ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1) พิจารณาเลือกและกำหนดระดับความสำคัญ (Significant level)

ดำเนินการพิจารณาเลือกและกำหนดระดับความสำคัญของพารามิเตอร์จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านคุณภาพน้ำ เพื่อกำหนดระดับความสำคัญพารามิเตอร์ที่จะเป็นดัชนีคุณภาพน้ำ (ตารางที่ ก1)

ตารางที่ ก1
พารามิเตอร์ และระดับความสำคัญ

พารามิเตอร์	ระดับความสำคัญ					รวม
	1	2	3	4	5	
pH	6	22	25	4	3	60
DO	10	15	22	5	1	53
EC	3	11	36	5	1	56
SS	27	15	13	8	2	65
Tur	9	27	9	5	2	52
TDS	6	10	30	3	0	49

เมื่อ 1 = มีความสำคัญมากที่สุด
2 = มีความสำคัญมาก
3 = มีความสำคัญปานกลาง
4 = มีความสำคัญน้อย
5 = มีความสำคัญน้อยที่สุด
pH = ความเป็นกรด-เบส
EC = การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)
Tur = ความขุ่น (เอ็นทียู)

SS = ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)

DO = ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

TDS = ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)

2) การหาน้ำหนักความสำคัญของพารามิเตอร์

กำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละพารามิเตอร์ที่ได้จากแบบสอบถามจากการคำนวณหา Temporary Weights (สมการที่ ก1) และ การคำนวณหา Sub-index weights (สมการที่ ก2) แสดงในตารางที่ ก2

การคำนวณหา Temporary Weights

$$\text{Temporary weight} = \frac{\text{Significant ที่มีความสำคัญมากที่สุด}}{\text{Significant ของแต่ละพารามิเตอร์}} \qquad \textbf{(ก1)}$$

การคำนวณหา Sub-index Weights

$$\text{Sub - index weight} = \frac{\text{Temporary Weight ของแต่ละพารามิเตอร์}}{\text{ผลรวม Temporary Weight ทั้งหมด}} \qquad \textbf{(ก2)}$$

ตารางที่ ก2
ค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญ น้ำหนักระดับความสำคัญ
และดัชนีน้ำหนักย่อย

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญ (significant level)	น้ำหนักความสำคัญของพารามิเตอร์ (temporary weights)	ดัชนีน้ำหนักย่อย (sub-index)
pH	2.60	0.817	0.158
DO	2.47	0.859	0.166
EC	2.82	0.752	0.146
SS	2.12	1.000	0.195
Tur	2.31	0.920	0.178
TDS	2.61	0.813	0.158
รวม		5.161	1.000

เมื่อ pH = ความเป็นกรด-เบส
EC = การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)
Tur = ความขุ่น (เอ็นทียู)
SS = ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)
DO = ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
TDS = ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)

3) การหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคุณภาพน้ำกับค่าต่าง ๆ ของพารามิเตอร์

การหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคุณภาพน้ำกับค่าต่างๆ ของพารามิเตอร์ที่เลือกไว้ ซึ่งจะต้องกำหนดพิกัดของคะแนนคุณภาพน้ำกับระดับค่าความเข้มข้นต่างๆ ของพารามิเตอร์แล้วลากเส้นโค้งเชื่อมจุดพิกัดทั้งหมด ซึ่งเรียกว่า “เส้นโค้งระดับคะแนนคุณภาพน้ำ (Rating curve)” ซึ่งเป็นเส้นโค้งเฉลี่ย เพื่อให้ได้มาซึ่งสมการดัชนีย่อย มีรายละเอียด ดังนี้

3.1) นำระดับคะแนนของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนที่ตอบกลับมาลงพิกัดจุด ซึ่งจากการกำหนดระดับนั้นได้มาจากผู้ชำนาญการที่ได้เสนอและให้ข้อแนะนำกลับมา เส้นโค้งจาก

แบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญจากหลายเส้นโค้ง นำมารวมกันเป็นเส้นโค้งเดียว จากนั้นนำข้อมูลมาปรับคะแนนย่อยจากระดับคะแนน 1-5 เป็น 0-100 โดยสมการที่ ก3

$$\text{ระดับคะแนนความเหมาะสมที่ปรับเป็น 0-100} = [\frac{X-1}{4}]x100 \qquad \text{(ก3)}$$

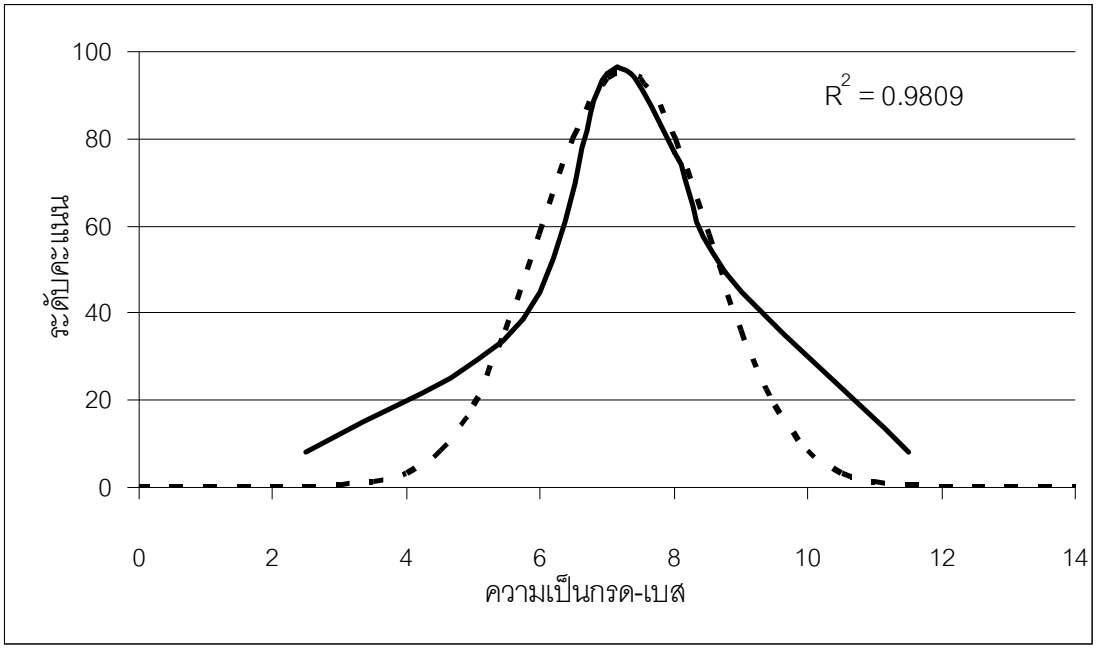
เมื่อ X = ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความเหมาะสม 1-5

3.2) จากค่าเฉลี่ยเส้นโค้งที่ได้นำมาหาสมการดัชนีย่อยของทั้ง 6 พารามิเตอร์เพื่อให้ได้คะแนนย่อย (Sub score) โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่มีค่ามากที่สุด และลักษณะของกราฟที่ให้ลักษณะธรรมชาติของคุณภาพน้ำ แบ่งเป็นแต่ละพารามิเตอร์ ดังนี้

3.2.1) ความเป็นกรด-เบส (pH)

แบ่งช่วงคะแนนของความเป็นกรด-เบส ออกเป็นหกช่วง (<5 ถึง >9) รวมถึงระดับคะแนนที่แนะนำมีค่าเริ่มจาก 1 ถึง 5 ค่าเริ่มต้น 1 คือ เสื่อมโทรมมากที่สุด ถึงค่าสูงสุด 5 คือ ดีมาก เมื่อลงพิกัดได้ลักษณะของกราฟระฆังคว่ำ ซึ่งเป็นรูปแบบกราฟการกระจายปกติ (Normal distribution) (ภาพที่ ก1) ได้ค่าระดับคะแนน pH เท่ากับ 300 คูณกับฟังก์ชันของคุณภาพน้ำแต่ละพารามิเตอร์ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยที่ μ คือ ค่าเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 7.25 และ σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 1.25

ภาพที่ ก1
เส้นโค้งค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม และเส้นโค้งระดับคะแนน
ความเป็นกรด-เบส



หมายเหตุ ---------- เส้นโค้งระดับคะแนนความเป็นกรด-เบส
_____ เส้นโค้งค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม

แต่เมื่อใดก็ตามถ้าความเป็นกรด-เบส เพิ่มขึ้นหรือลดลงจะทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไป การกำหนดระดับคะแนนความเป็นกรด-เบสได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) = 0.9809 (สมการที่ ก4)

ระดับคะแนน (pH) = 300 * f(pH;μ;σ) **(ก4)**

เมื่อ pH = ความเป็นกรด-เบส ที่วิเคราะห์ได้
μ = 7.25
σ = 1.25

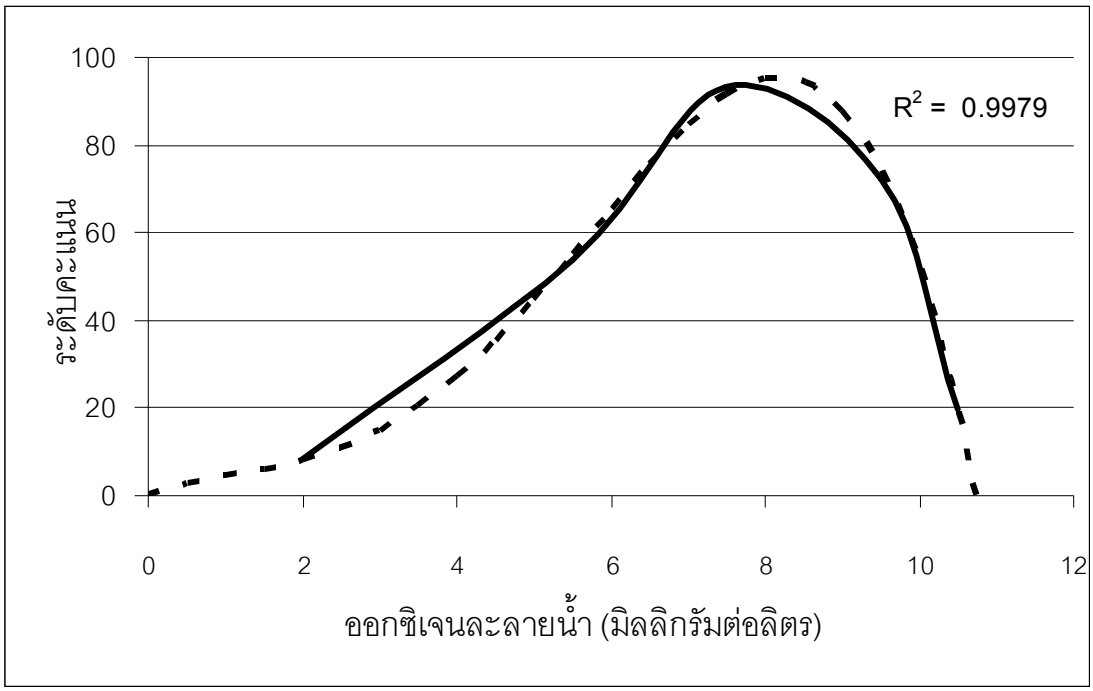
3.2.2) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

แบ่งช่วงคะแนนออกซิเจนละลายน้ำจาก (<4) ถึง (>10) ออกเป็นห้าช่วง รวมถึงระดับคะแนนที่แนะนำมีค่าเริ่มจาก 1-5 ค่าเริ่มต้น 1 คือ เสื่อมโทรมมากที่สุด ถึงค่าสูงสุด 5คือ ดีมาก ระดับคะแนนจะเพิ่มขึ้นตามออกซิเจนละลายน้ำจนถึงระดับคะแนนที่สูงที่สุด ซึ่งช่วงคะแนนของออกซิเจนละลายน้ำอยู่ที่ 6.5 ถึง 8.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เมื่อออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง คือ ออกซิเจนละลายน้ำที่มากกว่า 8.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะให้ระดับคะแนนค่อยๆ ลดลง และเมื่อออกซิเจนละลายน้ำมากกว่า 9 มิลลิกรัมต่อลิตร ระดับคะแนนจะลดลงอย่างรวดเร็วจนเข้าใกล้ศูนย์ (ภาพที่ ก2) ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) = 0.9979 (สมการที่ ก5)

ภาพที่ ก2

เส้นโค้งค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม และเส้นโค้งระดับคะแนน

ออกซิเจนละลายน้ำ



หมายเหตุ ---------- เส้นโค้งระดับคะแนนออกซิเจนละลายน้ำ

———— เส้นโค้งค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม

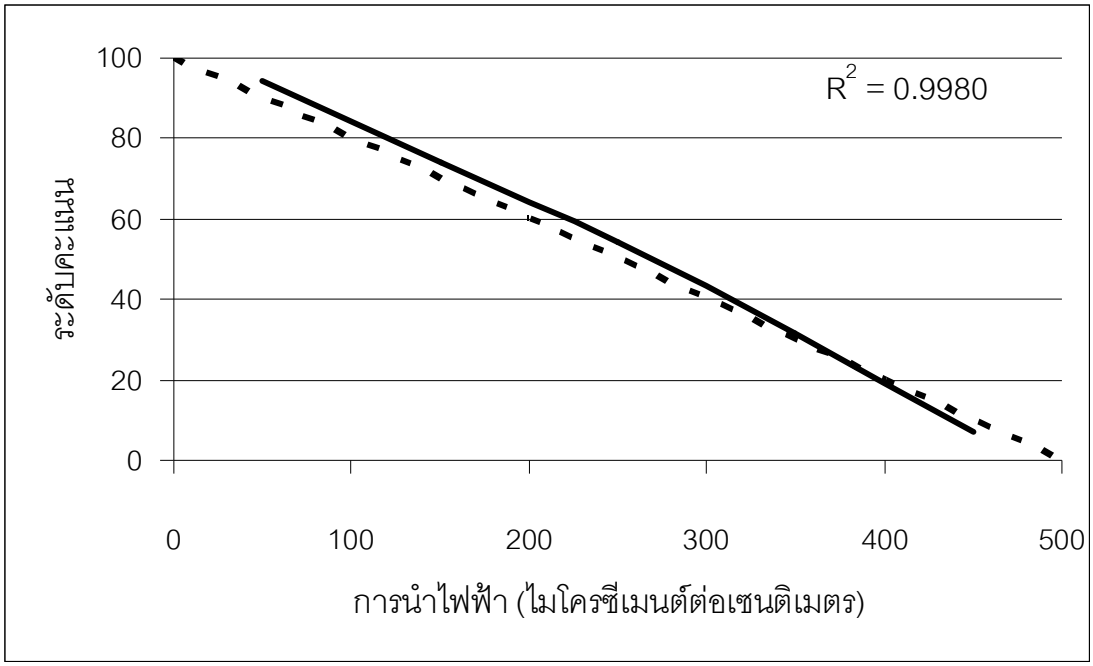
ระดับคะแนน (DO) = - 0.0926 DO^4 + 1.2703 DO^3 – 3.6157 DO^2 + 6.9062 DO **(ก5)**

เมื่อ DO = ออกซิเจนละลายน้ำที่วิเคราะห์ได้
ถ้าออกซิเจนละลายน้ำน้อยกว่า 10.5 (DO < 10.5)
ถ้าออกซิเจนละลายน้ำมากกว่า 10.5 (DO > 10.5) ระดับคะแนนเท่ากับ 0

3.2.3) การนำไฟฟ้า (EC)

แบ่งช่วงคะแนนของการนำไฟฟ้าออกเป็นห้าช่วงตั้งแต่ (<100 ถึง >400) รวมถึงระดับคะแนนที่แนะนำมีค่าเริ่มจาก 1 ถึง 5 ค่าเริ่มต้น 1 คือ เสื่อมโทรมมากที่สุด ถึงค่าสูงสุด 5 คือ ดีมาก ลักษณะเส้นโค้งค่าเฉลี่ยของกราฟการนำไฟฟ้าที่ได้จากแบบสอบถาม เมื่อการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 100 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ไปจนถึงมากกว่า 400 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ระดับคะแนนจะลดลงจากระดับคะแนนมาก คือ 100 จนเข้าใกล้ศูนย์ (ภาพที่ ก3) สมการที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.9980 (สมการที่ ก6)

ภาพที่ ก3
เส้นโค้งค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม และเส้นโค้งระดับคะแนน
การนำไฟฟ้า



หมายเหตุ ---------- เส้นโค้งระดับคะแนนการนำไฟฟ้า
———— เส้นโค้งค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม

ระดับคะแนน (EC) = - 0.2 (EC) + 100 **(ก6)**

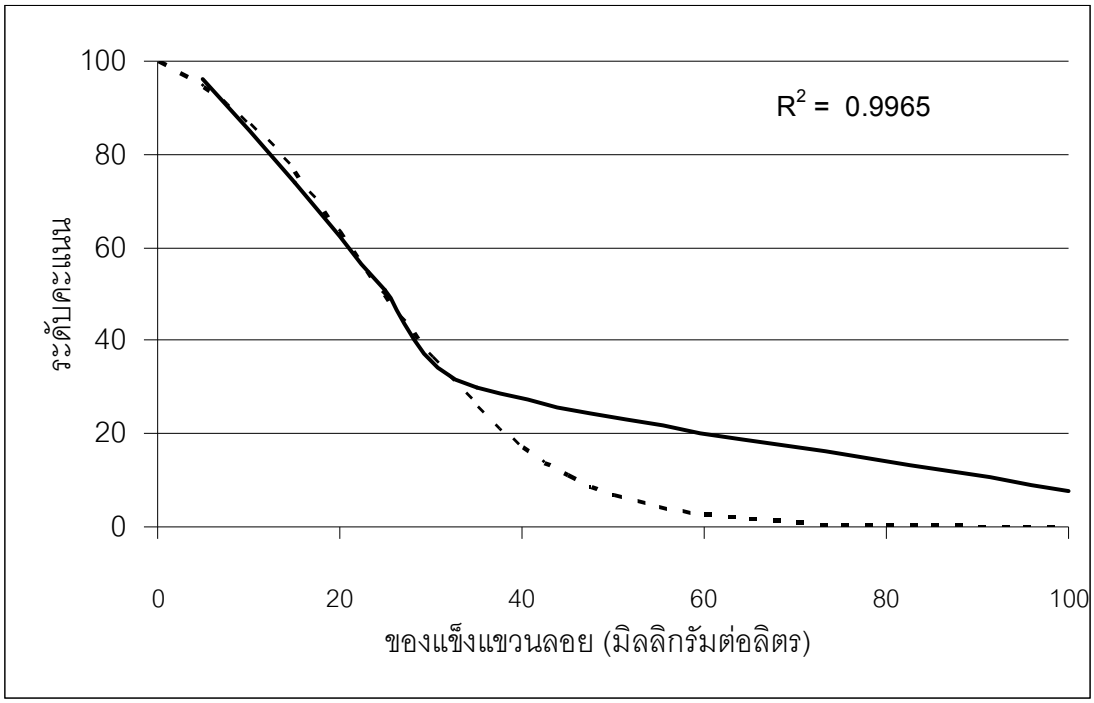
เมื่อ EC = การนำไฟฟ้าที่วิเคราะห์ได้
ถ้าการนำไฟฟ้าน้อยกว่า 500 (EC < 500)

3.2.4) ของแข็งแขวนลอย (SS)

แบ่งช่วงคะแนนของของแข็งแขวนลอยออกเป็นห้าช่วง (<10 ถึง >40) รวมถึงระดับคะแนนที่แนะนำมีค่าเริ่มจาก 1 ถึง 5 ค่าเริ่มต้น 1 คือ เสื่อมโทรมมากที่สุด ถึงค่าสูงสุด 5 คือ ดีมาก ลักษณะของกราฟจะลดลงอย่างช้าๆ ในค่าของคะแนนที่น้อยกว่า 10 ถึง 25 หลังจากนั้น เมื่อของแข็งแขวนลอยมีค่าเพิ่มขั้น ระดับคะแนนจะลดลง เมื่อของแข็งแขวนลอยเพิ่มขึ้นจนระดับ

คะแนนเข้าใกล้ศูนย์ (ภาพที่ ก4) ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.9965 (สมการที่ ก7)

ภาพที่ ก4
เส้นโค้งค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม และเส้นโค้งระดับคะแนน
ของแข็งแขวนลอย



หมายเหตุ ---------- เส้นโค้งระดับคะแนนของแข็งแขวนลอย
——— เส้นโค้งค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม

$$\text{ระดับคะแนน (SS)} = \frac{f(x)}{f(0)} * 100 = \frac{1+\exp(-2.3)}{1+\exp\left(\frac{SS-23}{10}\right)} * 100 \qquad \textbf{(ก7)}$$

เมื่อ SS = ของแข็งแขวนลอยที่วิเคราะห์ได้

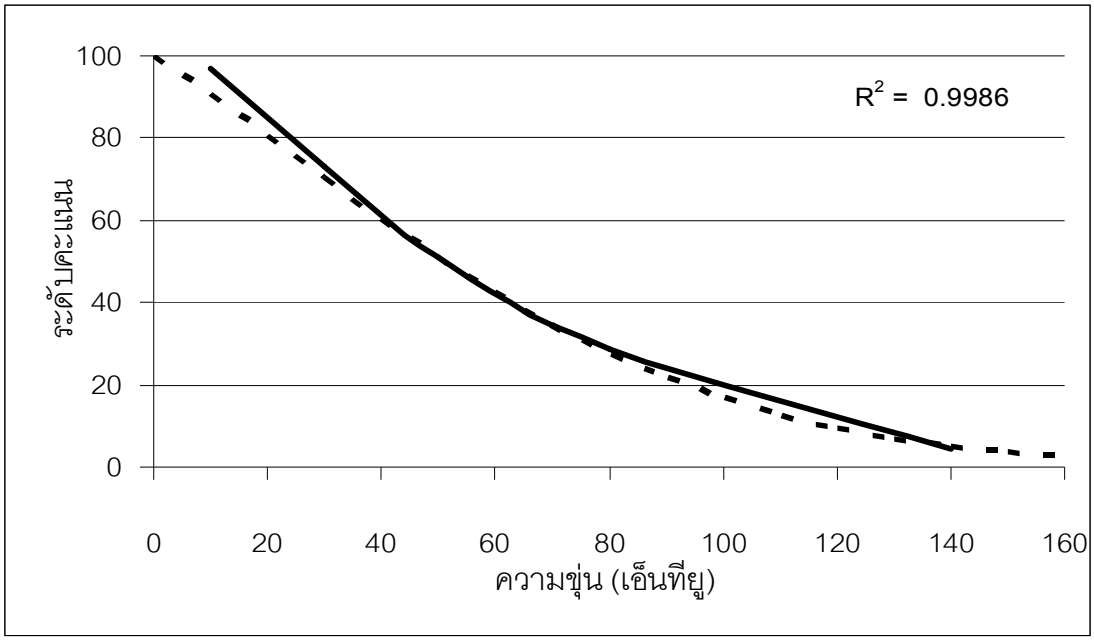
3.2.5) ความขุ่น (Tur)

แบ่งช่วงคะแนนของความขุ่นออกเป็นห้าช่วง (0-20) ถึง (>100) รวมถึงระดับคะแนนที่แนะนำมีค่าเริ่มจาก 1 ถึง 5 ค่าเริ่มต้น 1 คือ เสื่อมโทรมมากที่สุด ถึงค่าสูงสุด 5 คือ ดีมาก ลักษณะของกราฟระดับคะแนนจะลดลงเมื่อค่าความขุ่นเพิ่มขึ้น (ภาพที่ ก5) จากกราฟเส้นโค้งค่าเฉลี่ยที่ลดลง ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.9986 (สมการที่ ก8)

ภาพที่ ก5

เส้นโค้งค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม และเส้นโค้งระดับคะแนน

ความขุ่น



หมายเหตุ ---------- เส้นโค้งระดับคะแนนของแข็งแขวนลอย

——— เส้นโค้งค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม

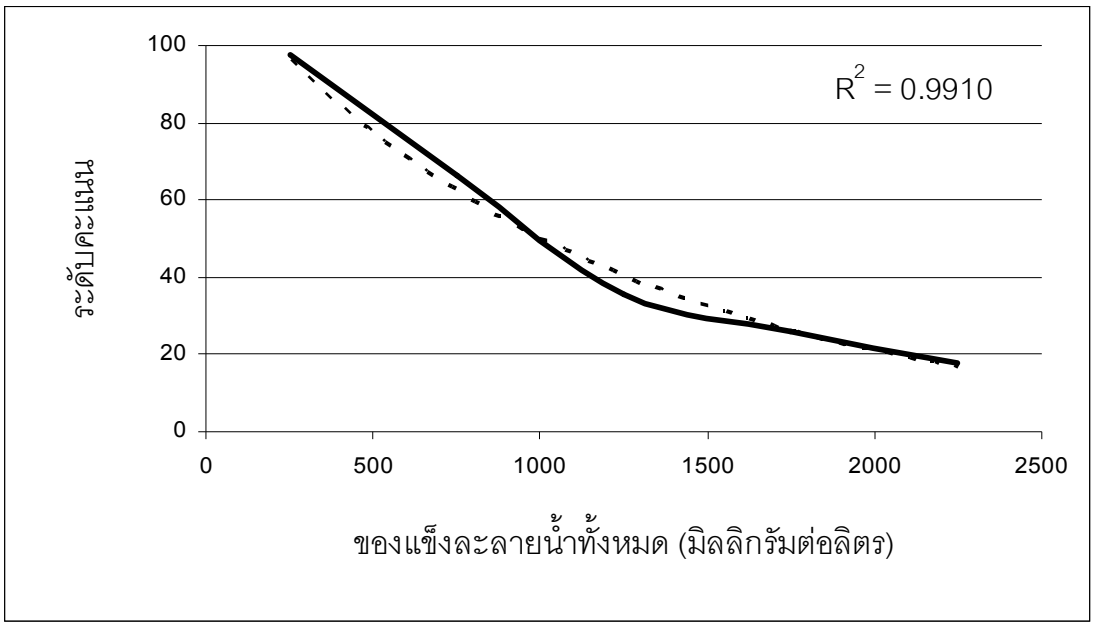
$$\text{ระดับคะแนน (Tur)} = 100\exp\left[-\frac{9}{1000}\left(\frac{\text{Tur}^2}{100}+\text{Tur}\right)\right] \qquad \textbf{(ก8)}$$

เมื่อ Tur = ความขุ่นที่วิเคราะห์ได้

3.2.6) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)

แบ่งช่วงคะแนนของของแข็งละลายน้ำทั้งหมดออกเป็นห้าช่วงตั้งแต่ (<500 ถึง >2500) รวมถึงระดับคะแนนที่แนะนำมีค่าเริ่มจาก 1 ถึง 5 ค่าเริ่มต้น 1 คือ เสื่อมโทรมมากที่สุด ถึง ค่าสูงสุด 5 คือ ดีมาก ลักษณะเส้นโค้งค่าเฉลี่ยของกราฟของแข็งละลายน้ำทั้งหมดที่ได้จากแบบสอบถาม เมื่อของแข็งละลายน้ำทั้งหมดน้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ระดับคะแนนจะมีค่าสูงสุด แล้วจะลดลงจนเข้าใกล้ศูนย์ (ภาพที่ ก6) สมการที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.9910 (สมการที่ ก6)

ภาพที่ ก6
เส้นโค้งค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม และเส้นโค้งระดับคะแนน
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด



หมายเหตุ ---------- เส้นโค้งระดับคะแนนของแข็งละลายน้ำทั้งหมด
——— เส้นโค้งค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถาม

$$\text{ระดับคะแนน (TDS)} = 100\exp^{(-0.0008 \times \text{TDS})} \quad \textbf{(ก9)}$$

เมื่อ TDS = ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้

4) การประมวลคะแนนคุณภาพน้ำมาเป็นค่าดัชนีคุณภาพน้ำ

นำคะแนนคุณภาพน้ำที่ได้จากการหาค่าของแต่ละพารามิเตอร์ที่พิจารณาไว้มารวมกันเป็นเลขเดียวมาคูณกับน้ำหนักของแต่ละพารามิเตอร์ที่ได้จากแบบสอบถาม โดยใช้สมการของกรมควบคุมมลพิษของอินเดีย ที่พัฒนาโดย Ved (1990) อ้างถึงใน Sarkar and Abbasi (2006, pp. 201-231) (สมการที่ ก10)

$$WQI=\sum_{i=1}^{n} w_i \; I_i \qquad \textbf{(ก10)}$$

เมื่อ WQI = ดัชนีคุณภาพน้ำ (คะแนน)

w_i = น้ำหนักตามความสำคัญของพารามิเตอร์แต่ละชนิด โดย i = 1 ถึง n

I_i = ระดับคะแนนที่ได้จากเส้นโค้งเฉลี่ย โดย i = 1 ถึง n

N = คุณภาพน้ำที่ใช้คำนวณทั้งหมด

4.1) กรณีสมการดัชนีคุณภาพน้ำ 6 พารามิเตอร์

จากพารามิเตอร์ที่ควรพิจารณาในการสร้างสมการมีทั้งหมด 6 พารามิเตอร์ และแทนค่าลงในสมการที่ 10 ซึ่งค่าดัชนีน้ำหนักย่อยของแต่ละพารามิเตอร์ได้จากขั้นตอนที่ 2 (ตารางที่ ก1-ก2) และจากขั้นตอนที่ 3 ได้สมการดัชนีคุณภาพน้ำ (สมการที่ ก11) ดังนี้

$$WQI(N_6) = 0.158(ave.pH)+0.166(ave.DO)+0.146(ave.EC)+0.(ave.SS)+0.209(ave.Tur)+0.184(ave.TDS) \qquad \textbf{(ก11)}$$

เมื่อ ave = ระดับคะแนนเฉลี่ย

pH = ความเป็นกรด-เบส

EC = การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)

Tur = ความขุ่น (เอ็นทียู)

SS = ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)

DO = ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

TDS = ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)

การสร้างดัชนีคุณภาพน้ำ เพื่อให้ได้สมการที่มีจำนวนพารามิเตอร์น้อยที่สุด เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์และประหยัดค่าใช้จ่าย จึงได้ตัดพารามิเตอร์ที่มีระดับความสำคัญน้อยที่สุดออกจากสมการข้างต้นจำนวน 6 พารามิเตอร์ เมื่อตัดการนำไฟฟ้าซึ่งมีระดับความสำคัญน้อยที่สุดออกทำให้เหลือสมการที่มี 5 พารามิเตอร์ จากนั้นได้ตัดพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญน้อยในลำดับต่อมา ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ความเป็นกรด-เบส ตามลำดับ ได้สมการที่ ก12 ก13 และ ก14 ตามลำดับ

4.2) **กรณีสมการดัชนีคุณภาพน้ำ 5 พารามิเตอร์**

จากพารามิเตอร์ที่ควรพิจารณาในการสร้างสมการจำนวน 6 พารามิเตอร์ ตัดพารามิเตอร์น้อยที่สุดเหลือ 5 พารามิเตอร์ และแทนค่าลงในสมการที่ 10 ซึ่งค่าดัชนีน้ำหนักย่อยของแต่ละพารามิเตอร์ได้จากขั้นตอนที่ 2 (ตารางที่ ก1 และตารางที่ ก3) และจากขั้นตอนที่ 3 ได้สมการดัชนีคุณภาพน้ำ (สมการที่ ก12) ดังนี้

ตารางที่ ก3
ค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญ น้ำหนักระดับความสำคัญ
และดัชนีน้ำหนักย่อย

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญ (significant level)	น้ำหนักความสำคัญของพารามิเตอร์ (temporary weights)	ดัชนีน้ำหนักย่อย (sub-index)
pH	2.60	0.817	0.185
DO	2.47	0.859	0.195
SS	2.12	1.000	0.227
Tur	2.31	0.920	0.209
TDS	2.61	0.813	0.184
รวม		5.161	1.000

$$WQI(N_5) = 0.185(ave.pH)+0.195(ave.DO)+0.227(ave.SS)+ 0.209(ave.Tur)+0.184(ave.TDS) \quad \textbf{(ก12)}$$

เมื่อ ave = ระดับคะแนนเฉลี่ย
pH = ความเป็นกรด-เบส
Tur = ความขุ่น (เอ็นทียู)
SS = ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)
DO = ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
TDS = ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)

4.3) กรณีสมการดัชนีคุณภาพน้ำ 4 พารามิเตอร์

จากพารามิเตอร์ที่ควรพิจารณาในการสร้างสมการจำนวน 5 พารามิเตอร์ ตัดพารามิเตอร์น้อยที่สุดเหลือ 4 พารามิเตอร์ และแทนค่าลงในสมการที่ 10 ซึ่งค่าดัชนีน้ำหนักย่อยของแต่ละพารามิเตอร์ได้จากขั้นตอนที่ 2 (ตารางที่ ก1 และตารางที่ d4) และจากขั้นตอนที่ 3 ได้สมการดัชนีคุณภาพน้ำ (สมการที่ ก13) ดังนี้

ตารางที่ ก4
ค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญ น้ำหนักระดับความสำคัญ
และดัชนีน้ำหนักย่อย

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญ (significant level)	น้ำหนักความสำคัญของพารามิเตอร์ (temporary weights)	ดัชนีน้ำหนักย่อย (sub-index)
pH	2.60	0.817	0.227
DO	2.47	0.859	0.239
SS	2.12	1.000	0.278
Tur	2.31	0.920	0.256
รวม		5.161	1.000

$$WQI(N_4) = 0.227(ave.pH)+0.239(ave.DO)+0.278(ave.SS)+0.256(ave.Tur) \quad \textbf{(ก13)}$$

เมื่อ ave = ระดับคะแนนเฉลี่ย

pH = ความเป็นกรด-เบส

Tur = ความขุ่น (เอ็นทียู)

SS = ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)

DO = ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

4.4) กรณีสมการดัชนีคุณภาพน้ำ 3 พารามิเตอร์

จากพารามิเตอร์ที่ควรพิจารณาในการสร้างสมการจำนวน 4 พารามิเตอร์ ตัดพารามิเตอร์น้อยที่สุดเหลือ 3 พารามิเตอร์ และแทนค่าลงในสมการที่ 10 ซึ่งค่าดัชนีน้ำหนักย่อยของแต่ละพารามิเตอร์ได้จากขั้นตอนที่ 2 (ตารางที่ ก1 และตารางที่ ก5) และจากขั้นตอนที่ 3 ได้สมการดัชนีคุณภาพน้ำ (สมการที่ ก14) ดังนี้

ตารางที่ ก5
ค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญ น้ำหนักระดับความสำคัญ
และดัชนีน้ำหนักย่อย

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญ (significant level)	น้ำหนักความสำคัญของพารามิเตอร์ (temporary weights)	ดัชนีน้ำหนักย่อย (sub-index)
DO	2.47	0.859	0.309
SS	2.12	1.000	0.360
Tur	2.31	0.920	0.331
รวม		5.161	1.000

$$WQI(N_3) = 0.309(ave.DO)+0.360(ave.SS)+0.331(ave.Tur) \quad \textbf{(ก14)}$$

เมื่อ ave = ระดับคะแนนเฉลี่ย

Tur = ความขุ่น (เอ็นทียู)

SS = ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)

DO = ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ผลแบบ Pair Sample T-test ของดัชนีคุณภาพน้ำ ในปี พ.ศ. 2551-2552 ในพื้นที่ต้นน้ำที่มีการการฟื้นฟู อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ มีรายละเอียดดังนี้

1) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละตำบล

1.1) ตำบลวังกวาง ในปี พ.ศ. 2551-2552

Paired T-Test for ตำบลวังกวาง

	N	Mean	StDev	SE Mean
วังกวาง 2551	7	60.8157	7.9149	2.9915
วังกวาง 2552	7	61.0157	6.4380	2.4333
Difference	7	-0.200000	5.093244	1.925065

95% for mean difference: (-4.910465, 4.510465)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0.10 P-Value = 0.921

1.2) ตำบลหลักด่าน ในปี พ.ศ. 2551-2552

Paired T-Test for ตำบลหลักด่าน

	N	Mean	StDev	SE Mean
หลักด่าน 2551	9	65.4344	12.7914	4.2638
หลักด่าน 2552	9	66.0422	12.5010	4.1670
Difference	9	-0.607778	6.050760	2.016920

95% for mean difference: (-5.258804, 4.043248)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0.30 P-Value = 0.771

1.3) ตำบลน้ำหนาว ในปี พ.ศ. 2551-2552

Paired T-Test for ตำบลน้ำหนาว

	N	Mean	StDev	SE Mean
น้ำหนาว 2551	6	53.0200	3.2903	1.3433
น้ำหนาว 2552	6	56.8100	2.1259	0.8679
Difference	6	-3.79000	3.34195	1.36434

95% for mean difference: (-7.29716, -0.28284)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -2.78 P-Value = 0.039

1.4) ตำบลโคกมน ในปี พ.ศ. 2551-2552

Paired T-Test for ตำบลโคกมน

	N	Mean	StDev	SE Mean
โคกมน 2551	8	53.1975	5.9691	2.1104
โคกมน 2552	8	60.5600	8.3449	2.9504
Difference	8	-7.36250	11.30186	3.99581

95% for mean difference: (-16.81109, 2.08609)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -1.84 P-Value = 0.108

2) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอำเภอ

Paired T-Test for อำเภอน้ำหนาว

	N	Mean	StDev	SE Mean
อำเภอน้ำหนาว 2551	30	59.9070	10.3385	1.8875
อำเภอน้ำหนาว 2552	30	61.5610	8.9736	1.6383
Difference	30	-1.65400	9.40925	1.71789

95% for mean difference: (-5.16747, 1.85947)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0.96 P-Value = 0.344

3) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละระดับในพื้นที่ที่มีปริมาณการสูญเสียดิน

3.1) พื้นที่ที่มีปริมาณการสูญเสียดินน้อย ในปี พ.ศ. 2551-2552

Paired T-Test for พื้นที่ที่มีปริมาณการสูญเสียดินน้อย

	N	Mean	StDev	SE Mean
น้อย 2551	13	60.4315	14.1126	3.9141
น้อย 2552	13	67.0308	10.6265	2.9473
Difference	13	-6.59923	8.78274	2.43589

95% for mean difference: (-11.90659, -1.29187)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -2.71 P-Value = 0.019

3.2) พื้นที่ที่มีปริมาณการสูญเสียดินปานกลาง ในปี พ.ศ. 2551-2552

Paired T-Test for พื้นที่ที่มีปริมาณการสูญเสียดินปานกลาง

	N	Mean	StDev	SE Mean
ปานกลาง 2551	8	58.4988	6.2221	2.1998
ปานกลาง 2552	8	56.2350	3.9785	1.4066
Difference	8	2.26375	5.28472	1.86843

95% for mean difference: (-2.15439, 6.68189)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 1.21 P-Value = 0.265

3.3) พื้นที่ที่มีปริมาณการสูญเสียดินรุนแรง ในปี พ.ศ. 2551-2552

Paired T-Test for พื้นที่ที่มีปริมาณการสูญเสียดินรุนแรง

	N	Mean	StDev	SE Mean
รุนแรง 2551	5	57.5740	3.4579	1.5464
รุนแรง 2552	5	59.1660	6.0812	2.7196
Difference	5	-1.59200	5.19844	2.32481

95% for mean difference: (-8.04671, 4.86271)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0.68 P-Value = 0.531

3.4) พื้นที่ที่มีปริมาณการสูญเสียดินรุนแรงมาก ในปี พ.ศ. 2551-2552

Paired T-Test for พื้นที่ที่มีปริมาณการสูญเสียดินรุนแรงมาก

	N	Mean	StDev	SE Mean
รุนแรงมาก 2551	4	54.2125	3.0916	1.5458
รุนแรงมาก 2552	4	57.4300	1.6950	0.8475
Difference	4	-3.21750	3.23983	1.61991

95% for mean difference: (-8.37279, 1.93779)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -1.99 P-Value = 0.141

3.5) พื้นที่แต่ละระดับที่มีปริมาณการสูญเสียดิน ในปี พ.ศ. 2551-2552

Paired T-Test for พื้นที่แต่ละระดับที่มีปริมาณการสูญเสียดิน

	N	Mean	StDev	SE Mean
2551	4	71.2050	11.5937	5.7968
2552	4	77.1875	14.6693	7.3346
Difference	4	-5.98250	3.19030	1.59515

95% for mean difference: (-11.05898, -0.90602)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -3.75 P-Value = 0.033