

การบำบัดน้ำเสียจากนิคมอุตสาหกรรมโดยาใช้ระบบบ่อเติมอากาศ

แบบผสมอย่างสมบูรณ์ต่อแบบอนุกรม

นายมณฑล สุดประเสริฐ



ศูนย์วิทยพัทยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

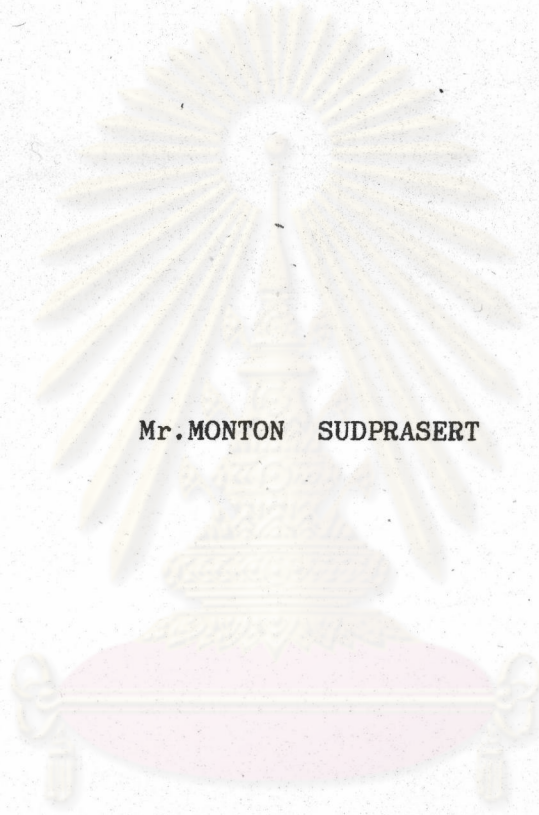
ISBN 974-581-711-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018503



INDUSTRIAL ESTATE WASTEWATER TREATMENT USING  
COMPLETELY MIXED AERATED LAGOONS IN SERIES



Mr. MONTON SUDPRASERT

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering

Department of Environmental Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-711-2





มณฑล สุคประเสริฐ : การบำบัดน้ำเสียจากนิคมอุตสาหกรรมโดยใช้ระบบบ่อเติมอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์ต่อแบบอนุกรม (INDUSTRIAL ESTATE WASTEWATER TREATMENT USING COMPLETELY MIXED AERATED LAGOONS IN SERIES) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ธีระ เกรอต, 116 หน้า. ISBN 974-581-711-2



การบำบัดน้ำเสียจากนิคมอุตสาหกรรม ด้วยระบบบ่อเติมอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์ ทำโดยใช้แบบทดลองในห้องปฏิบัติการที่มีระยะเวลาพักน้ำ 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน จากการทดลองพบว่าพารามิเตอร์จลนพลศาสตร์ มีค่า  $K_s = 135.70$  มก./ล.,  $\mu_m = 0.059$  ชม.<sup>-1</sup>  $Y_g = 0.7692$  และ  $b = 0.0023$  ชม.<sup>-1</sup> การนำพารามิเตอร์จลนพลศาสตร์ไปทำนายผลการทำงานของระบบบ่อเติมอากาศแบบอนุกรม 3 บ่อ ที่มีระยะเวลาพักน้ำ 5.4, 1.8 และ 1.8 วัน เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองบำบัดน้ำเสียจริง พบว่าปริมาณซีโอติกรองในกระแสออกจากการทดลองมีค่าสูงกว่าผลจากการทำนายโดยมีค่าแตกต่างกัน 13.08, 34.94 และ 13.56% ในบ่อเติมอากาศใบที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยจากการทดลองมีค่าต่ำกว่าผลจากการทำนาย โดยมีค่าแตกต่างกัน 5.76, 12.50 และ 10.52% ในบ่อที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ การเปรียบเทียบการทำงานของบ่อเติมอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์แบบอนุกรม 3 บ่อ กับบ่อเติมอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์แบบเดี่ยว ที่มีระยะเวลาพักน้ำ 9 วันเท่ากัน พบว่า การทำงานของบ่อเติมอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์แบบอนุกรม 3 บ่อ มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอติกรองสูงกว่าเล็กน้อย ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอติกรองของอนุกรมบ่อและบ่อเดี่ยวมีค่าเท่ากับ 96.27% และ 94.11% ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมสุขาภิบาล  
ปีการศึกษา ..... 2534

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....



## C016705 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEY WORD : COMPLETELY MIXED AERATED LAGOONS/KINETICS PARAMETERS

MONTON SUDPRASERT : INDUSTRIAL ESTATE WASTEWATER

TREATMENT USING COMPLETELY MIXED AERATED LAGOONS IN

SERIES. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. THEERA KAROT, Ph.D. 116 PP.

ISBN 974-581-711-2

Treatment of industrial estate wastewater by completely mixed aerated lagoons was performed by using lab-scale models which had detention time of 3, 5, 7, 9 and 11 days. It was found that kinetics parameters  $K_s = 135.70 \text{ mg/l}$ ,  $\mu_m = 0.059 \text{ hr}^{-1}$ ,  $Y_g = 0.7692$  and  $b = 0.0023 \text{ hr}^{-1}$ . These parameters, subsequently, were used to evaluate the performance of 3 completely mixed aerated lagoons in series which had detention time of 5.4, 1.8 and 1.8 days in comparison to the experimental results. It was found that the experimental total suspended solids were lower than calculated values and the difference were 5.76, 12.50 and 10.52%, respectively. The experimental effluent filtrated COD were higher than calculated values and the difference were 13.08, 34.94 and 13.56%, respectively. Comparison of 3 completely mixed aerated lagoons in series with a single CMAL which had the same detention time of 9 days found that the filtrated COD removal efficiency of the lagoons in series were slightly higher. The efficiency of lagoons in series and a single lagoon were 96.27% and 94.11% respectively.

ภาควิชา ..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม .....  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมสุขาภิบาล .....  
ปีการศึกษา ..... 2534 .....

ลายมือชื่อนิติ .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....



## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงที่ท่านได้กรุณาอบรม สั่งสอน ให้ความแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไข วิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จ ลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านและคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรม สิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และเพื่อนทุกท่านที่ ให้กำลังใจและความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

คุณความดีหรือประโยชน์ทั้งหลายของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแต่บิดามารดา ซึ่งเป็นผู้มีพระคุณสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญเรื่อง.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ญ

บทที่

1. บทนำ.....	1
1.1 คำนำ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2. แนวเหตุผล ทฤษฎีที่สำคัญ หรือสมมุติฐาน.....	5
2.1 หลักการทํานานทั่วไปของระบบบ่อ เต็มอากาศ.....	5
2.2 จลนพลศาสตร์ของระบบบ่อ เต็มอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์.....	8
2.3 องค์ประกอบที่มีผลต่อการทํานานของระบบบ่อ เต็มอากาศ.....	37
2.4 การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลองระบบบ่อ เต็มอากาศที่ผ่านมา.....	43
3. แผนการวิจัย.....	45
3.1 แผนการวิจัย.....	45
3.2 การดำเนินการวิจัย.....	46
4. ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล.....	52
4.1 พารามิเตอร์จลนพลศาสตร์.....	52



## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.2 การเปรียบเทียบผลการทํางานของระบบบ่อเดิมอากาศ แบบอนุกรมในการบำบัดน้ำเสียจริง กับผลที่ได้จากการ ทำนายด้วยพารามิเตอร์จลนพลศาสตร์.....	69
4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบบ่อเดิมอากาศ แบบอนุกรมกับระบบบ่อเดิมอากาศแบบเดี่ยวที่มีระยะ- เวลากักน้ำเท่ากัน.....	82
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	85
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	85
5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	86
เอกสารอ้างอิง.....	87
ภาคผนวก ก. ....	92
ภาคผนวก ข. ....	105
ประวัติผู้เขียน .....	116

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ผลของการเติมสารอาหารที่มีต่ออัตราการกำจัดสารอินทรีย์ในระบบบ่อเติมอากาศ.....	40
2.2	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิจากสมการ.....	41
3.1	ตัวแปรตามที่จะวิเคราะห์และความถี่ในการวิเคราะห์.....	51
4.1	สรุปข้อมูลเฉลี่ยในช่วงสภาวะคงที่ในบ่อเติมอากาศที่ระยะเวลาต่างกันต่างๆ..	62
4.2	แสดงการหาอัตราการกำจัดสารอาหารจำเพาะ ( $q'$ ).....	65

ศูนย์วิทยพัชร์พยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงชนิดของบ่อเติมอากาศ.....	7
2.2	ความสัมพันธ์ระหว่าง $\mu$ กับ S ที่ได้จากการทดลองของ Monod.....	10
2.3	ลักษณะทั่วไปของ CSTR แบบเดี่ยว.....	12
2.4	การหาค่า $C_i$ (a) เมื่อช่วงความเข้มข้นของสารอาหารกว้าง (b) เมื่อความเข้มข้นของสารอาหารต่ำ.....	28
2.5	แสดงการหาค่า $Y_g$ และ b.....	30
2.6	แสดงการหาค่า $\alpha$ .....	31
2.7	การเขียนเส้นแบบเฮนส์ (Hanes) สำหรับการหาค่า $\mu_m$ และ $K_S$ .....	31
2.8	การเขียนเส้นแบบฮอฟสตี (Hofstee) สำหรับการหาค่า $\mu_m$ และ $K_S$ .....	32
3.1	แสดง Flow Diagram ของบ่อเติมอากาศแบบเดี่ยวที่ใช้ทดลองในการทดลองชุดที่ 1.....	47
3.2	แสดง Flow Diagram ของบ่อเติมอากาศแบบอนุกรมที่ใช้ทดลองในการทดลองชุดที่ 2.....	48
3.3	แสดง Flow Diagram ของบ่อเติมอากาศแบบเดี่ยวที่ใช้ทดลองในการทดลองชุดที่ 3.....	49
4.1	แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับพีเอชในน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบและระดับพีเอชในบ่อเติมอากาศแต่ละใบในช่วงสภาวะคงที่ ในการทดลองชุดที่ 1.....	54
4.2	แสดงการเปรียบเทียบค่าพีเอชเฉลี่ยในบ่อเติมอากาศแต่ละใบในช่วงสภาวะคงที่.....	55
4.3	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบและในบ่อเติมอากาศแต่ละใบในช่วงสภาวะคงที่ ในการทดลองชุดที่ 1.....	56



## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยในบ่อ เดิมอากาศแต่ละใบ ในช่วงสภาวะคงที่..... 57
4.5	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณชีโอดีทั้งหมดของน้ำเสียที่บ่อนเข้าสู่ระบบและ ในบ่อ เดิมอากาศแต่ละใบในช่วงสภาวะคงที่ ในการทดลองชุดที่ 1..... 59
4.6	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณชีโอดีกรองของน้ำเสียที่บ่อนเข้าสู่ระบบและ ในบ่อ เดิมอากาศแต่ละใบในช่วงสภาวะคงที่ ในการทดลองชุดที่ 1..... 60
4.7	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณชีโอดีทั้งหมดเฉลี่ยในช่วงสภาวะคงที่ ของบ่อ เดิมอากาศแต่ละใบ..... 61
4.8	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณชีโอดีกรองเฉลี่ยในช่วงสภาวะคงที่ ของบ่อ เดิมอากาศแต่ละใบ..... 61
4.9	แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดชีโอดีของบ่อ เดิมอากาศแต่ละใบ 61
4.10	แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกอนแขวนลอยในการทดลองหาค่า $f$ ของน้ำเสียที่ใช้ทำการทดลอง..... 64
4.11	แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณชีโอดีทั้งหมดในการทดลองหาค่า $f'$ ของน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง..... 64
4.12	แสดงการหาค่า $C_1$ ที่ได้จากการทดลอง..... 66
4.13	แสดงการหาค่า $Y_g$ และ $b$ ที่ได้จากการทดลอง..... 67
4.14	แสดงการหาค่า $K_S$ และ $\mu_m$ ที่ได้จากการทดลอง..... 68
4.15	แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับพีเอชในช่วงสภาวะคงที่ของน้ำเสียที่บ่อนเข้าสู่ ระบบและในบ่อ เดิมอากาศแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2..... 70



## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.16	แสดงการเปรียบเทียบค่าพีเอชเฉลี่ยในช่วงสภาวะคงที่ของน้ำ ในบ่อเติมอากาศอนุกรมแต่ละใบ.....	71
4.17	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงสภาวะคงที่ของน้ำเสีย ที่บ่อน้ำเข้าสู่ระบบและในบ่อเติมอากาศแต่ละใบในการทดลองชุดที่ 2.....	72
4.18	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยในช่วงสภาวะคงที่ ในบ่อเติมอากาศแบบอนุกรมแต่ละใบ.....	73
4.19	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณซีโอดีทั้งหมดในช่วงสภาวะคงที่ของน้ำเสียที่บ่อน เข้าสู่ระบบและในบ่อเติมอากาศแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2.....	75
4.20	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณซีโอดีกรองในช่วงสภาวะคงที่ของน้ำเสียที่บ่อน เข้าสู่ระบบและในบ่อเติมอากาศแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2.....	76
4.21	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณซีโอดีทั้งหมดเฉลี่ยในช่วงสภาวะคงที่ ในบ่อเติมอากาศแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2.....	77
4.22	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณซีโอดีกรองเฉลี่ยในช่วงสภาวะคงที่ ในบ่อเติมอากาศแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2.....	77
4.23	แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของบ่อเติมอากาศแต่ละใบ	77
4.24	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณซีโอดีกรองที่เหลืออยู่ในบ่อเติมอากาศจากการ ทดลองและจากการทำนายด้วยพารามิเตอร์จลนพลศาสตร์.....	79
4.25	แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจากการทดลองและ จากการทำนายด้วยพารามิเตอร์จลนพลศาสตร์ในบ่อเติมอากาศแต่ละใบ....	79
4.26	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยในบ่อเติมอากาศจากการ ทดลองและจากการทำนายด้วยพารามิเตอร์จลนพลศาสตร์.....	81



สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.27	แสดงข้อมูลที่สภาวะคงที่ของบ่อเติมอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์แบบเดี่ยว ที่มีระยะ เวลาพักน้ำ 9 วัน ในการทดลองชุดที่ 3.....	83



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย