บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูลทั้งหมด กระทำที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 แผนการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพในการกำจัดสีของขั้วไฟฟ้าที่ทำจากแผ่นเหล็กและแผ่นอลูมิเนียมโดยปรับเปลี่ยนแผ่นขั้วไฟฟ้าที่ใช้โดยใช้พื้นที่ที่ขั้วบวก และขั้วลบเท่ากันโดยเริ่มที่พื้นที่ผิวใช้งานเท่ากับ 800 1200 1600 และ 2000 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ ปรับเปลี่ยนเวลาในการสัมผัส 4 ค่าคือ 5.5 7.33 11 และ 22 นาที ปรับเปลี่ยนค่าพีเอชที่ 3 6 และ9 โดยใช้ กรดซัลฟูริค และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในการปรับค่าพีเอช ปรับค่ากระแสไฟฟ้า 2 3 4 และ 5 แอมแปร์ ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมและประสิทธิภาพในการกำจัดสี โดยทำแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ช่วงการทดลองดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 ใช้แผ่นอลูมิเนียมเป็นแผ่นขั้วไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการรวมไฟฟ้าแบบต่อเนื่องมีที่ความเข้มข้นของน้ำเสียสีสังเคราะห์เท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองที่ 2 ใช้แผ่นอลูมิเนียมเป็นแผ่นขั้วไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการรวมไฟฟ้าแบบต่อเนื่องมีที่ความเข้มข้นของน้ำเสียสีสังเคราะห์เท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

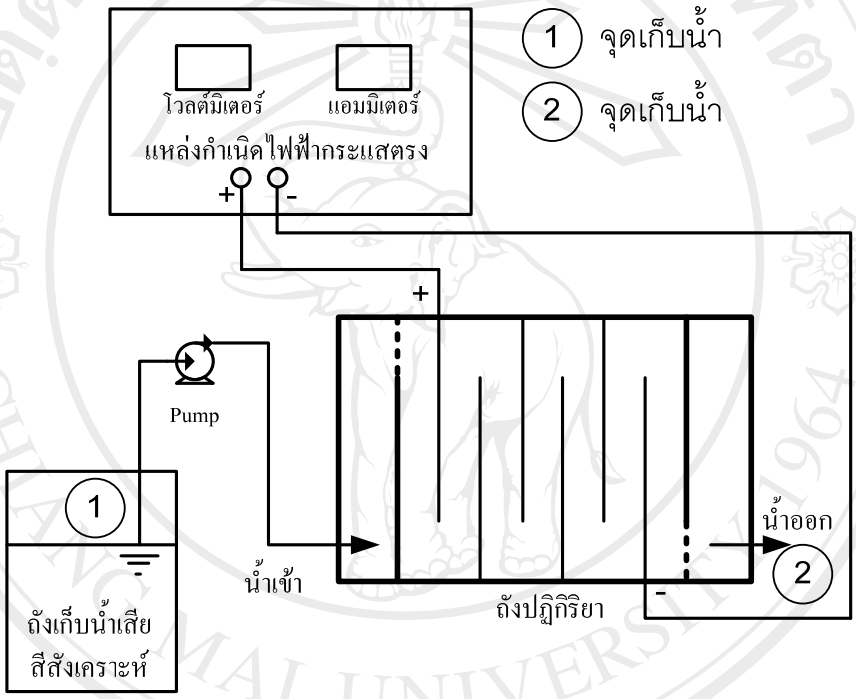
การทดลองที่ 3 ใช้แผ่นเหล็กเป็นแผ่นขั้วไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการรวมไฟฟ้าแบบต่อเนื่องมีที่ความเข้มข้นของน้ำเสียสีสังเคราะห์เท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองที่ 4 ใช้แผ่นเหล็กเป็นแผ่นขั้วไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการรวมไฟฟ้าแบบต่อเนื่องมีที่ความเข้มข้นของน้ำเสียสีสังเคราะห์เท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์โดยใช้ตามวิธีตาม Standard Methods (APHA,AWWA,WPCF,1998) นำค่าความเข้มของสีก่อนและหลังการทดลองมาหาประสิทธิภาพในการกำจัดสี น้ำที่ได้หลังจากผ่านกระบวนการรวมตะกอนทางไฟฟ้า มาทำการวัดค่า TOC และความเข้มของสี ซึ่งแผนการทดลองสำหรับงานวิจัยจะมีขั้นตอนการทดลองดังรูปที่ 3.1 และ 3.2 ในการเริ่มต้นระบบที่ใช้การทดลอง จะใส่น้ำสะอาดลงในถังปฏิกิริยาที่มีแผ่นขั้วโลหะไฟฟ้าเมื่อเริ่มต้นระบบจะเริ่มใช้ปั๊มสูบน้ำเสียเข้าสู่ถังปฏิกิริยาโดยปรับความเร็วของการไหลของน้ำเสียให้เท่ากับเวลาในการกับเก็บน้ำเสียในถังปฏิกิริยาที่กำหนด โดยจะกำหนดเวลาในการกักเก็บน้ำเสียใน

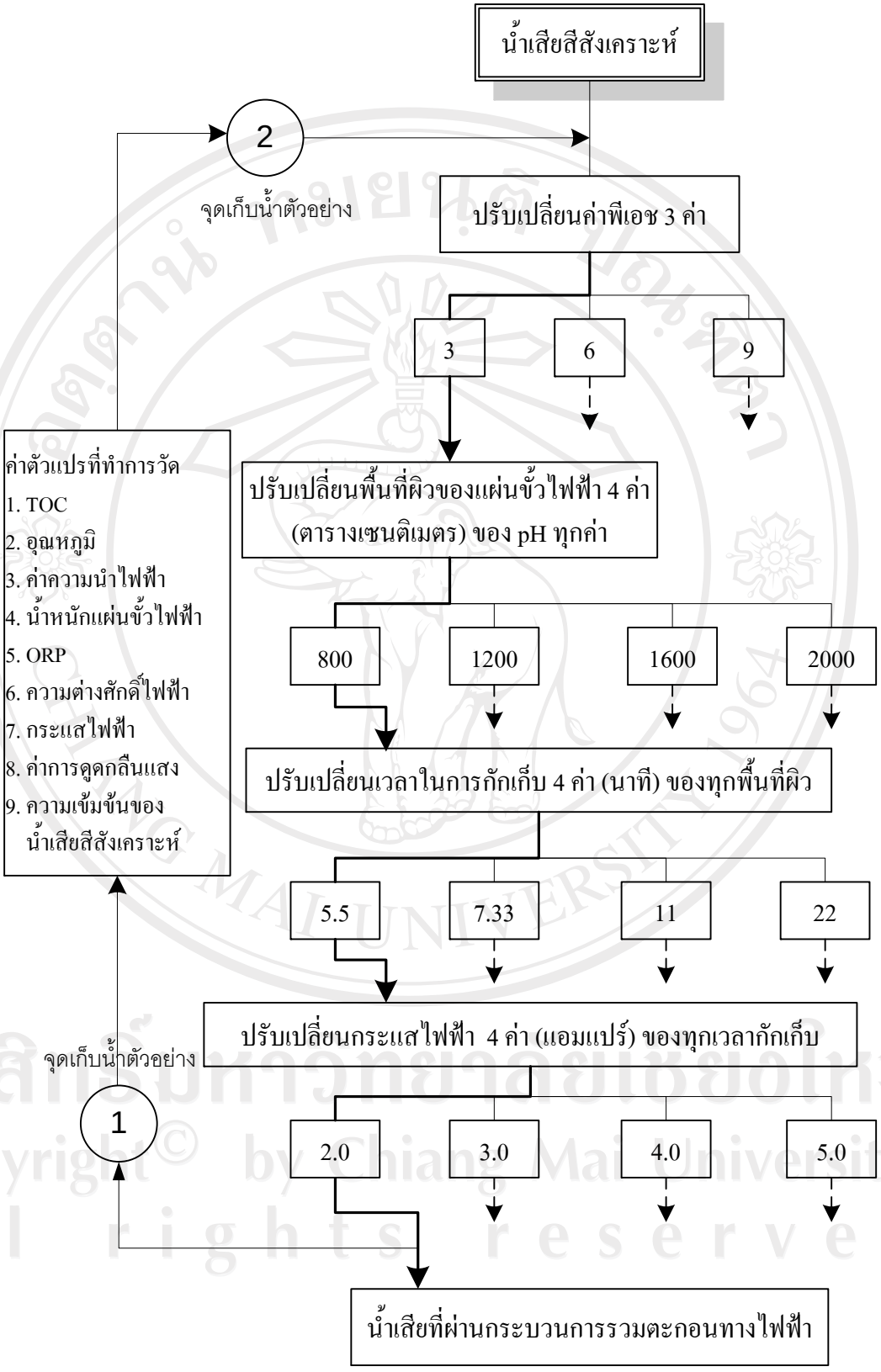
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่ล่ะการทดลองเท่ากับ 5 เท่าของเวลาในการกักเก็บน้ำเสียสีสังเคราะห์ในถังปฏิกิริยา เนื่องจากการทดสอบพบว่าที่เวลาเท่ากับ 4 เท่าของเวลาในการกักเก็บน้ำเสียสีสังเคราะห์ความเข้มข้นของน้ำเสียสีสังเคราะห์ภายในถังปฏิกิริยาจะมีค่าเท่ากับความเข้มข้นของน้ำเสียสีสังเคราะห์ภายในถังกักเก็บน้ำเสียและใช้เวลา 1 เท่าของเวลาในการกักเก็บน้ำเสียสีสังเคราะห์เพื่อเก็บน้ำที่ผ่านระบบการกำจัดสีโดยใช้การรวมตะกอนทางไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง ดังแสดงในภาคผนวก



รูป 3.1 การต่ออุปกรณ์กระบวนการรวมตะกอนทางไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

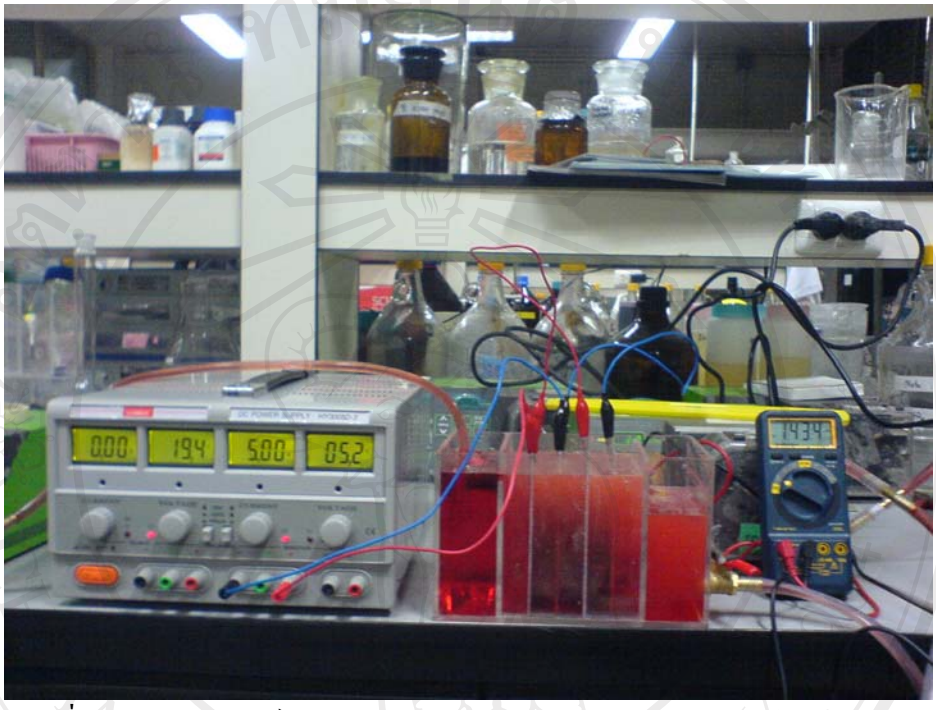


รูป 3.2 แผนผังการทดลองกระบวนการรวมตะกอนทางไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาการกำจัดสีไดเร็กท์ ด้วยกระบวน EC แบบต่อเนื่อง มีทั้งหมด 4 ชุด เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองมีลักษณะแสดงตามรูปที่ 3.3



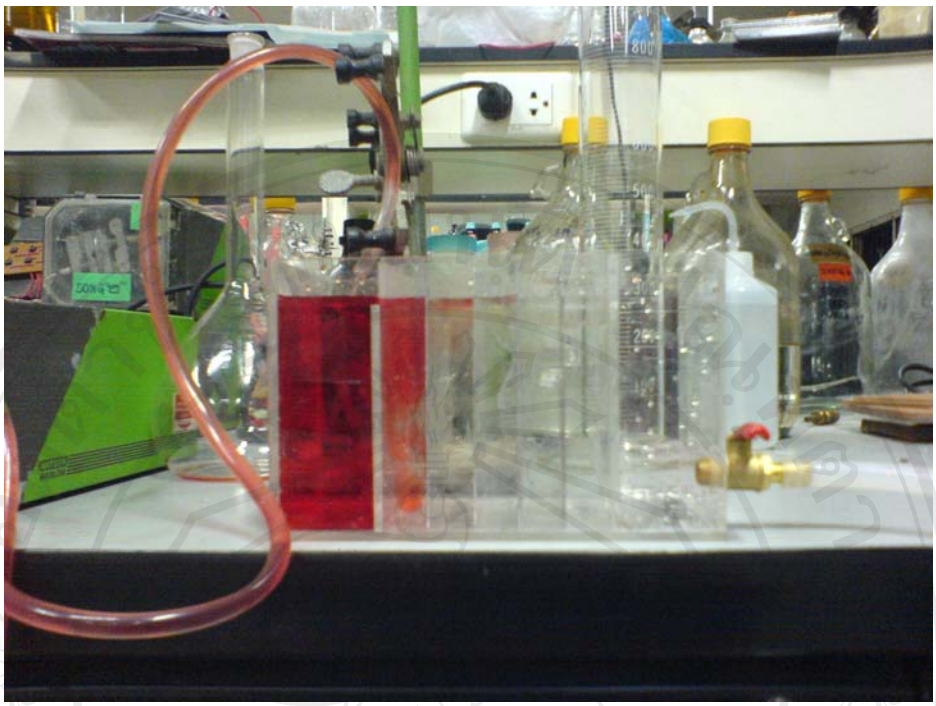
รูป 3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองของกระบวนการรวมตะกอนทางไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง

ในงานวิจัยนี้จะเป็นการทดลองแบบต่อเนื่องซึ่งจะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

3.2.1 ถังปฏิกิริยา Electrocoagulation

ถังปฏิกิริยาที่ใช้ในกระบวนการรวมตะกอนทางไฟฟ้าแบบต่อเนื่องทำจากแผ่นพลาสติกซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถทนความร้อน และไม่ทำปฏิกิริยากับแผ่นขั้วโลหะไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และไม่มีการดูดติดผิวระหว่างแผ่นพลาสติกกับน้ำเสียสังเคราะห์ มีขนาด กว้าง 100 มิลลิเมตร ยาว 110 มิลลิเมตร สูง 150 มิลลิเมตร มีปริมาตรใช้ 1.32 ลิตร ดังรูปที่ 3.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

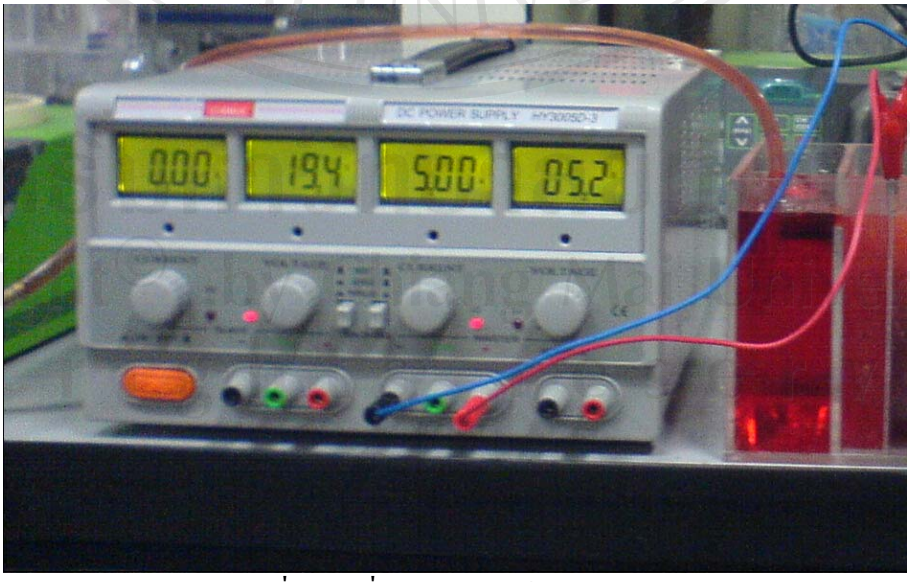


รูป 3.4 ถังปฏิกิริยาการรวมตะกอนทางไฟฟ้า

3.2.2 เครื่องสูบน้ำใช้ในการทดลองทั้งหมดเป็นแบบรีดสายยี่ห้อ Watson Marlow Model 505s จำนวนทั้งหมด 4 เครื่อง โดยสามารถปรับอัตราการไหลประมาณ 50-200 มิลลิลิตรต่อนาที

3.2.3 ถังเก็บน้ำเสียปริมาณ 100 ลิตรจำนวน 2 ถัง

3.2.4 แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงสามารถปรับความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ 0 – 30 โวลต์ และสามารถปรับกระแสไฟฟ้าได้ 0 – 5 แอมแปร์ ยี่ห้อ คอมมิว รุ่น HY3005-3 ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.5 มัลติมิเตอร์ สามารถวัดกระแสไฟฟ้า และ ความต่างศักย์ไฟฟ้า ยี่ห้อ WAVETEK รุ่น30 XL

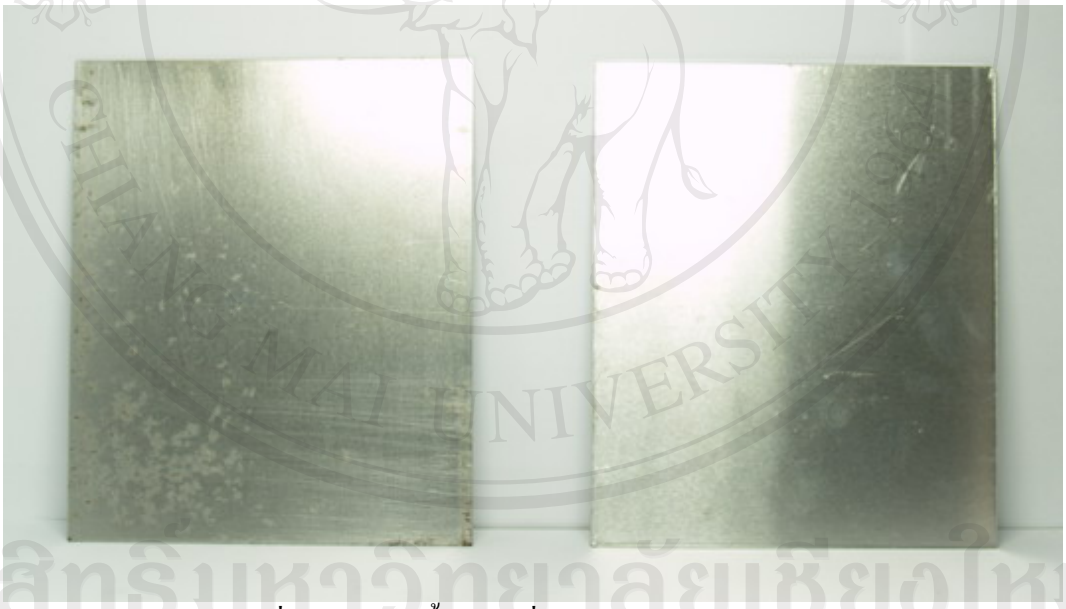
3.2.6 พีเอชมิเตอร์และโออาร์พีมิเตอร์ ยี่ห้อ WTW Wissenschaftich – Technische Werkstätten รุ่น pH 315i

3.2.7 เครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้ายี่ห้อ WTW Wissenschaftich – Technische Werkstätten รุ่นCond 330i

3.2.8 เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อPerkinElmer instuments รุ่นLambda 25 UV/VIS Spectrometro

3.2.9 เครื่องวัด TOC ยี่ห้อ Multi N/C รุ่น 3100

3.2.10 แผ่นขั้วไฟฟ้าที่ทำจากเหล็กและอลูมิเนียมขนาดกว้าง 100 มิลลิเมตร ยาว 100 มิลลิเมตรพื้นที่ใช้งาน 80 ตารางเซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตรชนิดละ 14 แผ่น ซึ่งมีขนานดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.6 รูปแผ่นขั้วไฟฟ้าที่ทำจากเหล็กและอลูมิเนียม

3.3 น้ำเสียที่ใช้ในการศึกษา

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง เป็นน้ำเสียสีไดเร็กท์ที่มีสีแดงที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาด โดยใช้สีย้อมร้อนแดงดส 163 ซึ่งทำการสังเคราะห์ขึ้นในห้องปฏิบัติการโดยเตรียมน้ำที่ผ่านกระบวนการรีเวอร์ออสโมซีส 100 ลิตร ผสมกับสีไดเร็กท์ที่เตรียมไว้ 10 และ 25 กรัมโดยน้ำหนักของสี เพื่อทำให้น้ำเสียสีที่สังเคราะห์ขึ้นมีความเข้มข้น 100 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งโดยทั่วไปน้ำเสียสีรวมในโรงงานมีค่าความเข้มข้นประมาณ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการปรับค่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความนำไฟฟ้าใกล้เคียงกับน้ำเสียจริงโดยใช้โซเดียมคลอไรด์ปรับค่าความนำไฟฟ้าโดยปรับให้มีค่าประมาณ 18 มิลลิซีเมนต์โดยใช้น้ำเสียในการทดลองครั้งละ 5 ลิตร และปรับค่าพีเอชโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ และ กรดซัลฟูริก

3.4 ตัวแปรและวิธีทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ

ค่าตัวแปรที่วิเคราะห์ในน้ำเสียก่อนและหลังการทดลอง ได้แก่ ความเข้มสี พีเอช อุณหภูมิ ทีโอดี ค่าความนำไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้าและปริมาณแผ่นขั้วไฟฟ้าที่สลายไปหาพลังงานที่ใช้ในการกำจัดสี ดังตารางที่ 3.2

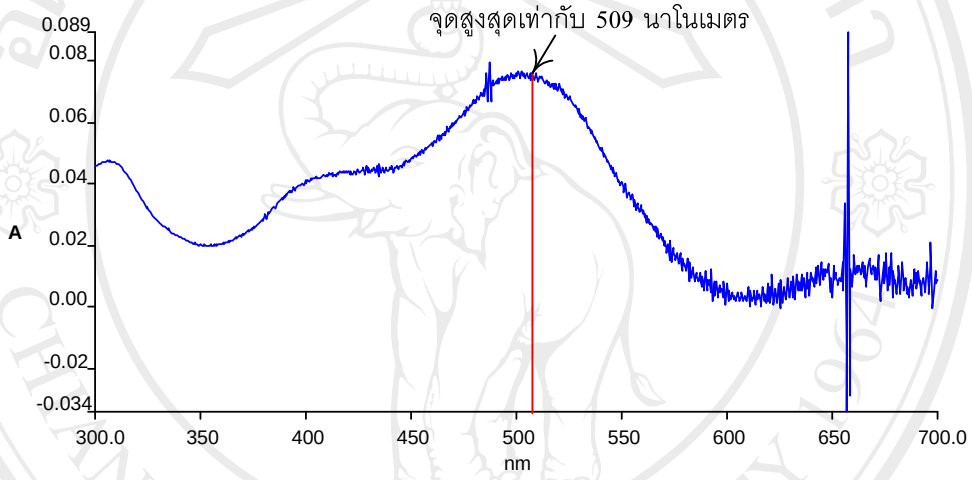
ตาราง 3.2 ตารางแสดงตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	การเก็บตัวอย่าง	วิธีวิเคราะห์
TOC	ก่อนและหลังเข้าถังปฏิกิริยาของกระบวนการ EC	ก่อนและหลังการทดลอง	Combustion Infrared Method 5310B (AWWA,1995)
pH และอุณหภูมิ	ก่อนและหลังเข้าถังปฏิกิริยาของกระบวนการ EC	ก่อนและหลังการทดลอง	pH Meter
ความเข้มของของน้ำเสียสีสังเคราะห์	ก่อนและหลังเข้าถังปฏิกิริยาของกระบวนการ EC	ก่อนและหลังการทดลอง	UV – Vis Spectrophotometer
ค่าความนำไฟฟ้า	ก่อนและหลังเข้าถังปฏิกิริยาของกระบวนการ EC	ก่อนและหลังการทดลอง	Conductivity Meter
กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้า	-	ตลอดการทดลอง	Multi Meter
ORP	ก่อนและหลังเข้าถังปฏิกิริยาของกระบวนการ EC	ก่อนและหลังการทดลอง	OPR Meter

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.1 การวัดสี

น้ำตัวอย่างที่นำมาทำการวัดสีจะเก็บจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว โดยจะเก็บเฉพาะส่วนที่ที่ใสหลังจากตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำไปเข้าเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ใช้วัดสีออกมาในรูปของค่าแอ็บซอบแบนซ์ (Absorbance) โดยใช้ค่าความยาวคลื่นเท่ากับ 509 นาโนเมตรโดยดูจากรูปที่ 3.7 และ ความเข้มข้นของน้ำเสียสีสังเคราะห์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) แล้วนำมาแสดงในรูปกราฟระหว่างค่า แอ็บซอบแบนซ์กับความเข้มข้นของน้ำเสียสีสังเคราะห์ สามารถใช้เป็นตัวแทนในการดูแนวโน้มการกำจัดสีได้



รูปที่ 3.7 กราฟแสดงค่า Absorbance ต่อ Wavelength ระหว่าง 300 – 700 นาโมเมตร

3.5 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์น้ำเสียสีสังเคราะห์

ทำการเก็บตัวอย่างหลังจากตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 60 นาทีแล้วเก็บน้ำเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำใส เก็บในขวดเก็บตัวอย่าง ขนาด 120 มิลลิเมตรนำไปทำการวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง สเปกโตโฟโตมิเตอร์ และวัดค่า TOC โดยใช้เครื่องวัด TOC

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved