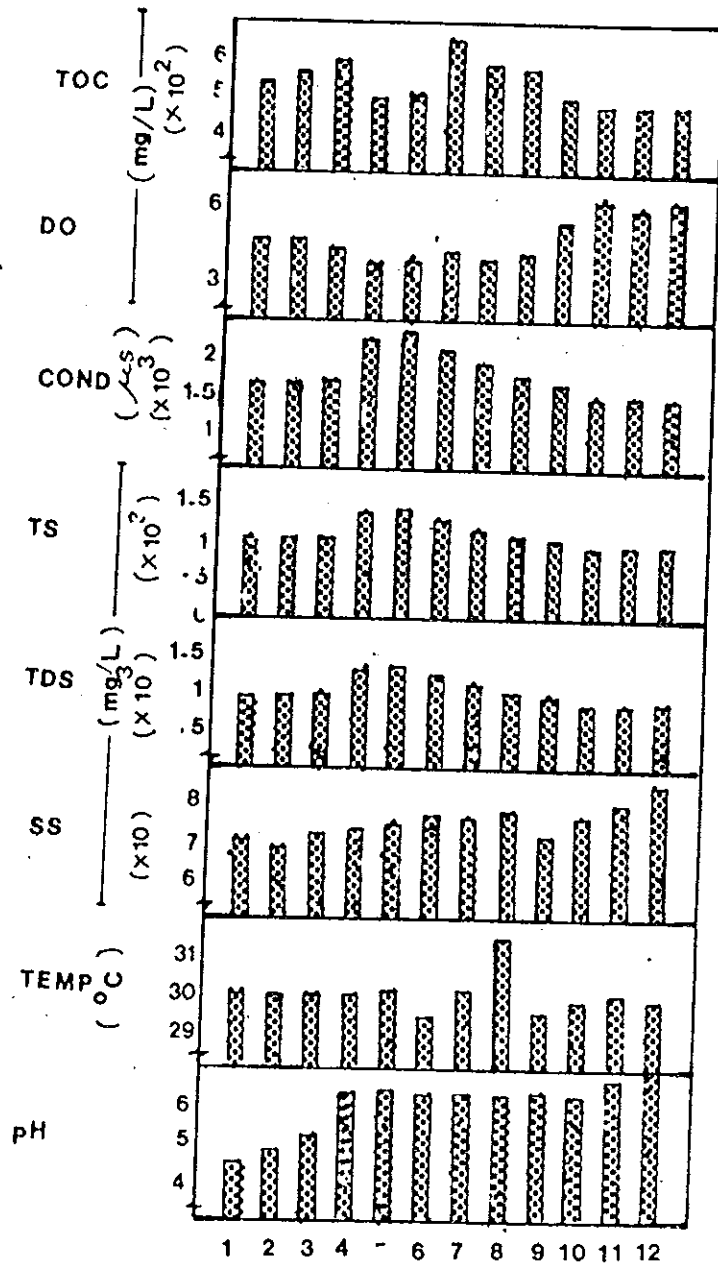
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^5.06	32.10	62.00	102.00	164.00	181.00	4.20	61.00	* ค่าสูงสุด
2	5.41	31.20	^48.00	109.00	157.00	191.00	4.90	58.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.65	30.50	53.00	121.00	174.00	209.00	4.80	59.00	
4	5.90	32.50	51.00	*135.00	*186.00	*241.00	5.00	53.00	
5	5.50	32.10	57.00	129.00	*186.00	229.00	3.70	58.00	
6	6.50	*32.60	49.00	118.00	167.00	211.00	^2.50	*62.00	
7	6.30	30.50	56.00	112.00	168.00	194.00	3.60	60.00	
8	6.35	29.80	*65.00	98.00	177.00	164.00	3.90	56.00	
9	6.40	^28.90	52.00	90.00	142.00	152.00	5.40	55.00	
10	6.42	29.10	59.00	84.00	^141.00	139.00	6.10	53.00	
11	6.80	30.00	61.00	^81.00	142.00	139.00	6.10	52.00	
12	*7.00	29.50	64.00	^81.00	145.00	^138.00	*6.20	^50.00	
เฉลี่ย	6.11	30.73	56.42	104.83	162.42	182.33	4.70	56.42	



รูปที่ 3.18 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5/1 บริเวณผิวน้ำ

ตารางที่ 3.19 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณม้วนน้ำ

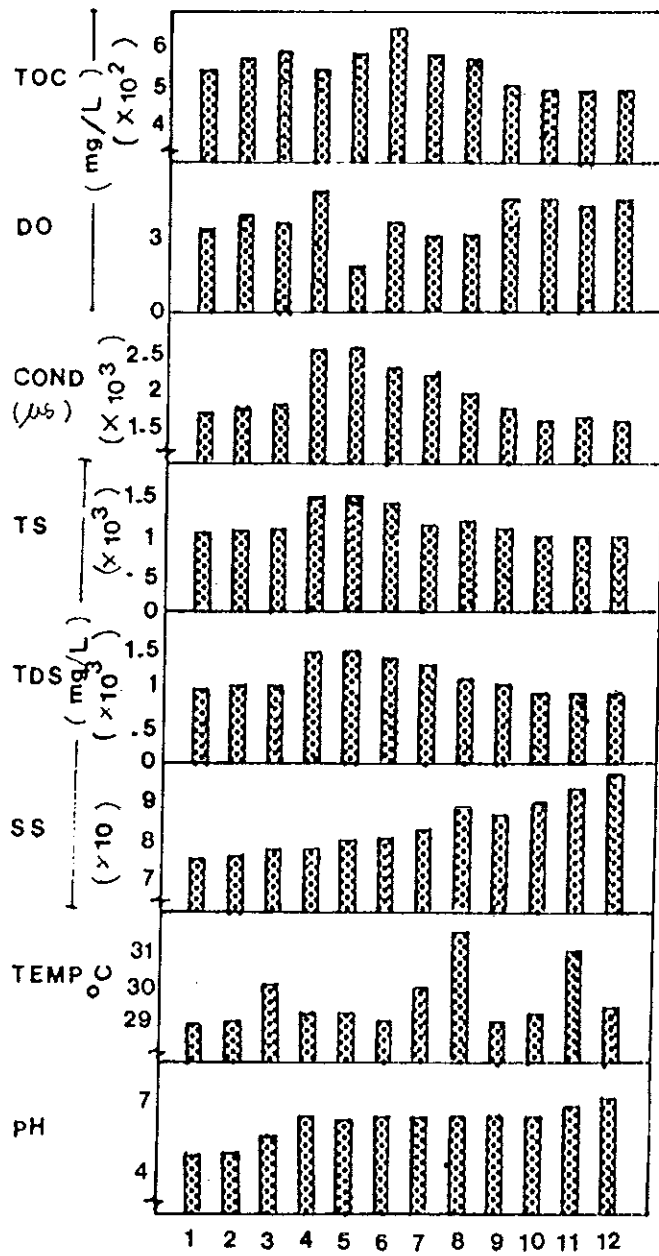
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^4.53	30.00	71.00	984.00	1055.00	1687.00	4.60	535.00	* ค่าสูงสุด
2	4.82	30.00	^69.00	989.00	1058.00	1696.00	4.80	563.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.40	30.00	73.00	992.00	1065.00	1701.00	4.40	598.00	
4	6.36	30.00	74.00	1342.00	1416.00	2301.00	^3.80	545.00	
5	6.46	30.10	75.00	*1390.00	*1465.00	*2387.00	^3.80	576.00	
6	6.32	^29.40	78.00	1260.00	1338.00	2139.00	4.30	*649.00	
7	6.33	30.10	77.00	1120.00	1197.00	1923.00	4.00	583.00	
8	6.35	*31.50	79.00	1021.00	1100.00	1794.00	4.20	575.00	
9	6.35	29.50	72.00	983.00	1055.00	1671.00	5.50	493.00	
10	6.30	29.80	77.00	872.00	949.00	1490.00	6.30	478.00	
11	6.70	30.00	81.00	871.00	^952.00	1493.00	6.00	^474.00	
12	*6.90	29.80	*86.00	^870.00	956.00	^1487.00	*6.40	476.00	
เฉลี่ย	6.07	30.02	76.00	1057.83	1133.83	1814.08	4.84	545.42	



รูปที่ 3.19 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณผิวน้ำ

ตารางที่ 3.20 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณกลางน้ำ

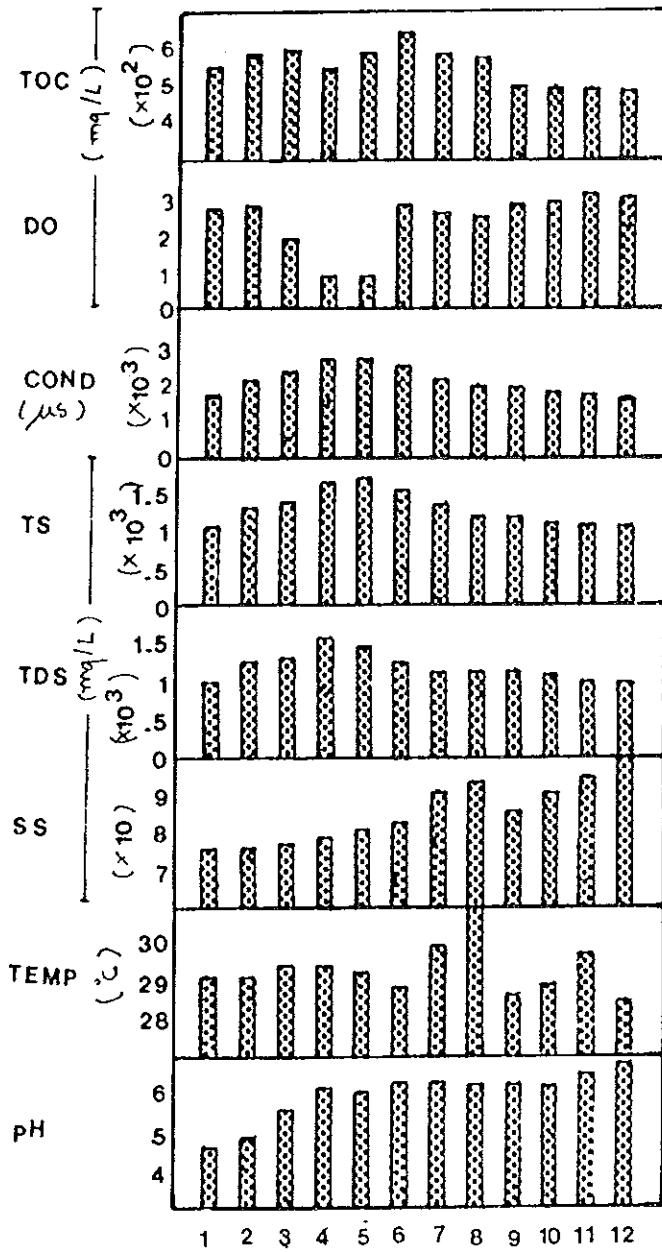
จุด ตรวจวัด	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^4.80	^29.00	^74.00	992.00	1066.00	1672.00	3.40	545.00	* ค่าสูงสุด
2	4.90	29.10	75.00	1020.00	1095.00	1722.00	3.90	576.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.61	30.10	77.00	1035.00	1112.00	1777.00	3.60	599.00	
4	6.36	29.30	77.00	1476.00	1553.00	2502.00	*4.90	546.00	
5	6.30	29.30	79.00	*1482.00	*1561.00	*2512.00	^1.90	588.00	
6	6.26	29.10	80.00	1380.00	1460.00	2330.00	3.60	*653.00	
7	6.35	30.00	82.00	1280.00	1162.00	2194.00	3.10	585.00	
8	6.33	*31.50	88.00	1120.00	1208.00	1936.00	3.10	576.00	
9	6.40	29.10	86.00	1030.00	1116.00	1739.00	4.60	502.00	
10	6.35	29.30	89.00	930.00	1019.00	1576.00	4.50	491.00	
11	6.80	31.00	93.00	926.00	1019.00	1614.00	4.30	^486.00	
12	*7.10	29.50	*97.00	921.00	^1018.00	^1566.00	4.50	488.00	
เฉลี่ย	6.13	29.69	83.08	1132.67	1199.08	1928.33	3.76	552.92	



รูปที่ 3.20 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณกลางน้ำ

ตารางที่ 3.21 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณถนน

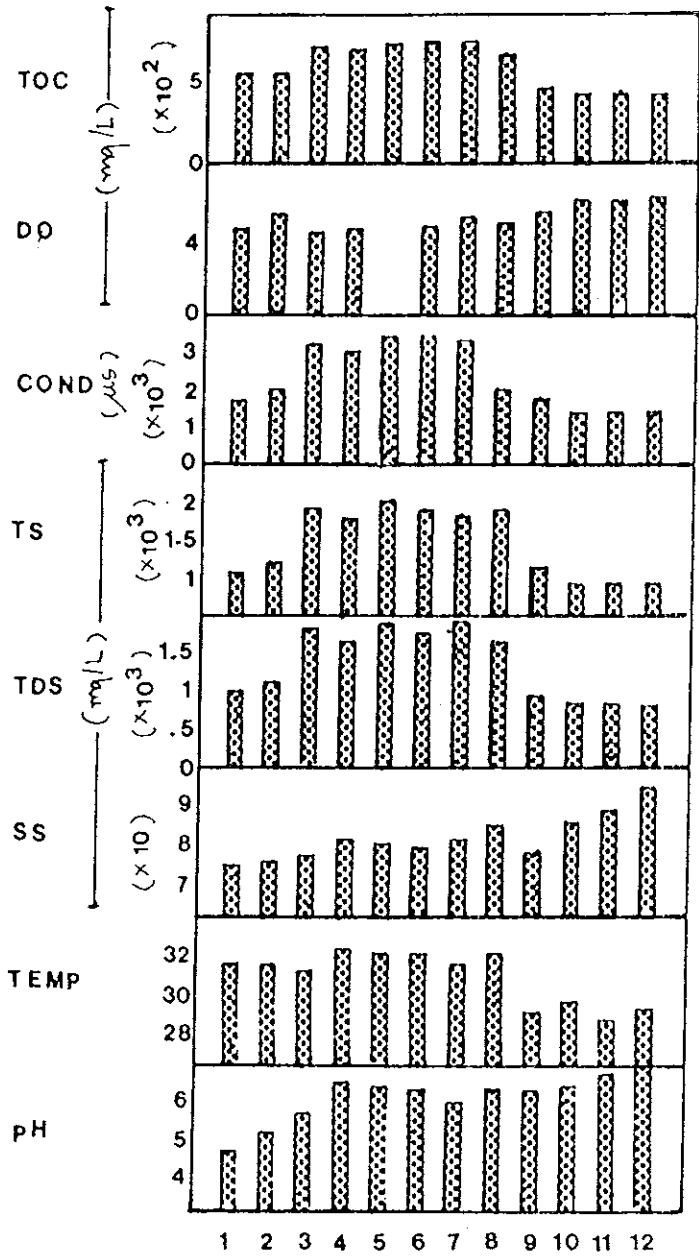
ครั้งที่	pH	Temp C	SS ng/l	TDS ng/l	TS ng/l	Conds μs	DO ng/l	TOC ng/l	หมายเหตุ
1	4.66	29.20	76.00	1010.00	1086.00	1708.00	2.70	565.00	* ค่าสูงสุด
2	4.90	29.20	76.00	1280.00	1356.00	2165.00	2.80	591.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.65	29.50	77.00	1340.00	1417.00	2278.00	1.90	605.00	
4	6.25	29.50	79.00	1584.00	1663.00	2693.00	0.90	553.00	
5	6.15	29.30	81.00	*1593.00	*1674.00	*2700.00	0.90	593.00	
6	6.40	28.90	83.00	1490.00	1573.00	2508.00	2.80	649.00	
7	6.40	30.00	91.00	1280.00	1370.00	2194.00	2.60	590.00	
8	6.33	*31.00	94.00	1140.00	1234.00	1987.00	2.50	584.00	
9	6.35	28.70	86.00	1140.00	1226.00	1912.00	2.80	505.00	
10	6.33	29.00	91.00	1080.00	1171.00	1821.00	2.90	493.00	
11	6.60	29.80	95.00	1013.00	1108.00	1731.00	*3.10	491.00	
12	*6.90	^28.50	*99.00	^996.00	1095.00	^1665.00	3.00	^489.00	
เฉลี่ย	6.08	29.38	85.67	1245.50	1331.08	2113.50	2.41	559.00	



รูปที่ 3.21 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณก้นน้ำ

ตารางที่ 3.22 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณผิวน้ำ

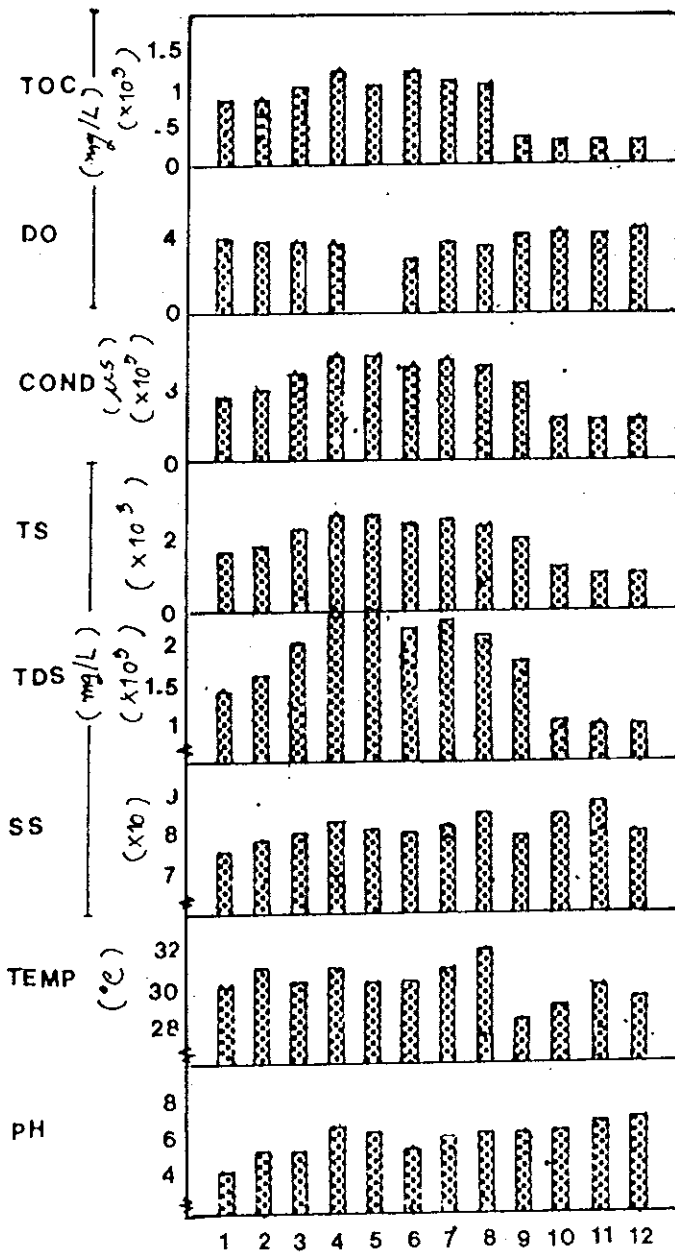
ครั้งที่	pH	Temp C	SS ng/l	TDS ng/l	TS ng/l	Conds µs	DO ng/l	TOC ng/l	หมายเหตุ
1	^4.71	31.50	^74.00	1020.00	1094.00	1792.00	4.60	604.00	* ค่าสูงสุด
2	5.20	31.50	75.00	1150.00	1228.00	2021.00	5.40	613.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.71	31.10	77.00	1860.00	1937.00	3247.00	4.40	785.00	
4	6.58	*32.30	81.00	1690.00	1771.00	3008.00	4.60	769.00	
5	6.48	32.10	80.00	*1940.00	*2020.00	3442.00	^0.00	808.00	
6	5.38	32.10	79.00	1840.00	1919.00	*3472.00	4.70	*811.00	
7	6.01	31.50	81.00	1930.00	2011.00	3391.00	5.20	809.00	
8	6.33	32.10	85.00	1160.00	1245.00	2058.00	4.90	612.00	
9	6.35	28.90	78.00	965.00	1043.00	1757.00	5.50	513.00	
10	6.46	29.50	86.00	853.00	^939.00	1450.00	6.10	465.00	
11	6.80	^28.50	89.00	852.00	941.00	^1424.00	6.10	464.00	
12	*7.00	29.10	*95.00	^849.00	944.00	1434.00	*6.20	^462.00	
เฉลี่ย	6.08	30.85	81.67	1342.42	1424.33	2374.67	4.81	642.92	



รูปที่ 3.22 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณผิวน้ำ

ตารางที่ 3.23 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณกลางน้ำ

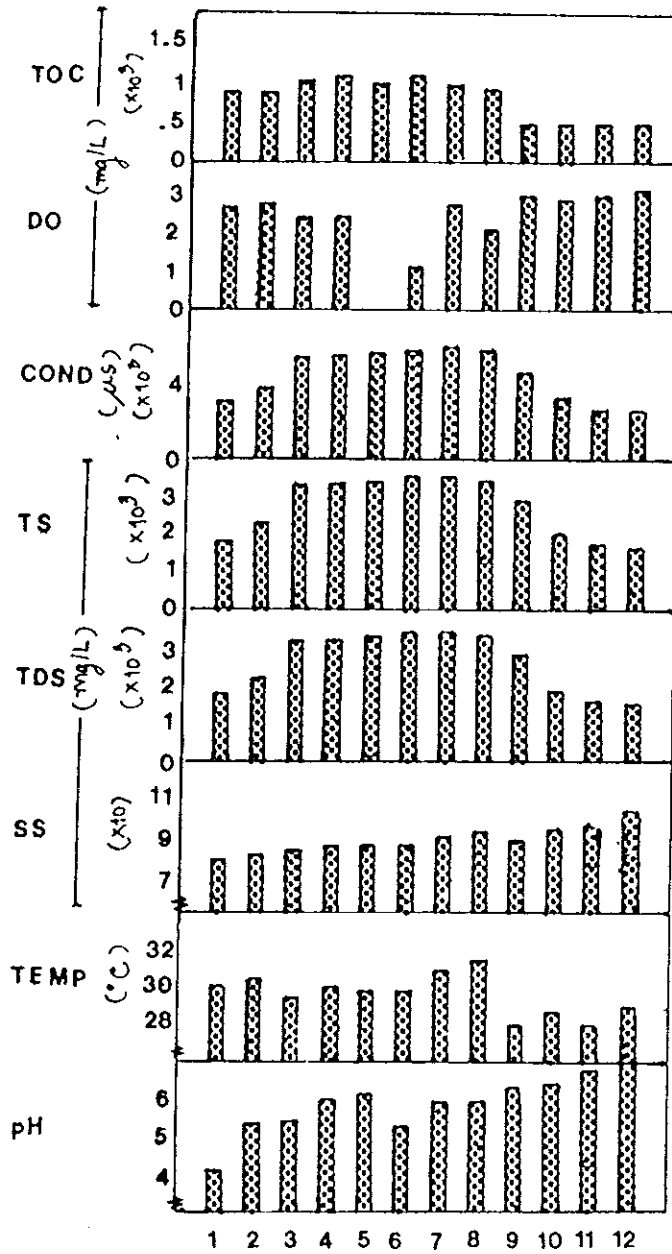
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	4.22	30.10	76.00	1440.00	1516.00	2603.00	4.00	874.00	* ค่าสูงสุด
2	5.30	31.10	79.00	1640.00	1719.00	2863.00	3.80	871.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.30	30.30	81.00	2080.00	2161.00	3584.00	3.80	1024.00	
4	6.56	31.10	84.00	2440.00	2524.00	4260.00	3.70	1241.00	
5	6.30	30.30	82.00	*2480.00	*2562.00	*4273.00	^0.00	1036.00	
6	5.42	30.30	81.00	2260.00	2341.00	3894.00	2.90	*1249.00	
7	6.12	31.00	83.00	2380.00	2463.00	4148.00	3.80	1124.00	
8	8.30	*32.00	86.00	2180.00	2266.00	3862.00	3.60	1063.00	
9	6.30	^28.30	80.00	1840.00	1920.00	3067.00	4.20	601.00	
10	8.42	29.00	86.00	1020.00	1106.00	1719.00	4.30	571.00	
11	6.90	30.10	89.00	997.00	1086.00	1712.00	4.20	570.00	
12	*7.10	29.50	*92.00	^991.00	^1083.00	^1658.00	*4.50	^568.00	
เฉลี่ย	6.02	30.26	83.25	1812.33	1895.58	3137.92	3.57	899.33	



รูปที่ 3.23 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณกลางน้ำ

ตารางที่ 3.24 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณถนน

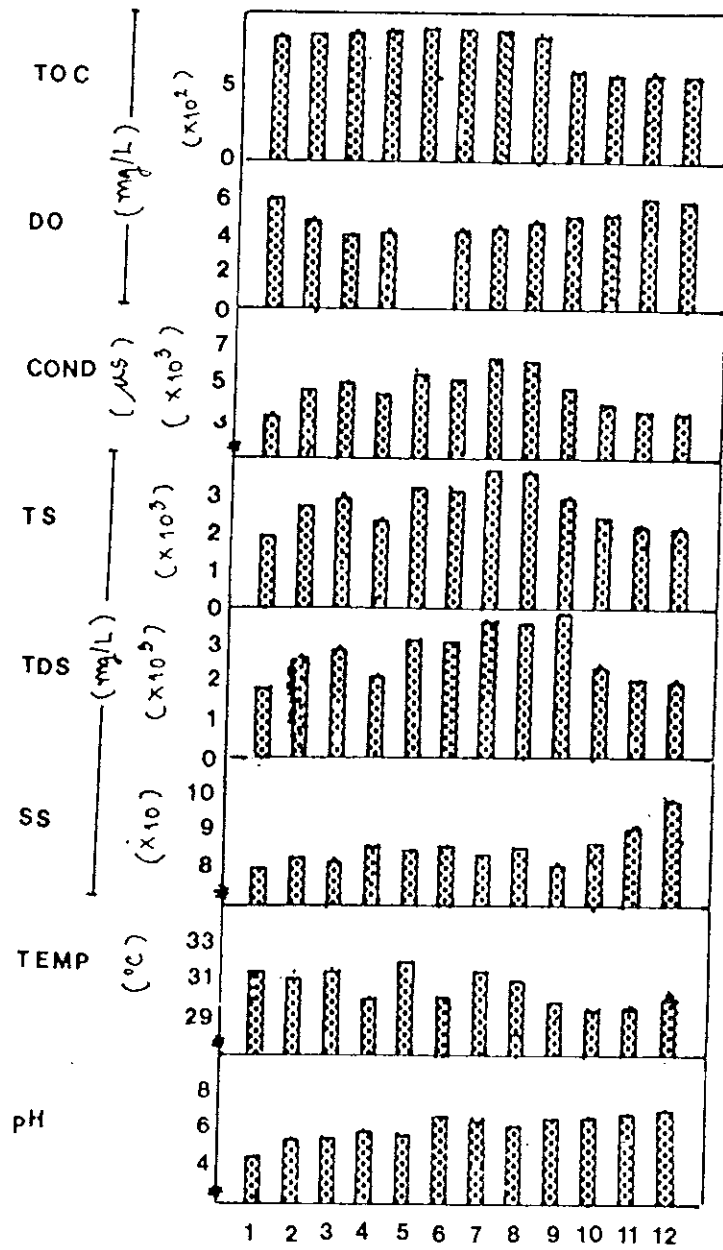
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^4.12	30.10	^78.00	1800.00	1878.00	3142.00	2.80	963.00	* ค่าสูงสุด
2	5.39	30.50	81.00	2260.00	2341.00	3909.00	2.90	906.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.41	29.50	83.00	3260.00	3343.00	5542.00	2.60	1121.00	
4	6.09	30.10	85.00	3280.00	3365.00	5633.00	2.50	*1352.00	
5	6.19	29.80	86.00	3350.00	3436.00	5725.00	^0.00	1131.00	
6	5.30	29.80	86.00	*3490.00	*3576.00	5964.00	1.20	1350.00	
7	5.96	31.00	91.00	3480.00	3571.00	*6065.00	2.90	1089.00	
8	5.96	*31.50	94.00	3380.00	3454.00	5904.00	2.20	975.00	
9	6.35	^28.00	89.00	2860.00	2949.00	4740.00	3.10	^538.00	
10	6.45	28.70	95.00	1960.00	2055.00	3288.00	3.00	563.00	
11	6.80	^28.00	97.00	1643.00	1740.00	2723.00	3.10	561.00	
12	*7.00	29.00	*105.00	^1572.00	^1677.00	^2650.00	*3.30	559.00	
เฉลี่ย	5.92	29.67	89.17	2692.92	2782.08	4607.08	2.47	925.67	



รูปที่ 3.24 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณก้นน้ำ

ตารางที่ 3.25 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7/1 บริเวณผิวน้ำ

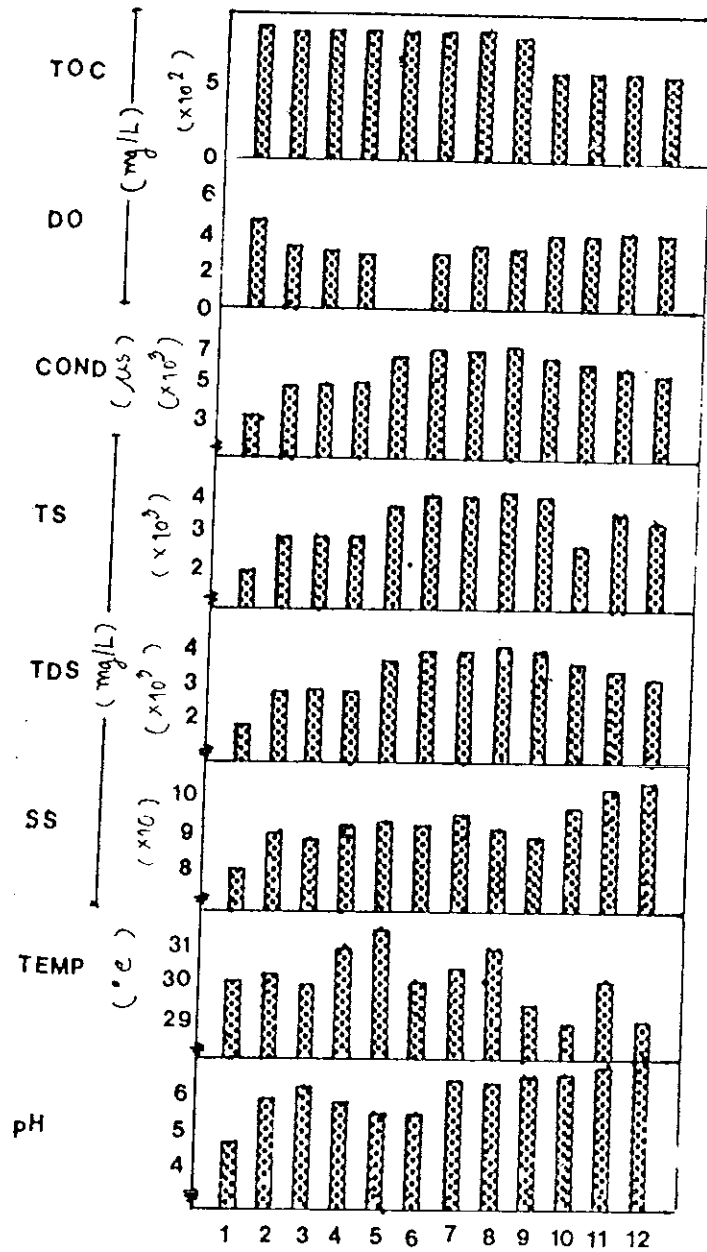
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µS	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	4.77	31.50	80.00	1840.00	1920.00	3233.00	6.00	841.00	* ค่าสูงสุด
2	5.43	31.10	83.00	2680.00	2763.00	4679.00	4.80	859.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.59	31.50	82.00	2890.00	2972.00	5078.00	4.10	862.00	
4	5.85	30.00	86.00	2650.00	2736.00	4543.00	4.20	883.00	
5	5.75	*32.00	85.00	3150.00	3233.00	5580.00	^0.00	*891.00	
6	6.75	30.10	86.00	3100.00	3186.00	5324.00	4.30	890.00	
7	6.49	31.50	84.00	*3680.00	*3764.00	*6466.00	4.50	876.00	
8	6.35	31.00	86.00	3600.00	3686.00	6274.00	4.80	838.00	
9	6.61	29.80	81.00	2870.00	2951.00	4904.00	5.10	609.00	
10	6.62	^29.50	87.00	2410.00	2497.00	4097.00	5.30	596.00	
11	6.90	^29.50	91.00	2139.00	2230.00	3637.00	*6.10	590.00	
12	*7.10	30.00	99.00	2091.00	2190.00	^3858.00	6.00	584.00	
เฉลี่ย	6.18	30.63	85.83	2758.33	2814.17	4783.33	4.60	776.58	



รูปที่ 3.25 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7/1 บริเวณผิวน้ำ

ตารางที่ 3.26 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7/1 บริเวณกลางน้ำ

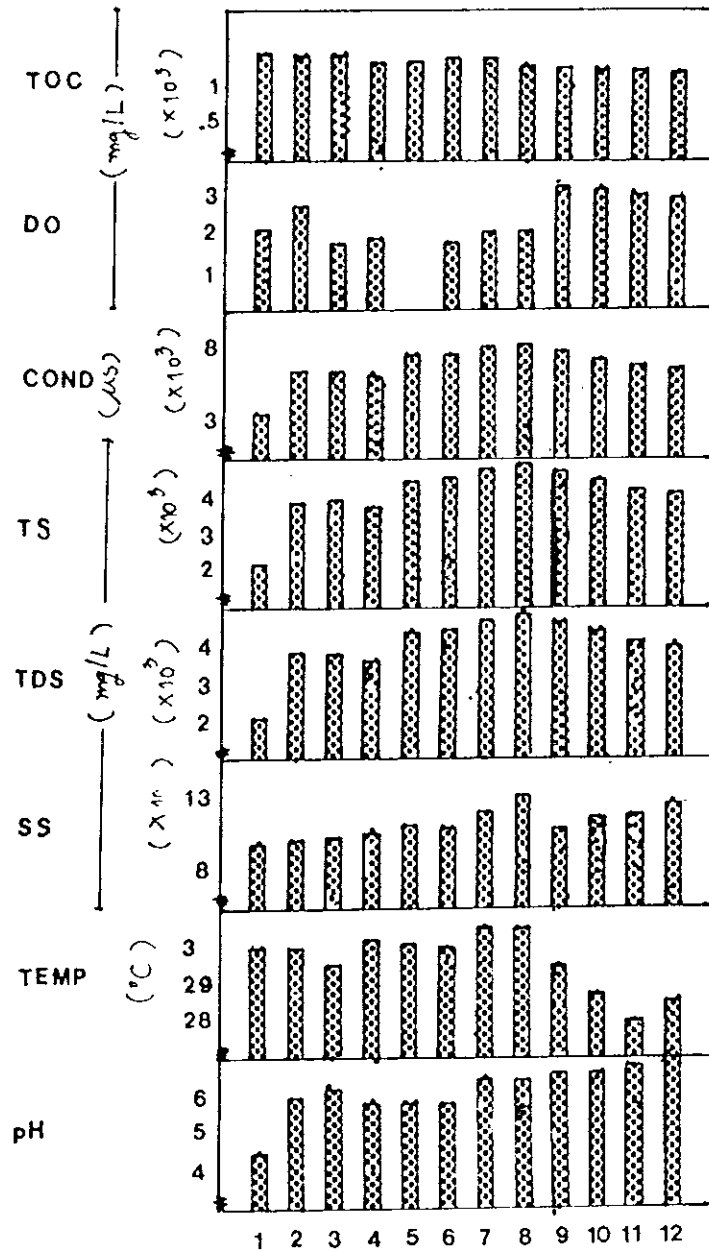
ครั้งที่	pH	Temp C	SS ng/l	TDS ng/l	TS ng/l	Conds µs	DO ng/l	TOC ng/l	หมายเหตุ
1	^4.73	30.10	^81.00	^1950.00	^2031.00	3349.00	*4.80	*903.00	* ค่าสูงสุด
2	5.94	30.30	91.00	2810.00	2901.00	4842.00	3.40	879.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.24	30.00	89.00	2900.00	2989.00	4972.00	3.20	892.00	
4	8.85	31.00	93.00	2870.00	2983.00	5002.00	3.00	896.00	
5	5.05	*31.50	94.00	3680.00	3774.00	6466.00	^0.00	869.00	
6	6.53	30.10	93.00	3980.00	4073.00	6835.00	3.00	870.00	
7	6.46	30.50	96.00	3950.00	4046.00	6828.00	3.50	880.00	
8	6.37	31.00	92.00	*4050.00	*4142.00	*7058.00	3.30	845.00	
9	6.59	29.50	90.00	3960.00	4050.00	6732.00	4.10	611.00	
10	6.60	^29.00	98.00	3630.00	2728.00	6119.00	4.00	603.00	
11	6.80	30.10	103.00	3472.00	3575.00	5963.00	4.20	598.00	
12	*7.00	^29.00	*107.00	3269.00	3376.00	5511.00	4.10	^594.00	
เฉลี่ย	6.23	30.18	93.92	3376.75	3389.00	5806.42	3.38	786.67	



รูปที่ 3.26 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7/1 บริเวณกลางน้ำ

ตารางที่ 3.27 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7/1 บริเวณถนน

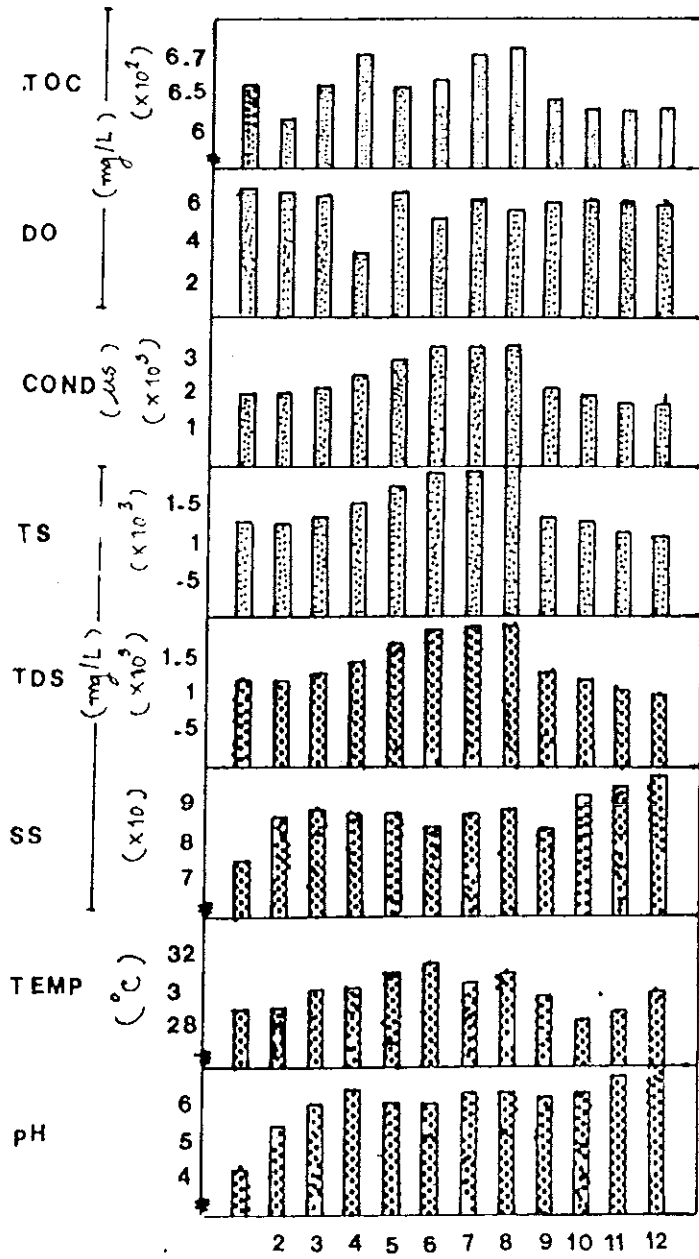
ครั้งที่	pH	Temp C	SS ng/l	TDS ng/l	TS ng/l	Conds µs	DO ng/l	TOC ng/l	หมายเหตุ
1	^4.52	30.00	^83.00	^2110.00	^2193.00	^3617.00	2.20	*968.00	* ค่าสูงสุด
2	5.99	30.00	101.00	3750.00	3851.00	6429.00	2.80	933.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.21	29.50	103.00	3810.00	3913.00	6477.00	1.80	951.00	
4	5.82	30.20	106.00	3600.00	3706.00	6192.00	1.90	906.00	
5	5.82	30.10	111.00	4370.00	4481.00	7505.00	^0.00	911.00	
6	5.81	30.00	110.00	4450.00	4560.00	7629.00	1.80	930.00	
7	6.45	*30.50	120.00	4670.00	4790.00	8073.00	2.10	901.00	
8	6.42	*30.50	131.00	*4810.00	*4941.00	*8315.00	2.10	880.00	
9	6.60	29.50	109.00	4650.00	4759.00	7906.00	*3.30	619.00	
10	6.60	28.70	116.00	4370.00	4486.00	7330.00	3.20	611.00	
11	6.80	^28.00	118.00	4106.00	4224.00	6805.00	3.10	602.00	
12	*7.00	28.50	*125.00	3995.00	4120.00	6678.00	3.00	^599.00	
เฉลี่ย	6.17	29.63	111.08	4057.58	4166.67	6913.00	2.28	817.58	



รูปที่ 3.27 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 7/1 บริเวณกั้นน้ำ

ตารางที่ 3.28 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณฝายน้ำ

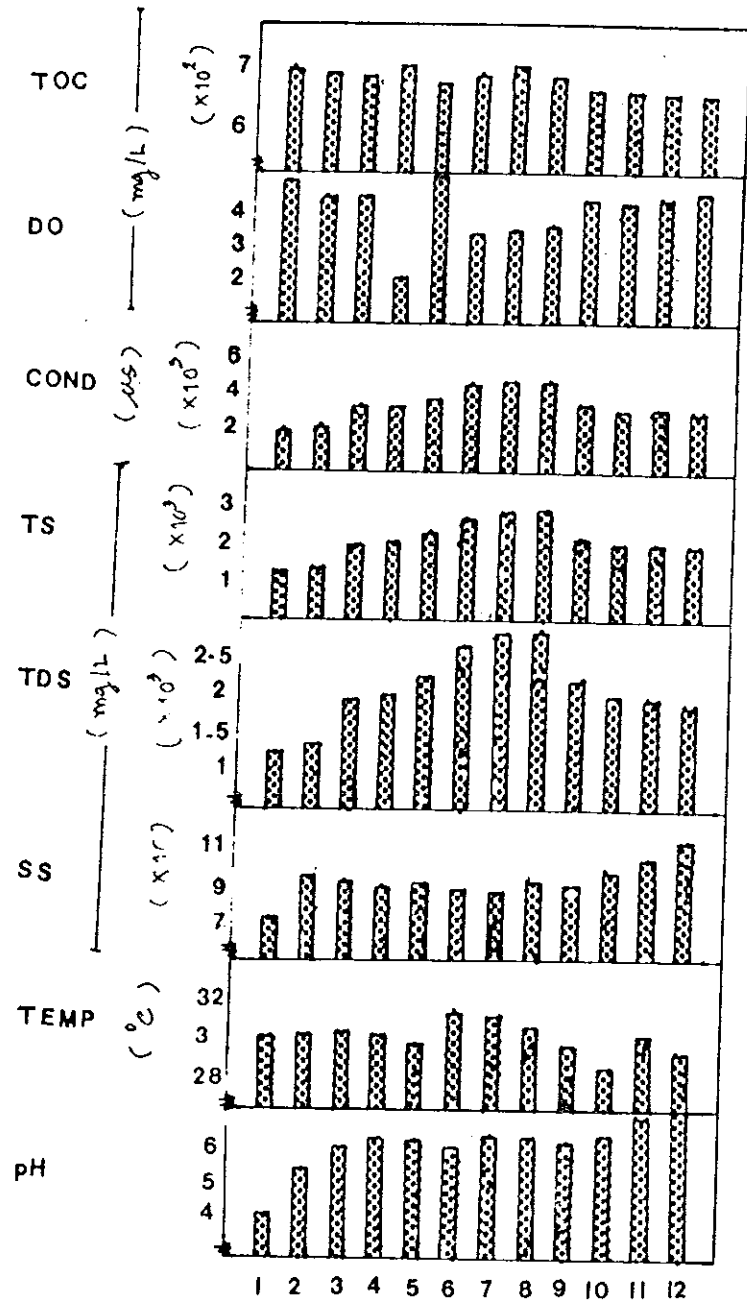
ครั้งที่	pH	Temp C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	DO mg/l	TOC mg/l	หมายเหตุ
1	^4.23	29.00	^75.00	1180.00	1255.00	1986.00	*7.00	663.00	* ค่าสูงสุด
2	5.41	29.10	87.00	1160.00	1247.00	1959.00	6.80	^671.00	^ ค่าต่ำสุด
3	5.99	30.10	89.00	1260.00	1349.00	2164.00	6.60	667.00	
4	6.39	30.20	88.00	1430.00	1518.00	2460.00	^3.50	*674.00	
5	6.09	31.00	88.00	1660.00	1748.00	2893.00	6.80	659.00	
6	6.01	*31.50	84.00	1840.00	1924.00	3233.00	5.40	669.00	
7	6.33	30.50	88.00	1860.00	1948.00	3215.00	6.30	673.00	
8	6.32	31.00	89.00	*1880.00	*1969.00	*3276.00	5.90	681.00	
9	6.20	29.80	84.00	1250.00	1334.00	2136.00	6.20	643.00	
10	6.35	^28.50	93.00	1190.00	1283.00	1989.00	6.30	630.00	
11	6.80	29.00	95.00	1031.00	1126.00	1738.00	6.30	629.00	
12	*7.00	30.00	*98.00	^987.00	^1085.00	^1692.00	6.10	630.00	
เฉลี่ย	6.09	29.98	88.17	1394.00	1482.17	2395.08	6.10	657.42	



รูปที่ 3.28 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณฝายน้ำ

ตารางที่ 3.29 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณกลางน้ำ

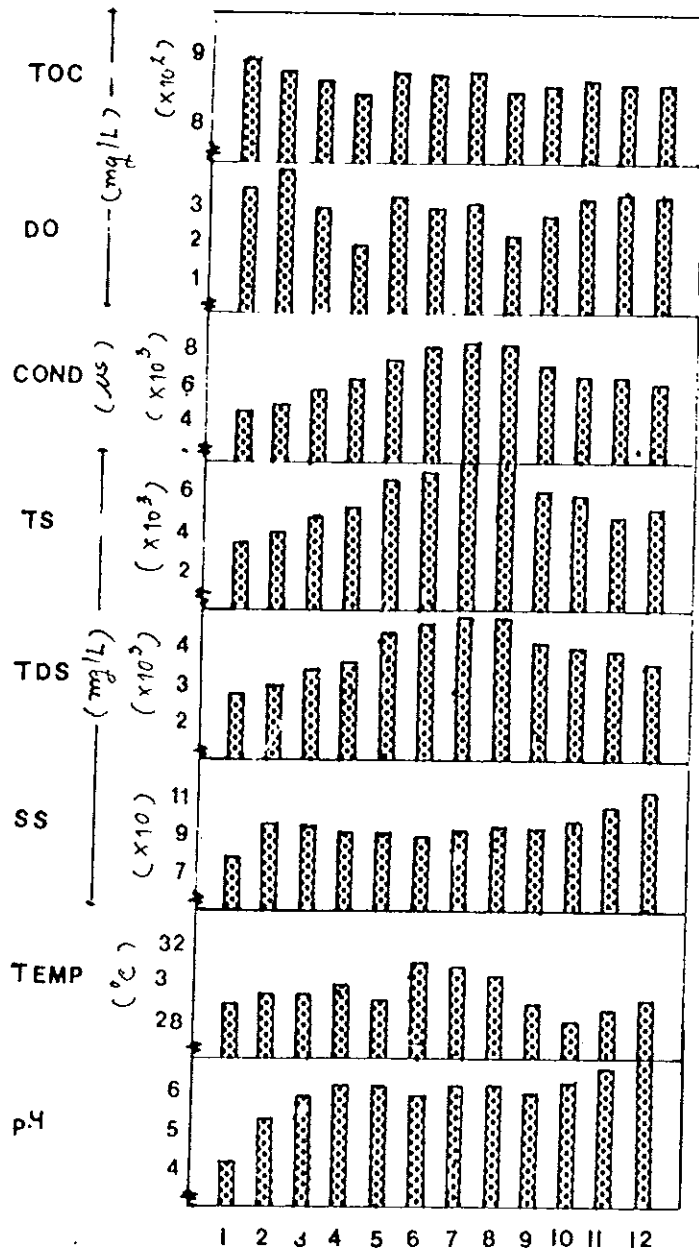
จุด ครั้งที่	pH	Temp C	SS ng/l	TDS ng/l	TS ng/l	Conds µs	DO ng/l	TOC ng/l	หมายเหตุ
1	^4.27	30.00	^72.00	^1260.00	^1332.00	^2160.00	*4.80	690.00	* ค่าสูงสุด
2	5.45	30.10	95.00	1380.00	1475.00	2370.00	4.30	687.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.01	30.20	92.00	1980.00	2072.00	3463.00	4.40	682.00	
4	6.28	30.00	89.00	2020.00	2109.00	3463.00	^2.20	*695.00	
5	6.20	29.50	91.00	2270.00	2361.00	3859.00	4.90	673.00	
6	6.01	*31.20	88.00	2670.00	2758.00	4670.00	3.40	684.00	
7	6.32	31.00	87.00	2830.00	2917.00	*4932.00	3.50	696.00	
8	6.30	30.50	92.00	*2840.00	*2932.00	4909.00	3.60	683.00	
9	6.15	29.50	90.00	2230.00	2320.00	3791.00	4.30	663.00	
10	6.33	^28.30	97.00	2030.00	2127.00	3383.00	4.20	660.00	
11	6.80	30.00	104.00	1993.00	2097.00	3417.00	4.30	658.00	
12	*7.00	29.10	*113.00	1892.00	2005.00	3195.00	4.50	^656.00	
เฉลี่ย	6.09	29.95	92.50	2116.25	2208.75	3634.33	4.03	677.25	



รูปที่ 3.29 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณกลางน้ำ

ตารางที่ 3.30 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณก้นน้ำ

ครั้งที่	pH	Temp C	SS ng/l	TDS ng/l	TS ng/l	Conds μs	DO ng/l	TOC ng/l	หมายเหตุ
1	^4.28	29.00	^79.00	^2800.00	^2879.00	^4720.00	3.30	*890.00	* ค่าสูงสุด
2	5.43	29.50	97.00	3020.00	3117.00	5134.00	*3.80	876.00	^ ค่าต่ำสุด
3	6.05	29.50	96.00	3470.00	3566.00	5898.00	2.80	863.00	
4	6.30	30.20	93.00	3680.00	3773.00	6490.00	^1.80	842.00	
5	6.30	29.20	92.00	4460.00	4552.00	7544.00	3.10	871.00	
6	6.00	*31.20	90.00	4680.00	4770.00	8185.00	2.80	869.00	
7	6.30	31.00	93.00	*4870.00	*4963.00	*8487.00	2.90	874.00	
8	6.31	30.50	95.00	4860.00	4955.00	8401.00	2.10	845.00	
9	6.10	29.00	94.00	4200.00	4294.00	7239.00	2.60	853.00	
10	6.33	^28.00	99.00	4040.00	4139.00	6695.00	3.10	861.00	
11	6.80	28.70	106.00	3946.00	3602.00	6619.00	3.20	856.00	
12	*7.00	29.20	*114.00	3629.00	3743.00	6138.00	3.10	^853.00	
เฉลี่ย	6.10	29.58	95.67	3971.25	4029.42	6795.83	2.88	862.75	



รูปที่ 3.30 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ตรวจวัดของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณก้นน้ำ

ตาราง 3.31 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน

พารามิเตอร์	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
pH	ระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำ	0.589	1	0.589	2.366	0.125
	ระหว่างตัวแปรเวลา	22.524	1	22.524	90.508	0.000
	ปฏิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	1.280	1	1.280	5.145	0.024
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	70.676	284			
	รวม	95.069	287			
Temp	ระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำ	19.027	1	19.027	13.817	0.000
	ระหว่างตัวแปรเวลา	21.255	1	21.255	15.436	0.000
	ปฏิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	0.052	1	1.280	0.038	0.845
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	391.075	284			
	รวม	431.409	287			
SS	ระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำ	61708.698	1	61708.698	398.400	0.000
	ระหว่างตัวแปรเวลา	3199.601	1	3199.607	20.657	0.000
	ปฏิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	1184.074	1	1184.074	7.645	0.006
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	43989.148	284	154.891		
	รวม	1671708.440	287			
TDS	ระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำ	0.223504E+09	1	0.223504E+09	185.953	0.000
	ระหว่างตัวแปรเวลา	3555062.580	1	3555062.580	2.958	0.087
	ปฏิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	2929464.234	1	2929464.234	2.437	0.120
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	0.341350E+09	284	1201937.550		
	รวม	6484527.379	287			

ตาราง 3.31 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ต่อ)

พารามิเตอร์	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
	ระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำ	0.228876E+09	1	0.228876E+09	190.034	0.000
TS	ระหว่างตัวแปรเวลา	3523414.246	1	3525414.246	2.927	0.000
	ปฏิภริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	2931055.338	1	2931055.338	2.434	0.120
	ภายในตัวแปร	0.100862E+10	284	3551469.269		
	รวม		287			
	ระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำ	0.666515E+09	1	0.666515E+09	187.673	0.000
Conds	ระหว่างตัวแปรเวลา	0.111886E+08	1	0.111886E+08	3.150	0.077
	ปฏิภริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	9139644.296	1	9139644.296	2.573	0.110
	ภายในตัวแปร	0.100862E	284	3551469.269		
	รวม		287			
	ระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำ	0.304646E+08	1	0.304646E+08	158.881	0.000
TOC	ระหว่างตัวแปรเวลา	2330852.547	1	2330852.547	12.156	0.001
	ปฏิภริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	2233276.015	1	2233276.013	11.647	0.001
	ภายในตัวแปร	0.544554E+08	284	191744.493		
	รวม		287			
	ระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำ	24.057	1	24.057	14.701	0.000
DO	ระหว่างตัวแปรเวลา	26.207	1	26.207	16.015	0.000
	ปฏิภริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	11.850	1	11.850	7.242	0.008
	ภายในตัวแปร	464.727	284	1.630		
	รวม	525.841	287			

จากตาราง 3.31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแต่ละพารามิเตอร์สามารถสรุปได้ดังนี้

3.1.1 ความแปรปรวนของค่าพีเอช (pH)

3.1.1.1 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำ ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.125 มากกว่า 0.050 ยอมรับ H_0

นั่นคือ ตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำไม่มีผล ความแตกต่างของค่าพีเอช (pH)

3.1.1.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ตัวแปรเวลา มีผลต่อความแตกต่างของค่าพีเอช (pH)

3.1.1.3 การทดสอบปฏิริยาร่วมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและฤดูกาลต่อค่าพีเอช (pH) ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.024 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ปฏิริยาร่วมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและเวลา มีผลต่อความแตกต่างของค่าพีเอช (pH)

3.1.2 ความแปรปรวนของอุณหภูมิ (Temp)

3.1.2.1 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำ ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำ มีผลต่อความแตกต่างของอุณหภูมิ

3.1.2.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ตัวแปรเวลา มีผลต่อความแตกต่างของอุณหภูมิ

3.1.2.3 การทดสอบปฏิริยาร่วมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและเวลา ต่ออุณหภูมิ ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้ 0.845 มากกว่า 0.050 ยอมรับ H_0

นั่นคือ ปฏิริยาร่วมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและเวลา ไม่มีผลต่อความแตกต่างของอุณหภูมิ

3.1.3 ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งแขวนลอย

3.1.3.1 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำ ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำ มีผลต่อความแตกต่างของปริมาณของแข็งแขวนลอย

3.1.3.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ตัวแปรเวลา มีผลต่อความแตกต่างของปริมาณของแข็งแขวนลอย

3.1.3.3 การทดสอบปฏิบัติการร่วมระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำและเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.006 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ปฏิบัติการร่วมระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำและเวลา มีผลต่อความแตกต่างของปริมาณของแข็งแขวนลอย

3.1.4 ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งละลายน้ำ (TDS)

3.1.4.1 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำ ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ตัวแปรที่กลุ่มน้ำ มีผลต่อความแตกต่างของปริมาณของแข็งละลายน้ำ

3.1.4.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.087 มากกว่า 0.050 จึงยอมรับ H_0

นั่นคือ ตัวแปรเวลา ไม่มีผลต่อความแตกต่างของปริมาณของแข็งละลายน้ำ

3.1.4.3 การทดสอบปฏิบัติการร่วมระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำและเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.120 มากกว่า 0.050 จึงยอมรับ H_0

นั่นคือ ปฏิบัติการร่วมระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำและเวลา ไม่มีผลต่อความแตกต่างปริมาณของแข็งละลายน้ำ

3.1.5 ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS)

3.1.5.1 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำ ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ตัวแปรที่กลุ่มน้ำ มีผลต่อความแตกต่างของปริมาณของแข็งทั้งหมด

3.1.5.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.088 มากกว่า 0.050 จึงยอมรับ H_0

นั่นคือ ตัวแปรเวลา ไม่มีผลต่อความแตกต่างของปริมาณของแข็งทั้งหมด

3.1.5.3 การทดสอบปฏิบัติการร่วมระหว่างตัวแปรที่กลุ่มน้ำและเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.120 มากกว่า 0.050 จึงยอมรับ H_0

นั่นคือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและเวลาไม่มีผลต่อความแตกต่างของปริมาณของแข็งทั้งหมด

3.1.6 ความแปรปรวนของการนำไฟฟ้า (Conds)

3.1.6.1 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำ ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำ มีผลต่อความแตกต่างของการนำไฟฟ้า

3.1.6.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.0 มากกว่า 0.050 จึงยอมรับ H_0

นั่นคือ ตัวแปรเวลาไม่มีผลต่อความแตกต่างของการนำไฟฟ้า

3.1.6.3 การทดสอบปฏิกริยาร่วมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.110 จึงยอมรับ H_0

นั่นคือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและเวลาไม่มีผลต่อความแตกต่างของการนำไฟฟ้า

3.1.7 ความแปรปรวนของปริมาณสารอินทรีย์รวม (TOC)

3.1.7.1 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำ ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำมีผลต่อความแตกต่างของปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด

3.1.7.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.001 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ตัวแปรเวลามีผลต่อความแตกต่างของปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด

3.1.7.3 การทดสอบปฏิกริยาร่วมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.001 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ปฏิกริยาร่วมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและเวลามีผลต่อความแตกต่างของปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด

3.1.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

3.1.8.1 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำ ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ ตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำมีผลต่อความแตกต่างของออกซิเจนละลายน้ำ

3.1.8.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ Ho

นั่นคือ ตัวแปรเวลาที่มีผลต่อความแตกต่างของออกซิเจนละลายน้ำ

3.1.8.3 การทดสอบปฏิภนกรรมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและเวลา ค่าสถิติ p ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.008 น้อยกว่า 0.050 จึงปฏิเสธ Ho

นั่นคือ ปฏิภนกรรมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและเวลาที่มีผลต่อความแตกต่างของออกซิเจนละลายน้ำ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแต่ละพารามิเตอร์ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าทั้งลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำและระยะเวลาต่างก็มีอิทธิพลต่อค่าพารามิเตอร์ต่างๆ แตกต่างกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.32

ตารางที่ 3.32 ตารางสรุปการวิเคราะห์ความแปรปรวน

Variation	pH	Temp °C	SS mg/l	TDS mg/l	TS mg/l	Conds µs	Toc mg/l	DO mg/l
Area	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Season	0.000	0.000	0.000	0.087	0.000	0.077	0.001	0.000
Area*Season	0.024	0.845	0.006	0.120	0.120	0.110	0.001	0.008

* Significant at level 0.05

จากตารางที่ 3.32 ตารางสรุปการวิเคราะห์ความแปรปรวน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณีที่ 1. ตัวแปรเวลาจะมีผลต่อค่าพารามิเตอร์ต่างๆดังนี้คือ

- พีเอช (pH)
- อุณหภูมิ (Temperature : Temp)

- ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids : SS)
- ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด (Total Organic Carbon : TOD)
- ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen : DO)

กรณีที่ 2. ตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำจะมีผลต่อพารามิเตอร์ต่างๆดังนี้คือ

- อุณหภูมิ (Temperature : Temp)
- ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids : SS)
- ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solids : TDS)
- ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids : TS)
- การนำไฟฟ้า (Conductivity : Conds)
- ปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total Organic Carbon : TOC)
- ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen)

กรณีที่ 3. ปฏิกริยาร่วมระหว่างตัวแปรพื้นที่ลุ่มน้ำและตัวแปรเวลาจะมีผลต่อพารามิเตอร์ต่างๆดังนี้ คือ

- พีเอช (pH)
- ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids : SS)
- ปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total Organic Carbon : TOC)

3.4 ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen : DO)

3.2 การวิเคราะห์ความถดถอย (Regression analysis)

การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) เป็นการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรหนึ่งที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของตัวแปรอีกหลายๆตัวแปร หรือที่เรียกว่าตัวแปรตาม (Dependent variable) และตัวแปรอิสระ (Independent variable) โดยกำหนดให้ออกซิเจนละลาย (DO) เป็นตัวแปรตาม ที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของตัวแปรอิสระซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solids) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids) การนำไฟฟ้า (Conductivity) ปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total Organic Carbon) และระดับน้ำ (Level) ของวันที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งการพิจารณาความถดถอยของข้อมูลจากการทดลองในบทที่ 2

ตามรูป 2.2 แผนภาพการจัดการข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป STATGRAPH ตามวิธีของ Stepwise Regression (รายละเอียดในภาคผนวก ก) สามารถสรุป Model จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 3.33

ตารางที่ 3.33 สรุป Model ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนบน	ลุ่มน้ำ	ตอนล่าง	เวลา		แบบจำลอง
			ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	
/	/	/	/	/	(1) $DO = 5.460432 - 0.301923pH - 0.000148Conds - 0.000475TOC + 0.651598level$
/		/	/	/	(2) $DO = -0.937302 + 0.290990Temp - 0.23343TS$
/		/			(3) $DO = 18.404188 - 0.171281SS - 0.280850TDS + 0.103934Conds + 0.076224TOC$
/				/	(4) $DO = 8.457867 - 0.030300TS$
	/	/	/	/	(5) $DO = 5.283936 - 0.016988SS - 0.000162Conds - 0.000604TOC + 0.728958level$
	/				(6) $DO = -0.652582 - 0.000346Conds + 6.230512level$
	/		/	/	(7) $DO = -3.989472 + 1.888072pH - 0.040542SS - 0.000129Conds$
/	/	/			(8) $DO = 4.072173 - 0.505733pH - 0.000291Conds + 3.769662level$
/	/		/	/	(9) $DO = 3.82091 - 0.000153Cond + 0.402519level$

3.2.1 ความถดถอยของข้อมูลทั้งหมด

การวิเคราะห์ความถดถอยของข้อมูลทั้งหมดจากรูป 2.2 โดยไม่แยกข้อมูลตามลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำและเวลา คือวิเคราะห์ข้อมูลตลอดลำน้ำตั้งแต่จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 1 ถึงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 8 ในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 12 ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 3.34 Model fitting results of : DO ของข้อมูลทั้งหมด

Independent variable	coefficient	standard error	t-value	significant level
Constant	5.460432	0.777970	7.018800	0.000000
pH	-0.301923	0.134677	-2.241800	0.000000
Conds	-0.000148	0.000049	-3.014400	0.002800
TOD	-0.000475	0.000215	-2.206000	0.028000
Level	0.651598	0.129816	5.019400	0.000000

R-SQ (ADI) = 0.21180 SE = 1.370154 MAE = 1.144942 Durbwat = 0.664000
 Previously : 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
 360 doservations fitted, forecast (4) computed for 0 missing value of dep. var.

จากสมการความถดถอย

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n$$

และค่าสถิติจากตาราง 4.3 จะสามารถเขียนสมการ ได้ดังนี้คือ

$$DO = 5.460432 - 0.301923pH - 0.000148Conds - 0.000475TOC + 0.651598Level \quad (1)$$

จากสมการที่ 1 พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายหรือ DO ของข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด จะแปรผกผันกับค่าพีเอช การนำไฟฟ้า และปริมาณสารอินทรีย์รวม แต่จะแปรผันตรงกับระดับน้ำ นั่นก็คือค่าพีเอชมีผลต่อปริมาณออกซิเจนละลาย ถ้าค่าพีเอชต่ำปริมาณออกซิเจนละลายจะสูง แต่ถ้าค่าพีเอชสูงปริมาณออกซิเจนละลายจะต่ำ เพราะค่าพีเอชจะแปรผันตรงกับการสังเคราะห์แสงและการหายใจของพืชสีเขียว (ไมตรี, 2533) แสดงว่าถ้าค่าพีเอชสูงย่อมมีการสังเคราะห์แสงและการหายใจสูงด้วย และกระบวนการสังเคราะห์แสงการหายใจย่อมต้องการแหล่งอาหาร ดังนั้นปริมาณออกซิเจนละลายจึงแปรผกผันกับปริมาณสารอินทรีย์รวมด้วยเช่นกัน ทั้งนี้รวมทั้งการแปรผันระหว่างปริมาณออกซิเจนละลายกับการนำไฟฟ้าด้วยเพราะการนำไฟฟ้าจะเป็นค่าที่บอกถึงความเข้มข้นของสารที่มีประจุที่ละลายอยู่ในน้ำที่มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า แม้ว่าค่าพีเอชจะแปรผกผันกับค่าการนำไฟฟ้าก็ตาม แต่การที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงนั้นย่อมแสดงถึงความเข้มข้นของสารละลายต่างๆ ในน้ำสูงด้วยและความเข้มข้นของสารต่างๆ ในน้ำที่มีปริมาณมากก็จะมีผลทำให้ระดับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงโดยที่ระดับน้ำจะมีผลทำให้ปริมาณสารต่างๆ นี้เจือจางลง (EPA, 1973)

จากข้อมูลและลักษณะความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์แต่ละตัวในสมการที่ 1 นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอย (Analysis of variance for the full regression) ดังตารางที่ 3.35 และเมตริกสหสัมพันธ์สำหรับสัมประสิทธิ์การประมาณค่า (Correlation matrix for coefficient estimates) ดังตารางที่ 3.36 เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของแต่ละพารามิเตอร์ (รายละเอียดเมตริกสหสัมพันธ์ในภาคผนวก ฐ)

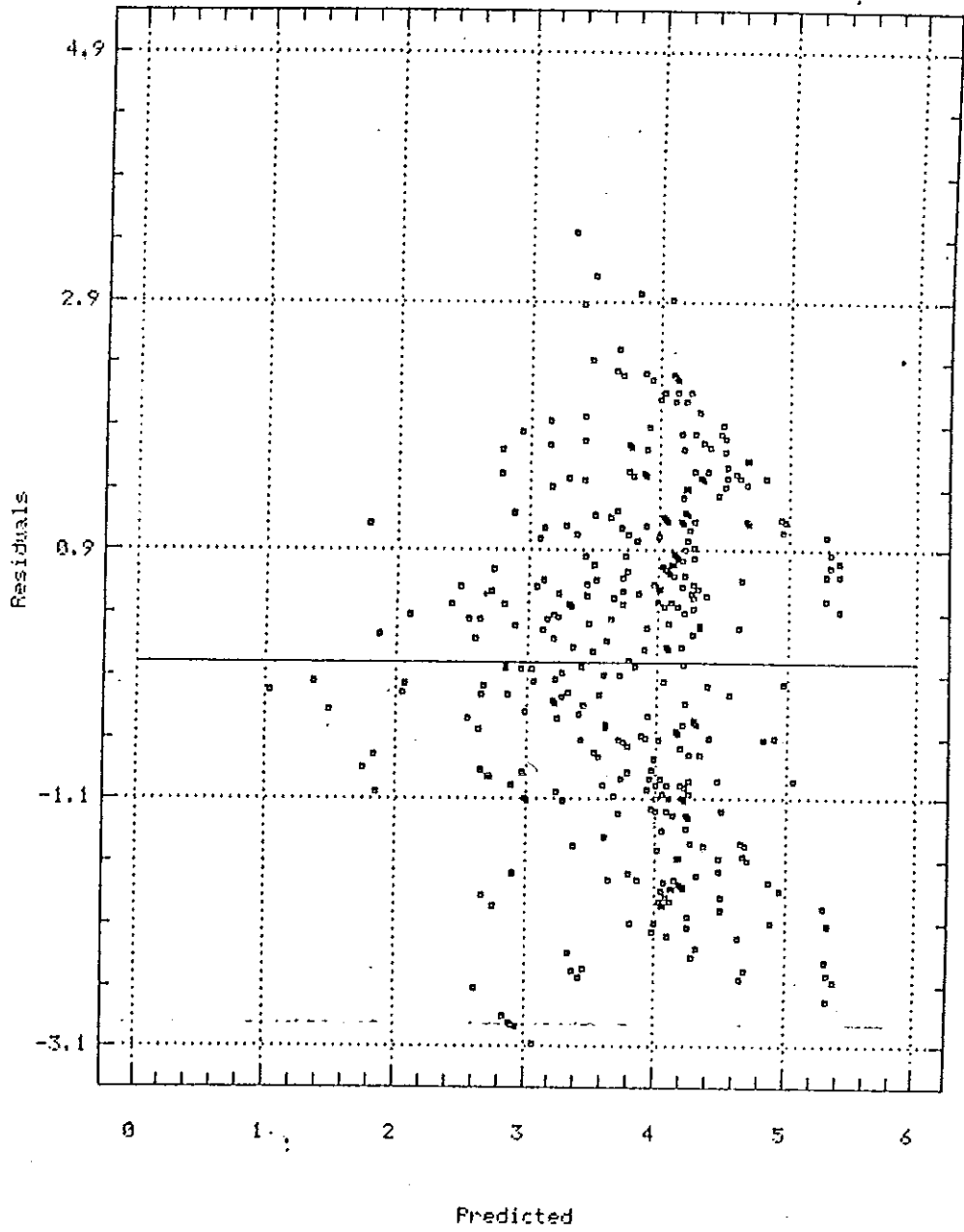
จากลักษณะกราฟ 3.31 ถึง 3.34 แสดงถึงการทดสอบ Model ที่ได้จากสมการที่ 1 (รายละเอียด Checking Model Assumptions ในภาคผนวก ท)

ตารางที่ 3.35 Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 1

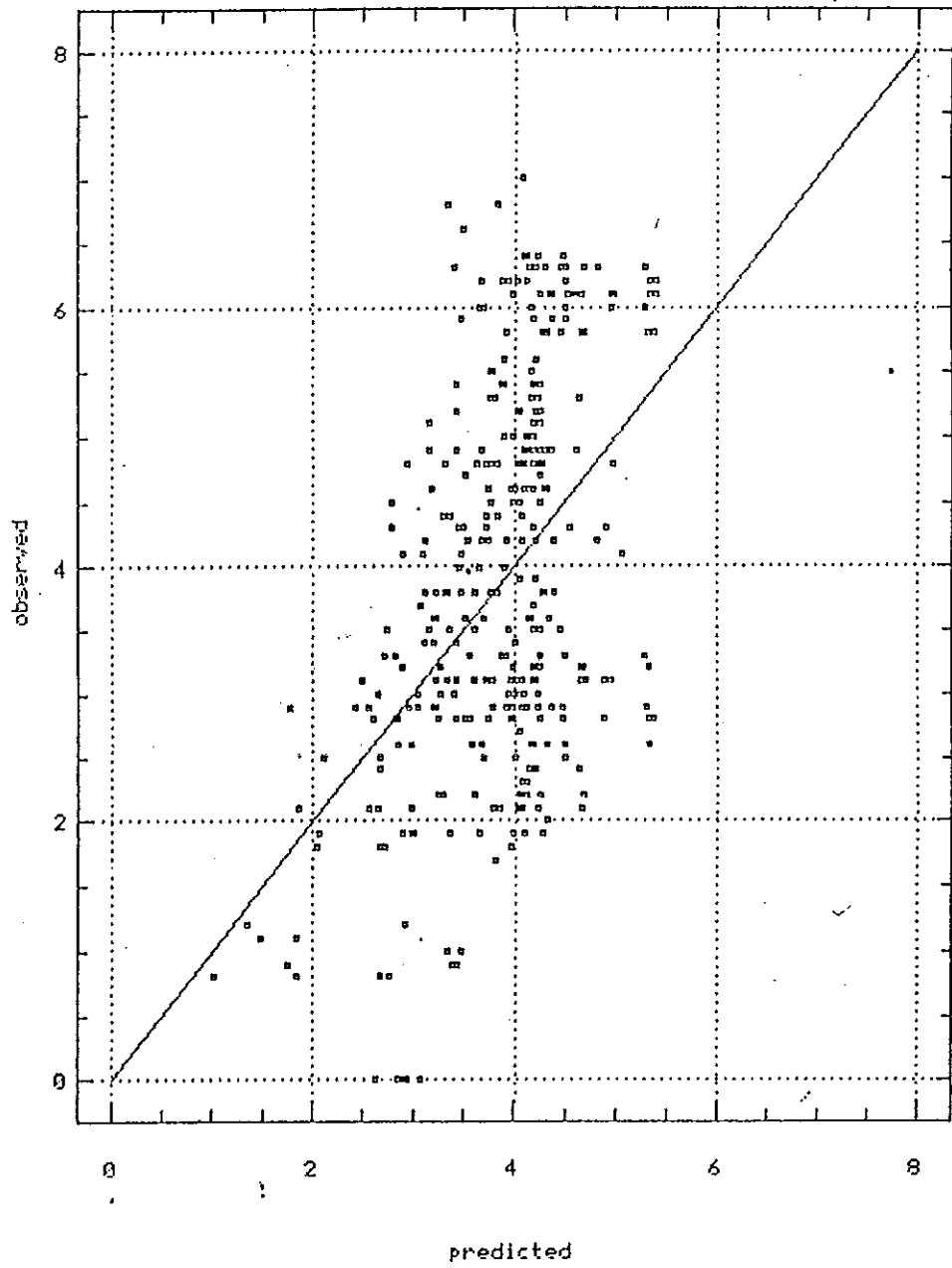
Source	Sum of Square	DF	Mean Square	F-Ratio	P-value
Model	188.606000	4	47.151500	25.116400	0.000000
Error	666.449000	355	1.877320		
Total (Corr)	855.055000	359			
R-squared =	0.220578			Std.error of est. 1.370150	
R-squared (Adj.for d.f) =	0.211795			Durbin-Watson Statistic = 0.653900	

ตารางที่ 3.36 Correlation matrix for coefficient estimates ของสมการที่ 1

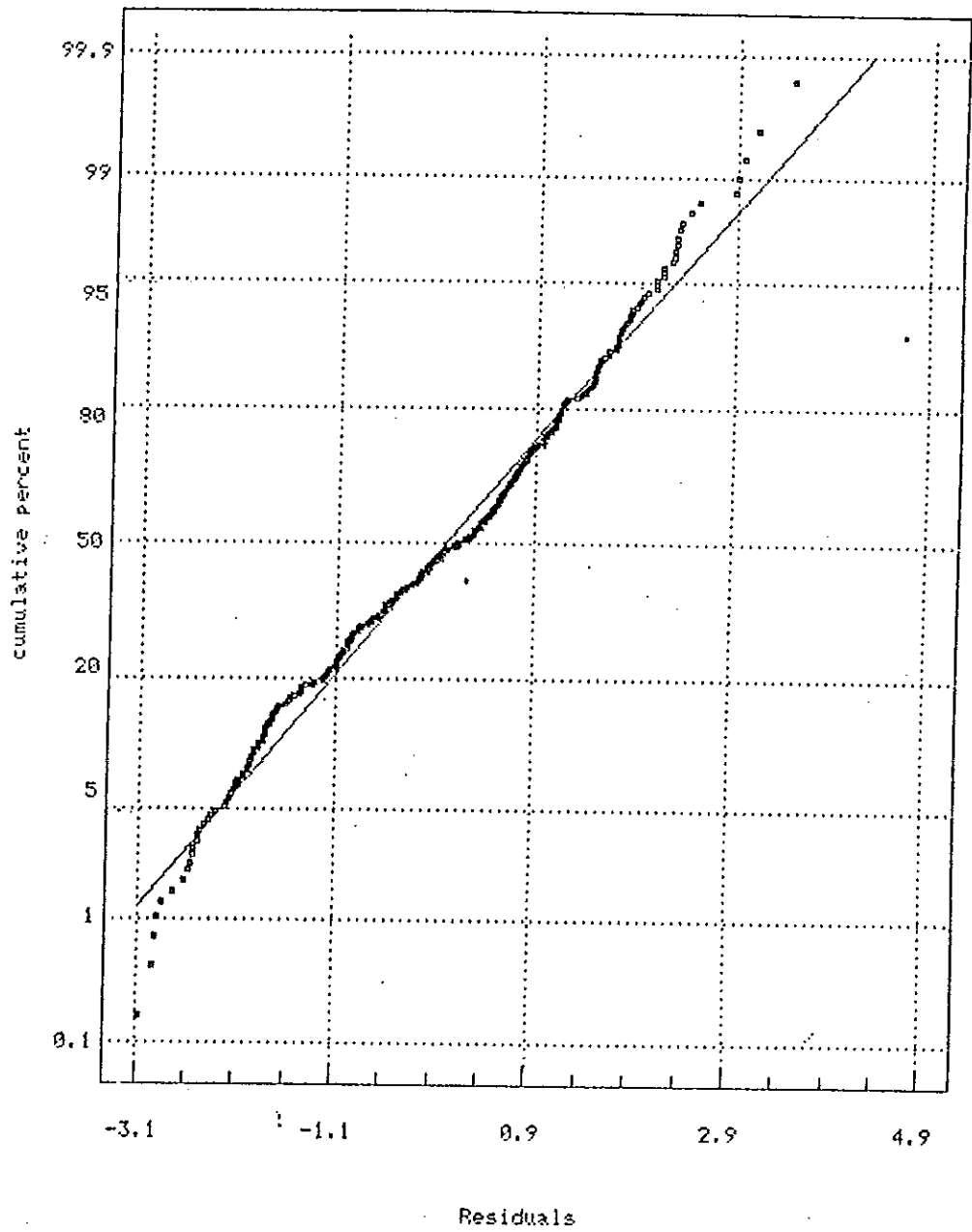
	CONSTANT	pH	Conds	TOC	Level
CONSTANT	1.000000	-0.973100	0.036100	-0.122700	0.318600
pH	-0.9736100	1.000000	-0.058700	0.069200	-0.498500
Conds	0.036100	-0.058700	1.000000	-0.781200	0.013600
TOC	-0.122700	0.069200	-0.781200	1.000000	0.017000
Level	0.318600	-0.498500	0.013600	0.071000	1.000000



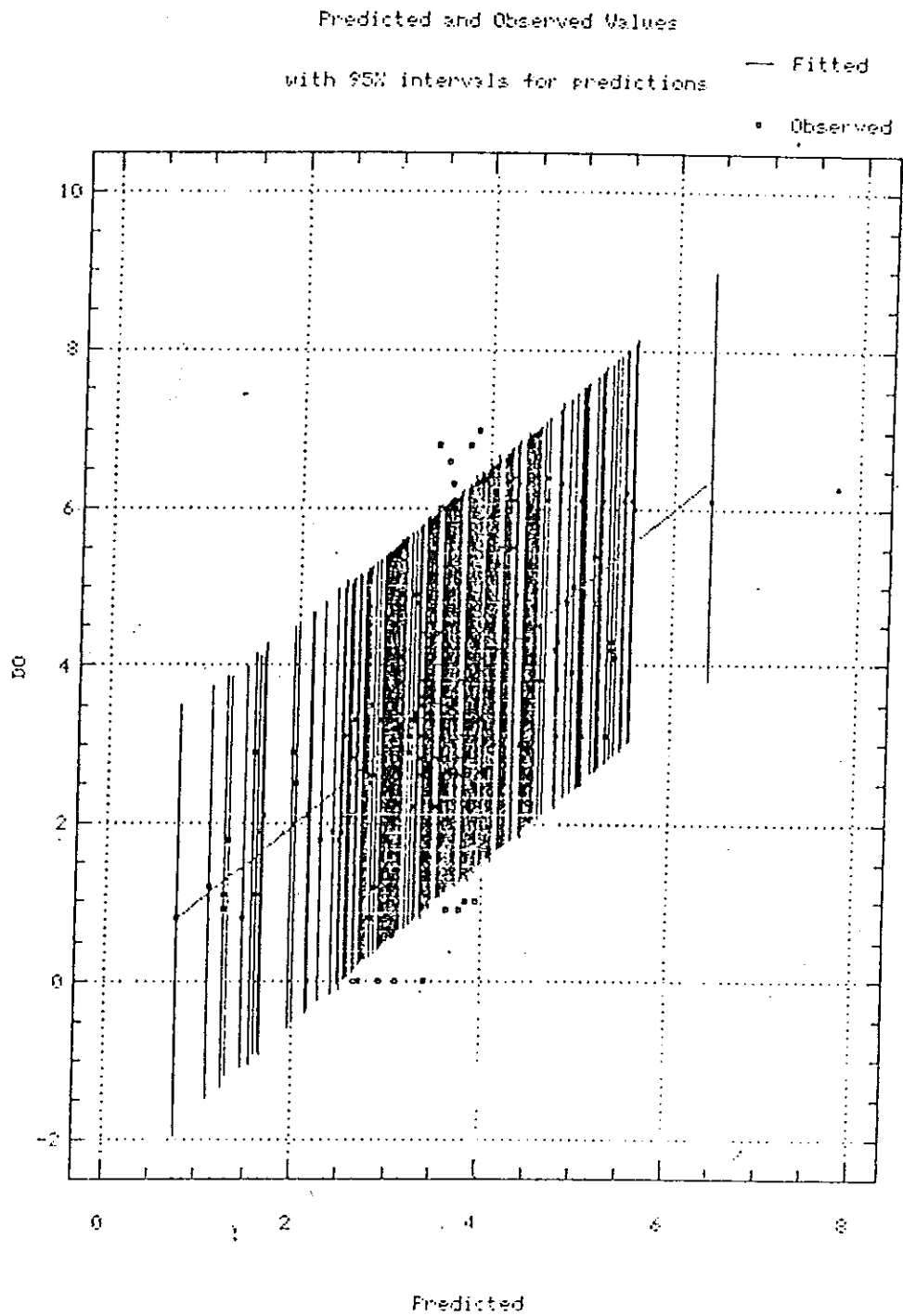
รูปที่ 3.31 Residual Plot for DO ของสมการที่ 1



รูปที่ 3.32 Plot of DO ของสถานีที่ 1



รูปที่ 3.33 Normal Probability Plot ของสมการที่ 1



รูปที่ 3.34 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 1

3.2.2 ความถดถอยของข้อมูลในชั้นที่ลุ่มน้ำตอนบน

การวิเคราะห์ความถดถอยของข้อมูลโดยแยกเฉพาะค่าพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้ใน ช่วงลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาตอนบน จากจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ในช่วงการเก็บ ตัวอย่างครั้งที่ 1 ถึงการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 12 ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 3.37 Model fitting results of DO ของข้อมูลในชั้นที่ลุ่มน้ำอู่ตะเภาตอนบน

Independent variable	coefficient	standard error	t-value	sig-level
CONSTANT	-0.937302	3.569049	-0.262600	0.793200
Temp	0.290990	0.122286	-2.379600	0.018600
TS	-0.000148	0.000049	-3.014400	0.002800

R-SQ (ADI)=0.0.103600 SE=1.401233 MAE=1.221962 DurWat=0.378000
 Previously:0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
 156 doservations fitted, forecast (s) computed for 0 missing val.of
 dep. var.

จากสมการความถดถอย

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n$$

และค่าสถิติจากตาราง 3.37 จะสามารถเขียนสมการได้ดังนี้คือ

$$DO = -0.937302 + 0.290990Temp - 0.023343TS \quad (2)$$

จากสมการที่ 2 พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของข้อมูลจากพารามิเตอร์ต่างๆที่ วิเคราะห์ได้ ในช่วงพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาตอนบนจะขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิและปริมาณของนซึ่งทั้งหมด โดยปกติแล้วอุณหภูมิเพิ่มขึ้นปริมาณออกซิเจนละลายจะลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม ของบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่มีผลต่ออุณหภูมิ (จาธาปี, 2523; สุธิน, 2523 Patrick, 1972) และนอกจากนี้ปริมาณของของนซึ่งทั้งหมด จะมีผลทำให้คุณภาพน้ำทางฟิสิกส์เปลี่ยนแปลงไป โดยที่

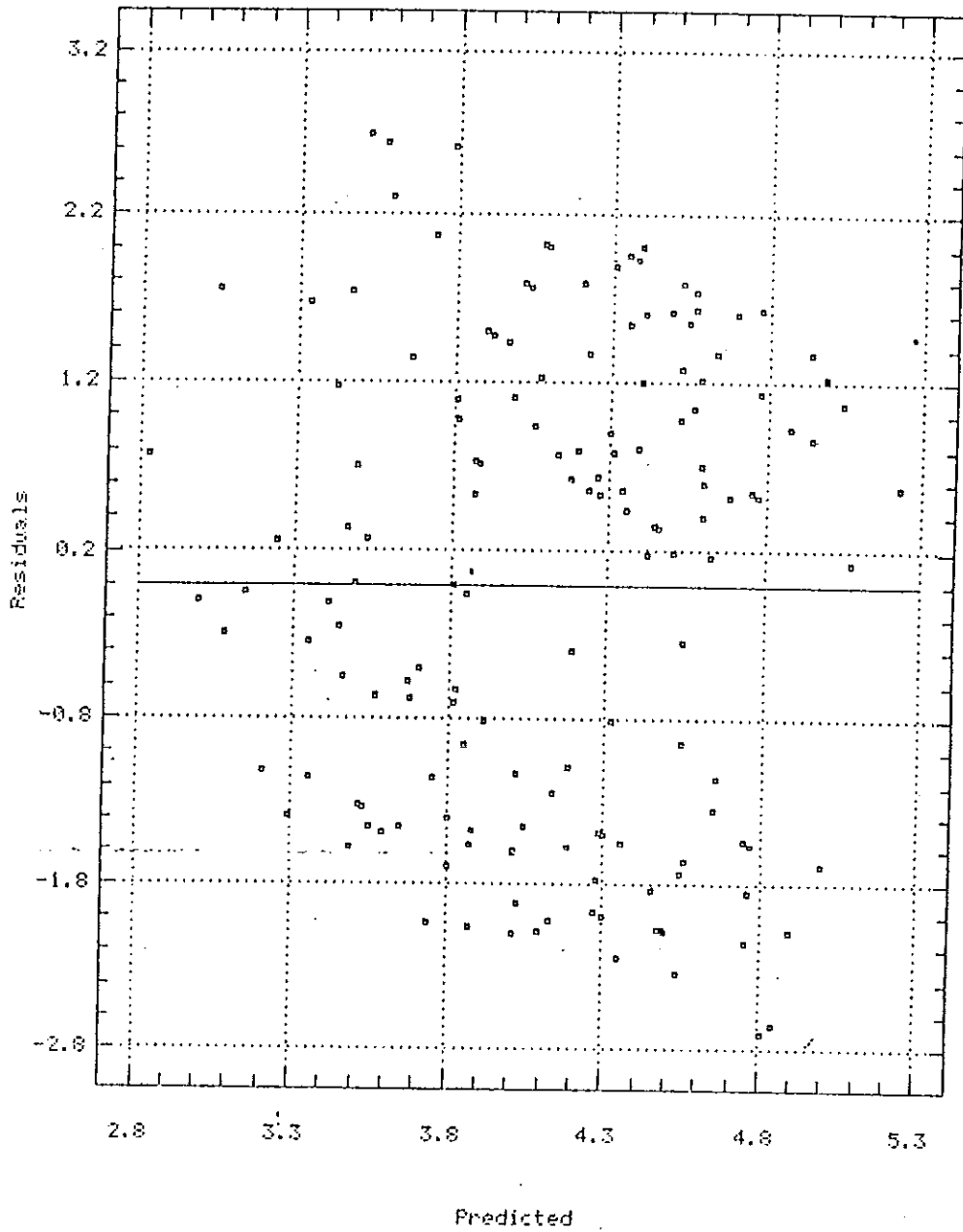
สารแขวนลอยใต้น้ำจะกั้นทางเดินของแสง ทำให้แสงแดดส่องลงไปใต้น้ำได้น้อย ยังผลให้การ Photosynthesis ใต้น้ำลดลง และเมื่อสารแขวนลอยเหล่านี้ตกตะกอนจับที่นี้ น้ำจะทำให้ปลา ไม่สามารถวางไข่ได้สะดวก นั่นก็คือปริมาณของแข็งทั้งหมดจะแปรผกผันกับปริมาณของออกซิเจน ละลายน้ำ ซึ่งความสัมพันธ์ของแต่ละพารามิเตอร์ในสมการที่ 2 นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความถดถอย (Analysis of variance for the full regression) และ เมตริก สหสัมพันธ์สำหรับสัมประสิทธิ์การประมาณค่า (Correlation matrix for coefficient estimates) ดังตารางที่ 3.38 และ 3.39 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.38 Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 2

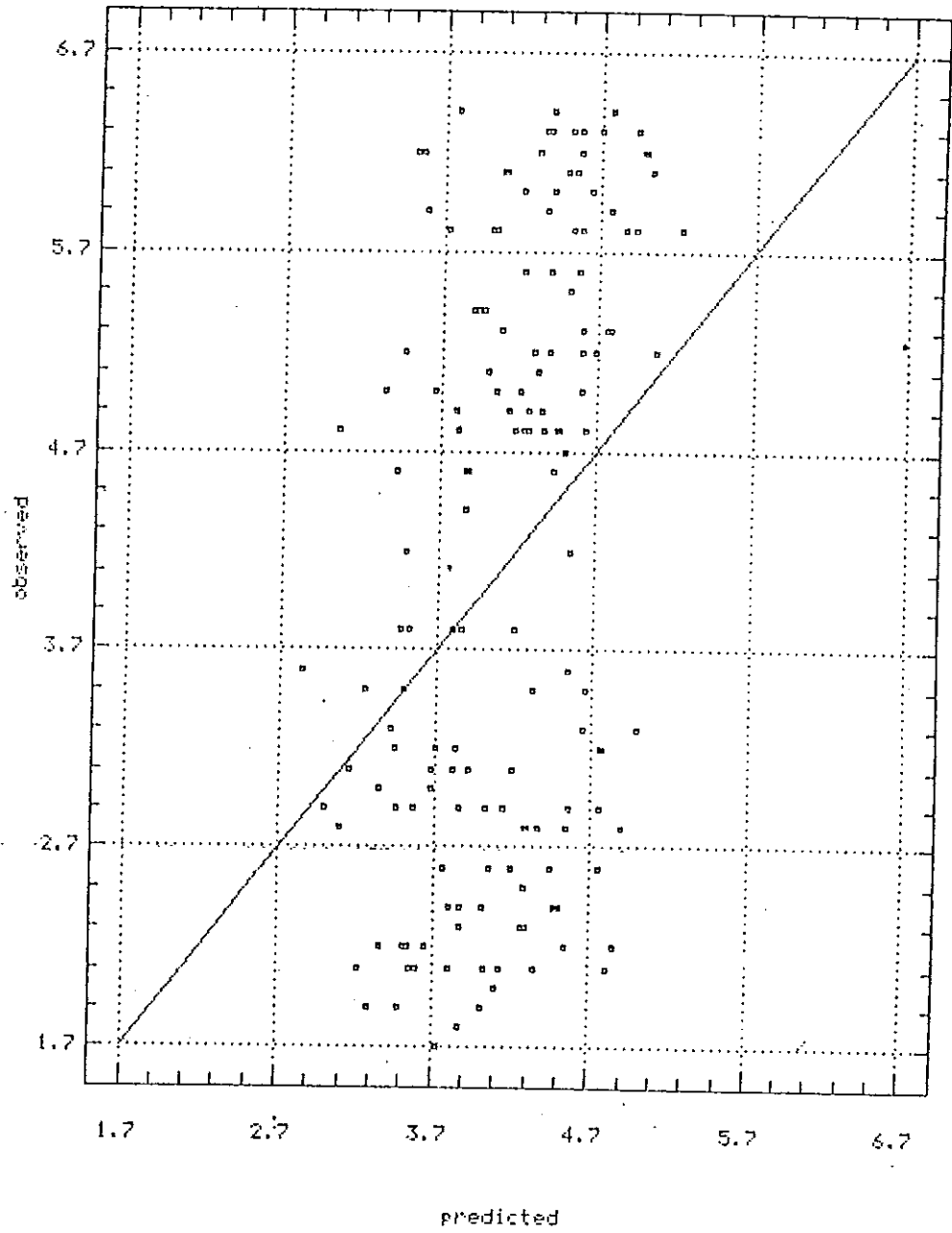
Source	Sum of Square	DF	Mean Square	F-Ratio	P-value
Model	39.113400	2	19.55670	9.960350	0.000100
Error	200.408000	153	1.963450		
Total (Corr)	339.522	155			
R-squared =	0.115201		Std.error of est.	1.401230	
R-squared (Adj.for d.f) =	0.103635		Durbin-Watson Statistic =	0.377864	

ตารางที่ 3.39 Correlation matrix for coefficient estimates ของสมการที่ 2

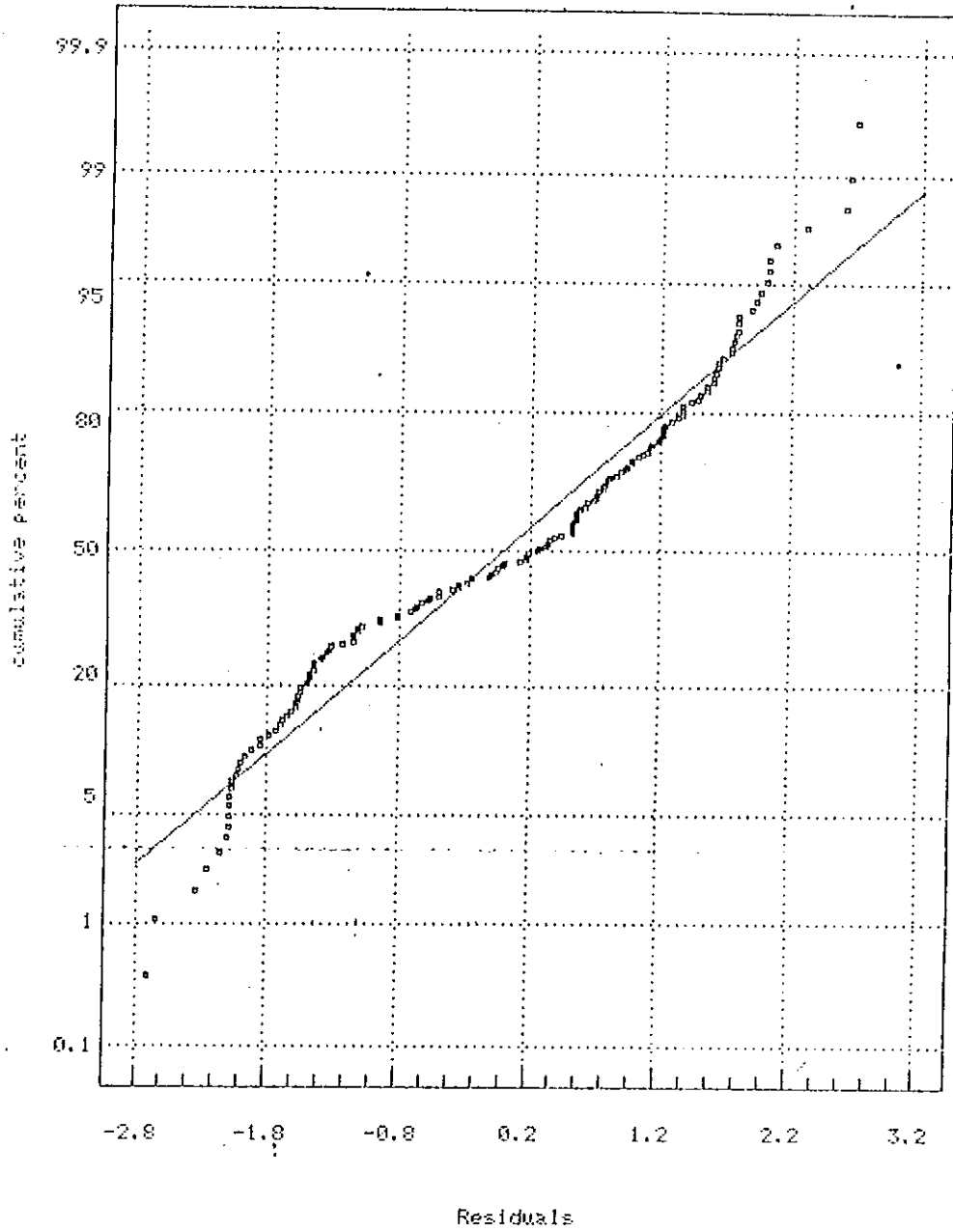
	CONSTANT	Temp	TS
CONSTANT	1.000000	-0.971300	-0.032700
Temp	-0.971300	1.000000	-0.203800
TS	-0.032700	-0.203800	1.000000



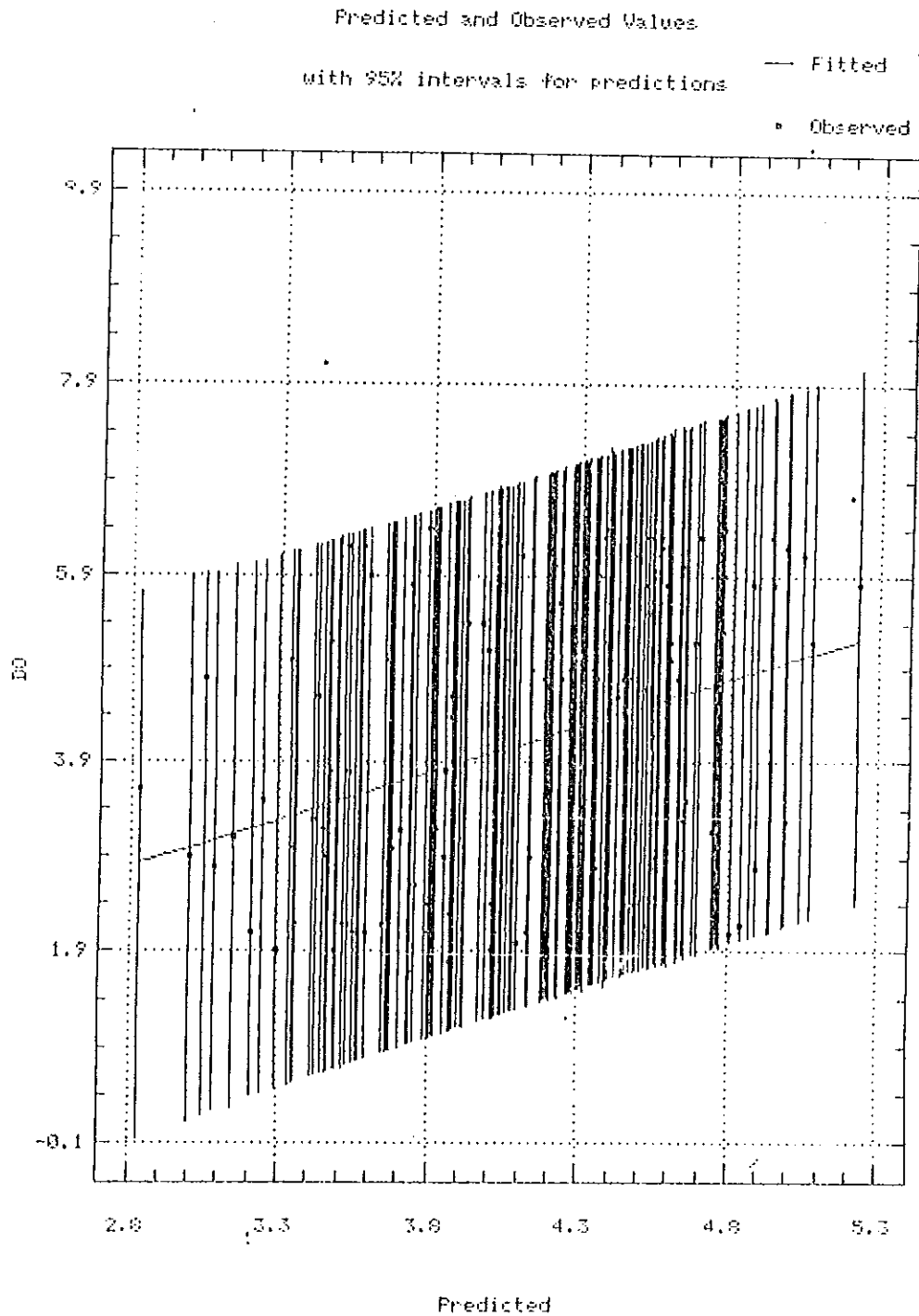
รูปที่ 3.35 Residual Plot for DO ของสมการที่ 2



รูปที่ 3.36 Plot of DO ของสมการที่ 2



รูปที่ 3.37 Normal Probability Plot ของสมการที่ 2



รูปที่ 3.38 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 2

แต่เมื่อพิจารณาลักษณะของกราฟที่ได้ในรูปที่ 3.35 ถึง 3.38 จะพบว่า ลักษณะของกราฟแสดงให้เห็นถึงข้อมูลที่มี 2 populations

นั่นก็คือ ความสัมพันธ์ของ Model ที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนไม่ใช่ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง

การวิเคราะห์ความถดถอยของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนจากจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 1 ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 12 สามารถวิเคราะห์ความถดถอยได้ตามรูปที่ 2.2 แผนภาพการจัดการข้อมูลดังนี้

3.2.2.1 ความถดถอยของข้อมูลในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1

วิเคราะห์ความถดถอยของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตตะภคตอนบนจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงกันยายน 2533 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.40 Model fitting results of DO ของข้อมูลในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1

Independent variable	coefficient	standard error	t-value	sig-level
CONSTANT	18.404188	2.189987	8.403800	0.000000
SS	-0.171281	0.046115	-3.714200	0.000000
TDS	-0.280850	0.055472	-5.062900	0.000000
Conds	0.103934	0.030942	3.358900	0.001200
TOC	0.076224	0.031790	5.527500	0.000000
R-SQ (ADJ) = 0.433800 SE = 1.014861 MAE = 0.824084 DurWat 1.204000				
Previously	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
78 observations fitted, forecast (s) computed for 0 missing val. of dep. var.				

จากสมการความถดถอย

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

และค่าสถิติในตาราง 3.40 สามารถเขียนสมการได้ดังนี้คือ

$$DO = 18.404188 - 0.171281SS - 0.280850TDS + 0.103934Conds + 0.076224TOC \quad (3)$$

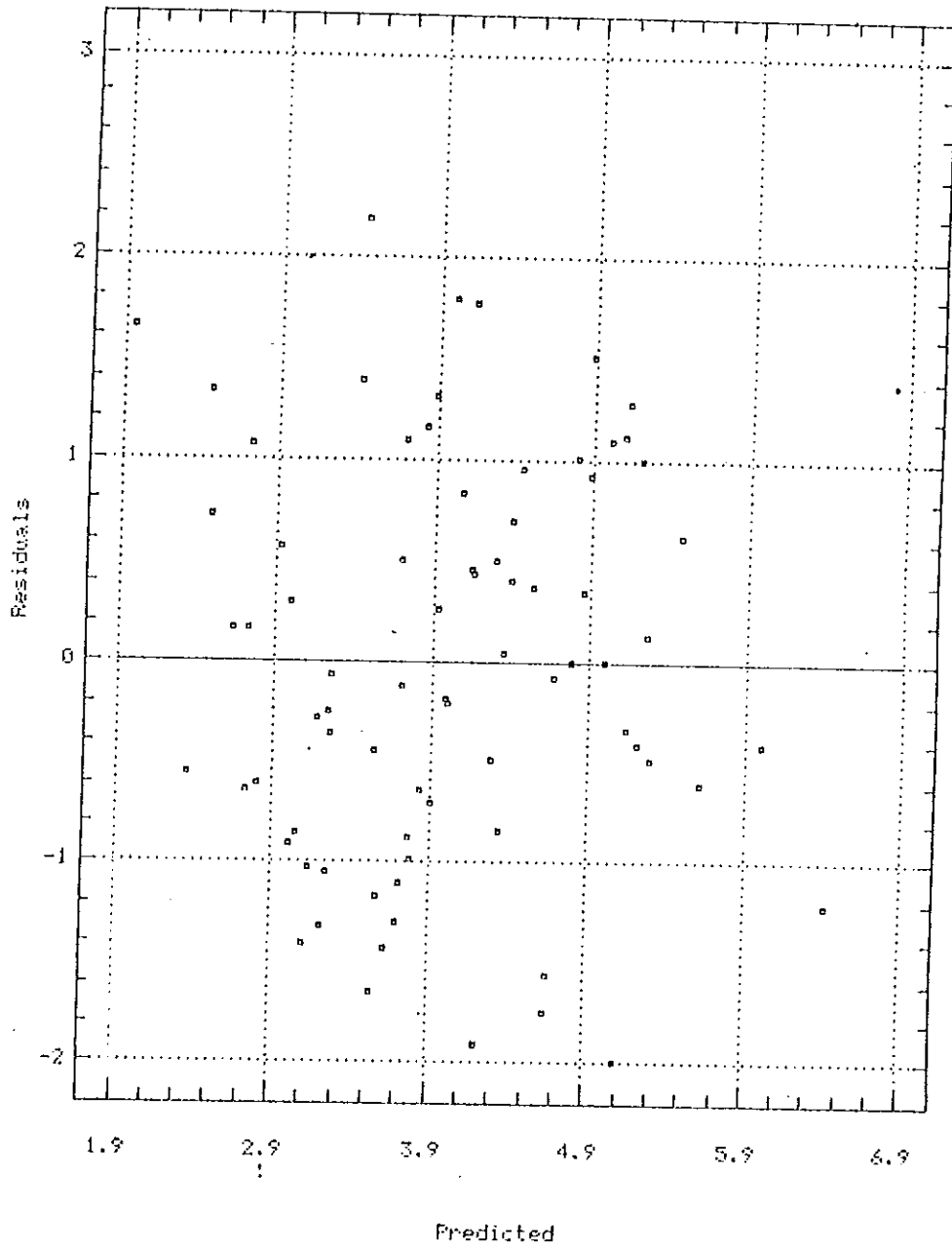
จากสมการที่ 3 พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายในช่วงพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตตะเภาดอนบน ในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 จะแปรผกผันกับปริมาณสารแขวนลอย ปริมาณของแข็งละลายน้ำ ซึ่งปริมาณของแข็งละลายน้ำต่างๆ เหล่านี้ได้แก่พวกเกลืออนินทรีย์ต่างๆ เช่น โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต หรือส่วนที่เป็นอินทรีย์สาร ซึ่งได้แก่พวก แป้ง น้ำตาล กรดอมิโน วิตามิน บางชนิด และผงซักฟอก เป็นต้น (ไพพรรณ, 2526) ที่เกิดจากกระบวนการละลายโดยธรรมชาติจากการพาของน้ำใต้ดิน (Thomus and Luna, 1943) หรือสภาพทางธรณีวิทยาของดินและความรุนแรงของการพังทลาย (นิวัติ, 2517; Whitton, 1975) โดยที่ปริมาณสารแขวนลอยและของแข็งละลายน้ำจะผลต่อการนำไฟฟ้าและสมบัติทางกายภาพอื่นๆ ของน้ำ (เกษม, 2525) แต่จากสมการที่ 3 นี้จะพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายแปรผันตรงกับการนำไฟฟ้าและปริมาณสารอินทรีย์รวมแสดงว่าไนโตรเจนที่ตอนบนของลุ่มน้ำคลองอุตตะเภานั้นปริมาณสารอินทรีย์รวมที่ลิ่งมีชีวิตในน้ำสามารถนำมาใช้ประโยชน์และมีปริมาณไม่มากจนทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายต่ำลง ทั้งนี้โดยพิจารณาจากสมการที่ 2 ที่วิเคราะห์ความถดถอยของลุ่มน้ำคลองอุตตะเภาดอนบนทั้งช่วงการเก็บตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยและมากรวมกันจะไม่มีพารามิเตอร์ของปริมาณสารอินทรีย์รวมเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นการวิเคราะห์ความถดถอยของพื้นที่ลุ่มน้ำดอนบนในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1 มีค่าพารามิเตอร์ของปริมาณสารอินทรีย์รวมเข้ามาเกี่ยวข้องเพราะปริมาณน้ำน้อยปริมาณความเข้มข้นของสารมากขึ้นนั่นเอง ดังนั้น เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอย (Analysis of variance of the full regression) และเมตริกสหสัมพันธ์สำหรับสัมประสิทธิ์การประมาณค่า (Correlation matrix for coefficient estimate) จะได้ดังตารางที่ 3.41 และ 3.42 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.41 Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 3

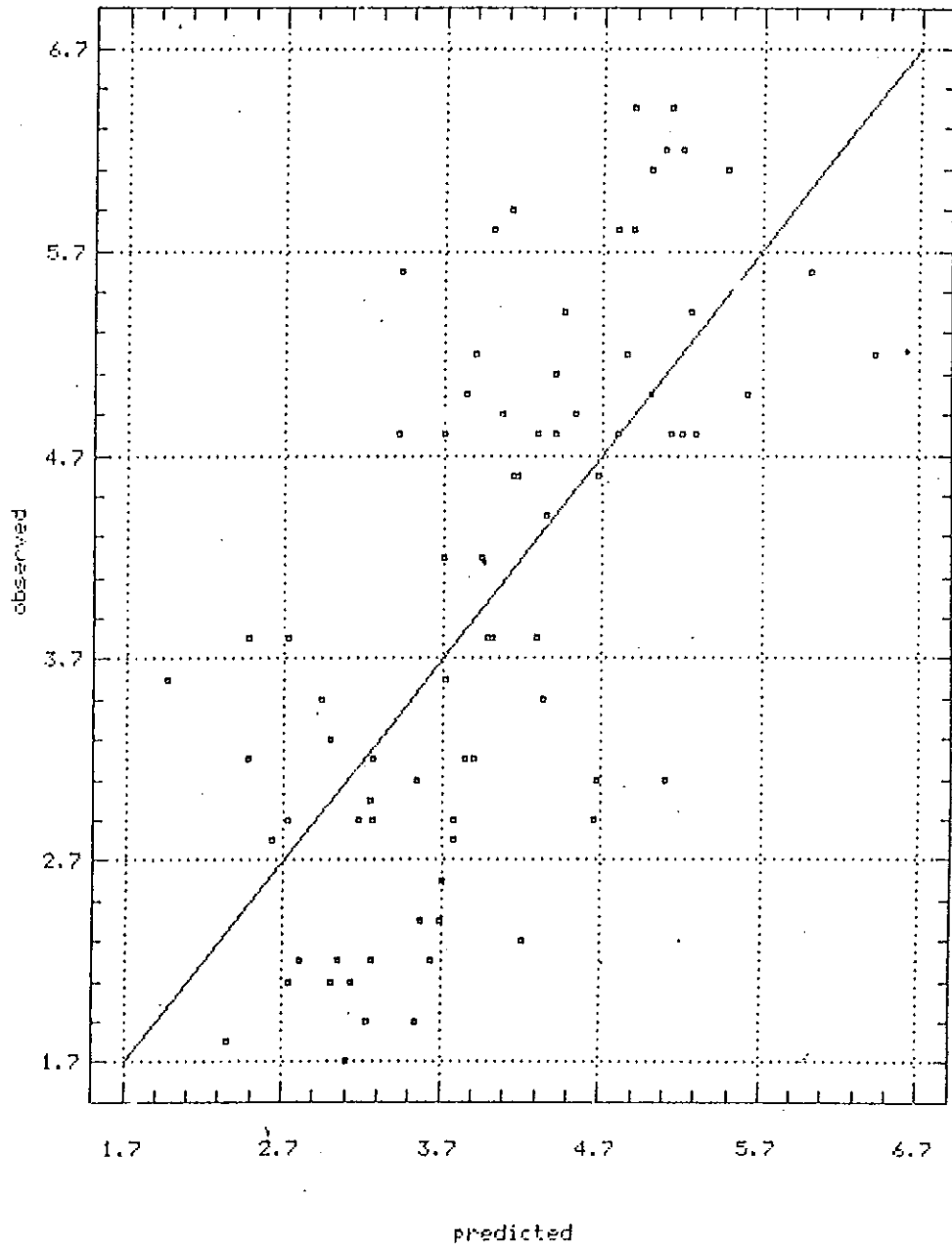
Source	Sum of Square	DF	Mean Square	F-ratio	P-value
Model	64.892100	4	16.223000	15.751400	0.000000
Error	75.185900	73	1.029940		
Total (Corr)	140.078000	77			
R-squared	= 0.463257			Std.error of est. = 1.014860	
R-squared (Adj. of d.f.)	= 0.433846			Durbin-Watson Statistic = 1.204110	

ตารางที่ 3.42 Correlation matrix for coefficient estimates

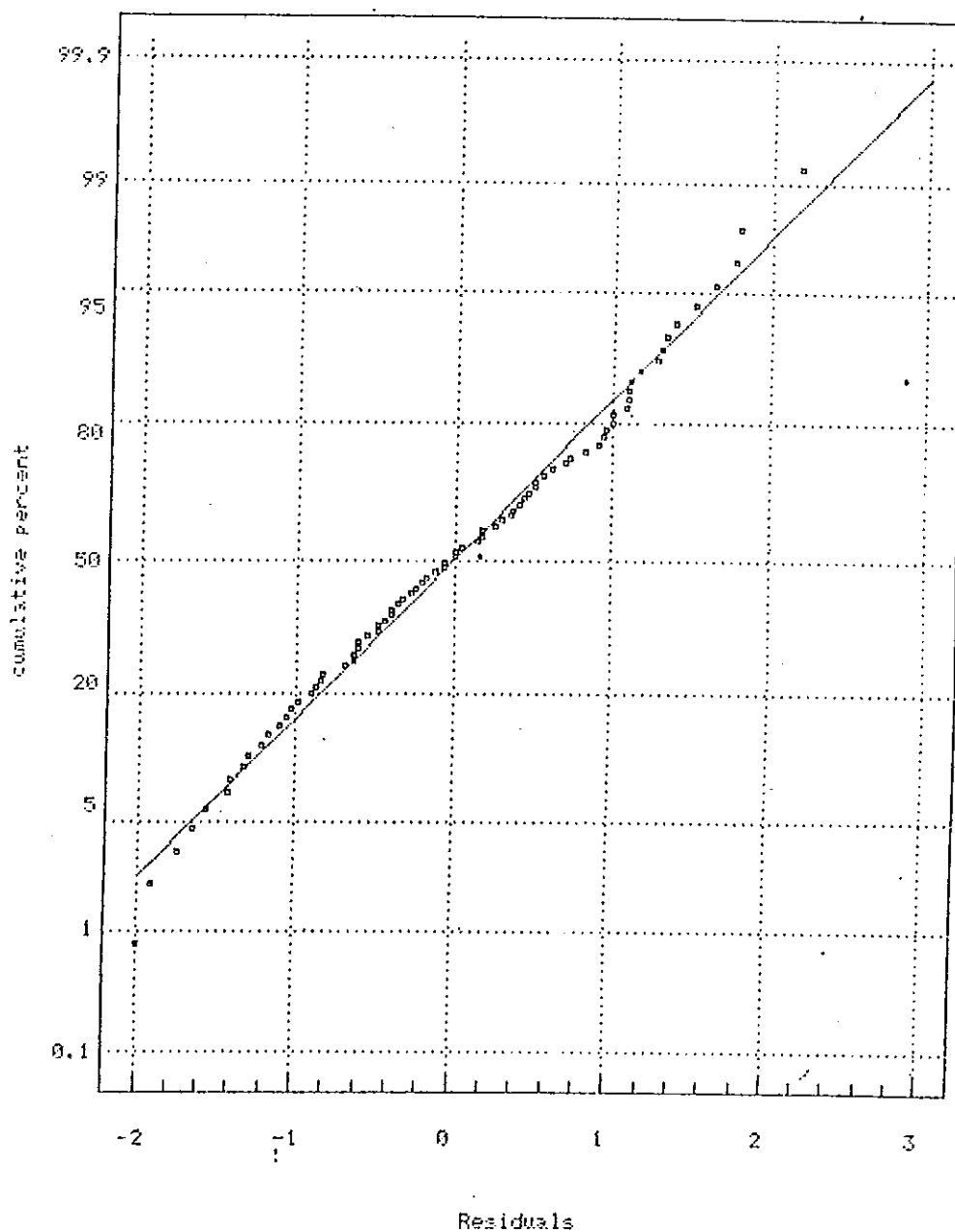
	CONSTANT	SS	TDS	Conds	TOC
CONSTANT	1.000000	-0.381800	-0.2948	0.036400	0.353600
SS	-0.381800	1.000000	0.074000	-0.222000	-0.686800
TDS	-0.294800	0.074000	1.000000	-0.920600	-0.247800
CON	0.036400	-0.222000	-0.920600	1.000000	0.217700
TOC	0.353600	-0.686800	-0.247800	0.217700	1.000000



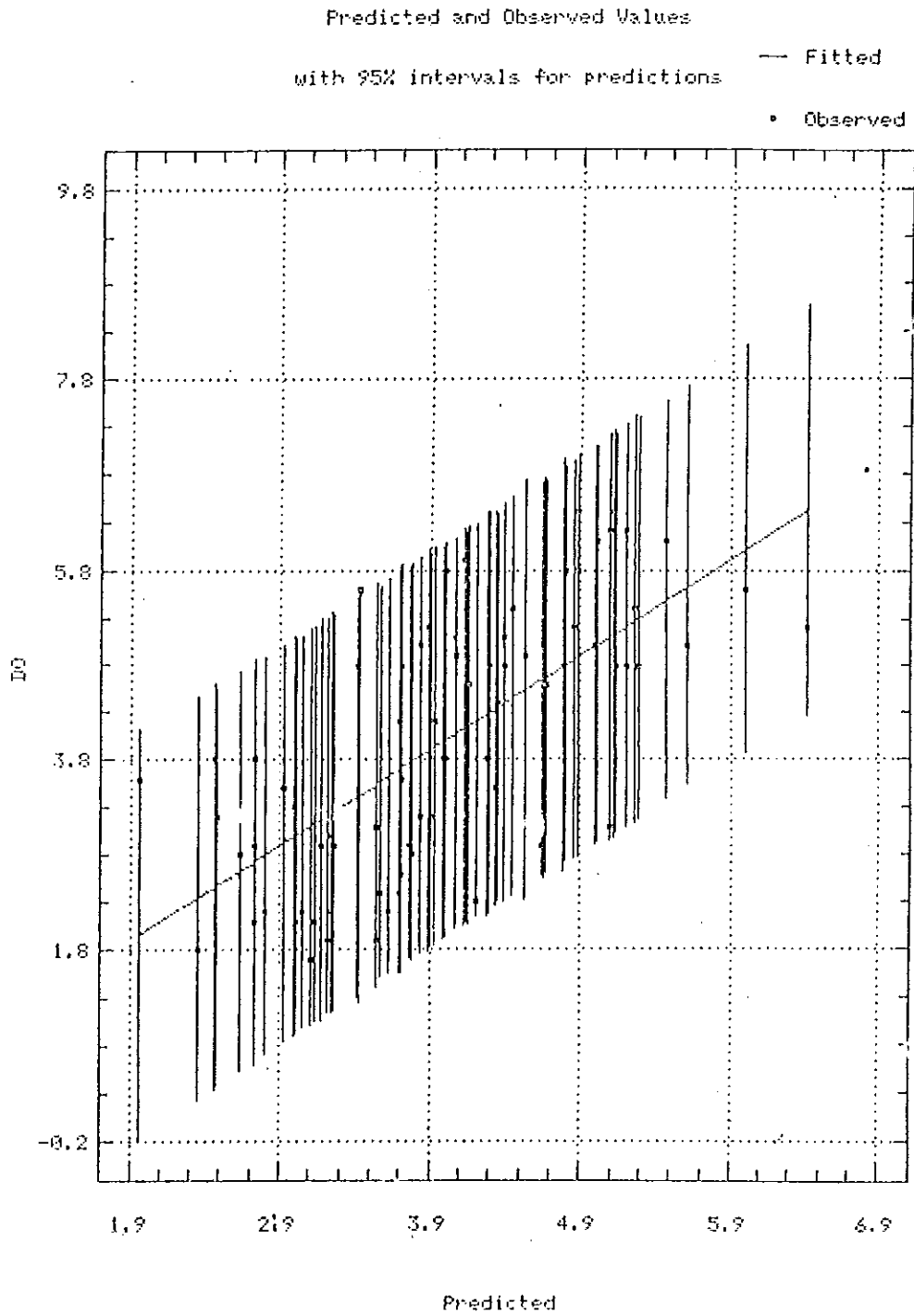
รูปที่ 3.39 Residual Plot for DO ของสมการที่ 3



รูปที่ 3.40 Plot of DO ของสถานี 3



รูปที่ 3.41 Normal Probability Plot ของสมการที่ 3



รูปที่ 3.42 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 3

3.2.2.2 ความถดถอยของข้อมูลในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2

วิเคราะห์ความถดถอยของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุต๊ะเภาจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2 ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2533 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.43 Model fitting results of DO ของข้อมูลในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2

Independent variable	coefficient	std. error	t-value	sig-level
CONSTANT	8.457867	1.496523	5.651700	0.000000
TS	-0.030300	0.0010719	-2.818700	0.000000

R-SQ (ADJ) = 0.082700 SE = 1.530943 MAE = 1.413745 Durbwat 0.565000
 Previously 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
 78 observations fitted, forecast (s) compute for 0 missing val. of dep var.

จากสมการความถดถอย $Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$

และค่าสถิติในตาราง 4.12 สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$DO = 8.457867 - 0.030300TS \quad (4)$$

จากสมการที่ 4 พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายในพื้นที่ลุ่มน้ำอุต๊ะเภาตอนบนในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2 จะแปรผกผันกับปริมาณของแข็งทั้งหมด นั่นก็คือปริมาณของแข็งทั้งหมด

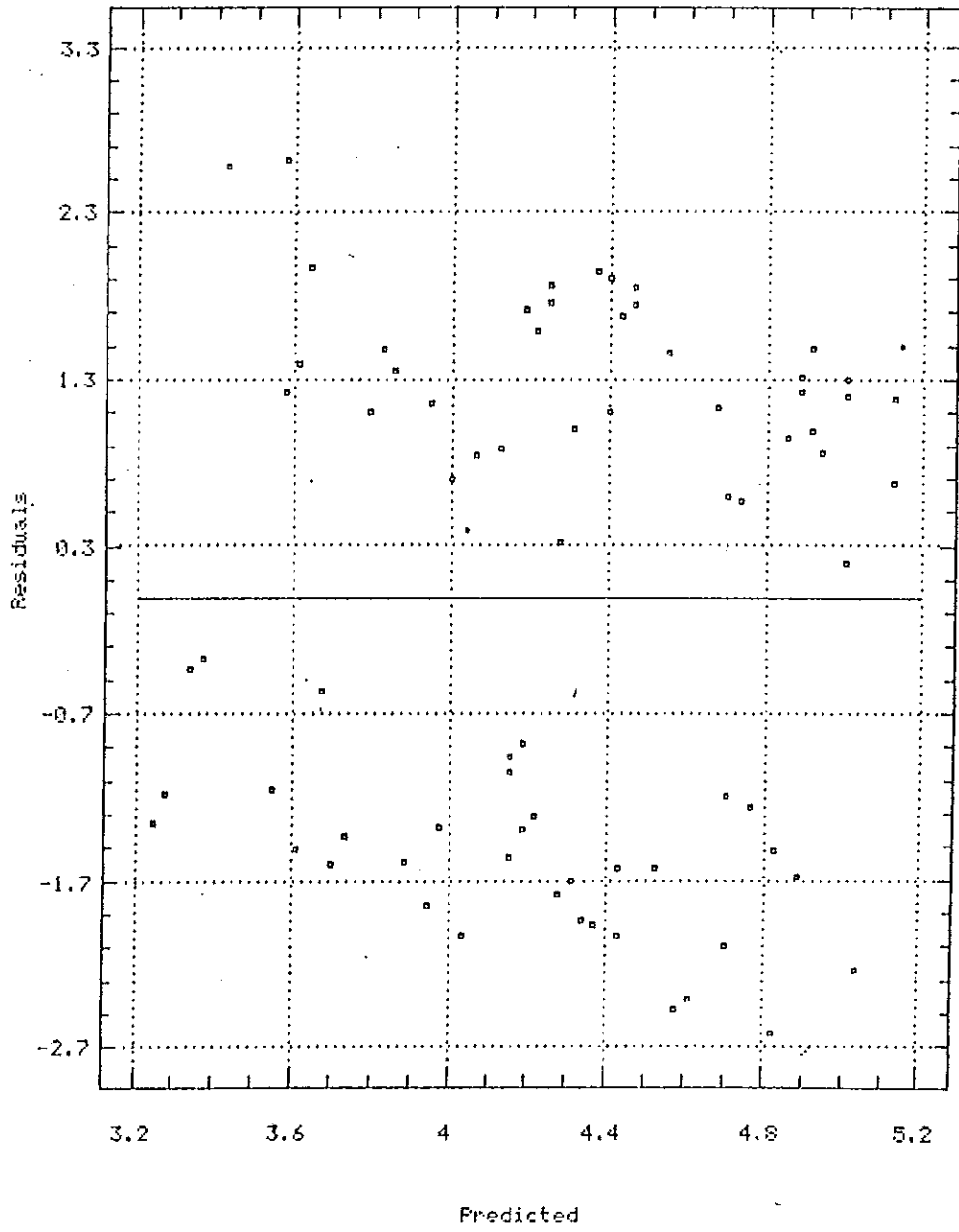
มีค่าสูงปริมาณออกซิเจนละลายจะมีค่าต่ำ แต่ถ้าปริมาณออกซิเจนละลายมีค่าสูงปริมาณของแข็งทั้งหมดจะต่ำ ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอย (Analysis of the full regression) และเมตริกสหสัมพันธ์สำหรับสัมประสิทธิ์การประมาณค่าจะได้ดังตารางที่ 3.44 และ 3.45 ตามลำดับ และถ้าพิจารณากราฟที่แสดงในรูปที่ 3.43-3.46 ลักษณะกราฟที่ได้จะมี 2 populations เช่นเดียวกับสมการที่ 2

ตารางที่ 3.44 Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 4

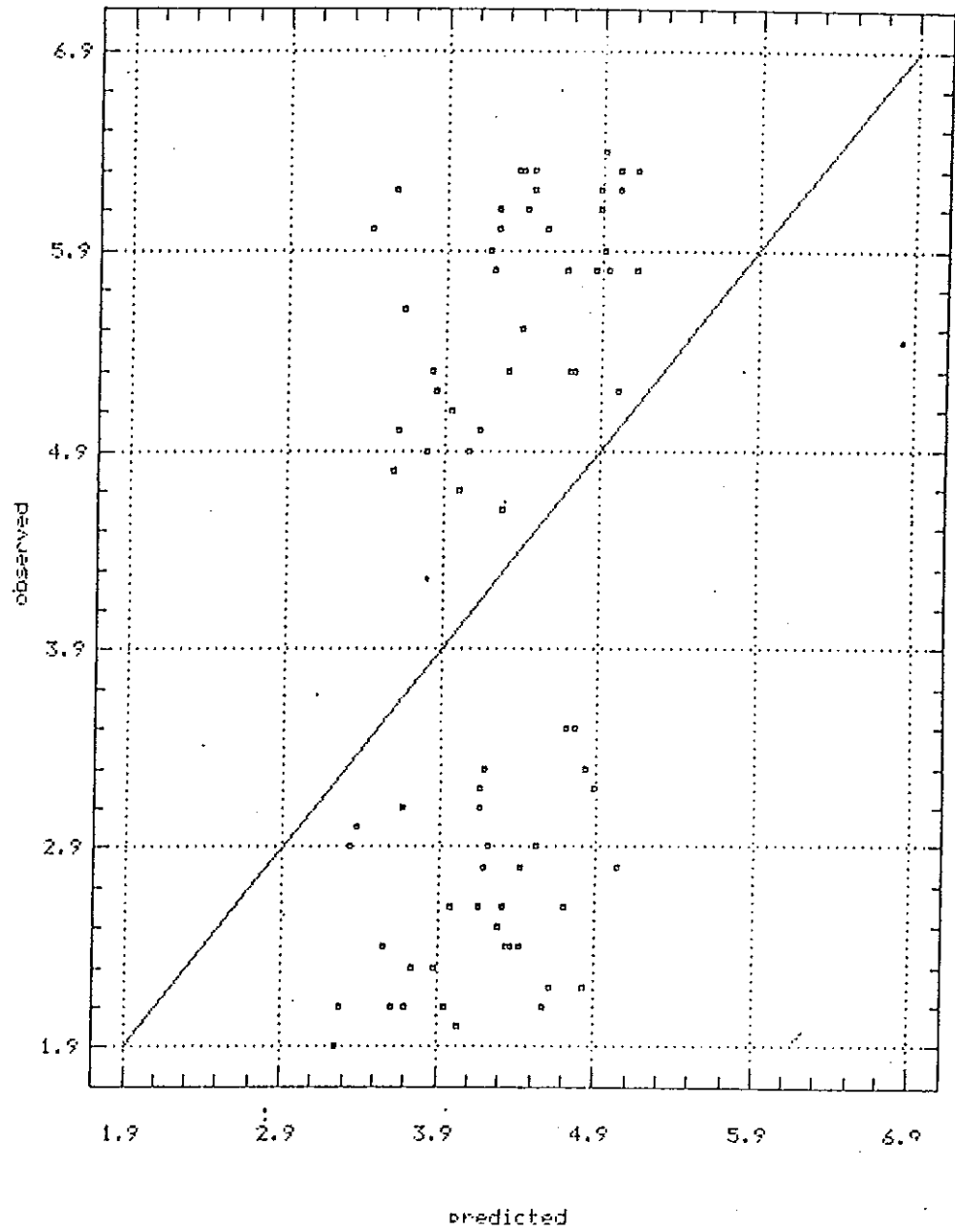
Source	Sum of Square	DF	Mean Square	F-ratio	P-value
Model	18.622100	1	18.622100	7.945310	0.006100
Error	178.128000	76	2.343790		
Total (Corr)	196.750000	77			
R-squared	= 0.0946486			Std.error of est. = 1.530940	
R-squared (Adj. of d.f.)	= 0.0827361			Durbin-Watson Statistic = 0.564795	

ตารางที่ 3.45 Correlation matrix for coefficient estimate ของสมการที่ 4

	CONSTANT	TS
CONSTANT	1.000000	-0.993300
TS	-0.993300	1.000000

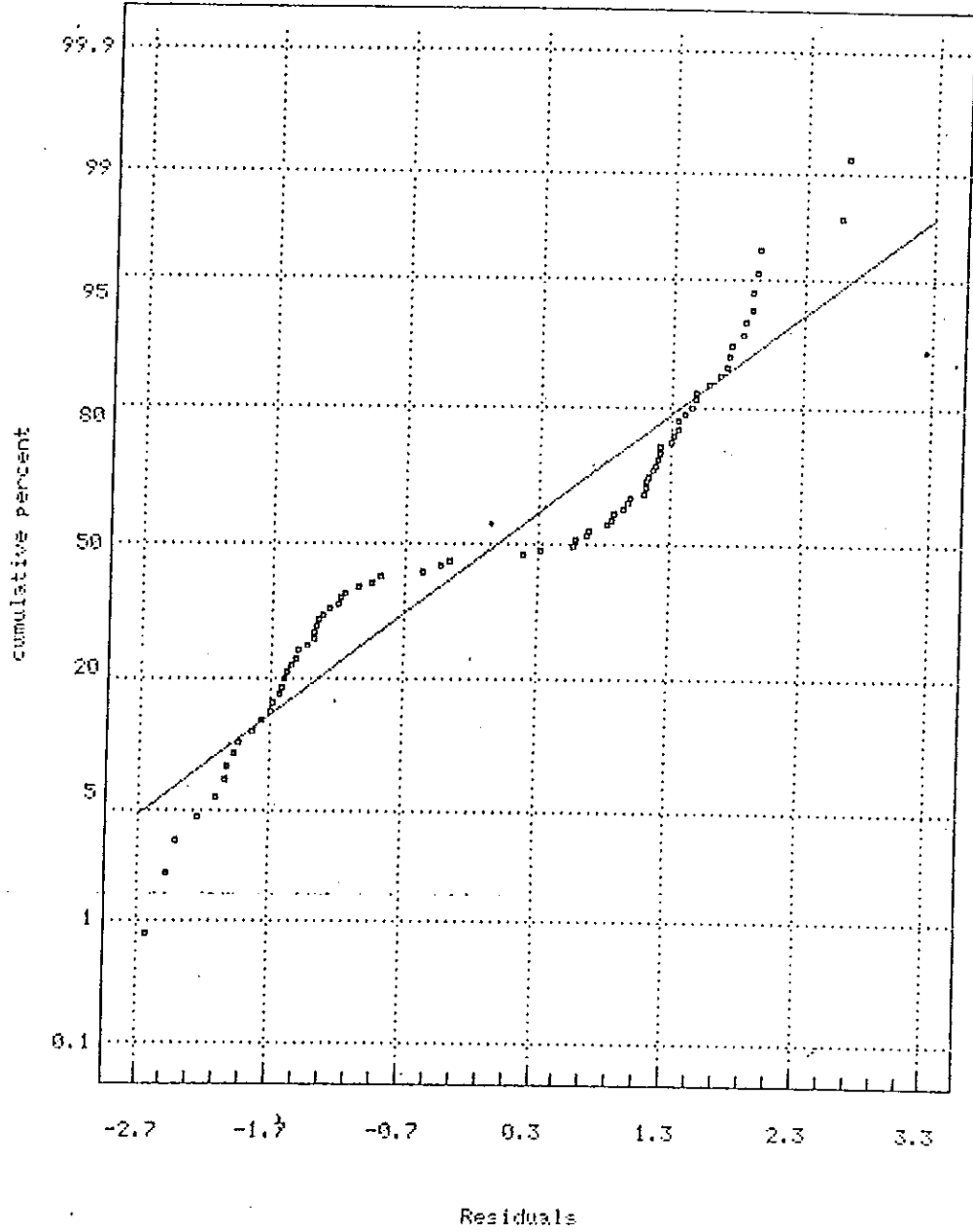


รูปที่ 3.43 Residual Plot for DO ของสถานี 4



รูปที่ 3.44 Plot of DO ของสถานีที่ 4

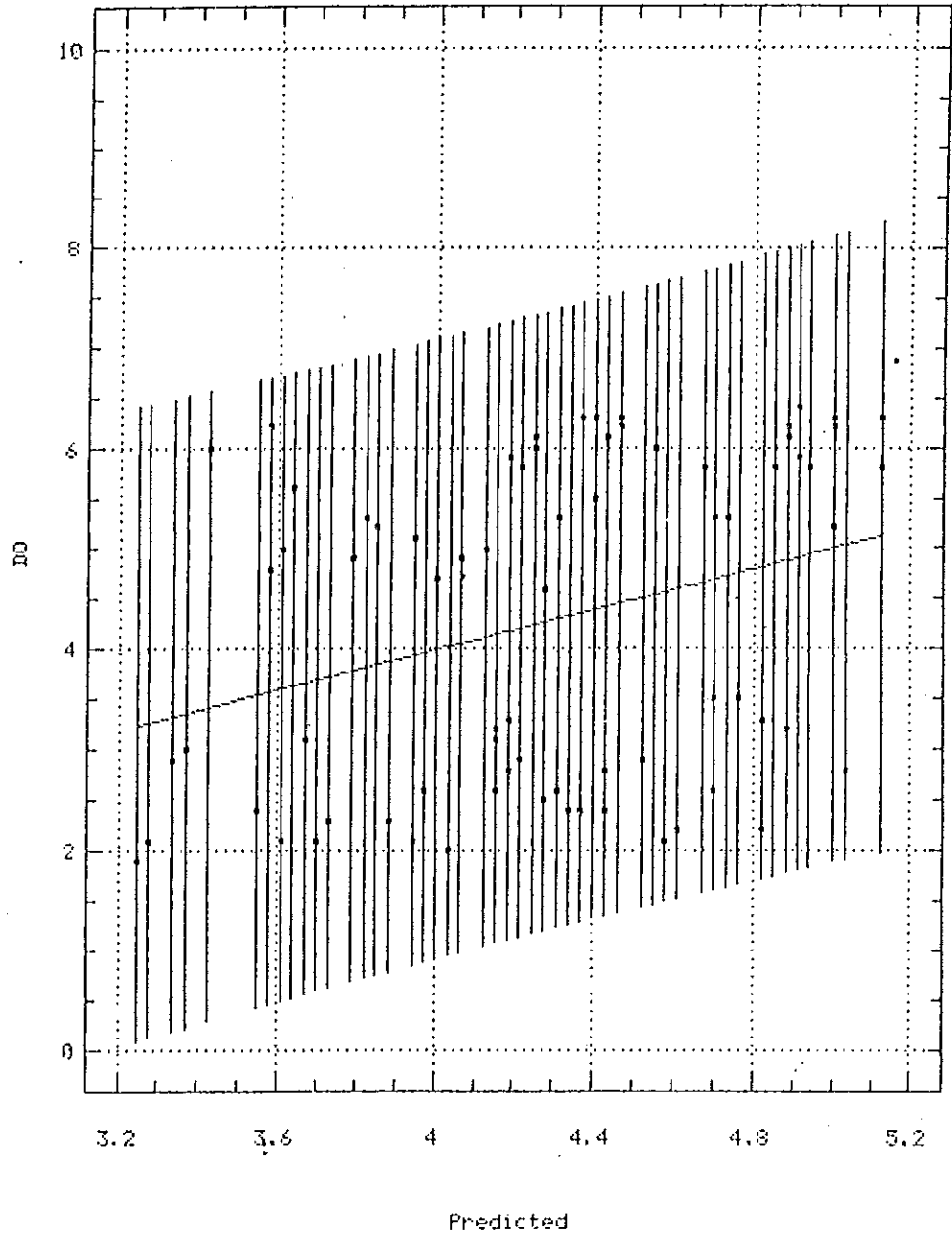
Normal Probability Plot



รูปที่ 3.45 Normal Probability Plot ของสมการที่ 4

Predicted and Observed Values
with 95% intervals for predictions

— Fitted
• Observed



รูปที่ 3.46 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 4

3.2.3 ความถดถอยของข้อมูลในห้ที่ลุ่มน้ำตอนล่าง

การวิเคราะห์ความถดถอยของข้อมูลโดยแยกวิเคราะห์เฉพาะข้อมูลของพารามิเตอร์ ในช่วงน้ำคลองอุ้ตะเภาตอนล่าง จากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4/1 ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 12 ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 3.46 Model fitting results of DO ของข้อมูลในห้ที่ลุ่มน้ำอุ้ตะเภาตอนล่าง

Independent variable	coefficient	standard error	t-value	sig-level
CONSTANT	5.286936	0.525836	10.054000	0.000000
SS	-0.016988	0.007111	-2.389100	0.017800
Conds	-0.000162	0.000056	-2.904600	0.004100
TOC	-0.000604	0.000205	-2.942300	0.003600
Level	0.728958	0.161982	4.500200	0.000000

R-SQ (ADJ) = 0.349500 SE = 1.257558 MAE = 0.953805 Durbwat 1.027000
 Previously 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
 204 observations fitted, forecast (s) compnted for 0 missing val. of dep. var.

จากสมการความถดถอย

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

และค่าสถิติที่วิเคราะห์ได้ในตาราง 3.46 สามารถนำมาเขียนสมการได้ดังนี้คือ

$$DO = 5.283936 - 0.016988SS - 0.000162Conds - 0.000604TOC + 0.728958level$$

จากสมการที่ 5 พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายจะแปรผกผันกับปริมาณการแขวนลอย การนำไฟฟ้า และปริมาณสารอินทรีย์รวมแต่จะแปรผันตรงกับระดับน้ำ โดยปกติแล้วปริมาณสารอินทรีย์รวม ปริมาณการแขวนลอยในน้ำจะถือเป็นสิ่งเจือปนในน้ำที่แปรผันตรงกับค่าการนำไฟฟ้า ยิ่งในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสิ่งเจือปนสูง จะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงด้วย และแบคทีเรีย หรือสิ่งมีชีวิตเล็กๆในน้ำจะใช้ ออกซิเจนละลายน้ำในการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านี้ ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายต่ำ (รายละเอียดในภาคผนวก ก) แต่ถ้าระดับน้ำสูง ปริมาณน้ำมากสิ่งเจือปนต่างๆในน้ำ เจือจางลงปริมาณออกซิเจนละลายจะสูงขึ้น การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอย (Analysis of full regression) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับการประมาณค่าของสมการที่ 5 ดังแสดงในตารางที่ 3.47 และ 3.48 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.47 Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 5

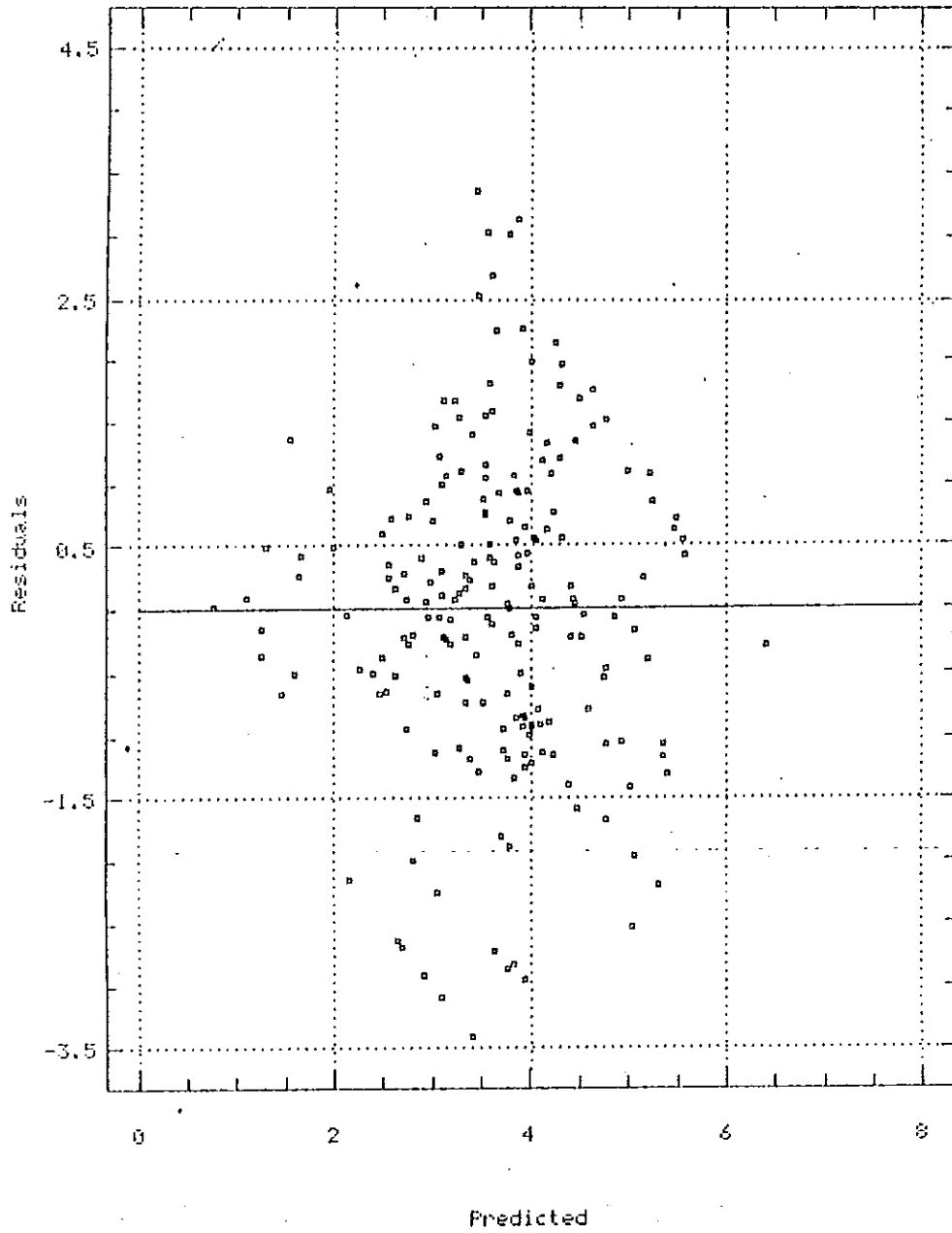
Source	Sum of Square	DF	Mean Square	F-ratio	P-value
Model	178.788000	4	44.697000	28.263300	0.000000
Error	314.709000	199	1.581450		

R-squared = 0.362288 Std.error of est. = 1.257560

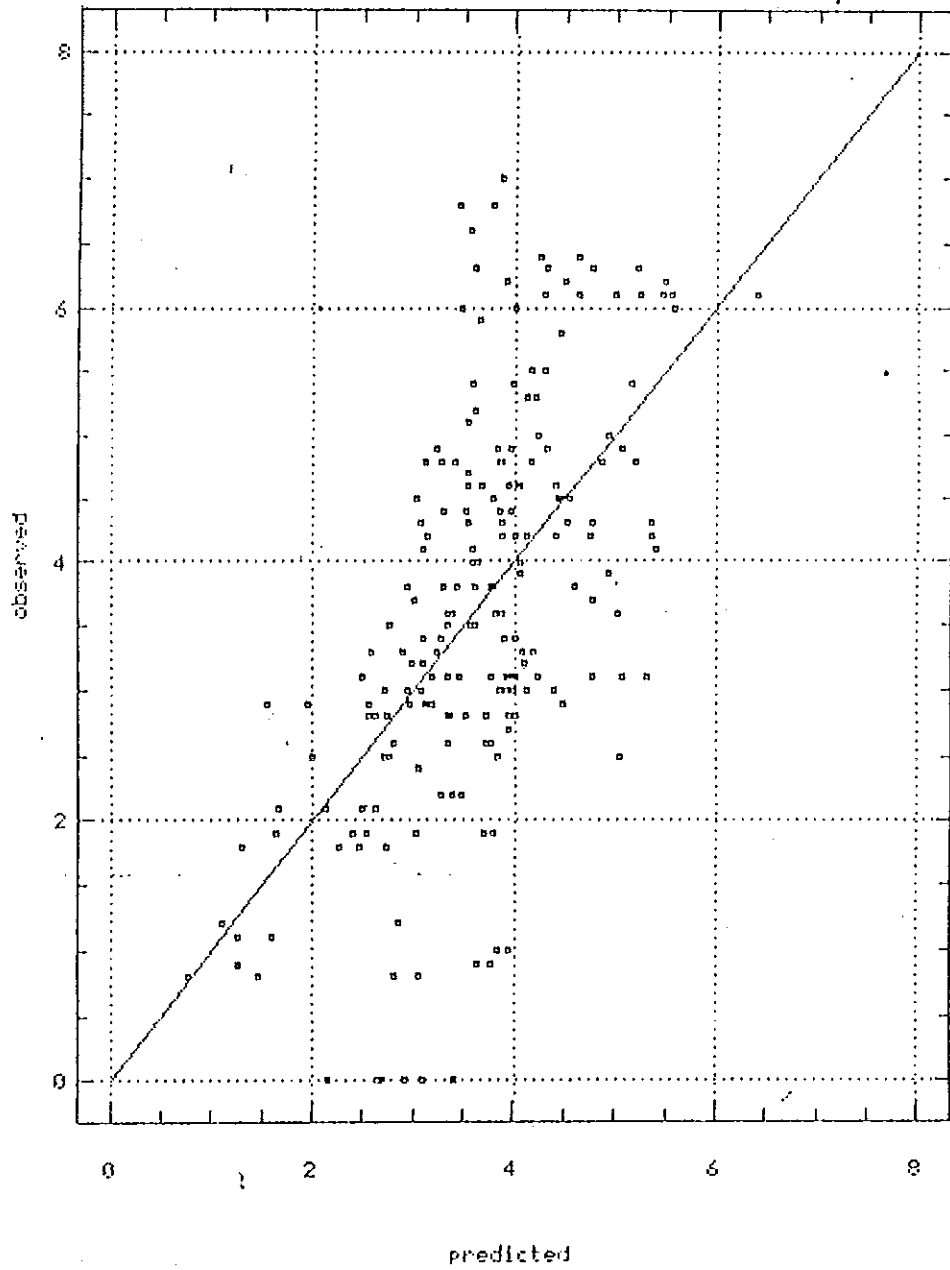
R-squared (Adj. of d.f.) = 0.349470 Durbin-Watson Statistic = 1.027310

ตารางที่ 3.48 Correlation matrix for coefficient estimate ของสมการที่ 5

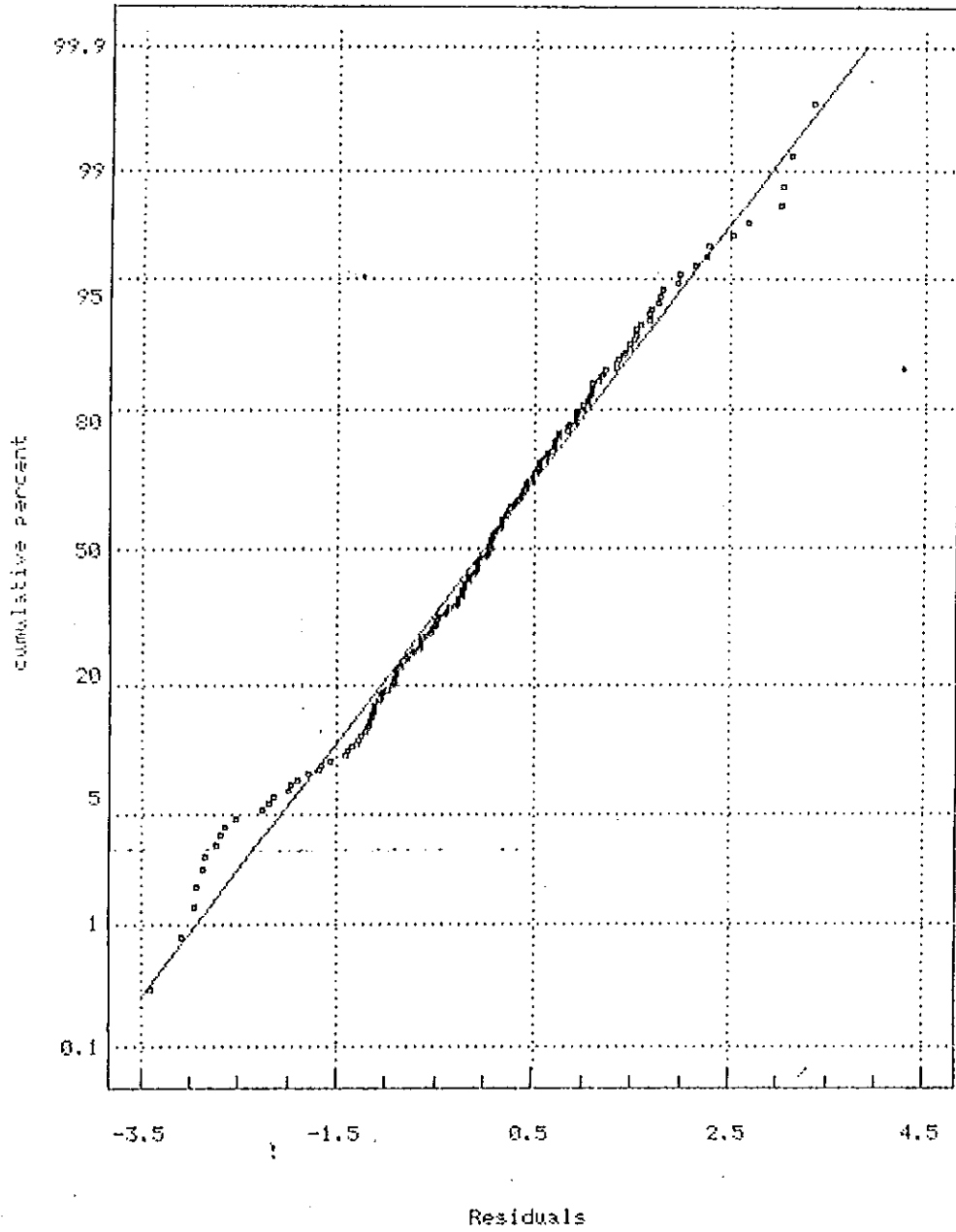
	CONSTANT	SS	Conds	TOC	Level
CONSTANT	1.000000	-0.850600	0.2496	-0.215100	0.051600
SS	-0.850600	1.000000	-0.463000	0.032900	-0.485400
Conds	0.249600	-0.463000	1.000000	-0.534900	0.265100
TOC	-0.215100	0.032900	-0.534900	1.000000	0.165900
Level	0.051600	-0.485400	-0.265100	0.165900	1.000000



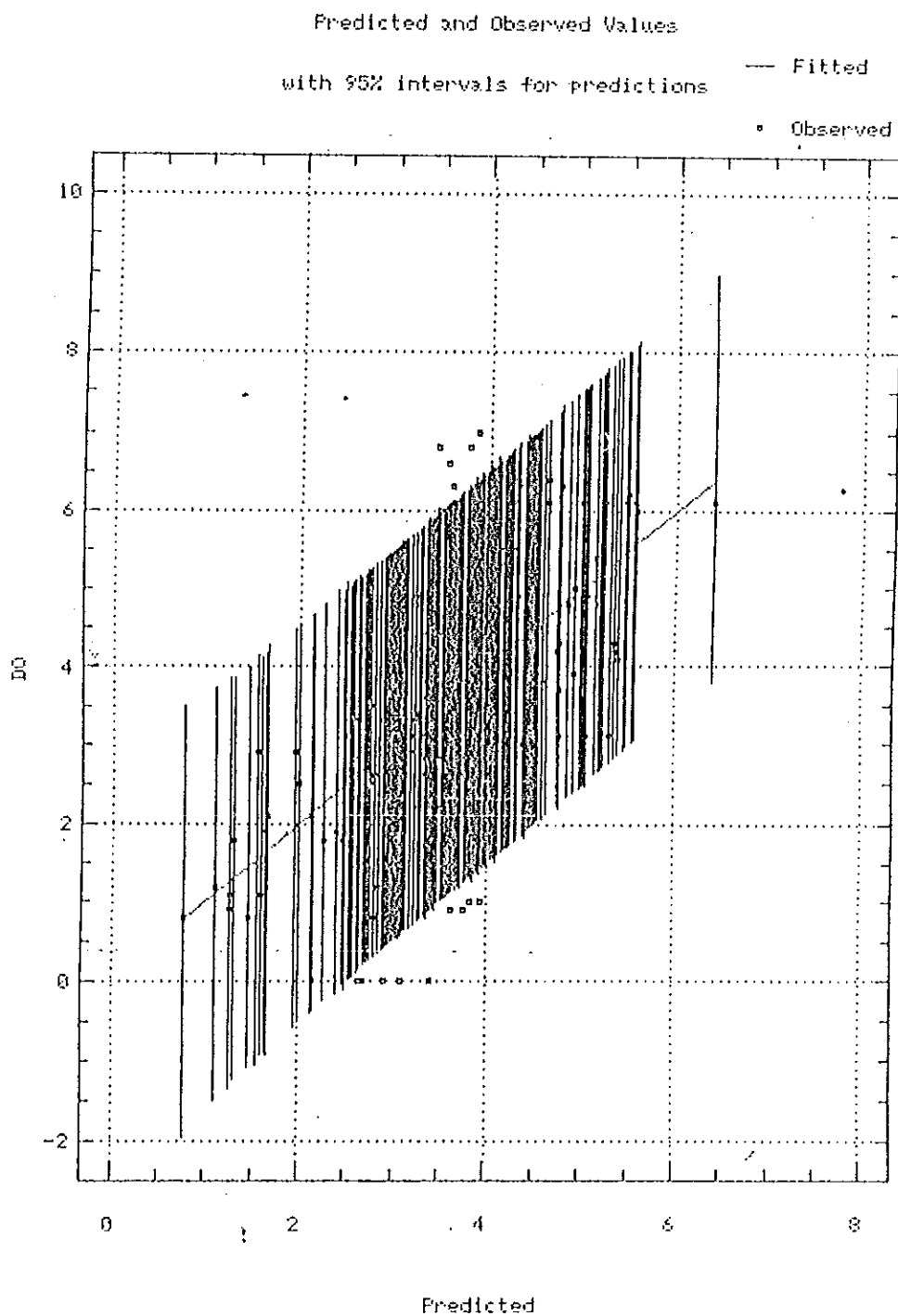
รูปที่ 3.47 Residual Plot for DO ของสถานีที่ 5



รูปที่ 3.48 Plot of DO ของสมการที่ 5



รูปที่ 3.49 Normal Probability Plot ของสมการที่ 5



รูปที่ 3.50 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 5

การวิเคราะห์ความถดถอยของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4.1 ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ถึงการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 12 สามารถวิเคราะห์ความถดถอยของช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1 และ 2 ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

3.2.3.1 ความถดถอยของข้อมูลในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1

วิเคราะห์ความถดถอยของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาตอนล่างจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4.1 ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงกันยายน 2533 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.49 Model fitting results of DO ของข้อมูลในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1

Independent variable	coefficient	std .error	t-value	sig-level
CONSTANT	-0.652582	1.219005	-0.535300	0.593600
Conds	-0.000346	0.000057	-0.121100	0.000000
Level	6.230512	1.480561	4.208200	0.000100

R-SQ (ADJ) = 0.321900 SE = 1.287643 MAE = 0.977328 DurWat 1.563000
 Previously 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
 102 observations fitted, forecast (s) compnted for 0 missing val. of dep. var.

จากสมการความถดถอย

$$Y = bo + b1x1 + b2x2 + \text{---} + bnxn$$

และค่าสถิติที่วิเคราะห์ได้ในตาราง 3.49 สามารถเขียนสมการได้ดังนี้คือ

$$DO = -0.652582 - 0.000346 \text{Conds} + 6.230512 \text{level} \quad (6)$$

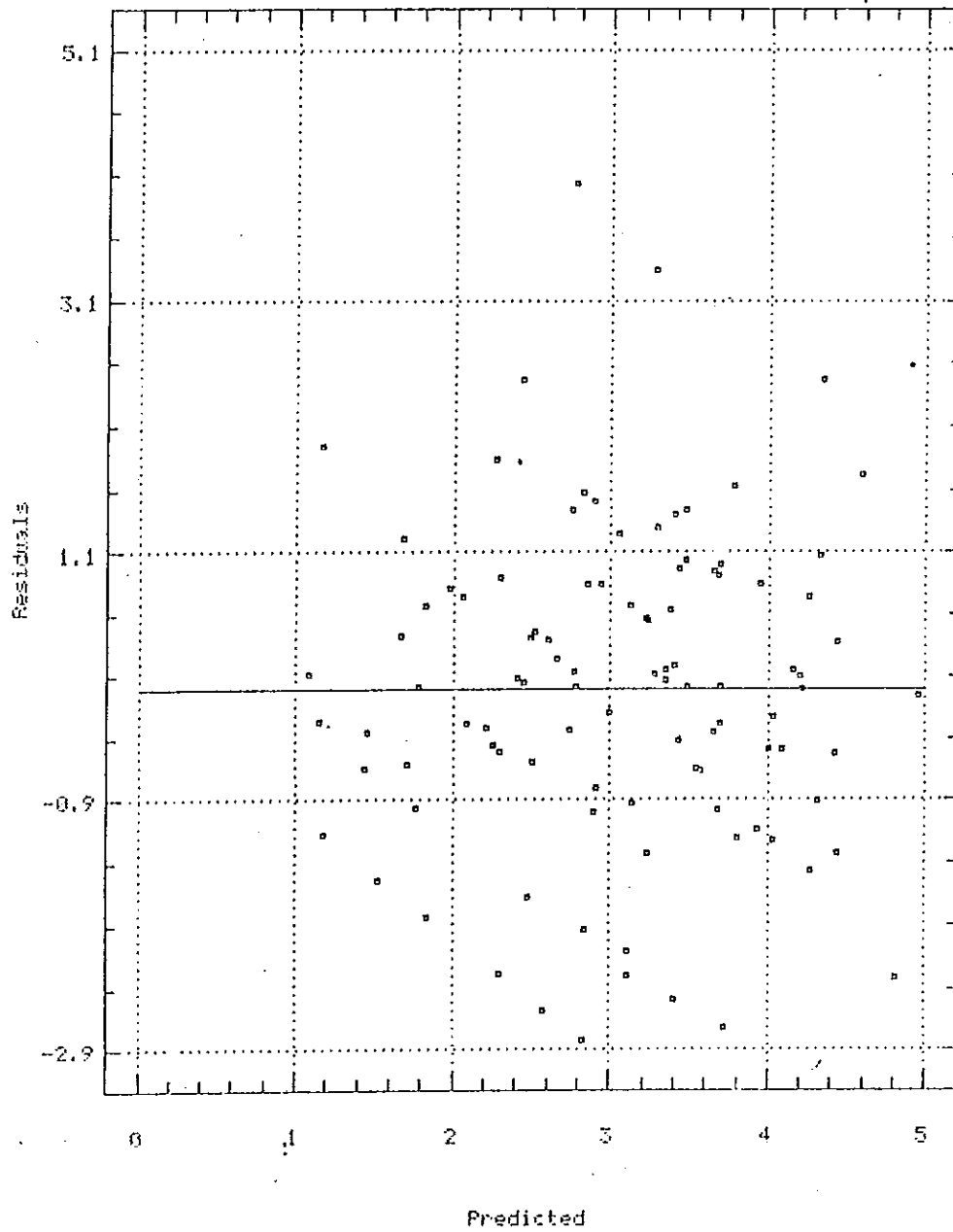
จากสมการที่ 6 พบว่าปริมาณออกซิเจนและละลายจะแปรผกผันกับค่าการนำไฟฟ้าแต่จะแปรผันตรงกับระดับน้ำ โดยปกติแล้วค่าการนำไฟฟ้าจะสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ สารอินทรีย์หรือสิ่งเจือปนต่างๆที่อยู่ในน้ำ โดยที่สิ่งมีชีวิตหรือแบคทีเรียต่างๆในน้ำจะย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านี้ (รายละเอียดในภาคผนวก ก) ทำให้ต้องการปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากขึ้น นั่นคือค่าการนำไฟฟ้าสูง ปริมาณออกซิเจนและละลายต่ำ แต่ถ้าปริมาณน้ำมากสารต่างๆในน้ำเจือจาง ปริมาณออกซิเจนและละลายจึงเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอย (Analysis of full regression) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับการประมาณค่าของสมการที่ 6 ดังแสดงในตารางที่ 3.50 และ 3.51 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.50 Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 6

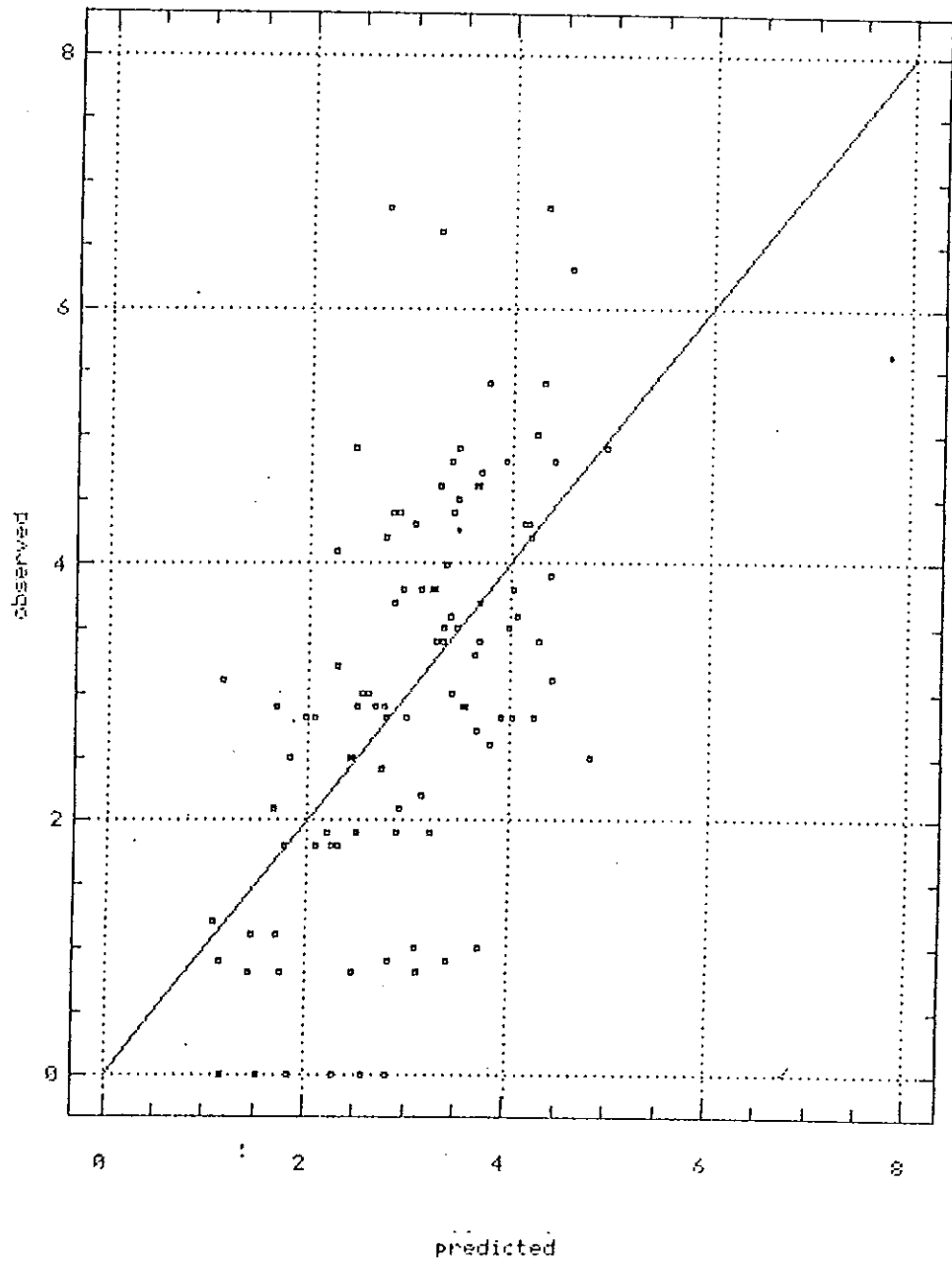
Source	Sum of Square	DF	Mean Square	F-ratio	P-value
Model	82.820700	2	41.410300	28.975700	0.000000
Error	164.14500	99	1.658030		
<hr/>					
Total (Corr.)	264.965000	101			
R-squared	= 0.335354			Std.error of est. = 1.287640	
R-squared (Adj. of d.f.) = 0.321926 Durbin-Watson Statistic = 1.563085					

ตารางที่ 3.51 Correlation matrix for coefficient estimate ของสมการที่ 6

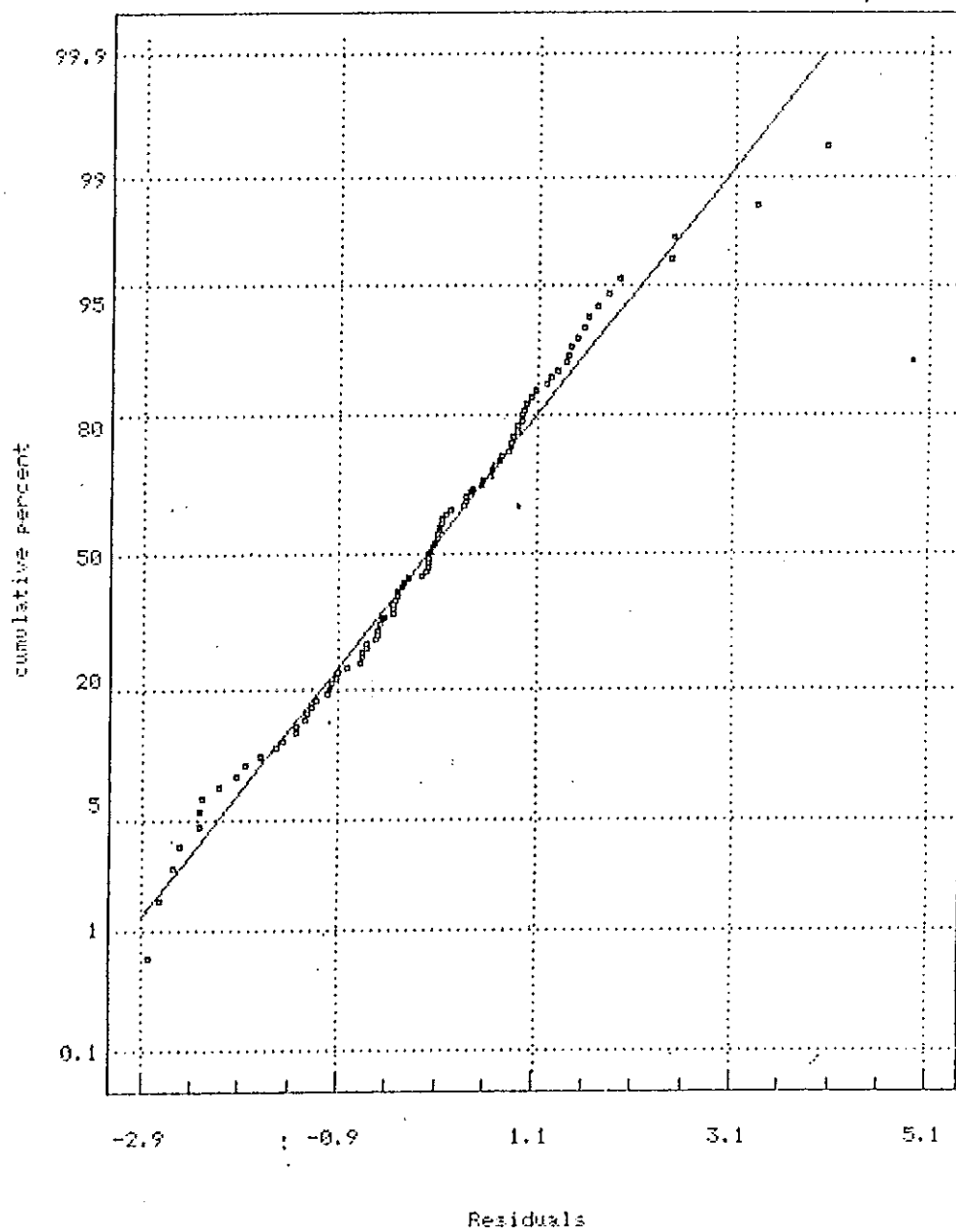
	CONSTANT	CON	LEV
CONSTANT	1.000000	-0.074900	-0.976700
CON	-0.074900	1.000000	-0.114000
LEV	-0.9767000	-0.114000	1.000000



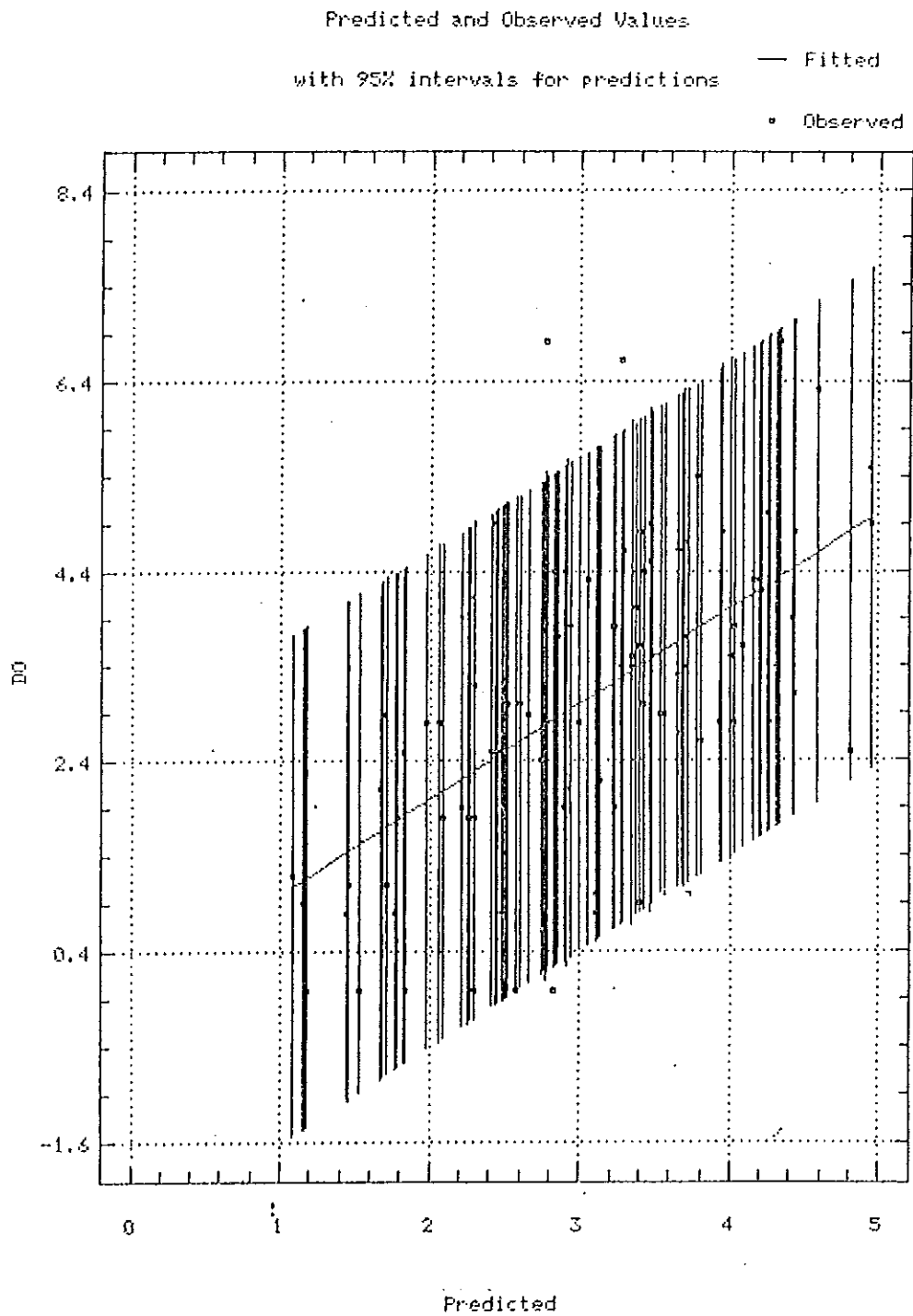
รูปที่ 3.51 Residual Plot for DO ของสมการที่ 6



รูปที่ 3.52 Plot of DO ของสมการที่ 6



รูปที่ 3.53 Normal Probability Plot ของสมการที่ 6



รูปที่ 3.54 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 6

3.2.3.2 ความถดถอยของข้อมูลไนท์ที่ลุ่มน้ำตอนล่างในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2

วิเคราะห์ความถดถอยของไนท์ที่ลุ่มน้ำตอนล่างจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4.1 ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2 ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงธันวาคม 2533 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.52 Model fitting results of DO ของข้อมูลไนท์ที่ลุ่มน้ำตอนล่างในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2

Independent variable	coefficient	standard error	t-value	sig-level
CONSTANT	-3.989472	2.417439	-1.650300	0.102100
pH	1.888072	0.400434	4.715100	0.000000
SS	-0.040542	0.007694	-5.269200	0.000000
Conds	-0.000129	0.000050	-2.589800	0.011100

R-SQ (ADJ) = 0.397000 SE = 1.017378 MAE = 0.797090 Durbwat = 0.717000

Previously 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000

102 observations fitted, forecast (s) computed for 0 missing val. of dep. var.

จากสมการความถดถอย

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

และค่าสถิติที่วิเคราะห์ได้ในตาราง 2.1 สามารถเขียนสมการได้ดังนี้คือ

$$DO = -3.989472+1.888072pH-0.040542SS-0.000129Conds \quad \text{---(7)}$$

จากสมการที่ 7 พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายจะแปรผันตรงกับค่าพีเอช แต่จะแปรผกผันกับปริมาณสารแขวนลอย และค่าการนำไฟฟ้า โดยปกติถ้าหากมีสิ่งเจือปนในน้ำมากๆ ไม่ว่าจะ เป็นสารอินทรีย์ หรือสารอนินทรีย์ต่างๆ ในน้ำมากจะทำให้ปริมาณสารแขวนลอยและค่าการนำไฟฟ้าสูง แต่ปริมาณออกซิเจนละลายจะต่ำ เนื่องจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์และของแบคทีเรียในน้ำ (รายละเอียดในภาคผนวก ก) โดยที่กรดอินทรีย์หรือสารต่างๆที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายเหล่านี้จะมีผลทำให้ค่าพีเอชลดต่ำลงได้เช่นเดียวกัน สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอย (Analysis of full regression) และเมตริกสหสัมพันธ์สำหรับสัมประสิทธิ์การประมาณค่าของสมการที่ 7 ดังแสดงในตารางที่ 3.53 และ 3.54 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.53 Analysis of Variance for the Full Regression ของสมการที่ 7

Source	Sum of Square	DF	Mean Square	F-ratio	P-value
Model	71.922800	3	23.974300	23.162200	0.000000
Error	101.436000	98	1.035060		

Total (Corr.) 173.358000 101

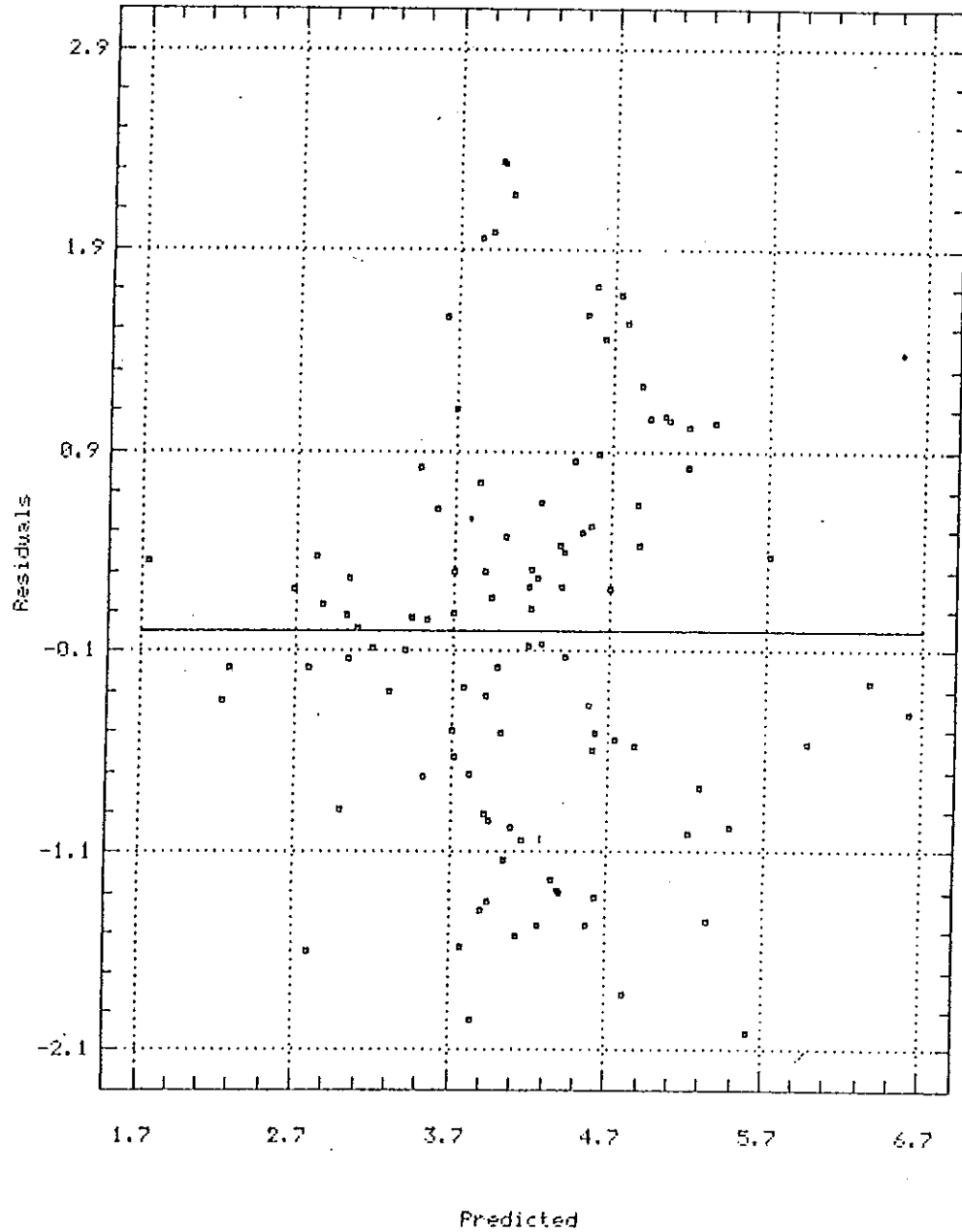
R-squared = 0.414879

Std.error of est. = 1.017380

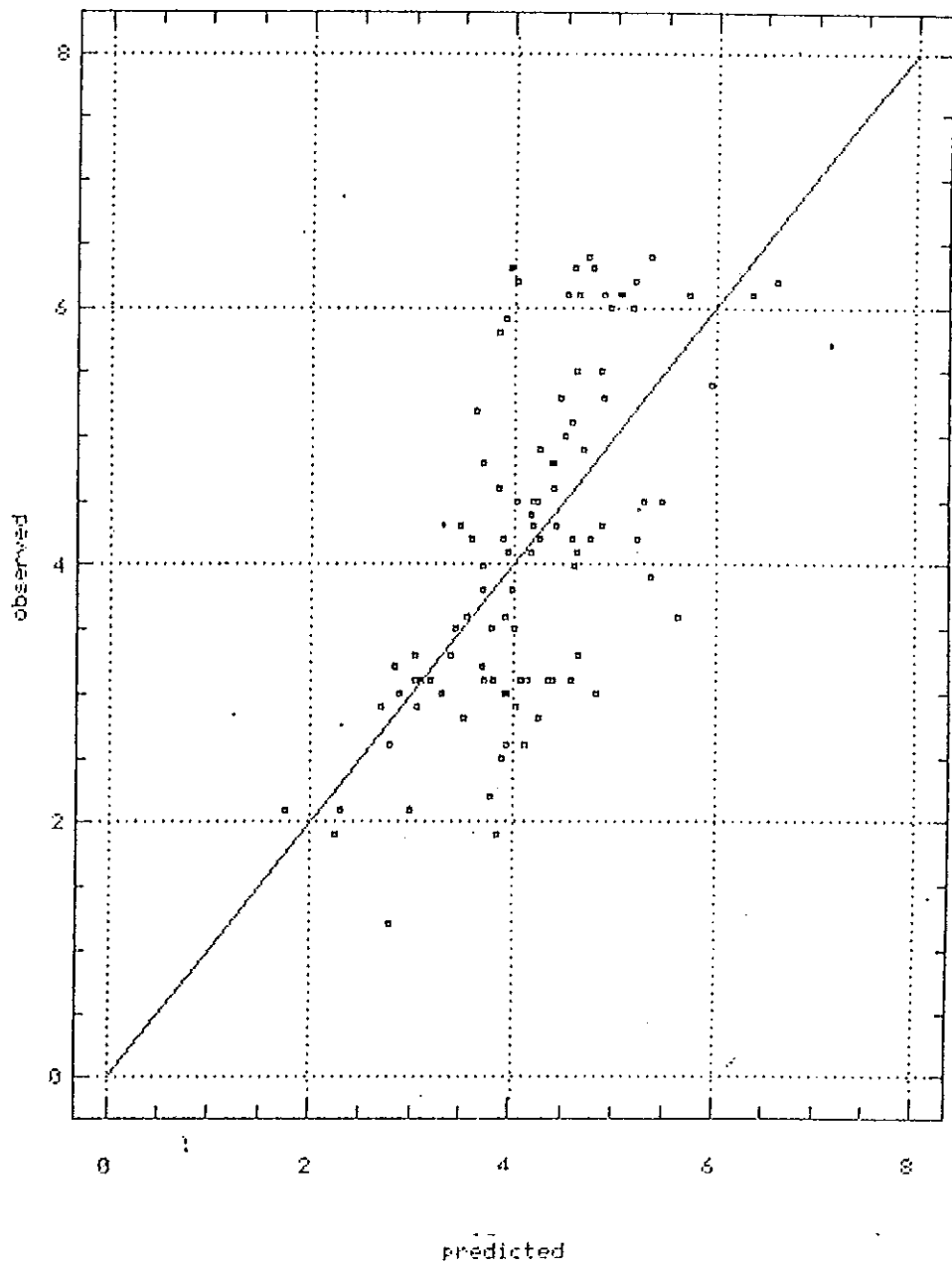
R-squared (Adj. of d.f.) = 0.396967 Durbin-Watson Statistic = 0.717355

ตารางที่ 3.54 Correlation matrix for coefficient estimate ของสมการที่ 7

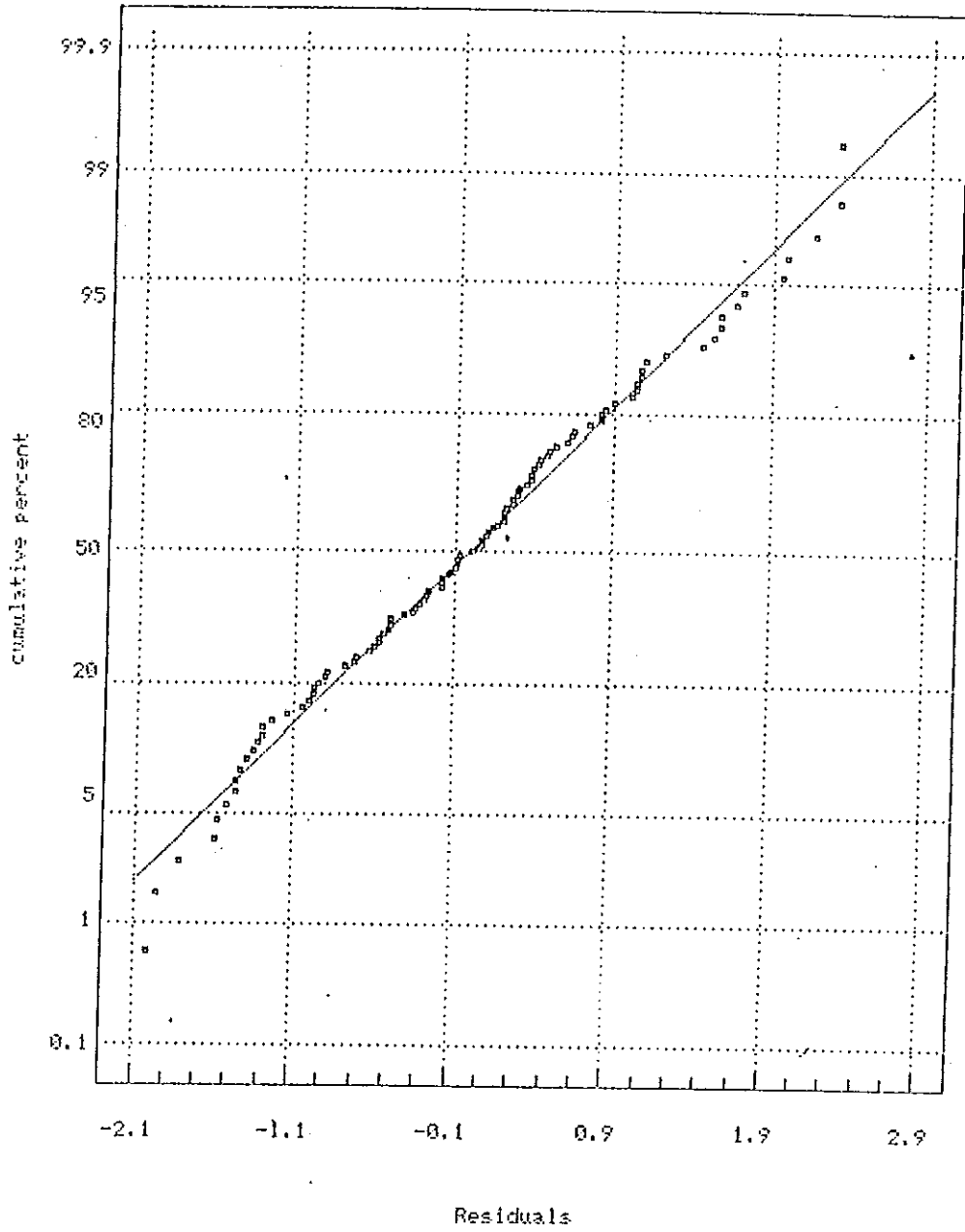
	CONSTANT	pH	SS	Conds
CONSTANT	1.000000	-0.966800	0.239000	-0.317200
pH	-0.966800	1.000000	-0.471400	0.351600
SS	0.239000	-0.471400	1.000000	0.428100
Conds	-0.317200	0.351600	-0.428100	1.000000



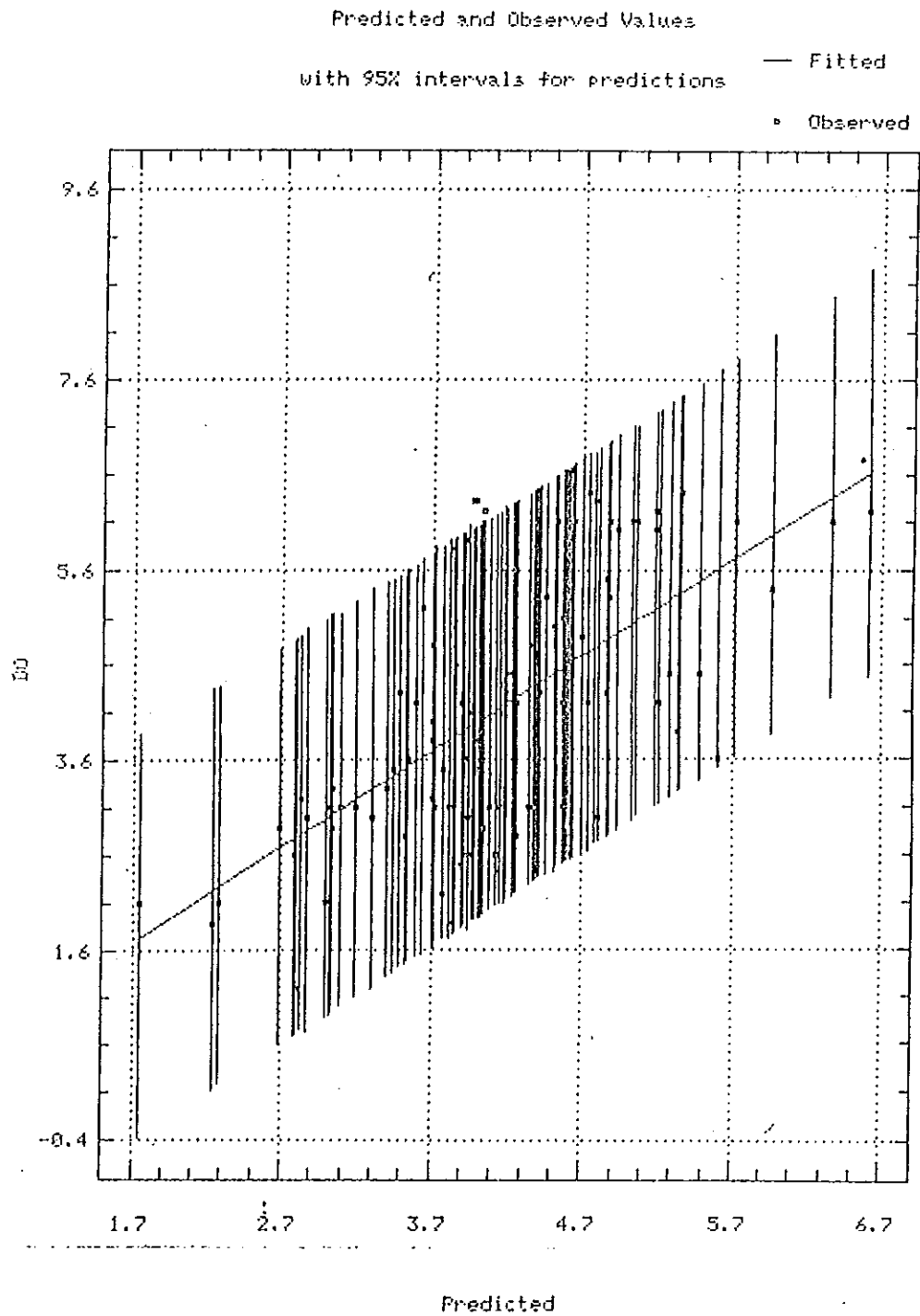
รูปที่ 3.55 Residual Plot for DO ของสถานีที่ 7



รูปที่ 3.56 Plot of DO ของสถานีที่ 7



รูปที่ 3.57 Normal Probability Plot ของสมการที่ 7



รูปที่ 3.58 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 7

3.2.4 ความถดถอยของข้อมูลในระยะเวลากาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1

จากรูป 4.1 แผนภาพการจัดการข้อมูล วิเคราะห์ความถดถอยของข้อมูล โดยแยกเฉพาะค่าพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้ในช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 1 เดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ซึ่งเริ่มเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.55 Model fitting results of DO ของข้อมูลในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 1

Independent Variable	Coefficient	Standard error	t-value	Sig-level
CONSTANT	-4.072173	1.429841	-2.848000	0.004900
pH	-0.505733	0.150800	-3.353700	0.001000
Conds	-0.000291	0.000040	-7.224900	0.000000
Level	3.769662	1.385262	2.721300	0.007200

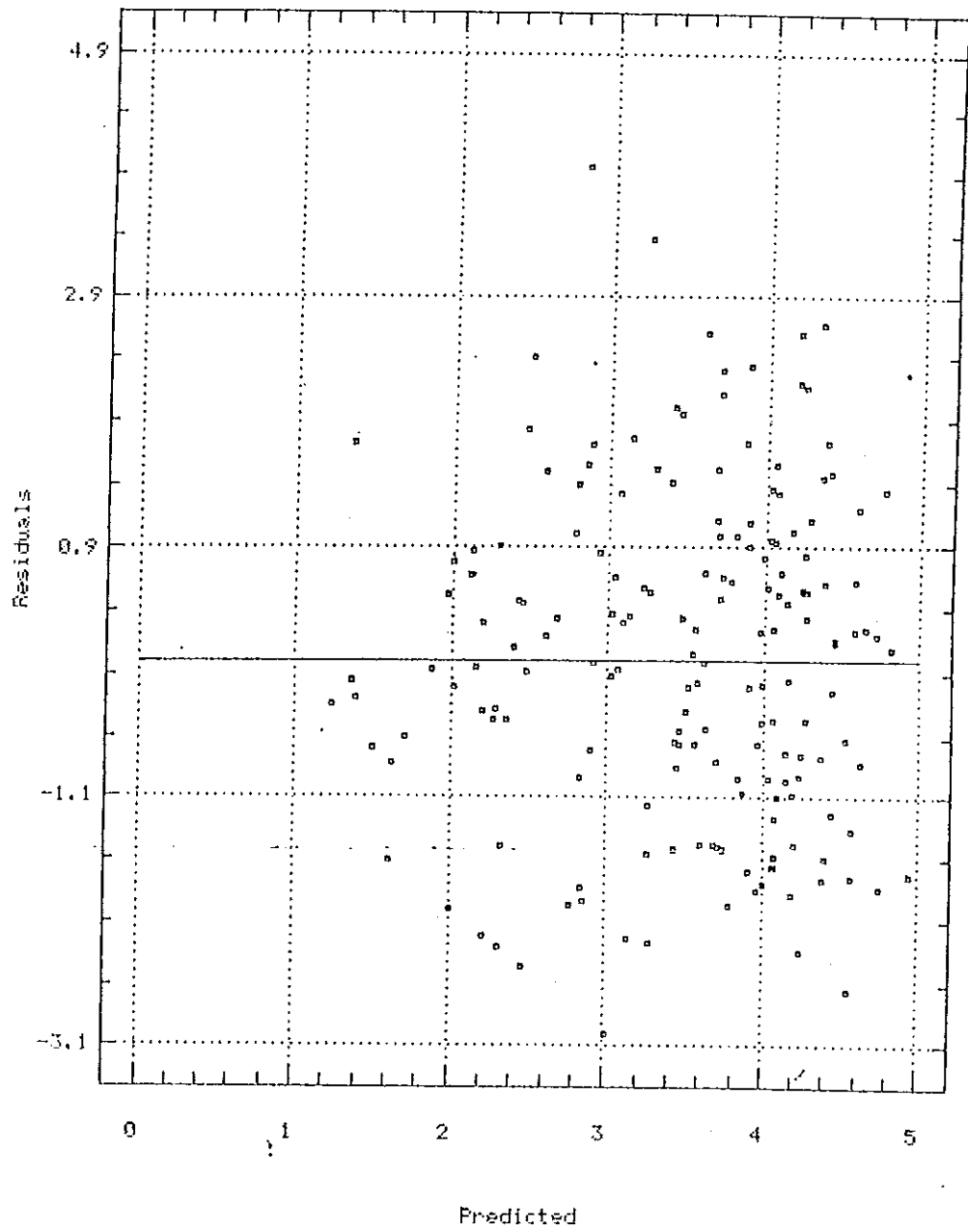
R-SQ (ADJ) = 0.284900 SE = 1.324552 MAE = 1.072460 DurbWat = 1.155000
previously : 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
180 observation fitted, forecast (s) computed for 0 missing val. of
dep. var.

จากสมการถดถอย

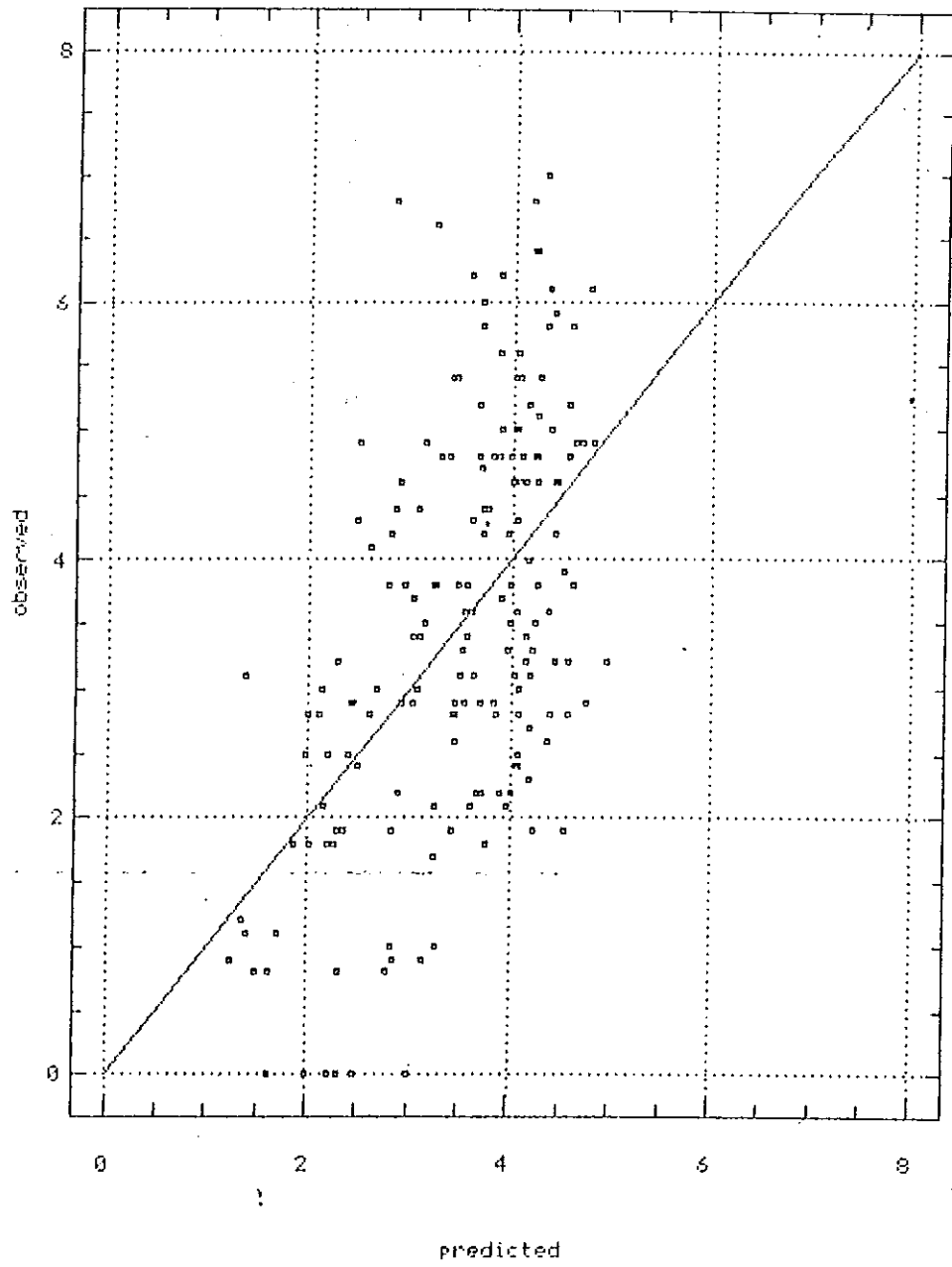
$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

และค่าสถิติที่ได้ในตาราง 3.55 สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

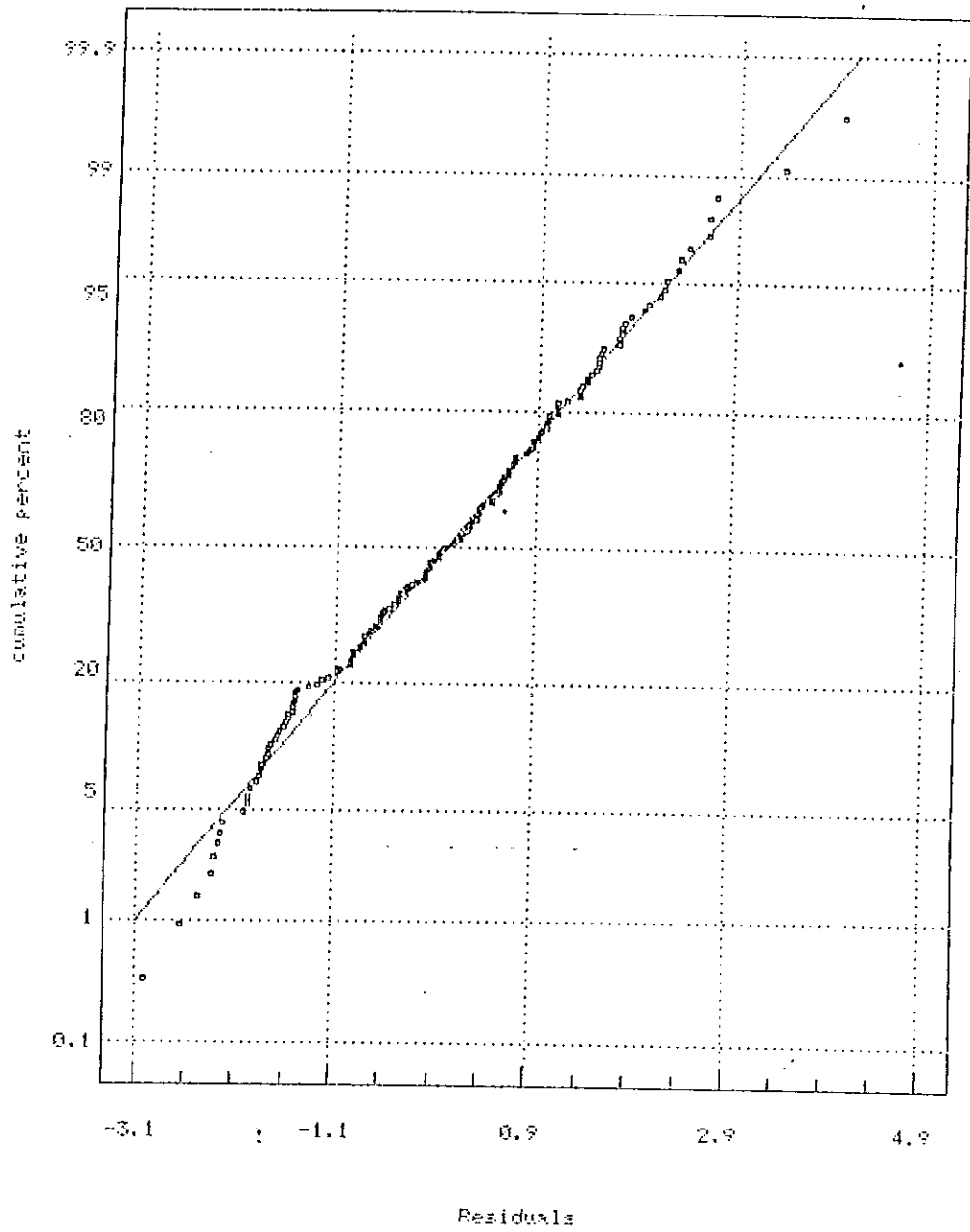
$$DO = 4.072173 - 0.505733 - 0.000291\text{Conds} + 3.769662\text{level} \dots (8)$$



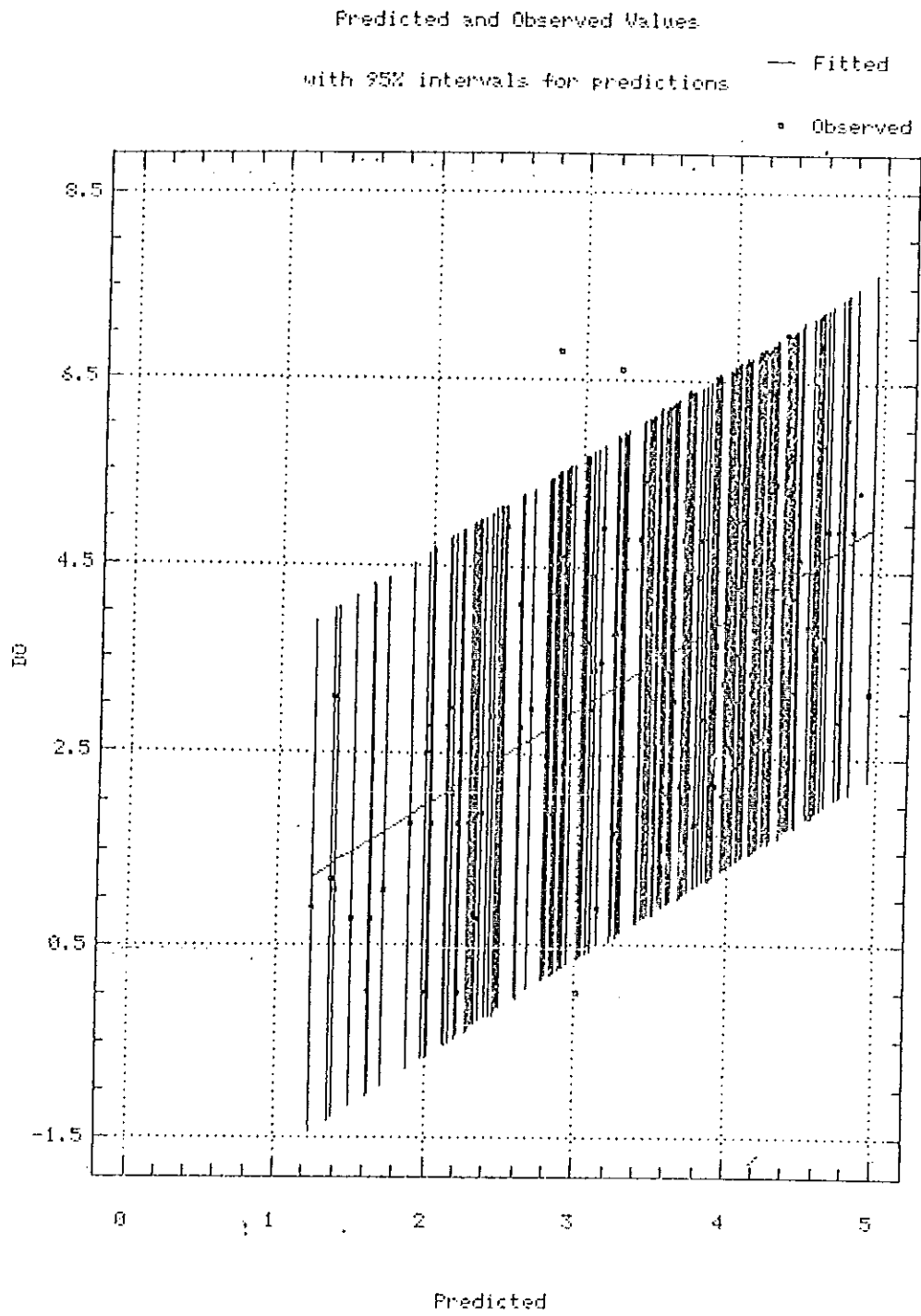
รูปที่ 3.59 Residual Plot for DO สำหรับสมการที่ 8



รูปที่ 3.60 Plot of DO สำหรับสมการที่ 8



รูปที่ 3.61 Normal Probability Plot สำหรับสมการที่ 8



รูปที่ 3.62 Predicted and Observed Values สำหรับสมการที่ 8

3.2.5 ความถดถอยของข้อมูลในระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2

จากรูป 2.2 แผนภาพการจัดการข้อมูล วิเคราะห์ความถดถอยของข้อมูลโดยแยกเฉพาะค่าพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ได้ในช่วงการเก็บตัวอย่างที่ 2 เดือนตุลาคมถึงธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.58 Model fitting results of DO ของข้อมูลในช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างช่วงที่ 2

Independent Variable	Coefficient	Standard error	t-value	Sig-level
CONSTANT	2.820901	0.284385	13.435700	0.000000
Conds	-0.000153	0.000045	-3.371500	0.000900
Level	0.402519	0.146998	2.738300	0.006800

R-SQ (ADJ) = 0.097200 SE = 1.367146 MAE = 1.191325 Durbwat = 0.620000
 previously : 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
 180 observation fitted, forecast (s) computed for 0 missing val. of dep. var.

จากสมการการถดถอย

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

และค่าสถิติที่ได้ในตาราง 4.27 สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$DO = 3.82091 - 0.000153Cond + 0.402519level \dots (9)$$

จากสมการที่ 9 พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายแปรผกผันกับการนำไฟฟ้า แต่จะแปรผันตรงกับระดับน้ำ โดยปกติน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์สารอนินทรีย์ หรือสิ่งเจือปนอื่นๆละลายอยู่ในน้ำมาก ปริมาณออกซิเจนละลายต่ำ แต่ค่าการนำไฟฟ้าจะสูง และถ้าปริมาณน้ำมากๆสารต่างๆที่ละลายอยู่ในน้ำจะเจือจางลงทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายสูงขึ้น และความสัมพันธ์ของความแปรปรวนของความถดถอย (Analysis of the full Regression) และเมตริกสหสัมพันธ์สำหรับสัมประสิทธิ์การประมาณค่าของสมการที่ 9 ดังแสดงในตารางที่ 3.59 และ 3.60 ตามลำดับ และถ้าพิจารณากราฟในรูปที่ 3.63-3.65 จะพบว่ากราฟแสดงลักษณะ 2 populations เช่นเดียวกับสมการที่ 2

ตารางที่ 3.59 Analysis of Variance for the Full Regression สำหรับสมการที่ 8

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F-ratio	P-value
Model	31.768800	2	19.884400	10.638500	0.000100
Error	330.829000	177	1.869090		

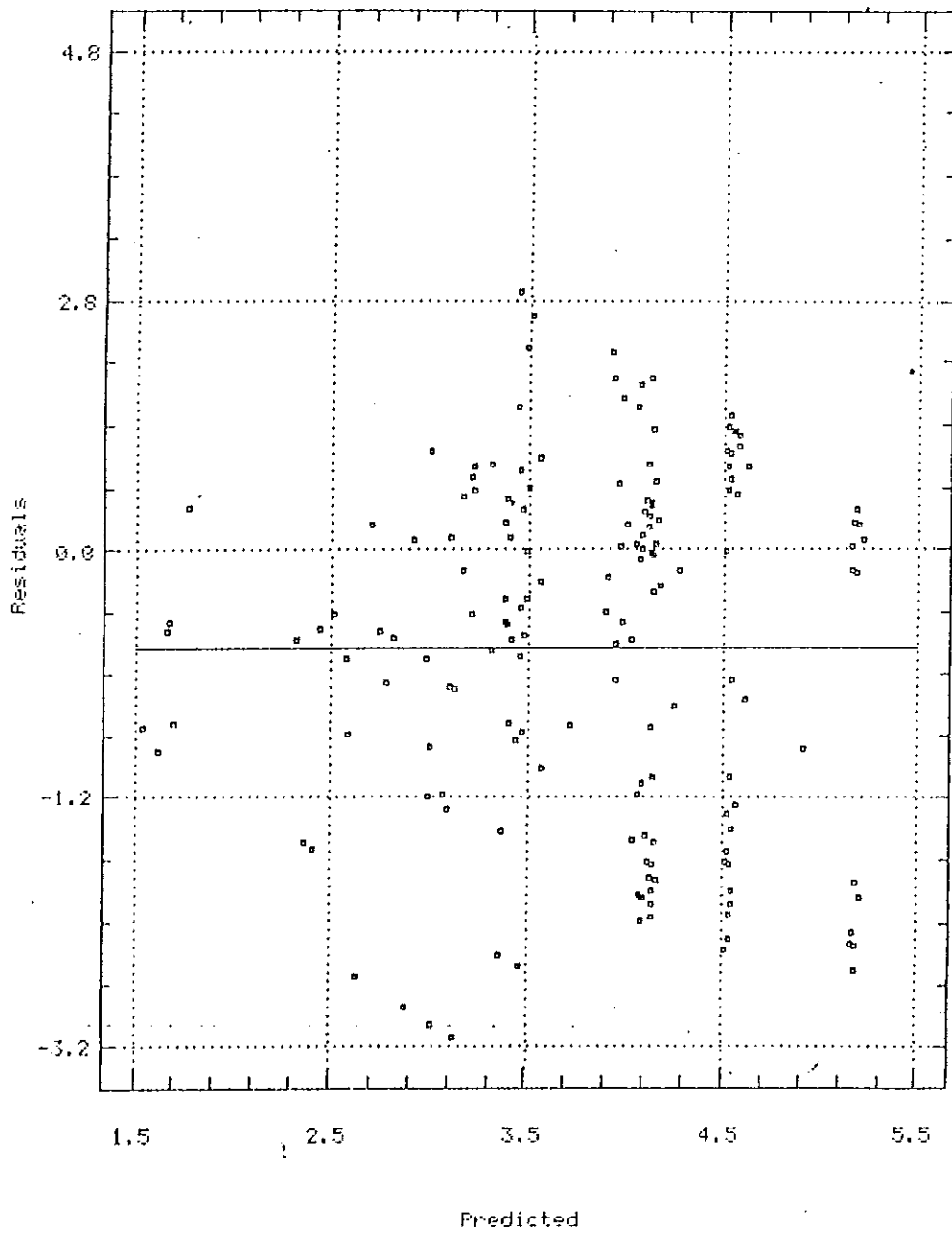
Total (Corr.) 370.598000 179

R-Squared = 0.107310 Std.error for est. 1.367150

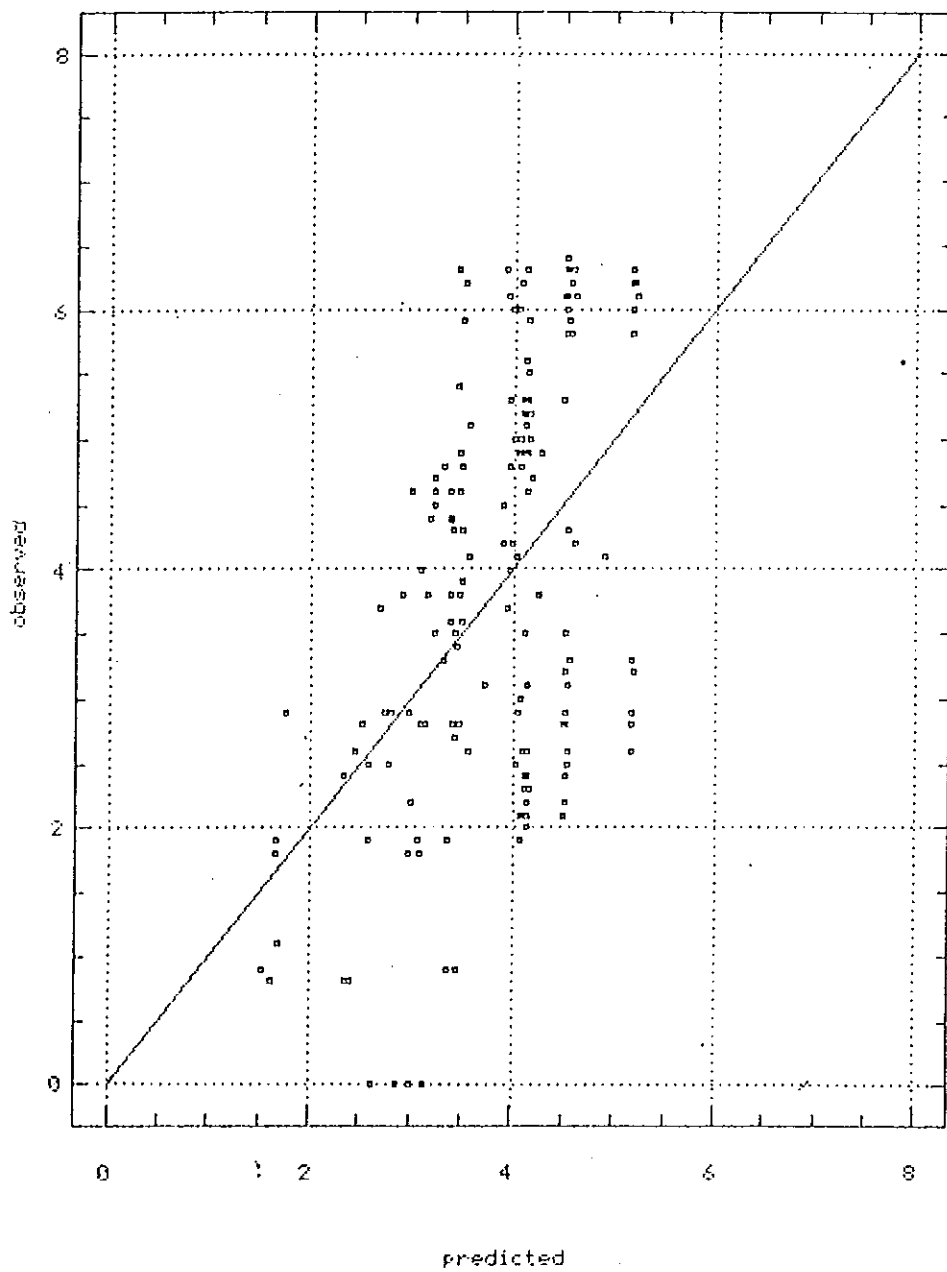
R-Squared (Adj. for d.f.) = 0.097223 Durbin-Watson Statistic = 0.620425

ตารางที่ 3.60 Correlation matrix for coefficient estimates สำหรับสมการที่ 8

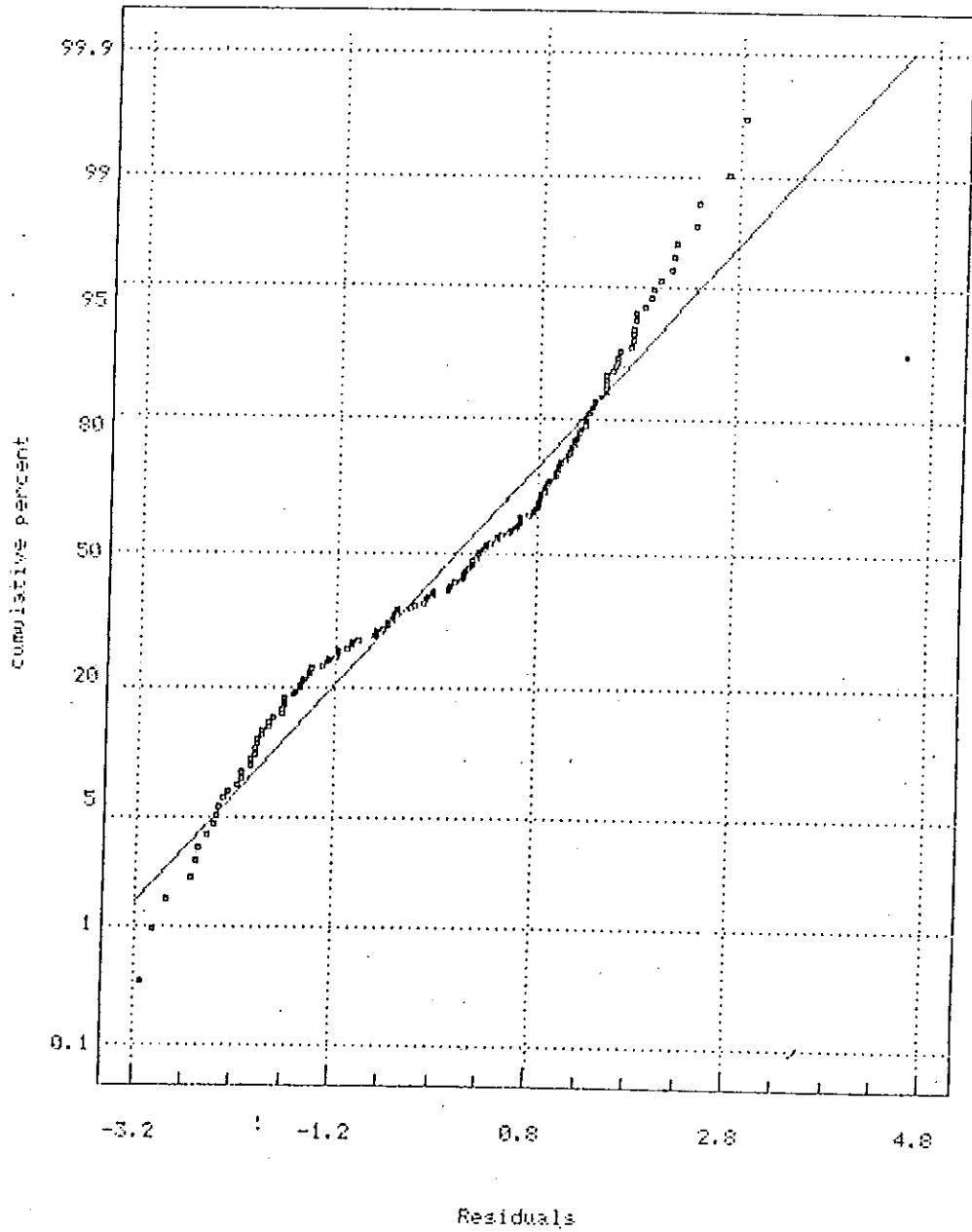
	CONSTANT	Conds	level
CONSTANT	1.000000	-0.388600	-0.888000
Conds	-0.388600	1.000000	0.115300
level	-0.888000	0.115300	1.000000



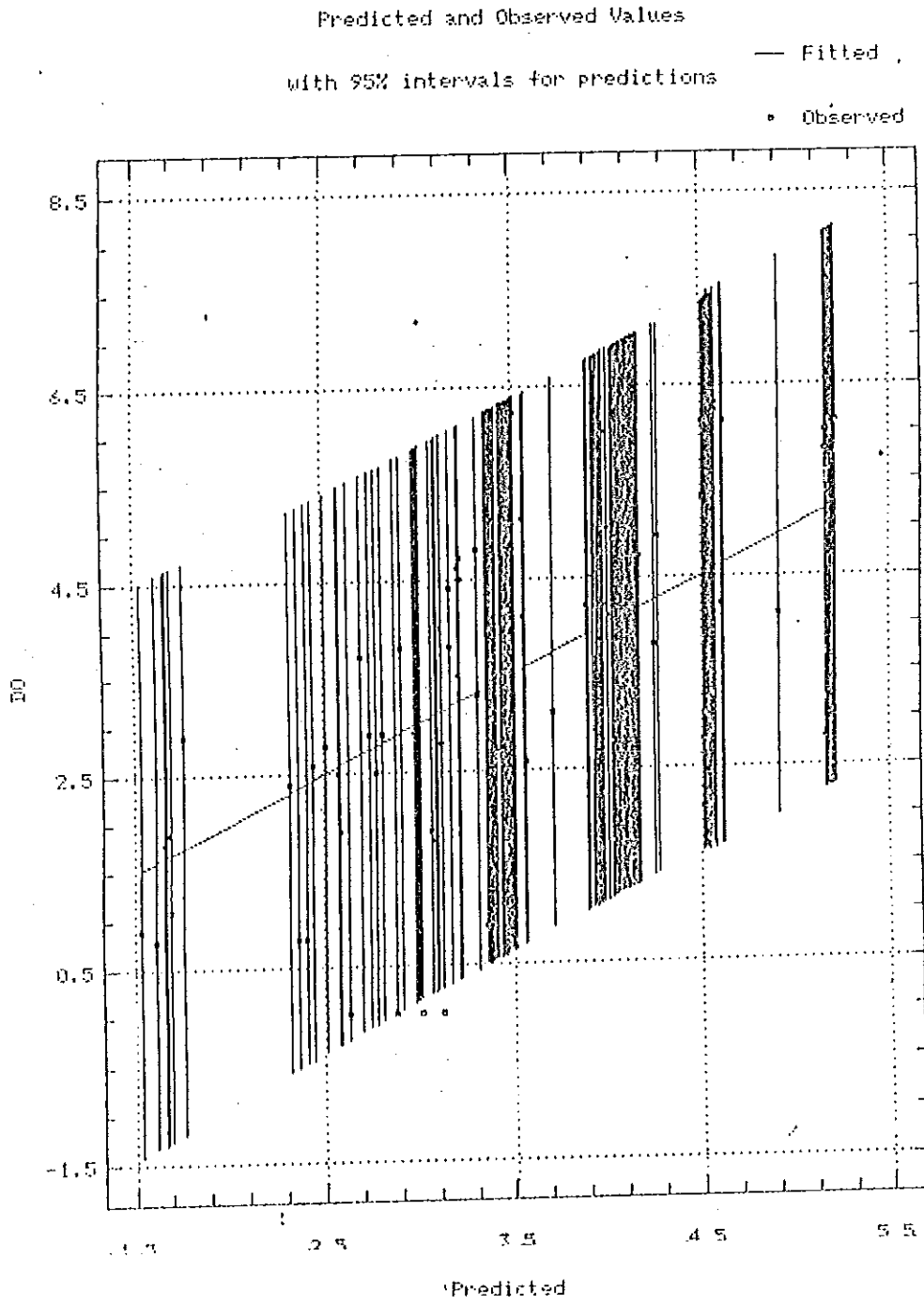
รูปที่ 3.63 Residual Plot for DO ของสถานี 9



รูปที่ 3.64 Plot of DO ของสมการที่ 9



รูปที่ 3.65 Normal Probability Plot ของสมการที่ 9



รูปที่ 3.66 Predicted and Observed Values ของสมการที่ 9

บทวิจารณ์และสรุป

4.1 สรุปผลการวิเคราะห์

จากผลการทดลองในบทที่ 3 พบว่าพิสัยของค่าพีเอช อยู่ระหว่าง 5.92-6.51 อุณหภูมิ 28.82-31.20 องศาเซลเซียส ปริมาณสารแขวนลอย 51.75-115.92 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งละลายน้ำ 87.92-4,057.58 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งทั้งหมด 143.67-4,168.67 มิลลิกรัมต่อลิตร การนำไฟฟ้า 125.00-6,913.00 ไมโครซีเมนต์ ออกซิเจนละลาย 2.10-6.10 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณสารอินทรีย์รวม 54.00-1,821.17 มิลลิกรัมต่อลิตร

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพารามิเตอร์แต่ละตัวในบทที่ 3 พบว่าทั้งลักษณะความแตกต่างของพื้นที่ลุ่มน้ำและช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่างจะมีอิทธิพลต่อความแตกต่างของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างกัน ดังจะเห็นได้จากการวิเคราะห์ความถดถอยในสมการที่ 1 ถึงสมการที่ 9

* โดยทั่วไปแล้วค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญที่เป็นดัชนีบ่งชี้สภาวะของแหล่งน้ำ คือ ปริมาณออกซิเจนละลายจากรายงานผลการประเมินผลภาวะคลองอุตตะเกาโดยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ปี พ.ศ. 2524-2525 พบว่าคุณภาพน้ำในคลองอุตตะเกาเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 2.10 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการสำรวจของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติปี 2526 ที่จุดเก็บตัวอย่างเดียวกับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พบว่าคลองอุตตะเกาช่วงก่อนผ่านตัวเมืองหาดใหญ่มีค่าออกซิเจนละลายค่อนข้างสูงประมาณ 4.10-5.70 มิลลิกรัมต่อลิตรแต่ช่วงที่ผ่านตัวเมืองไปแล้วปริมาณออกซิเจนละลายจะลดลงอย่างรวดเร็วคือ เริ่มลดลงจาก 4.10 มิลลิกรัมต่อลิตรลงไปจนถึงระดับ 0.20-1.60 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับคุณภาพน้ำคลองอุตตะเกาบริเวณจุดสูบน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปา โดยการสำรวจของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ปี 2524 และ 2525 มีออกซิเจนละลายประมาณ 2.50-6.50 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 2.00-3.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำเกิดขึ้นเป็นอย่างมาก แต่การสำรวจของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติปี 2526 พบว่ามีค่าออกซิเจนละลายระหว่างเดือนกุมภาพันธ์และพฤษภาคมประมาณ 4.10 - 6.10 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับการวัดปริมาณออกซิเจนละลายของผู้วิจัยในระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม 2533 ค่าออกซิเจนละลายเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.19-6.10 มิลลิกรัม

ต่อลิตร ที่มีบางช่วงของการสำรวจที่มีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำมากมีค่า 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ซึ่งเป็นช่วงที่คลองเตยระบายน้ำเสียจากชุมชนขนาดใหญ่และไหลบรรจบกับคลองอุต๊ะเกาบริเวณบ้านนาเรียงนกและเช่นเดียวกับการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการพัฒนาเมืองหลักฉบับที่ 5 ปี พ.ศ. 2525 ของกระทรวงมหาดไทยพบว่าชุมชนขนาดใหญ่ระบายน้ำเสียลงคลองอุต๊ะเกาและคลองเตยก่อนไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาชุมชนในขั้นที่ด้านตะวันตกของทางรถไฟ จะระบายน้ำเสียลงคลองอุต๊ะเกา ส่วนชุมชนในขั้นที่ทางด้านตะวันออกของทางรถไฟระบายน้ำเสียลงคลองเตย รวมทั้งพื้นที่ชุมชนที่ตั้งอยู่ตามแนวริมคลองก็มีระบบระบายน้ำเสียที่มีทิศทางไหลลงคลองอุต๊ะเกาด้วย นั่นก็คือชุมชนขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่แล้วจะระบายน้ำเสียลงสู่คลองอุต๊ะเกา ซึ่งน้ำเสียเหล่านี้จะก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในคลองอุต๊ะเกาโดยเฉพาะช่วงตอนล่างของลำน้ำที่ผ่านตัวเมืองไปแล้ว ซึ่งค่าที่นิยมใช้เป็นตัวชี้บอกความสกปรกของแหล่งน้ำคือ ค่าบีโอดี (BOD) และจากการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ค่าปริมาณสารอินทรีย์รวม หรือ ทีโอซี (Total Organic Carbon : TOC) เป็นค่าความสกปรกของลำน้ำได้เช่นเดียวกับค่าบีโอดี (APHA-AWWA-WPCF, 1985)

จากตารางที่ 4.1 ค่าความสกปรกของน้ำทั้งจากอาคารชุดประเภทต่างๆ ของมลภาวะทางน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา จะพบว่าค่าความสกปรกของน้ำทั้งที่มีปริมาณมากที่สุดคือ ความสกปรกจากอาคารหมู่บ้านจัดสรรเท่ากับ 74.18 กิโลกรัมต่อวัน หรือประมาณร้อยละ 54.06 ของปริมาณน้ำทั้งจากอาคารประเภทต่างๆทั้งหมด (หนังสือพิมพ์ผู้จัดการรายวันฉบับวันที่ 2 เมษายน 2534)

นั่นคือจำนวนประชากรจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อค่าความสกปรกของลำน้ำ จากตารางที่ 4.2 จำนวนประชากรในเขตเทศบาลขนาดใหญ่ปี พ.ศ. 2510-2533 พบว่ามีอัตราการเพิ่มประชากรร้อยละ 8.59 ต่อปี (กระทรวงมหาดไทย, 2533) ดังนั้นประชากรในเทศบาลขนาดใหญ่ปี พ.ศ. 2544 คาดว่าจะมีประมาณ 286,495 คน

จากรายงาน Wastewater Management Planning Project for Hat Yai and Songkla Municipalities โดย Mc. Cabe (1983) ได้ใช้ข้อมูลจากการสำรวจของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเป็นแนวทางในการประเมินพบว่าแหล่งชุมชนประเภทที่พักอาศัยในเขตเทศบาลเมืองหาดใหญ่มีอัตราการใช้น้ำประมาณ 200 ลิตรต่อคน-วัน ซึ่งจะมีน้ำเสียเกิดขึ้นร้อยละ 75 ของปริมาณน้ำใช้คือประมาณ 150 ลิตรต่อคน-วัน และมีอัตราการเกิดความสกปรกใน

รูปปีไอดีประมาณ 50 กรัมต่อคน-วัน ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2533 จะมีปริมาณน้ำเสียจากจำนวนประชากรทั้งหมดประมาณ 40,633 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ค่าปริมาณความสกปรกในรูปปีไอดีประมาณ 6,095 กิโลกรัมต่อวัน และคาดว่าปี พ.ศ. 2544 จะมีปริมาณน้ำเสียจากจำนวนประชากรทั้งหมดประมาณ 62,676 ลูกบาศก์เมตรต่อวันค่าปริมาณความสกปรกในรูปปีไอดี

ตารางที่ 4.1 ค่าความสกปรก (ปีไอดี) ของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากอาคารประเภทต่างๆ

ประเภทกิจการ	ค่าปีไอดี/วัน	จำนวน(หน่วย)	ปริมาณ	ร้อยละ (กิโลกรัม/วัน)		
อาคารชุด	48.15	กรัม/หน่วย/วัน	13,868	ยูนิต	667	0.49
โรงแรม	123	กรัม/ห้อง/วัน	17,480	ห้อง	2,150	1.57
หอพัก	76	กรัม/ห้อง/วัน	26,880	ห้อง	2,043	1.49
สถานบริการ	26	กรัม/ห้อง/วัน	4,668	ห้อง	121	0.09
หมู่บ้านจัดสรร	63	กรัม/เตียง/วัน	6,152,331	คน	74,182	54.06
โรงพยาบาล	94	กรัม/เตียง/วัน	26,836	เตียง	2,523	1.84
โรงแรมหรู	0.67	กรัม/ที่นั่ง/วัน	100,795	ที่นั่ง	57	0.04
ภัตตาคาร	53	กรัม/ตร.ม/วัน	943,622	ตร.ม	49,659	36.19
ตลาด	21	กรัม/ตร.ม/วัน	249,481	ตร.ม	5,218	3.80
ห้างสรรพสินค้า	0.27	กรัม/ตร.ม/วัน	1,345,488	ตร.ม	363	0.26
สำนักงาน	0.09	กรัม/ตร.ม/วัน	2,618,150	ตร.ม	236	0.17
รวม					137,231	100.00

ที่มา สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ "มลภาวะอาคารชุดริมแม่น้ำเจ้าพระยา"
หนังสือพิมพ์ผู้จัดการรายวันฉบับวันที่ 2 เมษายน 2534

ตารางที่ 4.2 จำนวนประชากรเทศบาลเมืองหาดใหญ่ พ.ศ. 2510 - 2533

พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)
2510	48,520
2511	50,948
2512	52,534
2513	54,050
2514	55,724
2515	57,255
2516	58,913
2517	60,929
2518	62,808
2519	64,592
2520	67,117
2521	88,607
2522	92,486
2533	98,091
2534	102,953
2525	108,389
2526	113,964
2527	118,703
2528	122,908
2529	120,207
2530	132,810
2531	139,907
2532	142,894
2533	144,430

ที่มา กองการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2533

ประมาณ 9,401 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหากมีการเพิ่มจำนวนประชากรในเมืองหาดใหญ่ ในอัตราการเพิ่มคงเดิมจะทำให้เกิดปริมาณน้ำเสียจำนวนมหาศาล และถ้าหากคำนวณปริมาณน้ำเสียจากสถานบริการ อาคารพาณิชย์ สถาบันต่างๆ รวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรม ตลาด เป็นต้น เหล่านี้ เข้ากับปริมาณน้ำเสียจากจำนวนประชากรที่จะมีผลทำให้ปริมาณน้ำทิ้งและค่าความสกปรกในรูปบีโอดีเพิ่มสูงมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากการศึกษาของสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท) ปี 2522 สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (วล.) ปี 2524 และ Mc Cabe 1983 ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3 ปริมาณน้ำเสียและปริมาณของเสีย เมืองหาดใหญ่ปี พ.ศ. 2524 - 2544

พ.ศ.	หน่วยวัด	วท.	น้ำเสียชุมชน วล.*	Mc. Cabe**
2522	1. อัตราการไหล ลบ.ม./วัน	13,290	-	-
	2. ปริมาณของเสีย กก.BOD/วัน	2,350	-	-
2524	1. อัตราการไหล ลบ.ม./วัน	-	57,770	66,400
	2. ปริมาณของเสีย กก.BOD/วัน	-	8,665***	9,960
2534	1. อัตราการไหล ลบ.ม./วัน	-	76,520	87,500
	2. ปริมาณของเสีย กก.BOD/วัน	-	11,478***	13,125
2544	1. อัตราการไหล ลบ.ม./วัน	-	116,320	133,200
	2. ปริมาณของเสีย กก.BOD/วัน	-	17,448***	19,980
<u>หมายเหตุ</u>	1*	อัตราการไหลของน้ำเสีย คำนวณโดยใช้ตัวเลข 150 ลิตร-น้ำเสีย/คน-วัน จำนวนประชากรน้ำซิมเข้าท่อ		
	2**	อัตราการไหลของน้ำเสียเป็นค่ารวมของที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์ สถาบันต่างๆ รวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรมและน้ำซิมเข้าท่อระบายของเทศบาล		
	3***	การประเมิน ปริมาณของเสียโดยใช้ค่าความเข้มข้นของ บีโอดี 150 มก./ล (ประเมินโดย วล.)		

ที่มา กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2533

ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่ชุมชนเมืองหาดใหญ่ปี พ.ศ. 2524 - 2544

พื้นที่ชุมชน	พ.ศ.		
	2524	2534	2544
1. ด้านตะวันออกของทางรถไฟ			
1.1 จำนวนประชากร ; คน	72,900	109,500	206,200
1.2 ปริมาณน้ำเสีย ; ลบ.ม.ต่อวัน	57,400	74,000	112,800
2. ด้านตะวันตกของทางรถไฟ			
1.1 จำนวนประชากร ; คน	30,100	42,200	61,000
1.2 ปริมาณน้ำเสีย ; ลบ.ม.ต่อวัน	9,000	13,500	20,400
1. จำนวนประชากร ; คน	103,000	151,700	267,200
2. ปริมาณน้ำเสีย ; ลบ.ม.ต่อวัน	66,400	87,500	133,200

หมายเหตุ : ปริมาณน้ำเสีย ประกอบด้วยน้ำเสียจากแหล่งชุมชน ประเภทบ้านพักอาศัย ย่านพาณิชยกรรมสถานที่ต่างๆและโรงงานอุตสาหกรรมที่ระบายลงสู่ระบบระบายน้ำเสียของเทศบาลเมืองหาดใหญ่ จึงทำให้มีค่าค่อนข้างสูง

ที่มา Mc. Cabe W.T., 1983, Wastewater Management Planning Projcet for Hat Yai and Songkhla Municipalities, Prepared for ONEB.

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514 - 2533
ที่สถานี x 90 คลองอุ้มทะเกา

เดือน	ปริมาณน้ำเฉลี่ย หน่วยเป็นล้านลูกบาศก์เมตร		
	2514 - 2533	2514 - 2532	2533
มค.	31.56	52.74	10.37
กพ.	10.28	10.28	-
มีค.	6.00	6.00	-
เมย.	7.25	10.52	3.92
พค.	26.60	27.89	25.31
มิย.	13.24	21.16	5.32
กค.	12.60	22.20	3.00
สค.	11.90	18.84	5.07
กย.	16.58	30.03	3.13
ตค.	48.38	77.92	18.84
พย.	120.79	168.62	72.96
ธค.	138.11	198.27	77.94
รวม	39.41	53.71	29.59

ที่มา กองลุ่มนิคม กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2533.

644.47

225 86

จะเห็นว่าปริมาณของเสียน้ำเสียปฏิภูลต่างๆ ที่ทิ้งลงสู่คลองอุ้ตะเภากรีนแวน โฉมสูงชันทุกปี นั้นย่อมหมายถึงการเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำดังกล่าว ดังได้กล่าวไปแล้วซึ่งความสามารถในการที่จะฟอกตัวเองให้บริสุทธิ์ (Self - purification) ของลำน้ำนั้นสามารถทำได้โดยธรรมชาติของตัวมันเอง แต่ที่ลุ่มน้ำย่อมหมายถึงปริมาณของเสียต่างๆที่มีจำนวนไม่มากนัก เพราะความสามารถในการฟอกตัวเองให้บริสุทธิ์ของลำน้ำมีจำกัด และถ้าพิจารณา Model fitting results of DO ของข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำอุ้ตะเภาในเขตที่ 3 โดยเปรียบเทียบกับ Model fitting results of DO ของพื้นที่ลุ่มน้ำอุ้ตะเภาทั้งหมด พื้นที่ลุ่มน้ำอุ้ตะเภาตอนบน และพื้นที่ลุ่มน้ำอุ้ตะเภาตอนล่างจากสมการที่ 1, 2 และ 5

$$DO = 5.460432 - 0.301932pH - 0.000148conds - 0.000475TOC + 0.651598level \quad (1)$$

$$DO = 0.937302 + 0.290990Temp - 0.023343TS \quad (2)$$

$$DO = 5.286936 - 0.16988SS - 0.000612Conds - 0.000604TOC + 0.728958level \quad (5)$$

จะเห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออกซิเจนละลายกับพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนไม่มีปริมาณของสารอินทรีย์รวมเข้ามาเกี่ยวข้อง (สมการที่ 2) ต่างไปจากความสัมพันธ์ของปริมาณออกซิเจนละลายกับพารามิเตอร์อื่นๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำของคลองอุ้ตะเภาทั้งหมด (สมการที่ 1) และพื้นที่ลุ่มน้ำอุ้ตะเภาตอนล่าง (สมการที่ 5) มีปริมาณสารอินทรีย์รวม (TOC) เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการพัฒนาเมืองหลักฉบับที่ 5 พ.ศ. 2525-2529 ของกระทรวงมหาดไทย การศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ การศึกษาของสถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) และการศึกษาของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยพบว่าชุมชนหาดใหญ่ที่ตั้งอยู่ทางตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำอุ้ตะเภาระบายน้ำเสียลงคลองอุ้ตะเภา ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายช่วงที่ผ่านชุมชนหาดใหญ่มีค่าต่ำ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ดังนั้นถ้าพิจารณาความสามารถในการรองรับของเสียของคลองอุ้ตะเภาโดยแยกศึกษาเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุ้ตะเภาทั้งหมด พื้นที่ลุ่มน้ำของอุ้ตะเภาตอนบน และพื้นที่ลุ่มน้ำของคลองอุ้ตะเภาตอนล่างจะต่างกันไปด้วย

4.1.1 ความสามารถรองรับของเสียของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุ้ตะเภาทั้งหมด

จากสมการที่ 1

$$DO = 5.460432 - 0.301932pH - 0.000148conds - 0.000475TOC + 0.651598level$$

พิจารณาจุดวิกฤติของลำน้ำโดยกำหนดให้ ปริมาณออกซิเจนละลายเท่ากับ 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าเฉลี่ยของพีเอช การไฟฟ้า เท่ากับ 6.22 และ 2031.74 ไมโครซีเมนต์ ตามลำดับที่ ระดับน้ำต่ำสุด 0.76 เมตร สูงสุด 2.12 เมตร ค่า TOC ที่คำนวณได้ประมาณ 7.96×10^9 ถึง 9.82×10^9 กิโลกรัม โดยที่ปัจจุบันที่ปริมาณออกซิเจนละลายเฉลี่ยต่ำสุดวัดได้ 2.10 มิลลิกรัมต่อลิตร นั่นคือที่ระดับออกซิเจนละลาย 2.19 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีปริมาณของเสีย 1.13×10^9 กิโลกรัม และ 5.20×10^9 กิโลกรัม ที่ระดับน้ำต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ ดังนั้นเมื่อคำนวณความสามารถ การรองรับของเสียของคลองอุต๊ะเกาที่อัตราเพิ่มประชากรร้อยละ 8.59 ต่อปี พบว่าคลองอุต๊ะเกาจะสามารถรองรับของเสียได้อีก 4.62×10^9 ถึง 6.83×10^9 กิโลกรัม ภายในระยะเวลา 26 - 33 ปี ที่ระดับน้ำ 0.76 เมตรและ 2.12 เมตร ตามลำดับ

4.1.2 ความสามารถการรองรับของเสียของพื้นที่ลุ่มน้ำอุต๊ะเกาตอนบน

จากสมการที่ 2

$$DO = 0.937302 + 0.290990Temp - 0.023343TS$$

พิจารณาจุดวิกฤติของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนโดยกำหนดให้ปริมาณออกซิเจนละลายเท่ากับ 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิคงที่ 29.78 องศาเซลเซียส จะได้ว่าปริมาณออกซิเจนละลายจะเป็น 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อปริมาณของแข็งทั้งหมดมีมากถึง 331.08 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นว่าพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำอุต๊ะเกาจะเกิดภาวะวิกฤติเฉพาะปริมาณของแข็งทั้งหมดโดยไม่ได้เกี่ยวข้องกับปริมาณสารอินทรีย์รวมแต่อย่างใด และลักษณะความสัมพันธ์ไม่ได้เป็นเส้นตรง

4.1.3 ความสามารถการรองรับของเสียของคลองอุต๊ะเกาตอนล่าง

จากสมการที่ 5

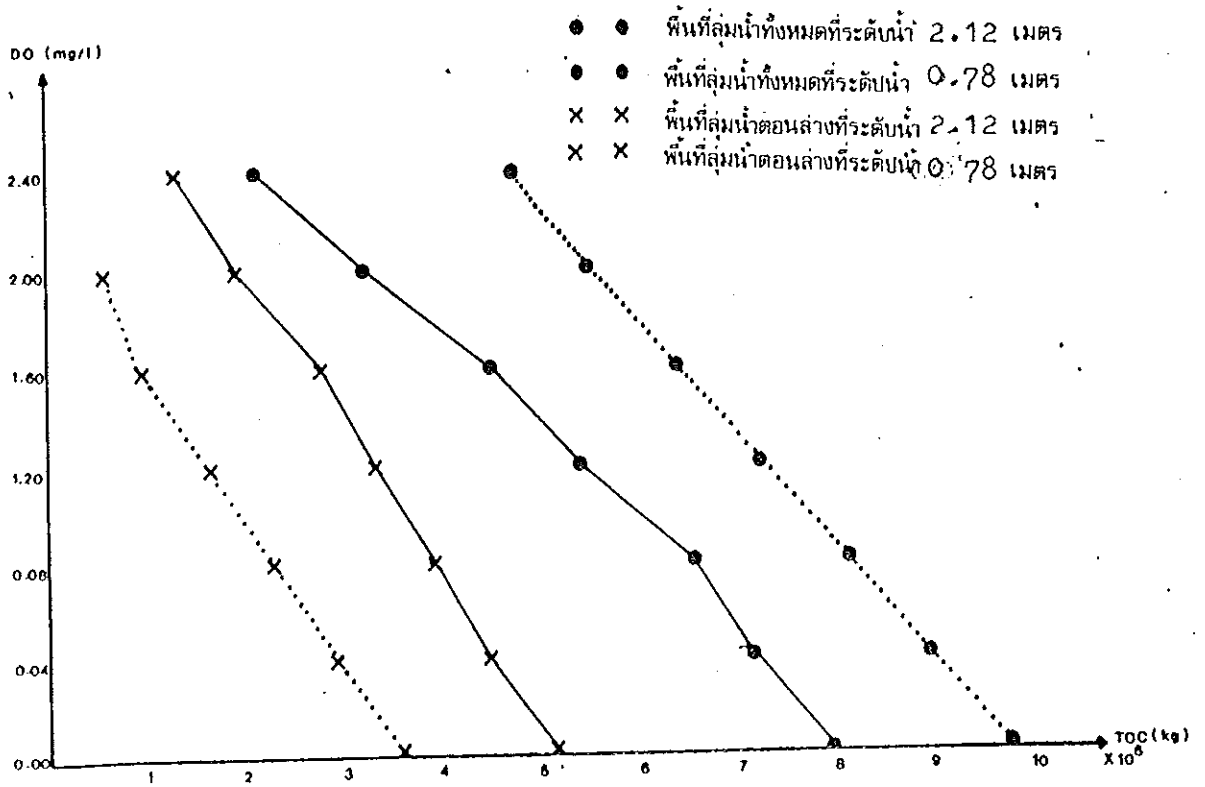
$$DO = 5.286936 - 0.16988SS - 0.000612Conds - 0.000604TOC + 0.728958level$$

พิจารณาจุดวิกฤติที่ปริมาณออกซิเจนละลายเท่ากับ 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ค่าเฉลี่ยปริมาณสารแขวนลอย การนำไฟฟ้าเท่ากับ 88.43 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3515.15 ไมโครซีเมนต์ตามลำดับ จะพบว่าค่าปริมาณสารอินทรีย์รวมอยู่ระหว่าง 3.62×10^9 ถึง 5.26×10^9 กิโลกรัม แสดงว่าที่ระดับปริมาณออกซิเจนละลายต่ำสุดเฉลี่ยวัดได้ 2.10 มิลลิกรัมต่อลิตร พื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุต๊ะเกาตอนล่างมีปริมาณของเสีย 1.45×10^8 ถึง 2.5×10^9 กิโลกรัม ดังนั้นที่อัตราการเพิ่มประชากร 8.59 ต่อปี พบว่าคลองอุต๊ะเกาตอนล่างจะสามารถรับของเสียได้อีก 2.76×10^9

ถึง 3.48×10^9 กิโลกรัม ภายในระยะเวลา 16 - 20 ปีที่ระดับน้ำ 0.76 เมตร และ 2.12 เมตรตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบความสามารถการรองรับของเสียของคลองคูตะเภา

พื้นที่	ระดับน้ำ (เมตร)	ปริมาณของเสีย (กิโลกรัม)	ระยะเวลา วิกฤติ (ปี)
ลำน้ำคูตะเภา	0.76	7.96×10^9	26
	2.12	9.82×10^9	33
คลองคูตะเภาตอนล่าง	0.76	3.62×10^9	16
	2.12	5.26×10^9	20



รูปที่ 4.1 ปริมาณออกซิเจนละลาย และการเพิ่มประชากร

จากสมการที่ 1 และ 5 พบว่าคลองอุ้ตะเภาสสามารถรองรับของเสียได้อีกระยะหนึ่งถึงระดับน้ำต่ำสุด 0.76 เมตร และสูงสุด 2.12 เมตร หรือที่ปริมาณ 22.20×10^6 ลูกบาศก์เมตร และ 198.27×10^6 ลูกบาศก์เมตร ตาลำดับ แต่จากตารางที่ 5.5 จะพบว่าปริมาณน้ำในบางช่วงต่ำกว่าปริมาณน้ำต่ำสุดจากการคำนวณ แสดงว่ายังมีปริมาณน้ำน้อยเท่าใด ช่วงระยะเวลาที่คลองอุ้ตะเภาสจะวิกฤตยิ่งยวดยิ่งสั้นลงเท่านั้น เช่นในปี พ.ศ. 2533 เกิดภาวะความแห้งแล้ง ปริมาณน้ำฝนน้อย ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำ น้ำประปาในจังหวัดสงขลาซึ่งมีแหล่งผลิตน้ำดิบจากคลองอุ้ตะเภาสเต็มจัดจนค่าความเค็มในน้ำสูงถึง 2,700 มิลลิกรัมต่อลิตรเกินมาตรฐานการบริโภคไปถึง 2,100 มิลลิกรัมต่อลิตร สาเหตุมาจากน้ำทะเลจากทะเลสาบสงขลาหนุนทะลักเข้าคลองอุ้ตะเภาส ซึ่งเป็นต้นน้ำในการผลิตน้ำประปา แต่เหตุการณ์ก็ได้คลี่คลายโดยการปล่อยน้ำจืดจากอ่างเก็บน้ำคลองหอรกลงมาช่วงไล่น้ำเค็มในคลองอุ้ตะเภาส พร้อมกับมีการปิดประตูน้ำบริเวณปากคลองอุ้ตะเภาสส่วนที่ออกทะเลทุกด้านเพื่อป้องกันการหนุนเข้ามาของน้ำทะเลอีก (หนังสือพิมพ์ก้าวใหม่ฉบับ วันที่ 1-10 เมษายน 2524) ดังจะสังเกตได้จากตาราง 4.5 ช่วงที่เกิดปัญหาการลุกตัวของน้ำเค็มกับปริมาณน้ำในคลองอุ้ตะเภาสน้อยมาก (3.00-5.07 ล้านลูกบาศก์เมตร) ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ทำให้เกิดการเสื่อมโทรมของลำน้ำ ปลาและสัตว์น้ำเกิดการสูญพันธุ์เป็นจำนวนมาก พืชต่างๆที่อยู่บริเวณคลองก็ได้รับผลกระทบด้วย เช่น ต้นยางพาราบริเวณริมคลองอุ้ตะเภาสเกิดใบเหลืองเป็นจุดๆ เกิดการผลัดใบถึง 2 ครั้งในเพียงปีเดียว เนื่องจากสภาพความเค็มของน้ำในคลองอุ้ตะเภาส



รูปที่ 4.2 ลักษณะใบของต้นยางพาราที่ได้รับอิทธิพลจากการลุกตัวของน้ำเค็มในคลองอุ้ตะเภาส

ปัญหาการขาดแคลนน้ำในปี 2533 ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากและเป็นวิกฤตการณ์ที่ไม่เคยเกิดขึ้นในรอบ 30 ปี ของจังหวัดสงขลา แต่กรมอุตุนิยมวิทยาได้พยากรณ์ว่าในปี พ.ศ. 2534 นี้จะเกิดความแห้งแล้งในจังหวัดสงขลาแน่เพราะฝนที่เคยตกมากในช่วงปลายปีหรือต้นปีกลับตกในปริมาณน้อย ตลอดปี 2533 สามารถวัดปริมาณน้ำฝนได้เพียง 1,400 มิลลิเมตร และเป็นปริมาณน้ำฝนที่วัดได้น้อยที่สุด น้อยกว่าปี 2532 ซึ่งวัดได้ 1,500 มิลลิเมตร และต่ำกว่ามาตรฐานปริมาณน้ำฝนของจังหวัดสงขลาที่เคยวัดได้ 2,000 มิลลิเมตรต่อปีถึง 600 มิลลิเมตร ดังนั้นปริมาณน้ำฝนในแต่ละปีจะเป็นตัวแปรที่จะบ่งชี้ให้เห็นว่าสถานการณ์น้ำตามแหล่งน้ำต่างๆในปีถัดไปจะเป็นอย่างไร เพราะปริมาณน้ำฝนที่มีปริมาณน้อยๆแหล่งน้ำขนาดใหญ่จะสามารถซึมซับเก็บไว้ได้น้อยมาก ทำให้ปีถัดไปไม่มีปริมาณน้ำสำรอง ดังนั้นความเสียหายที่จะเกิดจากการขาดน้ำจึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะการวัดสภาวะอากาศของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออกสำหรับสถานการณ์ปี 2534 นายเกรียงไกร ทอวัฒนาศู ผู้อำนวยการศูนย์ กล่าวไว้ว่า "ตัวแปรที่จะก่อให้เกิดฝนในจังหวัดสงขลาขณะนี้มีน้อยมาก ป่าไม้บนภูเขาถูกทำลายลงไปเป็นจำนวนมากอย่างน่ากลัว ในขณะที่การลุ่มน้ำของดินก็มีน้อย สภาพความชุ่มชื้นของดินแทบไม่มี ฝนที่เคยตกลงมาบ้างไหลผ่านดินสู่ทะเลไปหมดความชุ่มชื้นของดินที่เคยคายกลับสู่อากาศสำหรับการเป็นตัวแปรในการสร้างเมฆฝนไม่มี ภาวะอากาศอย่างนี้น่าเป็นห่วงมาก เพราะจะส่งผลต่อปริมาณน้ำฝนในปีหน้าหากไม่มีมรสุมลูกโตลูกหนึ่งพัดผ่านเข้ามาโอกาสที่ฝนจะทิ้งช่วงนานอย่างปี 2533 มีสูงแน่ ส่วนหน้าแล้งปีนี้นั้นไม่ต้องพูดถึง ปัญหาการขาดแคลนน้ำต้องมีเพราะปริมาณน้ำปีที่แล้วขี้นิดมากเหลือเกินเพราะวัดได้เพียง 1,400 มิลลิเมตรเท่านั้น ต่ำกว่ามาตรฐานถึง 600 มิลลิเมตร แหล่งน้ำขนาดใหญ่คงเก็บน้ำไว้ได้ไม่มาก ทั้งที่การเกษตรปีนี้น่าเป็นห่วงมากที่สุด เพราะแหล่งน้ำในจังหวัดมีไม่กี่แห่ง ทะเลสาบคงทิ้งไม่ได้อยู่แล้ว คงเป็นเรื่องที่ทางจังหวัดจะต้องประสานงานในเรื่องนี้ในส่วนทางศูนย์ฯ. ก็ได้แจ้งไปยังจังหวัดเพื่อออกประกาศให้ประชาชนทราบเรื่องนั้นแล้วและให้เตรียมพร้อมสำหรับสถานการณ์ความแล้งของปีนี้ เพราะคงหลีกเลี่ยงไม่ได้" (หนังสือพิมพ์ก้าวไกล ฉบับวันที่ 1-10 เมษายน 2534)

ซึ่งปริมาณน้ำน้อยกว่าในรอบ 19 ปีที่ผ่านมา (2514-2532) การคาดการณ์ความสามารถในการรองรับของเสียของคลองคูเต่าอยู่ในช่วง 26-33 ปีที่ปริมาณน้ำเฉลี่ย 5.07 และ 77.94 ล้านลูกบาศก์เมตร จะเกิดความเสื่อมโทรมจนถึงขั้นวิกฤติเร็วขึ้น ที่ปริมาณน้ำน้อยกว่า 3.00 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังจะเห็นได้จากปี 2533 ระดับน้ำต่ำสุด 3.00 ล้านลูกบาศก์

เมตร วิกฤติการณ์ดังกล่าวก็ได้แก้ไขผ่านมาแล้วด้วยการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำคลองทรา แต่ภายในปี 2534 เมื่อเกิดสภาวะแห้งแล้ง แหล่งน้ำก็เก็บน้ำได้น้อย ปริมาณน้ำในคลองน้อยอะไรจะเกิดขึ้น และจากสภาพปัจจุบันก็ได้เห็นชัดเจนว่าสภาพของคลองอู่ตะเภาเริ่มเสื่อมสภาพเพราะฉะนั้นเราควรมีมาตรการและวิธีการแก้ไขอย่างไรที่จะรักษาสภาพของคลองที่สำคัญสายนี้ไว้ได้

4.2 แนวทางการแก้ไข

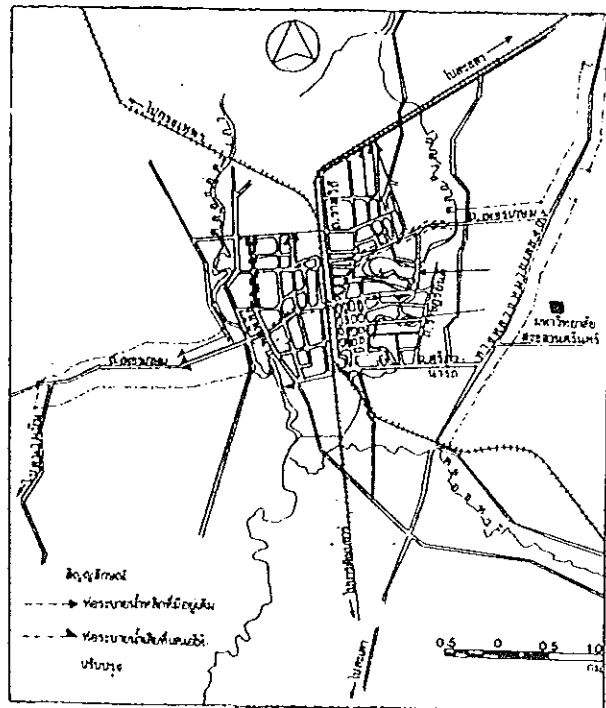
4.2.1 แนวทางการแก้ไขของกระทรวงมหาดไทย

จากสภาพปัญหาการเสื่อมสภาพของคลองอู่ตะเภาดังกล่าว กระทรวงมหาดไทยจึงเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบน้ำเสียในเมืองหาดใหญ่ตามแหล่งชุมชน โดยเสนอแนวทางการแก้ไขเป็น 2 แนวทางคือ

4.2.1.1 การระบายน้ำเสีย

4.2.1.1.1 เขตด้านตะวันออกของทางรถไฟ

ก. ปรับปรุงระบบระบายน้ำเสียตามถนนสายสำคัญ เช่น ถนนกาญจนาภิเษก เป็นต้น เพื่อให้เป็นระบบระบายน้ำหลัก มีทิศทางไหลลงสู่คลองเตย ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การปรับปรุงระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม

ที่มา รายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของการพัฒนาเมืองหาดใหญ่ปี 2526

4.2.1.1.2 เขตด้านตะวันตกรถไฟ

ก. ปรับปรุงให้มีระบบระบายน้ำเสียในพื้นที่ชุมชนด้านตะวันตกของคลองอุตตะเภอบริเวณถนนเพชรเกษมไปรัศมี รูปที่ 4.3 เพื่อระบายน้ำลงบ่อพักน้ำเสียที่สถานีสูบน้ำเพชรเกษมเพื่อสูบน้ำออกไป

ข. คงใช้ระบบระบายน้ำเสียตามถนนเพชรเกษมที่มีอยู่เดิมเป็นระบบระบายหลักต่อไป

ค. ปรับปรุงและจัดสร้างระบบตามแนวถนนศรีสุวรรณารักษ์เพิ่มเติม เพื่อรับน้ำเสียจากชุมชนทางด้านใต้ของถนนดังกล่าว และระบายลงคลองอุตตะเภารูปที่ 4.2

ง. ปรับปรุงและสร้างระบบระบายน้ำเสียบริเวณพื้นที่ชุมชนในเขตรถไฟ (Rail Crossing Component) รูปที่ 4.3

4.2.1.2 การจัดการน้ำเสีย น้ำเสียที่เกิดขึ้นโดยการระบายน้ำเสียลงในคลองอุตตะเภากลางและคลองเตยทำให้คุณภาพน้ำลดต่ำลง มีผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ จึงควรรหาแนวทางเพื่อรวบรวมน้ำเสียไปยังพื้นที่ห่างจากชุมชนเพื่อทำการบำบัดต่อไป จากรายงานของ Mc. Cabe (1983) สามารถสรุปได้ดังนี้

4.2.1.2.1 ระบบรวมน้ำเสีย

ก. ด้านตะวันออกทางรถไฟ จากตารางที่ 4.7 และ 4.8 Mc. Cabe ได้เสนอแนวทางเลือกไว้ 3 ทางและเสนอให้ใช้แนวทางเลือกที่ 1 เป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุดคือ

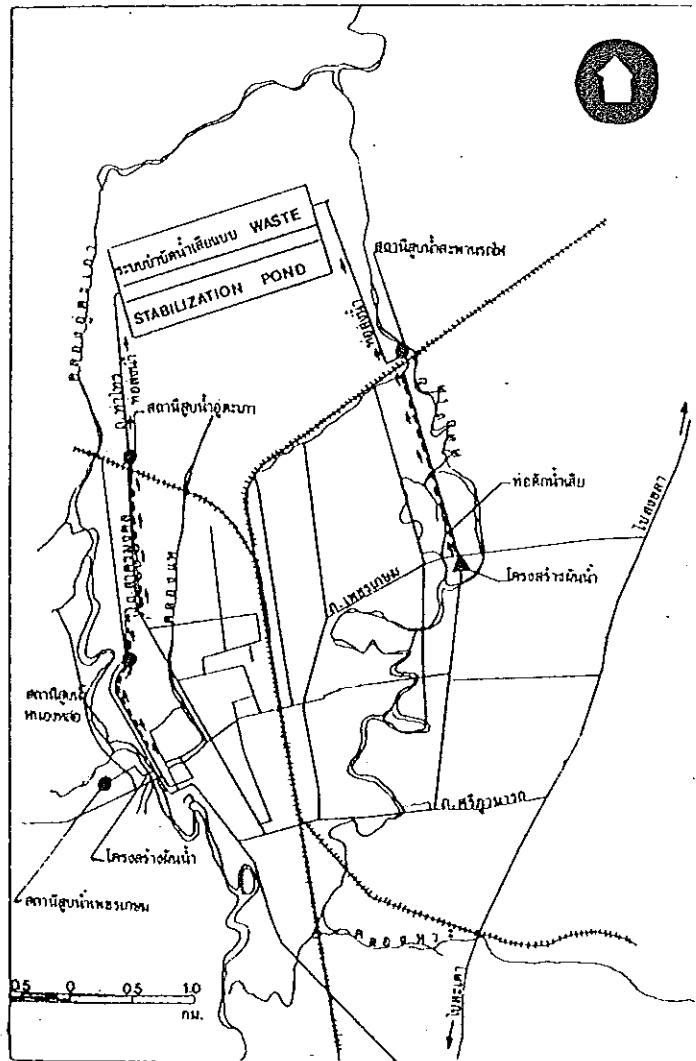
(1) สร้างท่อตักน้ำเสีย (Intereceptor) ตามแนวคลองเตยด้านตะวันตกจากแนวถนนเพชรเกษมขึ้นไปทางเหนือถึงทางรถไฟเพื่อรวบรวมน้ำเสียจากชุมชนแนวถนนเพชรเกษมและพื้นที่ชุมชนท่าตอนเหนือของเมืองหาดใหญ่ น้ำเสียไหลตามธรรมชาติ (Gravity flow) ดังรูปที่ 4.3

(2) สร้างแนวตักน้ำ (Division Structure) ที่บริเวณถนนเพชรเกษมผ่านคลองเตยเพื่อเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำในคลองเตยช่วงด้านใต้ถนนเพชรเกษมในช่วงฤดูแล้ง (Dry Weather Flow) ซึ่งยังคงใช้เป็นทางระบายน้ำเสียต่อไปให้ไหลเข้าสู่ระบบตักน้ำเสีย (ข้อ ก (1) ของ ข้อ 4.2.1.1.2) ดังรูปที่ 4.4

(3) พื้นที่ชุมชนด้านใต้ถนนเพชรเกษมยังคงให้ระบายน้ำเสียลงคลองเตยตลอดแนวต่อไป

(4) น้ำเสียจากข้อ ก (1) และ ก (2) ในข้อ 4.2.1.1.2 จะไหลตามท่อ
ดักน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดต่อไป

(5) คลองเตยช่วงตั้งแต่ถนนเพชรเกษมไปทางเหนือจนถึงจุดบรรจบกับคลอง
คูตะเภาะจะ ไม่ ได้รับน้ำเสียจากชุมชนขนาดใหญ่ต่อไปและยังสามารถปรับปรุงให้ใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ
ได้อีกในอนาคต



รูปที่ 4.4 ระบบรวบรวมน้ำเสียและที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย

ที่มา Mc. Cabe, W.T., 1983 Wastewater Management Planning Project For Hat Yai and Songkhla Municipalities, prepared for ONEB.

ข. ด้านตะวันตกของทางรถไฟ จากรายงาน Mc. Cabe เสนอแนวทางเลือกไว้ 3 ทาง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียแล้วแนวทางที่ 3 เหมาะสมที่สุดคือ

(1) ปิดกั้นทางระบายน้ำเสียแนวถนนเพชรเกษม ไม่ให้ไหลลงคลองอุ้ตะเภาก่อต่อไป ยกเว้นในช่วงฤดูฝน

(2) สร้างระบบระบายน้ำเสียตามแนวถนนสาครมงคลขึ้นไปทางเหนือเพื่อระบายน้ำเสียเข้าสู่บ่อกักน้ำเสียที่สถานีสูบน้ำทองหล่อ (Nong Lo Pumping Station) ซึ่งจะเป็นแบบ Lift pump เพื่อยกระดับให้สูงขึ้นดังรูป 4.4

(3) สร้างระบบบำบัดตามแนวถนนสาครมงคลต่อจากข้อ ข. (2) ของข้อ 4.2.2.1 ขึ้นไปทางเหนือจนถึงบ่อกักน้ำเสียที่สถานีสูบน้ำอุ้ตะเภากวบริเวณทางรถไฟดังรูปที่ 5.4

(4) ระบบบำบัดน้ำเสียในข้อ ข (2) และ ข (3) ของข้อ 4.2.1.1.2 จะเป็นแบบไหลตามธรรมชาติรับน้ำเสียจากชุมชนแนวถนนเพชรเกษมและชุมชนด้านเหนือถนนเพชรเกษม

(5) สร้างแนวคันน้ำที่บริเวณจุดปิดกั้นทางน้ำเสียในข้อ ข (1) ของข้อ 4.2.1.1.2 เพื่อคันน้ำในช่วงหน้าแล้งเข้าสู่ระบบระบายน้ำเสียถนนสาครมงคล

(6) ส่วนน้ำเสียจากพื้นที่ด้านตะวันตกของคลองอุ้ตะเภารูปที่ 4.4 จะไหลลงบ่อกักน้ำเสียบริเวณสถานีสูบน้ำเพชรเกษมก่อนสูบไปยังระบบโครงสร้างคันน้ำ ข้อ (5) ของข้อ 4.2.1.1.2

(7) ชุมชนบริเวณแนวคลองแห (Khlong Hae) ยังคงสามารถระบายน้ำเสียลงคลองได้และน้ำเสียจากคลองแหในช่วงหน้าแล้งจะถูกคันให้ไหลตามคูระบายน้ำด้านเหนือทางรถไฟเข้าสู่สถานีสูบน้ำอุ้ตะเภารูปที่ 4.4

4.2.1.2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียและที่ตั้ง

ก. ระบบบำบัดน้ำเสีย Mc. Cabe เสนอให้ใช้แบบ waste Stabilization Ponds สำหรับการจัดการน้ำเสียชุมชนเมืองหาดใหญ่โดยสามารถรับน้ำเสียในปี พ.ศ. 2544 ได้ประมาณ 133,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเห็นด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศของภูมิอากาศของเมืองหาดใหญ่รวมทั้งง่ายต่อการควบคุมดูแลและประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียในระยะยาวแม้ว่าจะใช้พื้นที่มากก็ตาม

ข. ที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย Mc. Cabe เสนอให้จัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย

แบบบ่อฝัง ดังกล่าวในพื้นที่ห่างจากทางรถไฟไปทางด้านเหนือประมาณ 2 กิโลเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ห่างจากชุมชนโดยใช้พื้นที่ที่ต้องการประมาณ 1,125 ไร่

4.2.2 แนวทางการแก้ไขของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

นอกจากแผนงานเกี่ยวกับการระบายและระบบบำบัดน้ำเสียของการศึกษาความเป็นไปได้ของการพัฒนาเมืองหลักหาดใหญ่ปี 2526 ของกระทรวงมหาดไทยและ Mc. Cabe (1983) ซึ่งเป็นแนวทางในการลดน้ำเสียจากชุมชนเมืองหาดใหญ่ลงสู่คลองอุ้ตะเภาแล้วสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติยังได้เสนอแผนงานในการแก้ไขระยะสั้นและระยะยาวคือ

แผนงานระยะสั้น มีดังนี้คือ

1. เทศบาลเมืองหาดใหญ่ ควรพิจารณาดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นตามที่รายงานการศึกษาความเป็นไปได้สำหรับโครงการพัฒนาเมืองหลักหาดใหญ่ของกระทรวงมหาดไทย
2. ให้เร่งรัดการดำเนินงานโครงการควบคุมโรงงานอุตสาหกรรมในเขตตัวเมืองให้มีการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงลักษณะน้ำทิ้งให้ได้มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (รายละเอียดมาตรฐานน้ำทิ้งในภาคผนวก ค)
3. เร่งรัดให้ตลาดสดและโรงฆ่าสัตว์มีการจัดการน้ำเสียที่เหมาะสมก่อนที่จะระบายลงสู่ระบบระบายน้ำเสียสาธารณะหรือแหล่งน้ำ ทั้งนี้จะต้องศึกษารายละเอียดกันต่อไป
4. เทศบาลเมืองหาดใหญ่จะต้องควบคุมดูแลอย่างเข้มงวดไม่ให้มีการต่อท่อระบายน้ำเสียจากส้วมลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะหรือแหล่งน้ำโดยตรง

แผนระยะยาว มีดังนี้คือ

1. พิจารณากำหนดแนวทางและมาตรการควบคุมแหล่งน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปาและจัดหาแหล่งน้ำดิบเพิ่มทั้งในปัจจุบันและอนาคตสำหรับเมืองหาดใหญ่-สงขลา (ประสานงานกันระหว่างเทศบาลเมืองหาดใหญ่ การประปาภูมิภาค และสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ)
 - 1.1 กำหนดขอบเขตของคลองอุ้ตะเภาเพื่อเป็นเขตอนุรักษ์สำหรับเป็นแหล่งผลิตน้ำประปา ทั้งนี้จะต้องศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม
 - 1.2 การประปาภูมิภาคหาดใหญ่ควรตรวจสอบคุณภาพน้ำในเขตแหล่งน้ำดิบเป็นระยะๆ เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่ต้องการ

1.3 กำหนดให้คลองอุต๊ะเกาช่วงที่เป็น เขตอนุรักษ์แหล่งน้ำดิบผลิตน้ำประปาเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ซึ่งคุณภาพน้ำบริเวณจุดสูบน้ำปัจจุบันมีระดับได้ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 อยู่แล้ว (รายละเอียดคุณภาพแหล่งน้ำในภาคผนวก ค)

1.4 เทศบาลเมืองหาดใหญ่ ต้องควบคุมดูแลไม่ให้มีการระบายน้ำเสียลงแหล่งน้ำที่เป็นเขตอนุรักษ์สำหรับผลิตน้ำประปา

2. แหล่งชุมชนที่จะขยายใหม่ในเขตเทศบาลเมืองหาดใหญ่ต้องควบคุมไม่ให้ต่อท่อระบายของเสียส่วนลงท่อสาธารณะหรือแหล่งน้ำโดยตรง

3. ในกรณีที่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมของเมืองหาดใหญ่ในอนาคต อาจพิจารณาให้แหล่งชุมชนต่อท่อระบายจากส่วนลงท่อระบายน้ำสาธารณะเพื่อรวบรวมเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวม ทั้งนี้จะพิจารณาถึงความเป็นไปได้รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงข้อบัญญัติให้เหมาะสมต่อไป

4. การจัดการน้ำเสียชุมชนหาดใหญ่ ตามวิธีการที่เสนอโดย Mc. Cabe มีค่าค่อนข้างสูงทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียและค่าที่ดินสูง ดังนั้นถ้าหากจะพิจารณาบำบัดเฉพาะน้ำเสียจากชุมชนอาจลดปริมาณพื้นที่บ่อบำบัดลงได้ โดยแยกบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมไม่ให้รวมกับระบบบำบัดน้ำเสียรวม จะสามารถลดปริมาณน้ำเสียลงได้จาก 133,200 ลูกบาศก์เมตรต่อวันเป็น 116,320 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (ร้อยละ 13) ซึ่งจะประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและค่าที่ดินดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกต่างๆที่ Mc. Cabe เสนอสำหรับพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟเมืองหลวงใหญ่ (Mc. Cabe, เสนอให้ใช้ทางเลือกที่ 1)

ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2	ทางเลือกที่ 3
Pru Kai Son Interceptor	East Railway Bridge Diversion	Thung Pan Diversion
<p>แนวทาง : (รูปที่ 3)</p> <ol style="list-style-type: none"> คลองเตลช่วงใต้ถนนเพชรเกษมลงไปถึงคลองรับน้ำเสียต่อไป คลองเตลช่วงเหนือถนนเพชรเกษมขึ้นไปจะให้ได้รับน้ำเสีย มี Diversion structure บริเวณถนนเพชรเกษมผันน้ำจากคลองเตลเข้าสู่ที่ลัดน้ำเสีย ใช้ที่ลัดน้ำเสียแทนที่ก่อสร้างน้ำเสีย <ol style="list-style-type: none"> ที่ลัดน้ำเสียขนาดกั้นแนวคลองเตลจากถนนเพชรเกษม ไปจนถึงระบบบำบัดน้ำเสีย โดยได้ใช้ถนนพหลโยธิน ที่ลัดน้ำเสียขนาดกั้นแนวคลองเตลจากถนนเพชรเกษมถึงทางรถไฟเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย (รูปที่ 2) <p>ข้อดี</p> <ol style="list-style-type: none"> คลองเตลช่วงเหนือถนนเพชรเกษมไม่ต้องรับน้ำเสีย และสามารถใช้ประโยชน์อื่นๆได้ ไม่ต้องปรับปรุงคลองเตล <p>ข้อเสีย</p> <ol style="list-style-type: none"> ค่าใช้จ่ายสูง 	<p>แนวทาง :</p> <ol style="list-style-type: none"> เหมือนเดิมทางเลือกที่ 1 คลองเตลช่วงเหนือถนนเพชรเกษมขึ้นไปถึงทางรถไฟซึ่งใช้เป็นทางระบายน้ำเสีย มี Diversion structure บริเวณเหนือต้นน้ำจากคลองเตลเข้าสู่สถานีสูบน้ำส่งน้ำตามท่อส่งน้ำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย <p>ข้อดี</p> <ol style="list-style-type: none"> คลองเตลบางช่วงที่ลัดเหนือทางรถไฟ จะไม่ได้รับน้ำเสีย ค่าใช้จ่ายไม่สูงมาก <p>ข้อเสีย</p> <ol style="list-style-type: none"> ต้องปรับปรุงคลองเตลช่วงใต้ทางรถไฟไปยังถนนเพชรเกษม ซึ่งจะมีระยะทางประมาณ 2.3 กม. ไม่สามารถใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆจากช่วงเหนือถนนเพชรเกษมขึ้นไปถึงทางรถไฟ 	<p>แนวทาง :</p> <ol style="list-style-type: none"> คลองเตลตลอดสายเป็นทางระบายน้ำเสีย มี Diversion Structure บริเวณ Thung Pan เหนือทางรถไฟประมาณ 2 กิโลเมตร ผันน้ำเสียเข้าสู่สถานีสูบน้ำเสีย ล้อมส่งตามท่อส่งน้ำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย <p>ข้อดี</p> <ol style="list-style-type: none"> ไม่ต้องสร้างที่ระบายน้ำเสีย ค่าใช้จ่ายต่ำกว่าทางเลือกที่ 1 และ 2 ไม่ต้องปรับปรุงคลองเตล แต่ต้องขนน้ำที่สามารถรับน้ำเสียได้ ตลอดช่วงจุดหนึ่ง <p>ข้อเสีย</p> <ol style="list-style-type: none"> ในอนาคตถ้าคลองเตลไม่สามารถรับน้ำเสียได้ จะต้องปรับปรุงคลอง ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายสูง ไม่สามารถใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆจากคลองเตลได้ ลัด นอกจากเป็นทางระบายน้ำเสียเท่านั้น

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบความแตกต่างของทางเลือกต่างๆที่ Mc. Cabe เสนอสำหรับพื้นที่ด้านตะวันตกของทางรถไฟเมืองหาดใหญ่ (Mc. Cabe เสนอไว้ใช้ทางเลือกที่ 3)

ทางเลือกที่ 1 Khlong Hae Central Alignment	ทางเลือกที่ 2 Khlong Hae-Nong Ro Alignment	ทางเลือกที่ 3 Sakbon Mongkhon Levee Alignment
<p>แนวทาง :</p> <p>1. เปิดน้ำเข้าเพื่อระบายจากระบบระบายน้ำถนนเพชรเกษมลงสู่คูระบายน้ำคลองใต้เฉพาะน้ำฝน</p> <p>2. ใช้ Low-Lift Pump บริเวณหนองหล่มยกระดับน้ำให้เข้าสู่ระบบระบายน้ำเสียผ่านคูระบายน้ำเสียจากคลองหน้ำเข้าสู่อำเภอเมืองบริเวณเหนือทางรถไฟใกล้คลอง</p> <p>ข้อดี</p> <p>คูระบายน้ำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย</p> <p>1. ใช้น้ำเสียไหลลงคลองคูระบายน้ำ</p> <p>ข้อเสีย</p> <p>1. รั่วซึมในพื้นที่ด้านตะวันตกของคลองคูระบายน้ำ (พื้นที่ทางหลวง) ซึ่งควรระบายน้ำเสียลงคลองคูระบายน้ำ</p> <p>2. น้ำเสียไหลเข้าสู่สถานีสูบน้ำเนื่องจากใช้ Low-Lift Pump</p> <p>3. จากข้อ 2 และเมื่อมีปริมาณน้ำเสียมากจะทำให้เกิดน้ำไหลกลับ (Backwater) เข้าสู่ระบบระบายน้ำถนนเพชรเกษม มีปัญหากลิ่นเหม็นและการอุดตันของท่อระบายน้ำ</p>	<p>แนวทาง :</p> <p>1. เหมือนทางเลือกที่ 1</p> <p>2. เพื่อลดปัญหาที่ไหลกลับที่เกิดจากทางเลือกที่ 1</p> <p>3. ปรับปรุงระบบระบายน้ำถนนสำหรับคลองและระบายน้ำเพชรเกษม</p> <p>4. นำน้ำเสียไหลจากระบบระบายน้ำสำหรับทางถนนเพชรเกษม (gravity flow) เข้าสู่สถานีสูบน้ำ (Lift Pump) ที่หนองหล่ม ซึ่งจะยกระดับน้ำให้ไหลลงสู่คูระบายน้ำจากคลองหน้ำเข้า</p> <p>ข้อดี</p> <p>1. ลดปัญหาที่ไหลกลับ</p> <p>2. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>ข้อเสีย</p> <p>1. รั่วซึมในพื้นที่ทางหลวงซึ่งไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>2. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>ข้อดี</p> <p>1. รั่วซึมในพื้นที่ทางหลวงซึ่งไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>2. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>ข้อดี</p> <p>1. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>2. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>ข้อดี</p> <p>1. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>2. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p>	<p>แนวทาง :</p> <p>1. เหมือนทางเลือกที่ 1</p> <p>2. มี Diversion structure บริเวณเหนือคันน้ำเขื่อนถนนเพชรเกษม เพื่อผันน้ำเสียที่จากถนนเพชรเกษมเหนือ-ใต้ และพื้นที่ทางถนนให้ไหลลงสู่คูระบายน้ำถนนเพชรเกษมเข้าสู่สถานีสูบน้ำ (Lift Pump) ที่หนองหล่ม</p> <p>3. สถานีสูบน้ำหนองหล่มยกระดับน้ำให้ไหลลงสู่คูระบายน้ำถนนเพชรเกษมเข้าสู่สถานีสูบน้ำลุ่มคูระบายน้ำจากคลองหน้ำเข้าสู่อำเภอเมือง</p> <p>4. มีคูระบายน้ำจากคลองหน้ำเข้าสู่อำเภอเมือง</p> <p>5. สถานีสูบน้ำลุ่มคูระบายน้ำจากคลองหน้ำเข้าสู่อำเภอเมือง</p> <p>ข้อดี</p> <p>1. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>2. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>ข้อดี</p> <p>1. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>2. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>ข้อดี</p> <p>1. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>2. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>ข้อดี</p> <p>1. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p> <p>2. ใช้น้ำเสียจากด้านตะวันตกของทางรถไฟไหลลงสู่คูระบายน้ำ</p>

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบพื้นที่และค่าใช้จ่ายสำหรับราคาที่ดินและการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียของเมืองหาดใหญ่

รายละเอียด	Mc. Cabe	วล.	ลดค่าใช้จ่าย	ร้อยละ
1. พื้นที่ : ไร่	1,125	980	145	13
2. ค่าใช้จ่าย : ล้านบาท	255	222	33	13
2.1 ที่ดิน	169	147	22	13
2.2 ค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย	86	70	11	13

ที่มา การประเมินของ Mc. Cabe และสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

4.2.3 แนวทางการแก้ไขในทัศนะของผู้วิจัย

นอกจากแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยการวางแผนการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียของกระทรวงมหาดไทยหรือแผนการแก้ไขระยะสั้นและระยะยาวของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ประชาชน และหน่วยงานอื่นๆ เพราะแหล่งน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติของทุกคน ในเรื่องการแก้ไขและการจัดการเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเพื่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์นั้น เป็นเรื่องที่มีขอบข่ายงานเกี่ยวข้องกับหน่วยงานและหน่วยงานและมีความสัมพันธ์กับประชาชนทุกระดับ ทั้งในชนบทและในเมือง ซึ่งประชาชนแต่ละกลุ่มแต่ละระดับจะมีความแตกต่างกันทั้งพื้นฐานความรู้ อาชีพ เพศ วัย และปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยเฉพาะความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่มสิ่งแวดล้อมและความรุนแรงของผลกระทบที่จะเกิดขึ้น ดังนั้นหน่วยงานของรัฐจึงควรที่จะสร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ประชาชนทั่วไปมีความเข้าใจที่ถูกต้องและตระหนักในสิ่งที่ การดำเนินการสร้างจิตสำนึก การให้การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชนจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมากนอกจากการใช้เทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสียหรือออกมาตรการการควบคุมป้องกันมิให้มีการปล่อยน้ำเสียอย่างผิดวิธีโดยการออกกฎหมายควบคุมผู้กระทำผิดแล้ว อาจทำได้โดย

1. การให้การศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม
 - 1.1 การให้การศึกษาในสถานประกอบการศึกษาต่างๆ เพิ่มมากขึ้น
 - 1.2 การฝึกอบรม ประชุม สัมมนา
 - 1.3 การดำเนินงานด้านการให้การศึกษาในระดับท้องถิ่น
2. การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์งานด้านสิ่งแวดล้อม
 - 2.1 การสร้างสื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์
 - 2.2 การเผยแพร่ผ่านสื่อมวลชน
3. การรณรงค์ด้านสิ่งแวดล้อม
 - 3.1 การรณรงค์ด้านสิ่งแวดล้อมโดยภาครัฐบาล
 - 3.2 การรณรงค์ด้านสิ่งแวดล้อมโดยภาคเอกชน
 - 3.3 การรณรงค์ด้านสิ่งแวดล้อมโดยองค์กรนอกกระบวนราชการ (Non-government Organizations NGOs)
4. การสร้างแรงจูงใจ
เป็นต้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เนื่องจากระยะเวลาที่มีจำกัด ทำให้ศึกษารายละเอียดไม่ได้มากนัก หากมีผู้สนใจศึกษาในโอกาสต่อไป ผู้วิจัยจึงใคร่ขอเสนอแนวทางในการศึกษาดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์แต่ละพารามิเตอร์ที่ระดับความลึกต่างๆกัน
2. ความสามารถการรองรับของเสียของคลองหรือลำน้ำสาขาของคลองอุต๊ะเกา

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ สิริสิงห์ และ กฤษณ์ เทียงประสิทธิ์. 2519. เคมี่ของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. ภาควิชาสุขอนามัยและชีววิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ. (โรเนียว)
- กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2522. เคมี่ของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. บริษัทสารมวลชนจำกัด. กรุงเทพฯ. 286 หน้า.
- กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2525. เคมี่ของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. บริษัทสารมวลชนจำกัด. กรุงเทพฯ. 330 หน้า.
- กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2526. เคมี่ของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. บริษัทสารมวลชนจำกัด. กรุงเทพฯ. 337 หน้า.
- กานดา พูลลาภทวี. 2530. สถิติเพื่อการวิจัย. ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์. กรุงเทพฯ. 530 หน้า. 8 เกษม จันทร์แก้ว. 2515. อุกกวิทยาเล่มนี้. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. (โรเนียว)
- กองอนามัยสิ่งแวดล้อม. 2530. สรุปสถานการณ์คุณภาพแหล่งน้ำปี 30. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. 4 หน้า.
- กองวิชาการสถิติ. 2523. สถิติจำนวนประชากร. กองวิชาการสถิติ สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. กรุงเทพฯ.
- กานดา พูลลาภทวี. 2525. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 126 หน้า.
- กานดา พูลลาภทวี. 2526. หลักการจัดการลุ่มน้ำ. อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 148 หน้า.
- เกษมสันต์ สุวรรณรัตน์. 2512. น้ำเสียในแม่น้ำเจ้าพระยา. พิมพ์อัดสำเนา. 9 หน้า
- จักรพงษ์ เจิมศิริ. 2520. อิทธิพลของคุณภาพน้ำต่อการเจริญเติบโตของพืช เคมี่และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เล่ม 3. (น้ำสำหรับเกษตร). กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- จุฑาธิป อยู่เย็น. 2523. การวิเคราะห์แบคทีเรียจากลุ่มน้ำป่าดิบเขาบริเวณดอยปู่ เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- จำเนียร วนสีลังกูร และนิวัตติ เรื่องพานิช. 2524. คุณภาพของน้ำทางด้านกายภาพและเคมี ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ณ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราช รายงาน วนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 81. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- ชนะ ไสวกรักษ์. 2533. ศัพท์ไมโครคอมพิวเตอร์. บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ปจำกัด. กรุงเทพฯ. หน้า 5.
- ณรงค์ ณ เชียงใหม่ และ กรรณิศา วิทย์สุภากรณ์. 2525. รายงานการประเมินผลภาวะของ คลองอุ้มตะเปา. เอกสารการวิจัยหมายเลข 2. ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. หน้า 2.
- ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2523. รายงานการวิจัยทะเลสาบสงขลา เสนอสำนักงานคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์. หน้า 138 - 145.
- ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2527. รายงานการประเมินผลภาวะของคลองอุ้มตะเปา. เอกสารการ วิจัยหมายเลข 2 ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์. หน้า 6 - 10.
- ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2528. อนามัยสิ่งแวดล้อมชุมชน. ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์วิทยาลัยสงขลานครินทร์. หน้า 40 - 56.
- ดัญญ ลิ้มปดัญญ. 2525. รายงานโครงการวิจัยทะเลสาบสงขลา. เอกสารการวิจัยหมายเลข 6. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. หน้า 8 - 9.
- ธีรศักดิ์ บุญชูดวง. 2523. ผลกระทบจากการใช้ที่ดินประเภทต่างๆต่อสมบัติบางประการของน้ำ บริเวณดอยปู่ย. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. 2528. เคมี่เล่มที่ 2. อักษรเจริญทัศน์. กรุงเทพฯ. หน้า. 259 - 365.
- นิวัตติ เรื่องพานิช. 2511. รายงานการเก็บข้อมูลวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอยปู่ย เชียงใหม่. แผนภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (โรเนียว)
- นิวัตติ เรื่องพานิช. 2517. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพฯ. หน้า 17 - 36.

- นิตยา มหาผล และ ประพนอม ภูวนัตตริย์. 2530. แนวทางการควบคุมคุณภาพแหล่งน้ำ.
กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. หน้า 1 - 12.
- เบญจา พวงสุวรรณ. 2524. รายงานการวิเคราะห์ผลงานวิจัยอันดับ 6 น้ำทิ้งน้ำเสีย พ.ศ.
2514 - 2523. กองวิเคราะห์โครงการและประเมินผล สำนักงานคณะกรรมการวิจัย
แห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. หน้า 1 - 15.
- เปี่ยมศักดิ์ มานะเศวต. 2533. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
กรุงเทพฯ. 288 หน้า.
- ธงชัย พรรณาสวัสดิ์. 2525. คู่มือวิเคราะห์น้ำทิ้ง. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
กรุงเทพฯ. หน้า 24 - 50.
- พจนีย์ สร้อยเงิน. 2532. ศึกษาโลหะหนัก (ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสีและทองแดง) ในน้ำ
ธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พิน รัตนะ. 2531. สุขภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2512 - 2531. บทความทางวิชาการ
กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข. หน้า 1- 5.
- พินล เรียงวัฒนา และชัยวัฒน์ เจนวนิชย์. 2525. เคมีสภาวะแวดล้อม.
สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 215 น.
- วิชัย แซ่จิว. 2533. รายงานเบื้องต้น โครงการการศึกษาความเป็นไปได้ของระบบเตือนภัย
ล่วงหน้าเกี่ยวกับอุทกภัยในเขตสะเดา-หาดใหญ่ ส่งต่อสถาบันวิจัยจุฬาลงกรณ์.
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ไพพรรณ พรประภา. 2526. คู่มือปฏิบัติการสำหรับวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. ภาควิชาวิศวกรรม
สุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (โรเนียว)
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2522. คุณสมบัติของน้ำกับการเลี้ยงปลา. วารสารการประมง 32 :
145 - 149.
- ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2526. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศูนย์ประสานการพัฒนาชนบทจังหวัดสงขลา. 2532. เอกสารแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรและ
สิ่งแวดล้อมจังหวัดสงขลา. หน้า 32.
- ศุภวัตร อินทะหลาย. 2520. ดินเกลือ. วารสารสายชล. 9 : 19 - 30.

- สุธิน พงษาภาสศิริ. 2523. ผลกระทบของการเกษตรแบบเช่าต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำ
ลำธารที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- สุธรรม สิทธิชัยเกษม ชลัญญา ธารบุปผา สุวรรณี นอกระโทก กิติพงษ์ ลิจสัตยกุล. 2523.
โครงการสำรวจคุณสมบัติและปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมประมงทะเลใน
บริเวณปากแม่น้ำของอ่าวไทยตอนบน. กองประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท). 2522. รายงานปริมาณน้ำเสียที่
เกิดจากชุมชนในเขตเทศบาลเมืองหาดใหญ่ปี 2522.
- สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. 2521a. การสำรวจและปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตปลาในอ่างเก็บน้ำ
ห้วยหลวง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2.
- สนิท อักษรแก้ว. 2532. ป่าชายเลนนิเวศวิทยาและการจัดการ. ห้างหุ้นส่วนจำกัดคอมพิวเตอร์
เวอริโซซิงค์. กรุงเทพฯ. หน้า 42.
- สมสุข รัชกาลชีพ. 2524. นิเวศวิทยา. สำนักพิมพ์แพรวพิกษากรุงเทพฯ. 212 หน้า.
- สวัสดิ์ วัชรโรยาน. 2519. สารคอลลอยด์ในดิน. โรงพิมพ์จุฑุสภา. กรุงเทพฯ.
- สุริย์ สอนสมบูรณ์. 2521a. ความเป็นพิษของน้ำเค็ม คุณภาพน้ำในงานชลประทาน คู่มือเกษตร
ชลประทานเล่มที่ 15. กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุริย์ สอนสมบูรณ์. 2521. สารพิษในน้ำชลประทาน กรมชลประทานกับสิ่งแวดล้อม คู่มือเกษตร
ชลประทานเล่มที่ 17. กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2523. รายงานการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในคลอง
อุ้มทะเกาปี 2523.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2524. รายงานการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในคลอง
อุ้มทะเกาปี 2524.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2526. รายงานการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในคลอง
อุ้มทะเกาปี 2526.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2531. รายงานการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในคลอง
อุ้มทะเกาปี 2531.

- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2531. รายงานแนวทางแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ
มูลฝอยในเทศบาลเมืองหาดใหญ่ โครงการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมเมืองหลัก
กุมภาพันธ์ 2531.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2523. รายงานการสำรวจอ่าวไทย (ตอนบน) ครั้งที่
15-16 (มิถุนายน - กันยายน 2520). กองโครงการและประสานงานวิจัย
สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- สำนักงานประปาเขต 5 จังหวัดสงขลา. 2523. รายงานผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้าน
กายภาพและเคมี พ.ศ. 2528 - 2533. กรมประปาส่วนภูมิภาค กระทรวงมหาดไทย.
- สำนักวิจัยและพัฒนา. 2525. รายงานการประเมินผลภาวะคลองอู่ตะเภา พ.ศ. 2524 -
2525. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สำนักวิจัยและพัฒนา. 2531. รายงานการประเมินผลภาวะคลองอู่ตะเภา พ.ศ. 2531.
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อนันต์ศักดิ์ ส่องพราย. 2525. ผลกระทบจากการใช้ที่ดินประเภทต่างๆบนชุมชนเขาต่อคุณภาพน้ำ
บริเวณดอยขุขะและทุ่งจือ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- APHA - AWWA - WPCF. 1975. Standard method for examination of water and
wastewater. American Public Health Association, Inc. New York.
- APHA - AWWA - WPCF. 1985. Standard method for examination of water and
wastewater. American Public Health Association, Inc. New York.
- Ayers, S.R. and Bronson, R. 1977. Guidelines for interpretation of
agriculture water quality. California Agriculture. 3 : 250-253.
- Ayers, S.R. and Westcott D.W. 1966. Water quality for agriculture
irrigation and drainage paper 29. FAO.
- Bayle, I.A.E. and Williams, W.D. 1973. Inland waters and their
ecology. Longman. Australia.
- Borman, F.H. 1969. Biotic regulation of particulate and solution
losses from a forest ecosystem. Bio. Sci. 19 : 600 - 610.

- Coombs, P. and Funke, J.W. 1970. A guide to water treatment in low pressure and medium pressure boilers. CSJR Guid 15 UDC 621. Africa.
- Christensen, M.H. and Harrenmoes, P. 1973. A literature review of biological definition of sewage conference on nitrogen as a water pollution. Water Resource : 71 - 73.
- Defferyers, K.S. 1965. Carbonate equilibrium : a graphic and algebraic approach. Limol Oceanographie 10 : 412 - 426.
- EPA. 1971. Method for chemical analysis of water and waste. Washington D.C.
- EPA. 1973. Water quality criteria 1972 : 4 report of the committee on water quality criteria. Environmental Studies. Board. Washington D.C.
- EPA. 1980. Water quality criteria 1979. A report of the Committee on water quality criteria. Environmental Studies Board. Washington. D.C.
- Fisher, S.G. and Likens, G.E. 1973. Energy flow in bear brook new hamshire : An integrative approach to stream ecosystem metabolism. Ecology 43 : 421 - 439.
- Gorham, E. 1976. Acid precipitation and its influence upon aquatic ecosystem an overview. Air and Soil pollution 6 : 457 - 478.
- Jacob Coben, 1975. Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Science. John Wiley and Son New York. p. 102
- Hewlett, J.D. and Nutter, W.L. 1969. Forest hydrology. University of Georgia press. Athen. 137 p.

- Howorth, F.H. Na Chaingmai P. and Phiacharoen. 1965. Ground water resources Development of northeastern Thailand. Department of mineral resource. Bangkok Thailand.
- Hynes, H.B.N. 1970. The ecology of running water Liverpool L7 7AF - Liverpool University Press. England.
- Hummer, M.J. 1975. Water and wastewater technology. John Wiley and sons Inc. New York.
- John Tayler and Sons; Pater Ltd., 1985. Songkla lake basin planning study . Sector paper 5, prepared for ONEB and NESDB.
- Johnson, E.E. 1974. Ground water and wells. st. Paul : Johnson Division, Univers oil products co., Inc.
- Mace, H.H. 1953. Disposal of wastes from water - treatment plants. Publication Works 84 (7) : 73, 88 - 1000.
- Mekinney, R.E. 1962. Microbiological for sanitary engineers. McGraw - hill book company, Inc. New York.
- Mc. Cabe, W.T. 1983. Wastewater management planning project for Hat Yai and Songkla municipalities. prepare for ONEB.
- Patriek, R. 1972. Structure of river. River Ecology and Man. Academic Press. New York.
- Pinkayan, S. 1978. Evaluation of environmental change - study of enviromental impact at Nam Pong Project northeats Thailand, prepare for National Enevgy Administration by SEATEC consulting engineers.
- Pryde, L.T. 1973. Environmental chemistry : An introduction Menlo park, California. Cumming Publissing Company. USA.

- Reid, G.K. and Word. 1976. Ecology of inland water and estuaries.
Reinholt publishing corporation; Champman and Hall Ltd.
New York.
- Robert, E.B. and Gene E.L. Effect of hydrologic fluctuation on the
Transport of fine particulate organic carbon in a small
stream. Limol. Oceanographie 24 : 69 - 75.
- Ruttener, F. 1973. Fundamental of limnology 3 re ed. University of
Toronto Press. Toronto.
- Sawyer, C.N. and Mc. Garthy P.C. 1967. Chemistry for sanitary
engineering 2 nd ed. Mc. Grawtill book company. New York.
- Stocker, S.H. and Seager, S.L. 1976. Environmental chemistry : Air and
water pollution Oukland. Foresman and company. Scotland.
- Tebbutt, T.H.Y. 1977. Principles of water quality control 2nd ed.
Butter and Tanner Limited. England.
- The present system and recent changes in land use in satting Phra
distrit, southern Thailand by Guy Trebuil : July 1983.
- Thomus, D. and Luka B. 1943. Water in environmental planning. W.H.
Free man and company. San Francisco USA.
- Todd, D.K. 1959. Ground water hydrology. John wiley and sons, Inc.
New York.
- U.S. Public Health Service. 1962. Drinking water standard. USDHEW.
Public Health Service Publication 965 : 47 - 50.
- U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and important of
saline and alkaline Solids. U.S. Department Agricultural
handbook. 60p.

- Verry, S.B. 1975. Streamflow chemistry and nutrient yields. from upland - peatland watershed in Minnesota. Ecology 56 : 1149 - 1157.
- Warren, C.E. 1971. Biological and water pollution control. W.B. Saunders company. Philadelphia.
- Wert, J.W. and Keller F.J. 1963. Preliminary study of sediment Sources and transport in the Potomac. river basin. Interstate commission on Potomac river basin D.C. Tech Bull No. 11.
- Whitton, B.A. 1975. River Ecology. Blackwell Scientific Publication. Melbourne.
- Wolman, N.G. 1964. Problems posed by sediment derived from construction activities in Maryland, Report to the Maryland water pollution control commission, Annapolis. Maryland.
- Wongwanich Vium. 1970. Progress report on preliminary tourism development study on Songkla - Hat Yai. pp. 1 - 20.
- Wright, F.R. and Henrikson, A. 1978. Chemistry of small Norwegian lakes with special reference to acid precipitation. Limnology and Oceanography 33 : 478 - 498.
- Wright, F.R.; Dale, T.; Gyessing, E.T. ; Hendrey, G.R.; Henrikson, A.; Johannessen, M. and Muniz, I.P. 1976. Impact of acid precipitation on freshwater ecosystem in Norway. Water, Air and Soil pollution 6 : 483 - 502.

ภาคผนวก ก
คุณภาพน้ำ
(Water Quality)

ตามธรรมชาติน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอจากสถานะหนึ่งไปอีกรัฐะหนึ่ง เช่น มีการระเหยขึ้นไปในอากาศแล้วตกลงมาเป็นฝน น้ำที่ระเหยจากพื้นผิวทะเลและมหาสมุทรนั้นอาจมีบางส่วนที่ถูกพัดพามาบนแผ่นดินและตกลงมาเป็นฝน น้ำฝนที่ตกจะ ไหลลงสู่ที่ต่ำและ ไหลที่สุดก็กลับสู่ทะเลอีกครั้ง บางส่วนอาจซึมลงใต้ดินและพักตัวอยู่ในชั้นบาดาล ซึ่งบางส่วนของน้ำในดินจะถูกดูดไปใช้โดยพืช การคายน้ำ (Tran-spiration) ของพืชจะทำให้ น้ำกลับสู่บรรยากาศอีกครั้ง ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวหมุนเวียนไม่รู้จักจบสิ้น เรียกว่า "วัฏจักรของน้ำ" (Hydrological Cycle) (Hewlett and Nutter, 1969) ซึ่งวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับน้ำแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ (เปี่ยมศักดิ์, 2533) คือ

1. น้ำที่มีอยู่ในบรรยากาศ (Atmospheric Water)
2. น้ำที่มีอยู่ตามผิวโลก (Surface Water)
3. น้ำที่มีอยู่ใต้พื้นผิวโลก (Underground Water) และน้ำที่มีอยู่ในวัฏจักรของน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แหล่ง (นิชยาและประยอม, 2530) ได้แก่

1. น้ำฝน (Rain Water) เป็นน้ำที่มีแหล่งการเกิดอยู่ในบรรยากาศจัดเป็นแหล่งน้ำสะอาดและมีคุณภาพดีมาก ทั้งนี้เพราะเป็นกระบวนการกลั่นโดยธรรมชาติ มีลักษณะใส เป็นน้ำอ่อนที่มีปฏิกิริยาเกิดฟองสบู่ได้ง่าย มีคุณสมบัติเป็นกลางไม่ค่อยมีแบคทีเรีย ในกรณีที่น้ำฝนตกในบริเวณที่มีเขม่าถ่านหินหรือแก๊สต่างๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide : $CO_{2(g)}$) ไนโตรเจน (Nitrogen : $N_{2(g)}$) แอมโมเนีย (Ammonia; $NH_{3(g)}$) หรือซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulphur dioxide : $SO_{2(g)}$) หรือในบริเวณที่มีไอของโลหะหรือธาตุกัมมันตรังสีลอยอยู่ น้ำฝนจะละลายเอาไอของสารเหล่านี้มาด้วย สำหรับแบคทีเรียในน้ำอาจมีการปนเปื้อนได้ภายหลัง

2. น้ำผิวดิน (Surface Water) เป็นน้ำที่ขังอยู่บนพื้นโลก ได้แก่

2.1 ทะเลและมหาสมุทร เป็นแหล่งน้ำผิวดินที่ใหญ่ที่สุด คือประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของผิวโลกทั้งหมด

2.2 แม่น้ำลำคลอง เป็นแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญที่สุด ประชากรโลกใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคโดยตรง ใช้เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปา และใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อกิจกรรมอื่นๆ ทั้งภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การคมนาคม เป็นต้น โดยจะมีปริมาณความขุ่นและสีสูงกว่าแหล่งน้ำอื่นๆ

2.3 ทะเลสาบ เป็นแหล่งน้ำที่มีการตกตะกอนและฟลอกตัวเองของน้ำตามธรรมชาติแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ ทะเลสาบปิด เป็นทะเลสาบที่ไม่มีทางติดต่อกับทะเลเช่น ทะเลสาบหนองหาร บึงบรเพ็ด เป็นต้นและทะเลสาบเปิดเป็นทะเลสาบที่มีอาณาเขตติดต่อกับทะเล มักเป็นทะเลสาบน้ำเค็มหรือน้ำกร่อย เช่น ทะเลสาบสงขลา เป็นต้น

2.4 อ่างเก็บน้ำ เป็นแหล่งน้ำที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับทะเลสาบแต่มีขนาดเล็กและเกิดจากมนุษย์สร้างขึ้น คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำส่วนใหญ่จะมีคุณภาพดี กว่าน้ำในแม่น้ำลำคลอง ไหลผ่านบ้านเรือนเป็นระยะทางยาวและมีกิจกรรมต่างๆอยู่ 2 ฟองที่ระบายของเสียลงแม่น้ำลำคลอง

3. น้ำใต้ดิน (Ground Water) เมื่อน้ำฝนที่ตกลงมาจะมีส่วนหนึ่งที่ซึมผ่านลงมาได้เรียกว่า Pervious stratum น้ำจะซึมไปเรื่อยๆ จนไม่สามารถซึมผ่านได้เรียกว่า Impervious stratum น้ำที่ซึมผ่านจะมารวมกันที่ชั้นน้ำชั้นของดินที่อยู่เหนือ Impervious Layer ชั้นนี้จะกักตัวด้วยน้ำเรียกว่า Zone of saturation และระดับน้ำบนสุดของโซนนี้เรียกว่า Water table ซึ่งระยะห่างระหว่าง Water table กับผิวดินในแต่ละเวลาจะเป็นระยะเล็กน้อยหรือมากก็ได้ ลักษณะโดยทั่วไปของชั้นน้ำใต้ดินคือไม่มีพวกออกซิเจนและละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO) อยู่ ถึงแม้จะมีแก๊สอื่นๆก็ตาม ทั้งนี้เพราะว่าน้ำใต้ดินนั้นไหลผ่านสารต่างๆที่มีอยู่ในดิน ซึ่งอาจจะละลายเอาแร่ธาตุต่างๆได้มากน้อยและแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุที่มีอยู่ในดิน แร่ธาตุที่พบเสมอในน้ำใต้ดินคือเหล็ก (Iron:Fe) แมงกานีส (Manganese:Mn) และสารประกอบ (Compound) ที่ทำให้เกิดความกระด้างของน้ำ น้ำใต้ดินจะปราศจากแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค เพราะแบคทีเรียในดินนั้นจะไม่สามารถอยู่ได้ตามระดับความลึก 10.00-12.00 ฟุต (ณรงค์, 2528)

คุณภาพน้ำ (Water Quality)

ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในแหล่งต่างๆทั้ง 3 แหล่งข้างต้นมีอยู่ประมาณ 1.50 พันล้านลูกบาศก์กิโลเมตร มีน้ำจืดเพียงร้อยละ 3 เท่านั้นและ 3 ใน 4 ส่วนเป็นน้ำแข็งที่อยู่บริเวณขั้วโลก และอีกส่วนหนึ่งของโลกคือน้ำที่อยู่ในชั้นของ Mantle ของโลก น้ำพวกนี้นำมาใช้ไม่ได้ มีปริมาณ

เป็น 16 เท่าของน้ำบนผิวโลก (Wolhman, 1964) ซึ่งแหล่งน้ำที่นำมาใช้ประโยชน์โดยทั่วไปแม้กระทั่งน้ำฝนที่ถือว่าเป็นน้ำสะอาดก็ยังมีสิ่งเจือปนเล็กน้อย จากสิ่งเจือปนที่อยู่ในบรรยากาศของโลก สิ่งเจือปนมากับน้ำจะทำให้ลักษณะทางกายภาพเช่น สี กลิ่น รส ตะกอน หรืออุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพเดิมตามธรรมชาติ นอกจากนี้สิ่งเจือปนอื่นๆ เช่นจุลินทรีย์ไม่ว่าจะเป็น แบคทีเรีย หรือไวรัส และสิ่งแปลกปลอมพวกอินทรีย์สารต่างๆเหล่านี้ จะเป็นปัจจัยที่มีผลทำให้ลักษณะทางเคมีของน้ำแตกต่างไปจากเดิม

สิ่งเจือปน (Impurities) ในน้ำผิวดินแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. สิ่งแขวนลอยในน้ำ (Suspended Impurities) ได้แก่ อนุภาคดิน (Soil Particles) ต่างๆ อินทรีย์ (Organic Matter) อนินทรีย์สาร (Inorganic Matter) สาหร่าย (Algae) โปรโตซัว (Protozoa) และแบคทีเรีย (Bacteria) ที่ก่อให้เกิดโรคที่น้ำเป็นสื่อ (Water-born diseases) สิ่งแขวนลอยในน้ำเหล่านี้ทำให้น้ำมีสี กลิ่น และขุ่น เมื่อตั้งทิ้งไว้สิ่งเจือปนเหล่านี้จะสามารถตกตะกอนได้

2. สิ่งเจือปนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Impurities) ได้แก่ แก๊สต่างๆเช่น ออกซิเจน ($O_2(g)$) ไนโตรเจน ($N_2(g)$) ไฮโดรเจน ($H_2(g)$) แอมโมเนีย ($NH_3(g)$) มีเทน ($CH_4(g)$) รวมทั้งสารประกอบไนเตรต (NO_3) และไนไตรท์ (NO_2)

3. สารคอลลอยด์ในน้ำ (Colloidal Impurities) ได้แก่อนุภาคที่เล็กที่สุดของซิลิกา (Silica) และดิน (Soil) อินทรีย์สาร (Organic Matter) ที่เน่าเปื่อย และกรดอินทรีย์ (Organic acid) ซึ่งอยู่ในรูปของคอลลอยด์ที่ไม่ตกตะกอน (Colloidal or Pseudo Solution)

จากสิ่งเจือปนในน้ำข้างต้นสามารถแยกคุณภาพของน้ำได้ดังต่อไปนี้

- ก. คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical Quality)
- ข. คุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical Quality)
- ค. คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา (Microbiological Quality)
- ง. คุณภาพน้ำทางกัมมันตรังสี (Radiological Quality)

ก. คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical Quality)

คุณภาพน้ำทางกายภาพหมายถึง ลักษณะความสกปรกในน้ำที่สามารถสัมผัสได้ด้วยประสาททั้ง 5 ลักษณะเหล่านี้ได้แก่ สี ความขุ่น รส กลิ่น และอุณหภูมิ

คุณภาพน้ำและสาเหตุที่ทำให้น้ำมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไปทางด้านกายภาพมีอยู่หลายประการดังนี้ (ณรงค์, 2528)

1. สี (Color)

สีของน้ำเกิดจากสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งมาจากพืชที่เน่าเปื่อยด้วย นอกจากนี้ยังเกิดจากสีของสารอินทรีย์อื่นๆ การเกิดสีของน้ำอาจจำแนกได้ 2 พวกคือ สิ่งเจือปนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Impurities) และพวกสารแขวนลอย (Suspended Matter) ดังนั้นสีของน้ำอาจแยกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1.1 สีแท้จริง (True Color) เกิดจากการละลายของสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำ

1.2 สีปรากฏ (Apparent Color) เกิดจากการสะท้อนของสิ่งแขวนลอยในน้ำ การสะท้อนของท้องฟ้า หรือสีของน้ำที่เกิดจากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Waste) ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของการผลิตของโรงงาน

สีทั้งสองประเภทนี้แยกจากกันได้โดยการเซนตริฟิวจ์ (Centrifuge) พวกสีปรากฏจะตกตะกอน (กรรณิการ์, 2522) สำหรับสีของน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปอาจมีค่าตั้งแต่น้อยกว่า 1 Unit ถึงมากกว่า 200 Unit (1 Unit of Color = 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตรของ Pt ในรูปของ K_3PtCl_6) โดยทั่วไปน้ำที่สะอาดต้องมีสีไม่เกิน 20 Unit (มองมหาวิทยาลัย, 2528) และน้ำที่ใช้บริโภคไม่ควรมีสีเกิน 5 Unit (U.S. Public Health Service, 1962)

2. ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำเกิดจากการมีสารพวกสารแขวนลอย ได้แก่พวก ดินเหนียว (Clay) แพลงตอน (Plankton) อนุภาคเล็กของสารอินทรีย์ (Finely divide Organic matter) หรือพวกสิ่งมีชีวิตเล็กๆ (Microorganisms) เมื่อแสงส่องกระทบสารเหล่านี้จะทำให้เกิดการหักเหของแสงอย่าง ไม่เป็นระเบียบหรือแสงที่ส่งอาจถูกกั้นไม่ให้ทะลุผ่านไปได้ จึงทำให้มองเห็นน้ำขุ่น ซึ่งความขุ่นของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้คือ

1. พื้นของแหล่งน้ำ (Bed stream) ไม่ว่าจะเห็นแม่น้ำ ลำคลอง ชนิดของแหล่งน้ำนั้นอาจเป็นพวกดินเหนียว (Clay) โคลน (Mud) ทราย (Sand) หรือกรวด (Gravel) ซึ่งแต่ละชนิดจะทำให้เกิดความขุ่นไม่เหมือนกัน พื้นของแหล่งน้ำที่เป็นดินเหนียวและโคลนจะมีความขุ่นมากกว่าพื้นของแหล่งน้ำที่เป็นทรายและกรวด

2. อัตราการไหลของน้ำ (Velocity of flow) อัตราของการไหลของของน้ำจะมีอิทธิพลต่อความขุ่นของน้ำ เพราะน้ำที่มีอัตราการไหลเร็วและแรงพัดพาสารแขวนลอยอยู่ในน้ำได้ ส่วนน้ำที่มีการไหลอย่างสงบนิ่งจะทำให้สารแขวนลอยในน้ำเกิดการตกตะกอนโดยธรรมชาติ ทำให้ความขุ่นลดลง

3. ชายฝั่ง (The Shore) ลักษณะของชายฝั่งจะมีอิทธิพลต่อความขุ่นเพราะชายฝั่งที่เป็นโคลนจะทำให้ความขุ่นมากกว่าชายฝั่งที่เป็นกรวดและทราย

4. ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณต้นน้ำ (Use of land upstream) คือ ลักษณะภูมิประเทศที่น้ำนั้นไหลผ่าน ถ้าหากผ่านทุ่งนา ป่าเขา ตามธรรมชาติน้ำจะมีความขุ่นพอสมควร แต่ถ้าหากไหลผ่านแหล่งกิจกรรม โรงงานอุตสาหกรรม น้ำจะมีความขุ่นสูง (กรรณิการ์ และฤกษ์, 2519; Sawyer and Mc Garthy, 1967; Wert and Keller, 1963) นอกจากนี้ยังถ้ามีการก่อสร้างบ้านเรือนบนฝั่งน้ำด้วยแล้วปริมาณการตกตะกอนจะสูงทำให้ความขุ่นสูงด้วย (EPA, 1973)

5. การเน่าเปื่อยของพืช (Decomposed Vegetation) ความขุ่นของน้ำที่เกิดจากการเน่าเปื่อยของพืชผักต่างๆ จะมีลักษณะของความเป็นกรดอินทรีย์ (Organic acid) จะทำให้ความขุ่นมากกว่าปกติ

6. อุณหภูมิ (Temperature) มีผลต่อความขุ่นของน้ำคืออุณหภูมิต่ำ ความหนาแน่นสูง ทำให้ความหนืดสูงดังนั้นพวกสารแขวนจึงตกตะกอนได้ง่าย ทำให้ความขุ่นสูง

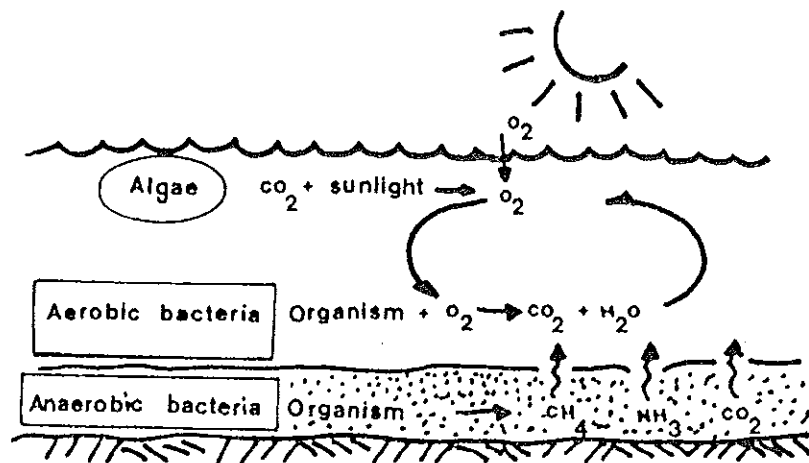
3. อุณหภูมิ (Temperature)

น้ำตามแหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยปกติแล้วจะได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ การถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศ และจากพื้นดิน อุณหภูมิของแหล่งน้ำธรรมชาติจะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศและตามลักษณะภูมิอากาศในแต่ละท้องถิ่น และฤดูกาล ปกติแล้วน้ำมีความจุความร้อนเท่ากับ 1 ทำให้น้ำสามารถกักความร้อนไว้ได้มาก เปรียบเสมือนเป็นฉนวนคอย

ควบคุมอุณหภูมิของน้ำไม่ให้เปลี่ยนแปลงมากเกินไป (Rattener, 1973) แต่อย่างไรก็ตามรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ลม และการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำก็มีส่วนทำให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกัน (EPA, 1973) สำหรับน้ำใต้ดินอุณหภูมิทั่วไปเกือบคงที่เสมอในแต่ละฤดู (Johnson, 1974) แต่ถ้าหากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจะมีผลทำให้ช่วงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำกว้างขึ้นได้ (จุฑาทิป, 2523)

4. กลิ่น (Odor)

กลิ่นของน้ำที่เกิดจากพวกสิ่งมีชีวิตเล็กๆในน้ำทำการย่อยอินทรีย์สาร จะทำให้เกิดการเน่าเปื่อยในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเพียงพอจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogensulphide : H_2S) แก๊สมีเทน (Methan : CH_4) กลไกปฏิกิริยาดังแสดงในภาพที่ 1 ก นอกจากนี้กลิ่นของน้ำยังมีสาเหตุมาจากการที่น้ำเลี้ยงมีพวกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (Blue-green algae) พวกของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Waste) และอาจเกิดจากสารเคมีในการบำบัดน้ำ (ณรงค์, 2528)



รูปที่ 1 ก แผนภาพแสดงกลไกการเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน

ที่มา พินิต เวียงวัฒนา, 2525.

5. รส (Taste)

รสของน้ำอาจมีรสต่างๆ เช่น เปรี้ยว หวาน ขม อาจมีสาเหตุจากสิ่งต่อไปนี้คือ (ผรงค์, 2528)

1. เนื่องจากน้ำนี้มีเกลือละลาย (Dissolved Salt) ละลายอยู่จำนวนมาก
2. เนื่องจากน้ำนี้มีสารที่เป็นกรดหรือด่างปนอยู่ด้วย
3. เนื่องจากน้ำนี้มีสารประกอบของเหล็กอยู่ด้วย
4. เนื่องจากน้ำนี้มีสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำมากเกินไป (Excessive

chemical treatment)

ข. คุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical Quality)

เนื่องจากน้ำเป็นตัวทำละลาย (Solvent) ที่ดีจะละลายพวกเกลือแร่ธาตุและสารประกอบต่างๆ ของสารเคมีจากดิน หรือซึมเข้าตามสภาพทางธรณีวิทยาต่างๆ ได้หลายชนิด สารประกอบบางตัวอาจเป็นพิษและให้โทษแก่ผู้ใช้ได้ เช่น โลหะหนัก (Heavy metals) พวก ตะกั่ว (Lead : Pb) สารหนู (Arsenic : As) แคดเมียม (Cadmium : Cd) ทองแดง (Copper : Cu) และปรอท (Mercury : Hg) เป็นต้นหรือสารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช โดยเฉพาะตัวที่สลายยากเช่น DDT (Dichloro diphenyl Trichloro benzene) (พิน 2531) เป็นต้น ซึ่งสารมลพิษเหล่านี้จะมีมากหรือน้อยขึ้นกับแหล่ง น้ำผิวดินที่ไหลผ่าน (นิธยานและประนอม, 2530)

1. ความกระด้างของน้ำ (Hardness)

น้ำกระด้างมีสาเหตุเนื่องจากพวกอิออนของโลหะหนักที่มีวาเลนซ์ 2 สามารถทำปฏิกิริยากับสบู่แล้วเกิดตะกอนขึ้น หรือทำปฏิกิริยากับอิออนที่มีประจุบวกบางตัวในน้ำแล้วเกิดเป็นตะกอนขึ้นมาเมื่อทำให้น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (กรรณิการ์, 2522)

ความกระด้างของน้ำแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามอิออนหลักที่มีอยู่ในน้ำคือ

1.1 ความกระด้างชั่วคราว (Temporary Hardness หรือ Carbonate Hardness) น้ำพวกนี้ความกระด้างที่มีสาเหตุมาจากสารพวกคาร์บอเนต (Carbonate : CO_3) และสารพวกไบคาร์บอเนต (Bicarbonate : HCO_3) ของแคลเซียม (Calcium : Ca^{2+}) และแมกนีเซียม (Magnesium : Mg^{2+}) กำจัดได้โดยการต้ม

1.2 ความกระด้างถาวร (Permanent Hardness หรือ Non-carbonate Hardness) ความกระด้างชนิดนี้เกิดจากพวกซัลเฟต (Sulphate : SO_4) และคลอไรด์ (Chloride : Cl^-) ของแคลเซียม (Calcium : Ca) และแมกนีเซียม (Magnesium : Mg) ที่มีอยู่ในน้ำ ก่อให้เกิดความกระด้างถาวรไม่สามารถแก้ไขได้โดยการต้ม ในบางกรณีน้ำนั้นอาจไม่มีความกระด้างแต่มีพวกโซเดียม (Sodium : Na) ที่มากพอที่สามารถขัดขวางการเกิดฟองสบู่ได้เช่นกัน น้ำพวกนี้มักมีรสกร่อย และความกระด้างไม่ใช่ความกระด้างแท้จริง เรียกว่า Pseudo Hardness ค่าของความกระด้างที่หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต (mg/L ของ $CaCO_3$)

2. ความเป็นกรดเป็นเบสของน้ำ (pH Value of water)

เมื่อกล่าวถึงสารละลายน้ำ (Aqueous solution) ไม่ว่าจะเป็สารละลายกรดเบส หรือเกลือ เรามักสนใจว่าสารละลายนี้มีความเป็นกรดหรือเบสมากน้อยแค่ไหนซึ่งความเป็นกรดของสารละลายใดๆ คือความสามารถของสารละลายนี้ในการแตกตัวให้โปรตอน หรือความเป็นกรดคือความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน $[H^+]$ รวมทั้งกรดอ่อนเช่น กรดคาร์บอนิก กรดแอมโมนิก สารละลายเกลือที่แตกตัวด้วยน้ำเช่น เกลือเหล็ก (II) ซัลเฟต เป็นต้น และในสารละลายที่กรดแร่เจือปนอยู่ ส่วนความเป็นเบสของสารละลายใดๆ คือความสามารถของสารละลายนี้ในการรับโปรตอน หรือความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออน $[OH^-]$ ความเป็นเบสของน้ำธรรมชาติหรือน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค เกิดขึ้นจากองค์ประกอบของสารละลายไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ เป็นต้น (กรรณิการ์, 2525:๕๖๕, 2525).

ค่า pH ของน้ำธรรมชาติจะอยู่ในช่วง 4.00-9.00 แต่ส่วนใหญ่ก่อนข้างเป็นเบสเล็กน้อยเนื่องจากมีคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต น้ำที่มี pH สูงหรือต่ำอาจมีสาเหตุจากการปนเปื้อนของสารเจือปนในบรรยากาศ (กรรณิการ์, 2522)

จากค่า pH ของน้ำเราสามารถแบ่งชนิดของน้ำออกได้เป็น 3 ชนิด (ณรงค์, 2528) คือ

1. น้ำที่เป็นกรด (Acid Water) น้ำพวกนี้มีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนสูงคือมี pH ตั้งแต่ 6.00-1.00 น้ำพวกนี้ได้แก่น้ำฝนที่ตกลงมายังบริเวณทุ่งหญ้า ป่าซึ่งจะเป็นกรดอ่อนๆ เพราะบริเวณดังกล่าวจะมีพวกกรดอินทรีย์อยู่มาก นอกจากนี้ความเป็นกรดยังอาจได้รับมาจาก

น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2. น้ำที่เป็นเบส (Alkaline Water) น้ำพวกนี้จะมีไฮดรอกไซด์ไอออนสูงมี pH อยู่ระหว่าง 8.50-14.00 น้ำพวกนี้มักมีเกลือของโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate : Na_2CO_3) หรือคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (Free carbon dioxide) ละลายปนอยู่ด้วย เมื่อเทียบกับน้ำที่เป็นเบสกับน้ำที่เป็นกรดแล้วน้ำที่เป็นเบสนี้มีน้อยมาก โทษก็คือทำให้เหล็กเป็นสนิม หรือน้ำสกปรกเป็นต้น

3. น้ำที่เป็นกลาง (Natural Water) น้ำพวกนี้ pH อยู่ระหว่าง 6.00-8.00 ได้แก่ น้ำที่เป็น Portable Water นั้นเอง

3. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO)

ออกซิเจนถือว่าเป็นแก๊สที่มีความสำคัญมากในการดำรงชีวิตของคน สัตว์ และพืช เพราะต้องถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ เพื่อก่อให้เกิดพลังงาน ขบวนการต่างๆ ที่ต้องการออกซิเจนเรียกว่า Aerobic Process แก๊สต่างๆในบรรยากาศละลายอยู่ในน้ำได้มากน้อยต่างกันแล้วแต่ชนิดของแก๊ส สำหรับแก๊สไนโตรเจน ($\text{N}_2(\text{g})$) และออกซิเจน ($\text{O}_2(\text{g})$) เป็นแก๊สที่ละลายได้ไ้ช้ยมาก และเนื่องจากมันไม่ได้ทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำ ดังนั้นสารละลายจึงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความดันย่อย (Partial pressure) ของตัวมันเอง (กรรณิการ์, 2522) ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะช่วยให้เรามีรสปร่า (Flat) (ณรงค์, 2528) ค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำจะอยู่ในช่วง 14.60 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ 0.00 องศาเซลเซียส 9.00 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ 20.00 องศาเซลเซียส และ 7.00 มิลลิกรัมต่อลิตรที่อุณหภูมิ 35.00 องศาเซลเซียส จะพบว่าปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และความต้องการออกซิเจนจะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทำให้เกิด Aerobic Condition เนื่องจากปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ อาจทำให้เกิดการเน่าเหม็นได้ ความสามารถการละลายต่ำ (Low - Solubility) ของออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญที่จำกัดความสามารถในการฟอกตัวเองให้บริสุทธิ์ของน้ำตามธรรมชาติ จึงจำเป็นที่จะต้องกำจัดความสกปรกในน้ำเสียก่อนที่ปล่อยลงแม่น้ำลำธาร ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะมากหรือน้อยกว่าปริมาณที่สัมพันธ์กับสภาวะของน้ำนั้น เช่นถ้ามีการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ปริมาณออกซิเจนในน้ำก็จะสูงมีการละลายดีขึ้น แต่ถ้ามีการสลายตัวของสารอินทรีย์ จะทำให้ออกซิเจนในน้ำถูกใช้ไป ดังนั้นปริมาณออกซิเจนในน้ำจะลดลง นอกจากนั้นปฏิกิริยาทาง

เคมีต่างๆ เช่น การออกซิไดส์ (Oxidize) ของเหล็ก (Iron : Fe) แมงกานีส (Manganese : Mn) และซัลเฟอร์ (Sulphur : S) ในน้ำก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง การละลายของออกซิเจนในน้ำที่มีเกลือแร่จะน้อยกว่าในน้ำสะอาด ดังนั้น อุณหภูมิที่อัตราการละลายของออกซิเจนในน้ำจะต่ำลงๆ ลดลงทุกทีเมื่อน้ำซึมเข้าไปใกล้ทะเลทุกที นั่นคือ การละลายของออกซิเจนขึ้นอยู่กับทั้งอุณหภูมิ และปริมาณคลอไรด์ในน้ำ (คลอไรด์ในน้ำทะเลมีประมาณ 19,000.00 มิลลิกรัมต่อลิตร) (กรรณิการ์, 2522)

เพราะจะได้ปริมาณของออกซิเจนซึ่งละลายในน้ำจะสัมพันธ์กับ ปัจจัยดังต่อไปนี้ (ธงชัย, 2525) คือ

1. อุณหภูมิของน้ำ
2. ความกดดันของบรรยากาศ
3. สิ่งเจือปนในน้ำ

ความสำคัญของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

1. DO ในน้ำเป็นตัวชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีวที่เกิดขึ้นเกิดขึ้นโดย Aerobic หรือ Anerobic Organisms พวก Aerobic Organisms ใช้ออกซิเจนอิสระเพื่อการออกซิไดส์สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เกิดผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นอันตราย ในขณะที่ Anerobic Organisms ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation Reaction) โดยการรีดิวซ์ (Reduce) เกลืออินทรีย์บางตัวเช่น ซัลเฟต (Sulphate : SO_4) เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น Organisms ทั้งสองชนิดนี้พบในธรรมชาติ จึงจำเป็นที่จะต้องรักษาสภาพที่พวก Aerobic organisms ชอบไว้ (คือในสภาพที่มีออกซิเจน) มิฉะนั้น Anerobic organisms จะเข้ามาแทนที่ การหาค่า DO จึงจำเป็นเพื่อที่จะรักษาสภาพ Aerobic Condition ในน้ำธรรมชาติซึ่งจะรับเอาสิ่งสกปรกต่างๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการรักษาสภาพที่เหมาะสมใน Aerobic Process treatment ด้วย (กรรณิการ์, 2522)

2. ค่า DO มีความสำคัญในการที่จะรักษาสภาพของน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ คือให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในปริมาณที่เหมาะสมเช่นไม่น้อยกว่า 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้าปริมาณออกซิเจนในน้ำน้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตรจะทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ (Water Pollution) ขึ้นได้ (กรรณิการ์, 2522) นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจะเป็นตัวที่สำคัญคือเป็นตัวจำกัดชนิด การเจริญเติบโตของพืช การเจริญ

เติบโตและการแพร่กระจายของสัตว์น้ำ รวมทั้งการเกิดกระบวนการย่อยสลาย (Decomposer) ของอินทรีย์สารจะเกิดเร็วหรือช้าขึ้นกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเป็นสำคัญเนื่องจากจะส่งผลโดยตรงไปถึงกิจกรรมของสัตว์น้ำที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการนี้ด้วย (สนิท, 2532)

3. ค่า DO เป็นพื้นฐานของค่า BOD หรือความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand) เพื่อหาความสกปรกของน้ำเสียและอัตราของการออกซิไดซ์ทางชีวภาพวัดได้โดยการหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลือ ณ เวลาต่างๆ (กรรณิการ์, 2522)

4. ค่า DO เป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมการกัดกร่อน (Corrosion) ของเหล็ก โดยเฉพาะในหม้อน้ำไม่ควรมีปริมาณออกซิเจนออกซิเจนที่ละลายน้ำเลย แต่ถ้าความดันต่ำกว่า 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) มีปริมาณออกซิเจนประมาณ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรรณิการ์, 2522)

5. ค่า DO ช่วยในการควบคุมอัตราของปฏิกิริยาใน Aerobic treatment process เพื่อให้แน่ใจว่ามีออกซิเจนเพียงพอที่จะรักษาสภาวะ Aerobic ไว้ได้ อีกทั้งเพื่อป้องกันการใช้อากาศมากเกินไป (กรรณิการ์, 2522)

4. สารพิษ (Toxic Substance)

สารพิษ คือสาร ที่ละลายอยู่ในน้ำซึ่งทั้งหมดอยู่ในรูปของแร่ และในรูปของไอออนในแหล่งน้ำธรรมชาติ ไอออนเหล่านี้มีหลายชนิดทั้งที่จำเป็นสำหรับร่างกายมนุษย์ ซึ่งร่างกายต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าหากขาดธาตุเหล่านี้แล้วจะทำให้อวัยวะของร่างกายไม่สามารถทำงานตามปกติได้ เช่น โซเดียม (Sodium : Na) แมงกานีส (Manganese : Mn) โคบอลต์ (Cobalt : Co) และ สังกะสี (Zinc : Zn) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามถ้าร่างกายรับไอออนพวกนี้มากเกินไปก็อาจทำให้เกิดโทษและเป็นพิษต่อร่างกายได้ ยิ่งไปกว่านี้ยังมีโลหะไอออนและโลหะอีกเป็นจำนวนมากที่ร่างกายไม่ต้องการ ซึ่งถ้าร่างกายได้รับเข้าไปแม้ในปริมาณเล็กน้อยจะเป็นอันตรายร้ายแรงถึงชีวิตได้ เช่น ปรอท (Mercury : Hg) ตะกั่ว (Lead : Pb) แคดเมียม (Cadmium : Cd) โครเมียม (Chromium : Cr) เป็นต้น (ทววงมหาวิทยาลัย, 2528)

5. Substances Affecting Potability

คือพวกสารเคมีที่เมื่ออยู่ในน้ำแล้วจะทำให้ความน่าบริโภคของน้ำลดลงเพราะจะทำให้

เกิดรส สี และกลิ่นแต่ลำน้ำอื่นๆ สารเคมีเหล่านี้ได้แก่ Iron (Fe) Manganese (Mn) Calcium (Ca) Magnesium (Mg) Copper (Cu) Phenolic Compounds และ Alkyl benzene Sulphonate เป็นต้น (ทพวงมหาวิทยาลัย, 2528)

ค. คุณภาพทางจุลชีววิทยา (Microbiological Quality) (กรรณิการ์, 2522; ณรงค์, 2528)

ปัญหาที่พบในปัจจุบันคือ ปัญหาเกี่ยวกับการทำน้ำให้สะอาดเหมาะที่จะนำมาใช้ดื่ม และการกำจัดน้ำเสียลงแหล่งน้ำ ปกติแล้วน้ำทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ท่อเทศบาล มักจะถูกปล่อยลงในแหล่งน้ำที่จะนำมาใช้ในอาคารบริโภค น้ำทั้งเหล่านี้จะมีพวก Microorganisms ที่เป็นอันตรายได้เท่าๆกับการมีสารพิษ โรคที่สำคัญซึ่งเกิดจากแบคทีเรียและแพร่กระจายโดยน้ำเป็นสื่อ ได้แก่ ไช้รากสาต (Typhoid fever) ไช้รากสาตเทียม (Paratyphoid fever) โรคบิดชนิดแบซิลลารี (Bacillary desentery) โรคบิดชนิดซัลโมเนลลา (Salmonellosis) โรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบมีเชื้อ (Gastroenteritis) และอหิวาตกโรค (Cholera) เป็นต้น โรคเหล่านี้ส่วนใหญ่จะเป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารในการตรวจวิเคราะห์จึงต้องวิเคราะห์หาแบคทีเรียในอุจจาระ (Faecal bacteria) เป็น Indicator of faecal Pollution แบคทีเรียพวกนี้ ได้แก่ Escherichia Coli (E.Coli) Streptococcus faecalis เป็นต้น ส่วนปริมาณของ Microorganisms ในน้ำมีอยู่ไม่คงที่แน่นอน จะมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยดังต่อไปนี้คือ

1. Nutrition : ปริมาณสารอาหาร
2. Source of water เช่น น้ำผิวดิน มักมีปริมาณของ Microorganisms สูงกว่าน้ำใต้ดิน น้ำฝน เป็นต้น
3. Temperature เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของ Microbes เช่น แบคทีเรียที่เจริญในอุณหภูมิเรียก Thermophilic bacteria อุณหภูมิปานกลางเรียกว่า Mesophilic bocteria แบคทีเรียบางชนิดชอบอุณหภูมิต่ำๆ เรียกว่า Psychophillic bacteria เป็นต้น
4. Lighting พวกแสง Ultra Violet Ray ที่มีอยู่ในแสงแดดสามารถทำลาย

แบคทีเรียได้

5. Salt เกลือแร่ต่างๆ ถ้ามีอยู่มากๆ ในน้ำจะทำให้แบคทีเรียบางชนิดหยุดการเจริญเติบโต บางชนิดก็ชอบอยู่ในน้ำที่มีปริมาณของเกลือเจือจาง (Halophilic Bacteria)

6. Dissolved Oxygen น้ำถ้ามี Oxygen ละลายอยู่มากๆ แล้ว พวก Microorganisms จะเจริญได้ดีโดยเฉพาะพวก Aerobic bacteria

7. Pressure มีความดันบรรยากาศพวก Microorganisms จะเจริญเติบโตได้ แต่ถ้ามีความดันสูงมากๆ จะมีผลต่อการเจริญเติบโตและสามารถทำลายพวก Microorganisms บางชนิดได้

8. Agitation and Vibration น้ำที่มี gentle agitation นี้เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย แต่ในน้ำที่มี Vigorous agitation and vibration ในระยะเวลาสั้นๆ จะทำลายพวก Microorganisms ได้

9. Sound of Supersonic wave คลื่นเสียงที่มีความถี่ 289,000 รอบต่อวินาที นี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเคมีและกายภาพอย่างมากมาย ซึ่งแบคทีเรียบางชนิดเมื่อได้รับคลื่นเสียงความถี่สูงๆ ดังกล่าวเป็นระยะเวลาสั้นๆ จะทำให้เซลล์ของแบคทีเรียสลายออก

10. Electricity กระแสไฟฟ้าจะสามารถทำลายแบคทีเรียทางอ้อมคือ

- ไฟฟ้ากระแสสลับจะทำให้จุดอนุมูลสูงขึ้น ทำให้แบคทีเรียตาย
- ไฟฟ้ากระแสตรงจะทำให้เกิด Electrolysis ซึ่งทำให้สารที่เป็นพิษแก่

แบคทีเรีย

11. Atomic energy มีอิทธิพลต่อ protoplasm ของแบคทีเรีย เช่นเดียวกับมีผลต่อ Protoplasm ของสัตว์ชั้นสูงขึ้นมา และเพียงแต่จุดอนุมูลที่เกิดจาก Nuclear fission เพียงอย่างเดียวก็จะทำลายแบคทีเรียได้หมด

ง. คุณภาพทางกัมมันตรังสี (Radiological Quality)

สารกัมมันตรังสีมีโอกาสเข้าไปปะปนอยู่ในแหล่งน้ำได้ โดยกระบวนการต่างๆ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2528) ดังนี้

1. การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีในอาวุธนิวเคลียร์ต่างๆ เช่น จากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์
2. การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่อยู่ในธรรมชาติ เช่น Uranium และผลผลิตจากการสลายตัวของ Uranium
3. การผลิตสารกัมมันตรังสีและกากกัมมันตรังสีในเตาปฏิกรณ์ปรมาณูหรือใช้ในโรงงานไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์
4. การใช้สารกัมมันตรังสีทางการแพทย์ อุตสาหกรรมและการวิจัย
สารกัมมันตรังสีเหล่านี้มีโอกาสเข้าไปในระหว่างห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) ของพืชและสัตว์น้ำซึ่งจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์เมื่อรับประทานอาหารจากแหล่งน้ำนั้นๆ เข้าไป

ภาคผนวก ข

แหล่งกำเนิดมลภาวะทางน้ำ

(Sources of Water Pollution)

สิ่งที่ทำให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำมีหลายแหล่งด้วยกัน เราอาจจำแนกประเภทของมลพิษของน้ำตามแหล่งที่มาของสารมลพิษ (Pollutants) หรือตามลักษณะของการใช้ได้ดังนี้คือ แหล่งชุมชน การเกษตรกรรม การอุตสาหกรรม การทำแร่ การคมนาคม และอื่นๆ (นิตยาและประนอม, 2530)

1. น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน (Domestic wastewaters) แยกออกเป็นประเภทต่างๆ คือ (เปี่ยมศักดิ์, 2533)

- Sanitary wastewaters คือ น้ำโสโครกที่ถูกปล่อยออกจากบ้านเรือนรวมทั้งน้ำจากห้องน้ำ ห้องครัวและน้ำซักเสื้อผ้า

- Domestic wastewaters คือ น้ำโสโครกที่ถูกปล่อยออกจากชุมชนรวมทั้งน้ำทิ้งของบ้านเรือน ตลาดและโรงพยาบาล

- Municipal wastewaters คือ น้ำโสโครกที่อยู่ในท่อน้ำโสโครกของเทศบาลเมือง ตามปกติแล้วจะไว้แต่น้ำโสโครกที่ถูกปล่อยออกมาจากชุมชน (Domestic wastewaters) แต่บางทางเทศบาลอนุญาตให้โรงเรียนอุตสาหกรรมย่อยถ่ายน้ำทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำร่วมกับน้ำทิ้งจากชุมชนทำให้ในท่อมี่คราบสกปรกมากขึ้น

- Combined wastewaters คือน้ำโสโครกประกอบด้วย น้ำโสโครกจากชุมชน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และน้ำล้นผิวถนน (Storm water runoff) ตัวอย่างเช่น น้ำโสโครกในท่อระบายน้ำของกรุงเทพมหานคร

ตามปกติน้ำชุมชนจะมีความต้องการน้ำเพื่อใช้อุปโภคและบริโภค แต่อัตราการใช้น้ำจะแตกต่างกันตามลักษณะการดำรงชีวิตของแต่ละชุมชน แต่อย่างไรก็ตามจะมีน้ำส่วนหนึ่งสูญเสียไปคงเหลือน้ำประมาณร้อยละ 60-70 เป็นน้ำเสีย จะมีอินทรีย์สารเช่น เศษอาหาร และไขมัน เป็นอินทรีย์สารเป็นสารประกอบไนโตรเจนคลอไรด์ นอกจากนี้ยังมีตะกอนซึ่งเจือปนมากับน้ำทำให้มีน้ำลักษณะขุ่น ผลิตรกต่าง ๆ ซึ่งใช้ในบ้านเรือน เช่น ยาจำกัดปลวก แมลงสาบ ยาขัดห้องน้ำ ยากำจัดคราบ เหล่านี้จะส่งผลถึงการเพิ่มระดับสารเคมี ตลอดจนโลหะหนักในน้ำมีส่วนระบาย

จากบ้ำแ รือน

สิ่งปฏิกูล เป็นส่วนหนึ่งส่งผลต่อการเพิ่มระดับอินทรีย์สารในน้ำเสียและในขณะเดียวกันก็เพิ่มปริมาณ Microorganisms ซึ่งก่ออาการปัญหาด้านสาธารณสุข หากไม่มีกระบวนการทางเทคโนโลยี ป้องกันมิให้กลับมาเป็นเปื้อนในน้ำดื่มหรืออาหารของชุมชนต่อไปได้

2. น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industria wastewater)

การใช้น้ำใน การอุตสาหกรรม ทำให้น้ำมีคุณภาพเปลี่ยนแปลงอย่างกว้างขวาง เนื่องจากกระบวนการผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมากมาย การอุตสาหกรรมจำแนกได้หลายประเภทตามผลผลิต เช่น เคมีภัณฑ์ อาหาร เยื่อกระดาษ สิ่งทอ โลหะ โลหะภัณฑ์ และอื่นๆ หรืออาจจำแนกตามชนิดน้ำทิ้งของโรงงาน หรือจำแนกประเภทน้ำตามผลเสียที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม และคุณภาพของปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับการอุตสาหกรรมแต่ละประเภทย่อมแตกต่างกันด้วย แต่อย่างไรก็ตามชุมชนในชนบทมักมีความสัมพันธ์กับการอุตสาหกรรมขนาดย่อมกั้น เช่น โรงสีข้าว การผลิตแป้งมันสำปะหลัง การบ่มยางพารา ปลาบ่น ขมิ้นเงิน เล้าหมู ก๋วยเตี๋ยว มากกว่าอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ การอุตสาหกรรมขนาดย่อมเหล่านี้ทำให้มีอินทรีย์สารเช่น แป้ง เศษปลา รวมทั้งธาตุอาหาร เจือปนเข้ากับน้ำทิ้งและก่อปัญหาเนื่องจากการเน่าเหม็น เพราะการย่อยสลายของ Microorganisms แบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งในปัจจุบันการควบคุมน้ำทิ้งจากโรงงานประเภทปล่อยน้ำทิ้งปล่อยน้ำทิ้งสารประกอบอินทรีย์ได้กำหนดไว้ว่าน้ำทิ้งจะต้องมี BOD และของแข็งแขวนลอย (Suspended solids) ไม่เกิน 15.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรรณิการ์, 2522)

ประเภทของน้ำทิ้งตามผลเสียที่เกิดกับสิ่งแวดล้อมอาจแบ่งออกได้เป็น 8 ประเภท คือ

1. ประเภทที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง (Oxygen depleting wastes)

ได้แก่ โรงงานกระดาษ โรงงานทำอาหารกระป๋อง โรงงานฆ่าสัตว์ โรงงานผลิตเยื่อ โรงงานน้ำตาล โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง โรงงานกลั่นสุรา และโรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรอีกหลายประเภท

2. ประเภทที่มีสารพิษเจือปน (Toxic waste contamination) ได้แก่

โรงงานอุตสาหกรรมเคมี โรงงานถลุงเหล็กชนิดต่างๆ โรงงานเย็บผ้า โรงงานทำของดอง โรงงานถลุงโลหะและเหมืองแร่ต่างๆที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ

3. ประเภทที่สามารถทำลายสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ เช่น โรงเลื่อย เหมืองแร่ต่างๆ โรงงานไฟฟ้าเครื่องจักรไอน้ำหรือ โรงงานไฟฟ้าปรมาณู โรงกลั่นน้ำมัน เป็นต้น

4. ประเภทที่ทำให้รสและกลิ่นของน้ำเปลี่ยนไป เช่น โรงงานผลิตยางเทียม โรงกลั่นน้ำมัน เป็นต้น

5. ประเภทที่มีอินทรีย์สารเป็นของแข็งลอยอยู่ เช่น โรงงานฟอกหนัง

6. ประเภทที่ปล่อยเชื้อโรคลงสู่แหล่งน้ำ เช่น โรงงานฆ่าสัตว์ โรงงานฟอกหนัง โรงงานทำอาหารกระป๋อง น้ำทิ้งจากโรงพยาบาล เป็นต้น

7. ประเภทที่ปล่อยสารกัดโลหะออกมา เช่น โรงงานทำของดอง โรงงานผลิตสบู่ และผงซักฟอก

8. ประเภทที่ปล่อยสารกัมมันตรังสีออกมา เช่น โรงไฟฟ้าปรมาณู ผลกระทบของน้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมต่อสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำอาจจะทำให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงโดยอิทธิพลจากปัจจัยต่อไปนี้

1. ปริมาณและความถี่ของฝน ถ้ามีฝนตกชุกมากก็จะเกิดการเจือจางได้มากซึ่งและให้ผลกระทบที่ลดลง

2. ปริมาณและลักษณะของน้ำผิวดิน ถ้ามีมากและเร็วก็จะเกิดการเจือจางขึ้น

3. ปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำ ถ้ามากและเร็วก็จะเกิดการเจือจางดีขึ้น

4. อุณหภูมิ ถ้าสูงก็อาจทำให้สารพิษบางชนิดมีความเป็นพิษสูงขึ้น

5. แสงแดด จะก่อให้เกิดการแพร่พันธุ์ของพืชน้ำได้อย่างเร็ว (Eutrofication)

6. ทิศทางและกระแสลม

3. น้ำทิ้งจากการเกษตรกรรม (Agricultural wastewaters)

เกษตรกรรม ได้แก่การเพาะปลูกต่างๆ ตลอดจนงานการหมุนเวียนของพืชที่ต้องการการวัตถุประสงค์ต่างๆ นอกจากเมล็ดพันธุ์พืชคือปุ๋ย ยากำจัดศัตรูพืช สารเคมีในการเร่งออกดอกผล ตลอดจนสารเคมีในการปรับสภาพดิน เช่น ดินเปรี้ยว เพื่อให้มีสภาพที่เข้มประโยชน์แก่การใช้สอยที่ต้องการ เป็นต้น น้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูก จึงรับสารตกค้างทุกประเภทซึ่งได้กล่าวถึง ทำให้มีธาตุอาหารและสารพิษต่างๆ ระบายลงสู่แหล่งน้ำ นอกจากนั้นน้ำที่มีน้ำที่ชะล้างสารประกอบต่างๆ สามารถละลายน้ำได้ออกจากดิน ตลอดจนนำเอาสารประกอบต่างๆ ซึ่งรากของพืชดูดน้ำ

ขึ้นมาใช้หรือทิ้งไว้บริเวณราก ไม่เช่นนั้นที่ก็จะไม่เหมาะสมในการใช้เพาะปลูกอีกต่อไป องค์ประกอบซึ่งมีผลต่อคุณภาพน้ำจากแหล่งเกษตรกรรมคือ การระเหยเป็นไอ (Evaporation) และการที่พืชขับไอน้ำออกทางใบ (Transpiration) รวมทั้งการชะล้างสารประกอบต่างๆ ออกจากดิน ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น ดังนั้นน้ำซึ่งผ่านการใช้จึงประกอบด้วยเกลือต่างๆ ทำให้น้ำกร่อยขึ้น นอกเหนือจากการมีธาตุอาหารและสารพิษต่างๆ สี กลิ่น รส ความขุ่นและอุณหภูมิก็เป็นลักษณะทางกายภาพอาจเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกันเมื่อน้ำใช้ในการเกษตรกรรมไหลลงสู่แหล่งน้ำบริเวณดิน ก็จะทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพในแหล่งน้ำนั้น อย่างไรก็ตาม บางส่วนของน้ำไหลซึมลงสู่ใต้ดิน ทำให้เกิดการปนเปื้อนในแหล่งทรัพยากรน้ำด้วยอีกด้านหนึ่ง ดังจะเห็นได้จากการที่มีระดับสารประกอบไนโตรเจนในน้ำใต้ดินสูงกว่าในอดีต สารประกอบพวกนี้ผลข้างเคียงด้านสาธารณสุขโดยเฉพาะอย่างยิ่งในทารกที่บริโภคน้ำนี้เป็นหลัก กล่าวคือ ทำให้เกิดอาการตัวเขียว (Bluebody หรือ Cyanosis) โลหะหนักบางตัวเช่น แคดเมียม (Cadmium : Cd) จะเจือปนอยู่ในปุ๋ย และอาจทำให้มีระดับของโลหะหนักดังกล่าวในแหล่งน้ำสูงขึ้น ยากำจัดศัตรูพืชบางชนิดมีโลหะหนัก เช่น ปรอท (Mercury : Hg) ตะกั่ว (Lead : Pb) เป็นส่วนประกอบ ดังนั้น จึงอาจพบว่า มีการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำ เมื่อผ่านการใช้ในการกลั่นกรองและแหล่งน้ำชลประทานเพื่อการเกษตรก็เป็นแหล่งมลพิษได้ในระบบชลประทานที่มีน้ำไหลกลับคุณภาพของน้ำจะเปลี่ยนแปลงดังนี้คือ

1. มีปริมาณแร่ธาตุสูงขึ้นเนื่องมาจากการละลายแร่ธาตุในดินโดยน้ำชลประทานไหลกลับ นอกจากนี้การระเหยของน้ำและการคายน้ำโดยใบพืชก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้แร่ธาตุในน้ำชลประทานไหลกลับมีปริมาณสูงขึ้น ในพื้นที่บางแห่งอาจมีปริมาณเกลือสูงกว่าปกติ เมื่อน้ำไหลผ่านก็จะเกิดการละลายติดมากับน้ำ

2. มีอุณหภูมิสูงขึ้น ในฤดูร้อนความร้อนของดินจะสูงขึ้น เมื่อมีการให้น้ำแก่ดินน้ำก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยการถ่ายเทความร้อนของดิน เมื่อน้ำไหลกลับลงสู่คลองระบายน้ำก็จะทำให้น้ำในคลองระบายน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นไปด้วย

3. ความขุ่นสูงขึ้น เนื่องมาจากการเซาะพังหรือการรุกรานของดินในพื้นที่ทำการเกษตรและน้ำชลประทานไหลกลับได้นำมาตะกอนลงมายังคลองระบายน้ำ นอกจากนี้ถ้าบริเวณพื้นที่ที่มีการใช้น้ำชลประทานมีอินทรีย์สารสูงก็จะมีผลทำให้น้ำชลประทานไหลกลับเปลี่ยนสีได้ด้วยโดยมากจะเปลี่ยนสีน้ำตาล (Peaty water)

4. ธาตุอาหาร (Nutrient) สูงขึ้น พื้นที่ทำการเกษตรส่วนใหญ่จะมีการเพิ่มธาตุอาหารหรือปุ๋ยลงไปเพื่อเพิ่มผลผลิต อย่างไรก็ตามมีการใช้ปุ๋ยมากเกินไปก็อาจทำให้มีพื้นที่เหลือได้ และส่วนนี้ก็จะละลายไปกับน้ำชลประทานไหลกลับ ผลกระทบในเวลาต่อมาได้แก่การเพิ่มขยายของประชากรพืชน้ำและทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง ในเวลากลางคืนมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณ นอกจากนี้การที่มีปริมาณปุ๋ยบางชนิด เช่น ไนเตรตสูงขึ้นไปก็อาจมีผลกระทบต่อผู้บริโภคได้ น้ำที่มีไนเตรตสูงกว่า 40.00 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีอันตรายต่อทารก

5. มีการเจ็บป่วยของยาปราบศัตรูพืช การใช้ยาปราบศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำชลประทาน ผลกระทบที่เกิดขึ้นก็คือสัตว์น้ำที่เกิดขึ้นก็คือสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในคลองระบายน้ำจะได้รับอันตราย

การปนเปื้อน ได้แก่ การเลี้ยงสัตว์ เช่น การทำฟาร์ม ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย แต่การปนเปื้อนต้องมีการกำจัดมูลสัตว์ที่เกิดขึ้นให้ดีจะทำให้ไม่เสียที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะที่มีปริมาณอินทรีย์สาร และธาตุอาหารรวมทั้ง Microorganisms ต่างๆ ที่ปะปนมากับมูลสัตว์ ก็จะทำให้เกิดการปนเปื้อนแหล่งน้ำใกล้เคียงอีกประการหนึ่งด้วย

4. การทำเหมืองแร่ คมนาคม ท่องเที่ยวและอื่นๆ (นิเทศาและประนอม, 2530)

การทำเหมืองแร่โดยทั่วไปหากมีการเปิดหน้าดิน โดยไม่มีระบบควบคุมป้องกันที่รัดกุมเพียงพอ จะทำให้เกิดตะกอนขุ่นในแหล่งน้ำข้างเคียง นอกจากนี้ยังพบว่าอาจมีสิ่งเจือปนมากับตะกอนดิน เช่น แร่ธาตุต่างๆ เป็นต้น การคมนาคมทางน้ำทำให้มีน้ำกักตุน น้ำมันเครื่อง หรือสิ่งปนเปื้อนระบายลงสู่ทางน้ำซึ่งเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจบางแห่ง เช่น ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น ตามปกติแหล่งน้ำโดยมีความสามารถในการฟื้นตัวตามธรรมชาติ (Natural Purification Process) หากมีการระบายน้ำเสียอย่างค่อยเป็นค่อยไป การย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ซึ่งมีอยู่ในธรรมชาติการท่องเที่ยวยุคใหม่เป็นการขยายขนาดชุมชนเฉพาะกาล ทำให้ชุมชนเดิมซึ่งมีขนาดจำกัดต้องรับภาระจากกิจการท่องเที่ยว ดังนี้หากไม่มีการวางระบบอย่างรัดกุมและเหมาะสมกับสถานการณ์อาจมีผลต่อเนื่องถึงคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะเมื่อมีการสนับสนุนกิจการท่องเที่ยวยุคใหม่

ลักษณะของแหล่งน้ำที่เกิดภาวะมลพิษ

แหล่งน้ำที่มีสภาพมลพิษเกิดขึ้นจะมีลักษณะดังนี้ (นิเทศาและประนอม, 2530)

1. สภาพของแหล่งน้ำที่เกิดภาวะมลพิษที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ได้แก่ น้ำที่มีสภาพดังต่อไปนี้

- มีขยะมูลฝอย อุจจาระ พวกใบไม้ เศษไม้ลอยอยู่ ทำให้เกิดทัศนียภาพไม่ดี แสงแดดส่องลงไปใต้น้ำได้น้อย ทำให้พืชหรือสัตว์ที่ต้องการแสงในการสร้างอาหารได้รับปริมาณแสงไม่เพียงพอ สารต่างๆเหล่านี้เมื่อลอยอยู่ในน้ำนานๆ หรือถูกพัดพาไปกับลมฝน จะเน่าเปื่อยและส่งกลิ่นเหม็นขึ้น

- มีคราบไขมันลอยอยู่เต็ม ทำให้สูญเสียทัศนียภาพ และสิ่งมีชีวิตต่างๆในน้ำได้รับผลกระทบอาจเป็นอันตรายถึงชีวิต

- สภาพที่แม่น้ำเปลี่ยนสี ทำให้สภาพน้ำเกิดสีต่างๆ ไม่น่าดู และจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำอีกทั้งอาจมีโลหะต่างๆ ที่เจือปนอยู่ในของเสีย จะเป็นอันตรายต่อประชาชนได้ทั้งระยะสั้นและระยะยาว

- แม่น้ำลำคลอง ที่มีการปนเปื้อนสารอินทรีย์สูง เมื่อลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้มีสภาพสกปรกและขาดออกซิเจน เพราะ Microorganisms ที่มีอยู่ในน้ำจะใช้ปริมาณออกซิเจนในการย่อยสลาย ยังมีสารอินทรีย์มากการย่อยสลายยิ่งมาก จะทำให้เกิดการอพยพและเปลี่ยนแปลงชนิดและประเภทของสิ่งมีชีวิต เมื่อเหตุการณ์ดำเนินต่อไปสภาพของลำน้ำจะมีสีดำ และส่งกลิ่นเหม็น

- แม่น้ำลำคลองที่ตื้นหรือมีพอง จะทำให้ทัศนียภาพของแม่น้ำเสียไปและอาจเกิดสภาพที่วิหิตตามมาด้วย

2. สภาพของน้ำที่เกิดภาวะมลพิษที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า สารมลพิษบางประเภทสามารถละลายได้เป็นเนื้อเดียวกับน้ำ จะมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าแต่จะเกิดการสะสมในห่วงโซ่อาหาร เมื่อมนุษย์จับสัตว์น้ำหรือน้ำพืชเข้ามาเป็นอาหารอาจเกิดพิษต่อผู้บริโภคได้ สารมลพิษที่ละลายปนอยู่ในน้ำที่สำคัญได้แก่

- สารเคมีที่เป็นพิษที่ใช้ในการเกษตร เช่น สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและศัตรูสัตว์ ซึ่งเฝ้าฝนชะมาและจากการระบายจากไร่สวน รวมทั้งการระบายน้ำทิ้งของคลองชลประทานด้วย

- โลหะหนัก ส่วนใหญ่จะเกิดจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท ได้แก่ โลหะหนัก (Heavy Metal) จำพวกปรอท (Mercury : Hg) ตะกั่ว (Lead : Pb) แคดเมียม (Cadmium : Cd) และ ทองแดง (Copper : Cu) เป็นต้น

- สภาพของลำน้ำที่ขาดออกซิเจน ช่วงแรกจะมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าได้ จะพบว่าลำน้ำมีค่าความสกปรกในรูปของ Biochemical Oxygen Demand (BOD) และ Chemical Oxygen Demand (COD) สูง และถ้าเป็นการขาดออกซิเจนเนื่องมาจากรย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรีย ค่า BOD จึงจะมีค่าสูงมาก และบางครั้งอาจเท่ากับค่า COD แต่ถ้าวเป็นการขาดออกซิเจนเนื่องมาจากการเติมออกซิเจนให้กับสารประกอบทางเคมีอื่นๆ ค่า BOD จะมีค่าต่ำ

ภาคผนวก ค
วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

Various preservations that may be used to retard changes in sample

preservation	Action	applicable
HgCl ₂	Bacterial Inhibitor	Nitroben forms, Phosphorous forms
Acid (HNO ₃)	Metals solvent, prevents Precipitation	Metals
Acid (H ₂ SO ₄)	Bacterial Inhibitor	Organic Sample (COD, Oil and Grease, Organic Carbon, etc., Ammonia, Amines
	Salt formation with organic Bases	
Alkali (NaOH)	Salt formation with volatile Compounds.	Cyanide, Organic acids
Refrigeration or Freezing	Bacterial Inhibitor	Acidity - Alkalinity, Organic materials, BOD, Color, Odor, Organic N, Carbon, etc., Biological Organisms (Coliform, etc.,)

Recommended Storage Procedure

Analysis	Sample Storage	
	Refrigeration a 4°c	Frozen
Total Solids	O.K.	O.K.
Suspended Solids	Up to Several Days	NO.
Volatile Suspended Solids	Up to Several Days	NO.
COD	Up to Several Days	NO.
BOD	Up to One Day in Composite	Lag Develops Must Use Fresh Sewage Seed.
	Sampling Systems	

Sample Preservation

Parameter	Preservation	Maximum Holding Period
Acidity - Alkalinity	Refrigeration at 4.00°c	24 hours
Biochemical Oxygen Demand	Refrigeration at 4.00°c	6 hours
Chemical Oxygen Demand	2.00 ml H ₂ SO ₄ per liter	7 days
Calcium	None Required	7 days
Chloride	None Required	7 days
Color	Refrigeration at 4.00°c	24 hours
Cyanide	NaOH to pH 10	24 hours
Dissolved Oxygen	Determine on site	No holding
Fluoride	None Required	7 days

Parameter	Preservation	Maximum Holding Period
Hardness	None Required	7 days
Metals, Total	5.00 ml HNO ₃ per liter	6 months
Nitrogen, Ammonia	* 40.00 mg HgCl ₂ per liter 4.00 °c	7 days
Nitrogen, Kjeldahl	* 40.00 mg HgCl ₂ per liter 4.00 °c	Unstable
Nitrogen, Nitrate-Nitrate	* 40.00 mg HgCl ₂ per liter 4.00 °c	7 days
Oil and Grease	2.00 ml H ₂ SO ₄ per liter 4.00 °c	24 days
Organic Carbon	2.00 ml H ₂ SO ₄ per liter (pH2)	7 days
pH	Determine on - site	No holding
Phenolics	1.00 mg CuSO ₄ per liter + H ₃ PO ₄ to pH 4.00, 4.00 °c	24 hours
Phosphorous	* 40.00 mg HgCl ₂ per liter 4.00 °c	7 days
Solids	Non available	7 days
Specific Conductance	Non Required	7 days
Sulphate	Refrigeration at 4.00 °c	7 days
Sulphide	2 ml Zinc Acetate per liter	7 days
Threshold Odor	Refrigeration at 4 °c	7 days
Thurbidity	Non available	7 days

หมายเหตุ

* Disposal of Mercury - Containing Samples is a recognized problem; research investigations are under way to replace it as preservation.

ที่มา

EPA, 1971. "Method for Chemical Analysis of Water and Wastes."

ภาคผนวก ง
 ความเข้มข้นอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำภายใต้ความดัน 1 บรรยากาศ

Temperature in 'C	Chloride concentration in Water mg/L					Difference per 100 mg Chloride
	0.00	5,000.00	10,000.00	15,000.00	20,000.00	
	Dissolved Oxygen mg/L					
0	14.60	13.80	13.00	12.10	11.30	0.017
1	14.20	13.40	12.60	11.80	11.00	0.016
2	13.80	13.10	12.30	11.50	10.80	0.015
3	13.50	12.70	12.00	11.20	10.50	0.015
4	13.10	12.40	11.70	11.00	10.30	0.014
5	12.80	12.10	11.40	10.70	10.00	0.014
6	12.50	11.80	11.10	10.50	9.80	0.014
7	12.20	11.50	10.90	10.20	9.60	0.013
8	11.90	11.20	10.60	10.00	9.40	0.013
9	11.60	11.00	10.40	9.80	9.20	0.012
10	11.30	10.70	10.10	9.60	9.00	0.012
11	11.10	10.50	9.90	9.40	8.80	0.011
12	10.80	10.30	9.70	9.20	8.60	0.011
13	10.60	10.10	9.50	9.00	8.50	0.011
14	10.40	9.90	9.30	8.80	8.30	0.010
15	10.20	9.70	9.10	8.60	8.10	0.010
16	10.00	9.50	9.00	8.50	8.00	0.010
17	9.70	9.30	8.80	8.30	7.80	0.009
18	9.50	9.10	8.60	8.20	7.70	0.009

Temperature in °C	Chloride concentration in Water mg/L					Difference per 100 mg Chloride
	0.00	5,000.00	10,000.00	15,000.00	20,000.00	
	Dissolved		Oxygen	mg/L		
19	9.40	8.90	8.50	8.00	7.80	0.009
20	9.20	8.70	8.30	7.90	7.40	0.009
21	9.00	8.60	8.10	7.70	7.30	0.009
22	8.80	8.40	8.00	7.60	7.10	0.008
23	8.70	8.30	7.90	7.40	7.00	0.008
24	8.50	8.10	7.70	7.30	6.90	0.008
25	8.40	8.00	6.70	7.20	6.70	0.008
26	8.20	7.80	7.40	7.00	6.60	0.008
27	8.10	7.70	7.30	6.90	6.50	0.008
28	7.90	7.50	7.10	6.80	6.40	0.008
29	7.80	7.40	7.00	6.60	6.30	0.008
30	7.60	7.30	6.90	6.50	6.10	0.008
31	7.50					
32	7.40					
33	7.30					
34	7.20					
35	7.10					
36	7.00					
37	6.90					
38	6.80					
39	6.70					
40	6.60					

Temperature in °C	Chloride concentration in Water mg/L					Difference per 100 mg Chloride
	0.00	5,000.00	10,000.00	15,000.00	20,000.00	
41	6.50					
42	6.40					
43	6.30					
44	6.20					
45	6.10					
46	6.00					
47	5.90					
48	5.80					
49	5.70					
50	5.60					

ภาคผนวก จ

Conductivity Class

ชั้นที่ 1 (C1) มีการนำไฟฟ้า 0.00-0.25 mmho/cm ใช้ในการชลประทาน เพื่อเพาะปลูกพืชแทบทุกชนิด น้ำนี้อาจจะทำให้ดินส่วนมากมีปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และการระบายน้ำเข้าไปในแปลงเพาะปลูก อาจทำให้แร่ธาตุในดินถูกชะล้างไปบ้าง นอกจากดินชั้นนี้มีการดูดซึมน้ำได้น้อย แร่ธาตุในดินจึงไม่ถูกชะล้างไป

ชั้นที่ 2 (C2) มีการนำไฟฟ้า 0.25-0.75 mmho/cm เป็นน้ำที่มีเกลือละลายอยู่ปานกลาง ใช้ในการชลประทานเพื่อเพาะปลูกพืชทุกชนิด แต่ถ้าพืชนั้นมีความไวต่อเกลือจะใช้ให้น้ำไปปลูกพืชได้ก็ต่อเมื่อ ปลูกพืชได้บนดินที่สามารถดูดซึมน้ำได้อย่างดีหรือปานกลาง สำหรับดินที่มีการดูดซึมน้อยการชะล้างเป็นไปได้ยาก จำเป็นต้องเลือกปลูกพืชที่มีความทนทานต่อเกลือปานกลาง และจะต้องพยายามชะล้างดินให้มาก

ชั้นที่ 3 (C3) มีการนำไฟฟ้า 0.75-2.25 mmho/cm เป็นน้ำที่มีจำนวนเกลือปานกลางจนถึงสูง ให้น้ำใช้ระบายเข้าไปในดินที่มีความสามารถดูดซึมน้ำได้ปานกลางและดี ดินที่ใช้ในการเพาะปลูกจะต้องชะล้างอยู่เสมอ เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นจากเกลือ นอกจากนี้จะต้องหาวิธีการต่างๆ เพื่อให้มีจำนวนเกลือจำกัด การปลูกพืชควรเลือกพืชที่ทนเกลือได้ดี

ชั้นที่ 4 (C4) มีการนำไฟฟ้า 2.25-4.00 mmho/cm เป็นน้ำที่มีจำนวนเกลือสูง ใช้สำหรับระบายน้ำเข้าไปในดินที่สามารถดูดซึมน้ำได้ดี และจะต้องทำการชะล้างดินเป็นพิเศษเพื่อกำจัดเกลือที่มีอยู่มากเกินไปให้ออกไปเสียจากดิน การปลูกพืชควรปลูกพืชที่ทนเกลือได้ดีเท่านั้น

ชั้นที่ 5 (C5) มีการนำไฟฟ้า 4.00-6.00 mmho/cm เป็นน้ำที่มีจำนวนเกลือสูงมาก ไม่เหมาะที่จะใช้ในการชลประทานเพื่อปลูกพืช แต่อาจใช้ปลูกพืชได้ในดินที่สามารถดูดซึมน้ำได้ดี และมีการชะล้างดินอยู่เสมอ การปลูกพืชควรเลือกปลูกพืชที่ทนเกลือได้สูง

ชั้นที่ 6 (C6) มีการนำไฟฟ้าเกิน 6.00 mmho/cm เป็นน้ำที่มีเกลือสูงมากเกินไป ไม่เหมาะที่จะใช้ในการชลประทานเพื่อการเพาะปลูก

ที่มา

จักรพงษ์ เจริญศิริ, 2520 "เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน เล่ม 3"

Electrical conductivity of water criteria for Lifestock and poultry

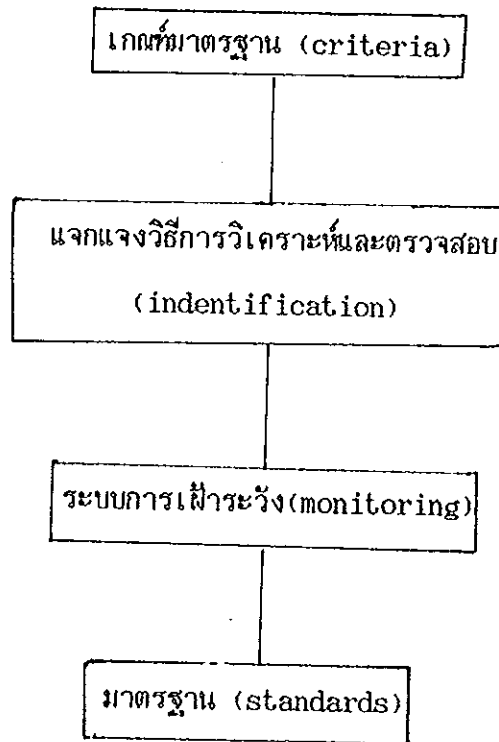
การนำไฟฟ้า (mmho/cm)	การใช้เลี้ยงสัตว์
1.50	ใช้ได้สำหรับสัตว์เลี้ยงทุกชนิด
1.50-5.00	ใช้ได้สำหรับสัตว์เลี้ยงทุกชนิด แต่อาจทำให้เกิดท้องร่วงอย่างอ่อน ชั่วคราว สำหรับสัตว์เลี้ยงที่ยังไม่เคยชิน และพวกสัตว์ปีกท้องเดิน
5.00-8.00	พอใช้ได้แต่อาจทำให้สัตว์ท้องร่วงชั่วคราว หรือสัตว์ไม่ยอมกินอาหารแรก เนื่องจากไม่เคย สำหรับสัตว์ปีกก็ไม่ควรใช้โดยเฉพาะไก่วงอาจถึงตาย
8.00-11.00	อาจใช้ได้สำหรับโค กระบือ แพะ แกะ หมู และม้า แต่ไม่ควรใช้ สำหรับสัตว์ที่ตึงท้องหรือต้องการรีดนม ใช้เลี้ยงสัตว์ปีกไม่ได้เลย
11.00-16.00	อาจใช้เลี้ยงหมูได้ แต่สัตว์ปีกไม่ได้เลย สำหรับโค กระบือ แพะ แกะ ในระยะตั้งท้องหรือรีดนม ใช้ไม่ได้ หรือเมื่อเป็นสัตว์เล็กก็ไม่ควรใช้
16.00	ไม่ควรใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ

ที่มา

สุริย์ สอนสมบูรณ์, 2521 "คู่มือการชลประทานเล่มที่ 15"

ภาคผนวก จ

การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำ ในการกำหนดมาตรฐานน้ำดื่มขึ้นต่อหรือวิธีการเป็นลำดับดังนี้



สำหรับแนวทางการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ (water quality criteria) ของ EPA (1973 และ 1980) มีทั้งคุณภาพทางกายภาพทางเคมี และทางชีววิทยา ที่คำนึงถึงการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำในหลายๆด้าน และเกณฑ์มาตรฐานนี้ได้รับการจัดตั้งมาจากข้อมูล 2 ลักษณะ คือ

1. ข้อมูลต่างๆทางวิชาการของสารมลพิษที่มีต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน สิ่งมีชีวิตในน้ำ ตลอดจนในเรื่องของการันทนาการ
2. ปริมาณสารมลพิษในน้ำและคุณภาพน้ำที่มีสารมลพิษเจือปนอยู่ในช่วงที่ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมใดๆได้

ขั้นแรก จากข้อมูลคุณภาพน้ำ และอื่นๆที่สำรวจและรวบรวมได้นำมาพิจารณาจัดตั้งเกณฑ์มาตรฐานที่อยู่บนพื้นฐานการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น โดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของปริมาณสารมลพิษกับสิ่งแวดล้อม และสุขภาพอนามัยของประชาชน ไม่ได้คำนึงถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยี

ขั้นที่สอง เมื่อได้เกณฑ์มาตรฐานแล้วเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้หน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องทราบ จากนั้นศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติม โดยอยู่ในขอบเขตของเรื่องผลกระทบของสารมลพิษที่มีต่อสิ่งแวดล้อม พิษของสารมลพิษที่เจือปนในน้ำแล้วยังสามารถนำน้ำนั้นมาใช้ประโยชน์ได้ และความเข้มข้นของสารมลพิษที่ยอมรับได้มีแหล่งน้ำสำหรับกิจกรรมต่างๆ จากนั้นตีพิมพ์ผลเพื่อพิจารณาต่อไป

ขั้นที่สาม เป็นการศึกษาเพื่อจัดตั้งเกณฑ์มาตรฐานตามการใช้สอย เช่น

1. เกณฑ์มาตรฐานสำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำ พิจารณาจากค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารมลพิษต่างๆที่มีผลให้เกิดการตายเฉียบพลัน ครึ่งหนึ่งของตัวอย่างสัตว์น้ำทดลอง (LC 50) แล้วคูณด้วยอัตราส่วนป้องกันผลที่จะเกิดขึ้นแบบเรื้อรัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารมลพิษที่สามารถสะสมได้ในสิ่งมีชีวิต

2. เกณฑ์มาตรฐานสำหรับป้องกันสุขภาพอนามัย วิธีการเป็นไปในทำนองเกี่ยวกับข้อ (1) คือพิจารณาจากสารมลพิษที่ให้ผลทั้งชนิดเฉียบพลันและเรื้อรัง ที่สามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตทั้งที่ไม่ใช่มนุษย์ ในมนุษย์เอง

ในบางกรณีเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแต่ละแห่งอาจมีค่าไม่เหมือนกันได้ ขึ้นอยู่กับสภาพท้องถิ่นซึ่งอาจมีแนวโน้มการปนเปื้อนสูงและมีแหล่งกำเนิดสารมลพิษ เกณฑ์มาตรฐานจึงสามารถกำหนดได้ตามความเหมาะสม

การกำหนดหรือจัดตั้งมาตรฐาน (standards) เมื่อได้เกณฑ์มาตรฐาน (criteria) ที่เสนอแนะมาแล้วจากขั้นต้น จำเป็นต้องมีการแจกแจงวิธีการวิเคราะห์และตรวจสอบให้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน เพื่อสามารถเทียบผลการวิเคราะห์ในแต่ละแห่งของตัวอย่างน้ำได้ถูกต้อง นอกจากนั้นต้องมีระบบหรือขบวนการเฝ้าระวังเพื่อการตรวจสอบสภาพความเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ เพื่อให้มาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดขึ้นนี้มีประสิทธิภาพต่อการใช้งานจริง

อย่างไรก็ตามการจัดทำมาตรฐานจำเป็นจะต้องมีขั้นตอนทางด้านการเมือง สังคมและทางด้านเศรษฐศาสตร์ผนวกเข้ามาด้วย เพื่อให้การตัดสินใจในการกำหนดมาตรฐานเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย

สำหรับในประเทศไทยมาตรฐานคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ และสุขภาพอนามัยของประชาชนทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมมีมาตรฐานคุณภาพน้ำดังนี้

1. มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค

1.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม

(ก) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524)

เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

(ข) ร่างมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (เสนอแนะโดยคณะกรรมการ
การตรวจสอบคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท กรมอนามัย)

1.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค

(ก) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2521) ออกตาม
ความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน
ด้านสาธารณสุข และการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อม

2. มาตรฐานน้ำทิ้ง

2.1 มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

(ก) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2521) ออกตาม
ความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใน
อนุญาตประกอบกิจการโรงงานเฉพาะประเภทลู่โลหะสังกะสี

(ข) ประกาศ กระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2525) ออกตาม
ความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 เรื่อง หน้าที่ของผู้รับใน
อนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

(ค) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2525) ออกตาม
ความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 เรื่อง หน้าที่ของผู้รับ
ใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน

2.2 มาตรฐานน้ำทิ้งลงบ่อบาดาล

(ก) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2521) ออกตาม
ความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่อง กำหนดหลัก
เกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการระบายน้ำลงบ่อบาดาล

2.3 มาตรฐานน้ำกึ่งชุมชน

- (ก) มาตรฐานน้ำกึ่งชุมชน และวิธีการตรวจสอบ (ร่าง) (ร่างประกาศ
สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ)

3. มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล

3.1 มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลบริเวณอ่าวกระเบน

- (ก) ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน
เรื่อง กำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลบริเวณ
แหลมไม้จาง อ่าวกระเบน และเกาะปู จังหวัดภูเก็ต
- (ข) ประกาศสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่องวิธีหาและ
กำหนดจุดตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลบริเวณแหลมไม้จางอ่าวกระเบน และ
เกาะปู จังหวัดภูเก็ต

4. มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินที่มีใช้ทะเล

4.1 มาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มีใช้ทะเล

- (ก) ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน
เรื่อง กำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิว
ดินที่มีใช้ทะเล (พ.ศ. 2529)

4.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำแม่ในเจ้าพระยา

- (ก) ประกาศสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนด
ประเภทของแหล่งน้ำแม่ในเจ้าพระยา (พ.ศ. 2529)

Total 1 Surface Water Quality Standards Surface Water Resources Classification And Standards

Parameters	Units	Statistic	Standard Values for Class				
			1	2	3	4	5
1. Temperature	°C	-	n	n	n	n	-
2. pH value	-	-	n	5-9	5-9	5-9	-
3. Dissolved oxygen	mg/l	80%ile*	n	6	4	2	-
4. BOD(5 days, 20°C)	mg/l	"	-	1.5	2.0	4.0	-
5. Coliform Bacteria							
-Total coliform	MPN/100 ml	"	-	5,000	20,000	-	-
-Fecal coliform	"	"	-	1,000	4,000	-	-
6. NO ₃ -N	mg/l	Max. allowance	n	<---5.0--->			-
7. NH ₃ -N	"	"	n	:	0.5	:	-
8. Phenols	"	"	n	:	0.005	:	-
9. Cu	"	"	n	:	0.1	:	-
10. Ni	"	"	n	:	0.1	:	-
11. Mn	"	"	n	:	1.0	:	-
12. Zn	"	"	n	:	1.0	:	-
13. Cd	"	"	n	:	0.005**	0.05**:	-
14. Cr (Hexavalent)	"	"	n	:	0.05	:	-
15. Pb	"	"	n	:	0.05	:	-
16. Hg (total)	"	"	n	:	0.002	:	-
17. As	"	"	n	:	0.01	:	-
18. Cn	"	"	n	:	0.005	:	-
19. Radioactivity							
-Gross x α	Becquerel/l	"	n	:	0.1	:	-
-Gross B β	"	"	n	:	1.0	:	-

Parameters	Units	Statistic	Standard Values for Class				
			1	2	3	4	5
20.Pesticides (total)	mg/l	Max.allowance	n	:	0.05	:	-
-DDT	ug/l	"	n	:	1.0	:	-
-xBHC	"	"	n	:	0.02	:	-
-Dieldrin	"	"	n	:	0.1	:	-
-Aldrin	"	"	n	:	0.1	:	-
-Heptachlor & Heptachlor epoxide	"	"	n	:	0.2	:	-
-Endrin	"	"	n	<---	none---	>	-

Note

n = naturally but changing not more than 3 °C

* = 8q percentile more than or less than

** = when water hardness not more than 100 mg/1 as CaCO₃

*** = when water hardness more than 100 mg/1 as CaCO₃

Source : Office of the National Environment Board 1987

ตารางที่ 2 มาตรฐานคุณภาพน้ำต่างประเทศตามการใช้สอย

ลำดับ ที่	ข้อมูลที่ตรวจวิเคราะห์	มาตรฐานคุณภาพน้ำ		
		แหล่งน้ำดิบเพื่อการ ประปา WHO 1971	Fresh Water Aquatic Life	Salt Water Aquatic Life
		มาตรฐานคุณภาพน้ำ EPA 1974	EPA 1980	
1.	pH	4	6.0-9.0	6.5-8.5
2.	Dissolve Oxygen mg/1	4	4	4
3.	Color (Pt-Co Scale) Units	75	-	-
4.	Turbidity (JTU) Units	50	-	-
5.	Suspended Solid mg/1	80	80	-
6.	Dissolved Solid mg/1	1,500	-	-
7.	Ammonia-Nitrogen (as NH ₃) mg/1	0.5	0.02	0.4
8.	Nitrate-Nitrogen (as NO ₃) mg/1	0.9	-	-
9.	Total-phosphate (as p) mg/1	0.3	0.3	0.001
10.	BOD: 20 °c, 5 days mg/1	2 ⁽¹⁾	-	-
11.	Arsenic (as As) mg/1	0.05	0.44	0.51
12.	Cadmium (as Cd) mg/1	0.01	0.006	0.059
13.	Chromium-Total (as Cr) mg/1	0.05	0.044	1.26
14.	Copper (as Cu) mg/1	1.5	0.043	0.023
15.	Iron (as Fe) mg/1	50	-	0.05
16.	Lead (as Pb) mg/1	0.05	0.40	0.025
17.	Manganese (as Mn) mg/1	5	-	0.02
18.	Mercury (as Hg) mg/1	1 ⁽²⁾	0.0017	3.7
19.	Zinc (as Zn) mg/1	1.5	0.57	0.17
20.	Aldrin ug/1	1.5	3	1.3

ลำดับ ที่	ข้อมูลที่ตรวจวิเคราะห์	มาตรฐานคุณภาพน้ำ			
		แหล่งน้ำดิบเพื่อการ ประปา WHO 1971 EPA 1974	EPA 1980 Fresh Water Salt Water Aquatic Life Aquatic Life		
21.	Dieldrin	ug/1	-	2.5	0.71
22.	o,p'-DDE+p,p'DDE	ug/1	-	1,050	14
23.	o,p'-DDT+p,p'DDt	ug/1	-	1.1	0.13
24.	Endrin	ug/1	-	0.18	0.037
25.	Endosulfan	ug/1	-	0.22	0.034
26.	Heptaehlor	ug/1	-	0.52	0.53
27.	Lindane	ug/1	-	2.0	0.16
28.	α -BHC+ β -BHD	ug/1	-	100	0.34
29.	TDE	ug/1	-	0.6	3.6
30.	Coliform Bacteria	MPN/100 ml	20,000	-	-
31.	Faecal coliform	MPH/100 ml	2,000	-	-

(1) มาตรฐานประเทศไทย 1971

WHO = องค์การอนามัยโลก

(2) มาตรฐานน้ำดื่มองค์การอนามัยโลก

EPA = Environmental Protection Agency

ตารางที่ 3 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแม่เฒ่า

กรรมอนามัย

กระทรวงสาธารณสุข ส่งแนะ โดยกองอนามัยสิ่งแวดล้อม

ข้อมูล		เกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพน้ำแม่เฒ่า, 1986		
		ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3
1. pH	unit	6.5-7.5	6.0-8.0	5.0-9.0
2. DO (dissolved oxygen)	mg/l	6	4	2
3. Colour (Pt-Co scale)	unit	50	75	100
4. Turbidity	JTU	20	40	100
5. Total Solids	mg/l	200	500	1,000
6. Suspended Solid	mg/l	25	50	100
7. Dissolved Solid	mg/l	100	400	800
8. Total Alkalinity	mg/l	100	100	100
9. Chloride (CL)	mg/l	200	600	1,000
10. Ammonia (NH ₃)	mg/l	as N, 0.1	as N, 0.3	as N, 0.5
11. Nitrate (NO ₃)	mg/l	as N, 0.5	as N, 1	as N, 3
12. BOD (20 °C, 5 days)	mg/l	1	2	4
13. Arsenic (As)	mg/l	0.01	0.03	0.05
14. Cadmium (Cd)	mg/l	0.001	0.005	0.01
15. Total chromium (Cr)	mg/l	0.01	0.03	0.05
16. Copper (Cu)	mg/l	0.01	0.05	0.1
17. Iron (Fe)	mg/l	0.5	1	3
18. Manganese (Mn)	mg/l	0.05	0.1	0.5
19. Lead (Pb)	mg/l	0.01	0.03	0.05
20. Zinc (Zn)	mg/l	1	3	5

ข้อมูล		เกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพน้ำแม่ฟ้า, 1986		
		ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3
21. Mercury (Hg)	mg/l	0.1	0.5	1
22. Aldrin	µg/l	Not Detectable	0.005	0.01
23. Dieldrin	µg/l	Not Detectable	0.005	0.01
24. Endrin	µg/l	Not Detectable	0.005	0.01
25. DDT - Total	µg/l	Not Detectable	0.005	0.01
26. Endosulfan	µg/l	Not Detectable	0.005	0.01
27. Heptachlor	µg/l	Not Detectable	0.005	0.01
28. Hep epoxide	µg/l	Not Detectable	0.005	0.01
29. Lindane (r-HeH)	µg/l	Not Detectable	0.005	0.01
30. α - BHC	µg/l	Not Detectable	0.005	0.01
31. B - BHC	µg/l	Not Detectable	0.005	0.01
32. LDE	µg/l	Not Detectable	0.005	0.01
33. Colifor Bacteria	MPN/100ml	0-500	500-5,000	5,000-50,000
34. Faecal coliform Bacteria	MPN/100ml	0-200	200-2,000	2,000-20,000

หมายเหตุ ชั้นที่ 1 ใช้เป็นน้ำอุปโภคบริโภคได้ โดยการปรับปรุงคุณภาพน้ำอย่างง่ายเช่น การกรอง
 ชั้นที่ 2 ใช้เป็นน้ำอุปโภคบริโภคได้ โดยการปรับปรุงคุณภาพน้ำอย่างธรรมดา เช่น ตกตะกอน กรอง
 ชั้นที่ 3 ใช้เป็นน้ำอุปโภคบริโภค ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำอย่างพิเศษก่อน

ตารางที่ 4 หน่วยงานของรัฐที่รับผิดชอบด้านการควบคุมและการจัดการมลพิษทางน้ำ

หน่วยงาน	หน้าที่รับผิดชอบ				
	สำรวจและตรวจ วัดคุณภาพ สิ่งแวดล้อม	นโยบาย/ แผนและ ประสานงาน	การบำบัด น้ำเสีย	การ ควบคุม	ศึกษา และวิจัย
1. สำนักงานคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ	X	X			
2. กรมโรงงานอุตสาหกรรม	X			X	
3. กรมอนามัย	X		X		
			(สำหรับ โรงพยาบาล ของกระทรวง สาธารณสุข)		
4. กรมวิทยาศาสตร์บริการ					X
5. กรุงเทพมหานคร เทศบาล และองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น			X	X	
6. โรงงานอุตสาหกรรมของรัฐ			X		
7. การนิคมอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย			X		
8. การเคหะแห่งชาติ			X		
9. สำนักงานคณะกรรมการ พัฒนาการเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ		X			

หน่วยงาน	หน้าที่รับผิดชอบ				
	สำรวจและตรวจ วัดคุณภาพ สิ่งแวดล้อม	นโยบาย/ แผนและ ประสานงาน	การบำบัด น้ำเสีย	การ ควบคุม	ศึกษา และวิจัย
10. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่ง ประเทศไทย					X
11. สำนักงานคณะกรรมการ วิจัยแห่งชาติ					X
12. มหาวิทยาลัยและ สถาบันการศึกษา					X
13. กรมประมง					X
14. กรมเจ้าท่า				X	

ที่มา : จากรายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม ประจำปี พ.ศ. 2523

ภาคผนวก ช

บันทึกการสำรวจคลองอุ้มเตเกา

จากการสำรวจคลองอุ้มเตเกาครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 19-20 พฤษภาคม 2533 โดยทำการสำรวจตั้งแต่ตอนบนของแม่ไม้ ที่หมู่บ้านปริก สำรวจตามเส้นทางแยกของถนน ตามถนนดินลูกลัง ไปประมาณ 0.50 กิโลเมตรจะพบคลองปริก ซึ่งเป็นคลองสาขาของคลองอุ้มเตเกา หลังจากนี้จะพบคลองอุ้มเตเกาห่างออกไปประมาณ 2.00 กิโลเมตร ลักษณะคลองจะเป็นคลองเล็กๆที่มีความกว้างประมาณ 2.00-3.00 เมตร และมีต้นไม้อื่นๆขึ้นปกคลุมตลอดริมฝั่งคลอง ช้างๆสะพานข้ามคลองจะมีไม้สำหรับวัดระดับน้ำอยู่ด้วย สะพานอยู่สูงจากระดับน้ำประมาณ 1.50 เมตร

ที่บ้านพังลาจะมีคลองพังลาไหลลงสู่คลองอุ้มเตเกา คาดตามลักษณะคลองว่าเป็รคลองที่มีน้ำไม่ตลอดปี ลำคลองอุ้มเตเกาแยกตามถนนดินลูกลังจากถนนหาดใหญ่-สะเดา เข้าไปประมาณ 4 กิโลเมตร ลักษณะคลองจะมีลักษณะคล้ายกันกับที่กล่าวข้างต้น

บ้านคลองแงะบนถนนลาดยางทางแยกไปบ้านควนสะอาด ประมาณ 1.50 กิโลเมตรจะมีสะพานข้ามคลองอุ้มเตเกา สูงจากระดับน้ำประมาณ 4.00 เมตร ลักษณะคลองเป็นคลองที่มีระดับน้ำมากฤดูฝน สังเกตจากรอยของระดับน้ำที่ยังคงมีให้เห็น แต่ในฤดูแล้งระดับน้ำจะอยู่ต่ำลงไปประมาณ 1.50-2.00 เมตร ทำให้มองเห็นเกาะตตะกอน และการกัดเซาะของกระแสน้ำได้อย่างชัดเจน ความกว้างของคลองมากกว่า 5.00 เมตรในหน้าฝน แต่ในหน้าแล้งประมาณ 3.00 เมตร

บริเวณทางแยกบ้านม่วงก้องตามถนนดินลูกลังประมาณ 3.00 กิโลเมตร ลักษณะคลองเป็นลำที่มีต้นไม้อื่นๆขึ้นตลอดริมฝั่งคลอง ความกว้างของลำคลองประมาณ 3.00 เมตร มีร่องน้ำและสันดินที่เกิดการตตะกอนอยู่ตลอดลำคลอง

บ้านย่านยาว ระยะทางตามทางแยกถนนดินลูกลังเข้าไปประมาณ 1.50 กิโลเมตร จะพบลำคลอง ลักษณะลำคลองมีลักษณะคล้ายกับลำคลองที่บ้านม่วงก้อง

ทางแยกจากถนนหาดใหญ่-สะเดา เข้าไปทางแยกไปพรุค้างคาว ประมาณ 2.00 กิโลเมตร จะพบคลองอุ้มเตเกา (ไม่ได้เข้าไปสำรวจลักษณะคลอง)

ทางแยกบ้านเปือยหมอ ไปประมาณ 5.00 กิโลเมตร มีสะพานข้ามคลองอยู่ตะเภา ความกว้างของลำคลองกว้างมากขึ้น ระดับน้ำไหลที่แฉียงอยู่ต่ำกว่าระดับของสะพานประมาณ 5.00 เมตร ริมฝั่งคลองจะมีไม้พุ่มอยู่หนาแน่นพอสมควร

ลักษณะของน้ำในคลองอยู่ตะเภา ตั้งแต่บ้านปริกจนถึงบ้านเปือยหมอ ในฤดูฝนจะเป็น กระแสน้ำหลาก น้ำไหลแรง (จากการสอบถามชาวบ้านบริเวณดังกล่าว) และบริเวณบ้านพรุจะมี โรงงานอุตสาหกรรมมาก จะมีลำน้ำเล็กๆที่รับเอาของเสียลงสู่คลองอยู่ตะเภา

ในเทศบาลหาดใหญ่สำรวจบนถนนหาดใหญ่-พัทลุง และบริเวณ โรงสูบน้ำประปาหาดใหญ่ ลักษณะคลองจะกว้างขึ้นแต่ระดับน้ำในคลองบริเวณสะพานเบญจเนโกะไปพัทลุงต่ำกว่าสะพานมาก ความกว้างของคลองในฤดูฝนมากกว่า 6.00 เมตร ส่วนในฤดูแล้งจากการสำรวจมีความกว้างของ คลองประมาณ 3.00 เมตร ส่วนบริเวณที่ผ่านเขตเทศบาล จุดสูบน้ำความกว้างของคลองมากขึ้น

บริเวณวัดหาดใหญ่ใน ระดับน้ำในคลองจะต่ำกว่าสะพานประมาณ 3.00 เมตร และตั้งแต่ตอนใต้ของวัดหาดใหญ่ในไปจนถึงบ้านบางแพบ มีฝักตบขวางขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นเป็นระยะทาง มากกว่า 1.00 กิโลเมตร เรือไม่สามารถผ่านไปมาได้ ซึ่งบริเวณดังกล่าวมีโรงงานอุตสาหกรรม อยู่ โรงงานหนึ่งเป็นโรงงานสุรา (ปัจจุบันเลิกกิจการแล้ว) แต่ก่อนเคยปล่อยน้ำเสียมีปลาและ สัตว์น้ำอื่นๆตายเป็นจำนวนมาก (จากคำบอกเล่าของคนขับเรือ)

หลังจากบางแพบ ท่าแซไปจนถึงคูเต่า ลักษณะคลองจะกว้างประมาณ 7.00-8.00 เมตร เรือสามารถแล่นไปมาได้ บางตอนของคลองจะมีชาวบ้านปลูกผักบุ้ง ฝักกระเจต ทำให้การ แล่นเรือทำได้ลำบาก และจากบริเวณคลองที่ไหลลงสู่ทะเลสาบถึงบ้านไร่ ระดับน้ำจะลึกเพราะมี เรือชุดทำการชุดลอกร่องน้ำ

บันทึกการสำรวจคลองอุ้ต๊ะเภาครั้งที่ 2

จากการสำรวจคลองอุ้ต๊ะเภาครั้งที่ 1 วันที่ 19-20 พฤษภาคม พ.ศ. 2533, โดยทำการสำรวจตั้งแต่ตอนบนของแม่น้ำ ที่หมู่บ้านปรัก สำรวจตามเส้นทางแยกของถนนกาญจนาภิเษก ไปตามลำน้ำอุ้ต๊ะเภาจนถึงตำบลคูเต่า ปากคลองอุ้ต๊ะเภาที่ไหลลงทะเลสาบสงขลา ดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้นนำข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลในการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง เพื่อทำการสำรวจระดับความลึกด้วยกัน 14 จุดดังมีรายละเอียดดังนี้

Sampling 1 วัดระดับน้ำของคลองอุ้ต๊ะเภา ที่ตำบลบ้านปรักเข้าไปตามถนนมิตรสงคราม ประมาณ 1.50 กิโลเมตร จะพบคลองอุ้ต๊ะเภา ความกว้างของคลองประมาณ 5.00 เมตร ระดับน้ำอ่านจากไม้วัดระดับน้ำได้ 1.20 เมตร ความสูงของขอบสะพานถึงระดับน้ำประมาณ 6.00 เมตร

Sampling 1/1 ระดับน้ำของคลองปรัก เป็นคลองสาขาของคลองอุ้ต๊ะเภา แยกไปตามถนนมิตรสงครามประมาณ 0.50 กิโลเมตร ระดับน้ำวัดได้ 1.50 เมตร ความกว้างของคลองประมาณ 2.00 เมตร มีบ้านเรือนราษฎรตั้งอยู่หนาแน่นพอสมควร

Sampling 2 คลองอุ้ต๊ะเภาบริเวณบ้านพังลา แยกจากถนนกาญจนาภิเษกไปตามถนนดินลูกลังประมาณ 5.00 กิโลเมตร ระดับน้ำ 1.40 เมตร ความสูงจากขอบสะพานถึงตัวน้ำ 6.00 เมตร ความกว้างของคลองประมาณ 5 เมตร

Sampling 2/1 คลองพังลาที่ไหลลงคลองอุ้ต๊ะเภาวัดระดับน้ำได้ 1.03 เมตร ความกว้างของคลองประมาณ 4.00 เมตร

Sampling 3 ระหว่างบ้านย่านยาว และทุ่งดินแดง แยกจากถนนกาญจนาภิเษก ไปตามถนนแควสะอาด ประมาณ 1.50 กิโลเมตร ระดับน้ำ 0.80 เมตร สูงจากขอบสะพาน 6.00 เมตร ความกว้างของคลองมากกว่า 10.00 เมตร

Sampling 3/1 คลองรำ แยกจากถนนกาญจนาภิเษก ไปตามถนนท่าโพธิ์ ประมาณ 3.00 กิโลเมตร ระดับน้ำ 0.50 เมตร ความกว้างของคลองประมาณ 2.00 เมตร

Sampling 4 คลองอุ้ต๊ะเภาบริเวณบ้านโป๊ะหม้อ ห่างจากถนนกาญจนาภิเษกประมาณ 4.00 กิโลเมตร ระดับน้ำ 0.80 เมตร ความกว้างของคลองมากกว่า 5.00 เมตร

Sampling 4/1 คลองเตยก่อนไหลรวมกับคลองอู่ตะเภา วัดระดับน้ำก่อนถึงสะพาน
รถไฟ 0.10-0.20 เมตร ความกว้างของคลองประมาณ 4.00 เมตร

Sampling 5 คลองอู่ตะเภาก่อนถึงสะพานไปหาดใหญ่ใน ระดับน้ำ 2.30 เมตร
ความกว้างของคลองมากกว่า 5.00 เมตร

Sampling 5/1 คลองวาดสาขาของคลองอู่ตะเภา วัดระดับน้ำบนสะพานของถนน
สายเอเชีย ระดับน้ำ 0.20 เมตร ความกว้างของคลองประมาณ 2.00 เมตร

Sampling 6 วัดที่ตำบลท่าแซะ ตอนใต้ของโรงงานอุตสาหกรรม ระดับน้ำ 2.60
เมตร ความกว้างของคลองมากกว่า 15.00 เมตร ระดับน้ำสูงจากสะพาน 1.50 เมตร

Sampling 7/1 คลองเตยหลังจากผ่านเทศบาลหาดใหญ่ ก่อนไหลลงคลองอู่ตะเภา
ความกว้างของคลองมากกว่า 4.00 เมตร ระดับน้ำ 1.90 เมตร

Sampling 7 บริเวณคลองอู่ตะเภาก่อนแยกไหลลงทะเลสาบสงขลา ระดับน้ำมาก
กว่า 3.00 เมตร ความกว้างของคลอง มากกว่า 5.00 เมตร

Sampling 8 คลองอู่ตะเภาก่อนไหลลงสู่ทะเลสาบความกว้างของคลองมากกว่า
10.00 เมตร ระดับน้ำ 4.00 เมตร

ภาคผนวก ๗

ปริมาณน้ำฝน (RAIN) หน่วยเป็น มม.

กองสถานีวัดอากาศท่าอากาศยานหาดใหญ่

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	0.00	0.00	0.00	0.00	22.00	-	0.00	0.00	3.30	39.00	6.80	-
2	0.00	0.00	0.00	0.00	7.20	T	0.00	0.50	8.70	7.00	11.80	6.10
3	0.00	0.00	0.00	0.00	420.00	2.40	0.00	0.00	1.50	1.30	6.60	9.30
4	0.00	0.00	0.00	0.00	15.70	-	T	4.70	-	4.10	-	3.90
5	0.00	0.00	0.00	0.00	18.80	T	T	1.50	0.10	0.40	-	19.50
6	0.00	T	0.00	9.20	4.40	0.10	71.80	35.20	2.60	6.30	0.40	T
7	0.00	T	0.00	12.30	-	0.30	11.70	15.60	-	2.20	-	T
8	1.40	0.00	0.00	0.00	-	0.30	0.00	10.60	-	-	0.40	12.90
9	38.10	T	0.00	0.00	10.10	-	T	1.20	1.30	-	4.60	0.80
10	0.00	1.30	0.00	0.00	1.80	T	0.00	0.00	1.50	-	7.60	14.80
11	0.00	0.00	0.00	10.50	T	T	0.00	T	T	T	4.80	55.30
12	3.90	0.00	0.00	30.60	T	-	T	0.00	-	T	11.40	8.30
13	0.50	0.00	0.00	2.00	4.00	3.80	0.00	0.10	2.50	3.10	1.30	28.80
14	T	0.00	0.00	1.20	0.60	-	0.20	0.00	9.20	31.50	-	T
15	0.00	0.00	0.00	3.20	31.40	-	0.00	0.20	T	5.90	0.20	T
16	0.00	0.00	0.00	5.00	12.50	-	0.00	0.00	3.50	0.80	1.40	2.40
17	0.00	0.00	0.00	0.00	13.10	-	0.00	0.00	0.60	T	18.00	19.10
18	0.00	0.00	0.00	0.60	0.20	T	0.00	0.00	1.50	-	-	4.30
19	0.00	0.00	0.00	0.00	13.90	2.10	0.00	0.00	2.50	-	-	7.60
20	0.00	0.00	0.00	8.60	7.50	2.40	0.00	0.00	28.70	2.10	5.10	1.20

วันที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
21	0.00	0.00	0.00	0.00	-	T	T	0.40	0.20	-	9.30	-
22	0.00	0.00	T	T	-	0.90	1.60	0.00	-	-	16.10	-
23	0.00	0.00	0.00	1.80	-	2.40	0.60	0.00	T	-	12.9	-
24	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	17.10	0.00	T	2.10	10.4	-
25	0.00	0.00	0.00	0.00	T	1.5	0.10	0.00	T	3.40	3.0	-
26	0.00	0.00	0.00	0.00	-	T	T	0.00	-	4.20	86.4	0.7
27	0.00	0.00	0.00	4.10	-	-	0.00	0.00	T	7.20	0.2	T
28	0.00	0.00	0.00	0.00	T	-	T	0.00	1.50	28.20	T	0.1
29	0.00	-	T	0.70	-	-	0.00	0.00	1.20	2.20	T	-
30	0.00	-	0.00	7.90	-	-	0.00	T	1.90	17.60	T	-
31	0.00	-	0.00	-	-	-	10.30	T	-	0.30	-	-
TOTAL	43.90	1.30	T	97.70	204.9	16.20	112.80	70.00	72.30	133.80	218.70	195.10
MEAN	10.90	1.30	-	6.90	12.8	1.60	16.10	7.00	4.00	6.60	10.40	11.40
จำนวนวัน	4.00	1.00	-	14.0	16.0	10.0	7.0	10.00	18.00	20.00	21.00	17.00

T หมายถึง ฟนคกเล็กน้อย วัดจำนวนไม้ได้

รายงานปริมาณน้ำฝนของสถานีอากาศเกษตรขอนแก่น (๓๖)

เดือน วันที่	กค.	คค.	กช.	คค.	พช.	ชค.
1	0.00	0.00	0.00	T	88.80	0.00
2	0.00	0.00	0.50	8.50	8.00	11.00
3	0.00	0.00	26.00	7.40	0.00	2.00
4	0.00	0.20	0.00	1.60	0.00	27.10
5	T	3.40	T	2.10	2.50	0.00
6	121.80	3.30	3.70	44.10	0.00	0.30
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80
8	5.50	32.70	0.00	0.00	0.00	4.50
9	0.50	4.30	17.90	0.00	1.00	2.20
10	0.00	0.00	2.40	11.50	8.80	3.00
11	0.00	0.00	4.50	0.00	11.00	24.00
12	0.30	0.00	0.00	23.00	3.50	16.50
13	1.00	4.80	0.00	0.00	0.60	0.00
14	0.00	0.00	T	1.50	0.00	0.50
15	0.00	0.00	0.00	9.00	0.00	0.40
16	0.00	0.00	5.90	0.00	17.20	26.50
17	21.70	0.00	0.50	0.20	1.00	16.50
18	0.00	0.00	0.50	8.00	0.00	14.00
19	T	0.00	12.50	9.00	0.00	14.10
20	11.50	0.00	5.80	0.50	21.00	0.00
21	0.00	0.00	T	1.80	44.00	0.00
22	2.10	0.00	0.00	0.00	27.40	0.00

รายงานปริมาณน้ำฝนของสถานีอากาศเกษตรหนองสี (๓๓) (ต่อ)

วัน	เดือน	กค.	สค.	กช.	คค.	พค.	ธค.
23	0.00	0.00	T	0.00	5.00	T	
24	0.20	0.00	0.50	10.00	11.80	0.00	
25	3.10	0.00	36.50	3.30	42.10	0.00	
26	0.00	0.00	0.00	4.50	46.00	1.80	
27	0.00	0.00	T	12.50	13.40	2.10	
28	10.30	0.00	29.30	35.70	10.50	0.00	
29	0.00	0.00	1.50	2.00	1.50	0.00	
30	0.00	0.00	5.50	36.00	1.00	0.00	
31	4.50	0.00	-	0.00	-	0.00	
TOTAL	182.40	51.50	153.60	225.00	366.10	159.00	
MEAN	15.20	8.50	9.60	10.70	17.40	8.80	
NO.day	12.00	6.00	16.00	21.00	21.00	18.00	

อุทกวิทยาน้ำฝน ค. สะเคา อ. สะเคา

วันที่	เดือน	มค.	กพ.	มีค.	เมษ.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.
1	0.00	0.00	0.00	0.00	50.10	0.00	0.00	0.70	1.10	5.10	11.90	0.00	
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	1.60	19.50	0.40	
3	0.00	0.00	0.00	5.10	0.30	0.00	0.30	0.00	1.90	6.00	2.20	0.40	
4	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.50	0.00	9.20	6.00	6.20	19.30	
5	0.00	0.10	0.00	0.00	0.80	0.00	6.90	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	
6	0.00	0.70	0.00	4.10	0.20	0.00	3.00	3.00	0.90	0.00	0.80	0.00	
7	0.00	0.20	0.00	1.40	2.60	1.00	15.60	17.80	0.40	15.00	0.00	0.40	
8	6.10	0.00	46.50	0.00	11.60	15.40	0.40	4.10	0.00	0.00	1.00	1.80	
9	9.00	0.00	0.00	0.00	2.20	1.40	0.40	0.00	13.20	0.00	3.80	3.90	
10	0.20	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	0.00	0.00	12.20	0.00	9.40	0.80	
11	0.00	0.00	0.00	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.30	5.50	9.60	
12	4.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.60	0.10	0.00	6.80	0.00	42.70	
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	15.10	0.40	0.00	0.00	0.00	1.50	0.30	
14	6.40	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	8.50	3.70	0.00	0.00	4.90	1.60	
15	0.00	0.00	0.00	3.30	9.70	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	19.40	0.20	
16	0.00	0.00	0.00	0.70	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	8.80	1.10	
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	22.90	0.00	0.00	1.70	
18	0.00	0.00	0.00	0.70	3.90	1.80	0.00	0.00	7.30	0.00	0.00	4.30	
19	0.00	0.00	0.00	0.00	7.20	6.10	0.90	0.00	2.00	0.00	0.00	0.30	
20	0.00	0.00	0.00	3.10	3.20	3.20	0.70	0.00	6.10	0.70	8.30	0.00	
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.20	4.50	0.00	0.80	0.30	0.00	0.00	
22	0.00	0.00	5.20	0.00	0.00	1.40	4.80	0.00	0.00	1.80	37.70	0.00	

อุทกวิทยาน้ำฝน ต.สะเคา อ.สะเคา(ค้อ)

เดือน วันที่	มค.	กพ.	มีค.	เมษ.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.
23	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	8.90	0.20	0.00	1.30	0.30	13.80	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	9.00	0.00	0.00	5.00	1.10	2.70	0.00
25	0.00	0.00	0.00	15.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.40	2.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	8.00	4.60	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.40	0.00	0.00
29	0.00	-	38.80	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	-	0.00	1.00	2.40	0.00	0.00	1.10	8.20	13.10	0.00	0.00
31	0.00	-	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	1.60	-	0.00
TOTAL	25.70	1.00	92.20	37.40	112.90	63.50	48.10	30.50	98.50	131.60	164.00	93.00
MEAN	5.10	0.30	25.00	3.40	5.30	5.70	3.00	4.30	4.90	7.30	8.60	5.40
NO.day	5.00	3.00	4.00	11.00	21.00	11.00	16.00	7.00	20.00	18.00	19.00	17.00

สถิติวิทยานิพนธ์ ค.คลองแจ๊ะ อ.สะเคา

เดือน	มค.	กพ.	มีค.	เมษ.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.
1	0.00	0.00	0.00	0.00	44.60	0.00	0.00	4.30	0.00	9.80	3.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	7.40	0.00	0.00	0.00	8.30	12.60	49.50	2.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	25.20	0.00	0.00	0.00	4.50	2.10	0.00	3.60
4	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	0.00	0.00	0.00	4.30	0.50	0.00	8.60
5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	4.30	2.40	0.00	0.40	0.00	0.00	1.20
6	0.00	2.00	0.00	1.20	70.40	0.00	0.60	10.60	0.00	52.20	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	4.20	61.60	0.00	78.20	4.00	8.50
8	12.50	0.00	22.00	0.00	80.60	3.10	0.00	27.60	0.00	1.10	0.00	15.20
9	13.00	0.00	0.00	0.00	2.70	2.10	3.30	1.20	2.50	0.00	3.50	3.40
10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	11.30
11	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.10	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	55.70
12	1.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	0.30	0.00	0.50	20.00	24.20
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.30	2.10	0.00	0.00	18.10	0.00	0.90
14	7.30	0.00	0.00	4.60	1.30	0.00	0.00	0.50	0.00	30.00	0.00	3.60
15	0.00	0.00	0.00	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	5.30	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.80	5.50
17	0.00	0.00	0.00	0.00	10.60	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	9.70
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	1.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	2.50	0.00	0.50	0.00	0.00	2.10
20	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	2.80	0.00	0.00	28.80	0.00	18.20	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.60	0.00	4.80	3.50	0.40	0.00
22	0.00	0.00	11.50	5.30	0.00	0.40	1.00	0.00	3.90	3.50	18.50	0.00

อุทกวิทยาน้ำฝน ต.คลองนางะ อ.สะเตา(ค้อ)

เดือน วันที่	มค.	กพ.	มีค.	เมษ.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	2.00	16.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	7.70	0.50	13.70	0.00
25	0.00	0.00	0.00	8.30	0.00	0.20	0.00	0.00	0.70	7.60	7.20	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.70	22.20	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.40	81.00	2.80	0.00
29	0.00	-	4.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	10.30	0.00	0.00	0.00
30	0.00	-	0.00	10.10	0.00	0.00	0.00	2.30	12.70	43.00	0.00	0.00
31	0.00	-	0.00	-	0.00	-	5.10	0.00	-	3.00	-	0.00
TOTAL	33.80	2.00	37.50	43.90	268.00	39.50	22.80	108.60	92.90	418.40	185.30	156.50
MEAN	8.40	2.00	12.50	4.80	15.70	3.20	2.00	12.00	5.80	20.00	11.50	9.70
NO.day	4.00	1.00	3.00	9.00	17.00	12.00	11.00	9.00	16.00	19.00	16.00	16.00

ภาคผนวก ๗

บันทึกผลการตรวจ

ตาราง แสดงค่า pH ของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 14 จุดตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2533

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ช่วงเวลา ที่เก็บ	เดือน											เฉลี่ย รายเดือน	
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	อ.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.		
S1s	8.00	5.11	6.49	6.43	6.60	6.51	7.30	6.69	6.43	6.35	6.35	6.80	7.00	6.51
S1b	8.00	5.48	6.46	6.36	6.32	6.38	7.26	6.82	6.35	6.40	6.40	6.90	7.10	6.52
S1/1s	8.20	5.41	5.54	5.85	6.86	6.86	6.62	6.65	6.65	6.35	6.46	6.85	6.90	6.42
S1/1b	8.20	5.39	5.60	5.81	6.78	6.78	6.51	6.59	6.59	6.30	6.40	6.80	7.00	6.35
S2s	9.30	5.19	5.32	5.52	5.30	5.25	5.91	5.96	6.03	6.25	6.30	6.60	7.00	5.97
S2b	9.30	4.06	5.35	5.49	5.25	5.31	5.58	6.02	6.01	6.20	6.30	6.80	7.00	5.78
S2/1s	9.00	5.80	5.93	5.42	5.88	5.86	6.88	6.83	6.96	6.42	6.53	6.90	7.10	6.38
S2/1b	9.00	5.20	5.95	5.45	5.85	5.85	6.29	6.81	6.93	6.40	6.50	6.80	7.00	6.25
S3s	10.00	5.42	5.69	6.02	6.52	6.73	6.92	6.63	6.67	6.45	6.35	6.60	7.00	6.42
S3b	10.00	5.63	5.70	5.95	6.43	6.78	6.19	6.65	6.66	6.44	6.40	6.80	7.00	6.39
S3/1	10.40	4.34	5.62	6.03	5.88	5.89	6.93	6.13	6.21	6.35	6.43	6.60	7.00	6.12
S4s	11.30	5.51	5.63	5.49	6.04	5.95	6.18	6.23	6.33	6.42	6.62	6.85	7.10	6.20
S4b	11.30	5.44	5.69	5.55	6.05	5.94	6.69	6.34	6.35	6.40	6.59	6.60	7.00	6.22
S4/1	12.40	5.35	5.83	6.41	6.29	6.19	6.27	6.35	6.53	6.49	6.38	6.80	7.10	6.36
S5s	13.00	5.08	5.94	6.59	6.53	6.63	6.66	6.33	6.65	6.53	6.35	6.90	7.10	6.44
S5m	13.00	5.02	6.01	6.61	6.50	6.60	6.72	6.42	6.62	6.50	6.40	6.80	7.00	6.43
S5b	13.00	4.81	6.13	6.61	6.53	6.55	6.03	6.38	6.69	6.35	6.40	6.90	7.10	6.37
S5/1	13.30	5.06	5.41	5.65	5.90	5.50	6.50	6.30	6.35	6.40	6.42	6.80	7.00	6.11
S6s	14.20	4.53	4.82	5.40	6.36	6.46	6.32	6.33	6.35	6.35	6.30	6.70	6.90	6.07
S6m	14.20	4.80	4.90	5.61	6.36	6.30	6.26	6.35	6.33	6.40	6.35	6.80	7.10	6.13
S6b	14.20	4.66	4.90	5.65	6.25	6.15	6.40	6.40	6.33	6.35	6.33	6.60	6.90	6.08
S7s	15.30	4.71	5.20	5.71	6.58	6.48	5.38	6.01	6.33	6.35	6.46	6.80	7.00	6.08
S7m	15.30	4.22	5.30	5.30	6.56	6.30	5.42	6.12	6.30	6.30	6.42	6.90	7.10	6.02
S7b	15.30	4.12	5.39	5.41	6.09	6.19	5.30	5.96	5.96	6.35	6.45	6.80	7.00	5.92
S7/1s	15.40	4.77	5.43	5.59	5.85	5.75	6.75	6.49	6.35	6.61	6.62	6.90	7.10	6.27
S7/1m	15.40	4.73	5.94	6.24	6.58	5.65	6.53	6.46	6.37	6.59	6.60	6.80	7.00	6.46
S7/1b	15.40	4.52	5.99	6.21	5.82	5.82	5.81	6.45	6.42	6.60	6.60	6.80	7.00	6.17
S8s	16.30	4.23	5.41	5.99	6.39	6.09	6.01	6.33	6.32	6.20	6.35	6.80	7.00	6.09
S8m	16.30	4.27	5.45	6.01	6.28	6.20	6.01	6.32	6.30	6.15	6.33	6.80	7.00	6.09
S8b	16.30	4.28	5.43	6.05	6.30	6.30	6.00	6.30	6.31	6.10	6.33	6.80	7.00	6.10

ตาราง แสดงค่าของผลคูณของจุดเก็บตัวอย่างถึง 14 จุดตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-กันยายน 2533

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ช่วงเวลาที่ เก็บ	เดือน											รวม ค่าเฉลี่ย	
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ย.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.		
S1s	8.00	29.20	30.10	27.90	30.00	30.50	27.10	28.40	29.50	28.50	29.00	29.50	29.00	29.06
S1b	8.00	28.90	29.50	27.10	30.00	30.10	27.00	28.20	29.00	28.00	29.00	30.00	29.00	28.82
S1/1s	8.20	30.50	30.10	29.50	30.50	30.50	29.10	30.50	30.50	30.00	29.50	29.00	29.50	29.93
S1/1b	8.20	29.70	29.50	29.10	30.00	30.10	28.50	30.00	30.50	29.50	30.00	30.00	29.50	29.70
S2s	9.30	30.00	29.80	31.00	30.50	30.50	28.80	29.50	29.50	29.50	30.00	29.50	29.00	29.80
S2b	9.30	29.10	29.30	30.50	30.00	29.80	28.00	29.00	29.00	29.00	29.50	29.10	29.50	29.32
S2/1s	9.00	28.00	29.50	31.10	30.00	30.00	30.50	30.00	30.50	30.00	29.50	29.00	29.00	29.76
S2/1b	9.00	27.00	29.10	29.50	30.00	29.80	30.00	29.00	30.00	29.50	29.30	29.50	29.00	29.31
S3s	10.00	32.20	32.10	31.10	31.50	31.20	31.10	31.50	30.50	29.50	29.50	29.50	29.50	30.77
S3b	10.00	30.00	31.50	30.11	30.80	30.10	30.80	31.00	30.00	29.00	29.00	31.00	30.50	30.32
S3/1	10.40	28.90	29.50	30.10	31.50	31.50	31.50	30.50	30.50	29.80	29.50	30.00	29.80	30.26
S4s	11.30	32.50	31.30	30.10	30.00	29.90	30.20	31.00	30.50	29.50	29.80	29.50	30.00	30.36
S4b	11.30	29.20	30.70	29.80	29.50	29.50	29.50	31.00	30.00	29.00	29.50	29.30	30.10	29.76
S4/1	12.40	30.10	29.80	31.00	30.50	31.50	30.10	31.00	31.50	29.80	29.50	28.90	29.10	30.23
S5s	13.00	34.50	30.50	32.50	30.50	31.50	31.10	30.00	32.00	30.50	31.00	30.50	29.80	31.20
S5a	13.00	33.00	30.10	31.10	30.00	31.00	31.00	30.00	31.50	30.30	30.50	30.10	29.50	30.68
S5b	13.00	31.00	29.50	30.50	30.00	29.80	30.50	29.80	31.50	30.00	29.80	29.80	30.10	30.19
S5/1	13.30	32.10	31.20	30.50	32.50	32.10	32.80	30.50	29.80	28.90	29.10	30.00	29.50	30.73
S6s	14.20	30.00	30.00	30.00	30.00	30.10	29.40	30.10	31.50	29.50	29.80	30.00	29.80	30.02
S6a	14.20	29.00	29.10	30.10	29.30	29.30	29.10	30.00	31.50	29.10	29.30	31.00	29.50	29.69
S6b	14.20	29.20	29.20	29.50	29.50	29.30	28.90	30.00	31.00	28.70	29.00	29.80	28.50	29.38
S7s	15.30	31.50	31.50	31.10	32.30	32.10	32.10	31.50	32.10	28.90	29.50	28.50	29.10	30.85
S7a	15.30	30.10	31.10	30.30	31.10	30.30	30.30	31.00	32.00	28.30	29.00	30.10	29.50	30.26
S7b	15.30	30.10	30.50	29.50	30.10	29.80	29.80	31.00	31.50	28.00	28.70	28.00	29.00	29.67
S7/1s	15.40	31.50	31.10	31.50	30.00	32.00	30.10	31.50	31.00	29.80	29.50	29.50	30.00	30.63
S7/1a	15.40	30.10	30.30	30.00	31.00	31.50	30.10	30.50	31.00	29.50	29.00	30.10	29.00	30.18
S7/1b	15.40	30.00	30.00	29.50	30.20	30.10	30.00	30.50	30.50	29.50	28.70	28.00	28.50	29.63
S8s	16.30	29.00	29.10	30.10	30.20	31.00	31.50	30.50	31.00	29.80	28.50	29.00	30.00	29.98
S8a	16.30	30.00	30.10	30.20	30.00	29.50	31.20	31.00	30.50	29.50	28.30	30.00	29.10	29.95
S8b	16.30	29.00	29.50	29.50	30.20	29.20	31.20	31.00	30.50	29.00	28.00	28.70	29.20	29.58

ตาราง แสดงค่า Suspended Solid ของจุดเก็บน้ำต่าง ๆ 14 จุด ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-กันยายน 2533

จุดเก็บ น้ำต่าง ๆ	ช่วงเวลา เก็บ	เดือน											ค่าเฉลี่ย	
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ย.	พ.ย.	ธ.ย.	ม.ย.	ก.พ.	ค.พ.	ส.พ.	พ.ค.		
S1s	8.00	52.00	49.00	51.00	55.00	54.00	55.00	53.00	59.00	48.00	48.00	53.00	57.00	52.83
S1b	8.00	53.00	51.00	52.00	56.00	55.00	54.00	55.00	64.00	59.00	50.00	54.00	57.00	55.00
S1/1s	8.20	60.00	59.00	57.00	60.00	58.00	55.00	56.00	63.00	58.00	52.00	55.00	59.00	57.67
S1/1b	8.20	62.00	62.00	59.00	61.00	60.00	58.00	59.00	63.00	60.00	52.00	57.00	63.00	59.75
S2s	9.30	54.00	53.00	49.00	53.00	53.00	52.00	53.00	52.00	50.00	55.00	57.00	61.00	53.50
S2b	9.30	55.00	54.00	53.00	56.00	56.00	55.00	55.00	57.00	51.00	57.00	61.00	65.00	56.25
S2/1s	9.00	53.00	52.00	49.00	53.00	55.00	51.00	53.00	59.00	53.00	59.00	63.00	67.00	55.58
S2/1b	9.00	56.00	54.00	53.00	55.00	57.00	53.00	55.00	59.00	54.00	57.00	61.00	64.00	56.50
S3s	10.00	53.00	54.00	53.00	55.00	54.00	54.00	56.00	60.00	55.00	61.00	63.00	66.00	57.00
S3b	10.00	55.00	56.00	54.00	57.00	56.00	56.00	59.00	61.00	60.00	67.00	69.00	72.00	60.17
S3/1	10.40	49.00	47.00	48.00	47.00	49.00	51.00	53.00	56.00	49.00	56.00	57.00	59.00	51.75
S4s	11.30	61.00	60.00	61.00	63.00	65.00	59.00	63.00	66.00	58.00	63.00	65.00	67.00	62.58
S4b	11.30	61.00	63.00	61.00	65.00	64.00	60.00	62.00	67.00	60.00	65.00	67.00	69.00	63.67
S4/1	12.40	72.00	83.00	86.00	89.00	87.00	90.00	91.00	103.00	92.00	97.00	101.00	113.00	92.00
S5s	13.00	62.00	64.00	71.00	75.00	76.00	78.00	74.00	99.00	82.00	99.00	105.00	112.00	83.08
S5m	13.00	63.00	66.00	73.00	77.00	89.00	92.00	94.00	105.00	97.00	101.00	107.00	113.00	89.75
S5b	13.00	85.00	105.00	103.00	110.00	115.00	121.00	131.00	120.00	118.00	125.00	127.00	131.00	115.92
S5/1	13.30	62.00	48.00	53.00	51.00	57.00	49.00	56.00	65.00	52.00	59.00	61.00	64.00	56.42
S6s	14.20	71.00	69.00	73.00	74.00	75.00	78.00	77.00	79.00	72.00	77.00	81.00	86.00	76.00
S6m	14.20	74.00	75.00	77.00	77.00	79.00	80.00	82.00	88.00	86.00	89.00	93.00	97.00	83.08
S6b	14.20	76.00	76.00	77.00	79.00	81.00	83.00	91.00	94.00	86.00	91.00	95.00	99.00	85.67
S7s	15.30	74.00	75.00	77.00	81.00	80.00	79.00	81.00	85.00	78.00	86.00	89.00	95.00	81.67
S7m	15.30	76.00	79.00	81.00	84.00	82.00	81.00	83.00	86.00	80.00	86.00	89.00	92.00	83.25
S7b	15.30	78.00	81.00	83.00	85.00	86.00	86.00	91.00	94.00	89.00	95.00	97.00	105.00	89.17
S7/1s	15.40	80.00	83.00	82.00	86.00	85.00	86.00	84.00	86.00	81.00	87.00	91.00	99.00	85.83
S7/1m	15.40	81.00	91.00	89.00	93.00	94.00	93.00	96.00	92.00	90.00	98.00	103.00	107.00	93.92
S7/1b	15.40	83.00	101.00	103.00	106.00	111.00	110.00	120.00	131.00	109.00	116.00	118.00	125.00	111.08
S8s	16.30	75.00	87.00	89.00	88.00	88.00	84.00	88.00	89.00	84.00	93.00	95.00	98.00	88.17
S8m	16.30	72.00	95.00	92.00	89.00	91.00	88.00	87.00	92.00	90.00	97.00	104.00	113.00	92.50
S8b	16.30	79.00	97.00	96.00	93.00	92.00	90.00	93.00	95.00	94.00	99.00	106.00	114.00	95.67

ตาราง แสดงค่า Total Dissolved Solids ในน้ำดื่มตัวอย่างที่ 14 จุดดื่มประจำเดือนกรกฎาคม-กันยายน 2533

จุดดื่ม ตัวอย่าง	ช่วงเวลา ที่เก็บ	เดือน											ค่าเฉลี่ย	
		ก.ค.	ค.ค.	พ.ค.	พ.ค.	พ.ค.	พ.ค.	พ.ค.	พ.ค.	พ.ค.	พ.ค.	พ.ค.		
S1s	8.00	118.00	102.00	106.00	119.00	116.00	112.00	108.00	82.00	63.00	62.00	61.00	60.00	92.42
S1b	8.00	121.00	109.00	111.00	125.00	123.00	114.00	113.00	94.00	65.00	68.00	66.00	65.00	97.83
S1/1s	8.20	109.00	113.00	107.00	115.00	119.00	121.00	106.00	91.00	73.00	71.00	70.00	70.00	97.08
S1/1b	8.20	117.00	117.00	113.00	119.00	123.00	125.00	112.00	93.00	76.00	76.00	73.00	70.00	101.17
S2s	9.30	105.00	103.00	109.00	114.00	119.00	110.00	92.00	86.00	74.00	60.00	59.00	56.00	90.58
S2b	9.30	109.00	106.00	121.00	117.00	124.00	113.00	94.00	89.00	76.00	63.00	62.00	59.00	94.42
S2/1s	9.00	113.00	109.00	112.00	115.00	113.00	109.00	107.00	95.00	78.00	74.00	71.00	68.00	97.00
S2/1b	9.00	119.00	121.00	117.00	116.00	118.00	115.00	117.00	98.00	81.00	76.00	76.00	74.00	102.33
S3s	10.00	110.00	109.00	104.00	116.00	112.00	109.00	96.00	83.00	79.00	71.00	69.00	68.00	93.83
S3b	10.00	115.00	113.00	109.00	121.00	119.00	116.00	101.00	90.00	82.00	75.00	73.00	69.00	98.58
S3/1	10.40	94.00	101.00	96.00	111.00	109.00	106.00	99.00	91.00	65.00	63.00	61.00	59.00	87.92
S4s	11.30	116.00	118.00	107.00	121.00	119.00	115.00	103.00	93.00	87.00	76.00	74.00	73.00	100.17
S4b	11.30	124.00	121.00	113.00	125.00	120.00	118.00	107.00	95.00	88.00	76.00	74.00	71.00	102.67
S4/1	12.40	4374.00	4269.00	4260.00	4370.00	4440.00	4106.00	2059.00	973.00	876.00	653.00	651.00	649.00	2840.00
S5s	13.00	969.00	973.00	984.00	996.00	1010.00	1101.00	982.00	976.00	684.00	629.00	621.00	617.00	876.83
S5n	13.00	2054.00	2037.00	2042.00	2059.00	2063.00	2095.00	1010.00	979.00	690.00	632.00	632.00	628.00	1410.08
S5b	13.00	4280.00	4276.00	4293.00	4341.00	4420.00	4330.00	2280.00	1120.00	870.00	749.00	748.00	732.00	2703.25
S5/1	13.30	102.00	109.00	121.00	135.00	129.00	118.00	112.00	96.00	90.00	84.00	81.00	81.00	104.83
S6s	14.20	984.00	989.00	992.00	1342.00	1390.00	1260.00	1120.00	1021.00	983.00	872.00	871.00	870.00	1057.83
S6n	14.20	992.00	1020.00	1035.00	1476.00	1482.00	1380.00	1280.00	1120.00	1030.00	930.00	926.00	921.00	1132.67
S6b	14.20	1010.00	1280.00	1340.00	1584.00	1593.00	1490.00	1280.00	1140.00	1140.00	1080.00	1013.00	998.00	1245.50
S7s	15.30	1020.00	1150.00	1860.00	1690.00	1940.00	1840.00	1930.00	1160.00	965.00	853.00	852.00	849.00	1342.42
S7n	15.30	1440.00	1640.00	2080.00	2440.00	2480.00	2260.00	2380.00	2180.00	1840.00	1020.00	997.00	991.00	1812.33
S7b	15.30	1800.00	2260.00	3260.00	3280.00	3350.00	3490.00	3480.00	3360.00	2860.00	1960.00	1643.00	1572.00	2692.92
S7/1s	15.40	1840.00	2880.00	2890.00	2650.00	3150.00	3100.00	3680.00	3600.00	2870.00	2410.00	2139.00	2091.00	2758.33
S7/1n	15.40	1950.00	2810.00	2900.00	2870.00	3680.00	3980.00	3950.00	4050.00	3980.00	3630.00	3472.00	3269.00	3376.75
S7/1b	15.40	2110.00	3750.00	3810.00	3600.00	4370.00	4450.00	4670.00	4810.00	4650.00	4370.00	4106.00	3995.00	4057.58
S8s	16.30	1180.00	1160.00	1260.00	1430.00	1660.00	1840.00	1860.00	1880.00	1250.00	1190.00	1031.00	987.00	1394.00
S8n	16.30	1260.00	1380.00	1980.00	2020.00	2270.00	2670.00	2830.00	2840.00	2230.00	2030.00	1993.00	1892.00	2116.25
S8b	16.30	2800.00	3020.00	3470.00	3680.00	4460.00	4680.00	4870.00	4860.00	4200.00	4040.00	3946.00	3629.00	3971.25

ตาราง แสดงค่า Total Solids ของจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 จุดฝั่งเค็มนครฤๅษณ์-ธันวาคม 2533

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ช่วงเวลา		เดือน								รวม	ค่าเฉลี่ย		
	ที่เก็บ	ก.ค.	ก.ค.	ก.ค.	ก.ค.	ก.ค.	ก.ค.	ก.ค.	ก.ค.					
S1s	8.00	170.00	151.00	157.00	174.00	170.00	167.00	161.00	141.00	114.00	110.00	114.00	117.00	145.50
S1b	8.00	174.00	160.00	163.00	181.00	178.00	168.00	168.00	158.00	124.00	118.00	120.00	122.00	152.83
S1/1s	8.20	169.00	172.00	164.00	175.00	177.00	176.00	161.00	154.00	149.00	123.00	125.00	129.00	156.17
S1/1b	8.20	179.00	179.00	172.00	180.00	183.00	183.00	171.00	156.00	136.00	128.00	130.00	133.00	160.83
S2s	9.30	159.00	156.00	158.00	167.00	172.00	162.00	145.00	138.00	124.00	110.00	116.00	117.00	143.67
S2b	9.30	164.00	160.00	174.00	173.00	180.00	168.00	149.00	146.00	127.00	120.00	113.00	124.00	149.83
S2/1s	9.0	166.00	161.00	161.00	168.00	168.00	160.00	160.00	154.00	137.00	133.00	134.00	135.00	153.08
S2/1b	9.00	175.00	175.00	170.00	171.00	175.00	168.00	172.00	157.00	135.00	133.00	137.00	138.00	158.83
S3s	10.00	163.00	163.00	157.00	171.00	166.00	163.00	152.00	143.00	134.00	132.00	132.00	134.00	150.83
S3b	10.00	170.00	169.00	163.00	178.00	175.00	172.00	160.00	151.00	142.00	142.00	142.00	141.00	158.75
S3/1	10.40	143.00	148.00	144.00	158.00	158.00	157.00	152.00	147.00	114.00	119.00	118.00	118.00	139.67
S4s	11.30	177.00	178.00	168.00	184.00	184.00	174.00	166.00	159.00	153.00	139.00	139.00	140.00	163.42
S4b	11.30	185.00	184.00	174.00	190.00	184.00	178.00	169.00	162.00	148.00	141.00	141.00	140.00	168.33
S4/1	12.40	4446.00	4352.00	4346.00	4459.00	4527.00	4196.00	2150.00	1076.00	968.00	750.00	752.00	762.00	2732.00
S5s	13.00	1031.00	1037.00	1035.00	1071.00	1086.00	1179.00	1056.00	1075.00	766.00	718.00	737.00	729.00	960.00
S5m	13.00	2177.00	2103.00	2115.00	2136.00	2152.00	2187.00	1104.00	1084.00	787.00	733.00	739.00	741.00	1504.83
S5b	13.00	4365.00	4381.00	4396.00	4451.00	4535.00	4451.00	2411.00	1240.00	988.00	874.00	875.00	863.00	2819.17
S5/1	13.30	164.00	157.00	174.00	186.00	186.00	167.00	168.00	177.00	142.00	141.00	142.00	145.00	162.42
S6s	14.20	1055.00	1058.00	1065.00	1416.00	1465.00	1338.00	1197.00	1100.00	1055.00	949.00	952.00	956.00	1133.83
S6m	14.20	1066.00	1095.00	1112.00	1553.00	1561.00	1460.00	1162.00	1208.00	1116.00	1019.00	1019.00	1018.00	1114.17
S6b	14.20	1086.00	1356.00	1417.00	1663.00	1674.00	1573.00	1370.00	1234.00	1226.00	1171.00	1108.00	1095.00	1331.08
S7s	15.30	1094.00	1228.00	1937.00	1771.00	2020.00	1919.00	2011.00	1245.00	1043.00	939.00	941.00	944.00	1424.33
S7m	15.30	1516.00	1719.00	2161.00	2524.00	2562.00	2341.00	2463.00	2266.00	1920.00	1106.00	1086.00	1083.00	1895.58
S7b	15.30	1878.00	2341.00	3343.00	3365.00	3436.00	3576.00	3571.00	3454.00	2949.00	2055.00	1740.00	1677.00	2782.08
S7/1s	15.40	1920.00	2763.00	2972.00	2376.00	3233.00	3188.00	3784.00	3686.00	2951.00	2497.00	2230.00	2190.00	2814.00
S7/1m	15.40	2031.00	2901.00	2989.00	2983.00	3774.00	4073.00	4046.00	4142.00	4050.00	2728.00	3575.00	3376.00	3389.00
S7/1b	15.40	2193.00	3851.00	3913.00	3706.00	4481.00	4560.00	4790.00	4941.00	4759.00	4486.00	4224.00	4120.00	4168.67
S8s	16.30	1255.00	1247.00	1349.00	1518.00	1748.00	1924.00	1948.00	1969.00	1334.00	1283.00	1126.00	1085.00	1482.17
S8m	16.30	1332.00	1475.00	2072.00	2109.00	2361.00	2758.00	2917.00	2932.00	2320.00	2127.00	2097.00	2005.00	2208.75
S8b	16.30	2879.00	3117.00	3566.00	3773.00	4552.00	4770.00	4983.00	4955.00	4294.00	4139.00	3602.00	3743.00	4029.42

ตาราง ค่า Conductivity ของจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 จุดตั้งขี้นเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2533

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ช่วงเวลาดำ เก็บ	เดือน										ค่าเฉลี่ย		
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	อ.ย.	พ.ย.	ธ.ย.	ก.ค.	ก.ค.	ก.ค.	ก.ค.			
S1s	8.00	199.00	175.00	176.00	204.00	200.00	183.00	180.00	140.00	105.00	105.00	103.00	102.00	158.00
S1b	8.00	203.00	186.00	181.00	214.00	212.00	186.00	188.00	156.00	108.00	115.00	114.00	110.00	164.42
S1/1s	8.20	189.00	195.00	182.00	199.00	206.00	205.00	184.00	157.00	126.00	121.00	119.00	119.00	166.83
S1/1b	8.20	200.00	199.00	190.00	204.00	212.00	209.00	192.00	161.00	129.00	130.00	125.00	119.00	172.50
S2s	9.30	180.00	176.00	190.00	197.00	205.00	185.00	157.00	146.00	126.00	103.00	101.00	95.00	155.00
S2b	9.30	184.00	180.00	209.00	201.00	212.00	187.00	159.00	151.00	129.00	107.00	105.00	100.00	160.33
S2/1s	9.00	188.00	185.00	186.00	197.00	194.00	188.00	184.00	164.00	134.00	126.00	120.00	115.00	165.08
S2/1b	9.00	194.00	204.00	199.00	199.00	202.00	197.00	197.00	168.00	138.00	129.00	104.00	108.00	169.92
S3s	10.00	196.00	193.00	182.00	204.00	196.00	196.00	188.00	144.00	134.00	121.00	107.00	107.00	162.33
S3b	10.00	197.00	199.00	187.00	210.00	208.00	201.00	176.00	154.00	138.00	128.00	127.00	119.00	170.17
S3/1	10.40	158.00	172.00	165.00	195.00	192.00	186.00	171.00	157.00	111.00	107.00	105.00	101.00	151.67
S4s	11.30	207.00	207.00	184.00	208.00	204.00	198.00	180.00	161.00	149.00	130.00	125.00	125.00	125.00
S4b	11.30	209.00	210.00	193.00	212.00	204.00	201.00	187.00	163.00	147.00	129.00	126.00	122.00	175.25
S4/1	12.40	7512.00	7295.00	7424.00	7554.00	7751.00	7051.00	3588.00	1682.00	1497.00	1110.00	1096.00	1097.00	4554.75
S5s	13.00	1786.00	1682.00	1721.00	1722.00	1774.00	1922.00	1684.00	1729.00	1182.00	1096.00	1074.00	1054.00	1535.50
S5m	13.00	3697.00	3498.00	3692.00	3530.00	3750.00	3811.00	1893.00	1905.00	1355.00	1093.00	1085.00	1068.00	2531.42
S5b	13.00	7459.00	7270.00	7421.00	7429.00	7553.00	7485.00	3896.00	9968.00	1492.00	1280.00	1278.00	1257.00	4649.00
S5/1	13.30	181.00	191.00	209.00	241.00	229.00	211.00	194.00	164.00	152.00	139.00	139.00	138.00	182.33
S6s	14.20	1687.00	1696.00	1701.00	2301.00	2387.00	2139.00	1923.00	1794.00	1671.00	1490.00	1493.00	1487.00	1814.00
S6m	14.20	1672.00	1722.00	1777.00	2502.00	2512.00	2330.00	2194.00	1936.00	1739.00	1576.00	1614.00	1566.00	1928.33
S6b	14.20	1708.00	2165.00	2278.00	2693.00	2700.00	2508.00	2194.00	1987.00	1912.00	1821.00	1731.00	1665.00	2113.50
S7s	15.30	1792.00	2021.00	3247.00	3008.00	3442.00	3472.00	3391.00	2058.00	1757.00	1450.00	1424.00	1434.00	2376.67
S7m	15.30	2603.00	2863.00	3584.00	4260.00	4273.00	3894.00	4148.00	3862.00	3067.00	1719.00	1712.00	1658.00	3137.00
S7b	15.30	3142.00	3909.00	5542.00	5633.00	5725.00	5964.00	6065.00	5904.00	4740.00	3288.00	2723.00	2650.00	4607.00
S7/1s	15.40	3233.00	4679.00	5078.00	4543.00	5580.00	5324.00	6466.00	6274.00	4904.00	4097.00	3637.00	3858.00	4783.33
S7/1m	15.40	3349.00	4842.00	4972.00	5002.00	6466.00	6835.00	6828.00	7058.00	6732.00	6119.00	5963.00	5511.00	5808.42
S7/1b	15.40	3617.00	6429.00	6477.00	6192.00	7505.00	7829.00	8073.00	8315.00	7906.00	7330.00	6805.00	6678.00	6913.00
S8s	16.30	1986.00	1959.00	2164.00	2460.00	2893.00	3233.00	3215.00	3276.00	2136.00	1989.00	1738.00	1692.00	2395.08
S8m	16.30	2160.00	2370.00	2463.00	3463.00	3859.00	4670.00	4932.00	4909.00	3791.00	3383.00	3417.00	3195.00	3634.33
S8b	16.30	4720.00	5134.00	5898.00	6490.00	7544.00	8185.00	8487.00	8401.00	7239.00	6695.00	6619.00	6138.00	6795.92

ตาราง ค่า Total Organic Carbon ของน้ำใต้ดินช่วงที่ 14 จุดขุดน้ำใต้ดินนครฤๅษณ์-ปีพ.ศ. 2533

จุดขุดน้ำ ใต้ดิน	ช่วงเวลาที่ ขุด	เดือน											ค่าเฉลี่ย	
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ย.	พ.ย.	ธ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	ท.ค.	พ.ค.	เม.ค.		
S1s	8.00	93.00	90.00	92.00	95.00	93.00	90.00	93.00	90.00	89.00	88.00	86.00	84.00	90.25
S1b	8.00	86.00	88.00	84.00	89.00	89.00	88.00	89.00	87.00	86.00	85.00	84.00	84.00	86.58
S1/1s	8.20	95.00	95.00	101.00	98.00	99.00	103.00	96.00	98.00	101.00	96.00	96.00	94.00	97.67
S1/1b	8.20	92.00	90.00	96.00	97.00	97.00	99.00	94.00	96.00	98.00	95.00	93.00	90.00	87.25
S2s	9.30	87.00	89.00	90.00	92.00	95.00	94.00	86.00	84.00	83.00	84.00	82.00	83.00	87.42
S2b	9.30	84.00	86.00	87.00	90.00	89.00	90.00	84.00	82.00	80.00	81.00	80.00	80.00	84.42
S2/1s	9.00	88.00	86.00	84.00	87.00	91.00	92.00	90.00	88.00	84.00	81.00	80.00	78.00	85.75
S2/1b	9.00	84.00	80.00	80.00	85.00	86.00	88.00	87.00	86.00	80.00	80.00	78.00	76.00	82.50
S3s	10.00	85.00	82.00	80.00	80.00	83.00	81.00	76.00	73.00	68.00	68.00	66.00	65.00	75.58
S3b	10.00	80.00	79.00	76.00	77.00	80.00	80.00	74.00	70.00	66.00	64.00	63.00	60.00	72.42
S3/1	10.40	59.00	58.00	58.00	56.00	57.00	55.00	53.00	52.00	51.00	50.00	49.00	50.00	54.00
S4s	10.30	108.00	110.00	108.00	114.00	116.00	109.00	108.00	107.00	110.00	96.00	96.00	94.00	106.50
S4b	10.30	106.00	110.00	110.00	112.00	109.00	111.00	105.00	104.00	109.00	96.00	96.00	94.00	105.17
S4/1	12.40	2906.00	3012.00	3980.00	3110.00	3250.00	2090.00	1453.00	607.00	459.00	331.00	330.00	326.00	1821.17
S5s	13.00	549.00	572.00	603.00	591.00	605.00	739.00	611.00	613.00	506.00	498.00	496.00	490.00	572.75
S5m	13.00	1411.00	1538.00	1583.00	1549.00	1467.00	1032.00	606.00	649.00	613.00	502.00	498.00	493.00	993.42
S5b	13.00	2100.00	2235.00	2139.00	2231.00	2283.00	2242.00	1276.00	649.00	630.00	591.00	589.00	584.00	1460.75
S5/1	13.30	61.00	58.00	59.00	53.00	58.00	62.00	60.00	56.00	55.00	53.00	52.00	50.00	56.42
S6s	14.20	535.00	583.00	598.00	545.00	576.00	649.00	583.00	575.00	493.00	478.00	474.00	476.00	545.42
S6m	14.20	545.00	576.00	599.00	546.00	588.00	653.00	585.00	576.00	502.00	491.00	486.00	488.00	552.92
S6b	14.20	565.00	591.00	605.00	553.00	593.00	649.00	590.00	584.00	505.00	493.00	491.00	489.00	559.00
S7s	15.30	604.00	613.00	785.00	769.00	808.00	811.00	809.00	612.00	513.00	465.00	464.00	462.00	642.92
S7m	15.30	874.00	871.00	1024.00	1241.00	1036.00	1249.00	1124.00	1063.00	601.00	571.00	570.00	568.00	899.33
S7b	15.30	963.00	906.00	1121.00	1352.00	1131.00	1356.00	1089.00	975.00	538.00	563.00	561.00	559.00	925.67
S7/1s	15.40	841.00	859.00	862.00	883.00	891.00	890.00	876.00	838.00	609.00	596.00	590.00	584.00	776.58
S7/1m	15.40	903.00	879.00	892.00	896.00	869.00	870.00	880.00	845.00	611.00	603.00	598.00	594.00	786.67
S7/1b	15.40	968.00	933.00	951.00	906.00	911.00	930.00	901.00	860.00	619.00	611.00	602.00	599.00	817.58
S8s	16.30	663.00	671.00	667.00	674.00	659.00	669.00	673.00	681.00	643.00	630.00	629.00	630.00	657.42
S8m	16.30	690.00	687.00	682.00	695.00	673.00	684.00	696.00	683.00	663.00	660.00	658.00	656.00	677.25
S8b	16.30	890.00	876.00	863.00	842.00	871.00	869.00	874.00	845.00	853.00	861.00	856.00	853.00	862.75

ตาราง ค่า Dissolved Oxygen ของจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 จุดตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2533

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ช่วงเวลาที่ เก็บ	เดือน										เฉลี่ย รายเดือน		
		ก.ค.	ค.ค.	ก.ธ.	ก.ค.	พ.ค.	พ.ค.	พ.ค.	พ.ค.	พ.ค.	พ.ค.			
S1s	8.00	5.90	5.20	6.20	5.80	5.40	4.80	6.20	5.90	6.30	6.30	6.20	6.40	5.88
S1b	8.00	3.30	3.10	3.10	2.90	2.90	2.90	3.00	3.10	3.50	3.20	3.30	3.50	3.15
S1/1s	8.20	5.10	4.90	4.80	3.80	3.80	4.60	4.80	4.90	5.10	5.30	5.80	6.00	4.91
S1/1b	8.20	3.80	3.80	2.20	2.10	2.10	2.80	2.10	2.30	2.40	2.10	2.90	2.80	2.62
S2s	9.30	6.10	6.10	5.60	5.80	5.40	5.00	4.90	4.60	5.30	5.40	5.80	5.90	5.49
S2b	9.30	3.20	2.90	2.40	2.60	2.20	1.90	2.10	2.00	2.20	2.20	2.80	2.80	2.43
S2/1s	9.00	5.00	4.60	4.80	4.60	4.40	5.00	5.00	4.90	5.30	6.10	6.30	6.30	5.19
S2/1b	9.00	3.60	3.20	3.00	2.40	2.20	2.30	1.90	2.10	2.40	2.40	2.60	2.50	2.55
S3s	10.00	4.80	5.20	4.80	4.80	4.80	6.20	5.20	5.00	5.50	6.30	6.20	6.30	5.43
S3b	10.00	3.20	2.80	2.90	1.80	1.70	1.90	2.10	2.30	2.60	3.10	3.20	3.30	2.58
S3/1	10.40	4.90	3.80	4.80	3.60	4.20	5.60	5.20	4.70	5.20	5.80	6.10	6.20	5.01
S4s	11.30	6.40	5.80	5.40	4.20	5.20	6.40	6.00	5.60	5.30	6.10	6.00	5.80	5.68
S4b	11.30	3.50	3.20	3.10	2.10	2.20	3.50	2.90	2.40	2.60	2.80	2.80	2.90	2.83
S4/1	12.40	2.10	2.90	0.80	1.10	1.20	2.50	1.90	2.60	3.10	3.80	4.10	4.90	2.58
S5s	13.00	3.30	3.10	3.00	1.00	1.00	3.40	4.20	4.80	5.30	5.80	6.10	6.40	3.95
S5a	13.00	2.80	2.60	2.40	0.80	0.80	2.90	3.10	3.50	4.40	4.60	4.80	5.00	3.14
S5b	13.00	2.90	1.90	1.10	0.80	0.90	1.80	1.90	2.80	3.10	3.00	3.10	3.00	2.19
S5/1	13.30	4.20	4.90	4.80	5.00	3.70	2.50	3.60	3.90	5.40	6.10	6.10	6.20	4.70
S6s	14.20	4.60	4.80	4.70	3.80	3.80	4.30	4.00	4.20	5.50	6.30	6.00	6.40	4.84
S6a	14.20	3.40	3.90	3.60	4.90	1.90	3.60	3.10	3.10	4.60	4.50	4.30	4.50	3.78
S6b	14.20	2.70	2.80	1.30	0.90	0.90	2.80	2.60	2.50	2.80	2.90	3.10	3.00	2.41
S7s	15.30	4.60	5.40	4.40	4.60	0.00	4.70	5.20	4.90	5.50	6.10	6.10	6.20	4.81
S7a	15.30	4.00	3.80	3.80	3.70	0.00	2.90	3.80	3.60	4.20	4.30	4.20	4.50	3.57
S7b	15.30	2.80	2.90	2.60	2.50	0.00	1.20	2.90	2.20	3.10	3.00	3.10	3.30	2.46
S7/1s	15.40	6.00	4.80	4.10	4.20	0.00	4.30	4.50	4.80	5.10	5.30	6.10	6.00	4.60
S7/1a	15.40	4.80	3.40	3.20	3.00	0.00	3.00	3.50	3.30	4.10	4.00	4.20	4.10	3.38
S7/1b	15.40	2.20	2.80	1.80	1.90	0.00	1.80	2.10	2.10	3.30	3.20	3.10	3.00	2.28
S8s	16.30	7.00	6.80	6.60	3.50	6.80	5.40	6.30	5.90	6.20	6.30	6.30	6.10	6.10
S8a	16.30	4.80	4.30	4.40	2.20	4.90	3.40	3.50	3.60	4.30	4.20	4.30	4.50	4.03
S8b	16.30	3.30	3.80	2.80	1.80	3.10	2.80	2.90	2.10	2.60	3.10	3.20	3.10	2.88

ภาคผนวก ๓

Although stepwise regression has certain surface similarities with hierarchical MRC. (Multiple Regression/Correlation) it is considered separately, primarily because it differs in its underlying philosophy, and also because special computer programs and options are available for its computation. As discussed here, these programs are designed to select from a group of IVs (independent variable) the one variable at each stage which has the largest sr^2 and hence makes the largest contribution to R^2 . Such programs typically stop admitting IVs into the equation when no IV makes a contribution which is statistically significant at a level specified by the program user.¹⁰ Thus, the stepwise procedure defines an a posteriori order based solely on the relative uniqueness of the variables in the sample at hand.

When an investigator has a large pool of potential IVs, and very little theory to guide selection among them, these programs are a sore temptation. If the computer selects the variables, the investigator is relieved of the responsibility of making decisions about their logical or causal priority or relevance before the analysis, although interpretation of the findings may not be made easier. We take a dim view of the routine use of stepwise regression in explanatory research for various reasons but mostly because we feel that more orderly advance in the behavioral sciences is likely to occur when researchers armed with theories provide a priori hierarchical ordering which reflects causal hypotheses rather than when computers order IVs post and ad hoc for a given sample.

An option which is available on some computer programs allows for an a priori specification of a hierarchy among groups of IVs. An investigator may be clear that some groups of variables are logically, causally, or structurally prior to others, and yet not have a basis of ordering variables within such groups. Under such conditions, variables may be labeled for entering in the equation as one of the first, second, or up to hth group of variables, and the sequence of variables within each group is determined by the computer in the usual stepwise manner. This type of analysis is likely to be primarily hierarchical (between classes of IVs) and only incidentally stepwise (within classes), and computer programs so organized may be effectively used to accomplish hierarchical MRC analysis by sets of IVs, as described in the next chapter

Probably the most serious problem in the use of stepwise regression Programs arises when a relatively large number of IVs is used. Since the significance test of an IV's contribution to R^2 proceeds in ignorance of the large number of other such tests being performed at the same time for the other competing IVs, there can be very serious capitalization on chance. The result is that neither the statistical significance tests for each variable nor the overall tests on the multiple R^2 at each step are valid. A related problem with the free use of stepwise regression is that in many research problems, the ad hoc order produced from a set of IVs in one sample is likely not to be found in other samples from the same population. When among the variables competing for entry at any given step, there are trivial differences among their partial relationships with Y, the computer will dutifully choose the largest for addition at that step. In other

samples, and, more important, in the population, such differences may well be reversed. When the competing IVs are substantially correlated with each other, the problem is likely to be compounded, since the losers in the competition may not make a sufficiently large unique contribution to be entered at any subsequent step before the problem is terminated by "nonsignificance."

Although, in general, stepwise programs are designed to approach maximum R^2 with a minimum number of IVs for the sample at hand, they may not succeed very well in practice. Sometimes, with a large number of IVs, variables that were entered into the equation early no longer have nontrivial (or "significant") relationships after other variables have been added. Some programs provide for the removal of such variables, but others do not. Also, although it is admittedly not a common phenomenon in practice, when there is suppression between two variables neither may reach the criterion for entrance to the equation, although if both were entered they would make a useful contribution to R^2 .

However, our distrust of stepwise regression is not absolute, and decreases to the extent that the following conditions obtain:

1. The research goal is entirely or primarily predictive (technological), and not at all, or secondarily, explanatory (scientific). The substantive interpretation of stepwise results is made particularly difficult by the problems described above.

2. n is very large, and the original k (that is, before stepwise selection) is not too large; a k/n ratio of one to at least 40 is prudent.

3. Particularly if the results are to be substantively

interpreted, a cross-validation of the stepwise analysis in a new sample should be undertaken, and only those conclusions that hold for both samples should be drawn. Alternatively, the original sample may be randomly divided in half, and the two half-samples treated in this manner.

Source : Jacob Cohen, 1975 "Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Science."

ภาคผนวก ๖

การศึกษาเรื่องสหสัมพันธ์ เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นไปในทิศทางใด เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับน้ำหนัก คะแนนเฉลี่ยชั้น ม.3 กับคะแนนสอบเข้าระดับ ป.วช. ในการพิจารณาว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีมากน้อยเพียงใดนั้น ทราบได้โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)

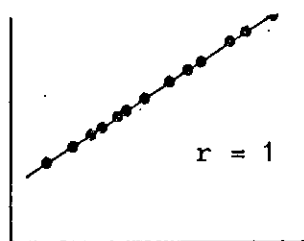
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยมีค่าตั้งแต่ 1.00 ถึง - 1.00 ถ้าตัวแปร x และตัวแปร y ความสัมพันธ์ของตัวแปร x และ y อาจเป็นไปได้ดังนี้

1. มีความสัมพันธ์กัน

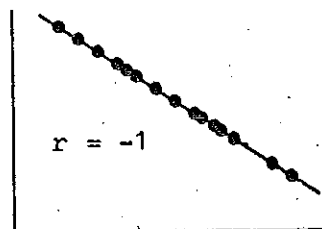
1.1 มีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ (Perfect Correlation) ลักษณะคือ

1.1.1. ความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ทางบวกหรือในทางเดียวกัน (Positive Correlation) ในกรณีที่สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าเป็น 1 ถ้าตัวแปร x เพิ่มขึ้นเท่าใด ตัวแปร y ก็จะเพิ่มขึ้นเท่าใดนั้น ถ้าเขียนแผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) ลักษณะการกระจายของข้อมูลตัวแปร x และ y จะเป็นเส้นตรง

1.1.2 ความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ทางลบหรือในทางตรงกันข้าม ในกรณีที่สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าเป็น -1 ถ้าตัวแปร x เพิ่มขึ้น ตัวแปร y จะลดลง



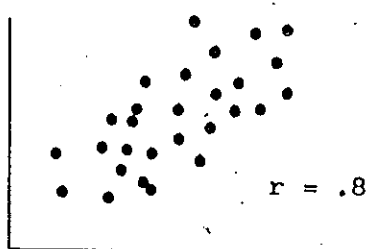
รูปที่ 1.1 ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์ทางบวก



รูปที่ 1.2 ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์ทางลบ

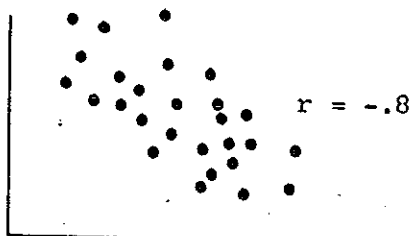
1.2 มีความสัมพันธ์กันอย่างไรสมบูรณ์แบบมี 2 ลักษณะดังนี้

1.2.1 มีความสัมพันธ์กันอย่างไรสมบูรณ์แบบทางบวก หรือในทางเดียวกันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 เช่น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2 แสดงว่าตัวแปร x และตัวแปร y มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างน้อยแต่เป็นไปในทางเดียวกัน ลักษณะการกระจายของข้อมูลจะกระจายออกจากกันมาก ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.8 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ค่อนข้างมากและเป็นไปในทางเดียวกัน ข้อมูลจะไม่กระจายออกจากกันมาก



รูปที่ 1.3 ข้อมูลมีความสัมพันธ์ค่อนข้างมากและเป็นไปในทางเดียวกัน

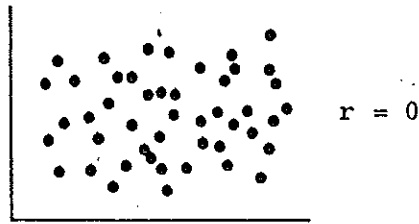
1.2.2 ความสัมพันธ์กันอย่างไรสมบูรณ์แบบทางลบหรือในทางตรงกันข้าม สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง -1 กับ 0 เช่น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.2 และ -0.8 แสดงว่าตัวแปร x และตัวแปร y มีความสัมพันธ์กันในทางตรงกันข้าม โดยมีความสัมพันธ์



รูป 1.4 ข้อมูลมีความสัมพันธ์ค่อนข้างมากและเป็นไปในทางตรงข้าม

2. ไม่มีความสัมพันธ์กัน

ในกรณีที่ตัวแปร x และตัวแปร y ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็น 0 ลักษณะการกระจายของข้อมูลมีรูปแบบไม่แน่นอน ทำให้ไม่สามารถระบุได้ว่าถ้าตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้ว จะทำให้ตัวแปรอีกตัวหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปในทางใด



รูปที่ 1.5 ข้อมูลที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน

การตรวจสอบ ๗

Checking Model Assumptions

: For the linear model with normal error we assume :

1. $E(E_i) = 0$
2. The error are independent.
3. The error have constant variance; b_2
4. The error are normally distribution.

: Methods : 1. Residual Plot

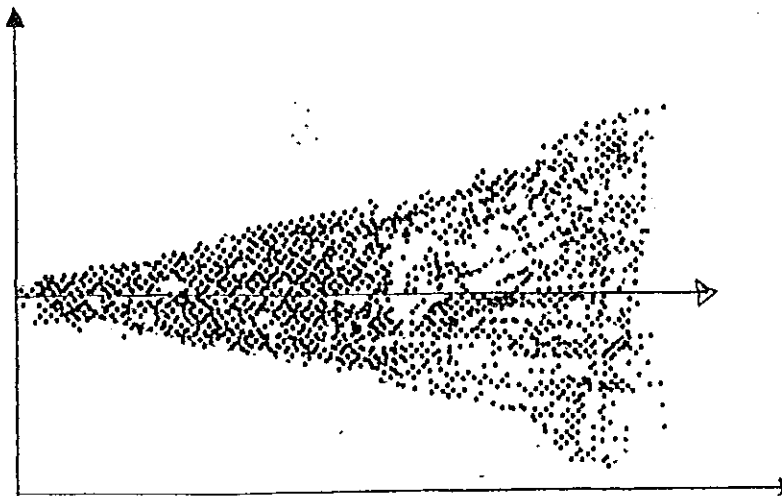
2. Probability Plot

Residual Plot

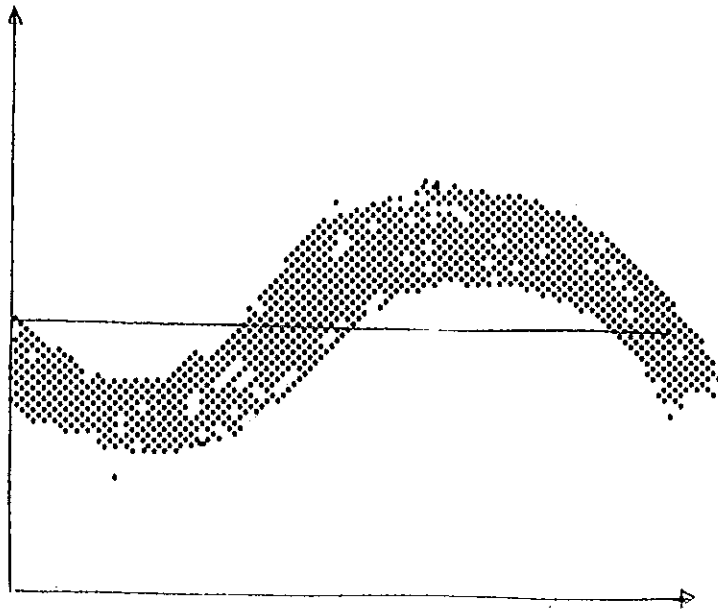
Plot Residual (or standardised residual) against the fitted values and or covariates

Residual = observation - fitted value

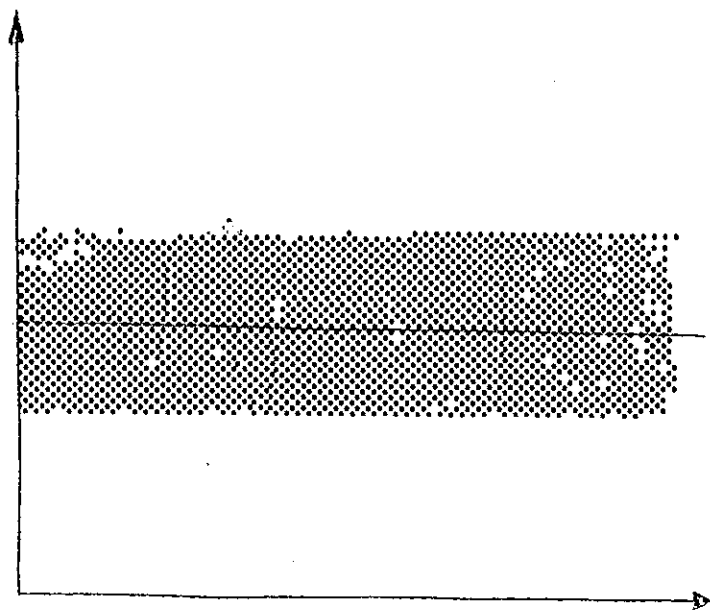
$$R_i = y_i - \hat{y}_i$$



not independent

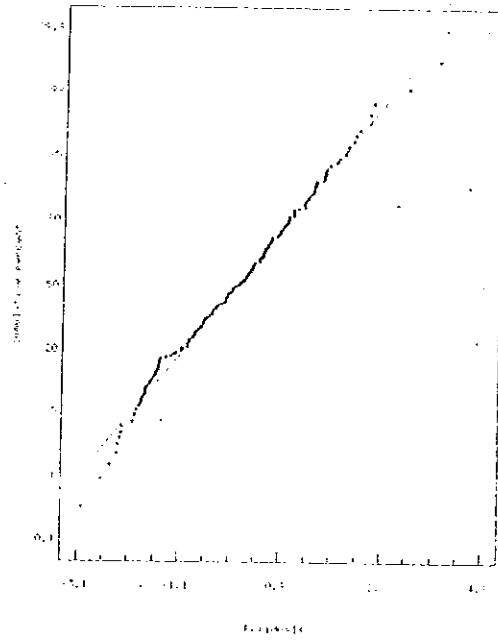


not normal distribution

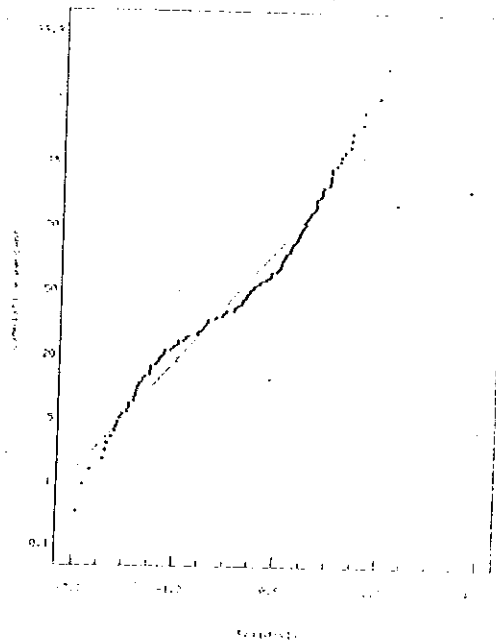


normal distribution

Probability Plot : Plot between cumulative percent and residuals



Linearity



Non - Linearity

What to do if model are not satisfied:

1. Ignore
2. Devise anew model that satisfied the assumption b e.q.
 - a) transforming data
 - b) adding explanatory variables
 - c) removing outliers and or a typical points
3. Use a model with assumptions that match the form of the data
4. Use a distribution free procedure

ที่มา : เอกสารการสอนวิชา Environmental Research Methodology
ของหลักสูตรปริญญาโทการจัดการสิ่งแวดล้อม ปีการศึกษา 2532