

## บทที่ 3 การดำเนินงาน

ขั้นตอนการศึกษาในโครงการศึกษานี้จะประกอบด้วย การเก็บข้อมูลภาคสนาม และการทดสอบในปฏิกรณ์ขนาดต้นแบบ (pilot scale reactor) เพื่อประเมินความเป็นไปได้เชิงเทคนิคในการบำบัดและหมุนเวียนน้ำทิ้งจากโรงงานชำแหละและฆ่าไก่กลับมาใช้ประโยชน์ทางตรง หลังจากนั้นข้อมูลเชิงเทคนิคจะนำมาใช้ในการประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ในกรณีที่สร้างระบบบำบัดน้ำทิ้งในโรงงานชำแหละและฆ่าไก่ ที่พร้อมใช้งานจริง การประเมินค่าใช้จ่ายจะใช้ข้อมูลในฐานข้อมูลของโปรแกรม WaTER (Water Treatment Estimation Routine) และประเมินความคุ้มค่าเชิงสิ่งแวดล้อมด้วยเครื่องมือรอยเท้าน้ำ (Water Footprint) เมื่อหมุนเวียนน้ำที่ผ่านการบำบัดมาฉีดล้างซากไก่ ซึ่งเป็นการหมุนเวียนน้ำโดยตรง (Direct Reuse)

### 3.1 การประเมินความเป็นไปได้เชิงเทคนิค

การประเมินความเป็นไปได้เชิงเทคนิค จะเริ่มจากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม ซึ่งประกอบด้วย

1. ข้อมูลปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้น้ำของโรงงานชำแหละและฆ่าไก่แห่งหนึ่งตลอดทั้งปี ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2556 โดยข้อมูลปริมาณการใช้น้ำจะนำมาประเมินอัตราการสร้างน้ำเสีย (wastewater generation) เมื่อโรงงานนี้มีการดำเนินการกระบวนการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง และมีการดำเนินการต่อเนื่องทุกวันตลอดทั้งเดือน ทั้งนี้จะประเมินปริมาณน้ำใช้เท่ากับปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น เพื่อให้ระบบบำบัดมีความจุเพียงพอที่จะรองรับปริมาณน้ำทิ้ง และตั้งสมมติฐานว่า อัตราการไหลของน้ำเสียเฉลี่ย (average flow) คงที่ตลอดเวลา โดยการอัตราการไหลยอด (peak flow) จะมีค่าเป็น 2 เท่าของอัตราการไหลของน้ำเสียเฉลี่ย

2. ลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นในโรงงานชำแหละและฆ่าไก่ โดยเก็บน้ำตัวอย่างแบบจ้วง (Grab Sampling) ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างครั้งเดียว ที่จุดเดียวในเวลาใดเวลาหนึ่ง แล้วนำมาวิเคราะห์โดยจะได้ผลแสดงคุณสมบัติของน้ำเสีย ณ จุดนั้น และในเวลานั้นเท่านั้น สำหรับพารามิเตอร์ต่างๆ จะวิเคราะห์ตามวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำที่กำหนดใน Standard Methods For the Examination of Water & Wastewater, 2005 พารามิเตอร์ที่ศึกษาแสดงดังตารางที่ 3.1 โดยเก็บและวิเคราะห์ลักษณะของน้ำตัวอย่าง 6 ครั้ง ในช่วงเวลาต่างกันโดยระยะเวลาห่างกัน 2 สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2556 โดยในแต่ละครั้งที่สุ่มเก็บตัวอย่างจะวิเคราะห์ตัวอย่างอย่างน้อย 3 ซ้ำ พร้อมกับนำข้อมูลมาประมวลค่าความเชื่อมั่น โดยใช้เครื่องมือทางสถิติ

ตารางที่ 3.1 วิธีการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ

พารามิเตอร์ที่ศึกษา	วิธีวิเคราะห์
อุณหภูมิ	Thermometer
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH meter
ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	DO meter
ความขุ่น (Turbidity)	Turbidimeter
ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)	Conductivity meter
ของแข็งละลายได้ทั้งหมด (TDS)	Gravimetric method
ของแข็งทั้งหมด (TSS)	Gravimetric method
บีโอดี (BOD)	5-day BOD Test
ซีโอดี (COD)	Closed Reflux, Tritrimetric method
ไนโตรด	Colorimetric method
ไนเตรท	Cadmium Reduction method
ทีเคเอ็น	Total Kjeldahl Nitrogen
ความเป็นด่างทั้งหมด	Titration method
แคลเซียม	EDTA Tritrimetric method
แมกนีเซียม	Calculation method
ความกระด้างทั้งหมด	EDTA Tritrimetric method
ฟอสเฟต	Vanadomolybdophosphoric Acid
คลอไรด์	Mohr method
ซัลเฟต	Tubidimetric method
ซิลิกา	Molybdosilicate method
โซเดียม	Atomic Absorption Spectrometric method
โพแทสเซียม	Atomic Absorption Spectrometric method
แมงกานีส	Atomic Absorption Spectrometric method
ทองแดง	Atomic Absorption Spectrometric method
เหล็ก	Phenanthroline
นิเกิล	Atomic Absorption Spectrometric method
สังกะสี	Atomic Absorption Spectrometric method

3. ทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าและชำแหละไก่ ด้วยกระบวนการต่างๆ ในปฏิกรณ์ขนาดต้นแบบ ประกอบด้วย

- กระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์และฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต นำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดของโรงงานฆ่าและชำแหละไก่ นำมาผ่านถังกรองทราย เพื่อกรองน้ำทิ้งก่อนปล่อยสู่ระบบบำบัด (primary treatment) แล้วนำน้ำตัวอย่างมาผ่านการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ โดยการปล่อยน้ำผ่าน

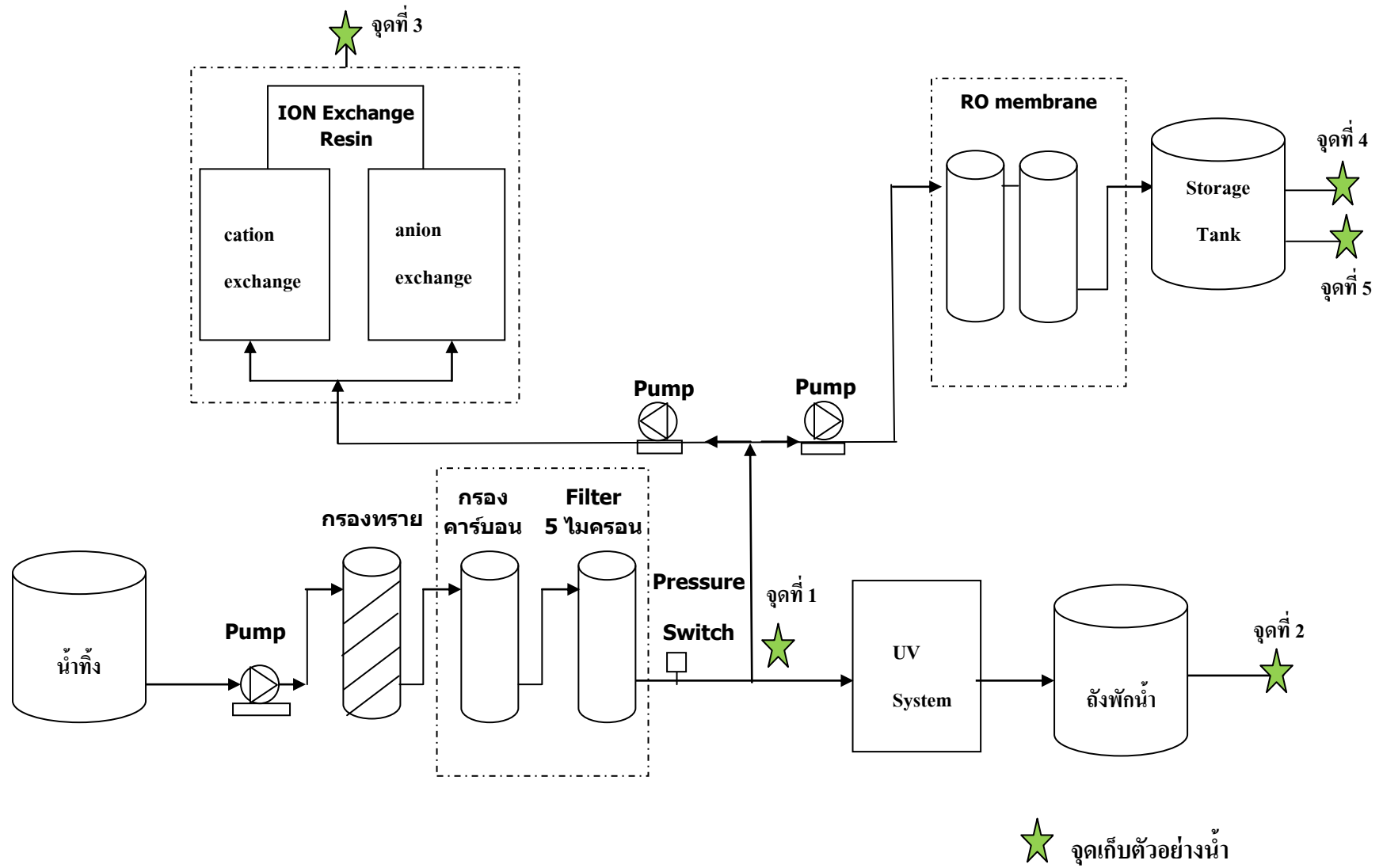
คอลัมน์ ด้วยอัตราการไหล 90 ลบ.ซม./นาทิจ และวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำที่ผ่านการบำบัด โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำตาม Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater ดังแสดงตารางที่ 3.1 เพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำจึงวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำ 3 ครั้ง หลังจากนั้น นำน้ำที่ผ่านระบบการบำบัดด้วยการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ โดยเลือกการทดลองครั้งที่น้ำตัวอย่างมีค่ามลสารปนเปื้อนสูงสุด มาผ่านระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต ที่ระดับความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และนำไปวิเคราะห์หา Coliform Bacteria, Total Plate Count และ *E.Coli* เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรค

- กระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ ร่วมกับกระบวนการกรองรีเวอร์สออสโมซิส เช่นเดียวกับระบบแรก นำน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าและชำแหละไก่มาผ่านการกรองทราย แล้วนำไปผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ มาผ่านกระบวนการกรองรีเวอร์สออสโมซิส จะใช้เยื่อกรอง (membrane) ที่มีความละเอียดถึง 0.0001 ไมครอน โดยเลือกน้ำที่ผ่านการกรองด้วยถ่านกัมมันต์ที่มีมลสารปนเปื้อนสูงสุด มากรองผ่านด้วยระบบรีเวอร์สออสโมซิส และทำการศึกษาพารามิเตอร์ต่างๆ เช่นเดียวกับการทดสอบที่ผ่านมา พารามิเตอร์ต่างๆ จะวิเคราะห์ตามวิธีการที่กำหนดใน Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater โดยทำการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง ค่าพารามิเตอร์ที่ศึกษาแสดงในตารางที่ 3.1

- กระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ ร่วมกับกระบวนการเรซินแลกเปลี่ยนไอออนแบบกรดแก่ เช่นเดียวกับการทดสอบที่ผ่านมา น้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าและชำแหละไก่จะผ่านการกรองในถังทราย แล้วนำไปผ่านกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ หลังจากนั้นเลือกตัวอย่างน้ำที่มีมลสารปนเปื้อนสูงสุด มาผ่านกระบวนการเรซินแลกเปลี่ยนไอออนแบบกรดแก่ ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่วิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3.1 และวิเคราะห์ตามวิธีที่กำหนดใน Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำ 3 ครั้ง

- กระบวนการดูดซับด้วยถังกรองทราย ร่วมกับกระบวนการกรองรีเวอร์สออสโมซิส น้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าและชำแหละไก่จะผ่านการกรองในถังทราย มาผ่านกระบวนการกรองรีเวอร์สออสโมซิส จะใช้เยื่อกรอง (membrane) ที่มีความละเอียดถึง 0.0001 ไมครอน โดยเลือกน้ำที่ผ่านการกรองด้วยถ่านกัมมันต์ที่มีมลสารปนเปื้อนสูงสุด มากรองผ่านด้วยระบบรีเวอร์สออสโมซิส และทำการศึกษาพารามิเตอร์ต่างๆ เช่นเดียวกับการทดสอบที่ผ่านมา พารามิเตอร์ต่างๆ จะวิเคราะห์ตามวิธีการที่กำหนดใน Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater โดยทำการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง ค่าพารามิเตอร์ที่ศึกษาแสดงในตารางที่ 3.1

การเก็บตัวอย่างน้ำในการทดสอบทั้ง 4 กระบวนการนี้ ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำดังแสดงในแผนผังรูปที่ 3.1 ในการทดสอบจะเก็บน้ำในจุดที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ค่าเริ่มต้นของกระบวนการบำบัดขั้นต้น ซึ่งประกอบด้วยการกรองทรายและการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ ในการทดสอบกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์และการฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต จะเก็บน้ำในจุดเก็บน้ำที่ 2 สำหรับกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ร่วมกับกระบวนการเรซินแลกเปลี่ยนไอออนแบบกรดแก่ จะเก็บน้ำตัวอย่างในจุดเก็บน้ำที่ 3 และกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ร่วมกับกระบวนการรีเวอร์สออสโมซิส จะเก็บน้ำตัวอย่างจากจุดเก็บน้ำที่ 4 และกระบวนการดูดซับด้วยการกรองทราย (โดยจะไม่ผ่านกระบวนการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์) ร่วมกับกระบวนการรีเวอร์สออสโมซิสจะเก็บน้ำตัวอย่างจากจุดเก็บน้ำที่ 5



รูปที่ 3.1 แผนผังการเก็บตัวอย่างน้ำ

ข้อมูลคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการต่างๆ จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำดื่ม มอก. 257-2549 เพื่อประเมินความเป็นไปได้เชิงเทคนิคของการหมุนเวียนน้ำในโรงงานฆ่าและชำแหละไก่ มาใช้ประโยชน์ในการฉีดล้างซากไก่

### 3.2 การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลอัตราการไหลเฉลี่ย และอัตราการไหลยอด จะนำมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าในแผ่นงาน {b} capacity และข้อมูลลักษณะสมบัติของน้ำเสียทั้ง 6 ครั้ง จะนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าไปในโปรแกรม WaTER ในแผ่นงาน {c} H2O Analysis ซึ่งจะป้อนเข้าเพื่อแสดงคุณภาพน้ำทั้งก่อนการบำบัด และข้อมูลลักษณะสมบัติของน้ำที่ผ่านการบำบัดจะนำมาประมวลผลในส่วนต่างๆ ของแผ่นงาน {f} RO and NF input, {g} RO and NF output และ {u} GAC เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยข้อมูลด้านเศรษฐกิจ เช่น ค่าแรงงาน ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้าง ค่าสำนักงาน จะนำเข้าไปในแผ่นงาน {d} cost index ส่วนค่าอุปกรณ์ในการบำบัด เช่น ท่อ เครื่องสูบน้ำ เครื่องจ่ายสารเคมี สารเคมี เยื่อกรอง ถ่านกัมมันต์ ดอกเบี้ยว ระยะเวลาตู้ และอื่น ๆ จะนำเข้าไปข้อมูลในแผ่นงาน {f} RO and NF input, {g} RO and NF output และ {u} GAC เพื่อประเมินงบลงทุน (capital investment cost) และ งบดำเนินการ (operating and maintenance cost) โดยจะแสดงรายละเอียดการป้อนข้อมูลของโปรแกรม WaTER ไว้ในภาคผนวก ข. และพร้อมกับเสนอแนวทางที่สามารถใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งของโรงงานฆ่าและชำแหละไก่ที่มีความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมจะคำนวณด้วยเครื่องมือรอยเท้าของผลิตภัณฑ์ ซึ่งการประเมินจะอยู่บนสมมติฐานของการลดปริมาณการใช้น้ำด้วยการหมุนเวียนน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดมาใช้ในการล้างทำความสะอาดซากไก่ โดยเทียบกับการดำเนินการที่ไม่มีหมุนเวียนน้ำมาใช้ประโยชน์