บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แผนการวิจัย

การวิจัยนี้กระทำที่ ชุมชนร่วมกันสร้าง ถ.ลาดพร้าว เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ ซึ่งมีน้ำเสียประมาณ 200 ลบ.ม./วัน จาก 176 หลังคาเรือนกรุงเทพฯ โดยพื้นที่ของชุมชนอยู่ต่ำกว่าระบบรวบรวมน้ำเสียรวมของทางกรุงเทพฯ ดำเนินการโดยใช้เครื่องกรองผสมชั้นตัวกลางหลายชนิด เพื่อศึกษาการบำบัดน้ำเสียชุมชน แบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

3.1.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของตัวกลาง

ตัวกลางเศษขวดพลาสติก เศษไม้ เศษคอนกรีต ถ่านเคลือบไคโตแซน เปลือกหอย และถ่านไม้ ที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว จะถูกนำไปวิเคราะห์หาลักษณะทางกายภาพที่สำคัญ คือ พื้นที่ผิว (Surface Area) ปริมาตรโพรง (Pore Volumn) ขนาดประสิทธิผล (Effective Size) และสัมประสิทธิ์ความคงตัว (Uniformity Coeffecient) โดยแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพของตัวกลาง

ลักษณะทางกายภาพ	เศษขวดพลาสติก	เศษไม้	เศษคอนกรีต	ถ่านเคลือบไคโตแซน	เปลือกหอย	ถ่านไม้
พื้นที่ผิว ($m.^2/g.$)	A	A	A	A	A	A
ปริมาตรโพรง (ml./g.)	A	A	A	A	A	A
ขนาดประสิทธิผล (mm.)	-	-	B	B	B	B

A. วิเคราะห์โดยเครื่อง Specific Surface Area Analyzer ด้วยวิธี BET (Brunauer Emmett-Teller)

B. วิเคราะห์ด้วยวิธีร่อนผ่านชุดตะแกรงมาตรฐาน โดยนำตัวกลางน้ำหนัก 100 กรัม ร่อนผ่านชุดตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4, 8, 16, 20, 30, 40, 50, 80, 100 และ 200 แล้ววัดน้ำหนักตัวกลางที่ค้างอยู่บนตะแกรง

3.1.2 ศึกษากระบวนการบำบัดน้ำเสีย

ใช้จำนวนชุดตัวอย่าง 3 ชุดการทดลอง ตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษาคือ อัตราภาระบรรทุกชลศาสตร์(แปรค่าในรูปของอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบ) ค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การแปรค่าภาระบรรทุกชลศาสตร์ โดยการควบคุมอัตราการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ถังกรองแบบผสมชั้นตัวกลางหลายชนิด

การทดลอง	อัตราการไหลน้ำเสีย ($ม.^3$/วัน)	ระยะเวลากักน้ำเสียเมื่อไม่คิดตัวกลาง (ชั่วโมง)	ระยะเวลากักน้ำเสีย (ชั่วโมง)	ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)
1	4.32	12.14	18.43	0.38
2	8.64	6.07	9.22	0.67
3	12.96	4.05	6.14	0.97

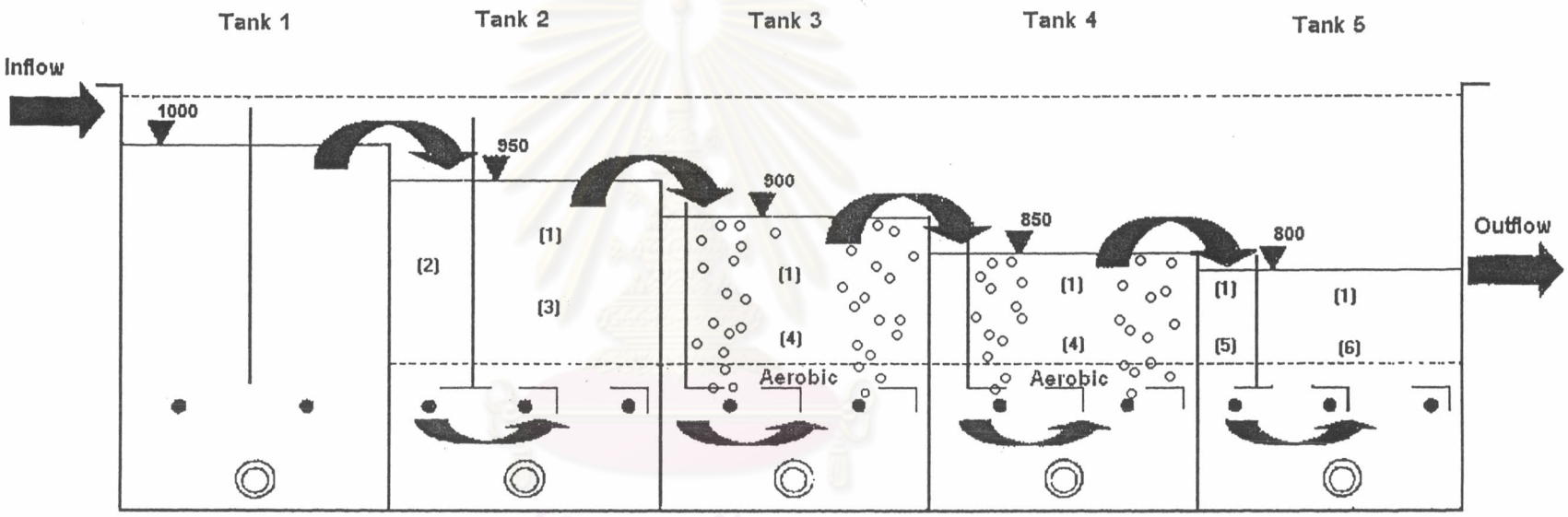
การศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1) การศึกษาประสิทธิภาพกำจัด บีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย ทีเคเอ็น แอมโมเนีย ไนเตรท และฟอสฟอรัส ที่อัตราไหลของน้ำเสียต่างกัน
2) วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของระบบ

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ถังกรองผสมชั้นตัวกลางหลายชนิด

ตัวถังกรองทำด้วยเหล็กหล่อ รูปทรงสี่เหลี่ยมกว้าง 1.0 เมตร ยาว 5.0 เมตร สูง 1.2 เมตร แบ่งออกเป็น 5 ถังย่อย โดยแต่ละถังจะประกอบด้วยแผ่นกั้น (Baffle) เพื่อจัดทิศทางน้ำ และระบบรองรับสารกรอง ด้านล่างต่อท่อจ่ายอากาศถังย่อยละ 2 โดยน้ำเสียจะไหลลง (Down Flow) ผ่านแผ่นกั้นแล้วไหลขึ้น (Up Flow) ล้นเข้าไปยังถังย่อยที่ 2 เป็นเช่นนี้จนถึงถังย่อยที่ 5 ซึ่งเป็นถังสุดท้าย น้ำจะไหลล้นลงบนรางรับน้ำซึ่งต่อกับท่อระบายน้ำทิ้งลงสู่ถังเก็บน้ำทิ้ง ด้านล่างของแต่ละถังย่อยจะมีท่อและวาล์วสำหรับระบายตะกอน ดังแสดงในรูปที่ 3.1 และภาพที่ 3.1



Schematic graph of intermediate media

(1) concrete rubbish (2) pierced small PET bottles (3) dried grass, leaves and dead trees
(4) chitosan-coated coconut charcoal (5) oyster shell (6) ordinary charcoal

รูปที่ 3.1 แสดงภาพตัดขวาง ถังกรองแบบขั้นตอนกลางแบบต่างๆ

ภาพที่ 3.1 ถังกรองผสมชั้นตัวกลางหลายชนิด บันทึกภาพจากสถานที่จริง

3.2.2 ถังพักน้ำเสีย

เป็นถังพลาสติกขนาด 90 ลิตร จำนวน 3 ถังต่อกัน เพื่อใช้ในการตกตะกอน และปรับแรงดันน้ำเสียก่อนเข้าสู่ถังกรองผสมชั้นตัวกลางหลายชนิด ดังภาพที่ ค 1.1 ในภาคผนวก ค

3.2.3 ถังเก็บน้ำเสีย

เป็นถังพลาสติกขนาด 90 ลิตร เพื่อใช้เก็บน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ภายในติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบจมน้ำ เพื่อสูบน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วลงท่อน้ำทิ้งสาธารณะต่อไป

3.2.4 เครื่องเติมอากาศ

ใช้ระบบเติมอากาศลงในชั้นกรองภายในถังกรองโดยตรง (Bubble Oxygenation) โดยเครื่องเติมอากาศยี่ห้อ HIBLOW model 200GJ-H ขนาด 220 watt อัตราการเติมอากาศ 200 ลิตร/นาที ซึ่งจะทำการเติมอากาศตลอดเวลาที่ถัง 3 และ 4 โดยควบคุมให้ค่าออกซิเจนละลายอยู่ในช่วงแอโรบิกประมาณ 2-3 มก./ล. และมีการติดตั้งท่อจ่ายอากาศไว้ทุกถังเผื่อไว้สำหรับล้างย้อน

I20880443

3.2.5 น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัย

น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัย เป็นน้ำเสียจริงที่เก็บจากบ่อพักน้ำเสียรวมของ ชุมชนร่วมกันสร้าง ถ.ลาดพร้าว เขตบางกะปิ โดยมีลักษณะต่างๆ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียชุมชน จากบ่อพักน้ำเสียรวม ชุมชนร่วมกันสร้าง เขตบางกะปิ

ตัวแปร	ผลการวิเคราะห์
พีเอช	7.18 - 7.52
อุณหภูมิ(°เซลเซียส)	27.2 - 32.2
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	24.0 - 51.5
ออกซิเจนละลายน้ำ (มก./ล.)	0.0 - 0.2
บีโอดี (มก./ล.)	87.50 - 129.75
ซีโอดี (มก./ล.)	144.40 - 219.41
แอมโมเนีย (มก./ล.)	12.69 - 32.85
ไนเตรท (มก./ล.)	0.44 - 2.25
ทีเคเอ็น (มก./ล.)	37.99 - 42.37
ออร์โธฟอสเฟต (มก./ล.)	0.68 - 0.99
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)	1.73 - 2.91

3.2.6 ตัวกลางภายในถังกรอง

ตัวกลางที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยวัสดุต่างๆ ดังนี้

1) เศษขวดพลาสติก
2) เศษไม้ เป็นเศษกิ่งไม้แห้งที่หาได้ทั่วไป
3) เศษคอนกรีต.
4) ถ่านเคลือบไคโตแซน ถ่านที่ใช้เป็น ถ่านกัมมันต์ ขนาดผ่านตะแกรง 4/8 นิ้ว พื้นที่ผิวประมาณ 1,500 ตร.ม./กรัม เคลือบไคโตแซน ระดับ deacetylation 85-95% ความเข้มข้น 2% ไคโตแซน ใน 1% กรดอะซิติก
5) เศษเปลือกหอย
6) ถ่านไม้

ภาพที่ 3.2 ถ่านเคลือบไคโตแซน ที่ใช้เป็นตัวกลาง

รายละเอียดการติดตั้งตัวกลาง แสดงไว้ดังรูปที่ 3.2 โดยมีการจัดวางตัวกลาง ดังนี้

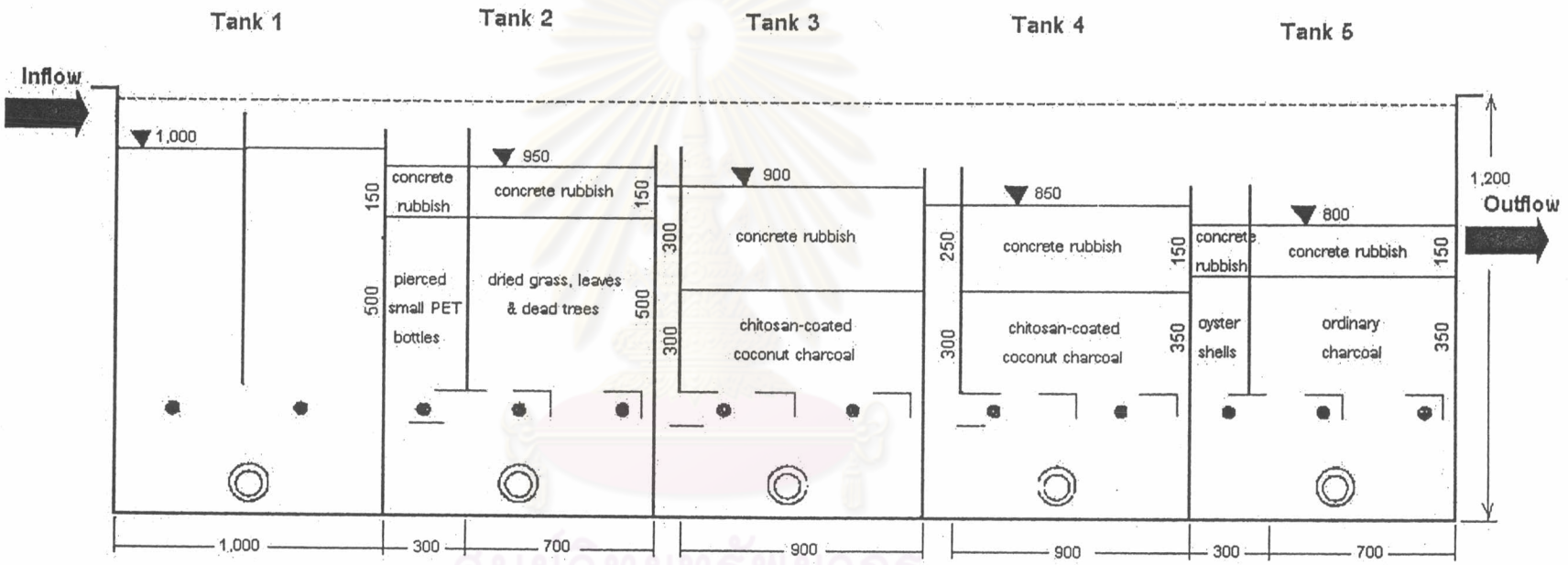
ถังกรองที่ 1 ไม่บรรจุตัวกลาง

ถังกรองที่ 2 ส่วนหน้า บรรจุตัวกลางเศษขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน สูง 0.50 ม.
ส่วนท้าย ตอนล่าง บรรจุตัวกลางเศษไม้ สูง 0.50 ม.
ส่วนท้าย ตอบบน บรรจุตัวกลางเศษคอนกรีต สูง 0.15 ม.

ถังกรองที่ 3 ส่วนหน้า ไม่บรรจุตัวกลาง
ส่วนท้าย ตอนล่าง บรรจุตัวกลางถ่านเคลือบไคโตแซน สูง 0.30 ม.
ส่วนท้าย ตอนบน บรรจุตัวกลางเศษคอนกรีต สูง 0.30 ม.

ถังกรองที่ 4 ส่วนหน้า ไม่บรรจุตัวกลาง
ส่วนท้าย ตอนล่าง บรรจุตัวกลางถ่านเคลือบไคโตแซน สูง 0.30 ม.
ส่วนท้าย ตอนบน บรรจุตัวกลางเศษคอนกรีต สูง 0.25 ม.

ถังกรองที่ 5 ส่วนหน้า ตอนล่าง บรรจุตัวกลางเปลือกหอย สูง 0.35 ม.
ส่วนหน้า ตอนบน บรรจุตัวกลางเศษคอนกรีต สูง 0.15 ม.
ส่วนท้าย ตอนล่าง บรรจุตัวกลางถ่านมะพร้าว สูง 0.35 ม.
ส่วนท้าย ตอนบน บรรจุตัวกลางเศษคอนกรีต สูง 0.15 ม.



รูปที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของระบบกรองชีวภาพแบบหยดทั้งตัวถัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์ หลังจากระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว โดยเก็บตัวอย่าง 6 ตำแหน่ง คือ ที่ถังพักน้ำก่อนเข้าสู่ระบบบำบัด(น้ำเข้า) และน้ำที่ออกจากแต่ละถังย่อยอีก 5 ถัง โดยกำหนดตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ คือ

- ที่จุดติดตั้งระบบ วัดค่า พีเอช ออกซิเจนละลายน้ำ และ อุณหภูมิ
- ที่จุดติดตั้งระบบ โดยเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ที่ห้องทดลอง วัดค่า บีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย ทีเคเอ็น แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสทั้งหมด

โดยกำหนดตำแหน่งการเก็บตัวอย่างและความถี่ในการวิเคราะห์ ของพารามิเตอร์ต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างและความถี่ในการวิเคราะห์ ของพารามิเตอร์ต่างๆ

พารามิเตอร์	ความถี่ในการวิเคราะห์ (ครั้ง/สัปดาห์)					
	น้ำเข้า	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 3	ถังที่ 4	น้ำออก
พีเอช	2	2	2	2	2	2
อุณหภูมิ	2	2	2	2	2	2
ออกซิเจนละลายน้ำ	2	2	2	2	2	2
ความเป็นด่าง	2	2	2	2	2	2
ของแข็งแขวนลอย	2	2	2	2	2	2
บีโอดี	2 W/S	2 W/S	2 W/S	2 W/S	2 W/S	2 W/S
ซีโอดี	2	2	2	2	2	2
ไนเตรท-ไนโตรเจน	2	2	2	2	2	2
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	2	2	2	2	2	2
ทีเคเอ็น	2	2	2	2	2	2
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	2	2	2	2	2	2

หมายเหตุ : 2 W/S = วิเคราะห์ 2 สัปดาห์ต่อครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 วิธีการวิเคราะห์

วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของตัวอย่างน้ำ จะใช้ตามวิธีวิเคราะห์จากหนังสือ คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย และหนังสือ Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, 1999

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในการทดลอง มีตัวแปรที่ต้องวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงวิธีวิเคราะพารามิเตอร์ต่างๆ ของตัวอย่างน้ำเสีย

ตัวแปรที่วิเคราะห์	วิธีวิเคราะห์
1. พีเอช	1. Electrometric Method
2. อุณหภูมิ	2. Thermometer
3. ค่าออกซิเจนละลายน้ำ	3. Membrane Electrode Method
4. ของแข็งแขวนลอย	4. Gravimetric Method (Total Residue dried at 103-105 °C.)
5. บีโอดี	5. 5-day BOD Test
6. ซีโอดี	6. Close Reflux, Titrimetric Method
7. ไนเตรต-ไนโตรเจน	7. Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method
8. แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	8. Titrimetric Method
9. ทีเคเอ็น	9. Macro-Kjeldahl Method
10. ฟอสเฟตทั้งหมด	10. Vanadomolybdophosphoric Acid Colorimetric Method

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย