บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์หาลักษณะสมบัติด้านกายภาพและด้านเคมีของน้ำเสียชุมชนและกากตะกอนของโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยา และโรงบำบัดน้ำเสียห้วยขวาง เพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัด กับปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอท ในกากตะกอน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษารายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยาและห้วยขวาง

2. ศึกษาลักษณะสมบัติต่าง ๆ ของน้ำเสียชุมชนและกากตะกอนทั้งด้านกายภาพและด้านเคมี ของโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยาและโรงบำบัดน้ำเสียห้วยขวาง

3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัด กับปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในกากตะกอนโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 9.0

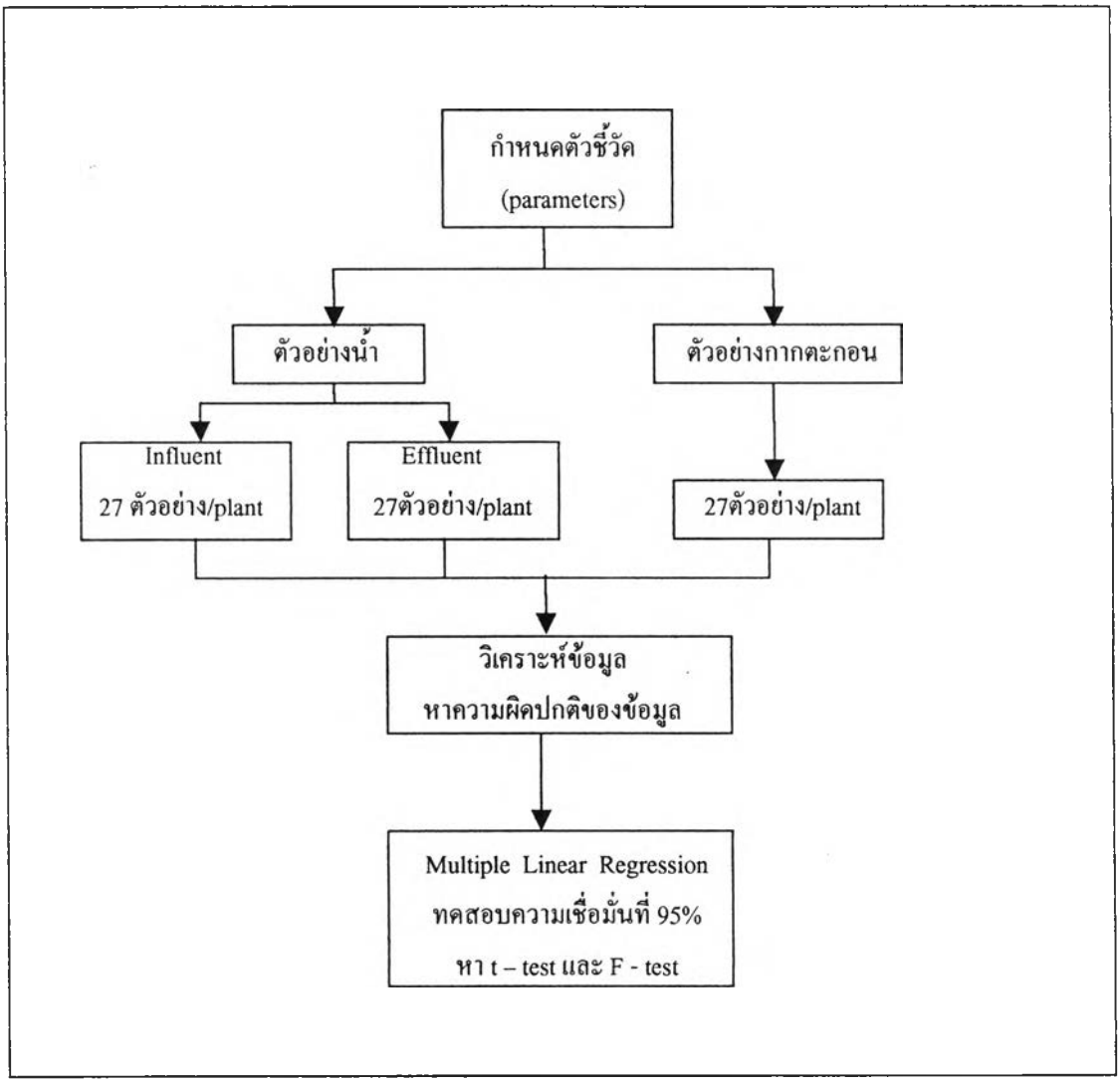
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียและกากตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสียสี่พระยา และโรงบำบัดน้ำเสียห้วยขวาง

3.3 วิธีการวิจัย

ทำการสุ่มตัวอย่างน้ำเสียและกากตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสีย 2 แห่งโดยแต่ละแห่งจะเก็บตัวอย่างน้ำเสียทั้งหมด 54 ตัวอย่าง แบ่งเป็น ตัวอย่างน้ำเสียก่อนทำการบำบัด 27 ตัวอย่าง และตัวอย่างน้ำเสียหลังทำการบำบัด 27 ตัวอย่าง ส่วนกากตะกอนจะทำการเก็บตัวอย่างแห่งละ 27 ตัวอย่างเพื่อนำมาศึกษาลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำเสียและกากตะกอน

แล้วนำผลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสมบัติต่าง ๆ ดังแผนผังการดำเนินงานในรูปที่ 3.1 และจำนวนตัวอย่างน้ำเสียและกากตะกอน แสดงในตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.1 จำนวนตัวอย่างและลักษณะสมบัติที่ทำการวิเคราะห์ในตัวอย่างน้ำเสีย

ลักษณะสมบัติ	จำนวนตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ต่อแห่ง		จำนวน	จำนวนตัวอย่าง
	น้ำเสียก่อนบำบัด	น้ำเสียหลังบำบัด	โรงบำบัดน้ำเสีย	ทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรด - ด่าง	27	27	2	108
2. BOD	27	27	2	108
3. COD	27	-	2	54
4. ของแข็งแขวนลอย	27	-	2	54
5. ของแข็งละลายน้ำ	27	-	2	54
6. แคดเมียม	27	27	2	108
7. ตะกั่ว	27	27	2	108
8. ปรอท	27	27	2	108

ตารางที่ 3.2 จำนวนตัวอย่างและลักษณะสมบัติที่ทำการวิเคราะห์ในตัวอย่างกากตะกอน

ลักษณะสมบัติ	จำนวนตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์	จำนวน	จำนวนตัวอย่าง
		โรงบำบัดน้ำเสีย	ทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรด – ด่าง	27	2	54
2. ปริมาณความชื้น	27	2	54
3. ปริมาณของแข็งที่ไหม้ไฟ	27	2	54
4. ปริมาณเถ้า	27	2	54
5. ค่าความร้อน	27	2	54
6. ไนโตรเจน	27	2	54
7. ฟอสฟอรัส	27	2	54
8. โพแทสเซียม	27	2	54
9. แคดเมียม	27	2	54
10.ตะกั่ว	27	2	54
11.ปรอท	27	2	54
12.ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์	27	2	54
13.ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	27	2	54

3.3.1 วิธีการเก็บตัวอย่าง

3.3.1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

ในการเก็บตัวอย่างน้ำ จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 2 จุด คือ จุดที่หนึ่งทำการเก็บตัวอย่างน้ำก่อนบริเวณบ่อพักน้ำเสีย และให้เป็นตัวแทนของน้ำที่ยังไม่ผ่านการบำบัด จุดที่สองทำการเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณบ่อพักน้ำทิ้ง และให้เป็นตัวแทนของน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว โดยทั้งสองจุดทำการเก็บแบบจ้วง ตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บได้นั้นจะต้องทำการรักษาสภาพของน้ำเสียให้มีลักษณะเหมือนเดิมก่อนนำไปทำการวิเคราะห์ โดยวิธีรักษาสภาพของน้ำเสียแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 วิธีรักษาคุณสมบัติของน้ำเสียก่อนนำไปวิเคราะห์

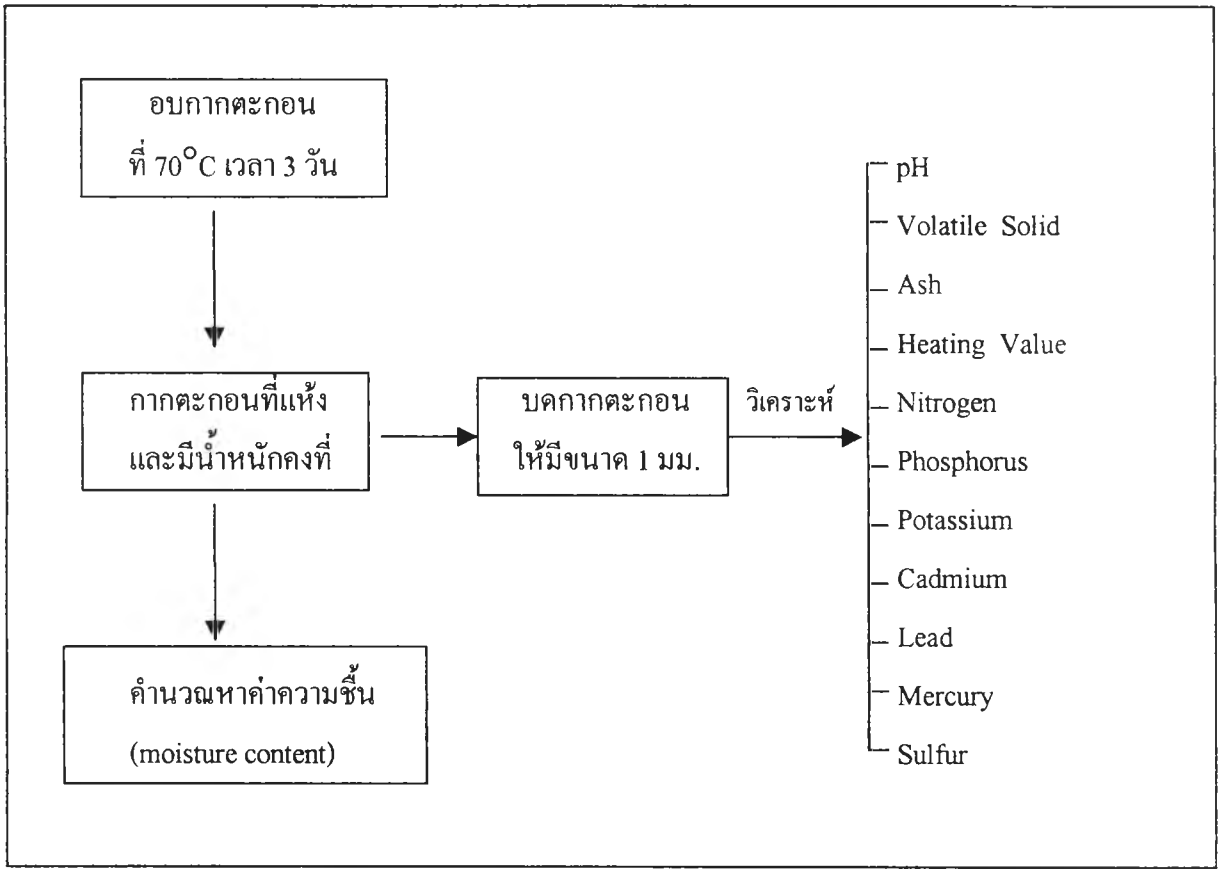
ลักษณะสมบัติ	วิธีรักษาคุณสมบัติของน้ำเสีย
1. BOD	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C
2. COD	เติม Conc. H_2SO_4 ให้มี pH < 2 , แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C
3. ของแข็งแขวนลอย	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C
4. ของแข็งละลายน้ำ	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C
5. แคดเมียม	เติม Conc. HNO_3 ให้มี pH < 2 , แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C
6. ตะกั่ว	เติม Conc. HNO_3 ให้มี pH < 2 , แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C
7. ปรอท	เติม Conc. HNO_3 ให้มี pH < 2 , แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C

3.3.1.2 การเก็บตัวอย่างกากตะกอน

ในการเก็บตัวอย่างกากตะกอน จะทำการเก็บตัวอย่างกากตะกอนที่รีดน้ำออกแล้ว แล้วนำกากตะกอนไปทำการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติต่อไป ดังรายละเอียดในรูปที่ 3.2

3.3.1.3 การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติต่าง ๆ

หลังจากการเก็บตัวอย่างน้ำและกากตะกอนแล้ว จะนำไปวิเคราะห์ลักษณะสมบัติต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีวิเคราะห์ต่าง ๆ ดังตารางที่ 3.4 และตารางที่ 3.5



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์กากตะกอน

ตารางที่ 3.4 วิธีวิเคราะห์ลักษณะสมบัติต่าง ๆ ของน้ำเสีย

ลักษณะสมบัติ	วิธีวิเคราะห์
1. pH	pH meter
2. BOD	Azide Modification of the Iodometric method
3. COD	Closed Reflux , Titrimetic method
4. ของแข็งแขวนลอย	Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C
5. ของแข็งละลายน้ำ	Total Dissolved Solids Dried at 180°C
6. แคดเมียมและตะกั่ว	Atomic Absorption Spectrometric method
7. ปรอท	Cold – Vapor Atomic Absorption method

ตารางที่ 3.5 วิธีวิเคราะห์ลักษณะสมบัติต่าง ๆ ของกากตะกอน

ลักษณะสมบัติ	วิธีวิเคราะห์
1. pH (อัตราส่วนตัวอย่าง : น้ำ = 1:2.5)	pH meter
2. ปริมาณความชื้น	Gravimetric method
3. ปริมาณของแข็งที่ไหม้ไฟ	Gravimetric method
4. ปริมาณเถ้า	Gravimetric method
5. ค่าความร้อน	Bomb Calorimeter
6. ซัลเฟอร์	Bomb Calorimeter
7. ไนโตรเจน	Kjeldahl method
8. ฟอสฟอรัส	Extraction , Spectrophotometer method
9. โพแทสเซียม	Extraction , Atomic Absorption Spectrometric method
10. แคดเมียมและตะกั่ว	Extraction , Atomic Absorption Spectrometric method
11. ปรอท	Extraction , Cold – Vapor Atomic Absorption method
12. ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์	จากการคำนวณ
13. ปริมาณอินทรีย์วัตถุทั้งหมด	จากการคำนวณ

3.3.2 การวิเคราะห์ผลการวิจัย

3.3.2.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในกากตะกอน กับประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และลักษณะสมบัติต่าง ๆ ของน้ำเสียก่อนการบำบัด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เลือกตัวสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ Regression และทดสอบนัยสำคัญของตัวแปรแต่ละตัวและสมการด้วยสถิติ t – test และ F – test ตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเสนอสมการความสัมพันธ์ของการคาดการณ์ปริมาณโลหะหนักในกากตะกอนที่เหมาะสมที่สุด รูปแบบของสมการจะเป็นดังสมการที่ (1)

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + eX_4 + fX_5 + gX_6 + hX_7 + iX_8 \ldots\ldots\ldots(1)$$

เมื่อ Y = ปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว ปรอท ในกากตะกอน

X_1 = ค่า pH ของน้ำเสียก่อนบำบัด

X_2 = ค่าความสกปรกในรูปของBOD ของน้ำเสียก่อนบำบัด

X_3 = ค่าความสกปรกในรูปของCOD ของน้ำเสียก่อนบำบัด

X_4 = ประสิทธิภาพการกำจัด BOD

X_5 = ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียก่อนบำบัด

X_6 = ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำเสียก่อนบำบัด

X_7 = ปริมาณแคดเมียมหรือตะกั่วหรือปรอทในน้ำเสียก่อนบำบัด

X_8 = ปริมาณแคดเมียมหรือตะกั่วหรือปรอทในน้ำเสียหลังบำบัด

$a, b, c, \ldots, i$ = ค่าคงที่ใด ๆ

จากรูปแบบของสมการ (1) จะสามารถประยุกต์ได้เป็น 3 สมการ สำหรับหาปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในกากตะกอนโดย

1) สมการทำนายปริมาณแคดเมียมในกากตะกอน

โดยกำหนดให้

Y คือ ปริมาณแคดเมียมในกากตะกอน

X_7 และ X_8 คือ ปริมาณแคดเมียมในน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัด ตามลำดับ

2) สมการทำนายปริมาณตะกั่วในกากตะกอน

โดยกำหนดให้

Y คือ ปริมาณตะกั่วในกากตะกอน

X_7 และ X_8 คือ ปริมาณตะกั่วในน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัด ตามลำดับ

3) สมการทำนายปริมาณปรอทในกากตะกอน

โดยกำหนดให้

Y คือ ปริมาณปรอทในกากตะกอน

X_7 และ X_8 คือ ปริมาณปรอทในน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัด ตามลำดับ

สำหรับตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ $X_1 - X_6$ จะแทนค่าด้วยตัวแปรเช่นเดียวกับที่กำหนดไว้ในสมการ (1)

3.3.2.2 เสนอแนะวิธีการกำจัดกากตะกอนตามเกณฑ์ที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากลักษณะสมบัติของกากตะกอน