ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กฟ
อว 10

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

เรื่องที่ 2

การประมาณค่าของแข็งแขวนลอยและของแข็งที่ละลายได้ในน้ำก่อนการวิเคราะห์

โดย

นางสาวณตะวัน ทิพย์วิเศษ
นักวิทยาศาสตร์ 5

กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

เรื่องที่ 2

การประมาณค่าของแข็งแขวนลอยและของแข็งที่ละลายได้ในน้ำก่อนการวิเคราะห์

เลขหมู่ กฟ
อร 10
เลขทะเบียน 9905
วันที่ 11 พค. 44

โดย

ด้วยอภินันทนาการ
จาก
กฟ.

นางสาวณตะวัน ทิพย์วิเศษ
นักวิทยาศาสตร์ 5

กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นกับปริมาณสารแขวนลอยและค่าความนำไฟฟ้ากับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำเพื่อประมาณปริมาตรและปริมาณตะกอนของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดในมาตรฐานการวิเคราะห์ ทำการศึกษาในน้ำเสียจากโรงงานผลิตเหล็ก โดยนำข้อมูลของแต่ละค่ามาแทนในสูตรหาความสัมพันธ์ จะได้ค่า r คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเพื่อทดสอบนัยสำคัญ

จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นกับปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียก่อนบำบัดได้ค่า r = 0.930 หลังบำบัดได้ค่า r = 0.913 และในบ่อเก็บกักได้ค่า r = 0.668 ค่าที่ได้มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำไปพล็อตกราฟจะได้เป็นสมการเส้นตรง Y = mX + c หาค่าความชัน (m) นำไปใช้ หาปริมาณของแข็งแขวนลอย (Y) ผลการวิเคราะห์วัดค่าความขุ่น (X) ของโรงงานผลิตเหล็ก ก่อนบำบัด Y = 0.7361 X หลังบำบัด Y=2.0653 X บ่อเก็บกัก Y=1.9610 X

การทดลองการวัดค่าการนำไฟฟ้ากับของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ โดยนำข้อมูลแต่ละค่ามาหาความสัมพันธ์เช่นเดียวกัน ได้ผลการวิเคราะห์ คือ น้ำเสียก่อนบำบัดได้ค่า r = 0.987 หลังบำบัดได้ค่า r = 0.951 บ่อเก็บกักได้ค่า r =0.990 พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ ได้สมการเส้นตรงนำไปใช้หาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (Y) ผลการวัดค่าการนำไฟฟ้า (X) โรงงานผลิตเหล็กในน้ำเสียก่อนบำบัด Y = 0.6134 X หลังบำบัด Y=0.6902 X บ่อเก็บกัก Y=0.6106 X

ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาคือสามารถทำการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งแขวนลอยและปริมาณของแข็งละลายได้อย่างรวดเร็วทันตามมาตรฐานกำหนด จึงช่วยแก้ปัญหาการวิเคราะห์ซ้ำและการเสื่อมสภาพของตัวอย่าง เป็นผลให้เกิดความมั่นใจในการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องและแม่นยำยิ่งขึ้น

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		ก
บทที่ 1 บทนำ		1
1.1	ปัญหาและที่มาของการศึกษา	1
1.2	วัตถุประสงค์	2
1.3	ขอบเขตการศึกษา	2
1.4	ระยะเวลาของการศึกษา	2
1.5	ประโยชน์ที่จะได้รับ	2
บทที่ 2 วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือและวิธีดำเนินการ		3
2.1	อุปกรณ์และเครื่องมือ	3
2.2	สารเคมี	3
2.3	วิธีดำเนินการ	4
บทที่ 3 ผลการทดลอง		
	ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์หา ของแข็งแขวน โดยใช้ปริมาตรที่อยู่ในช่วงการคำนวณจากความสัมพันธ์ที่ได้และได้น้ำหนักอยู่ในช่วงที่กำหนด	8
	ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์หาของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ โดยใช้ปริมาตรที่อยู่ในช่วงการคำนวณจากความสัมพันธ์ที่ได้และได้น้ำหนักอยู่ในช่วงที่กำหนด	11
	ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น(เอ็นทียู)กับของแข็งแขวนลอย(มิลลิกรัมต่อลิตร)น้ำเสียก่อนการบำบัด	14
	ตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น(เอ็นทียู)กับของแข็งแขวนลอย(มิลลิกรัมต่อลิตร) น้ำเสียหลังการบำบัด	15
	ตารางที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น(เอ็นทียู)กับของแข็งแขวนลอย(มิลลิกรัมต่อลิตร) ของบ่อเก็บกัก	16
	ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า(ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร)กับของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร)น้ำเสียก่อนการบำบัด	17
	ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า(ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร)กับของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร) น้ำเสียหลังการบำบัด	18

หน้า

ตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า(ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร)กับของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร) ของบ่อเก็บกัก 19

บทที่ 4 วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง 20

กิตติกรรมประกาศ 21

บรรณานุกรม 22

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. คำจำกัดความ ก-1

ภาคผนวก ข. วิธีวัดความขุ่นและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ข-1

ภาคผนวก ค. วิธีวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ค-1

ภาคผนวก ง. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ง-1

ภาคผนวก จ.

กราฟรูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น(เอ็นทียู)กับของแข็งแขวนลอย(มิลลิกรัมต่อลิตร)น้ำเสียก่อนการบำบัด จ-1

กราฟรูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น(เอ็นทียู)กับของแข็งแขวนลอย(มิลลิกรัมต่อลิตร) น้ำเสียหลังการบำบัด จ-2

กราฟรูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น(เอ็นทียู)กับของแข็งแขวนลอย(มิลลิกรัมต่อลิตร) ของบ่อเก็บกัก จ-3

กราฟรูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า(ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร)กับของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร)น้ำเสียก่อนการบำบัด จ-4

กราฟรูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า(ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร)กับของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร) น้ำเสียหลังการบำบัด จ-5

กราฟรูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า(ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร)กับของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร) ของบ่อเก็บกัก จ-6

บทที่ 1

บทนำ

การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids, SS) และของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (Total dissolved solids, TDS) ที่ถูกต้องมีความจำเป็นอย่างมากต่อผู้วิเคราะห์ เพราะจะส่งผลต่อผลการวิเคราะห์ ผู้วิเคราะห์จะต้องมีวิธีการวิเคราะห์ มีเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์และความสามารถในการวิเคราะห์ เพื่อให้ผลการวิเคราะห์เป็นที่เชื่อถือได้ในด้านความถูกต้อง แม่นยำ ในการดำเนินงานและเพื่อความมั่นใจทั้งผู้วิเคราะห์และผู้ใช้บริการ การหาวิธีการที่ง่ายสะดวกรวดเร็วเพื่อทราบความเข้มข้นของตัวอย่างที่ต้องการวัดโดยประมาณจะทำให้สามารถประมาณปริมาตรที่จะใช้วิเคราะห์ได้ถูกต้องเพื่อเป็นการสะดวกรวดเร็วในการที่ไม่ต้องวิเคราะห์ตัวอย่างนั้นใหม่ ซึ่งจะทำให้ผลการทดลองเกิดความล่าช้า ตัวอย่างน้ำเสียมีช่วงเวลาสำหรับการวิเคราะห์ ถ้าวิเคราะห์ตัวอย่างช้ากว่าที่กำหนดสภาพตัวอย่างเปลี่ยนไปจากเดิม จะทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาด จึงได้ทดลองหาความสัมพันธ์เพื่อให้ได้ปริมาตรที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ เพื่อให้การวิเคราะห์ถูกต้อง การดำเนินขั้นตอนในการวิเคราะห์ที่มีการควบคุม ทั้งเครื่องมือผู้วิเคราะห์ และวิธีการวิเคราะห์ซึ่งดูจากความแม่นยำ ความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ จะเป็นแนวทางหนึ่งในการทำระบบคุณภาพ เพื่อเข้าสู่ระบบการประกันคุณภาพการวิเคราะห์ทำให้เป็นที่เชื่อถือกับห้องปฏิบัติการทั่วไป และกับผู้ที่รับบริการกับห้องปฏิบัติการนั้น

1.1. ปัญหาและที่มาของการศึกษา

การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยและของแข็งที่ละลายได้ในน้ำตามวิธีมาตรฐานซึ่งใช้ Standard Method for the Examination of Water and Wastewater AWWA, APHA มีช่วงการวิเคราะห์ตั้งแต่ 0 - >20,000 มิลลิกรัมต่อลิตร วิธีวิเคราะห์ได้กำหนดน้ำหนักของตะกอนที่ได้จากการวิเคราะห์จะต้องมีน้ำหนักระหว่าง 10-200 มิลลิกรัม ซึ่งปัจจุบันตัวอย่างที่ส่งมาวิเคราะห์จะไม่ทราบว่าปริมาตรที่ใช้ของแต่ละตัวอย่างจะมีตะกอนอยู่ในช่วงดังกล่าวหรือไม่ ปัญหาก็คือถ้าทำตามวิธีมาตรฐาน จะต้องสุ่มปริมาตรที่จะใช้ และต้องจดไว้สำหรับแต่ละตัวอย่างและแต่ละประเภทโรงงาน ถ้าสุ่มแล้วได้น้ำหนักตะกอนอยู่ในช่วงผลการวิเคราะห์ก็ยอมรับได้ แต่ถ้าไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด จะต้องทำการทดสอบใหม่ ซึ่งจะเสียเวลาและก็ยังไม่แน่ว่าทำครั้งต่อไป แล้วจะได้ค่าอยู่ในช่วงที่ต้องการหรือไม่ ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างมีระยะเวลาสำหรับการวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ไม่เกิน 7 วัน กว่าจะได้ผลมาจะทำทันหรือไม่ นอกจากจะเสียเวลา และการวิเคราะห์เกินกำหนดระยะเวลาผลการวิเคราะห์ที่ได้อาจจะไม่ถูกต้องแล้ว ตัวอย่างที่มีความเข้มข้นต่ำๆจะต้องใช้ปริมาตรตัวอย่างมาก ตัวอย่างน้ำอาจจะไม่พอวิเคราะห์จึงได้ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นกับของแข็งแขวนลอย และความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ขึ้นมา เพื่อให้ทราบความเข้มข้นโดยประมาณของตัวอย่างและจะได้

คำนวณกลับเพื่อจะได้ทราบว่าควรจะใช้ปริมาตรตัวอย่างในการวิเคราะห์เท่าไหร่ แต่เนื่องจากตัวอย่างน้ำมีหลากหลายประเภทจึงได้ทดลองหาความสัมพันธ์ของตัวอย่างน้ำที่ทำเกี่ยวกับการผลิตเหล็กเนื่องจากส่งมาวิเคราะห์ต่อเนื่อง เพื่อมาเป็นแนวทางในการหาปริมาตรที่จะใช้กับตัวอย่างจากโรงงานประเภทอื่นๆต่อไป ซึ่งจะต้องใช้เวลา แต่เมื่อได้สมการของโรงงานแต่ละประเภทออกมาแล้ว การวิเคราะห์จะได้ผลถูกต้องมากขึ้น รวดเร็วขึ้นและสามารถวิเคราะห์ได้ตามวิธี วิธีมาตรฐาน ซึ่งสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0 - > 20,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็จะสามารถทำการวิเคราะห์ได้กับตัวอย่างทุกความเข้มข้น ซึ่งกลุ่มงานสิ่งแวดล้อมจะได้ทำการศึกษาทดลองกับตัวอย่างน้ำของโรงงานอื่นๆต่อไป

1.2.วัตถุประสงค์

เพื่อประมาณค่าของแข็งแขวนลอยและของแข็งละลายในน้ำ ก่อนการวิเคราะห์ โดยประมาณ

1.3.ขอบเขตการศึกษา

13.1 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นกับปริมาณของแข็งแขวนลอย

1.3.2 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ

1.3.2 เพื่อหาสมการที่จะนำมาใช้หาปริมาณของแข็งแขวนลอย ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ

1.4. ระยะเวลาของการทดลอง

มกราคม 2540 – สิงหาคม 2542

1.5. ประโยชน์ที่ได้รับ

สามารถประมาณปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้ถูกต้องขึ้น ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งแขวนลอย ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ มีความถูกต้อง แม่นยำ ไม่เสียเวลาและทรัพยากรในการวิเคราะห์ซ้ำ

บทที่ 2

วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและวิธีดำเนินการ

2.1 อุปกรณ์ และเครื่องมือ

2.1.1 กระดาษกรองใยแก้ว (glass-fiber filter, GF/C)

2.1.2 เครื่องมือสำหรับกรอง ทำด้วยสแตนเลส (filtration apparatus : stainless steel funnel)

2.1.3 ขวดกรองดูด (suction flask)

2.1.4 ตู้สำหรับดูดความชื้น

2.1.5 ขวดชั่งน้ำหนัก (weighing bottle)

2.1.6 อลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium foil)

2.1.7 ปิเปตปากกว้าง (wide-bore pipette)

2.1.8 เครื่องกวนตัวอย่างแบบแม่เหล็ก และแท่งแม่เหล็ก (magnetic stirrer with TFE stirring bar)

2.1.9 บีกเกอร์พลาสติก บีกเกอร์แก้ว (beaker plastic ,beaker)

2.1.10 ขวดน้ำกลั่น (distilled-water bottle)

2.1.11 น้ำกลั่น (distilled-water)

2.1.12 ถ้วยระเหย (evaporator dish)

2.1.13 เครื่องอังน้ำ (water bath)

2.1.14 กระบอกตวง (cylinder)

2.1.15 เครื่องชั่งละเอียด 0.01 มิลลิกรัม

2.1.16 ตู้เย็นปรับอุณหภูมิได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 องศาเซลเซียส

2.1.17 ตู้อบอุณหภูมิ 103 $\pm$ 2 องศาเซลเซียสสำหรับของแข็งแขวนลอย อุณหภูมิ 180 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส สำหรับของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ

2.1.18 เครื่องวัดความขุ่น (TURNER TD-40 NEPHELOMETER)

2.1.19 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (SCT meter)

2.2 สารเคมี

2.2.1 ไฮโฟซูเปอร์เซล (Hyflo super cel)

2.2.2 โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride)

2.2.3 สารละลายความขุ่นมาตราฐานฟอร์มาซินโพลีเมอร์

2.3 วิธีดำเนินการ

2.3.1 วิธีการศึกษาหาค่าความขุ่น

2.3.1.1 การเตรียมสารละลายความขุ่น 40 เอ็นทียู

ปิเปตสารละลายความขุ่นมาตรฐาน 400 เอ็นทียู จำนวน 10 มิลลิลิตรลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร ความขุ่นของสารละลายนี้ เท่ากับ 40 เอ็นทียู

2.3.1.2 การเตรียมสารละลายความขุ่น 20 เอ็นทียู

ปิเปตสารละลายความขุ่นมาตรฐาน 40 เอ็นทียู จำนวน 50 มิลลิลิตรลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร ความขุ่นของสารละลายนี้ เท่ากับ 20 เอ็นทียู

2.3.1.3 นำค่าความขุ่นมาตรฐาน 40 เอ็นทียู มาปรับเครื่อง

2.3.1.4 วัดค่าความขุ่น สารละลายมาตรฐาน 20, 40 เอ็นทียู

2.3.1.5 นำตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานผลิตเหล็ก แบ่งเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 นำมาวัดค่าความขุ่น

ส่วนที่ 2 นำไปทดลองหาค่าของแข็งแขวนลอย

2.3.1.6 สำหรับตัวอย่างน้ำที่มีความขุ่นมากกว่า 40 เอ็นทียู ให้ทำการเจือจางก่อนด้วยน้ำกลั่น แล้วทำการคำนวณหาค่าความขุ่นที่แท้จริงจากสูตร (ภาคผนวก ข)

2.3.2 วิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้า

นำตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานผลิตเหล็ก แบ่งเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 นำมาวัดค่าการนำไฟฟ้า

ส่วนที่ 2 นำไปทดลองหาค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ

2.3.3 วิธีการวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอย

2.3.3.1 เตรียมกระดาษกรอง โดยการล้างด้วยน้ำกลั่นครั้งละ 20 มิลลิลิตร 3 ครั้งติดกัน กรองดูดจนกระดาษแห้ง วางบนอลูมิเนียมฟอยล์ นำไปอบที่อุณหภูมิ 103 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง นำเข้าตู้ดูดความชื้น 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักครั้งที่ 1 นำกระดาษกรองชุดเดิมทำการอบ ดูดความชื้น และชั่งครั้งที่ 2 น้ำหนักทั้ง 2 ครั้งต้องต่างกันไม่เกิน 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแรก จึงจะนำกระดาษกรองนั้นไปทำการทดลอง

2.3.3.2 นำตัวอย่างวางที่อุณหภูมิห้องก่อนที่จะวิเคราะห์ กวนตัวอย่างให้เข้ากัน

2.3.3.3 ปิเปตตัวอย่างตามปริมาตรที่เราจะใช้ โดยเลือกใช้ปริมาตรตัวอย่างให้มีตะกอนอยู่ระหว่าง 10 – 200 มิลลิกรัม

2.3.3.4 กรองตัวอย่างจนแห้ง แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นครั้งละ 10 มิลลิลิตร 3 ครั้งติดกัน กรองจนกระดาษกรองแห้ง

2.3.3.5 นำกระดาษกรองวางบนอลูมิเนียมฟอยล์แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิเดิม อบและชั่งเหมือนเดิม 2 ครั้งน้ำหนักต้องต่างกันไม่เกิน 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแรก ถ้าเกิน 4 เปอร์เซ็นต์ จะต้องนำไปอบ หรือเข้าตู้ดูดความชื้นใหม่ จนกว่าผลต่างไม่เกิน 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแรก ตัวอย่างหนึ่งทำ 2 ซ้ำ น้ำหนัก 2 ซ้ำนั้นต้องไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเฉลี่ยนั้น ถ้าเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ จะต้องนำไปอบ ชั่ง ถ้ายังเกินอาจจะต้องทำตัวอย่างนั้นใหม่

2.3.3.6 นำน้ำหนักนั้นไปคำนวณตามสูตร ข้อ 2.3.4.6

$$\text{SS (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (B – A) x 1000}}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (ลิตร)}}$$

A = น้ำหนักของกระดาษกรองรวมอลูมิเนียมฟอยล์ (กรัม)

B = น้ำหนักของกระดาษกรองรวมอลูมิเนียมฟอยล์รวมน้ำหนักของของแข็งแขวนลอย (กรัม)

2.3.4 วิธีการวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ

2.3.4.1 เตรียมถ้วยระเหย นำไปอบที่อุณหภูมิ 180 ± 2 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง นำเข้าตู้ดูดความชื้น 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักครั้งที่ 1 นำถ้วยระเหย ชุดเดิมทำการอบ ดูดความชื้น และชั่งครั้งที่ 2 น้ำหนักทั้ง 2 ครั้งต่างกันไม่เกิน 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแรก จึงจะนำถ้วยระเหย นั้นไปทำการทดลอง

2.3.4.2 นำตัวอย่างวางที่อุณหภูมิห้องก่อนที่จะวิเคราะห์ กวนตัวอย่างให้เข้ากัน

2.3.4.3 เทตัวอย่างตามปริมาตรที่เราจะใช้ ลงบนกระดาษกรอง

2.3.4.4 กรองตัวอย่างจนแห้ง

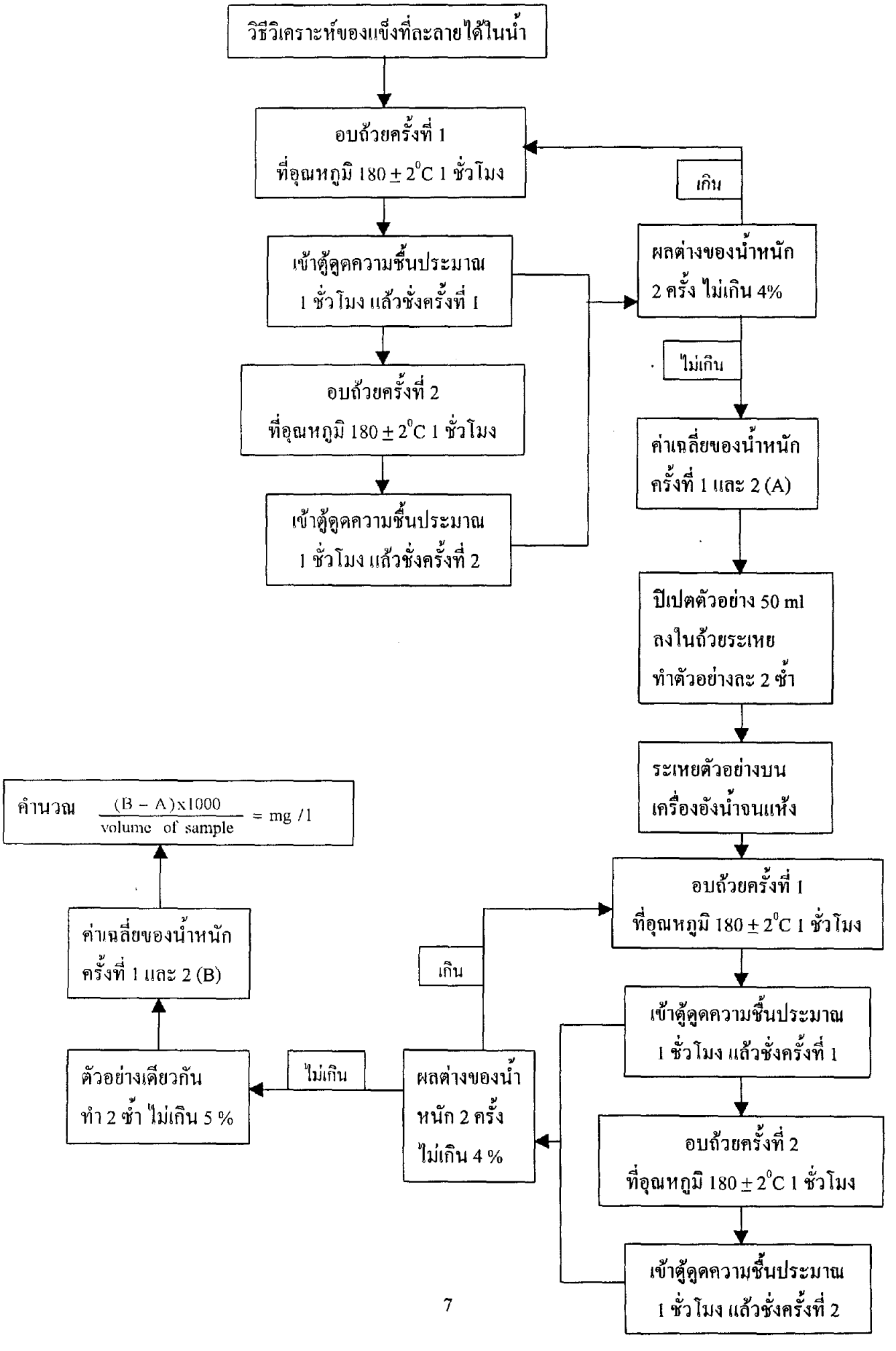
2.3.4.5 ปิเปตตัวอย่างที่กรองได้ โดยเลือกใช้ปริมาตรตัวอย่างให้มีตะกอนอยู่ระหว่าง 10 – 200 มิลลิกรัมใส่ในถ้วยระเหย แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิเดิม อบและชั่งเหมือนเดิม 2 ครั้งน้ำหนักต้องต่างกันไม่เกิน 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแรก ถ้าเกิน 4 เปอร์เซ็นต์ จะต้องนำไปอบ หรือเข้าตู้ดูดความชื้นใหม่ จนกว่าผลต่างไม่เกิน 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแรก ตัวอย่างหนึ่งทำ 2 ซ้ำ น้ำหนัก 2 ซ้ำนั้นต้องไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเฉลี่ยนั้น ถ้าเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ จะต้องนำไปอบ ชั่ง ถ้ายังเกินอาจจะต้องทำตัวอย่างนั้นใหม่

2.3.4.6 นำน้ำหนักนั้นไปคำนวณตามสูตร

$$\text{TDS (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (B – A) x 1000}}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (ลิตร)}}$$

A = น้ำหนักของถ้วยระเหย (กรัม)

B = น้ำหนักของ ถ้วยระเหยรวมกับน้ำหนักของของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (กรัม)


วิธีวิเคราะห์ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ
อบถ้วยครั้งที่ 1 ที่อุณหภูมิ 180 ± 2°C 1 ชั่วโมง
เข้าตู้ดูดความชื้นประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วชั่งครั้งที่ 1
อบถ้วยครั้งที่ 2 ที่อุณหภูมิ 180 ± 2°C 1 ชั่วโมง
เข้าตู้ดูดความชื้นประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วชั่งครั้งที่ 2
ผลต่างของน้ำหนัก 2 ครั้ง ไม่เกิน 4%
เกิน
ไม่เกิน
ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก ครั้งที่ 1 และ 2 (A)
ปิเปตตัวอย่าง 50 ml ลงในถ้วยระเหย ทำตัวอย่างละ 2 ซ้ำ
ระเหยตัวอย่างบน เครื่องอังน้ำจนแห้ง
อบถ้วยครั้งที่ 1 ที่อุณหภูมิ 180 ± 2°C 1 ชั่วโมง
เข้าตู้ดูดความชื้นประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วชั่งครั้งที่ 1
อบถ้วยครั้งที่ 2 ที่อุณหภูมิ 180 ± 2°C 1 ชั่วโมง
เข้าตู้ดูดความชื้นประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วชั่งครั้งที่ 2
ผลต่างของน้ำหนัก 2 ครั้ง ไม่เกิน 4 %
เกิน
ไม่เกิน
ตัวอย่างเดียวกัน ทำ 2 ซ้ำ ไม่เกิน 5 %
ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก ครั้งที่ 1 และ 2 (B)
คำนวณ (B − A)x1000 / volume of sample = mg /1

บทที่ 3

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์หา ของแข็งแขวนลอย โดยใช้ปริมาตรที่อยู่ในช่วงการคำนวณจากความสัมพันธ์ที่ได้และได้น้ำหนักอยู่ในช่วงที่กำหนด

ตัวอย่างที่	น้ำเสีย	น้ำหนักกระดาษกรองรวมฟอยล์ก่อนนำไปใช้วิเคราะห์ครั้งที่ 1 (กรัม)	น้ำหนักกระดาษกรองรวมฟอยล์ก่อนนำไปใช้วิเคราะห์ครั้งที่ 2 (กรัม)	ผลต่างของน้ำหนักเมื่อชั่งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (%)	น้ำหนักกระดาษกรองรวมฟอยล์และตัวอย่างชั่งครั้งที่ 1 (กรัม)	น้ำหนักกระดาษกรองรวมฟอยล์และตัวอย่างชั่งครั้งที่ 2 (กรัม)	ผลต่างของน้ำหนักซ้ำที่ 1 และซ้ำที่2 (%)	ผลต่างของน้ำหนักเมื่อชั่งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (%)	ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้(มิลลิลิตร)	ผลการคำนวณ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ผลการคำนวณเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	น้ำหนักของตะกอนที่เพิ่มขึ้นจากการทดลอง
1	Sample 1	0.27423	0.27435	-0.04376	0.28441	0.28431	0.03516	-1.99902	500	20.1	20	10.1
	ก่อนบำบัด	0.30335	0.30343	-0.02637	0.31372	0.31381	-0.02869		500	20.7		10.4
2	Sample 2	0.30313	0.30326	-0.04289	0.31392	0.31405	-0.04141	-3.58010	1200	9.0	9	10.8
	ก่อนบำบัด	0.29280	0.29274	0.02049	0.30429	0.30401	0.09202		1200	9.5		11.4
3	Sample 3	0.27868	0.27885	-0.06100	0.33400	0.33397	0.00898	0.38708	500	110.4	110	55.2
	ก่อนบำบัด	0.29332	0.29320	0.04091	0.34831	0.34801	0.08613		500	109.8		54.9
4	Sample 4	0.28367	0.28359	0.02820	0.29691	0.29572	0.40079	-2.15753	800	15.9	16	12.7
	ก่อนบำบัด	0.27270	0.27286	-0.05867	0.28591	0.28585	0.02099		800	16.4		13.1
5	Sample 5	0.27823	0.27825	-0.00719	0.31228	0.31222	0.01921	0.23550	700	48.6	49	34.0
	ก่อนบำบัด	0.30785	0.30777	0.02599	0.34168	0.34172	-0.01171		700	48.4		33.9
6	Sample 6	0.30020	0.30013	0.02331	0.34201	0.34184	0.04941	0.28056	500	83.5	83	41.8
	ก่อนบำบัด	0.26281	0.26272	0.03425	0.30447	0.30423	0.07883		500	83.2		41.6

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์หา ของแข็งแขวนลอย โดยใช้ปริมาตรที่อยู่ในช่วงการคำนวณจากความสัมพันธ์ที่ได้และได้น้ำหนักอยู่ในช่วงที่กำหนด (ต่อ)

ตัวอย่างที่	น้ำเสีย	น้ำหนักกระดาษกรองรวมฟอยล์ก่อนนำไปใช้วิเคราะห์ครั้งที่ 1 (กรัม)	น้ำหนักกระดาษกรองรวมฟอยล์ก่อนนำไปใช้วิเคราะห์ครั้งที่ 2 (กรัม)	ผลต่างของน้ำหนักเมื่อชั่งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (%)	น้ำหนักกระดาษกรองรวมฟอยล์และตัวอย่างชั่งครั้งที่ 1 (กรัม)	น้ำหนักกระดาษกรองรวมฟอยล์และตัวอย่างชั่งครั้งที่ 2 (กรัม)	ผลต่างของน้ำหนักซ้ำที่ 1 และซ้ำที่2 (%)	ผลต่างของน้ำหนักเมื่อชั่งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (%)	ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้(มิลลิลิตร)	ผลการคำนวณ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ผลการคำนวณเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	น้ำหนักของตะกอนที่เพิ่มขึ้นจากการทดลอง
7	Sample 7	0.28804	0.28797	0.02430	0.33674	0.33662	0.03564	0.18507	500	97.3	97	48.7
	ก่อนบำบัด	0.31358	0.31373	-0.04783	0.36226	0.36213	0.03589		500	97.1		48.5
8	Sample 8	0.26313	0.26332	-0.07221	0.32117	0.32103	0.04359	-0.79281	500	115.8	116	57.9
	ก่อนบำบัด	0.23955	0.23959	-0.01670	0.29802	0.29825	-0.07785		500	117.1		58.6
9*	Sample 9	0.27823	0.27835	-0.04313	0.28821	0.28834	-0.04511	-0.13344	1800	5.5	5.6	10.0
	หลังบำบัด	0.30235	0.30243	-0.02646	0.31240	0.31239	0.00320		1800	5.6		10.0
10	Sample10	0.30213	0.30226	-0.04303	0.31512	0.31519	-0.02221	2.59638	1400	9.2	9	12.9
	หลังบำบัด	0.29180	0.29174	0.02056	0.30419	0.30411	0.02630		1400	8.8		12.4
11*	Sample11	0.27668	0.27665	0.01084	0.28722	0.28704	0.06267	0.99232	1600	6.5	6	10.5
	หลังบำบัด	0.28232	0.28220	0.04250	0.29252	0.29262	-0.03419		1600	6.4		10.3
12	Sample12	0.28167	0.28159	0.02840	0.29781	0.29762	0.06380	0.35292	1000	16.1	16	16.1
	หลังบำบัด	0.27070	0.27086	-0.05911	0.28681	0.28675	0.02092		1000	16.0		16.0
13	Sample13	0.27723	0.27725	-0.00721	0.28911	0.28913	-0.00692	1.18544	800	14.9	15	11.9
	หลังบำบัด	0.30685	0.30677	0.02607	0.31848	0.31848	0.00000		800	14.6		11.7

*Sample ที่ 9 และ 11 น้ำตัวอย่างไม่พอ

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์หา ของแข็งแขวนลอย โดยใช้ปริมาตรที่อยู่ในช่วงการคำนวณจากความสัมพันธ์ที่ได้และได้น้ำหนักอยู่ในช่วงที่กำหนด (ต่อ)

ตัวอย่างที่	น้ำเสีย	น้ำหนักกระดาษกรองรวมฟอยล์ก่อนนำไปใช้วิเคราะห์ครั้งที่ 1 (กรัม)	น้ำหนักกระดาษกรองรวมฟอยล์ก่อนนำไปใช้วิเคราะห์ครั้งที่ 2 (กรัม)	ผลต่างของน้ำหนักเมื่อชั่งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (%)	น้ำหนักกระดาษกรองรวมฟอยล์และตัวอย่างชั่งครั้งที่ 1 (กรัม)	น้ำหนักกระดาษกรองรวมฟอยล์และตัวอย่างชั่งครั้งที่ 2 (กรัม)	ผลต่างของน้ำหนักซ้ำที่ 1 และซ้ำที่2 (%)	ผลต่างของน้ำหนักเมื่อชั่งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (%)	ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้(มิลลิลิตร)	ผลการคำนวณ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ผลการคำนวณเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	น้ำหนักของตะกอนที่เพิ่มขึ้นจากการทดลอง
14	Sample14	0.29020	0.29013	0.02412	0.30181	0.30172	0.02982	0.11501	800	14.5	14.5	11.6
	หลังบำบัด	0.25281	0.25272	0.03560	0.26430	0.26439	-0.03405		800	14.5		11.6
15	Sample15	0.27613	0.27615	-0.00724	0.28991	0.28991	0.00000	0.82645	800	17.2	17	13.8
	บ่อเก็บ	0.30125	0.30123	0.00664	0.31470	0.31498	-0.08897		800	17.0		13.6
16	Sample16	0.30113	0.30126	-0.04317	0.32411	0.32421	-0.03085	0.53850	400	57.4	57	23.0
	บ่อเก็บ	0.29080	0.29074	0.02063	0.31359	0.31351	0.02551		400	57.0		22.8
17	Sample17	0.27558	0.27555	0.01089	0.29212	0.29111	0.34575	-1.46377	500	32.1	32	16.1
	บ่อเก็บ	0.28122	0.28120	0.00711	0.29772	0.29751	0.07054		500	32.8		16.4
18	Sample18	0.28057	0.28059	-0.00713	0.29321	0.29296	0.08526	0.24019	200	62.5	62	12.5
	บ่อเก็บ	0.27068	0.27075	-0.02586	0.28303	0.28332	-0.10246		200	62.3		12.5
19	Sample19	0.27503	0.27505	-0.00727	0.29911	0.29900	0.03678	0.86429	1200	20.0	20	24.0
	บ่อเก็บ	0.30565	0.30567	-0.00654	0.32984	0.32889	0.28802		1200	19.8		23.7
20	Sample20	0.28720	0.28713	0.02437	0.32462	0.32487	-0.07701	-1.41794	1200	31.3	32	37.6
	บ่อเก็บ	0.25151	0.25152	-0.00398	0.28983	0.28997	-0.04830		1200	32.0		38.4

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์หา ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ โดยใช้ปริมาตรที่อยู่ในช่วงการคำนวณจากความสัมพันธ์ที่ได้และได้น้ำหนักอยู่ในช่วงที่กำหนด

ตัวอย่างที่	น้ำเสีย	น้ำหนักถ้วยระเหยก่อนนำไปใช้วิเคราะห์ครั้งที่ 1(กรัม)	น้ำหนักถ้วยระเหยก่อนนำไปใช้วิเคราะห์ครั้งที่ 2(กรัม)	ผลต่างของน้ำหนักเมื่อชั่งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (%)	น้ำหนักถ้วยระเหยและตัวอย่างชั่งครั้งที่ 1 (กรัม)	น้ำหนักถ้วยระเหยและตัวอย่างชั่งครั้งที่ 2 (กรัม)	ผลต่างของน้ำหนักซ้ำที่ 1 และซ้ำที่2 (%)	ผลต่างของน้ำหนักเมื่อชั่งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (%)	ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้(มิลลิลิตร)	ผลการคำนวณ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ผลการคำนวณเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	น้ำหนักของตะกอนที่เพิ่มขึ้นจากการทดลอง
1	Sample 1	101.00455	101.00494	-0.00039	101.01918	101.01985	-0.00066	-0.02257	20	738.5	739	147.7
	ก่อนบำบัด	102.42179	102.42222	-0.00042	102.43677	102.43679	-0.00002		20	738.8		147.8
2	Sample 2	112.12301	112.12341	-0.00036	112.13802	112.13797	0.00004	0.09022	20	739.2	739	147.9
	ก่อนบำบัด	105.53791	105.53872	-0.00077	105.55299	105.55317	-0.00017		20	738.2		147.7
3	Sample 3	110.28237	110.28349	-0.00102	110.29735	110.29718	0.00015	0.04652	10	1433.5	1433	143.4
	ก่อนบำบัด	101.46373	101.46418	-0.00044	101.47830	101.47826	0.00004		10	1432.5		143.3
4	Sample 4	116.52512	116.52558	-0.00039	116.54137	116.54112	0.00021	0.06293	10	1589.5	1589	159.0
	ก่อนบำบัด	91.84609	91.84739	-0.00142	91.86269	91.86255	0.00015		10	1588.0		158.8
5	Sample 5	109.19111	109.19156	-0.00041	109.20246	109.20227	0.00017	0.03023	5	2206.0	2206	110.3
	ก่อนบำบัด	101.40176	101.40291	-0.00113	101.41327	101.41345	-0.00018		5	2205.0		110.3
6	Sample 6	112.94710	112.94772	-0.00055	112.96604	112.96645	-0.00036	0.00000	4	4708.7	4709	188.4
	ก่อนบำบัด	98.60916	98.61004	-0.00089	98.62859	98.62828	0.00031		4	4708.7		188.4
7	Sample 7	97.76009	97.76148	-0.00142	97.77179	97.77165	0.00014	0.06098	2	5467.5	5465	109.4
	ก่อนบำบัด	100.92652	100.92671	-0.00019	100.93758	100.93750	0.00008		2	5462.5		109.3
8	Sample 8	74.99191	74.99251	-0.00080	75.01742	75.01731	0.00015	0.25209	50	503.1	502	25.2
	หลังบำบัด	110.37245	110.37388	-0.00130	110.39838	110.39807	0.00028		50	501.2		25.1

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์หา ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ โดยใช้ปริมาตรที่อยู่ในช่วงการคำนวณจากความสัมพันธ์ที่ได้และได้น้ำหนักอยู่ในช่วงที่กำหนด (ต่อ)

ตัวอย่างที่	น้ำเสีย	น้ำหนักถ้วยระเหยก่อนนำไปใช้วิเคราะห์ครั้งที่ 1(กรัม)	น้ำหนักถ้วยระเหยก่อนนำไปใช้วิเคราะห์ครั้งที่ 2(กรัม)	ผลต่างของน้ำหนักเมื่อชั่งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (%)	น้ำหนักถ้วยระเหยและตัวอย่างชั่งครั้งที่ 1 (กรัม)	น้ำหนักถ้วยระเหยและตัวอย่างชั่งครั้งที่ 2 (กรัม)	ผลต่างของน้ำหนักซ้ำที่ 1 และซ้ำที่2 (%)	ผลต่างของน้ำหนักเมื่อชั่งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (%)	ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้(มิลลิลิตร)	ผลการคำนวณ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ผลการคำนวณเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	น้ำหนักของตะกอนที่เพิ่มขึ้นจากการทดลอง
9	Sample 9	97.14816	97.14816	0.00000	97.20892	97.20871	-0.00013	-0.01649	50	1213.1	1213	60.7
	หลังบำบัด	100.07847	100.07882	-0.00035	100.13932	100.13932	0.00018		50	1213.4		60.7
10	Sample10	103.64069	103.64119	-0.00048	103.70604	103.70621	-0.00060	-0.84915	50	1303.7	1303	65.2
	หลังบำบัด	116.52501	116.52555	-0.00046	116.59052	116.59018	-0.00130		50	1301.4		65.1
11	Sample11	103.64062	103.64127	-0.00063	103.71721	103.71692	0.00028	-0.09629	50	1522.4	1523	76.1
	หลังบำบัด	108.59887	108.59963	-0.00070	108.67545	108.67551	-0.00006		50	1524.6		76.2
12	Sample12	104.95224	104.95305	-0.00077	105.14393	105.14382	0.00010	-0.03137	35	5463.7	5465	191.2
	หลังบำบัด	66.47986	66.48061	-0.00113	66.67141	66.67170	-0.00043		35	5466.3		191.3
13	Sample13	97.85716	97.85781	-0.00066	97.99143	97.99121	0.00022	0.05232	50	2676.7	2676	133.8
	หลังบำบัด	102.50798	102.50897	-0.00097	102.64212	102.64229	-0.00017		50	2674.6		133.7
14	Sample14	97.14811	97.14861	-0.00051	97.24990	97.25011	-0.00022	0.03608	50	2032.9	2032	101.7
	หลังบำบัด	99.62434	99.62481	-0.00047	99.72622	99.72611	0.00011		50	2031.8		101.6
15	Sample15	98.57001	98.57071	-0.00071	98.69177	98.69168	0.00009	-0.08511	50	2427.3	2429	121.4
	บ่อเก็บ	97.88186	97.88242	-0.00057	98.00311	98.00421	-0.00112		50	2430.4		121.5
16	Sample16	61.65114	61.65144	-0.00049	61.75998	61.75989	0.00015	0.03989	50	2172.9	2172	108.7
	บ่อเก็บ	98.57835	98.57883	-0.00049	98.68663	98.68771	-0.00109		50	2171.6		108.6

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์หา ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ โดยใช้ปริมาตรที่อยู่ในช่วงการคำนวณจากความสัมพันธ์ที่ได้และได้น้ำหนักอยู่ในช่วงที่กำหนด (ต่อ)

ตัวอย่างที่	น้ำเสีย	น้ำหนักถ้วยระเหยก่อนนำไปใช้วิเคราะห์ครั้งที่ 1(กรัม)	น้ำหนักถ้วยระเหยก่อนนำไปใช้วิเคราะห์ครั้งที่ 2(กรัม)	ผลต่างของน้ำหนักเมื่อชั่งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (%)	น้ำหนักถ้วยระเหยและตัวอย่างชั่งครั้งที่ 1 (กรัม)	น้ำหนักถ้วยระเหยและตัวอย่างชั่งครั้งที่ 2 (กรัม)	ผลต่างของน้ำหนักซ้ำที่ 1 และซ้ำที่2 (%)	ผลต่างของน้ำหนักเมื่อชั่งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (%)	ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้(มิลลิลิตร)	ผลการคำนวณ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ผลการคำนวณเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	น้ำหนักของตะกอนที่เพิ่มขึ้นจากการทดลอง
17	Sample17	102.08109	102.08176	-0.00066	102.18075	102.18033	0.00041	0.12788	50	1982.3	1980	99.1
	บ่อเก็บ	103.08659	103.08751	-0.00089	103.18584	103.18611	-0.00026		50	1978.5		98.9
18	Sample18	105.04046	105.04103	-0.00054	105.23151	105.23211	-0.00057	-0.02442	30	6368.8	6370	191.1
	บ่อเก็บ	109.19115	109.19148	-0.00030	109.38259	109.38231	0.00026		30	6371.2		191.1
19	Sample19	103.32297	103.32315	-0.00017	103.40775	103.40742	0.00032	0.12233	50	1690.5	1689	84.5
	บ่อเก็บ	97.10273	97.10300	-0.00028	97.18728	97.18719	0.00009		50	1687.4		84.4
20	Sample20	105.83685	105.83731	-0.00043	106.02824	106.02832	-0.00008	-0.05055	40	4780.0	4782	191.2
	บ่อเก็บ	66.48015	66.48045	-0.00045	66.67151	66.67178	-0.00040		40	4783.6		191.4

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น(เอ็นทียู)กับของแข็งแขวนลอย(มิลลิกรัมต่อลิตร)น้ำเสียก่อนการบำบัด

ลำดับที่	ความขุ่น(x) เอ็นทียู	ของแข็งแขวนลอย (y) มิลลิกรัมต่อลิตร
1	23.4	9
2	17.2	16
3	31.2	20
4	20.9	49
5	72.8	83
6	121.4	97
7	153.2	110
8	181	116

จากตารางเมื่อนำมาพล็อตกราฟสมการเส้นตรงกราฟตัดที่ 0 จะได้สมการ $y = 0.7361x$

จากตาราง ค่าความขุ่น(x) = 31.2 นำมาแทนค่าลงในสมการเส้นตรงที่หาได้เพื่อหาค่าของแข็งแขวนลอยโดยประมาณ

$$y = 0.7361 \times 31.2 = 22.96632$$

ค่าของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการวิเคราะห์จริง มีค่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการคำนวณจากสมการที่ได้ จะได้ค่าประมาณของของแข็งแขวนลอย = 22.96632 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากค่าที่ได้หมายความว่า มีเนื้อสาร 22.96632 มิลลิกรัม อยู่ในปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ถ้าเราต้องการเนื้อสาร 10 มิลลิกรัม เราจะต้องใช้ปริมาตร (1000 x 10)/22.96632 = 435.42 มิลลิลิตร

ถ้าเราต้องการเนื้อสาร 200 มิลลิกรัม เราจะต้องใช้ปริมาตร (1000 x 200)/22.96632 = 8708.4 มิลลิลิตร

เพราะฉะนั้น เราจะต้องใช้ปริมาตรสารให้อยู่ในช่วง 435.4202 - 8708.404 มิลลิลิตร

ตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น(เอ็นทียู)กับของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร) น้ำเสียหลังการบำบัด

ลำดับที่	ความขุ่น(x) เอ็นทียู	ของแข็งแขวนลอย(y) มิลลิกรัมต่อลิตร
1	0.37	0.1
2	1.75	5.55
3	2	6
4	3.7	9
5	7.4	14.5
6	9	15
7	5.4	16

จากตารางเมื่อนำมาพล็อตกราฟสมการเส้นตรงกราฟตัดที่ 0 จะได้สมการ $y = 2.0653x$

จากตาราง ค่าความขุ่น(x) = 7.4 นำมาแทนค่าลงในสมการเส้นตรงที่หาได้เพื่อหาค่าของแข็งแขวนลอยโดยประมาณ

$y = 2.0653 \times 7.4 = 15.28322$

ค่าของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการวิเคราะห์จริง มีค่า 14.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการคำนวณจากสมการที่ได้ จะได้ค่าประมาณของของแข็งแขวนลอย = 15.28322 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากค่าที่ได้หมายความว่า มีเนื้อสาร15.28322 มิลลิกรัม อยู่ในปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ถ้าเราต้องการเนื้อสาร 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เราจะต้องใช้ปริมาตร $(1000 \times 10)/15.28322 = 654.312$ มิลลิลิตร

ถ้าเราต้องการเนื้อสาร 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เราจะต้องใช้ปริมาตร $(1000 \times 200)/15.28322 = 13086.2$ มิลลิลิตร

เพราะฉะนั้น เราจะต้องใช้ปริมาตรสารให้อยู่ในช่วง 654.312 - 13086.2 มิลลิลิตร

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ตารางที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่น(เอ็นทียู)กับของแข็งแขวนลอย(มิลลิกรัมต่อลิตร) ของบ่อเก็บกัก

ลำดับที่	ความขุ่น(x) เอ็นทียู	ของแข็งแขวนลอย(y) มิลลิกรัมต่อลิตร
1	14.5	17
2	23	20
3	19.8	32
4	20.2	32
5	15.6	57
6	28.5	62
7	32.2	77

จากตารางเมื่อนำมาพล็อตกราฟสมการเส้นตรงกราฟตัดที่ 0 จะได้สมการ $y = 1.9610x$

จากตาราง ค่าความขุ่น(x) = 28.5นำมาแทนค่าลงในสมการเส้นตรงที่หาได้เพื่อหาค่าของแข็งแขวนลอยโดยประมาณ

$y = 1.9610 \times 28.5 = 63.1442$

ค่าของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการวิเคราะห์จริง มีค่า 62 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการคำนวณจากสมการที่ได้ จะได้ค่าประมาณของของแข็งแขวนลอย = 63.1442 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากค่าที่ได้หมายความว่า มีเนื้อสาร 63.1442 มิลลิกรัม อยู่ในปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ถ้าเราต้องการเนื้อสาร 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เราจะต้องใช้ปริมาตร $(1000 \times 10)/63.1442 = 158.368$ มิลลิลิต

ถ้าเราต้องการเนื้อสาร 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เราจะต้องใช้ปริมาตร $(1000 \times 200)/63.1442 = 3167.35$ มิลลิลิต

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า(ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร)กับของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)น้ำเสียก่อนการบำบัด

ลำดับที่	ค่าการนำไฟฟ้า(x) ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร	ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ(y) มิลลิกรัมต่อลิตร
1	1280	739
2	1800	739
3	2310	1433
4	2350	1589
5	3580	2206
6	8400	4709
7	8100	5465

จากตารางเมื่อนำมาพล็อตกราฟสมการเส้นตรงกราฟตัดที่ 0 จะได้สมการ $y = 0.6134x$

จากตาราง ค่าการนำไฟฟ้า(x) = 2310 นำมาแทนค่าลงในสมการเส้นตรงที่หาได้เพื่อหาค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำโดยประมาณ

$$y = 0.6134 \times 2310 = 1416.954 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

ค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์จริง มีค่า 1433 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำที่ได้จากการคำนวณจากสมการที่ได้ จะได้ค่าประมาณของของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ = 1416.954 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากค่าที่ได้หมายความว่า มีเนื้อสาร 1416.954 มิลลิกรัม อยู่ในปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ถ้าเราต้องการเนื้อสาร 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เราจะต้องใช้ปริมาตร $(1000 \times 10)/1416.954 = 7.1$ มิลลิลิตร

ถ้าเราต้องการเนื้อสาร 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เราจะต้องใช้ปริมาตร $(1000 \times 200)/1416.954 = 141.15$ มิลลิลิตร

เพราะฉะนั้น เราจะต้องใช้ปริมาตรสารให้อยู่ในช่วง 7.1 -141 มิลลิลิตร

ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า(ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร)กับของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) น้ำเสียหลังการบำบัด

ลำดับที่	ค่าการนำไฟฟ้า(x) ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร	ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ(y) มิลลิกรัมต่อลิตร
1	800	502
2	1480	1213
3	1760	1303
4	2980	1523
5	3100	2032
6	2220	2676
7	8100	5465

จากตารางเมื่อนำมาพล็อตกราฟสมการเส้นตรงกราฟตัดที่ 0 จะได้สมการ $y = 0.6902x$

จากตาราง ค่าการนำไฟฟ้า(x) = 800 นำมาแทนค่าลงในสมการเส้นตรงที่หาได้เพื่อหาค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำโดยประมาณ

$$y = 0.6902 \times 800 = 552.16 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

ค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์จริง มีค่า 502 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำที่ได้จากการคำนวณจากสมการที่ได้ จะได้ค่าประมาณของของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ = 552.16 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากค่าที่ได้หมายความว่า มีเนื้อสาร 552.16 มิลลิกรัม อยู่ในปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ถ้าเราต้องการเนื้อสาร 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เราจะต้องใช้ปริมาตร $(1000 \times 10)/552.16 = 18.1$ มิลลิลิตร

ถ้าเราต้องการเนื้อสาร 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เราจะต้องใช้ปริมาตร $(1000 \times 200)/552.16 = 362.2$ มิลลิลิตร

เพราะฉะนั้น เราจะต้องใช้ปริมาตรสารให้อยู่ในช่วง 18.1- 362.2 มิลลิลิตร

ตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า(ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร)กับของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร) ของบ่อเก็บกัก

ลำดับที่	ค่าการนำไฟฟ้า(x) ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร	ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ(y) มิลลิกรัมต่อลิตร
1	1780	1689
2	2840	2112
3	2640	2172
4	2920	1980
5	4500	2429
6	7900	4782
7	10800	6370

จากตารางเมื่อนำมาพล็อตกราฟสมการเส้นตรงกราฟตัดที่ 0 จะได้สมการ y = 0.6106x

จากตาราง ค่าการนำไฟฟ้า(x) = 2920นำมาแทนค่าลงในสมการเส้นตรงที่หาได้เพื่อหาค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำโดยประมาณ

$$y = 0.6106 \times 2920 = 1782.952 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

ค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์จริง มีค่า 1980 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำที่ได้จากการคำนวณจากสมการที่ได้ จะได้ค่าประมาณของของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ = 1782.95 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากค่าที่ได้หมายความว่า มีเนื้อสาร 1782.95 มิลลิกรัม อยู่ในปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ถ้าเราต้องการเนื้อสาร 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เราจะต้องใช้ปริมาตร (1000 x 10)/1782.95 = 5.6 มิลลิลิตร

ถ้าเราต้องการเนื้อสาร 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เราจะต้องใช้ปริมาตร (1000 x 200)/1782.95 = 112.2 มิลลิลิตร

เพราะฉะนั้น เราจะต้องใช้ปริมาตรสารให้อยู่ในช่วง 5.6 - 112.2 มิลลิลิตร

บทที่ 4

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างการวัดค่าความขุ่นกับของแข็งแขวนลอย และค่าการนำไฟฟ้ากับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำเพื่อประมาณปริมาตรและปริมาณตะกอนของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดในมาตรฐานการวิเคราะห์นี้เป็นเพียงแนวทางหนึ่งที่จะนำไปใช้ในการศึกษาหาความสัมพันธ์กับโรงงานประเภทอื่นๆ เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างของแต่ละโรงงานมีความถูกต้อง แม่นยำมากขึ้นและทำให้การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยและของแข็งที่ละลายได้ในน้ำเป็นไปอย่างรวดเร็วทันตามมาตรฐานกำหนด ทั้งยังช่วยแก้ปัญหาการวิเคราะห์ซ้ำและการเสื่อมสภาพของตัวอย่างด้วย

จากการทดลองโดยทำการศึกษาน้ำเสียจากโรงงานผลิตเหล็ก

โดยนำข้อมูลของแต่ละค่ามาเข้าสูตรหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ ได้สมการที่จะนำมาใช้หาปริมาณของแข็งแขวนลอยและของแข็งที่ละลายได้ในน้ำโดยประมาณ เป็นสมการเส้นตรง $Y = mX + c$ นำข้อมูลไป พล็อต กราฟหาค่าความชัน (m) ได้สมการที่จะนำไปใช้

หาปริมาณของแข็งแขวนลอย (Y) จากการวัดค่าความขุ่น (X) ของโรงงานผลิตเหล็กก่อนบำบัด $Y = 0.7361\ X$ หลังบำบัด $Y=2.0653\ X$ บ่อเก็บกัก $Y=1.9610\ X$

หาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (Y) โดยการวัดค่าการนำไฟฟ้า (X) ก่อนบำบัด $Y = 0.6134\ X$ หลังบำบัด $Y=0.6902\ X$ บ่อเก็บกัก $Y=0.6106\ X$

นำค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยและของแข็งที่ละลายได้ในน้ำที่หามาได้จากสมการมาหาปริมาตรของตัวอย่างและนำมาทดลองหาปริมาณของแข็งแขวนลอยและของแข็งที่ละลายได้ในน้ำโดยวิธีชั่งน้ำหนัก ผลการทดลองอยู่ในช่วงที่กำหนดในมาตรฐานการวิเคราะห์ 10 – 200 มิลลิกรัม ทำให้การวิเคราะห์เป็นไปอย่างถูกต้องรวดเร็วทันตามมาตรฐานกำหนด ทำให้ไม่ต้องวิเคราะห์ซ้ำ ผลการทดลองที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ น่าเชื่อถือมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิเคราะห์ขอขอบพระคุณคุณชัยวุฒิ เลาวเลิศ ผู้อำนวยการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม คุณธิดา เกิดกำไร คุณพัชรียา ฉัตรเท คุณวราภรณ์ กิจชัยนุกูล คุณสุรัตน์ เพชรเกษม คุณชนินทร์ เลิศคณาวนิชกุล ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มิได้กล่าวถึงซึ่งมีส่วนช่วยให้รายงานฉบับนี้เสร็จสิ้นและหากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้วิเคราะห์ขอน้อมรับเพื่อประโยชน์ในการแก้ไขปรับปรุงในโอกาสต่อไป

บรรณานุกรม

Cruros, Maria. **Environmental sample and analysis for technicians.** Lewis Puvlishers, 1994.

Crosby, Neil T., et al. **Quality in the analytical chemistry.** Lewis Puvlishers, 1994.

James, Dux P. **Handvook of quality assurance for the analytical Chemistry laboratory.** Second edition. New York : Van Nostrand Reinhold, 1986.

Standard method for the examination of water and wastewater 19th ed. Washington, D.C. : American Public Health Association, 1995.

กรรณิการ์ สิริสิงห. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** กรุงเทพฯ : บริษัท ประยูรวงศ์ จำกัด, 2525.

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ กองจัดการคุณภาพน้ำ. **คู่มือการประกันคุณภาพในกระบวนการวิเคราะห์.** กรุงเทพฯ., 2541.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์, และอุษาวิเศษสุมน. **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย.** : สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย, 2535.

ภาคผนวก ก.

ความหมาย

ความขุ่น (turbidity) หมายถึงน้ำที่มีสารแขวนลอย ซึ่งขัดขวางทางเดินของแสงที่ผ่านน้ำนั้น ความขุ่นของน้ำเกิดจากการที่น้ำนั้นมีสารแขวนลอยอยู่ เช่นดินละเอียด อาจเป็นพวกอินทรียสาร อนินทรีย์สาร แพลงตอน (plankton) และ สิ่งมีชีวิตเล็กๆ (microscopic organisms) สารพวกนี้จะทำให้เกิดการกระจัดกระจาย (scattered) และดูดซึม (absorbed) ของแสงแทนที่จะปล่อยให้แสงผ่านไปเป็นเส้นตรง

ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) เป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอิออนที่อยู่ในน้ำและอุณหภูมิที่ทำการวัด โดยอิออนบวกจะเคลื่อนไปที่อิเลกโทรดขั้วลบ และอิออนลบจะเคลื่อนไปยังอิเลกโทรดขั้วบวก กรด เบส และเกลืออนินทรีย์และสารที่แตกตัวได้ในน้ำจะวัดได้หมด แต่บอกไม่ได้ถึงชนิดของสารในน้ำ บอกแต่เพียงว่ามีการเพิ่มหรือลดของอิออนที่ละลายได้ในน้ำเท่านั้น

ของแข็งแขวนลอย (suspended solids, SS) หมายถึงปริมาณของแข็งแขวนลอยที่ไม่สามารถกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้วขนาด 2 ไมครอนได้ (whatman GF/C) นำส่วนที่อยู่บนกระดาษกรองอบที่อุณหภูมิ 103 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นคือน้ำหนักของของแข็งแขวนลอย มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร

ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (total dissolved solids, TDS) หมายถึงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ที่สามารถกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้วขนาด 2 ไมครอนได้ (whatman GF/C) นำของเหลวส่วนที่กรองได้ไปอบที่อุณหภูมิ 180 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากถ้วยระเหยคือน้ำหนักของของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร

ภาคผนวก ข.

วิธีวัดความขุ่นและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิธีแนฟฟีโลเมตริก (naphelometric method) วิธีนี้ใช้วัดความขุ่นโดยเปรียบเทียบความเข้มของแสงที่กระจัดกระจายของตัวอย่างน้ำกับของสารมาตรฐานภายใต้สภาวะต่างๆที่เหมือนกัน ความเข้มของแสงที่กระจัดกระจายมากเท่าไรก็จะมีความขุ่นมากขึ้นเท่านั้น โดยวิธีนี้แสงจะถูกปล่อยให้กระทบสารละลายเป็นมุมฉาก กับตาผู้สังเกต หรือโฟโตอิเลกทริกเซลล์ (photoelectric cell) ของเครื่องมือ แสงซึ่งสะท้อน โดยสารซึ่งห้อยแขวน จะถูกรวบรวมโดยรีเฟล็คเตอร์ (reflector) และจดไว้ หลักการนี้ใช้ได้ดีกับการวัดความขุ่นต่ำๆ เพราะเพียงความขุ่นน้อยๆ ก็เกิดการกระจัดกระจายของแสงได้ อาจใช้เครื่องมือนี้ในการวัดอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้อีกด้วย

สำหรับสารละลายความขุ่นมาตรฐานนั้นได้เลือกฟอร์มาซินโพลีเมอร์ (formazin polymer) เป็นสารละลายที่มีความขุ่นมาตรฐาน (turbidity standard reference) เพราะเตรียมง่าย และให้ค่าความขุ่นที่เชื่อถือได้ในคุณสมบัติที่เกี่ยวกับการกระจัดกระจายแสงของมันว่าดีกว่าโคลน หรือมาตรฐานความขุ่นจากน้ำธรรมชาติ (turbid natural water standard) ซึ่งเคยใช้กันมา

ฟอร์มาซินโพลีเมอร์ นี้ประกอบด้วยสารละลาย 2 อย่าง

สารละลายที่ 1 คือ ไฮดราซีนซัลเฟต (hydrazine sulfate)

สารละลายที่ 2 คือ เฮกซาเมธิลลีนเตตรามีน (hexamethylene tetramine)

สารละลายมาตรฐานที่เตรียมได้จะมีความขุ่น 40 แนฟฟีโลเมตริกเทอร์บิดิตี้ยูนิท หรือเอ็นทียู (naphelometric turbidity unit or NTU) แล้วนำมาทำให้เจือจางจนได้ความขุ่นต่างๆกัน ความขุ่น 40 เอ็นทียู ที่วัดได้นี้เมื่อนำไปวัดโดยใช้ แจ็คสันเทอร์บิดิมิเตอร์ก็จะได้ค่าประมาณ 40 เจทียูเช่นกัน จึงถือได้ว่าค่าที่วัดโดยวิธีนี้ ประมาณได้ว่าเท่ากับวัดจากแจ็คสันเทอร์บิดิมิเตอร์ แต่ไม่เป็นตัวเลขเดียวกันทีเดียวนัก(identical) ความว่องไวของเครื่องมือนี้วัดค่าแตกต่างของความขุ่นได้ประมาณ 0.02 เอ็นทียูหรือน้อยกว่านั้นในกรณีที่ความขุ่น น้อยกว่า 1 เอ็นทียู เครื่องมือนี้วัดความขุ่นได้ตั้งแต่ 0 – 40 เอ็นทียู ถ้าตัวอย่างน้ำขุ่นมาก ให้ทำการเจือจางด้วยน้ำกลั่นก่อนวัด

สิ่งขัดขวาง (interference)

1. สิ่งเน่าเปื่อย และตะกอนหยาบ ซึ่งนอนก้นอย่างเร็ว
2. ฟองอากาศ
3. เครื่องแก้วที่ใช้มีรอยขีดข่วน และสกปรก
4. การสั่นสะเทือนซึ่งไปรบกวนผิวน้ำ ทำให้การมองผิดไป
5. น้ำตัวอย่างมีสีซึ่งเป็นสีจริง ซึ่งเกิดจากสารซึ่งละลายน้ำ ดูดซึมแสงทำให้ความขุ่นที่วัดต่ำไป อย่างไรก็ตามสำหรับน้ำที่ผ่านกรรมวิธีกำจัดแล้ว สิ่งเหล่านี้ไม่มีผลกระทบกระเทือน

การคำนวณ ความขุ่น (เจทียู , เอ็นทียู) $= \frac{A \times (B + C)}{C}$

A = ค่าความขุ่นของตัวอย่างน้ำ ที่ได้ทำการเจือจางแล้ว

B = มิลลิลิตร ของน้ำกลั่นที่ใช้ในการทำเจือจาง

C = มิลลิลิตร ของตัวอย่างน้ำที่นำมาทำการเจือจาง

ภาคผนวก ค.

วิธีวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- วัดอุณหภูมิตัวอย่างและตั้งอุณหภูมิที่วัดได้
- เปิดเช็ค red lined ถ้าไม่ได้ให้ปรับให้ได้
- เปิดมาที่ conductivity
- แช่อิเลคโทรดในน้ำกลั่น ประมาณ 30 นาที
- ทำการวัดตัวอย่างทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า

Nonplatinum – electrode type : conductivity cell ชนิดนี้ประกอบด้วยอีเลกโทรดซึ่งทำจากโลหะธรรมดาที่มีความทนทาน เช่น เหล็กไร้สนิม ใช้แพร่หลายสำหรับการวัดที่ต่อเนื่อง (continuous monitoring) และในภาคสนาม (field)

ปัจจุบันบริษัทสร้างเครื่องมือได้มีการพัฒนาเครื่องวัด conductivity ให้ใช้ได้ง่ายและสะดวกโดยทำเป็นกระเป๋าหิ้วใช้แบตเตอรี่ ซึ่งสะดวกในการวัดในสนาม เครื่องมือนี้สร้างให้สามารถใช้วัด พีเอช ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ และ อุณหภูมิได้ด้วย ข้อสำคัญในการใช้เครื่องมือเพื่อให้ได้ผลที่น่าเชื่อถือได้ขึ้นอยู่กับการรักษาและตรวจตราเครื่องมือให้อยู่ในสภาพดีเสมอ ปัญหาที่พบบ่อยคือ อีเลกโทรดสกปรกและการหมุนเวียนของสารละลายที่จะทำการวัดไม่เพียงพอ ทำให้ผลที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร

แฟคเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อค่า การนำไฟฟ้า

1. ของแข็งที่ละลายน้ำ (dissolved solids) ยิ่งสารเหล่านั้นละลายน้ำได้ดีมากเพียงไรก็จะยิ่งมีค่าการนำไฟฟ้าสูง เพราะเกี่ยวกับความสามารถในการเคลื่อนที่ของอิออน (ionic mobility)

2. พีเอช ถ้าน้ำนั้นมี พีเอชมากกว่า 9 หรือน้อยกว่า 5 จะมีผลต่อค่า การนำไฟฟ้ามากทั้งนี้เพราะไฮโดรเนียมอิออนและไฮดรอกไซด์อิออนมีการเคลื่อนที่ของอิออน สูงกว่าอิออนตัวอื่น กล่าวคือ การเคลื่อนที่ของอิออนของไฮโดรเนียมเท่ากับ 350 ไฮดรอกไซด์อิออนเท่ากับ 278 และโซเดียมอิออนเท่ากับ 20 – 60 เป็นต้น ดังนั้นค่าที่ได้จะมาจากไฮโดรเนียมอิออนและไฮดรอกไซด์อิออน ซึ่งมาจาก พีเอช ของน้ำมากกว่าจากอิออนอื่น

3. อุณหภูมิ ยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นเท่าไร การเคลื่อนของอิออนก็จะเพิ่มขึ้นเป็นทั้งนี้เพราะสารต่างๆ จะแตกตัวได้ดีที่อุณหภูมิสูงๆจึงทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

ประโยชน์ค่า การนำไฟฟ้าถูกนำมาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้ดังนี้

1. ค่าการนำไฟฟ้าใช้เป็นเกณฑ์ในการดูองศาของการ mineralization ซึ่งปกติ ใช้ค่า total filtrable residues เพื่อประเมินผลของอิออนหลายชนิดต่อสมดุลย์เคมี ต่ออัตราการกัดกร่อน และผลในทางสรีรศาสตร์ต่อพืชและสัตว์

2. ใช้ตรวจความบริสุทธิ์ของน้ำกลั่นและ deionized water

3. ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารที่ละลายในน้ำดิบ และน้ำโสโครกอย่างรวดเร็ว ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเนื่องจากฤดูกาลซึ่งพบในอ่างเก็บน้ำซึ่งจะตรงข้ามกับการขึ้นๆลงๆ ในแม่น้ำบางสายซึ่งสกปรก นอกจากนี้สำหรับน้ำโสโครกซึ่งประกอบด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานค่านี้จะบอกถึงความแปรผันของคุณภาพน้ำทิ้งในแต่ละวัน

เป็นตัวบอกได้ว่าจะต้องใช้ตัวอย่างมากน้อยแค่ไหน ในการวิเคราะห์หาสารต่างๆทางเคมี

เช่น ถ้าค่าการนำไฟฟ้าต่ำ แสดงว่ามีเกลือแร่ต่างๆน้อย จึงต้องใช้ตัวอย่างจำนวนมากที่จะหาค่าของแข็งรวม คลอไรด์ และความกระด้าง เป็นต้น

1. ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อควบคุมความเข้มข้นของน้ำในหม้อต้ม ตรวจดูการรั่วใน steam condenser ควบคุมการกำจัดความกระด้างของน้ำตลอดจนใน demineralising plant

2. ใช้บอกสัดส่วนของน้ำที่มาผสมกัน เช่น น้ำที่มาจากอ่างเก็บน้ำแห่งหนึ่ง ประกอบด้วยน้ำจากบ่อบาดาลซึ่งมีค่า การนำไฟฟ้า 1200 และจากน้ำพุซึ่งมีค่า การนำไฟฟ้า 450 ถ้าน้ำในอ่างเก็บน้ำมีค่าการนำไฟฟ้า 825 ก็แสดงว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำประกอบด้วยน้ำจากบ่อบาดาลและน้ำพุในสัดส่วนเท่าๆกัน นอกจากนี้ยังใช้ตรวจแหล่งของน้ำที่มีการรั่ว เช่น ในท่อประปาเพราะค่า การนำไฟฟ้าจะต่างกัน

3. ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของสารที่ละลายในน้ำและแตกตัวเป็นอิออนในตัวอย่างอาจจะประมาณได้โดยคูณค่า การนำไฟฟ้า ไมโครโมห์ต่อเซ็นติเมตร (μmhos/cm) ด้วยแฟคเตอร์ซึ่งได้ตั้งขึ้นไว้โดยอาศัยความสังเกต (empirical factor) แฟคเตอร์เหล่านี้อาจจะแปรผันในช่วง 0.55 – 0.7 ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่ละลายในน้ำและอุณหภูมิที่ทำการวัด แฟคเตอร์นี้จะมีค่าค่อนข้างสูงสำหรับน้ำเค็มและน้ำในหม้อต้มน้ำ และจะมีค่าต่ำถ้าน้ำนั้นมีไฮดรอกไซด์ หรือกรดอิสระอยู่ในจำนวนมาก ถึงแม้ว่าการระเหยตัวอย่างจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไบคาร์บอเนตไปเป็นคาร์บอเนต ค่าแฟคเตอร์ที่ได้มาโดยการหารค่า dissolved residues ด้วยค่า การนำไฟฟ้า ก็ค่อนข้างจะคงที่สำหรับน้ำประปา ค่าโดยประมาณ meq/l (millicquivalant/litre) ของอิออน บวกในน้ำ อาจหาได้โดยคูณค่าการนำไฟฟ้า (mhos/cm) ด้วย 0.01

4. ใช้ค่า conductivity ในการตรวจความถูกต้องของผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี ในการนี้ทำได้ 2วิธีคือ

- การคำนวณอย่างหยาบ สำหรับน้ำตามธรรมชาติทั่วไป แล้ว พบว่า

conductivity x factor = total filtrable residues

(in μsiemen / cm at 25 °C) x (0.55 – 0.7) = (mg/l)

สำหรับน้ำที่มีค่ากรดอิสระ หรือความเป็นด่างเนื่องจากไฮดรอกไซด์ (caustic alkalinity) ในปริมาณมากพอใช้ แฟคเตอร์นี้อาจจะต่ำกว่า 0.55 และสำหรับน้ำที่มีความเค็มสูงแฟคเตอร์นี้จะสูง

กว่า 0.7 การตรวจสอบคร่าวๆ โดยอาศัยหลักดังกล่าวจะแสดงให้เห็นถึงความผิดพลาดในการวิเคราะห์ได้

- การคำนวณอย่างละเอียด เพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอนขึ้นของ conductivity จะได้อยู่ในช่วงแคบๆใช้น้ำกลั่นซึ่งต้มให้เดือดและปล่อยให้เย็นในการเจือจางตัวอย่างด้วยอัตราส่วนที่ทราบ จนกระทั่งค่า conductivity ที่ได้อยู่ระหว่าง 90 – 120 μsiemen / cm อาจต้องใช้ความพยายามในการทดลองเพื่อให้ได้การเจือจางที่เหมาะ เพราะว่าค่า conductivity ไม่ได้แปรผันในอัตราส่วนที่แน่นอนกับการทำเจือจาง (เพราะถ้าเป็นก็ไม่จะเป็นต้องทำการเจือจาง) อัตราส่วนการเจือจางที่แน่นอน (D) ต้องทราบดังนี้

$$D = \frac{Vs + Vw}{Vs}$$

เมื่อ Vs = ปริมาตรของตัวอย่าง

Vw = ปริมาตรของน้ำกลั่น

หาค่า conductivity ของน้ำกลั่นซึ่งควรจะน้อยกว่า 2 μsiemen / cm วัดค่า conductivity ตามวิธีที่เคยทำมา และคำนวณค่า " diluted conductivity " (Kd) จากสมการ

$$Kd = \frac{AD \times 10^6}{Rd} - (D - 1)Kw$$

เมื่อ A = cell constant

Rd = ค่า resistance ของ diluted sample ที่วัดได้เป็นโอห์ม

Kw = ค่า conductivity ของน้ำกลั่น

ต่อไปให้คำนวณ diluted conductivity จากการวิเคราะห์ทางเคมี โดยคูณค่าความเข้มข้นที่พบ (ไม่ว่าจะเป็น meq/l หรือ mg/l) โดยแฟคเตอร์ที่เหมาะและให้รวมผลที่ได้เข้าด้วยกัน ถ้าค่า diluted conductivity ที่คำนวณได้มากกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ หรือน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ของค่า diluted conductivity ที่วัดได้ แสดงว่าอาจมีการผิดพลาดในการวิเคราะห์ทางเคมี และควรที่จะทำการตรวจดูใหม่ การตรวจสอบโดยวิธีนี้เรียก diluted conductivity method ไม่ใช่กับตัวอย่างที่มีค่า conductivity ต่ำกว่า 90 μsiemen / cm หรือมี pH < 6 หรือ > 9 เพราะค่า conductivity เนื่องจาก H^+ และ OH^- จะมากกว่าค่าเนื่องจากอิออนอื่นและจะทำให้วิธีนี้ไม่ให้ผลสำหรับตัวอย่างที่มี pH อยู่นอกช่วง 6- 9

ภาคผนวก ง

ลำดับ	X	Y	X^2	Y^2	XY
1	9	23.4	81	547.56	210.6
2	16	17.2	256	295.84	275.2
3	20	31.2	400	973.44	624
4	49	20.9	2401	436.81	1024.1
5	83	72.8	6889	5299.84	6042.4
6	97	121.4	9409	14738	11775.8
7	110	153.2	12100	23470.2	16852
8	116	181	13456	32761	20996
ผลรวม	500	621.1	44992	78522.7	57800.1
		r_{xy}=	0.930		

<u>ตารางที่ ง-1</u> แสดงการคำนวณค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันในการวิเคราะห์หาของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียก่อนบำบัดจากโรงงานผลิตเหล็ก

ลำดับ	X	Y	X^2	Y^2	XY
1	0.37	0.1	0.1369	0.01	0.037
2	1.75	5.55	3.0625	30.8025	9.7125
3	2	6	4	36	12
4	3.7	9	13.69	81	33.3
5	7.4	14.5	54.76	210.25	107.3
6	9	15	81	225	135
7	5.4	16	29.16	256	86.4
ผลรวม	29.62	66.15	185.809	839.063	383.75
		r_{xy}=	0.913		

<u>ตารางที่ ง-2</u> แสดงการคำนวณค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันในการวิเคราะห์หาของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียหลังบำบัดจากโรงงานผลิตเหล็ก

ลำดับ	X	Y	X^2	Y^2	XY
1	14.5	17	210.25	289	246.5
2	23	20	529	400	460
3	19.8	32	392.04	1024	633.6
4	20.2	32	408.04	1024	646.4
5	15.6	57	243.36	3249	889.2
6	28.5	62	812.25	3844	1767
7	32.2	77	1036.84	5929	2479.4
ผลรวม	153.8	297	3631.78	15759	7122.1
		r_{xy}=	0.668		

<u>ตารางที่ ง-3</u> แสดงการคำนวณค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันในการวิเคราะห์หาของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียบ่อเก็บกักจากโรงงานผลิตเหล็ก

ลำดับ	X	Y	X^2	Y^2	XY
1	1280	739	1638400	546121	945920
2	1800	739	3240000	546121	1330200
3	2310	1433	5336100	2053489	3310230
4	2350	1589	5522500	2524921	3734150
5	3580	2206	1.3E+07	4866436	7897480
6	8400	4709	7.1E+07	2.2E+07	. 4E+07
7	8100	5465	6.6E+07	3E+07	4.4E+07
ผลรวม	27820	16880	1.6E+08	6.3E+07	1E+08
		r_{xy}=	0.987		

<u>ตารางที่ ง-4</u> แสดงการคำนวณค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันในการวิเคราะห์หาของแข็งที่ละลายได้ในน้ำของน้ำเสียก่อนบำบัดจากโรงงานผลิตเหล็ก

ลำดับ	X	Y	X^2	Y^2	XY
1	800	502	640000	252004	401600
2	1480	1213	2190400	1471369	1795240
3	1760	1303	3097600	1697809	2293280
4	2980	1523	8880400	2319529	4538540
5	3100	2032	9610000	4129024	6299200
6	2220	2676	4928400	7160976	5940720
7	8100	5465	6.6E+07	3E+07	4.4E+07
ผลรวม	20440	14714	9.5E+07	4.7E+07	6.6E+07
		r_{xy}=	0.951		

<u>ตารางที่ ง-5</u> แสดงการคำนวณค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันในการวิเคราะห์หาของแข็งที่ละลายได้ในน้ำของน้ำเสียหลังบำบัดจากโรงงานผลิตเหล็ก

ลำดับ	X	Y	X^2	Y^2	XY
1	1780	1689	3168400	2852721	3006420
2	2840	2112	8065600	4460544	5998080
3	2640	2172	6969600	4717584	5734080
4	2920	1980	8526400	3920400	5781600
5	4500	2429	2E+07	5900041	1.1E+07
6	7900	4782	6.2E+07	2.3E+07	3.8E+07
7	10800	6370	1.2E+08	4.1E+07	6.9E+07
ผลรวม	33380	21534	2.3E+08	8.5E+07	1.4E+08
		r_{xy}=	0.990		

<u>ตารางที่ ง-6</u> แสดงการคำนวณค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันในการวิเคราะห์หาของแข็งที่ละลายได้ในน้ำของน้ำเสียบ่อเก็บกักจากโรงงานผลิตเหล็ก

df	α สำหรับการทดสอบแบบทางเดียว			
	0.05	0.03	0.01	0.01
	α สำหรับการทดสอบแบบสองทาง			
	0.1	0.05	0.2	0.01
1	0.988	0.997	0.9995	0.9999
2	0.900	0.950	0.980	0.990
3	0.805	0.878	0.934	0.959
4	0.729	0.811	0.882	0.917
5	0.669	0.754	0.833	0.874
6	0.622	0.707	0.789	0.834
7	0.582	0.666	0.750	0.798
8	0.549	0.632	0.716	0.765
9	0.521	0.602	0.685	0.735
10	0.497	0.576	0.658	0.708
11	0.476	0.553	0.634	0.684
12	0.458	0.532	0.612	0.661
13	0.441	0.514	0.592	0.641
14	0.426	0.497	0.574	0.623
15	0.412	0.482	0.558	0.606
16	0.400	0.468	0.542	0.590
17	0.389	0.456	0.528	0.575
18	0.378	0.444	0.516	0.561
19	0.369	0.433	0.503	0.549
20	0.360	0.423	0.492	0.537
21	0.352	0.413	0.482	0.526
22	0.344	0.404	0.472	0.515
23	0.337	0.396	0.462	0.505
24	0.330	0.388	0.453	0.496
25	0.323	0.381	0.445	0.487
26	0.317	0.374	0.437	0.479
27	0.311	0.367	0.430	0.471
28	0.306	0.361	0.423	0.463
29	0.301	0.355	0.416	0.456
30	0.296	0.349	0.409	0.449

ตารางที่ ง-7 ค่าวิกฤตของ r สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient)

การวิเคราะห์ข้อมูล

<u>สูตรที่ใช้ในการคำนวณ</u>

ค่าเฉลี่ย $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน $SD = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$

$\bar{x}$ คือค่าเฉลี่ย

x คือข้อมูลแต่ละจำนวน

n คือข้อมูลทั้งหมด

$\sum x$ คือผลรวมข้อมูลทั้งหมด

SD คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$r_{xy} = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

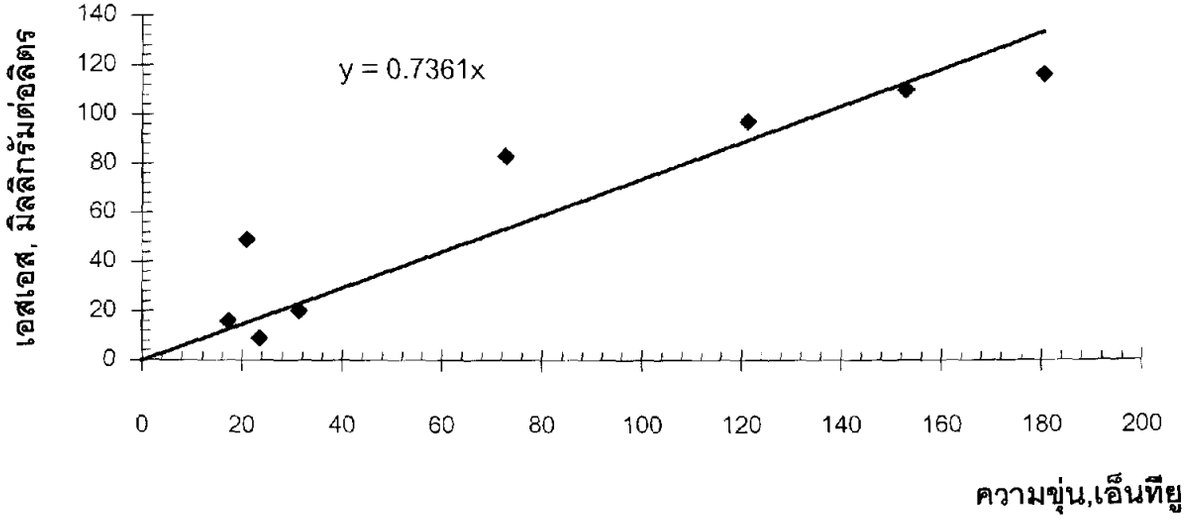
r_{xy} คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และตัวแปร y

$\sum x$, $\sum y$ คือผลรวมที่วัดได้จาก x และ y ตามลำดับ

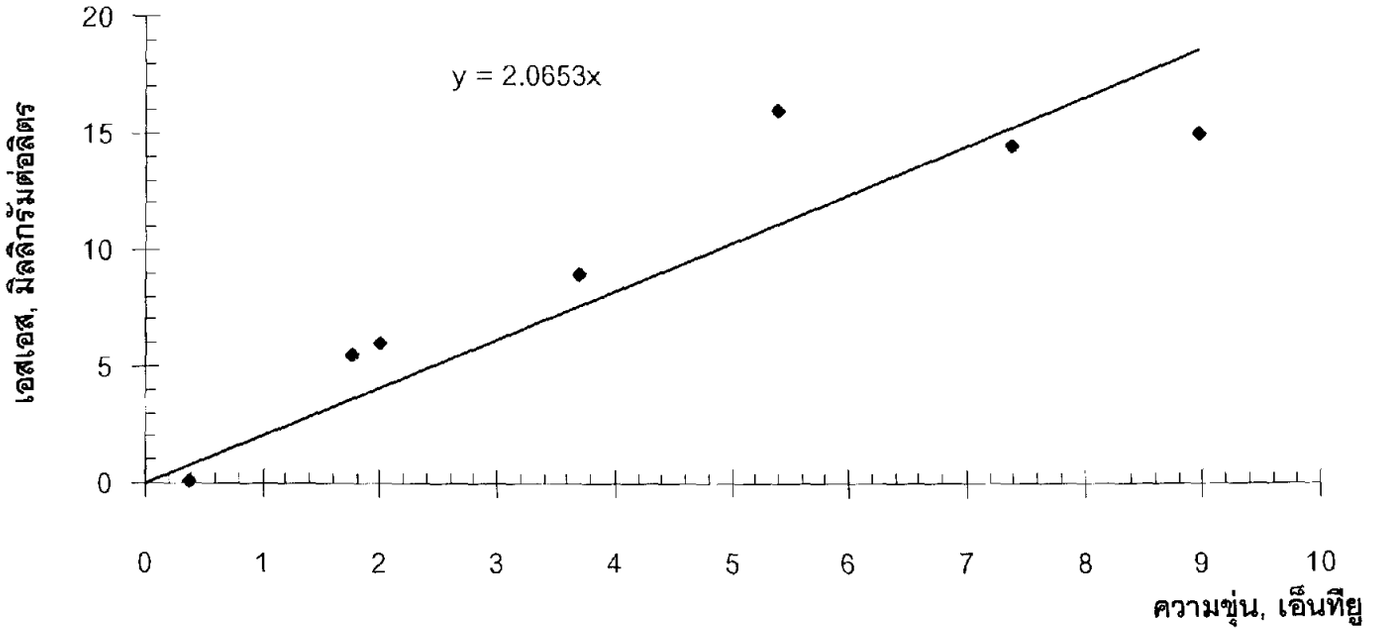
$\sum xy$ คือผลรวมของผลคูณระหว่าง x และ y

$\sum x^2$, $\sum y^2$ คือผลรวมกำลังสองของข้อมูลจาก x และ y

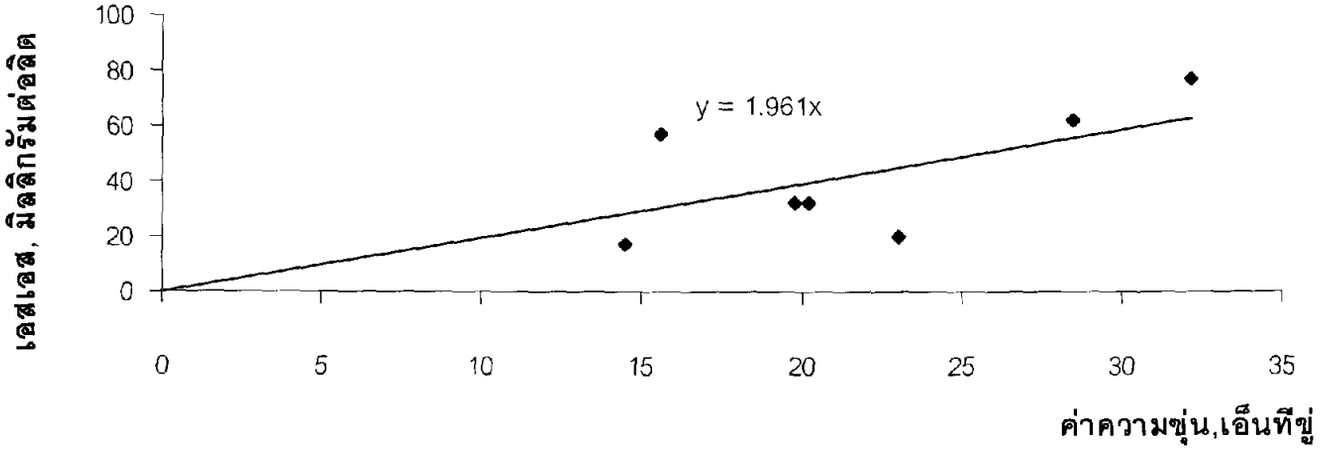
n คือจำนวนตัวอย่าง



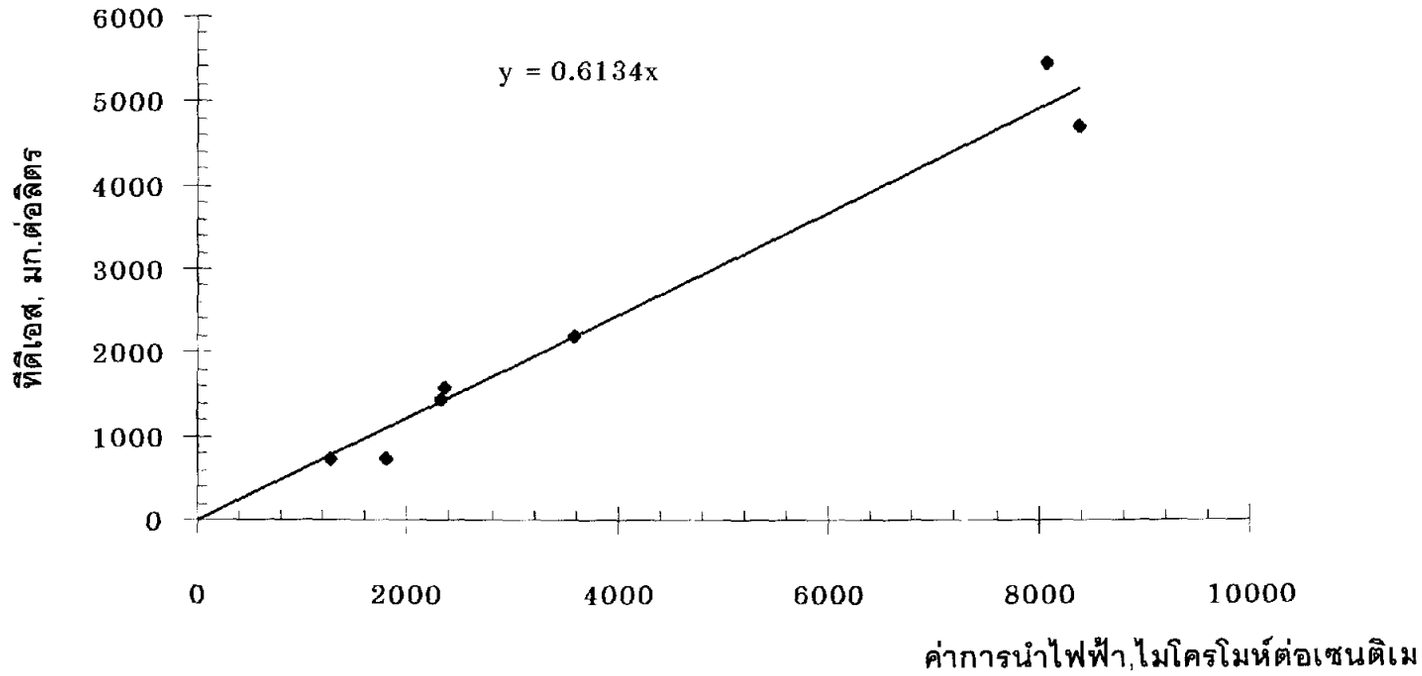
รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งแขวนลอยและความขุ่น ของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กก่อนบำบัด



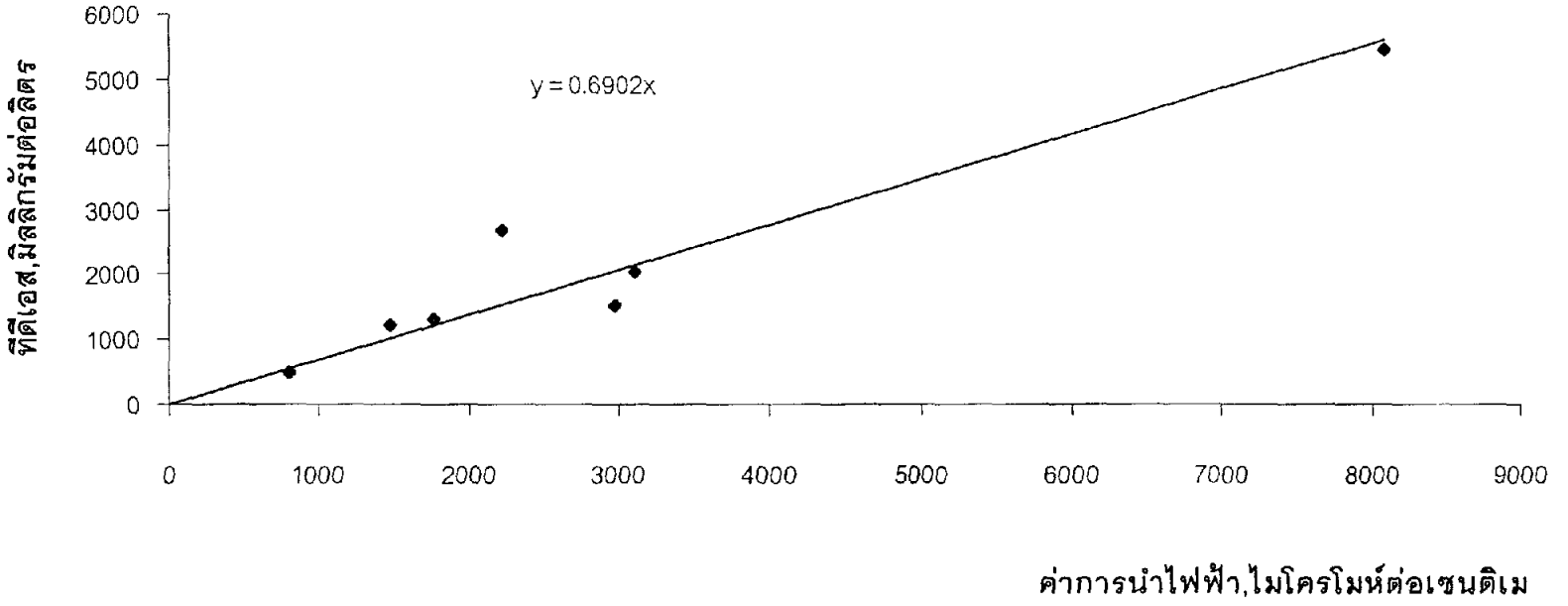
รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งแขวนลอยและความขุ่น ของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก หลังผ่านระบบ บำบัด



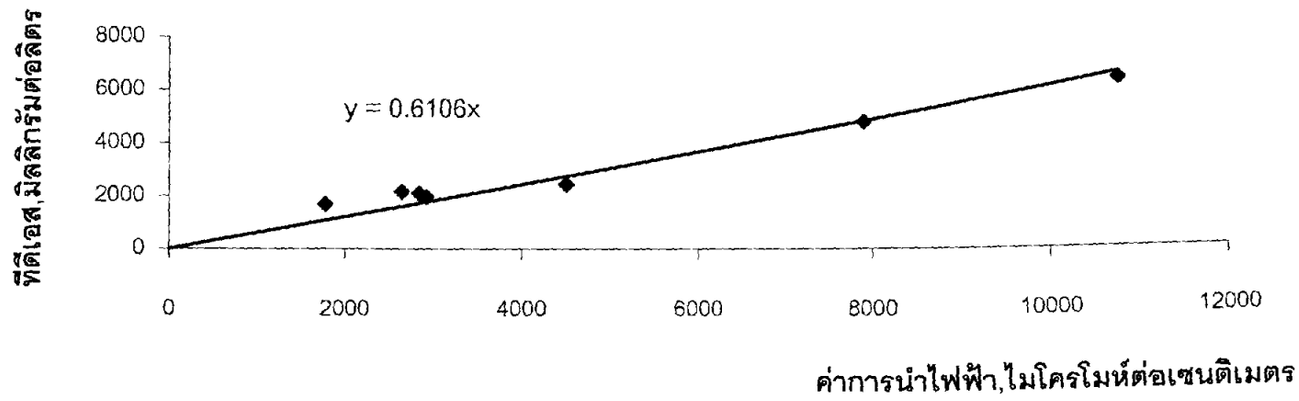
รูปที่3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งแขวนลอยและความขุ่นของน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเหล็กเก็บกัก



รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าทีดีเอสและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียโรงงานเหล็ก ก่อนผ่านระบบบำบัด



รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าและค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำโรงงาเหล็ก หลังผ่านระบบบำบัด



<u>รูปที่ 6</u> กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าและค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำของน้ำเสียบ่อเก็บกัก