บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 การควบคุมระดับ SRT

SRT เป็นตัวแปรที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบเอเอสได้ดีที่สุด การควบคุม SRT ในการทดลองครั้งนี้ ทำโดยควบคุมอัตราการระบายตะกอนทิ้งออกจากถังเติมอากาศในแต่ละวัน ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก สมการดังนี้

θ_c หรือ SRT หรือเวลากักตะกอน = $\frac{\text{ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังเติมอากาศ}}{\text{อัตราระบายสลัดจ์ทิ้ง/วัน}}$ ---(4.1)

$$\theta_c = \frac{VX}{F_w X + (F-F_w)X_e}$$

หรือ

$$F_w = \frac{(VX - FX_e)}{\theta_c} \frac{1}{(X-X_e)} \qquad ---(4.2)$$

โดยที่ θ_c = เวลากักตะกอนจุลินทรีย์ หรือ SRT, วัน

V = ปริมาตรของน้ำในถังเติมอากาศ (ในที่นี้คือ 10 ลิตร)

X = ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศหรือ MLSS, มก./ล.

X_e = ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำทิ้ง, มก./ล.

F = อัตราการไหลของน้ำเข้าสู่ถังเติมอากาศ (ในที่นี้คือ 60 ลิตร/วัน)

F_w = อัตราการระบายตะกอนทิ้ง, ลิตร/วัน

ในกรณีที่ X_e มีความเข้มข้นต่ำมากเมื่อเทียบกับ X จะได้ว่า

$$\theta_c = \frac{VX}{F_w X} \qquad ---(4.3)$$

$$F_w = \frac{V}{\theta_c} \qquad ---(4.4)$$

ในตอนแรกผู้ทดลองได้ควบคุมระดับ SRT โดยใช้สมการที่ (4.4) เพื่อคำนวณหา F_w หรืออัตราการการระบายตะกอนทิ้งซึ่งมีค่าเท่ากันทุกวันสำหรับแต่ละการทดลอง ซึ่งค่า F_w ที่คำนวณได้คือ 0.40, 0.67, 1.43 และ 5 ลิตร/วัน สำหรับ SRT 25, 15, 7 และ 2 วัน ตามลำดับ ต่อมาเมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผู้ทดลองพบว่า ถ้านำ X_e มาพิจารณาด้วยระดับ SRT ที่เกิดขึ้นมีค่าต่ำกว่าที่ต้องการควบคุมมาก ทั้งนี้เนื่องจากว่าน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองมีความสกปรกหรือความเข้มข้นของ COD ต่ำ เป็นผลให้ตะกอนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในถังเติมอากาศมีความเข้มข้นต่ำด้วย ส่วนปริมาณตะกอนที่ต้องระบายทิ้งจากสมการที่ 4.1 จะเห็นว่าประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ตะกอนที่ระบายทิ้งโดยจงใจ และตะกอนที่ปะปนออกไปกับน้ำทิ้ง ในกรณีที่ X หรือ MLSS มีความเข้มข้นต่ำ การนำปริมาณตะกอนที่ปะปนออกไปกับน้ำทิ้งมาพิจารณาประกอบในการคำนวณหรือการตัดทิ้งจะได้ระดับของ SRT ที่แตกต่างกัน จากข้อมูลจะเห็นได้ว่ามีหลายครั้งที่ตะกอนที่ออกไปกับน้ำทิ้งมีปริมาณสูงกว่าตะกอนที่ต้องระบายทิ้งจริง ทำให้ SRTมีระดับต่ำกว่าที่ต้องการควบคุมเป็นอันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทดลองที่มีระดับ SRT สูง ซึ่งมีการระบายตะกอนทิ้งน้อย นอกจากความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งหรือ Xe จะเป็นผลให้ระดับSRTต่ำกว่าความเป็นจริงแล้วยังทำให้ SRT มีค่าไม่คงที่ด้วย ทั้งนี้เพราะในแต่ละวันมีความเข้มข้นไม่เท่ากัน การคำนวณหาระดับ SRT และ Fw ในการทดลองด้วยแบบจำลองขนาดเล็กเช่นนี้ ควรถือว่าปริมาณตะกอนที่นำไปใช้วิเคราะห์หาระดับ MLSS เป็นส่วนหนึ่งของตะกอนทิ้งด้วย ดังแสดงตามสมการที่ (4.5)

$$\theta_c = \frac{VX}{F_w X + (F - F_w - F_w')X_e} \qquad ---(4.5)$$

โดยที่ F_w คือปริมาณน้ำตะกอนที่นำไปวิเคราะห์หา MLSS ซึ่งในการทดลองนี้ใช้น้ำตะกอนวันละ 0.10 หรือ 0.05 ลิตร แล้วแต่ความเหมาะสม ผลการควบคุมการทำงานของระบบสำหรับแต่ละการทดลองสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.1.1 SRT 25 วัน

ได้ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 20 ก.ย.35 ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลาทั้งสิ้น 162 วัน การทดลองแบ่งได้เป็น 2 ครั้ง โดยมีการควบคุมระดับ SRT ที่แตกต่างกัน

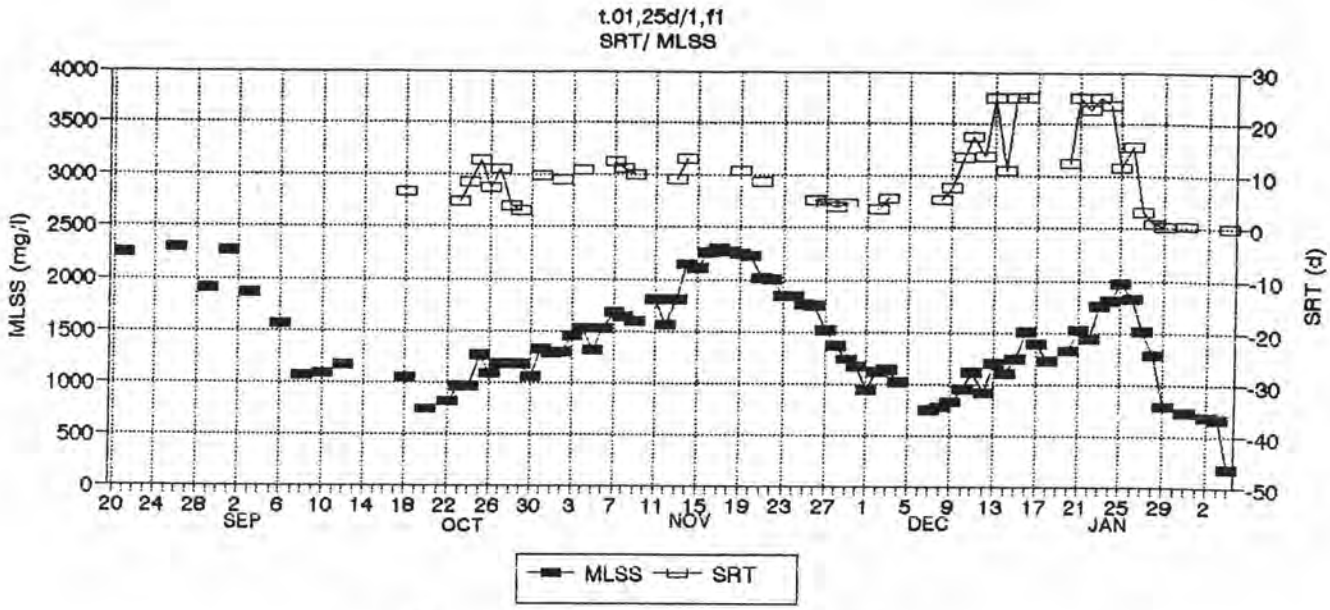
4.1.1.1 การทดลองครั้งที่ 1

ทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 20 ก.ย.35 ถึง 4 ม.ค.36 เป็นเวลา 107 วัน หรือ 4.3 เท่าของ SRT ได้ทำการทดลองเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์แบบต่อเนื่องจนกระทั่งถึงจุดที่ระบบล้มเหลวไม่สามารถทำงานได้ โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่ได้เลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch มาก่อน ผลการทดลองแสดงไว้ที่ภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4

- <u>ตั้งแต่วันที่ 20 ก.ย.35 ถึง 8 ธ.ค.35</u> ในระหว่างนี้มีการระบายตะกอนทิ้งเท่ากันทุกวันๆ ละ 0.40 ลิตร ซึ่งเป็นการควบคุม SRT โดยไม่คำนึงถึง X_w เมื่อคำนวณหา SRT ที่แท้จริงจะเห็นว่ามีค่าต่ำกว่าที่ต้องการมาก และมีค่าที่ไม่คงที่ คือมีค่าระหว่าง 3.3 ถึง 13.1 วัน หรือคิดเป็น 13 % ถึง 52 % ของ SRT 25 วันตามลำดับ ในระหว่างนี้ได้มีการวัด MLSS เกือบทุกวัน ส่วน X_w ได้วัดเพียงบางวัน จึงได้เส้นกราฟของ X_w และ SRT ที่ไม่ต่อเนื่อง

- <u>ตั้งแต่วันที่ 20 ก.ย.35 ถึง 17 ต.ค.35</u> เป็นเวลา 28 วัน ได้ควบคุม SRT โดยระบายตะกอนทิ้งทุกวันๆ ละ 0.40 ลิตร โดยที่ยังมิได้มีการวัด X_w และ SRT จะเห็นว่าการเริ่มเลี้ยงตะกอนที่มีระดับ MLSS สูงมากคือมีค่าสูงสุดถึง 3,960 มก./ล. ซึ่งสูงกว่าระดับ MLSS ของระบบ จึงเป็นผลให้ MLSS ของระบบมีแนวโน้มที่ปรับตัวลดลง

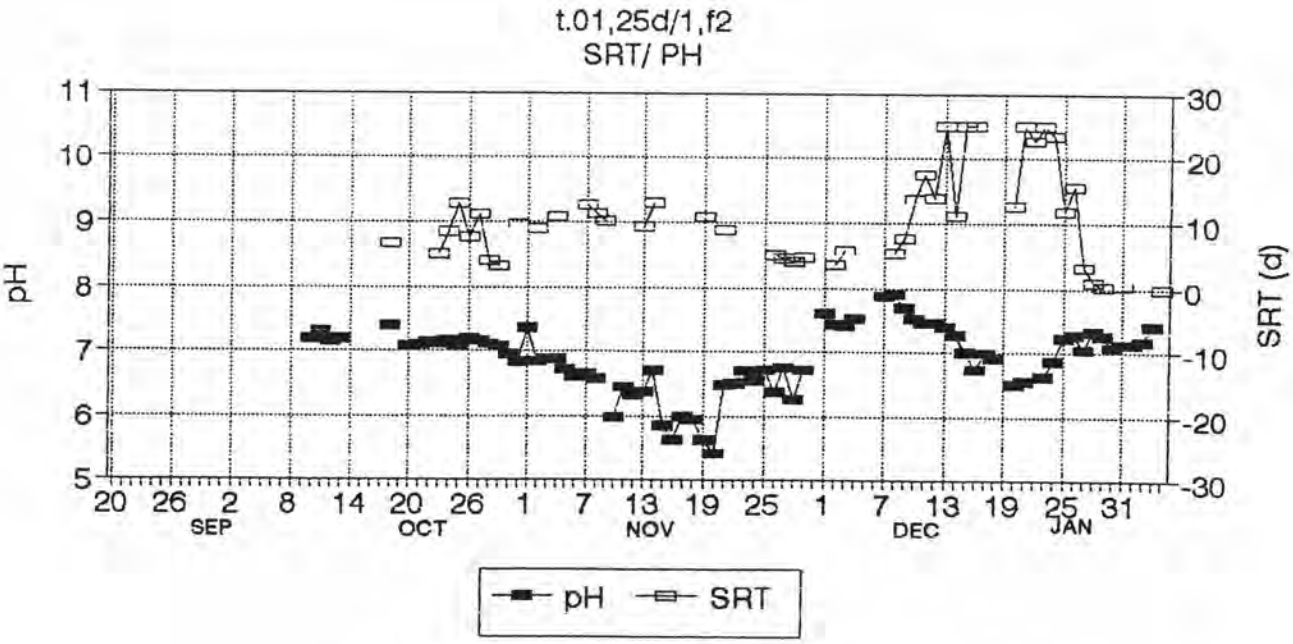
- <u>ระหว่างวันที่ 17 ถึง 31 ต.ค.35</u> เป็นเวลา 14 วัน พบว่าน้ำทิ้งขุ่นมี X_w สูงและมีระดับเปลี่ยนแปลงขึ้นลงมาก โดยค่าระหว่าง 6.0 ถึง 49.6 มก./ล. ทำให้ระดับ SRT ต่ำ โดยมีค่าที่เปลี่ยนแปลงระหว่าง 3.3 ถึง 12.8 วัน แต่อย่างไรก็ดี MLSS มีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยตามความเข้มข้นของ COD ของน้ำเสียซึ่งมีค่าสูง



ภาพที่ 4.1 กราฟระหว่าง SRT กับ MLSS

ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1

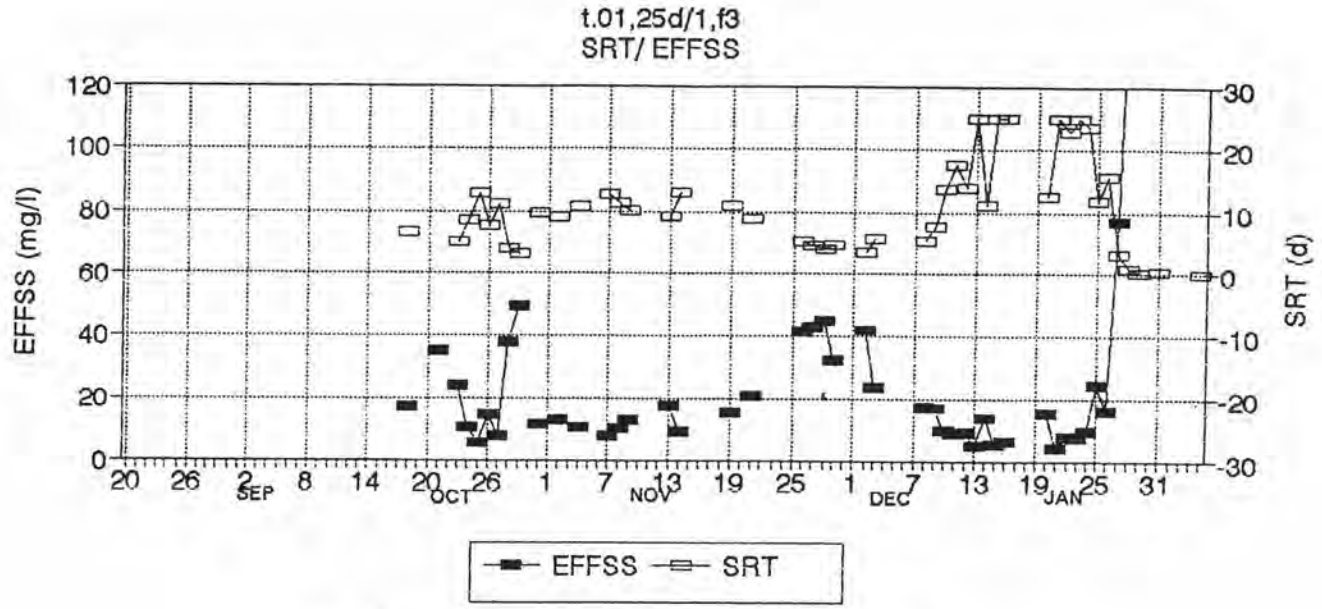
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



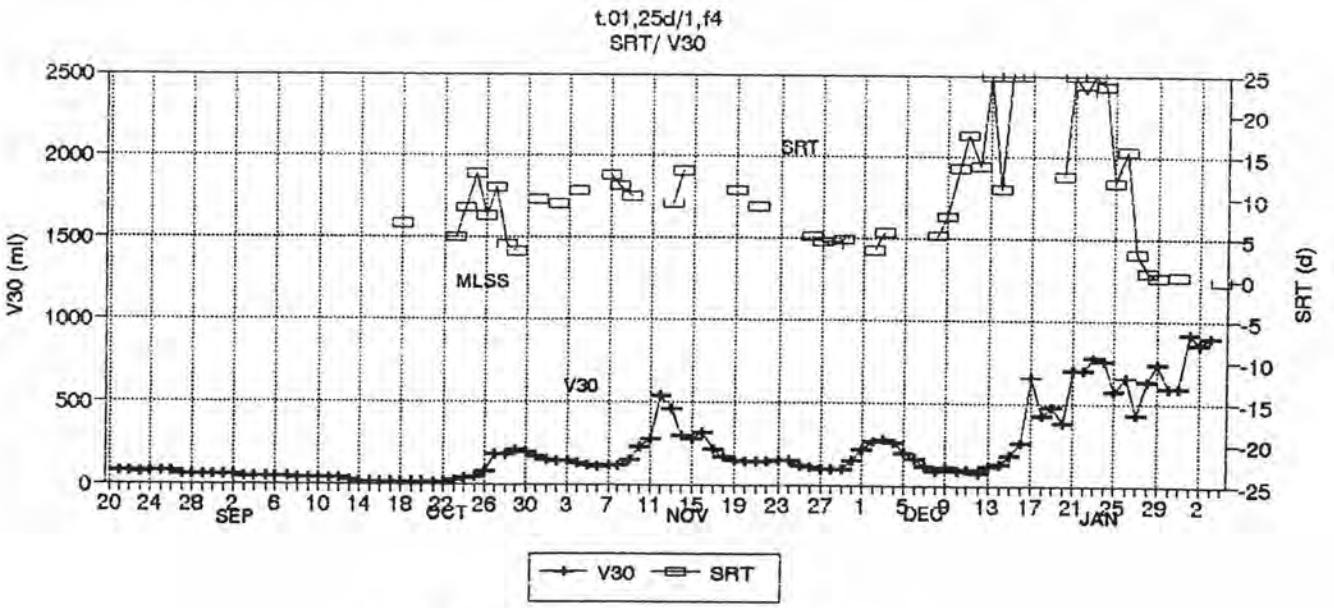
ภาพที่ 4.2 กราฟระหว่าง SRT กับ pH

ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1

(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



ภาพที่ 4.3 กราฟระหว่าง SRT กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



ภาพที่ 4.4 กราฟระหว่าง SRT กับ V_{30}
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)

- ระหว่างวันที่ 31 ต.ค. ถึง 14 พ.ย.35 เป็นเวลา 15 วัน เป็นช่วงที่ระบบทำงานได้ดี และได้น้ำทิ้งใสมี X_e ค่อนข้างต่ำคือ มีค่าระหว่าง 8.0 ถึง 17.5 มก./ล. จึงเป็นผลให้ SRT มีค่าค่อนข้างสูงคือ มีค่าระหว่าง 9.1 ถึง 13.1 วัน และมีผลทำให้ MLSS ในช่วงนี้ปรับตัวสูงขึ้น ในขณะเดียวกันพบว่า pH ในถังเติมอากาศมีค่าลดลงต่ำกว่า 7

- ระหว่างวันที่ 14 พ.ย. ถึง 2 ธ.ค.35 เป็นเวลา 18 วัน ในระหว่างนี้ SRT มีค่าลดลง เนื่องจาก pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน จึงทำให้น้ำทิ้งขุ่นมี X_e สูงขึ้นจาก 9.5 เป็น 45 มก./ล. จึงทำให้ SRT ลดลงจาก 13.1 เป็น 3.6 วัน และทำให้ MLSS ลดลงจาก 2,299 เป็น 964 มก./ล.

- ระหว่างวันที่ 2 ธ.ค. ถึง 8 ธ.ค.35 เป็นเวลา 6 วัน พบว่าเมื่อ MLSS ลดต่ำลง pH จึงได้ปรับตัวเพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีค่าสูงกว่า 7 และทำให้ X_e ค่อยๆ ลดลงจาก 42.0 เป็น 17.3 มก./ล. แต่อย่างไรก็ตาม SRT ก็ได้ปรับตัวเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เนื่องจาก MLSS ยังอยู่ในระดับต่ำ

- ตั้งแต่วันที่ 9 ธ.ค.35 ถึง 4 ม.ค.36 ผู้ทดลองได้ปรับปรุงการควบคุม SRT โดยได้พิจารณาถึงผลของ X_e ด้วย จึงได้มีการวิเคราะห์หา MLSS และ X_e ทุกวัน เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณตะกอนที่ต้องระบายทิ้งหรือ F_w ที่ควบคุมให้ SRT มีค่า 25 วัน

- ตั้งแต่วันที่ 9 ถึง 16 ธ.ค.35 เป็นเวลา 8 วันพบว่าระดับ SRT เพิ่มสูงขึ้นเป็น 25 วัน เนื่องจาก X_e มีแนวโน้มลดลงจาก 17.3 เป็น 5.6 มก./ล. โดยในตอนแรกปริมาณตะกอนในน้ำทิ้งมีค่าสูงกว่าปริมาณตะกอนที่ต้องระบายทิ้ง จึงทำให้ SRT มีค่าต่ำกว่า 25 วัน และไม่ต้องระบายตะกอนทิ้ง ต่อมาเมื่อน้ำทิ้งใสขึ้นพบว่า SRT ได้ปรับตัวสูงขึ้นจนถึง 25 วัน และมีการระบายตะกอนทิ้ง 0.04 ลิตร (หลังจากหักน้ำตะกอนที่นำไปวัด MLSS 0.10 ลิตรแล้ว) ส่วน MLSS พบว่าได้ปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นตาม SRT

- ระหว่างวันที่ 16 ถึง 21 ม.ค.35 เป็นเวลา 5 วัน พบว่า SRT ปรับตัวลดลงจาก 25 เป็น 12.6 วัน เพราะเริ่มเกิดโรคจมตัวไม่ของตะกอนหรือ Bulking โดยพบว่า V_{30} และ SVI มีค่าสูงขึ้นเป็น 700 มล. และ 456 ตามลำดับ และทำให้ X_e มีค่าสูงขึ้นเป็น 15.4 มก./ล. แต่ทั้งนี้ในระหว่างวันที่ 18 ถึง 27 ธ.ค.35 ผู้ทดลอง

ได้แยกตะกอนออกจากน้ำทิ้งแล้วนำมาใส่เข้าไปในถังเติมอากาศเพื่อเพิ่มระดับ MLSS ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องเพราะทำให้ MLSS มีค่าสูงเกินความจริง เนื่องจากตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำทิ้งไม่มีส่วนเกี่ยวข้องในการกำจัดความสกปรกและเกิดการเจริญเติบโต และอีกทั้งทำให้ X_r ต่ำกว่าที่เป็นจริง ดังนั้น SRT ที่แท้จริงควรจะต่ำกว่าที่คำนวณได้ ในช่วงนี้พบว่ามีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งมาก จึงไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง

- <u>ระหว่างวันที่ 21 ถึง 26 ม.ค.35</u> เป็นเวลา 5 วันพบว่าระดับ SRT มีค่าสูงคือระหว่าง 11.9 ถึง 23.6 มก./ล. แต่อย่างไรก็ตามระดับ SRT มีค่าสูงกว่าความเป็นจริง เนื่องจากการตกตะกอนน้ำทิ้งและนำมาใส่ในถังเติมอากาศ

- <u>ระหว่างวันที่ 26 ธ.ค.35 ถึง 4 ม.ค.36</u> เป็นเวลา 9 วัน พบว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรงวัด V_{30} ได้ถึง 920 มล. และ SVI วัดได้ 1,130 และมีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งเป็นจำนวนมาก จนทำให้ MLSS ลดลงจาก 1,972 เหลือเพียง 197 มก./ล. ซึ่งต่ำมาก จากการดูด้วยกล้องจุลทรรศน์พบแบคทีเรียชนิดเส้นใยจำนวนมาก ผู้ทดลองจึงได้ยุติการทดลองนี้

จากการทดลองควบคุมระดับ SRT 25 วันครั้งที่ 1 ในตอนแรกซึ่งมีการระบายตะกอนทิ้ง 0.40 ลิตร/วัน พบว่าส่วนมาก SRT ต่ำกว่า 10 วัน โดยมี SRT ต่ำสุด 3.3 วัน ซึ่งเกิดขึ้นในขณะที่ระบบมี X_r สูงแต่มี MLSS ต่ำ ส่วน SRT สูงสุด 13.3 วัน เกิดขึ้นในขณะที่มี X_r ต่ำแต่ MLSS สูง จะเห็นได้ว่าระดับ SRT มีค่าต่ำกว่าที่ต้องการคือ 25 วันเป็นอันมาก ต่อมาในระหว่างที่ควบคุม SRT โดยคำนึงถึงตะกอนในน้ำทิ้งปรากฏว่ามีระดับ SRT 25 วันได้เพียง 5 ครั้ง นอกจากนั้นมีค่าต่ำกว่า 25 วัน โดยมีค่าต่ำสุดก่อนที่ระบบจะล้มเหลวคือ 11.9 วัน ทั้งนี้เป็นเพราะในเวลานั้นเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนและมีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งมากกว่าที่ต้องการระบายทิ้ง ระดับ X_r ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 20 มก./ล. แต่จากผลการทดลองจะเห็นว่า X_r มีค่าต่ำเพียง 8.2 มก./ล. ก็ทำให้มีระดับ SRT 22.8 วัน ซึ่งต่ำกว่าที่ต้องการ ในระหว่างที่ SRT มีค่า 25 วันพบว่ามีอัตราการระบายตะกอนทิ้งระหว่าง 0.03-0.12 ลิตร/วัน ซึ่งมีค่าต่ำมาก จากการทดลองสรุปได้ว่าการเปลี่ยน SRT จะมีผลผลกระทบต่อ MLSS โดยจะเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน

4.1.1.2 การทดลองครั้งที่ 2

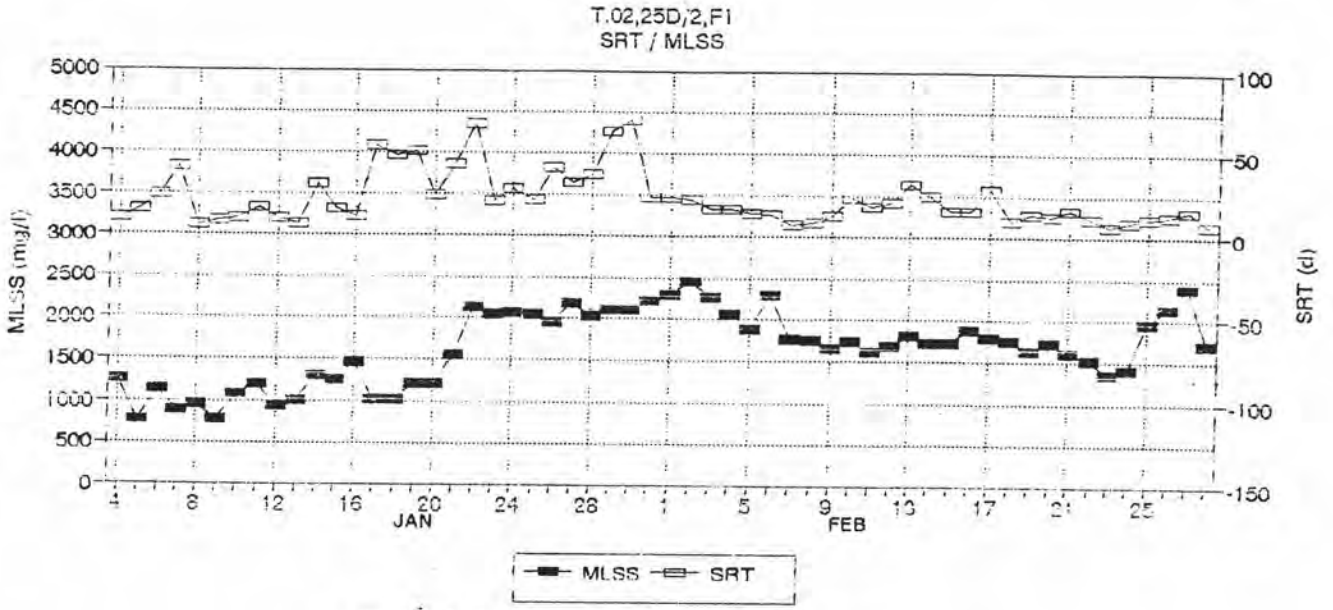
ทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 24 ม.ค. ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 56 วันผู้ทดลองได้ปรับปรุงการควบคุมระบบให้มี SRT สูงสุดโดยไม่ต้องระบายตะกอนทิ้ง ทั้งนี้เพราะจากผลการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1 พบว่ามีอัตราการระบายตะกอนทิ้งสูงสุดเพียง 0.12 ลิตร/วัน และส่วนมากแล้วไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง เพราะมีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งมากกว่าที่ต้องการระบายทิ้ง นอกจากนี้การทดลองควบคุมระบบโดยไม่ต้องระบายตะกอนทิ้งยังเป็นการทดลองเพื่อศึกษาหาแนวทางการควบคุมระบบให้ง่ายยิ่งขึ้น ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.5, 4.6, 4.7 และ 4.8

- วันที่ 4 ม.ค. 36 จากการทดลองเดิมที่มี MLSS เหลืออยู่ 197 มก./ล. ผู้ทดลองได้นำตะกอนที่เลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch มาใส่เพิ่มเข้าไปในถังเติมอากาศทำให้มี MLSS เพิ่มขึ้นเป็น 1,256 มก./ล. ต่อมาพบว่า V_{30} ได้เพิ่มขึ้นสูงอย่างรวดเร็ว เพราะการใช้ตะกอนเดิมที่มีแบคทีเรียพวกเส้นใยอยู่มากซึ่งเป็นการไม่ถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามได้เริ่มมีการทดลองใช้ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร พร้อมที่กวาดตะกอน และเครื่องสูบน้ำหมุนเวียนตะกอน เพื่อช่วยช่วยแก้ไขปัญหาในการตกตะกอนที่เกิดจากโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน

- ตั้งแต่วันที่ 4 ถึง 7 ม.ค.36 เป็นเวลา 4 วันพบว่าระดับ SRT เพิ่มสูงขึ้นจาก 9.7 เป็น 40.6 วัน เพราะ X_r ต่ำ และน้ำทิ้งใส เนื่องจากใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตร ช่วยให้มีเวลาในการตกตะกอนนานขึ้น จึงเกิดการตกตะกอนได้ดี แต่อย่างไรก็ตามพบว่า V_{30} และ SVI ได้เพิ่มสูงขึ้น

- ระหว่างวันที่ 7 ถึง 16 ม.ค.36 เป็นเวลา 9 วัน พบว่า SRT มีแนวโน้มลดลงโดยที่ค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอยู่ระหว่าง 5.9 ถึง 30.5 วัน แต่ส่วนใหญ่แล้วจะมีค่าต่ำ เนื่องจากว่าในช่วงนี้ X_r มีค่าสูงมีตะกอนปะปนออกมากับน้ำทิ้งมากเพราะเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน จึงทำให้ V_{30} และ SVI สูง โดยมีค่าสูงสุดถึง 970 มล. และ 1,255 ตามลำดับ

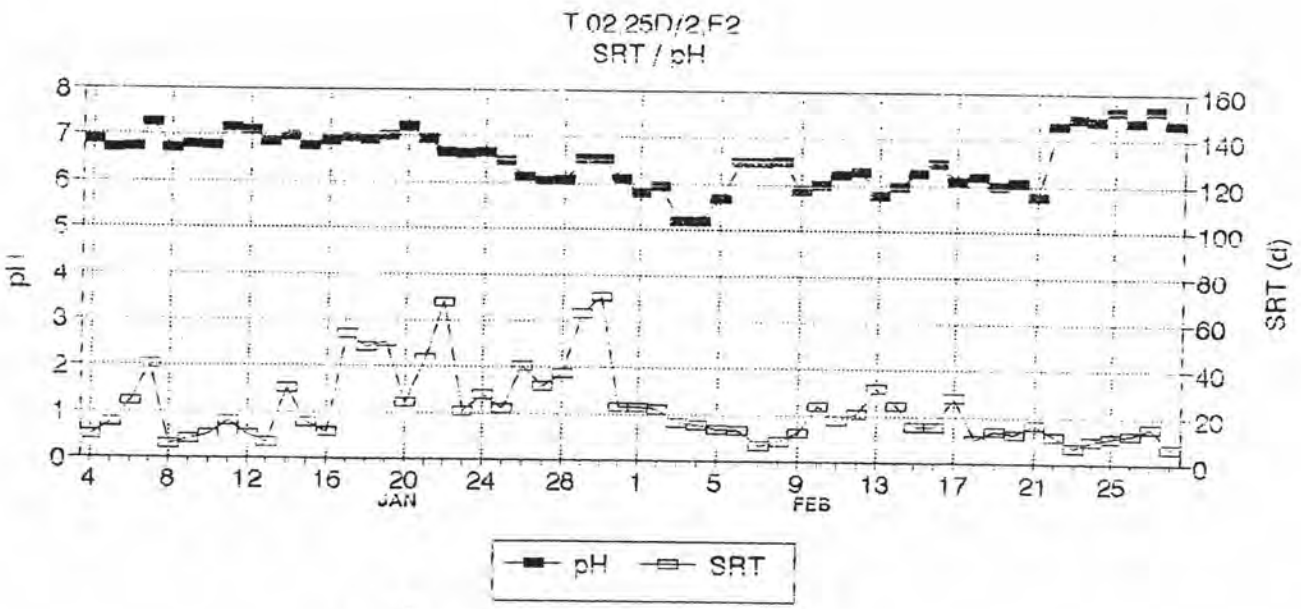
- วันที่ 12 ม.ค.36 ได้เริ่มทดลองใช้ถังคัดพันธุ์หรือ Selector Tank เพื่อแก้ไขโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน หลังจากใช้ถังคัดพันธุ์ได้ 24 วันพบว่า V_{30} ลดลงจาก 970 เป็น 460 มล. และ SVI ลดลงจาก 1,023 เป็น 225



ภาพที่ 4.5 กราฟระหว่าง SRT กับ MLSS

ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2

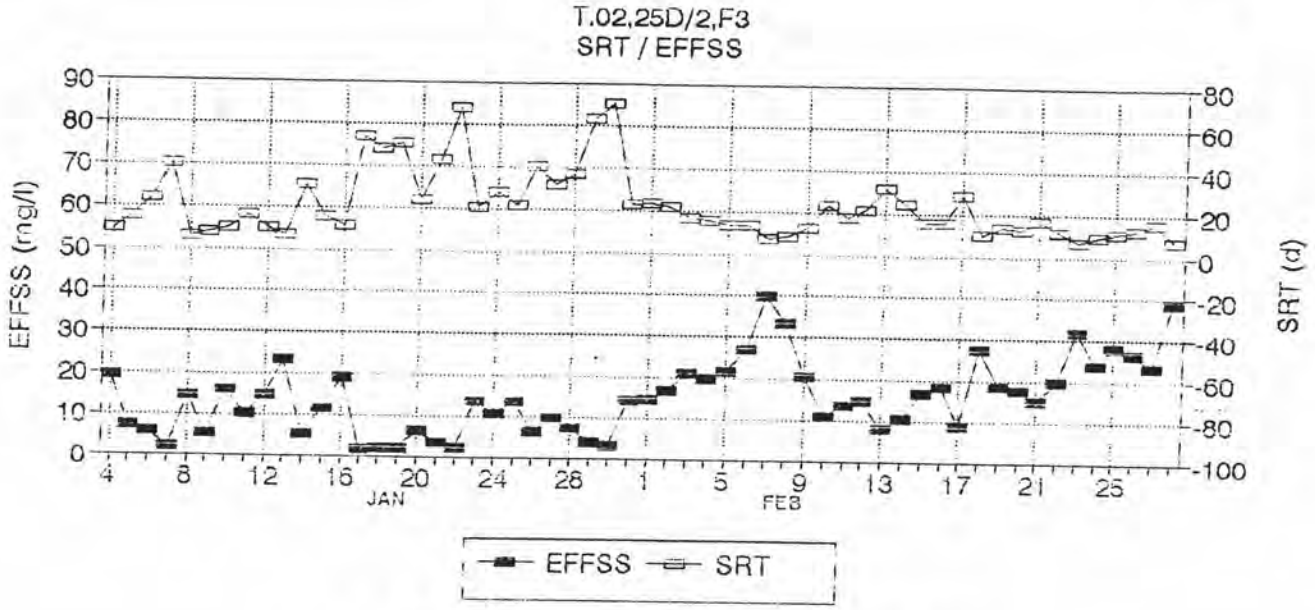
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



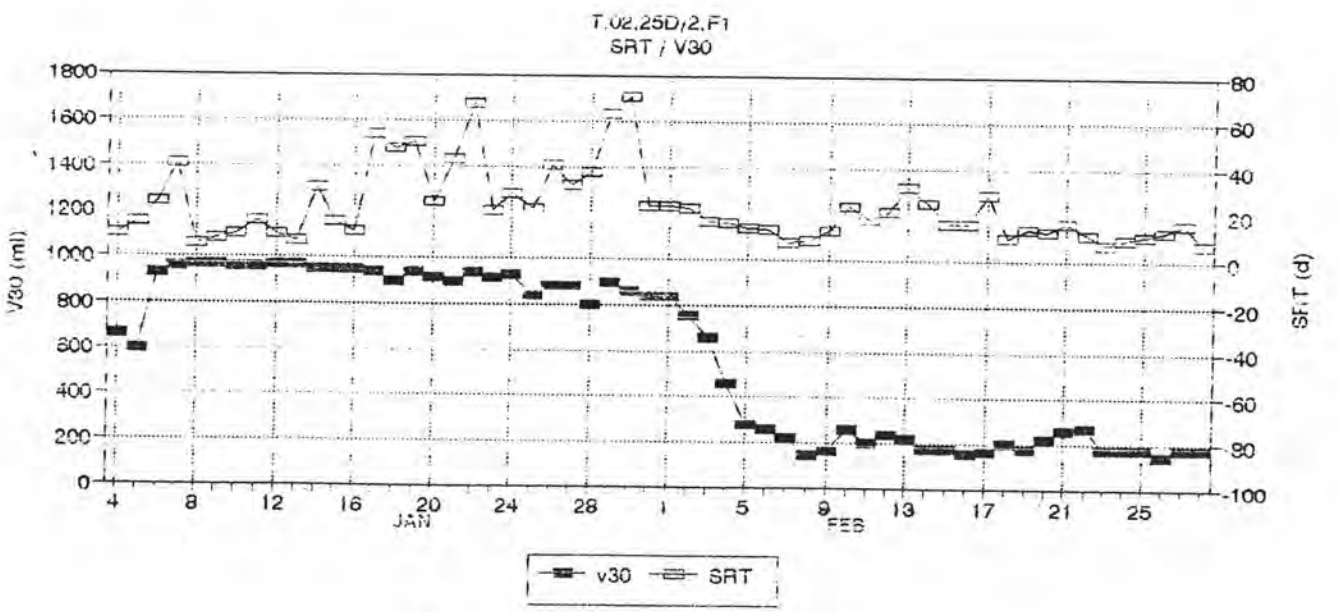
ภาพที่ 4.6 กราฟระหว่าง SRT กับ pH

ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2

(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



ภาพที่ 4.7 กราฟระหว่าง SRT กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



ภาพที่ 4.8 กราฟระหว่าง SRT กับ V_{30}
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)

- ระหว่างวันที่ 16 ถึง 31 ม.ค.36 เป็นเวลา 15 วัน พบว่าในระหว่างนี้ SRT มีระดับค่อนข้างสูง โดยส่วนมากสูงกว่า 25 วัน และมีค่าสูงสุดถึง 70.7 วัน และจะเห็นได้ว่า $X_{\bar{}}$ มีค่าค่อนข้างต่ำ จึงเป็นผลให้ MLSS สูงขึ้น และขณะเดียวกันพบว่า pH ในถังเติมอากาศมีค่าลดลงต่ำกว่า 7

- วันที่ 25 ม.ค.36 ได้ทดลองระบายทิ้งตะกอนที่มีอยู่ในถังตกตะกอน 7 ลิตร เพื่อลดจำนวนแบคทีเรียพวกเส้นใย จึงต้องใช้เวลาในการสะสมตัวของตะกอนในถังตกตะกอนทำให้วัด MLSS ในถังเติมอากาศได้ต่ำลงเล็กน้อย พร้อมทั้งทำให้ SRT ลดลงเป็น 21.9 วัน

- ระหว่างวันที่ 31 ม.ค.ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 29 วัน ในระหว่างนี้พบว่า SRT มีค่าไม่สูงนักและมีการปรับตัวขึ้นลงหลายครั้ง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 6.9 ถึง 31.8 วัน เนื่องจากเกิดน้ำทิ้งขุ่นหลังจากที่ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน แต่อย่างไรก็ตามระดับ SRT ในช่วงนี้เป็นค่าที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากในระหว่างวันที่ 8 ถึง 17 ก.พ.36 ผู้ทดลองได้แยกตะกอนจากน้ำทิ้งมาใส่ในถังเติมอากาศ

การทดลองควบคุมให้มีระดับ SRT สูงสุดโดยไม่ระบายตะกอน ในครั้งนี้พบว่า มี SRT ระหว่าง 5.9 ถึง 70.7 วัน โดยที่ค่าสูงสุดเกิดขึ้นเมื่อ $X_{\bar{}}$ มีค่าต่ำ (3.2 มก./ล.) และ MLSS มีค่าสูง (2,100 มก./ล.) ส่วน SRT ต่ำสุดเกิดขึ้นในตอนต้นของการทดลองซึ่ง MLSS ยังมีค่าต่ำ (961 มก./ล.) แม้ว่าขณะนั้น $X_{\bar{}}$ จะไม่สูงนัก (14.4 มก./ล.) นอกจากนี้ยังพบว่าส่วนใหญ่ SRT มีค่าระหว่าง 10 ถึง 25 วัน เกิดขึ้นเป็นเวลา 56 % ของเวลาการทดลอง ส่วนกรณี SRT สูงกว่า 25 วัน พบว่าเกิดขึ้น 15 วัน หรือคิดเป็น 27% ของเวลาการทดลอง ในส่วนของ $X_{\bar{}}$ พบว่ามีค่าระหว่าง 2.2 ถึง 39.8 มก./ล.โดยในช่วงแรกที่ใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตรพบว่า $X_{\bar{}}$ มีค่าไม่สูง ต่อมาเมื่อเลิกใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตร $X_{\bar{}}$ มีค่าสูงขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 จะเห็นว่าระดับ SRT ของการทดลองที่ 2 มีค่าสูงกว่าการทดลองแรกมาก แสดงให้เห็นถึงผลของตะกอนในน้ำทิ้งและตะกอนที่ระบายทิ้ง และยังพบว่าระดับ MLSS ของการทดลองที่ 2 ซึ่งมีระดับ SRT สูง จะมีค่าสูงกว่าระดับ MLSS ของการทดลองแรกเช่นเดียวกัน ในแง่การควบคุมระบบการทดลองที่ 2 สามารถทำงานได้ง่ายกว่าเพราะไม่ต้องมีการระบายตะกอนทิ้ง เมื่อนำไปใช้งานจริงก็จะไม่ต้องรับภาระในการกำจัดตะกอนที่ต้องระบายทิ้งด้วย

4.1.2 SRT 15 วัน

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 24 ธ.ค.35 ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 67 วันหรือเท่ากับ 4.5 เท่าของ SRT ในการควบคุมระดับ SRT จะพิจารณาถึงผลจาก X_r ด้วย และในการทดลองนี้ได้มีการวิเคราะห์หา MLSS และ X_r ทุกวัน ซึ่งใช้คำนวณหาปริมาณตะกอนที่ต้องระบายทิ้งเพื่อให้ได้ SRT เท่ากับ 15 วัน ผลการทดลองได้แสดงไว้ใน ภาพที่ 4.9, 4.10, 4.11 และ 4.12

- วันที่ 24 ธ.ค.35 เริ่มทดลองเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เป็นแบบ Batch โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์จากโรงบำบัดน้ำเสียของชุมชนการเคหะแห่งชาติห้วยขวาง

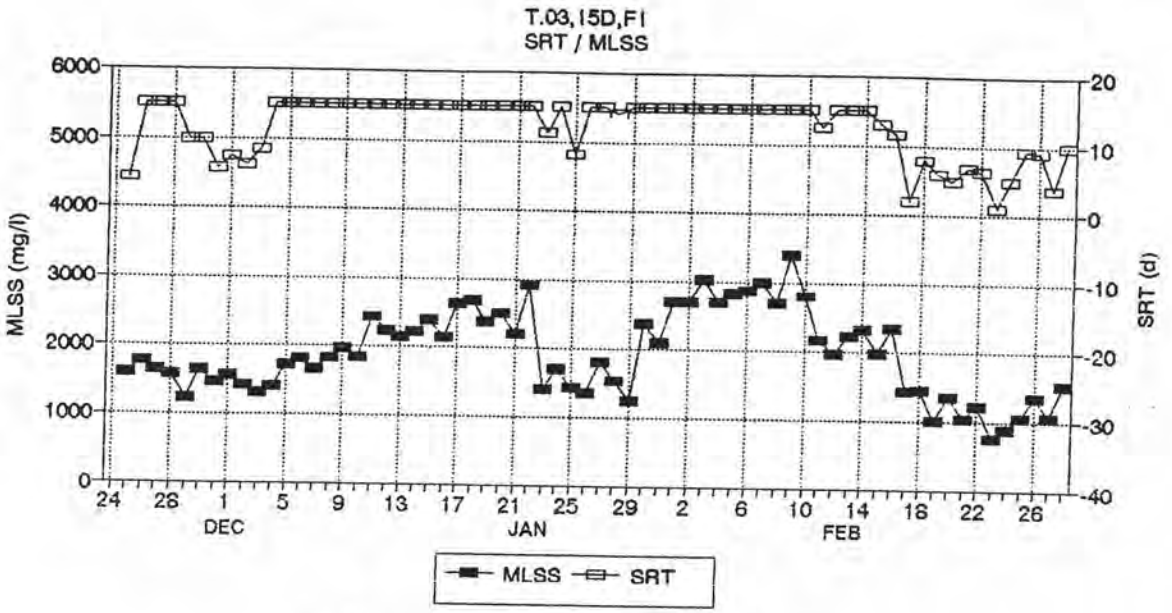
- ตั้งแต่วันที่ 25 ธ.ค.35 ถึง 4 ม.ค.36 เป็นเวลา 11 วัน ได้เริ่มทำการควบคุมระบบแบบต่อเนื่อง โดยในระยะนี้ส่วนใหญ่พบว่า SRT มีค่าต่ำกว่าที่ต้องการ โดยมีค่าระหว่าง 4.3 ถึง 15 วัน เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่นำมาทดลองยังเกาะตัวเป็นฟล็อคได้ไม่ดี จึงทำให้น้ำทิ้งขุ่นมี X_r ค่อนข้างสูง และยังมีผลทำให้ MLSS มีแนวโน้มลดลง

- ระหว่างวันที่ 4 ถึง 22 ม.ค.36 เป็นเวลา 18 วัน ในระหว่างนี้พบว่าสามารถคุม SRT ได้คงที่ 15 วัน จะเห็นว่า X_r มีค่าไม่สูง โดยมีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงระหว่าง 2.2 ถึง 15.6 มก./ล. ทำให้มีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งน้อยจึงต้องมีการระบายตะกอนทิ้ง โดยมีอัตราการระบายตะกอนทิ้งระหว่าง 0.09 ถึง 1.06 ลิตร/วัน ในช่วงนี้จะเห็นว่า MLSS มีแนวโน้มปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น

- วันที่ 17 ม.ค.36 เริ่มใช้ถังคัดพันธุ์เพื่อป้องกันโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน

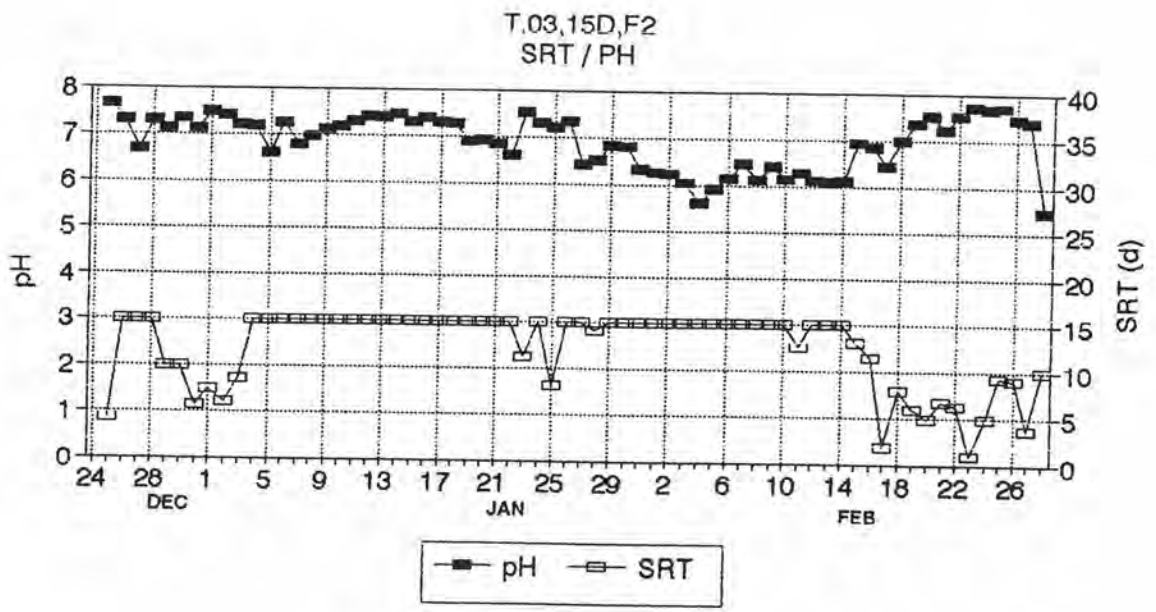
- วันที่ 18 และ 19 ม.ค.36 ใน 2 วันนี้พบว่ามีตะกอนล้นออกจากถังคัดพันธุ์ทำให้สูญเสียตะกอนไปบางส่วน จึงทำให้ SRT ในวันนี้มีค่าไม่ตรงกับความเป็นจริง เพราะมิได้นำตะกอนที่สูญเสียมาพิจารณา ซึ่งถ้าหากนำมาคำนวณด้วยจะได้ SRT มีค่าต่ำกว่า 15 วัน หรือต้องระบายตะกอนทิ้งให้น้อยลง

- วันที่ 23 ม.ค.36 พบว่ามีตะกอนล้นออกที่ถังเติมอากาศเป็นจำนวนมาก การสูญเสียตะกอนจำนวนมากนี้ทำให้น้ำทิ้งขุ่นมี X_r สูง จึงทำให้ SRT จึงมีค่าเพียง 11.3 วัน แต่ค่านี้ก็สูงกว่าความเป็นจริงเพราะไม่ได้นำตะกอนที่ล้นออกไปมาพิจารณา



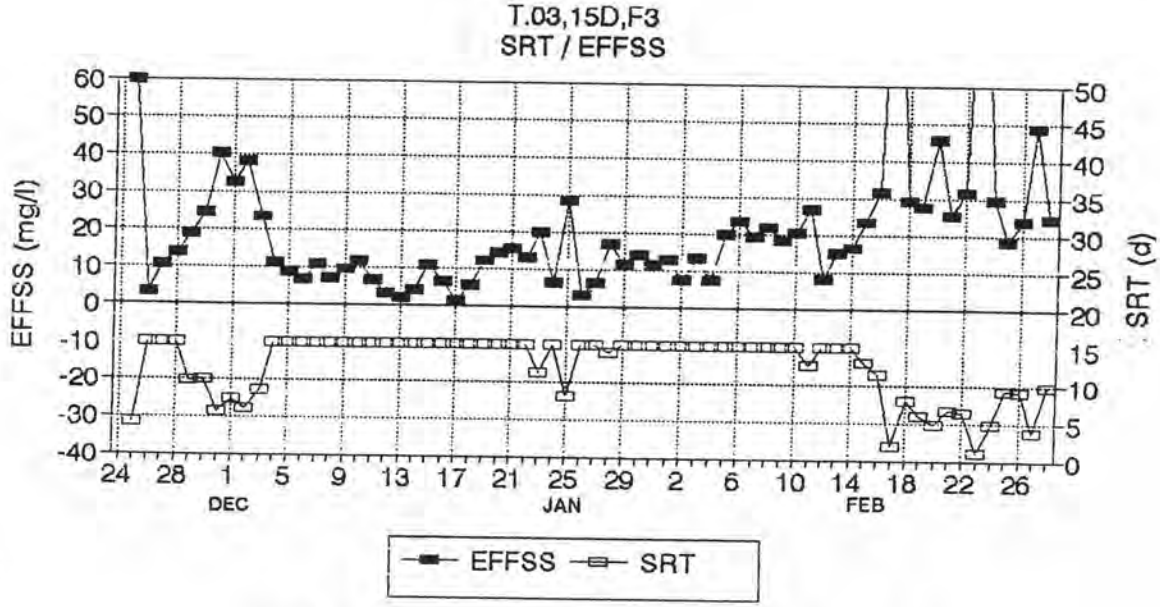
ภาพที่ 4.9 กราฟระหว่าง SRT กับ MLSS

ของการทดลอง SRT 15 วัน



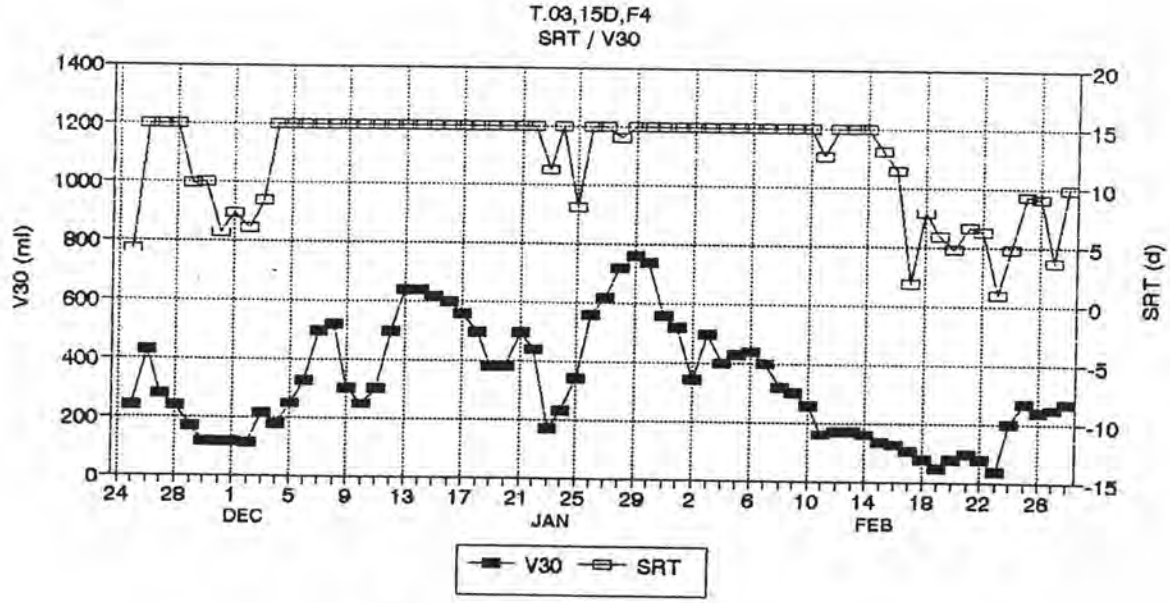
ภาพที่ 4.10 กราฟระหว่าง SRT กับ pH

ของการทดลอง SRT 15 วัน



ภาพที่ 4.11 กราฟระหว่าง SRT กับ EFFSS หรือ Xe

ของการทดลอง SRT 15 วัน



ภาพที่ 4.11 กราฟระหว่าง SRT กับ V_{30}

ของการทดลอง SRT 15 วัน

- ระหว่างวันที่ 23 ถึง 29 ม.ค.36 เป็นเวลา 6 วันพบว่า SRT มีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงระหว่าง 8.1 ถึง 15 วัน เนื่องจากเกิดตะกอนลอยในถังตกตะกอน หรือ Rising Sludge จึงทำให้น้ำทิ้งขุ่น อีกทั้งการที่ตะกอนมาอัดตัวกันแน่นที่ผิวน้ำในถังตกตะกอน ทำให้มีหมุนเวียนกลับคืนไปเข้าถังเติมอากาศได้น้อย เมื่อวัด MLSS จะได้ต่ำกว่าความเป็นจริง ซึ่งหมายถึงว่าค่า SRT ที่คำนวณได้จะมีค่าต่ำไปเล็กน้อย อัตราการระบายตะกอนทิ้งสูงสุดเมื่อมี SRT เท่ากับ 15 วัน คือ 0.46 ลิตร/วัน ส่วนในบางวันที่มีระดับ SRT ต่ำกว่า 15 วัน ไม่ต้องมีการระบายตะกอนทิ้ง

- ระหว่างวันที่ 29 ม.ค. ถึง 14 ก.พ.36 เป็นเวลา 16 วัน สามารถควบคุมให้ระดับ SRT มีค่า 15 วันได้เกือบทั้งหมด โดยทั่วไปพบว่าระบบสามารถทำงานได้ดี X_r ส่วนใหญ่มีค่าต่ำคือ ระหว่าง 7.8 ถึง 26.8 มก./ล. จึงต้องระบายตะกอนทิ้งโดยมี Fw ระหว่าง 0.07 ถึง 0.44 ลิตร/วัน ส่วน MLSS พบว่ามีค่าค่อนข้างสูง นอกจากนี้ในวันที่ 11 ก.พ.36 เกิดการสูญเสียตะกอนโดยบังเอิญ จึงทำให้ SRT มีค่าต่ำคือ 12.6 วัน

- ระหว่างวันที่ 14 ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 14 วัน พบว่า SRT มีค่าลดลงต่ำกว่า 15 วัน โดยมีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงหลายครั้ง และมีความแตกต่างกันมากคือมีค่าระหว่าง 1.0 ถึง 13.1 วัน เนื่องจาก pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 ทำให้น้ำทิ้งขุ่น และ X_r แปรปรวนมากคือ มีค่าระหว่าง 18.3 ถึง 122 มก./ล. ในระหว่างนี้ไม่ต้องระบายตะกอนทิ้ง และการที่น้ำทิ้งขุ่นเป็นผลให้ MLSS ลดต่ำลงด้วย

จากผลการทดลองจะเห็นว่าสามารถควบคุมระบบให้มี SRT เท่ากับ 15 วัน ได้เป็นส่วนใหญ่ คือเกิดขึ้นเป็นเวลา 42 วัน หรือคิดเป็น 63 % ของเวลาการทดลองทั้งหมด ในช่วงนี้จะมีการระบายตะกอนทิ้งระหว่าง 0.04 ถึง 0.55 ลิตร/วัน ส่วนกรณีที่ระดับ SRT มีค่าต่ำกว่า 15 วัน พบว่าเกิดขึ้นได้ คือเมื่อเริ่มต้นการทดลองซึ่งน้ำทิ้งขุ่น เมื่อน้ำทิ้งขุ่น เนื่องจาก pH ในถังเติมอากาศมีระดับต่ำกว่า 7 เป็นเวลานาน และเมื่อเกิดตะกอนลอยในภายหลังที่ผิวน้ำของถังตกตะกอน ส่วนระดับ SRT ต่ำสุดที่เกิดขึ้นคือ 1.0 วัน พบในตอนท้ายของการทดลองซึ่งน้ำทิ้งขุ่นมากมี X_r สูง (122 มก./ล.) ในขณะที่ MLSS มีค่าต่ำ (770 มก./ล.) ในการทดลองนี้ส่วนมากแล้ว X_r มีค่าต่ำกว่า 20 มก./ล.คิดเป็นเวลา 63 % ของการทดลอง โดยมี X_r ต่ำสุดคือ 1.6 มก./ล. และ X_r สูงสุด 122 มก./ล. นอกจากนี้ยังพบว่าที่ X_r หรือความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งเพียง 17.0 มก./ล. ก็สามารถทำให้ SRT มีค่าลดลงเหลือเท่ากับ 14.1 วัน ซึ่งต่ำกว่า 15 วัน

4.1.3 SRT 7 วัน

ได้ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 20 ก.ย.35 ถึง 9 ก.พ.36 เป็นเวลาทั้งสิ้น 162 วัน และแบ่งการทดลองเป็น 2 ครั้ง คือครั้งแรกระหว่างวันที่ 20 ก.ย. ถึง 17 ธ.ค.35 และครั้งที่สองระหว่างวันที่ 17 ธ.ค.35 ถึงวันที่ 9 ก.พ.36 โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.3.1 การทดลองครั้งที่ 1

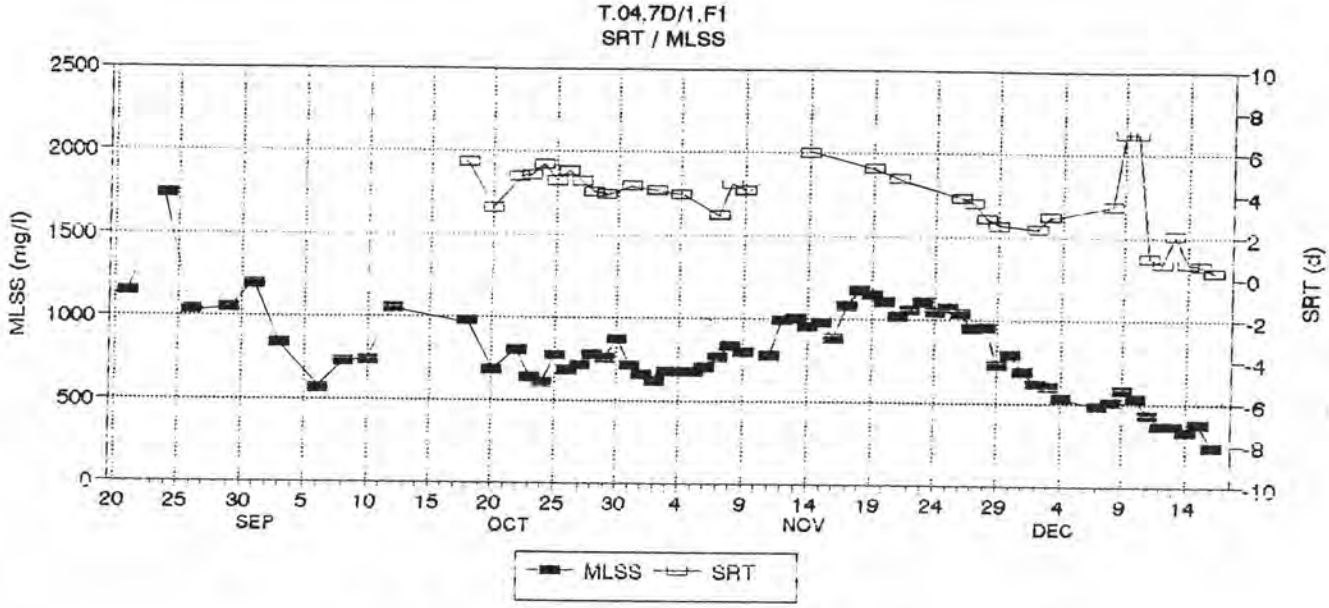
ทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 20 ก.ย. ถึง 17 ธ.ค.35 เป็นเวลา 89 วัน เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่เลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch อันเดียวกันกับการทดลอง SRT 25 วัน และนำมาทดลองเลี้ยงด้วยระบบเอเอสแบบต่อเนื่อง จนกระทั่งระบบไม่สามารถทำงานได้ ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.13, 4.14, 4.15 และ 4.16

- ระหว่างวันที่ 20 ก.ย. ถึง 8 ธ.ค.35 เป็นเวลา 80 วัน ในระหว่างนี้ได้ควบคุม SRT โดยระบายตะกอนทิ้งออกจากถังเติมอากาศในอัตราคงที่ 1.43 ลิตร/วัน และไม่คำนึงถึงปริมาณตะกอนที่ออกไปกับน้ำทิ้ง แต่เมื่อได้คำนวณหา SRT ที่แท้จริงพบว่ามีค่าต่ำกว่าที่ต้องการมากและมีค่าไม่คงที่ โดยในช่วงที่ระบบยังสามารถทำงานได้ดี SRT มีค่าระหว่าง 2.4 ถึง 6.1 วัน หรือคิดเป็น 34 % ถึง 87 % ของ SRT 7 วันตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าเปอร์เซนต์ของค่า SRT ที่เกิดขึ้นจริงมีค่าสูงกว่ากรณี SRT 25 วัน นั่นก็แสดงว่าการควบคุมด้วย SRT ต่ำจะได้รับผลกระทบจาก X_r น้อยกว่าที่ SRT สูง

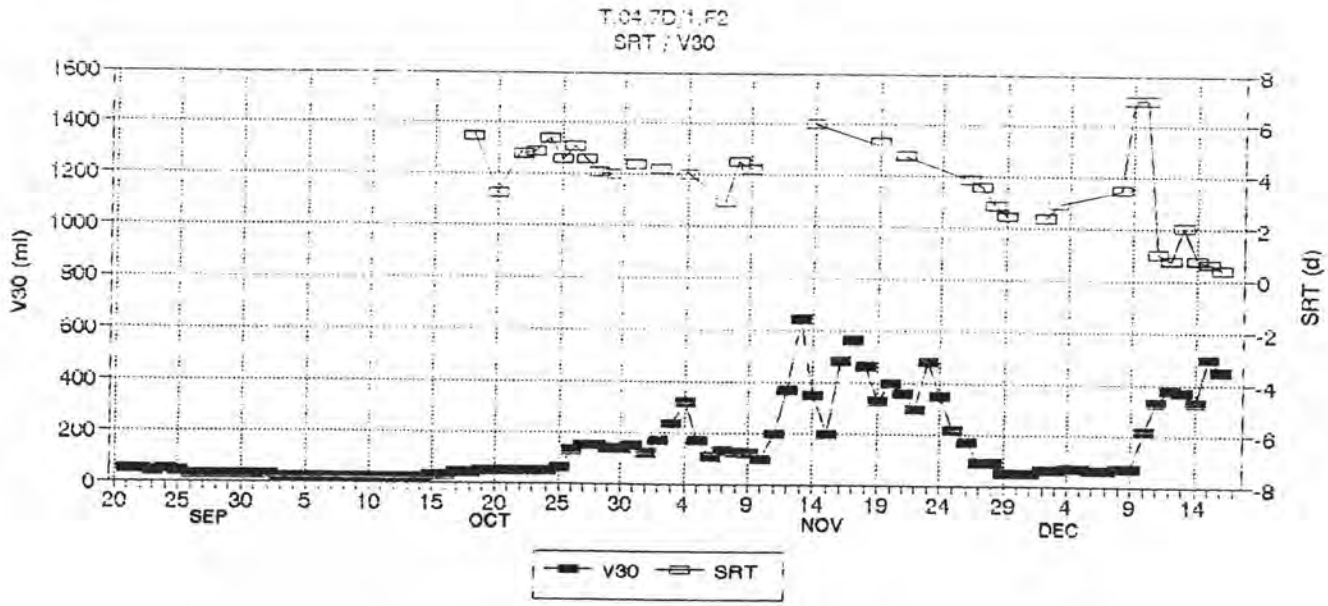
- ระหว่างวันที่ 20 ก.ย. ถึง 17 ต.ค.35 เป็นเวลา 28 วัน ได้ควบคุมโดยระบายตะกอนทิ้งวันละ 1.43 ลิตร โดยยังไม่ได้มีการวิเคราะห์หา X_r จึงคำนวณหา SRT ที่แท้จริงไม่ได้

- ระหว่างวันที่ 17 ต.ค. ถึง 20 ต.ค.35 เป็นเวลา 3 วัน เริ่มวัด X_r และคำนวณหา SRT ได้ จะเห็นได้ว่าแม้ X_r จะมีค่าไม่สูงมากนักคือ 17.2 มก./ล. แต่ก็เป็นผลทำให้ SRT ลดลงเป็น 3.3 วันและทำให้ระดับของ MLSS มีแนวโน้มลดลง

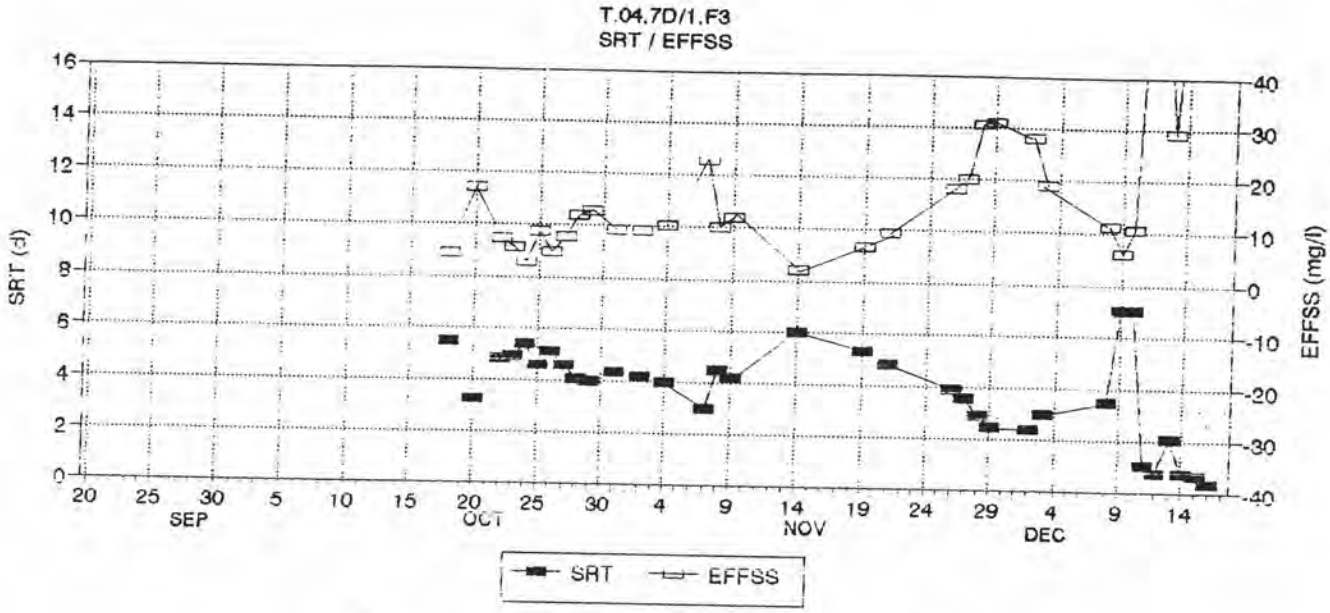
- ระหว่างวันที่ 20 ถึง 24 ต.ค.35 เป็นเวลา 4 วัน พบว่า SRT มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 5.5 วัน เนื่องจาก X_r มีค่าลดลง แต่ในส่วนของ MLSS ยังคงมีค่าลดลงเล็กน้อยเนื่องจาก COD มีค่าลดลง



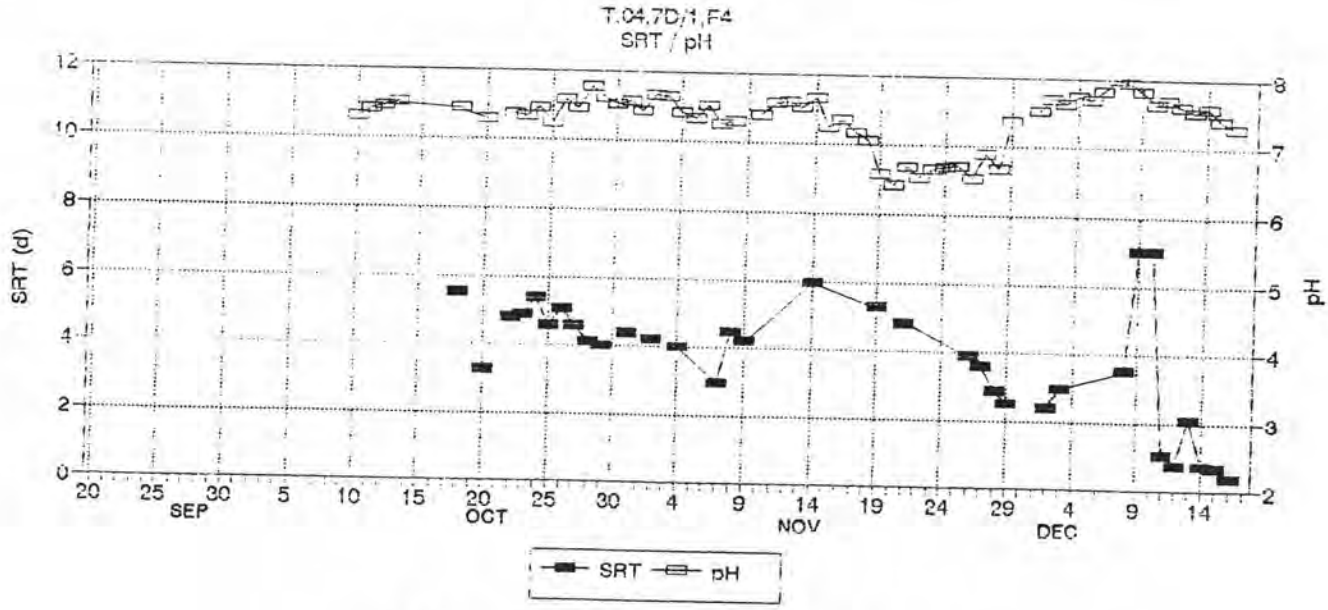
ภาพที่ 4.13 กราฟระหว่าง SRT กับ MLSS
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



ภาพที่ 4.14 กราฟระหว่าง SRT กับ V_{30}
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



ภาพที่ 4.15 กราฟระหว่าง SRT กับ EFFSS หรือ Xe
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



ภาพที่ 4.16 กราฟระหว่าง SRT กับ pH
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)

- ระหว่างวันที่ 24 ต.ค. ถึง 7 พ.ย. 35 เป็นเวลา 14 วัน พบว่า SRT ค่อยๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดเป็น 3.0 วัน แต่ส่วนใหญ่แล้วมีค่ามากกว่า 4 วัน เนื่องจาก X_e มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นถึง 23.0 มก./ล.

- ระหว่างวันที่ 7 ถึง 14 พ.ย. 35 เป็นเวลา 7 วัน พบว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน V_{30} มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเป็น 640 มล. แต่ต่อมาได้ลดลงอย่างรวดเร็ว น้ำทิ้งที่ออกจากระบบมีลักษณะใสมากวัด X_e ได้ต่ำเพียง 2.3 มก./ล. จึงทำให้ SRT เพิ่มขึ้นเป็น 6.1 วัน ซึ่งเป็นค่าที่สูงสุดของการทดลองนี้ และพร้อมกันนี้ MLSS ก็มีค่าเพิ่มสูงขึ้น

- ระหว่างวันที่ 14 พ.ย.ถึง 2 ธ.ค.35 เป็นเวลา 16 วัน พบว่า SRT มีค่าลดลงเป็น 2.4 วัน ซึ่งเป็นระดับ SRT ที่ต่ำที่สุดที่ระบบยังสามารถทำงานได้ เนื่องจากน้ำทิ้งขุ่นมี X_e สูงขึ้นเป็น 31.0 มก./ล. ซึ่งเกิดจากการที่ pH มีค่าต่ำกว่า 7 เป็นเวลานาน ส่วนระดับ MLSS ยังคงมีค่าสูงระยะหนึ่ง ซึ่งมีค่าสูงสุด 1,175 มก./ล. แล้วจึงค่อยๆ ปรับตัวลดลงตามลำดับ

- ระหว่างวันที่ 2 ถึง 8 ธ.ค.35 เป็นเวลา 6 วัน พบว่า SRT ยังคงมีค่าต่ำแต่สูงขึ้นเล็กน้อยคือมีค่าระหว่าง 3.0 ถึง 3.5 วัน ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างนี้ MLSS ยังคงมีค่าต่ำเพรา COD ในน้ำเสียมีค่าต่ำ แม้ว่า Xe จะมีค่าลดต่ำลง หลังจากที่ pH ในถังเติมอากาศได้ปรับตัวมีค่าสูงกว่า 7 และได้น้ำทิ้งดีขึ้น โดย Xe มีค่าระหว่าง 31.0 เป็น 11.3 มก./ล.

- ระหว่างวันที่ 8 ธ.ค.ถึง 17 ธ.ค.35 เป็นเวลา 9 วัน ผู้ทดลองได้ปรับปรุงการควบคุมระบบให้มี SRT ที่ต้องถูกต้อง โดยมีการวัดระดับ MLSS และ X_e ทุกวัน เพื่อใช้คำนวณหา F_w ที่ทำให้ระบบมี SRT ที่แท้จริงเท่ากับ 7 วัน

- ระหว่างวันที่ 8 ก.ค.ถึง 10 พ.ย.35 เป็นเวลา 2 วัน สามารถควบคุม SRT ได้เท่ากับ 7 วัน โดยมีอัตราการระบายตะกอนทิ้งเท่ากับ 0.71 และ 0.19 ลิตร/วัน ตามลำดับ ส่วนน้ำทิ้งมีลักษณะใสและ X_e มีค่าต่ำ พร้อมกันนี้ได้เริ่มเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนที่ยังไม่รุนแรง แต่ V_{30} ยังมีค่าไม่สูงนัก

- ระหว่างวันที่ 10 ถึง 17 ธ.ค.35 เป็นเวลา 7 วัน ได้เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรง โดยพบว่า SVI มีค่าสูงสุดเป็น 1,860 การ

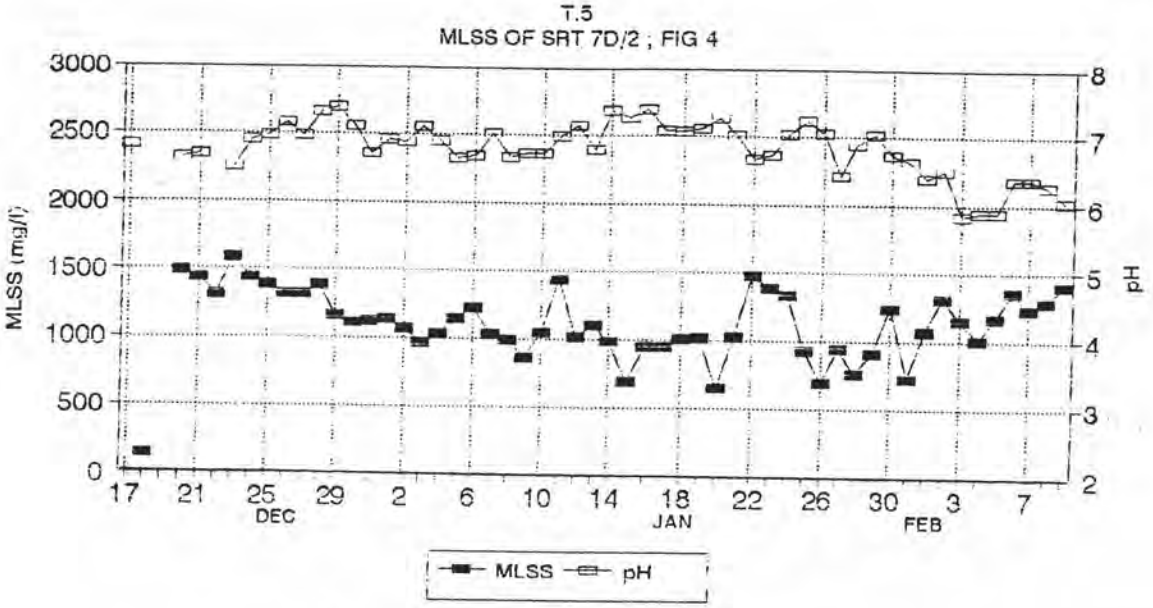
จมตัวของตะกอนเกิดขึ้นได้ช้ามาก จึงเป็นสาเหตุให้มีตะกอนปะปนออกไปกับน้ำทิ้งและมี X_e สูงถึง 102 มก./ล. SRT ลดลงไปจนมีค่าต่ำสุดที่ 0.39 วัน และในขณะเดียวกันก็ทำให้ MLSS ลดต่ำลงเหลือเพียง 142 มก./ล ซึ่งต่ำมาก จนระบบเอเอสไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและจะเห็นว่าMLSSมีค่าสูงกว่า X_e เพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่ามีจุลินทรีย์แบบเส้นใยจำนวนมาก ผู้ทดลองได้ยุติการทดลองครั้งนี้เมื่อวันที่ 17 ธ.ค.35

การทดลองควบคุมระบบเอเอสให้มีระดับ SRT เท่ากับ 7 วัน ครั้งที่ 1 นี้ ในช่วงแรกที่มีการระบายตะกอนทิ้งวันละ 1.43 ลิตร เมื่อนำไปคำนวณหา ระดับ SRT โดยคำนึงถึงปริมาณตะกอนในน้ำทิ้งด้วย พบว่า SRT สูงสุดมีค่า 6.1 วัน ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อ X_e มีค่าต่ำสุด (2.3 มก./ล.) และ MLSS มีค่าค่อนข้างสูง (952 มก./ล.) ส่วน SRT ต่ำสุดคือ 3.0 วัน ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมี X_e สูง (23.0 มล./ล.) แม้ว่าในขณะนั้น MLSS จะมีค่าไม่ต่ำ (765 มก./ล.) จากการทดลองจะเห็นว่าระดับ SRT สูงสุดมีค่า 6.1 วัน ซึ่งต่ำกว่าที่ต้องการคือ 7 วัน เพียงเล็กน้อย เป็นการแสดงให้เห็นว่าการควบคุมที่ระดับ SRT ต่ำจะได้รับผลกระทบจากปริมาณตะกอนที่ออกไปกับน้ำทิ้ง หรือ X_e น้อยกว่าการควบคุมที่ระดับ SRT สูง ต่อมาเมื่อได้ปรับปรุงการควบคุมระบบโดยคำนึงถึงปริมาณตะกอนในน้ำทิ้งด้วย พบว่าสามารถควบคุมให้มี SRT 7 วันได้เพียง 2 วัน หลังจากนั้นก็เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรง จึงมีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งมากเกินกว่าที่ต้องระบายทิ้ง จึงทำให้ SRT และ MLSS มีค่าต่ำมาก

4.1.3.2 การทดลองครั้งที่ 2

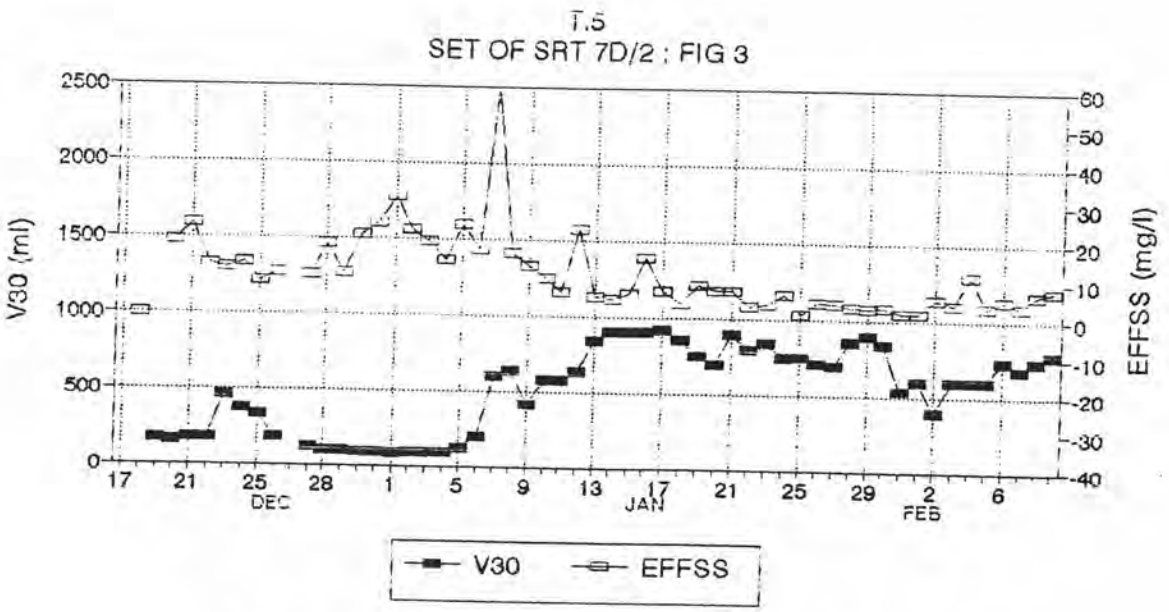
ทำการทดลองระหว่างวันที่ 17 ธ.ค. 35 ถึง 9 ก.พ. 36 เป็นเวลา 55 วันหรือ 7.9 เท่าของ SRT 7 วัน ได้มีการวัด MLSS และ X_e ทุกวันเพื่อใช้คำนวณหา Fw หรือปริมาณตะกอนที่ต้องระบายทิ้งที่ทำให้ระบบ SRT ที่แท้จริงเท่ากับ 7 วัน ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 5.17 และ 5.18

- <u>ระหว่างวันที่ 17 ถึง 18 ธ.ค.35</u> ได้ระบายทิ้งตะกอนที่เหลืออยู่ในถังเติมอากาศของการทดลองครั้งแรกเพื่อกำจัดจุลินทรีย์แบบเส้นใย และเริ่มการทดลองใหม่โดยใช้ตะกอนจุลินทรีย์ที่ได้เลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch มาก่อนใน 2 วันนี้ยังคงทดลองเลี้ยงเป็นแบบ Batch เนื่องจากมีตะกอนน้อยสามารถวัด MLSS ได้เพียง 142 มก./ล.



ภาพที่ 4.17 กราฟระหว่าง SRT หรือ pH

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2



ภาพที่ 4.18 กราฟระหว่าง SRT หรือ EFFSS หรือ Xe

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2

- วันที่ 19 ธ.ค.35 ได้นำเชื้อตะกอนจุลินทรีย์จากโรงบำบัดน้ำเสียของการเคหะแห่งชาติห้วยขวางมาใส่เพิ่มเข้าไปในถังเติมอากาศ เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ MLSS ต่อมาในวันที่ 20 ธ.ค.35 วัด MLSS ได้ 1,483 มก./ล. ซึ่งเป็นการเริ่มต้นการทดลองที่มีความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์สูง

- ตั้งแต่วันที่ 20 ธ.ค.ถึง 11 ม.ค.36 เป็นเวลา 23 วัน ในระหว่างนี้ระดับ SRT เท่ากับ 7 วัน เป็นส่วนใหญ่ และมี SRT ต่ำกว่า 7 วัน เพียง 3 ครั้งคือ 5.7, 2.6 และ 6.9 วัน ส่วน X_e พบว่ามีค่าระหว่าง 6.4 ถึง 62 มก./ล. แต่ส่วนมากจะมีค่าอยู่ในช่วง 10 ถึง 20 มก./ล. นอกจากนี้จะพบว่า MLSS ได้มีแนวโน้มปรับตัวลดลงเรื่อยๆ ส่วน V_{30} พบว่าในตอนท้ายได้เริ่มมีค่าสูงขึ้นเป็น 640 มก./ล. อันแสดงถึงอาการของโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนซึ่งมีผลทำให้ X_e มีค่าสูง

- ตั้งแต่วันที่ 12 ม.ค.ถึง 9 ก.พ.36 พบว่า SRT มีค่าเท่ากับ 7 วันโดยตลอด ในระหว่างนี้ได้ใช้ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร แทนถังตกตะกอนในตัวที่ติดอยู่กับถังเติมอากาศ โดยที่ถังตกตะกอนชุดนี้ไม่มีที่กวาดตะกอนพร้อมทั้งใช้เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน จากนั้นพบว่าการตกตะกอนเกิดได้ดีขึ้น X_e มีค่าลดต่ำลงและมีค่าต่ำเกือบตลอดเวลา โดยมีค่าระหว่าง 1.4 ถึง 23.2 มก./ล. แต่ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 10 มก./ล. ส่วน Fw พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 1.39 ลิตร/วัน

- วันที่ 17 ม.ค.36 เริ่มทดลองใช้ถังคัดพันธุ์ขนาด 0.6 ลิตร เพื่อช่วยแก้ไขและป้องกันโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน

- ตั้งแต่วันที่ 25 ถึง 29 ม.ค.36 เกิดตะกอนลอยในถังตกตะกอนจึงทำให้การหมุนเวียนกลับเข้าไปในถังเติมอากาศเกิดขึ้นน้อย ซึ่งอาจจะทำให้วัด SRT ไม่เที่ยงตรง

- วันที่ 26 ม.ค.36 ได้ระบายทิ้งตะกอนในถังตกตะกอน 7 ลิตรเพื่อลดแบคทีเรียพวกเส้นใยในระบบ ทำให้ MLSS ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำ และอาจทำให้ SRT ไม่ถูกต้อง

จากการทดลองครั้งที่ 2 นี้พบว่าสามารถควบคุมให้ระบบเอเอสมี SRT เท่ากับ 7 วันได้เกือบตลอดเวลา และมีระดับ SRT ต่ำกว่า 7 วันเพียง 3 วันเท่านั้นคือ 5.7, 2.7 และ 6.9 วัน โดย SRT ต่ำสุด 2.7 วันเกิดขึ้นเมื่อมี X_e สูงสุดคือ 62 มก./ล. และจะเห็นว่า X_e เพียง 23.3 มก./ล. ซึ่งมีค่าไม่สูงนักก็สามารถทำให้ SRT

มีค่าลดลงเป็น 6.9 วัน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าส่วนใหญ่ (83 %) X_r มีค่าต่ำกว่า 20 มก./ล. ส่วนการระบายตะกอนทิ้งของการทดลองนี้ มีอัตราการระบายทิ้งอยู่ในช่วง 0.02 ถึง 1.39 ลิตร/วัน ซึ่งเป็นช่วงที่แตกต่างกันมาก โดยขึ้นกับปริมาณตะกอนในน้ำทิ้ง

เมื่อเปรียบเทียบระดับ MLSS ในการทดลองครั้งนี้กับการทดลองครั้งที่ 1 ซึ่งมี SRT ที่แท้จริงต่ำกว่าจะเห็นว่าการทดลองนี้มีระดับ MLSS สูงกว่าคือมีค่าสูงสุด 1,579 มก./ล.ในขณะที่ MLSS สูงสุดของการทดลองแรกคือ 1,175 มก./ล. และการควบคุมระบบโดยคำนึงถึงตะกอนในทิ้งนี้ จะมีความยุ่งยากกว่าการควบคุม โดยระบายตะกอนทิ้งในอัตราที่คงที่

4.1.4 SRT 2 วัน

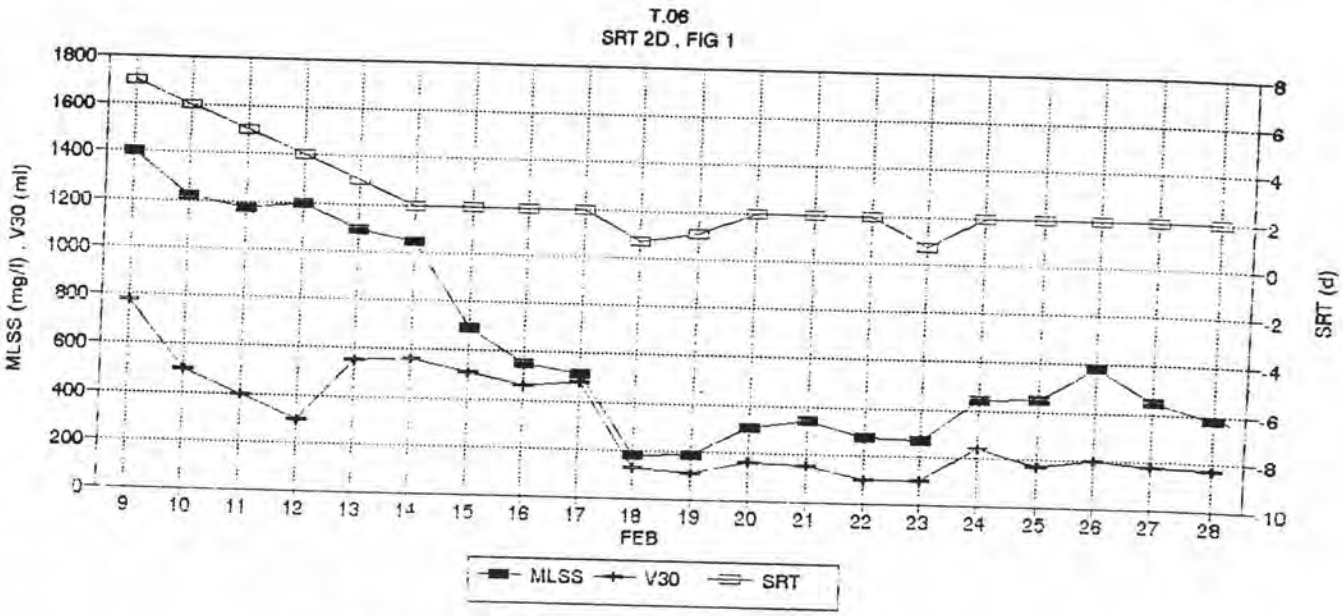
ทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 10 ก.พ. ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 19 วัน ได้ใช้ถังปฏิกิริยาและตะกอนจุลินทรีย์ต่อเนื่องจากการทดลอง SRT 7 วัน โดยลด SRT ลงมาเป็น 2 วัน การทดลองได้ควบคุมให้มี SRT ที่แท้จริงโดยคำนึงถึงผลของ X_r ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.19, 4.20 และ 4.21

- ตั้งแต่วันที่ 10 ถึง 14 ก.พ.36 เป็นเวลา 5 วัน ในระหว่างนี้ได้ลดระดับ SRT โดยเพิ่มอัตราการระบายตะกอนทิ้ง ซึ่งมีค่าดังนี้ 1.27, 1.38, 2.02, 1.84 และ 4.68 ลิตร/วัน ตามลำดับ จนกระทั่ง SRT ลดจาก 7 วัน เป็น 2 วัน และ MLSS ลดลงจาก 1,222 เป็น 1,050 มก./ล.

- วันที่ 12 ก.พ.36 ได้เลิกใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตร เนื่องจากเห็นว่า V_{30} ได้มีค่าลดต่ำลงมาแล้ว แต่ยังคงใช้ถังคัดพันธุ์

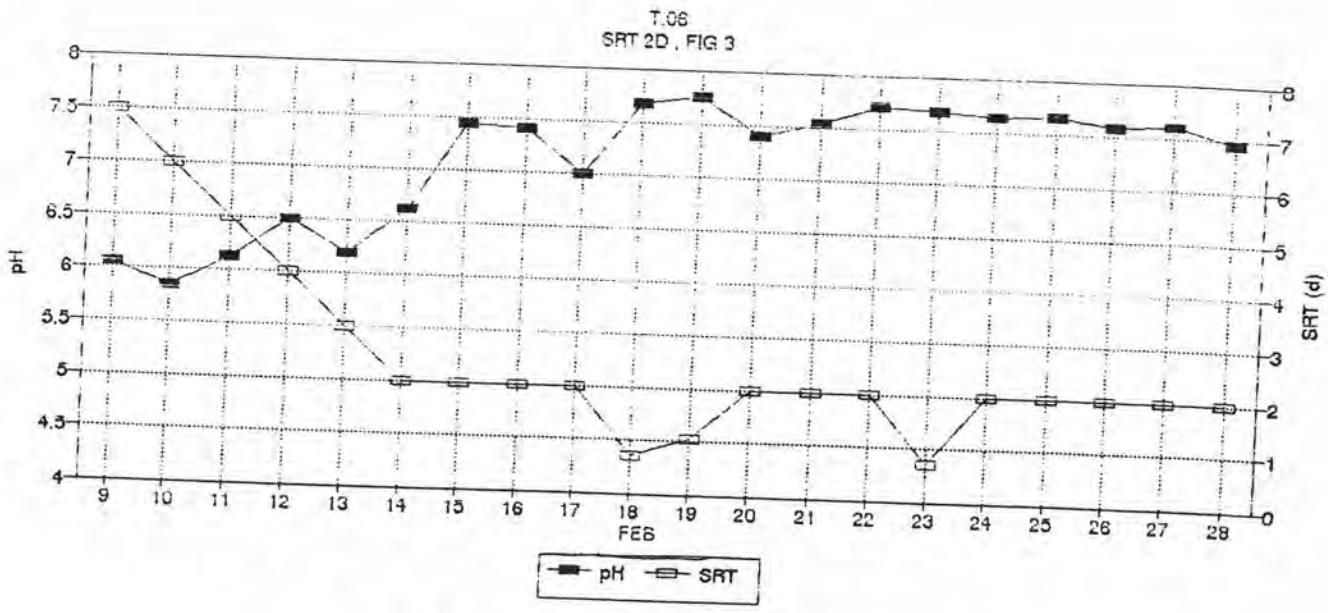
- ระหว่างวันที่ 14 ถึง 19 ก.พ.36 จากการที่ SRT ลดลงค่อนข้างเร็ว ทำให้เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน โดยพบว่า V_{30} มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอีก และน้ำทิ้งขุ่นมี X_r สูงขึ้น จนกระทั่งในบางวันพบว่า SRT มีค่าต่ำกว่า 2 วัน โดยมีค่าต่ำสุดคือ 0.72 วัน นอกจากนั้นจะเห็นว่า MLSS มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เพราะอยู่ระหว่างปรับตัวลดลง และลดลงตาม SRT

- ระหว่างวันที่ 14 ถึง 17 ก.พ.36 ผู้ทดลองได้แยกตะกอนจากน้ำทิ้งแล้วนำมาเติมเข้าไปในถังเติมอากาศจึงวัดระดับ MLSS ได้สูง ในขณะที่วัด X_r ได้ต่ำกว่าความเป็นจริงอยู่บ้าง ดังนั้น SRT ที่เกิดขึ้นจริงควรจะต่ำกว่าที่คำนวณได้เล็กน้อย



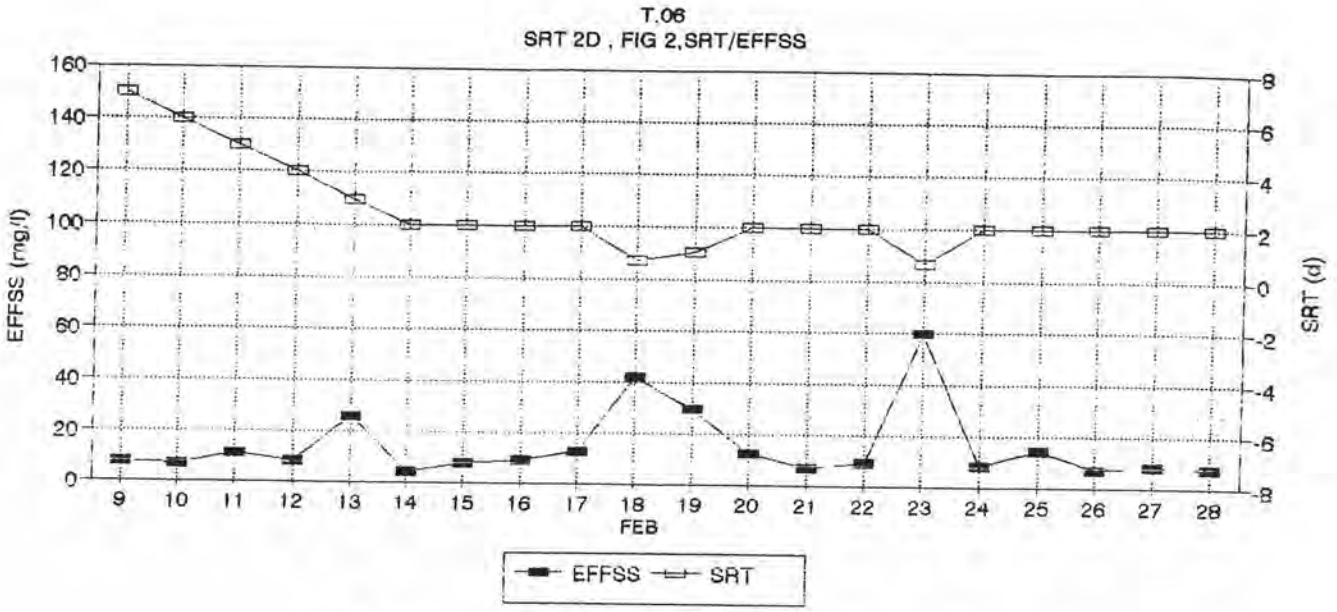
ภาพที่ 4.19 กราฟระหว่าง SRT กับ MLSS และ V_{30}

ของการทดลอง SRT 2 วัน



ภาพที่ 4.20 กราฟระหว่าง SRT กับ pH

ของการทดลอง SRT 2 วัน



ภาพที่ 4.21 กราฟระหว่าง SRT กับ EFFSS และ Xe
ของการทดลอง SRT 2 วัน

- <u>ระหว่างวันที่ 20 ถึง 28 ก.พ.36</u> เป็นเวลา 9 วัน สามารถควบคุม SRT ได้เท่ากับ 2 วันเกือบทั้งหมด ยกเว้นเมื่อวันที่ 23 ก.พ.36 ที่มีตะกอนฟุ้งเพราะปัญหาการปรับตำแหน่งหัวเติมอากาศ SRT จึงมีค่าต่ำเพียง 0.7 วัน ในส่วนของ Fw พบว่ามีค่าระหว่าง 1.72 ถึง 4.18 ลิตร/วัน

การทดลองสำหรับ SRT 2 วัน ส่วนใหญ่สามารถควบคุม SRT ได้ตามที่ต้องการ ส่วนวันที่มี SRT ต่ำคือ 0.72 และ 1.05 วัน เกิดจากโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนหลังจากที่ได้ยกเลิกการใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตร และ SRT 0.70 วันเกิดจากตะกอนฟุ้งซึ่งถ้าหากมีการใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตร แล้วเชื่อว่าจะสามารถควบคุม SRT ได้ทั้งหมด จากกราฟจะเห็นว่า X_e เพียงแค่ 29.3 มก./ล. ก็ทำให้ SRT มีค่าลดเหลือ 1.05 วันได้ เนื่องจากระบบมีความเข้มข้นของ MLSS ต่ำมาก โดยถ้าพิจารณาเฉพาะระหว่างวันที่ 20 ถึง 28 ก.พ.36 ซึ่งเป็นช่วงที่ระบบได้ปรับตัวเข้าที่แล้วพบว่า MLSS มีค่าระหว่าง 279 ถึง 586 มก./ล.ดังนั้นในการควบคุมระบบที่มี SRT 2 วัน ซึ่งต่ำมากจะต้องให้การดูแลเอาใจใส่อย่างดี เพราะถ้าหากเกิดปัญหาต่างๆ ขึ้นจะทำให้ SRT ลดต่ำลงไปอีกจนไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในด้านการระบายตะกอนทิ้งพบว่ามีอัตราที่สูงกว่าการทดลองอื่นๆ มาก คือมีการระบายทิ้งระหว่าง 1.72 ถึง 4.18 ลิตร/วัน ซึ่งต้องมีภาระที่ต้องกำจัดตะกอนส่วนนี้มากขึ้น

ในการควบคุมระดับ SRT จะเห็นได้ว่า ในกรณีที่ความเข้มข้นของ COD ในน้ำเสียมีค่าต่ำเช่นนี้จะทำให้ความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งมีผลต่อการควบคุมระดับ SRT เป็นอันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดลองที่มีระดับ SRT สูงซึ่งมีการระบายตะกอนทิ้งน้อย ในการทดลอง SRT 25 และ 7 วัน ครั้งที่ 1 ซึ่งในตอนแรกได้ระบายตะกอนทิ้งโดยไม่คำนึงถึงตะกอนในน้ำทิ้ง เมื่อนำมาคำนวณหา SRT ที่แท้จริงพบว่ามีค่าต่ำกว่าที่ต้องการมาก ต่อมาจึงได้ทำการทดลองโดยวัดค่าความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งก่อนที่จะคำนวณหาปริมาณตะกอนที่ระบายทิ้ง เพื่อควบคุมให้ได้ระดับ SRT ที่ต้องการในการทดลอง SRT สูงเช่น 25 และ 15 วัน ถ้าเกิดน้ำทิ้งขุ่นเพียงเล็กน้อยก็อาจทำให้ตะกอนที่ออกไปกับน้ำทิ้งมากกว่าปริมาณตะกอนที่ระบายทิ้งจึงทำให้ SRT มีค่าต่ำกว่าที่ต้องการ สำหรับการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2 ซึ่งแท้ที่จริงแล้วไม่ได้ควบคุมให้มี SRT 25 วัน แต่ได้ควบคุมให้มีระดับ SRT สูงสุดโดยไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง ซึ่งมีข้อดีคือไม่ต้องมีภาระในการกำจัดตะกอนส่วนที่ระบายทิ้ง ส่วนการทดลองที่มี SRT ต่ำเช่น 7 และ 2 วัน จะได้รับผลจากตะกอนในน้ำทิ้งน้อยกว่าการทดลองที่มี SRT สูง แต่ในบางครั้งที่น้ำทิ้งขุ่นมากก็อาจทำให้ SRT มีค่าต่ำกว่าที่ต้องการได้ สาเหตุอื่นที่ทำให้ระดับ SRT ต่ำกว่าที่ต้องการได้แก่ การที่เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันทำให้ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำติดต่อกันเป็นเวลานานทำให้เกิดน้ำทิ้งขุ่นและ SRT มีค่าลดลง การเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน และการเกิดตะกอนลอยในถังตกตะกอนก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งมากจนทำให้ SRT ลดลงได้

4.2 ระดับความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศหรือ Mixed Liquor Suspended Solid (MLSS)

ระบบเอเอสที่อยู่ในสภาวะคงที่ (Steady State) จะมีสมการที่แสดงความสัมพันธ์ของ MLSS กับพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ ดังนี้

$$X_f = \frac{Y_g(S_o - S_e)}{1/\theta_c + b} \qquad \text{---(4.7)}$$

โดยที่ X = ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศหรือ MLSS

t = เวลากักน้ำหรือเวลาที่น้ำขังอยู่ในถังเติมอากาศ โดยในการทดลองครั้งนี้ควบคุมให้มีค่าคงที่เท่ากับ 4 ชม.

θ_c = หรือ SRT คือเวลากักตะกอนจุลินทรีย์ สำหรับงานวิจัยนี้ทดลองควบคุมระบบด้วย SRT 4 ระดับคือ 25, 15, 7 และ 2 วัน

Y_g = สัมประสิทธิ์ของการเจริญเติบโตหรือ Yield เป็นค่าคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสีย

b = อัตราการย่อยสลายตัวเองของจุลินทรีย์ เป็นค่าคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสีย

S_o = ความเข้มข้นของ BOD หรือ COD ในน้ำเสียเป็นพารามิเตอร์ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงตลอด

S_e = ความเข้มข้นของ BOD หรือ COD ในน้ำทิ้งคือความสกปรกส่วนที่ถูกกำจัดไม่หมด มีค่าขึ้นอยู่กับอิทธิพล SRT ดังแสดงในภาพที่ 3.7[11] แต่ในช่วงที่ SRT มีค่าระหว่าง 3 ถึง 15 วันปริมาณความสกปรกในน้ำจะไม่มีความแตกต่างกันมาก

จากการที่ Y_g และ b มีค่าคงที่ และ t ถูกควบคุมให้คงที่ 4 ชม. ส่วน S_e แม้ว่าจะมีค่าไม่คงที่แต่แตกต่างกันไม่มากนัก ด้วยเหตุนี้ MLSS ควรแปรผันขึ้นลงไปในทิศทางเดียวกันกับการขึ้นลงของ SRT และ S_o นั่นคือถ้า SRT และ S_o เพิ่มขึ้น MLSS ก็ควรจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้า SRT และ S_o ลดลง MLSS ก็ควรลดลงด้วย และในกรณีที่ SRT และ S_o เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ตรงข้ามกันคือค่าหนึ่งลดแต่อีกค่าหนึ่งเพิ่ม MLSS จะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใดขึ้นอยู่กับว่าในขณะนั้นได้รับอิทธิพลจากตัวแปรใดมากกว่ากัน ในการทดลองหากสามารถควบคุม SRT ได้คงที่ MLSS ก็ควรที่จะแปรผันโดยตรงกับ S_o แต่จากการทดลองปรากฏว่า MLSS ไม่ได้มีค่าเป็นไปตามหลักเกณฑ์นี้โดยตลอด ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ ที่มีผลต่อการวัด MLSS เช่น การเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน และการเกิดตะกอนลอยในถังตกตะกอน ซึ่งทำให้ตะกอนไปอัดตัวกันอยู่ในถังตกตะกอนและมีการหมุนเวียนตะกอนกลับคืนได้น้อยกว่าปกติ พบว่าในครั้งที่เกิดโรคจมตัวไม่ลงของสลัดจ์และตะกอนลอยในถังตกตะกอนรุนแรงทำให้มีตะกอนอัด

ตัวกันแน่นในส่วนถังตกตะกอน ทำให้มีตะกอนเหลืออยู่ในถังเติมอากาศน้อยลงจึงวัด MLSS ได้ต่ำ นอกจากนี้อาจเกิดจากความผิดพลาดในการวัด MLSS อีกทั้งเกิดจากความผิดพลาดของผู้ทดลองเองที่บางครั้งได้แยกตะกอนจากน้ำทิ้งมาใส่ในถังเติมอากาศจึงทำให้วัดระดับ MLSS ได้สูงกว่าค่าที่แท้จริง

4.2.1 SRT 25 วัน

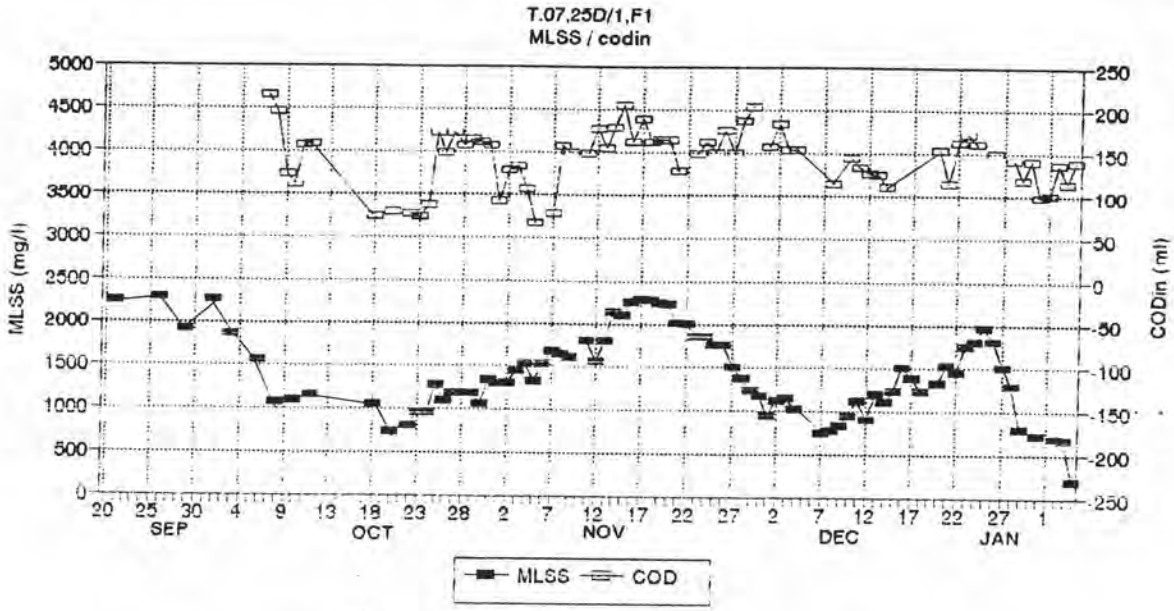
ทำการทดลองระหว่างวันที่ 20 ก.ย.35 ถึง 28 ก.พ.36 การทดลองแบ่งได้เป็น 2 ครั้งที่มีหลักในการควบคุม SRT ที่แตกต่างกัน และมีผลต่อ MLSS ไม่เท่ากัน

4.2.1.1 การทดลองครั้งที่ 1

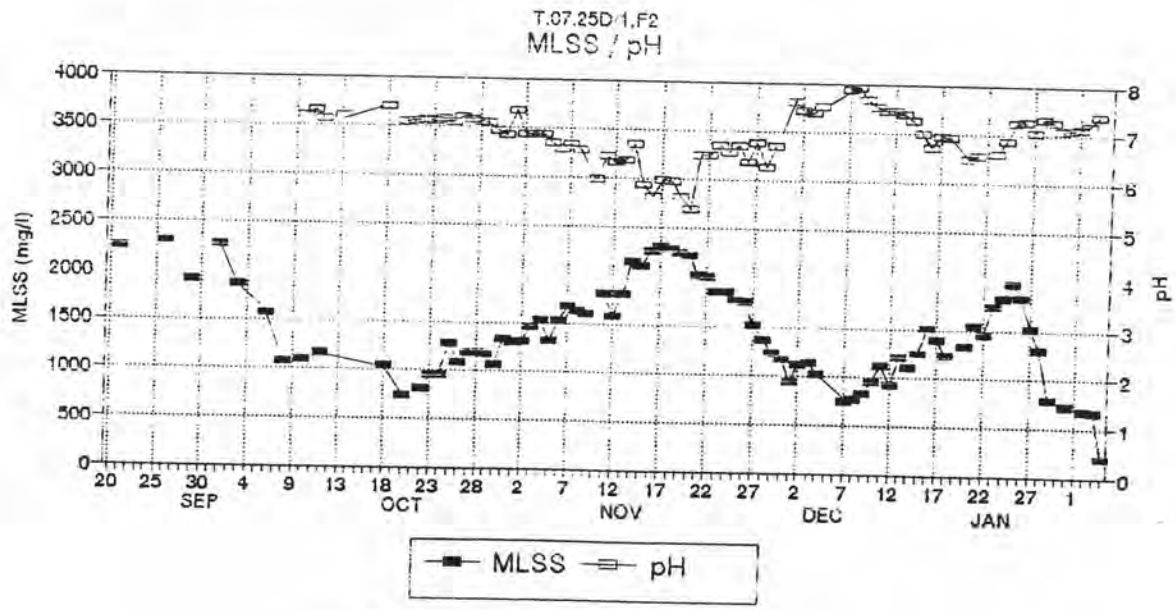
ทำการทดลองระหว่างวันที่ 20 ก.ย. 35 ถึง 4 ม.ค. 36 เป็นเวลา 107 วันได้ทดลองแบบไหลต่อเนื่องโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่ได้เลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch มาก่อนเป็นเวลานานแล้ว ในระหว่างวันที่ 20 ก.ย. ถึง 8 ธ.ค.35 ได้ควบคุม SRT โดยระบายตะกอนทิ้งเท่ากันทุกวันๆละ 0.40 ลิตร โดยไม่คำนึงถึงตะกอนในน้ำทิ้ง แต่ได้พบว่า SRT ที่เกิดขึ้นจริงมีค่าต่ำกว่าที่ต้องการมากและมีค่าไม่คงที่ ต่อมาจึงได้นำ X_r มาพิจารณาประกอบด้วย และได้มีการวัด X_r และ MLSS ทุกวันเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณตะกอนที่จะต้องระบายทิ้งในแต่ละวันหรือ Fw แต่ส่วนมากแล้วพบว่ามีตะกอนในน้ำทิ้งมากกว่าที่จะต้องระบายทิ้ง จึงไม่ต้องมีการระบายทิ้งอีก และทำให้ SRT มีค่าต่ำกว่า 25 วัน ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.22, 4.23, 4.24 และ 4.25

- <u>ระหว่างวันที่ 20 ก.ย. ถึง 20 ต.ค.35</u> เป็นเวลา 31 วัน พบว่า MLSS ในตอนเริ่มต้นการทดลองมีค่าสูงคือ 2,244 มก./ล. จากนั้นจึงปรับตัวมีแนวโน้มลดต่ำลงเหลือเพียง 735 มก./ล. ในระหว่างนี้ไม่มีการวัด X_r และ SRT แต่สังเกตุเห็นว่าน้ำทิ้งขุ่น ส่วน V_{30} พบว่ามีค่าต่ำคือมีค่าเริ่มต้น 80 มล. ต่อมาเมื่อ MLSS ลดลง พบว่า V_{30} มีค่าลดลงสามารถวัดได้เพียง 20 มก./ล. และ SVI มีค่าต่ำระหว่าง 19 ถึง 37 แสดงว่าจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นพวกเซลล์อิสระที่ตกตะกอนได้ไม่หมดจึงทำให้น้ำขุ่นและ MLSS ลดลง คาดว่า SRT ในระหว่างนี้ควรจะมีค่าต่ำด้วย ส่วนการวัดค่า COD ได้ผลไม่น่าเชื่อถือเนื่องจากผู้ทดลองขาดความชำนาญ

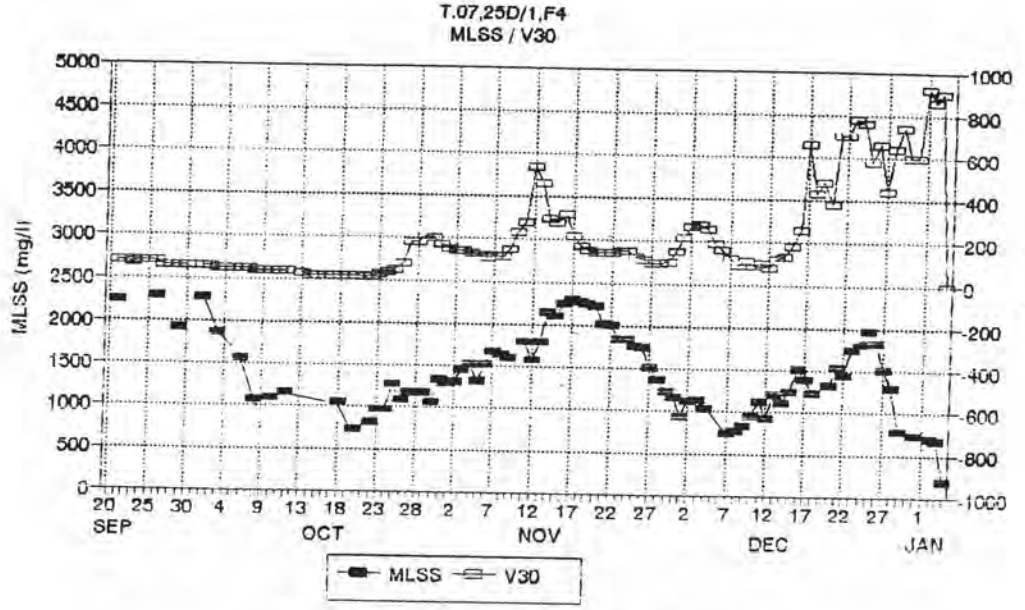
- <u>ระหว่างวันที่ 20 ต.ค. ถึง 17 พ.ย.35</u> เป็นเวลา 29 วัน พบว่า MLSS ได้ปรับตัวเพิ่มขึ้นโดยตลอดจาก 735 มก./ล. จนกระทั่งมีค่าสูงสุดคือ



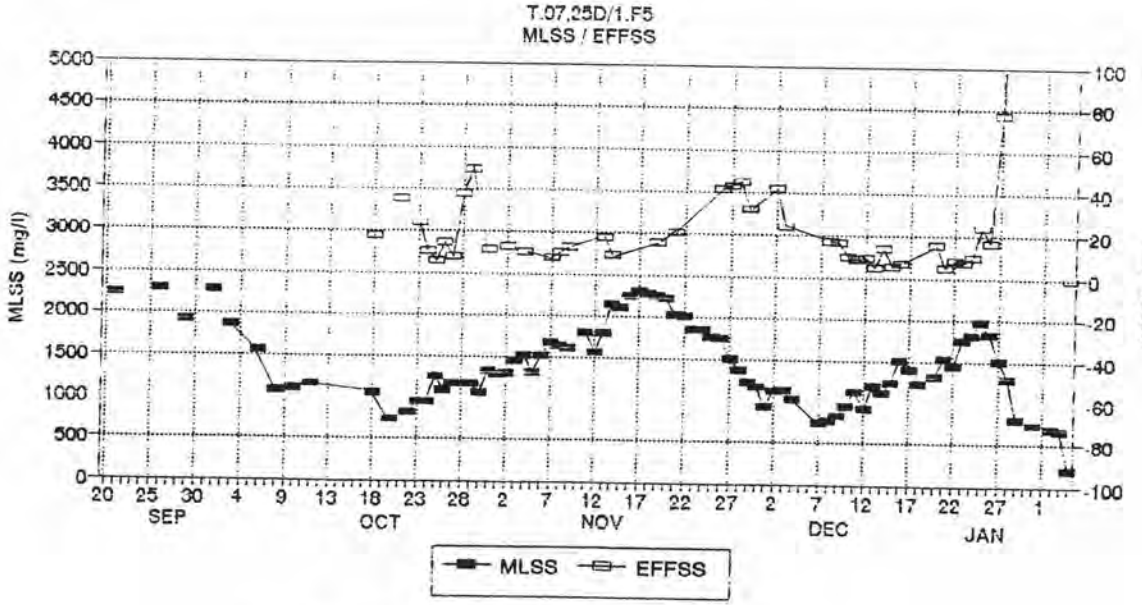
ภาพที่ 4.22 กราฟระหว่าง MLSS กับ COD
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



ภาพที่ 4.23 กราฟระหว่าง MLSS กับ pH
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



ภาพที่ 4.24 กราฟระหว่าง MLSS กับ V_{30} ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1 (SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



ภาพที่ 4.25 กราฟระหว่าง MLSS กับ EFFSS (Xe) ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1 (SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)

2,299 มก./ล. คาดว่าการเพิ่มขึ้นเนื่องจาก SRT และ COD มีค่าที่ค่อนข้างสูง โดย SRT มีค่าระหว่าง 3.3 ถึง 13.1 วัน และมีค่าเฉลี่ย 9.3 วัน ส่วน COD มีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงมากหลายครั้งโดยมีค่าระหว่าง 67.2 ถึง 204.8 มก./ล. และส่วนมากมีค่าสูงกว่า 150 มก./ล. ส่วน X_r มีค่าสูงใน 9 วันแรกโดยสูงถึง 44.6 มก./ล. หลังจากนั้นลดต่ำลงโดยมีค่าต่ำสุด 8.0 มก./ล. ในวันที่ 12 พ.ย.35 มีการสูญเสียตะกอนโดยบังเอิญจึงมีระดับ MLSS ลดลง นอกจากนี้พบว่า V_{30} ได้เพิ่มจากเดิม 15 มล./ล. เป็น 510 มล./ล. อันแสดงว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน แต่ในตอนท้ายพบว่า V_{30} มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วกลับไปเป็น 220 มล./ล. อีกทั้งยังพบว่า pH ในถังเติมอากาศมีค่าลดต่ำกว่า 7 เมื่อ MLSS มีค่าสูงต่อเนื่องกัน

- <u>ระหว่างวันที่ 17 พ.ย. ถึง 1 ธ.ค.35</u> เป็นเวลา 15 วัน พบว่า MLSS ได้ลดลงอย่างต่อเนื่องจาก 2,299 มก./ล. เหลือเพียง 964 มก./ล. ทั้งนี้เนื่องจากน้ำทิ้งขุ่นมี X_r สูงโดยตลอดหลังจากที่ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 ต่อเนื่องกันถึง 15 วัน โดยมี X_r สูงสุด 45.0 มก./ล. จึงทำให้ SRT ลดต่ำลงเป็น 3.6 วัน ส่วน COD มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงโดยมีค่าระหว่าง 117.3 ถึง 230.4 มก./ล. แต่แนวโน้มรวมยังไม่เปลี่ยนแปลง โดยมีค่าเฉลี่ย160.6 มก./ล. ส่วน V_{30} มีค่าต่ำอยู่ระหว่าง 95 ถึง 280 มล. นอกจากนี้พบว่าเมื่อ MLSS ลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งมีค่า 1,177 มก./ล. pH จึงได้ปรับตัวลุงขึ้นมากกว่า 7

- <u>ระหว่างวันที่ 1 ถึง 8 ธ.ค.35</u> เป็นเวลา 7 วันพบ ว่า MLSS ได้ปรับตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 964 เป็น 1,143 มก./ล. จากนั้นลดลงเป็น 750 มก./ล. ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับแนวโน้มของ SRT และ COD โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 3.6 วันเป็น 5.7 วัน ก่อนที่จะลดลงเล็กน้อยเป็น 5.4 วัน ในทำนองเดียวกันพบว่า COD มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 158.4 เป็น 184.0 มก./ล. แล้วลดลงเหลือ 114.1 มก./ล. ส่วน X_r ในตอนแรกยังมีค่าสูงคือ 42.0 มก./ล. และต่อมาลดเหลือ 17.3 มก./ล.ในตอนท้าย ในขณะเดียวกันพบว่า V_{30} ก็มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงที่ MLSS มีค่าสูง แต่ได้ลดลงเมื่อ MLSS ลดลง ในด้าน pH มีค่าสูงกว่า 7 โดยตลอด

- <u>ระหว่างวันที่ 8 ถึง 25 ธ.ค.35</u> เป็นเวลา 17 วัน ผู้ทดลองพยายามควบคุม SRT ที่แท้จริงให้ได้ 25 วัน แต่สามารถควบคุม SRT 25 วันได้เพียง

5 วัน เนื่องจากมีตะกอนในน้ำทิ้งมากกว่าที่จะต้องระบายทิ้ง แม้ว่าขณะนั้น X_r มีค่าไม่สูงคือ ระหว่าง 4.6 ถึง 24.4 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 9.8 มก./ล. แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่า SRT จะมีค่าต่ำกว่า 25 วัน แต่ก็ยังมีค่าสูง โดยมีค่าเฉลี่ย 18.6 วัน และส่วนมากมีค่าสูงกว่า 20 วัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ระดับของ MLSS เพิ่มสูงขึ้นจาก 750 เป็น 1,972 มก./ล. แม้ว่าระหว่างนี้ COD จะมีค่าไม่สูงคือระหว่าง 110.4 ถึง 172.8 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 139.0 มก./ล. เมื่อพิจารณาระหว่างวันที่ 17 ถึง 25 ธ.ค.35 จะเห็นว่า V_{30} มีค่าสูงถึง 780 มล. และมีค่า SVI สูงสุด 483 อันแสดงว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน จึงทำให้มีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งมาก ผู้ทดลองได้แยกตะกอนจากน้ำทิ้งมาใส่ในถังเติมอากาศทำให้ระดับ MLSS สูงกว่าที่เป็นจริง แต่กลับทำให้ X_r ต่ำกว่าที่เป็นจริง จึงคำนวณ SRT ได้สูงผิดความเป็นจริงไปด้วย นอกจากนี้ในขณะที่ MLSS สูงถึง 1,244 มก./ล. พบว่า pH ได้ลดต่ำกว่า 7 แต่เมื่อมีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งมาก pH ก็ได้กลับเพิ่มขึ้นสูงกว่า 7

- <u>ระหว่างวันที่ 25 ธ.ค.35 ถึง 4 ม.ค.36</u> เป็นเวลา 11 วัน พบว่าได้เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรงวัด V_{30} ได้สูงถึง 920 มล. และ SVI สูงสุดมีค่า 1,130 ทำให้มีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งมาก โดยมี X_r สูงสุด 447.6 มก./ล. จึงทำให้ MLSS ลดลงอย่างรวดเร็วจาก 1,972 เป็น 197 มก./ล. และ SRT มีค่าลดลงต่ำมากถึง 0.30 วัน เมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่ามีแบคทีเรียพวกเส้นใยจำนวนมาก ผู้ทดลองจึงได้ยุติการทดลองครั้งนี้

ในการทดลองครั้งนี้ โดยทั่วไประดับ MLSS มีค่าไม่สูงและมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงหลายครั้ง ซึ่งจะเห็นได้ว่า MLSS มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามระดับ SRT และมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงในระยะสั้นตามการเปลี่ยนแปลงระดับของ COD ในน้ำเสีย MLSS มีค่าระหว่าง 197 ถึง 2,299 มก./ล. ซึ่งค่า MLSS ต่ำสุดนี้เกิดขึ้นในขณะที่เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน

ระดับ MLSS ในช่วงเริ่มต้นทดลองค่าสูง แต่ในการทดลองใช้ Seed ซึ่งได้เลี้ยงไว้เป็นแบบ batch มาเป็นเวลานาน ตะกอนไม่เกาะตัวกันเป็นฟล็อค จึงได้น้ำทิ้งขุ่นและมีระดับ SRT ต่ำ ระดับ MLSS จึงมีแนวโน้มลดลงโดยตลอด ต่อมาเมื่อระบบทำงานได้ดีขึ้น SRT มีค่าสูงขึ้น ระดับ MLSS จึงได้เพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีค่าสูงสุด ในระหว่างนี้ตะกอนเกาะตัวกันเป็นฟล็อคได้ดีและน้ำทิ้งใส และอีกทั้งยังทำให้ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำ

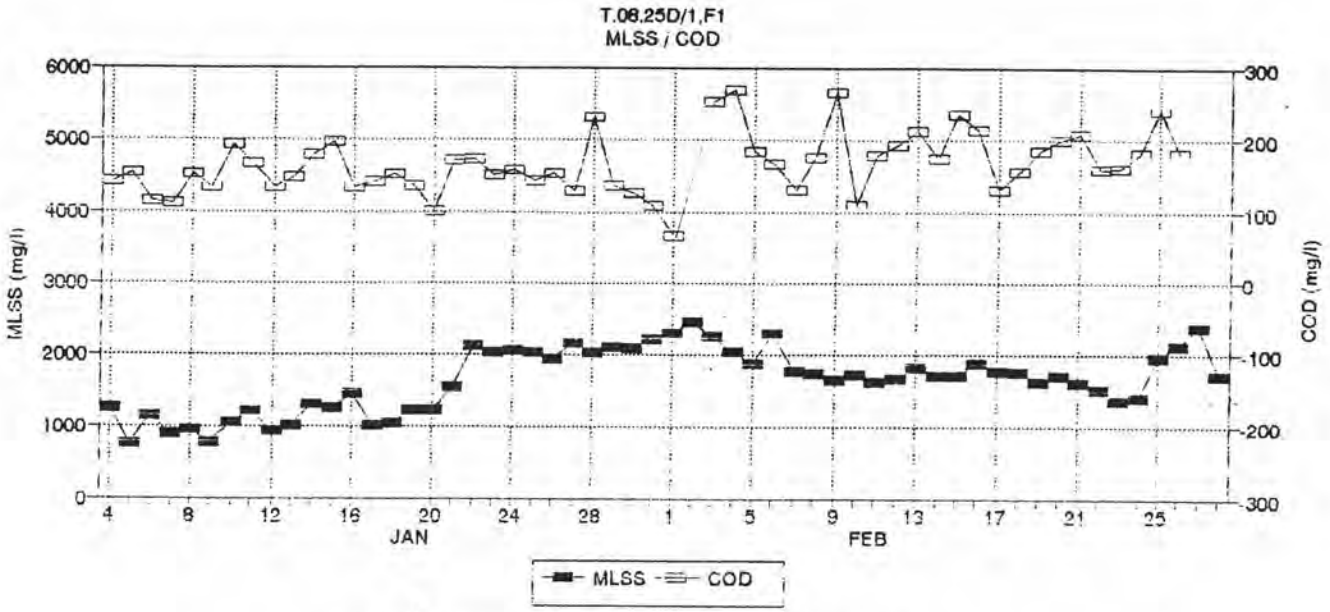
ต่อมาเมื่อ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำติดต่อกันเป็นเวลานานเซลล์แบคทีเรียเกิดการเจริญเติบโตที่ไม่สมบูรณ์ จึงทำให้ SRT และ MLSS มีค่าลดลงและ pH มีค่าสูงขึ้น ต่อมา MLSS และ SRT จึงได้มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอีกในขณะที่ pH มีค่าลดลงอีก และในที่สุดจึงได้เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรงมีตะกอนหลุดปะปนออกไปกับน้ำทิ้งเป็นอันมาก ในระหว่างนี้ MLSS และ SRT มีค่าต่ำมากจนระบบไม่สามารถที่จะทำงานต่อไปได้

4.2.1.2 การทดลองครั้ง 2

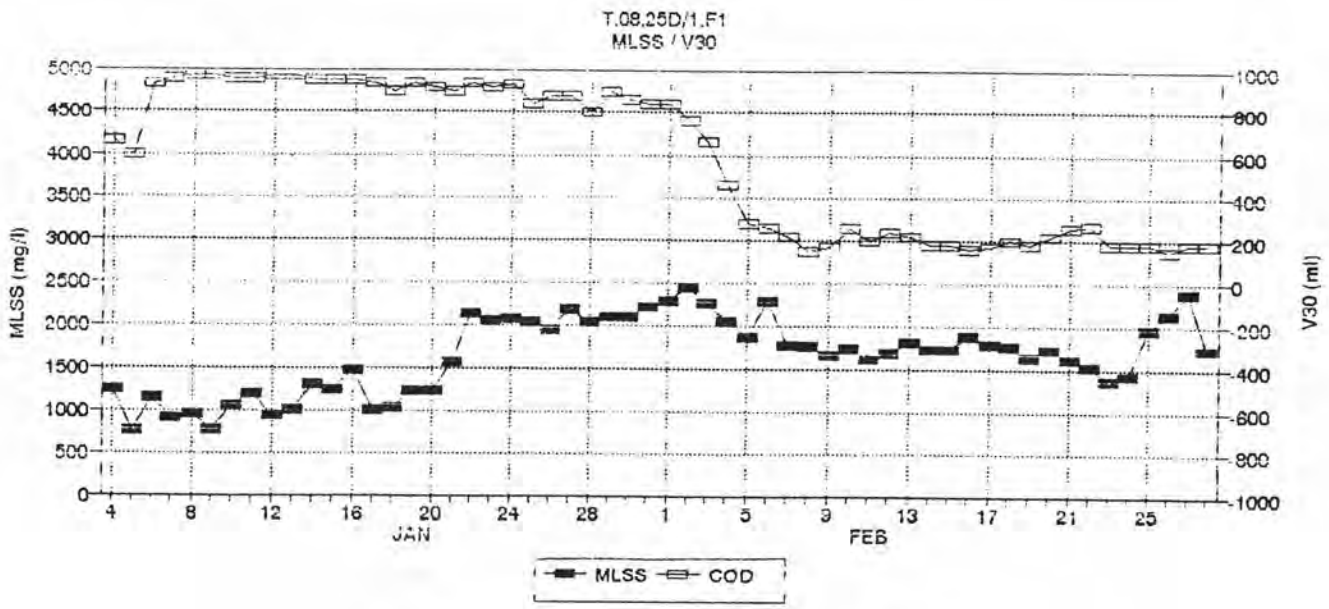
ทำการทดลองระหว่างวันที่ 4 ม.ค. ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 56 วัน ได้ควบคุมระบบโดยไม่มีการระบายตะกอนทิ้งเพื่อให้มี SRT สูงสุด ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.26, 4.27, 4.28 และ 4.29

- วันที่ 4 ม.ค.36 จากการทดลองเดิมมี MLSS เพียง 197 มก./ล. ผู้ทดลองจึงได้นำตะกอนที่เลี้ยงไว้แบบ Batch มาใส่เพิ่มเข้าไปในถังเติมอากาศทำให้ MLSS มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1,256 มก./ล. และได้นำถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตรมาใช้แทนถังตกตะกอนในตัว อีกทั้งได้ทดลองใช้ถังคัดพันธุ์เพื่อแก้ไขและป้องกันโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน

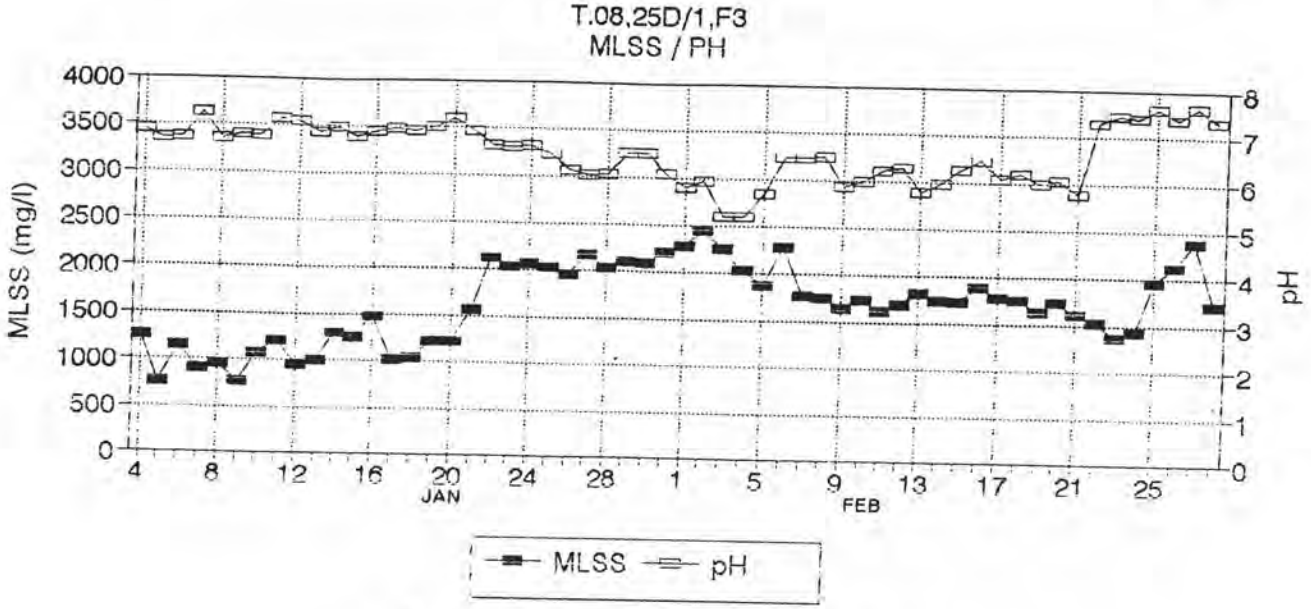
- ระหว่างวันที่ 4 ถึง 17 ม.ค.36 เป็นเวลา 13 วัน พบว่าระดับ MLSS มีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงมากตามการเปลี่ยนแปลงของ SRT และ COD โดย MLSS มีค่าระหว่าง 761 ถึง 1,470 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 1,077 มก./ล. นอกจากนี้ในตอนแรกที่เริ่มใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตร ต้องใช้เวลาในการสะสมตะกอนในถังตกตะกอนจึงมีตะกอนหมุนเวียนกลับมาที่ถังเติมอากาศน้อยทำให้วัด MLSS ได้ต่ำ ส่วน SRT มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงมาก คือมีค่าระหว่าง 5.9 ถึง 53.8 มก./ล. และโดยที่ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 25 วัน ในขณะที่ COD ก็มีค่าขึ้นลงระหว่าง 112.0 ถึง 196.8 มก./ล.และมีค่าเฉลี่ย 149.6 มก./ล. ส่วนปริมาณตะกอนในน้ำทิ้งมีค่าไม่สูงมากนัก แต่แตกต่างกันมากจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ SRT มีค่าแตกต่างกันมาก โดย X_e มีค่าระหว่าง 1.8 ถึง 23.2 มก./ล. นอกจากนี้ยังพบว่า V_{30} มีค่าสูงถึง 970 มล. เป็นเวลาหลายวันติดต่อกันและ SVI มีค่าสูงถึง 1,255 โดยมีสาเหตุจากการใช้ตะกอนที่เหลือจากการทดลองครั้งที่ 1 ที่มีแบคทีเรียพวกเส้นใยจึงทำให้เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตามถังตกตะกอน 7 ลิตร ก็สามารถทำงานได้ดีช่วยให้มีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งน้อย ส่วนระดับ pH พบว่าส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 7 เล็กน้อยและมีค่าต่ำตั้งแต่ตอนเริ่มต้นการทดลองซึ่งน่าจะเป็นอิทธิพลจากตะกอนที่ได้เลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch



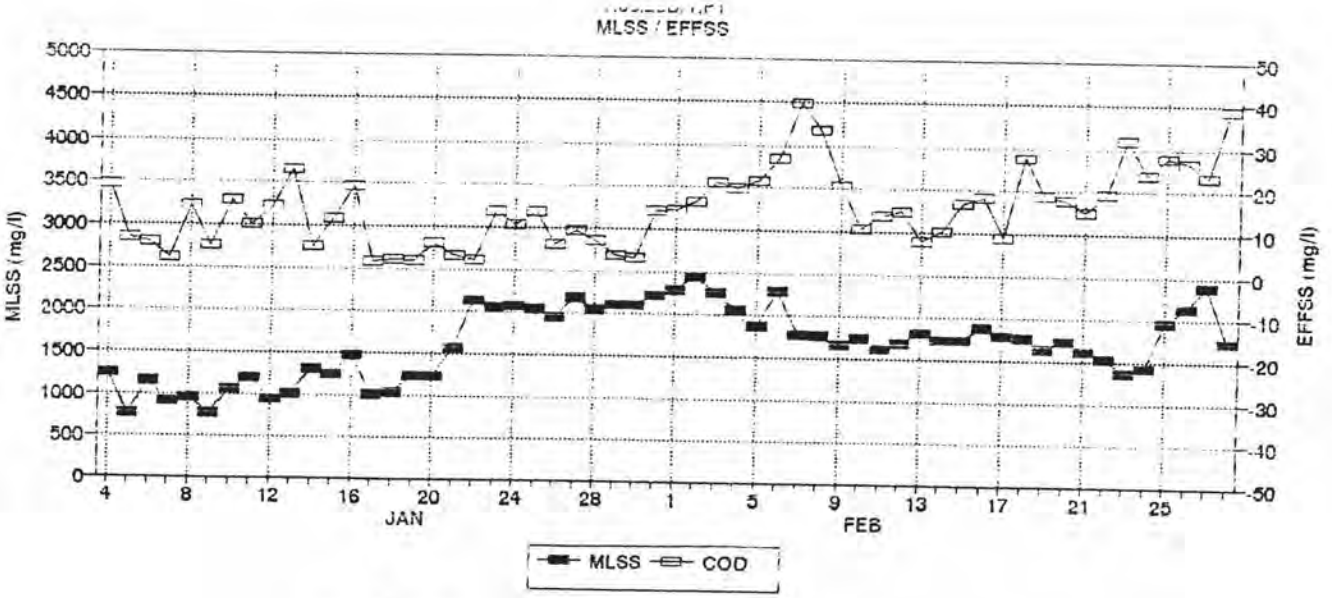
ภาพที่ 4.26 กราฟระหว่าง MLSS กับ COD_{in}
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



ภาพที่ 4.27 กราฟระหว่าง SRT กับ V_{30}
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



ภาพที่ 4.28 กราฟระหว่าง MLSS กับ pH
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



ภาพที่ 4.29 กราฟระหว่าง SRT กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)

- ระหว่างวันที่ 17 ถึง 25 ม.ค.36 เป็นเวลา 8 วันพบว่าระดับ MLSS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยตลอดจาก 1,019 เป็น 2,326 มก./ล. เป็นการปรับตัวขึ้นตาม SRT ที่มีค่าสูง โดยมีค่าระหว่าง 20.6 ถึง 67.7 วัน และมีค่าเฉลี่ย 38.1 วัน ในขณะที่ COD มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงและมีแนวโน้มโดยรวมไม่เปลี่ยนแปลงและมีค่าไม่สูง โดยมีค่าระหว่าง 100.8 ถึง 171.2 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 129.0 มก./ล.ส่วน X_r มีค่าต่ำคือมีค่าระหว่าง 2.0 ถึง 13.8 มก./ล.แม้ว่าจะเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนซึ่งมี V_{30} สูงโดยมีค่าระหว่าง 840 ถึง 940 มล. และ SVI ซึ่งมีค่าระหว่าง 413 ถึง 869 แต่มีการใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตรจึงยังเกิดการตกตะกอนได้ดี ในด้าน pH ส่วนใหญ่แล้วมีค่าต่ำกว่า 7 เล็กน้อย ในวันที่ 25 ม.ค.36 ผู้ทดลองได้ระบายทิ้งตะกอนในถังตกตะกอน 7 ลิตร และเมื่อวัด MLSS พบว่ามีค่าลดลงเล็กน้อยจาก 2,326 เป็น 2,034 มก./ล.

- ตั้งแต่วันที่ 26 ม.ค.ถึง 2 ก.พ.36 เป็นเวลา 8 วัน พบว่า MLSS มีแนวโน้มปรับตัวลดลงในวันที่ 26 ม.ค.36 เนื่องจากการทิ้งตะกอนในถังตกตะกอน 7 ลิตร จากนั้น MLSS จึงได้ปรับตัวสูงขึ้นเล็กน้อยเป็น 2,454 มก./ล. ตามการเพิ่มขึ้นของ SRT แม้ว่าในระหว่างนี้บางช่วง COD มีค่าต่ำถึง 66.7 มก./ล. โดย SRT มีค่าเพิ่มจาก 21.9 เป็น 70.7 วัน ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุดในการทดลองนี้ และต่อมาในตอนหลังได้ลดลงเป็น 22 วัน ในด้าน X_r ได้ลดลงจาก 13.8 เป็น 3.2 มก./ล. ซึ่งในช่วงนี้ทำให้มี SRT สูงในช่วงนี้ จากนั้นเมื่อ X_r มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 16.1 มก./ล.จึงทำให้ SRT ต่ำลง ส่วน V_{30} และ SVI ลดต่ำลงเป็น 760 มล. และ 310 ตามลำดับ และยังพบอีกว่า pH มีค่าต่ำกว่า 7 มากโดยมีค่าต่ำสุดคือ 5.80

- ระหว่างวันที่ 2 ถึง 6 ก.พ.36 เป็นเวลา 4 วัน ใน 3 วันแรกพบว่า MLSS ได้ลดจาก 2,454 เป็น 1,880 มก./ล. ซึ่งเป็นไปตามแนวโน้มของ SRT และ COD ที่ลดลง โดย SRT ลดลงเหลือ 13.2 วัน เนื่องจาก pH ต่ำกว่า 7 เป็นเวลานานจึงทำให้น้ำทิ้งขุ่น ในวันที่ 6 ก.พ.36 ผู้ทดลองได้ยกเลิกการใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตร เนื่องจากV_{30} และ SVI มีค่าลดต่ำลง และอีกทั้งเพื่อใช้เปรียบเทียบกับการทดลองอื่นๆ ที่ไม่ใช้ถังตกตะกอนดังกล่าว หลังจากเลิกใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตรแล้วพบว่า MLSS เพิ่มขึ้นเนื่องจากตะกอนที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะอยู่ภายในถังเติมอากาศ ส่วน pH พบว่าได้ลดลงจนมีค่าต่ำสุดคือ 5.23

- ระหว่างวันที่ 6 ถึง 23 ก.พ.36 เป็นเวลา 17 วัน ในวันแรกพบว่า MLSSลดลงจาก 2,282 เป็น 1,772 มก./ล.เนื่องจาก SRT มีค่าต่ำถึง 7.2 วันเพราะน้ำทิ้งขุ่น อีกทั้ง COD มีค่าต่ำ หลังจากนั้นพบว่าระดับ MLSS มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเล็กน้อยก่อนที่จะลดลงมากในตอนท้าย โดย MLSS มีค่าระหว่าง 1,370 ถึง 1,888 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 1,696 มก./ล. ในระหว่างนี้จะเห็นว่า MLSS ไม่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแม้ว่า SRT จะมีค่าสูง เนื่องจากระหว่างวันที่ 8 ถึง 18 ก.พ.36 น้ำทิ้งขุ่นมาก ผู้ทดลองจึงได้แยกตะกอนออกจากน้ำทิ้งมาใส่ในถังเติมอากาศ จึงทำให้ MLSS และ SRT มีค่าสูงเกินความเป็นจริง เพราะตะกอนในน้ำทิ้งมิได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการเพิ่มขึ้นของ MLSS แต่เมื่อหลังวันที่ 18 ก.พ. 36 ซึ่งไม่มีการแยกตะกอนออกจากน้ำทิ้งจะเห็นว่าระดับ MLSS และ SRT ได้มีค่าลดลง ในส่วน V_{30} และ SVI มีค่าต่ำ และพบว่า pH ยังคงมีค่าต่ำกว่า 7 จนกระทั่งเมื่อวันที่ 22 ก.พ.36 ได้มีการปรับ pH ในเลียให้สูงขึ้นอย่างเพียงพอปรากฏว่า pH ในถังเติมอากาศได้สูงขึ้น

- ระหว่างวันที่ 23 ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 5 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่มีการปรับ pH น้ำเสียจะเห็นว่า pH ในถังเติมอากาศมีค่าสูงกว่า 7 พบว่า MLSS ได้เพิ่มสูงขึ้นมากจาก 1,370 เป็น 2,386 มก./ล. เพราะทั้ง SRT และ COD ต่างก็มีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดย SRT เพิ่มเป็น 15.7 วัน และ COD มีค่าสูงสุด 242.1 มก./ล.

ในการทดลองครั้งนี้ระดับ MLSS มีค่าสูงกว่าการทดลองครั้งที่ 1 เนื่องจากมีระดับ SRT สูงกว่าการทดลองที่ 1 โดย MLSS มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามระดับ SRT และมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงในระยะสั้นตาม COD ของน้ำเสีย ซึ่ง MLSS มีค่าระหว่าง 761 ถึง 2,454 มก./ล.

การทดลองใช้ Seed จากตะกอนระบายทิ้งของการทดลองที่ 1 ที่นำมาเลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch ได้ไม่นาน ซึ่งระดับ MLSS ในตอนต้นนี้ไม่ได้มีแนวโน้มลดลงเช่นการทดลองครั้งที่ 1 และแม้ว่าจะเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรงเช่นเดียวกับตอนท้ายของการทดลองครั้งที่ 1 แต่มิได้ก่อให้เกิดปัญหาต่อการทำงานของระบบเพราะได้ใช้ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร ซึ่งช่วยในการตกตะกอนได้ดีกว่าแทนถังตกตะกอนในตัว ในระยะนี้ระดับ MLSS และ SRT มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีค่าสูงสุด และทำให้ pH ในถังเติมอากาศมีค่าลดลงติดต่อกันเป็นเวลานาน จึงทำให้ MLSS และ SRT มีแนวโน้มลดลงอีก แต่เมื่อได้ทดลองปรับ pH ของน้ำเสียพบว่า MLSS และ SRT มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น

4.2.2 SRT 15 วัน

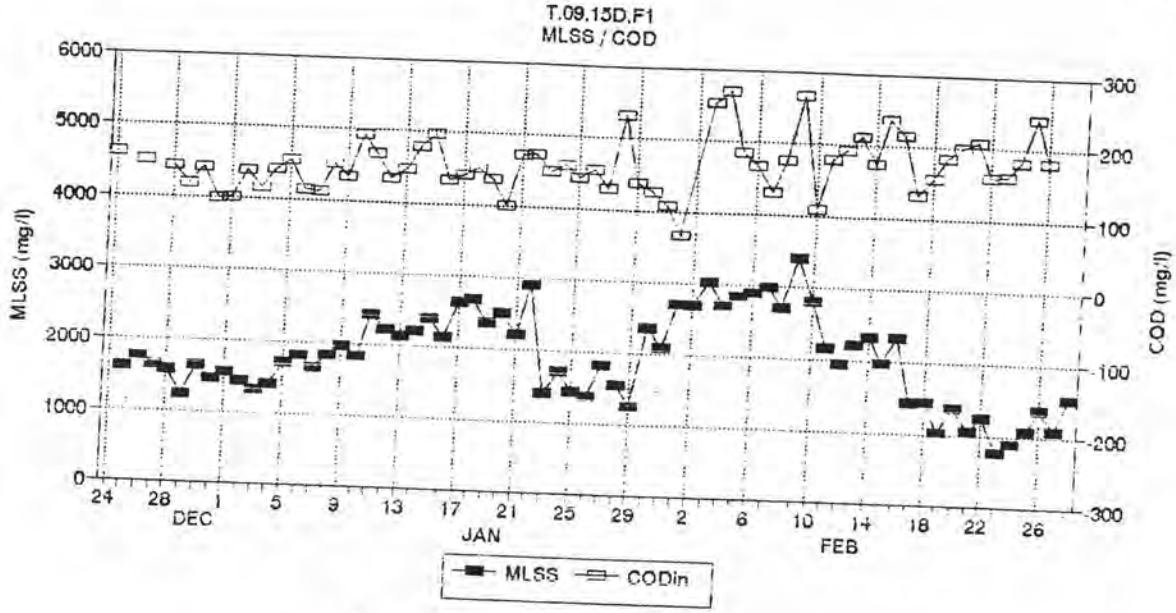
ทำการทดลองระหว่างวันที่ 24 ธ.ค.35 ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 67 วัน หรือเท่ากับ 4.5 เท่าของ SRT โดยที่การทดลองนี้ไม่ได้ใช้ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.30, 4.31, 4.32 และ 4.33

- วันที่ 24 ธ.ค.36 เริ่มการทดลองเป็นแบบ Batch โดยใช้ตะกอนจุลินทรีย์จากโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนการเคหะแห่งชาติห้วยขวาง ลักษณะของตะกอนนี้พบว่ามีเนื้อละเอียดและไม่เกาะตัวกันเป็นฟล้อคขนาดใหญ่ อีกทั้งตะกอนมีสีจาง

- ตั้งแต่วันที่ 25 ธ.ค. ถึง 3 ม.ค.36 เป็นเวลา 10 วัน เริ่มทดลองเลี้ยงแบบต่อเนื่องโดยมี MLSS เริ่มต้น 1,601 มก./ล. ซึ่งได้เพิ่มสูงขึ้นในวันต่อมาเพียงครั้งเดียวเป็น 1,750 มก./ล. จากนั้นจึงมีแนวโน้มลดลงและมีค่าต่ำสุดคือ 1,229 มก./ล. ทั้งนี้เพราะเป็นไปตาม SRT มีแนวโน้มลดลงที่ได้เพิ่มขึ้นเป็น 15 วันก่อนแล้วจึงลดลง โดย SRT มีค่าต่ำสุดคือ 5.7 วัน เนื่องจากส่วนใหญ่น้ำทิ้งจะขุ่น ประกอบกับ COD มีค่าต่ำและมีแนวโน้มลดลง โดยมีค่าระหว่าง 99.2 ถึง 150.4 มก./ล.และมีค่าเฉลี่ย 125.7 มก./ล. ในด้าน V_{30} และ SVI มีค่าไม่สูง โดย V_{30} มีค่าระหว่าง 115 ถึง 430 มล./ล. และ SVI มีค่าระหว่าง 73 ถึง 246 ส่วน pH มีค่าต่ำกว่า 7 เพียงวันเดียว

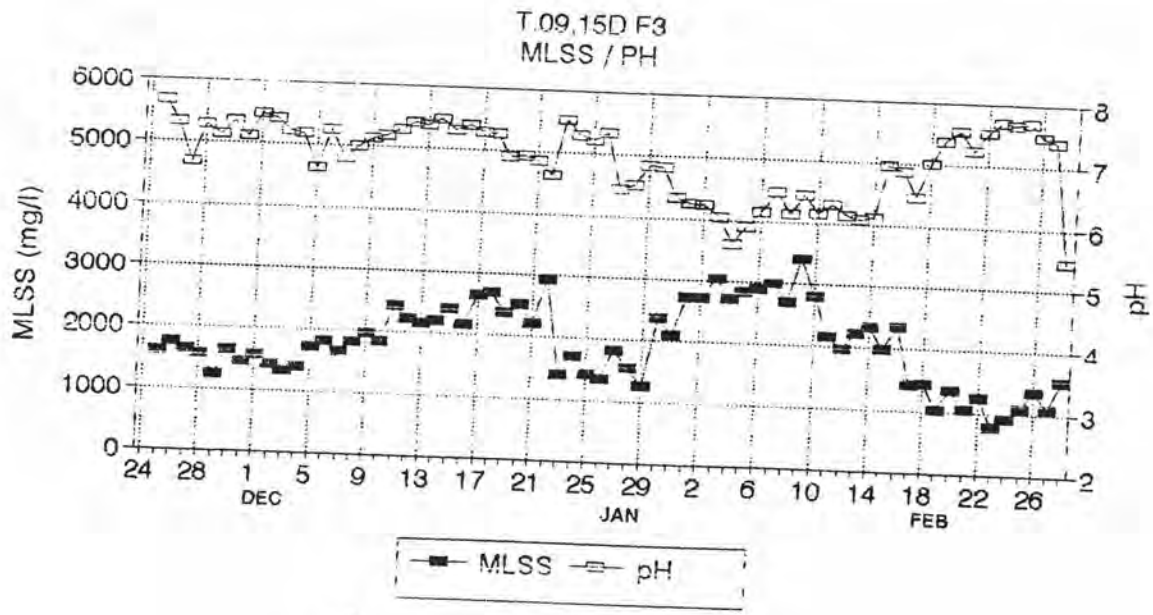
- ระหว่างวันที่ 3 ถึง 18 ม.ค.36 เป็นเวลา 15 วัน ระดับ MLSS มีแนวโน้มปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นจาก 1,318 เป็น 2,685 มก./ล. เนื่องจากได้ควบคุม SRT ให้มีค่า 15 วันโดยตลอด อีกทั้ง COD มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นโดยมีค่าระหว่าง 100.8 ถึง 196.8 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 140.8 มก./ล. ในระหว่างนี้ V_{30} มีค่าสูงขึ้นโดยมีค่าระหว่าง 180 ถึง 640 มล. ส่วน SVI สูงขึ้นเล็กน้อยโดยมีค่าระหว่าง 124 ถึง 302

- ระหว่างวันที่ 18 ถึง 22 ม.ค.36 เป็นเวลา 4 วัน ในระหว่างวันที่ 18 และ 19 ม.ค. 36 มีตะกอนล้นออกทางถังคัดพันธุ์จึงมีระดับ MLSS ลดลง ส่วนระดับ SRT แม้ว่าจะคำนวณได้ 15 วันแต่ไม่ใช่ค่าจริง เพราะไม่ได้นำตะกอนส่วนที่สูญเสียไปมาพิจารณา แต่ในตอนท้ายพบว่าระดับ MLSS ก็ได้ปรับตัวสูงขึ้น ในระหว่างนี้ระดับ MLSS มีค่าระหว่าง 2,204 ถึง 2,909 มก./ล. ส่วน Xe มีค่าต่ำโดยมีค่าระหว่าง 12 ถึง 15.6 มก./ล. นอกจากนี้ V_{30} และ SVI ก็มีค่าไม่สูง



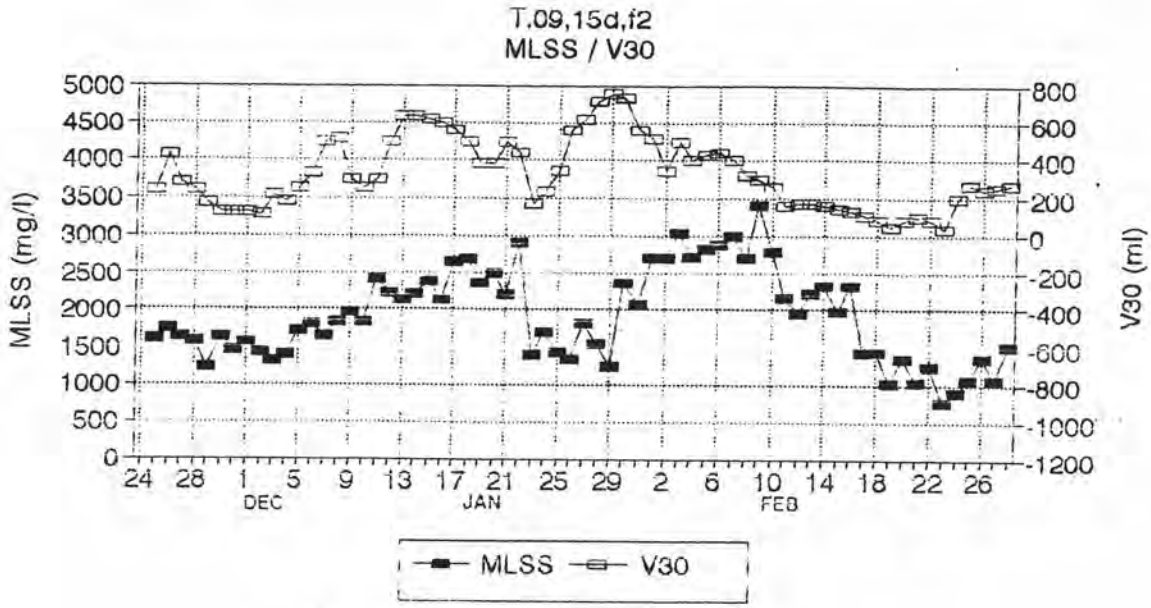
ภาพที่ 4.30 กราฟระหว่าง SRT กับ COD_{in}

ของการทดลอง SRT 15 วัน



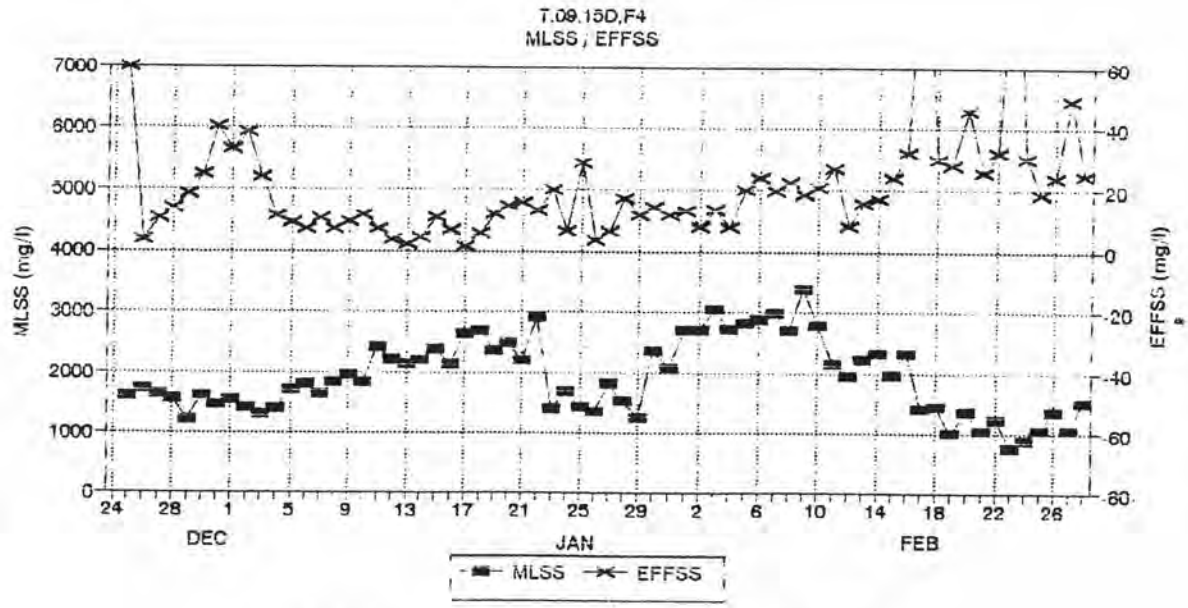
ภาพที่ 4.31 กราฟระหว่าง MLSS กับ pH

ของการทดลอง SRT 15 วัน



ภาพที่ 4.32 กราฟระหว่าง MLSS กับ V_{30}

ของการทดลอง SRT 15 วัน



ภาพที่ 4.33 กราฟระหว่าง MLSS กับ EFFSS (Xe)

ของการทดลอง SRT 15 วัน

- <u>วันที่ 23 ม.ค.36</u> มีการสูญเสียตะกอนจำนวนมากทำให้ระดับ MLSS ลดจาก 2,909 เป็น 1,402 มก./ล. และเกิดน้ำทิ้งขุ่นเป็นผลให้ SRT มีระดับลดลงเป็น 11.3 วัน แต่อย่างไรก็ตามค่านี้มิใช่ค่าที่ถูกต้องเพราะไม่ได้นำตะกอนส่วนที่สูญเสียไปมาพิจารณา

- <u>ระหว่างวันที่ 23 ถึง 29 ม.ค.35</u> เป็นเวลา 6 วัน พบว่า MLSS มีระดับต่ำและเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก เนื่องจากเกิดตะกอนลอยและอัดตัวกันแน่นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอน ทำให้มีการหมุนเวียนตะกอนกลับคืนไปที่ถังเติมอากาศได้น้อยลง และทำให้ตะกอนปะปนออกไปกับน้ำทิ้ง MLSS จึงมีค่าต่ำคือระหว่าง 1,251 ถึง 1,820 มก./ล. แต่ Xe มีค่าสูงคือระหว่าง 3.6 ถึง 28.4 มก./ล. และทำให้ SRT มีค่าต่ำเพียง 8.1 วัน นอกจากนี้ก็พบว่า V_{30} มีค่าเพิ่มสูงขึ้นถึง 760 มล. และ SVI สูงถึง 607 ส่วน pH เริ่มมีค่าต่ำกว่า 7

- <u>ระหว่างวันที่ 29 ม.ค. ถึง 9 ก.พ.36</u> เป็นเวลา 11 วัน พบว่า MLSS มีระดับเพิ่มสูงขึ้นจาก 1,252 เป็น 3,402 มก./ล. ซึ่งเป็นค่าสูงสุดในการทดลองครั้งนี้ เนื่องจากควบคุม SRT ได้ 15 วันโดยตลอด อีกทั้ง COD มีค่าสูงขึ้นแม้ว่าจะมีค่าแตกต่างกันมากระหว่าง 66.7 ถึง 268.3 มก./ล. โดยมีค่าเฉลี่ย 161.9 มก./ล. ส่วน Xe ในตอนแรกต่ำแต่ในตอนหลังได้เพิ่มสูงขึ้นเป็น 23.5 มก./ล. เนื่องจาก pH ต่ำกว่า 7 ติดต่อกันหลายวันโดย pH ต่ำสุดคือ 5.61 ในขณะที่ V_{30} และ SVI มีค่าลดลง

- <u>ระหว่างวันที่ 9 ก.พ. ถึง 23 ก.พ.36</u> เป็นเวลา 14 วัน ระดับ MLSS มีแนวโน้มลดลงจาก 3,406 เป็น 770 มก./ล. เนื่องจากมีการสูญเสียตะกอนในวันที่ 11 ก.พ.36 อีกทั้งมีตะกอนในน้ำทิ้งสูงวัดได้ถึง 122 มก./ล. และมี SRT ต่ำสุดเพียง 1 วัน แม้ว่าจะมีค่าเฉลี่ยของ COD ค่อนข้างสูงคือ 179.7 มก./ล. ส่วน pH ซึ่งตอนแรกมีค่าต่ำกว่า 7 ได้กลับเพิ่มสูงกว่า 7 เมื่อ MLSS ลดถึง 1,446 มก./ล.ในด้าน V_{30} และ SVI มีค่าต่ำ

- <u>ระหว่างวันที่ 23 ถึง 28 ก.พ.36</u> เป็นเวลา 5 วัน ระดับ MLSS ได้กลับเพิ่มสูงขึ้นอีกจาก 770 เป็น 1,524 มก./ล. เนื่องจาก SRT สูงขึ้นเล็กน้อยเป็น 9.9 วัน เมื่อ Xe ลดลง ในขณะที่ COD ก็เพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยคือมีค่าระหว่าง 181.3 ถึง 242.1 มก./ล. นอกจากนี้พบว่า pH ได้ลดต่ำกว่า 7 เมื่อ MLSS มีค่า 1,524 มก./ล. ส่วน V_{30} และ SVI เพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย

ในการทดลองครั้งนี้ระดับ MLSS มีค่าสูง โดยมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงตามระดับ SRT และมีการเปลี่ยนแปลงระยะสั้นตาม COD ของน้ำเสีย โดยมีค่าระหว่าง 770 ถึง 3,402 มก./ล. ซึ่งสูงกว่าการทดลองอื่นๆ

ในการทดลองใช้ Seed จากห้วยขวาง ในตอนแรกระดับ MLSS และ SRT มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ต่อมาเมื่อควบคุมระดับ SRT ได้คงที่ MLSS ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยตลอด จนกระทั่งเมื่อเกิดการสูญเสียตะกอนโดยบังเอิญทำให้ MLSS และ SRT มีค่าลดลงในทันที แต่ต่อมาเมื่อควบคุมระดับ SRT ได้คงที่ 15 วัน พบว่า MLSS ก็ได้ปรับตัวเพิ่มขึ้นจนกระทั่งม่ค่าสูงสุด ในระหว่างนี้ pH ในถังเติมอากาศมีค่าลดลงต่ำติดต่อกันเป็นเวลานานจึงเกิดเซลล์แบคทีเรียที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้ MLSS และ SRT มีแนวโน้มลดลงโดยตลอดจนกระทั่งเมื่อ pH ได้ปรับตัวสูงขึ้นระยะหนึ่ง แล้วระดับ MLSS และ SRT จึงได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

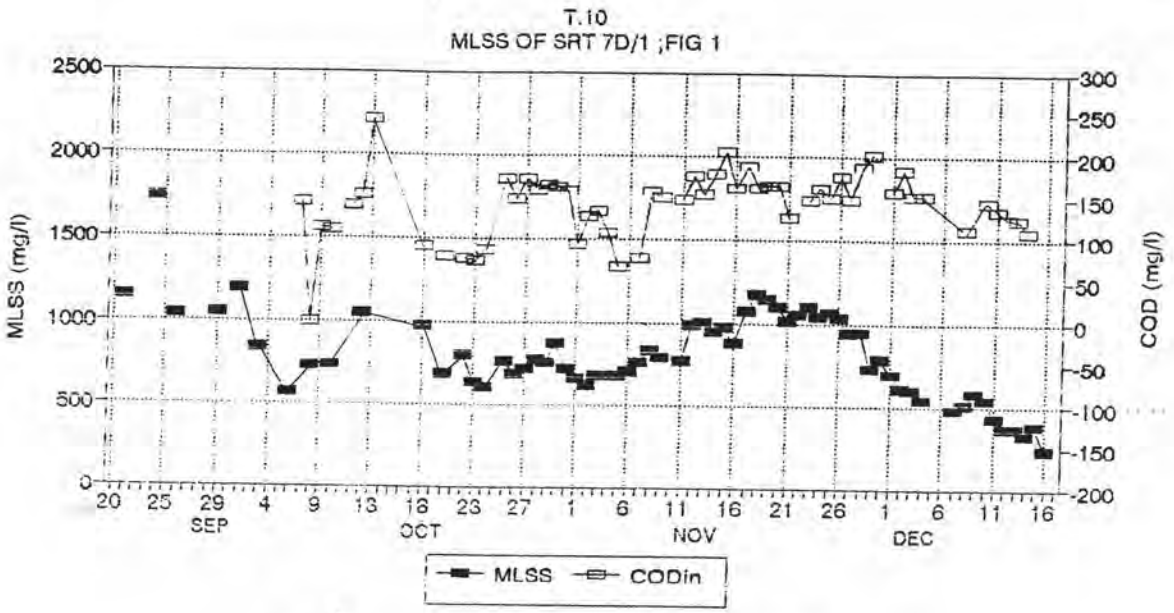
4.2.3 SRT 7 วัน

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 20 ก.ย.35 ถึง 9 ก.พ.36 เป็นเวลา 142 วัน และได้ทำการทดลอง 2 ครั้ง ซึ่งมีหลักในการควบคุม SRT ที่แตกต่างกัน และมีผลต่อระดับ MLSS ไม่เท่ากัน

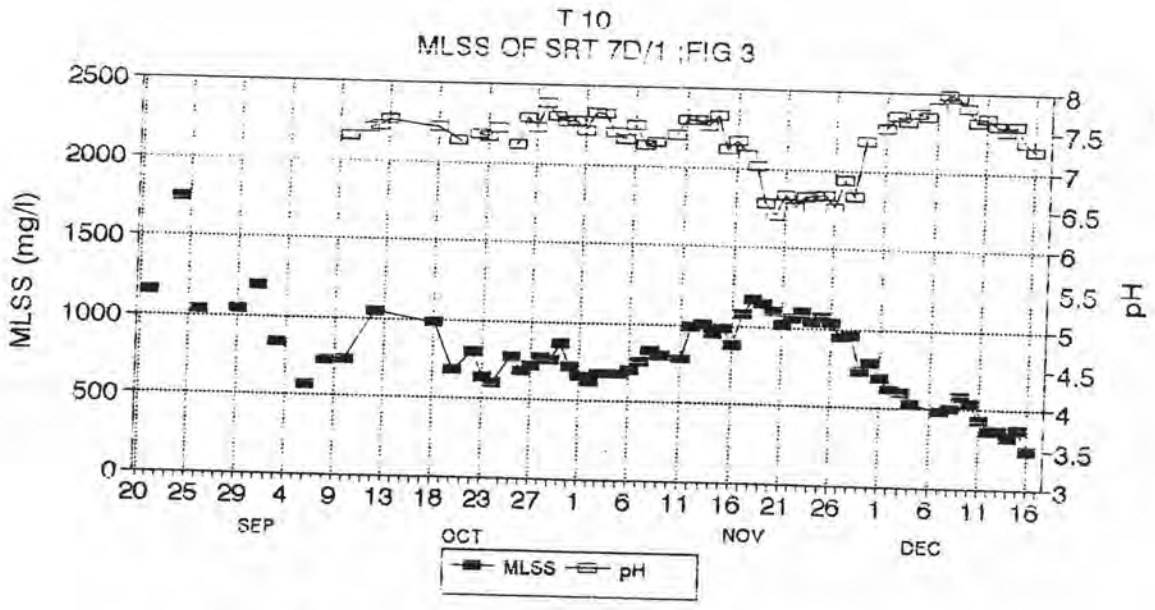
4.2.3.1 การทดลองครั้งที่ 1

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 20 ก.ย.ถึง 16 ธ.ค. 35 เป็นเวลา 87 วัน ใช้ตะกอนจุลินทรีย์อันเดียวกันกับการทดลอง SRT 25 วัน ในการควบคุม SRT ระหว่างวันที่ 20 ก.ย. ถึง 8 ธ.ค. 35 มีอัตราการระบายตะกอนทิ้งเท่ากันทุกวันๆ ละ 1.43 ลิตร หลังจากนั้นระหว่างวันที่ 8 ถึง 16 ธ.ค.35 มีการวัดระดับ MLSS และ Xe ก่อนที่จะคำนวณหาอัตราการระบายตะกอนก่อนทิ้ง ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.34, 4.35, 4.37 และ 4.37

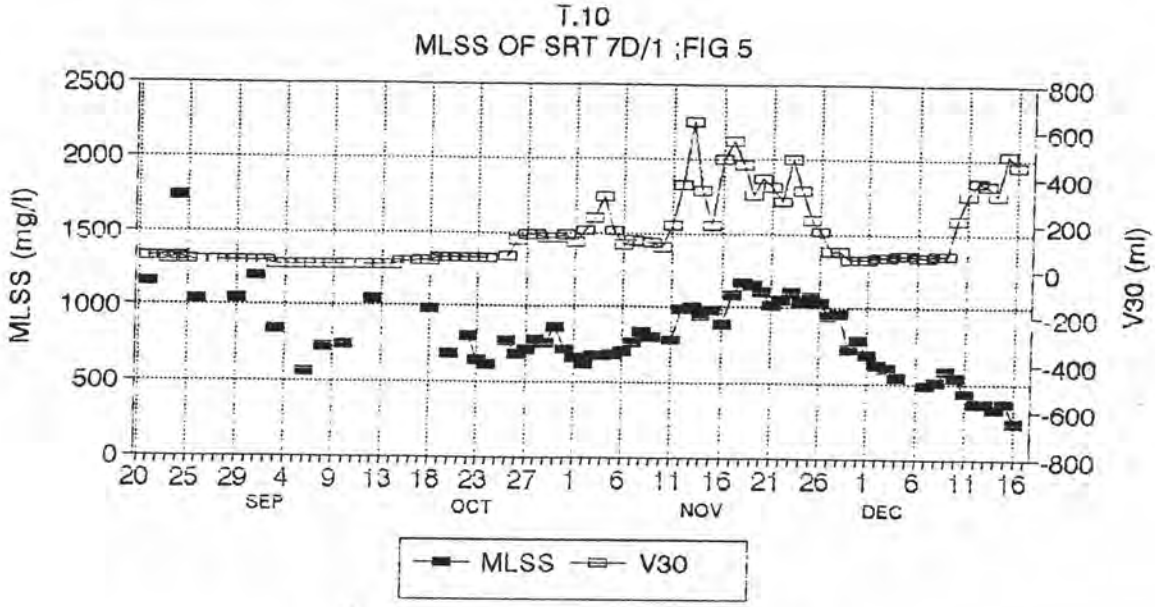
- ระหว่างวันที่ 20 ก.ย.ถึง 6 ต.ค.35 เป็นเวลา 17 วัน MLSS ช่วงเริ่มต้นการทดลองมีค่า 1,154 มก./ล. ต่อมาเพิ่มขึ้นเป็น 1,744 มก./ล. จากนั้นจึงได้ลดลงเป็น 570 มก./ล. ในระหว่างนี้พบว่าน้ำทิ้งขุ่นแต่ยังไม่ได้มีการวัด Xe ส่วน COD ที่วัดได้มีค่าไม่น่าเชื่อถือ นอกจากนี้พบว่า V_{30} มีค่าต่ำคือระหว่าง 20 ถึง 50 มล. และ SVI มีค่าระหว่าง 24 ถึง 34



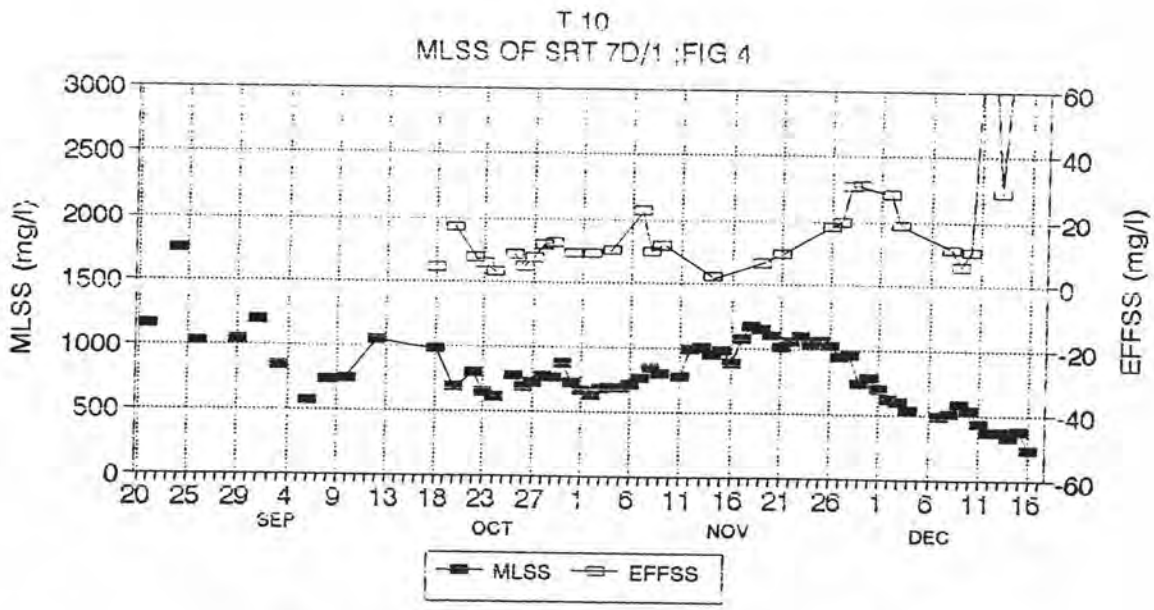
ภาพที่ 4.34 กราฟระหว่าง MLSS กับ COD_{in}
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



ภาพที่ 4.35 กราฟระหว่าง MLSS กับ pH
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



ภาพที่ 4.36 กราฟระหว่าง MLSS กับ V_{30}
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



ภาพที่ 4.37 กราฟระหว่าง MLSS กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)

- ระหว่างวันที่ 6 ถึง 18 ต.ค.35 เป็นเวลา 8 วัน ระดับ MLSS มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจาก 570 เป็น 1,050 มก./ล. ตามการเพิ่มขึ้นของ COD จาก 110.9 เป็น 241.9 มก./ล. นอกจากนี้ V_{30} และ SVI ยังคงมีค่าต่ำ

- ระหว่างวันที่ 18 ต.ค. ถึง 11 พ.ย.35 เป็นเวลา 24 วัน ระดับ MLSS มีค่าไม่สูงและมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเพียงเล็กน้อยคือ มีค่าระหว่าง 611 ถึง 873 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 758 มก./ล. โดยที่การเปลี่ยนแปลงระดับของ MLSS จะแปรตามการขึ้นลงของ SRT และ COD ซึ่ง SRT มีค่าระหว่าง 3.0 ถึง 5.4 วัน และมีค่าเฉลี่ย 4.3 วัน ส่วน COD มีค่าระหว่าง 67.2 ถึง 172.8 มก./ล. ซึ่งแตกต่างกันมากและมีค่าเฉลี่ย 126.2 มก./ล. นอกจากนี้ Xe ส่วนมากมีค่าต่ำกว่า 10 มก./ล. ส่วน V_{30} และ SVI ยังคงมีค่าต่ำ

- ระหว่างวันที่ 11 ถึง 28 พ.ย.36 เป็นเวลา 17 วัน ระดับ MLSS มีแนวโน้มสูงขึ้นก่อนแล้วจึงลดต่ำลง แต่มีการเปลี่ยนปลงขึ้นลงเพียงเล็กน้อยโดยมีค่าระหว่าง 885 ถึง 1,034 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 1,034 มก./ล. ทั้งนี้เพราะ SRT ได้ปรับตัวเพิ่มขึ้นจาก 4.2 เป็น 6.0 วันแล้วลดลงเป็น 2.7 วัน อันเป็นผลจากการที่ Xe ในตอนแรกและตอนท้ายมีค่าสูงอีกทั้ง COD มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 156.8 เป็น 204.8 มก./ล.จากนั้นจึงลดลงเป็น 117.3 มก./ล . ในระหว่างนี้พบว่าเกิดของโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนคือมี V_{30} สูงถึง 640 มก. และ SVI สูงสุดคือ 634 แต่อย่างไรก็ตามทั้ง V_{30} และ SVI ก็มีค่าลดลงในเวลาต่อมา ส่วน pH เริ่มมีค่าต่ำกว่า 7 เมื่อมีระดับ MLSS มีค่าเท่ากับ 1,150 มก./ล.

- ระหว่างวันที่ 28 พ.ย.ถึง 8 ธ.ค.35 เป็นเวลา 10 วัน ระดับ MLSS มีค่าลดลงเร็วในตอนแรก จากนั้นจึงค่อยๆ ลดลง เนื่องจากเกิดน้ำทิ้งขุ่นมี Xe สูงหลังจาก pH ต่ำกว่า 7 ติดต่อกันหลายวันจึงทำให้มี SRT ต่ำถึง 2.4 วัน จากนั้น SRT มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย ในขณะเดียวกัน COD ก็มีค่าลดลงจาก 230.4 เป็น 114.0 มก./ล. ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับ MLSS ส่วน pH ในช่วงนี้มีค่าสูงกว่า 7 ส่วน V_{30} และ SVI ก็ยังคงมีค่าต่ำ

- ระหว่างวันที่ 8 ถึง 17 ธ.ค.35 เป็นเวลา 9 วัน โดยในวันที่ 9 และ 10 ธ.ค.35 ระดับ MLSS ได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 510 เป็น 585 มก./ล.เนื่องจากได้ควบคุมให้มี SRT 7 วัน หลังจากนั้นระดับ MLSS ได้ลดลงไปจนเหลือ

เพียง 242 มก./ล. เนื่องจากเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรงวัด V_{30} สูงสุ
500 มล./ล. แต่มี SVI สูงถึง 1,810 ทำให้มีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งเป็นจำนวนม
Xe ได้ถึง 102 มก./ล. และเป็นผลให้ SRT ต่ำเพียง 0.39 วัน ผู้ทดลองได้ยุติการทด
เมื่อวันที่ 17 ธ.ค.35

ในการทดลองครั้งนี้ระดับ MLSS มีค่าสูงกว่าการทดลองครั้
อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากมีระดับ SRT สูงกว่าและพบว่าระดับ MLSS มีแนวโน้มเปลี่ยนแ
ตามระดับ SRT และมีค่าเปลี่ยนแปลงในระยะสั้นตาม COD ของน้ำเสีย โดย MLSS
ระหว่าง 651 ถึง 1,475 มก./ล.

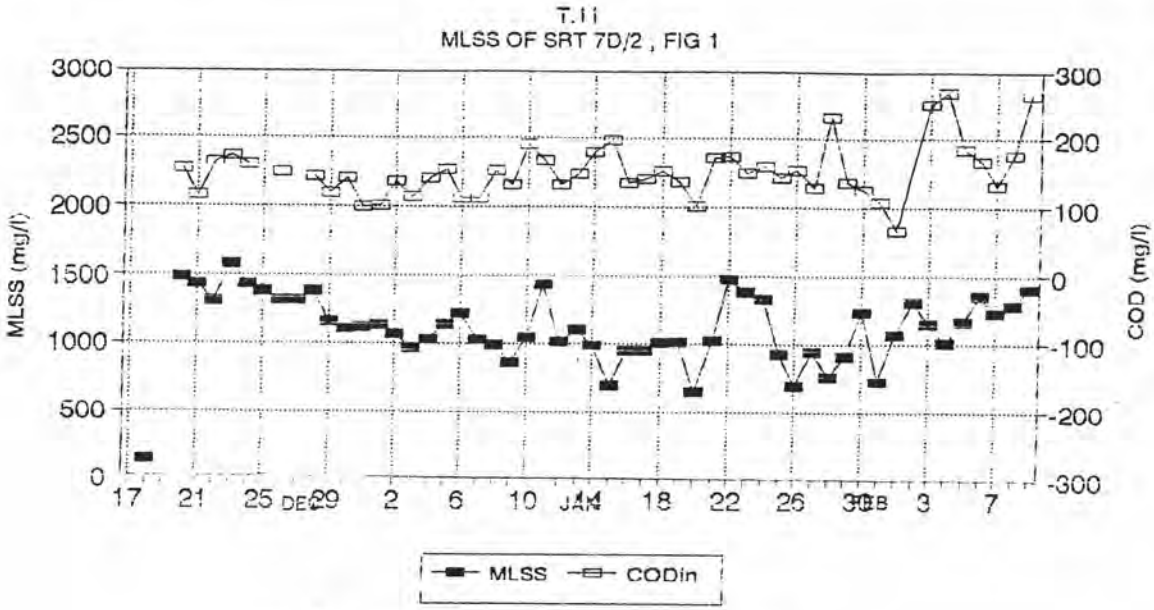
ในตอนแรกพบว่า MLSS มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยแม้ว่าทั่วไ
ควบคุมระดับ SRT ให้มีค่าคงที่ได้ ทั้งนี้เพราะว่าน้ำทิ้งขุ่นเกิดการสะสมตัวของตะกอนในถั
ตะกอน 7 ลิตร ถังตกตะกอนที่ใช้ไม่มีที่กวาดตะกอนจึงมีการหมุนเวียนตะกอนได้ไม่ดี และ
การตะกอนลอยในถังตกตะกอนจึงทำให้วัด MLSS ได้ต่ำ ต่อมา MLSS ได้ได้มีแนวโน้มปรับ
เพิ่มสูงขึ้น และเกิด pH ต่ำในถังเติมอากาศ

4.2.3.2 การทดลองครั้งที่ 2

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 17 ธ.ค.35 ถึง 9ก.พ.เป็นเ
55 วัน หรือคิดเป็น 7.9 เท่าของ SRT ได้มีการควบคุม SRT โดยวัด MLSS และ Xe เพื่อ
นวณหาอัตราการระบายตะกอนทิ้ง ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.38, 4.39, 4.40,
และ 4.41

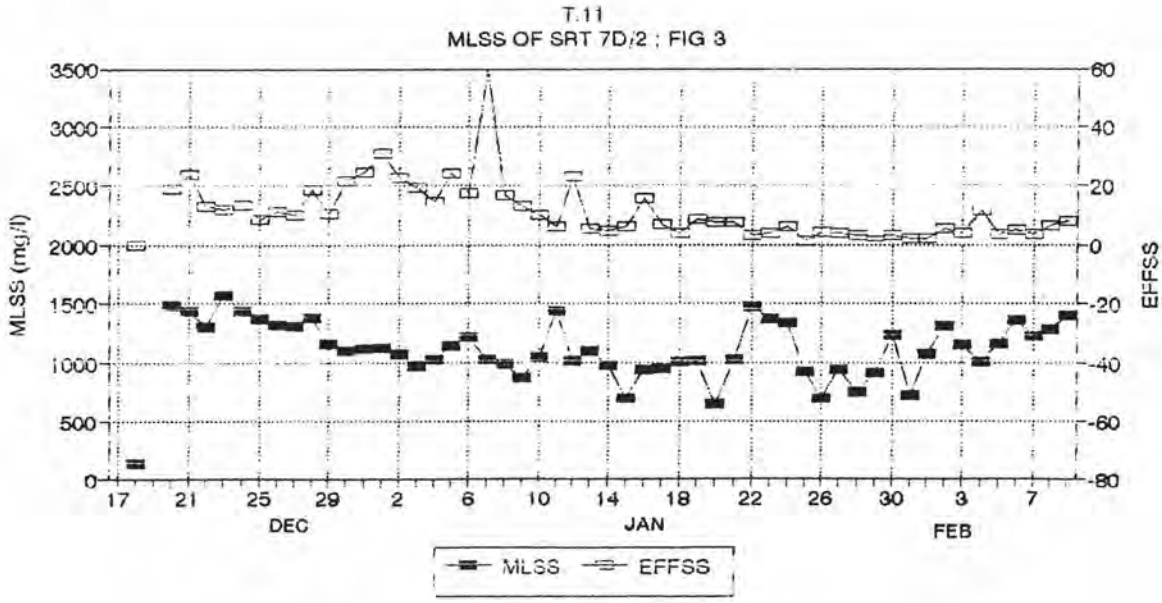
- <u>วันที่ 17 ธ.ค. 35</u> ได้ยุติการทดลองครั้งที่ 1 โดยทิ้งตะกอ
เติมทั้งหมด จากนั้นได้นำตะกอนที่ได้เลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch จากตะกอนที่ระบายทิ้งในการ
ทดลองครั้งที่ 1 มาเลี้ยงในถังเติมอากาศเป็นแบบ Batch เพราะตะกอนยังมีปริมาณน้อย ใน
วันที่ 18 ธ.ค.35 วัด MLSS ได้ 142 มก./ล.

- <u>วันที่ 19 ธ.ค. 35</u> นำเชื้อตะกอนจุลินทรีย์จากโรงบำบัด
น้ำเสียของชุมชนการเคหะแห่งชาติห้วยขวางมาใส่เพิ่มเข้าไปในถังเติมอากาศ ตะกอนนี้มีเนื้อ
ละเอียดไม่เกาะตัวเป็นฟล็อคและมีสีจาง ในวันที่ 20 ธ.ค.35 วัด MLSS ได้ 1,483 มล./ล.
นอกจากนี้จะพบว่า pH มีค่าต่ำกว่า 7 ตั้งแต่เริ่มแรกทดลอง ซึ่งเป็นผลมาจากตะกอนที่เลี้ยง
ไว้แบบ Batch และตะกอนจากห้วยขวาง



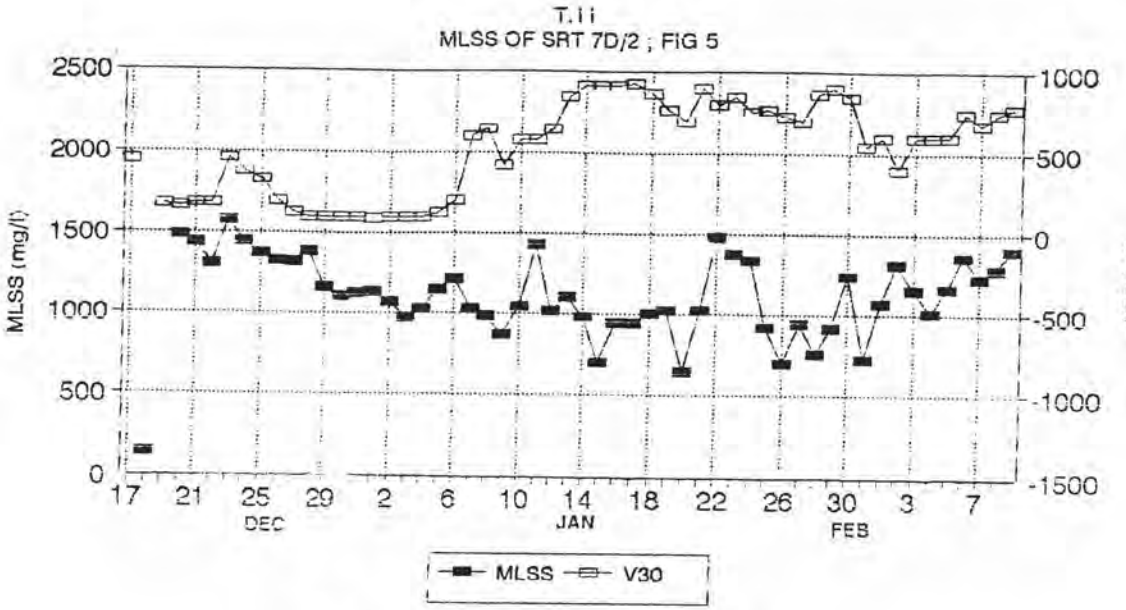
ภาพที่ 4.38 กราฟระหว่าง MLSS กับ COD_{in}

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2



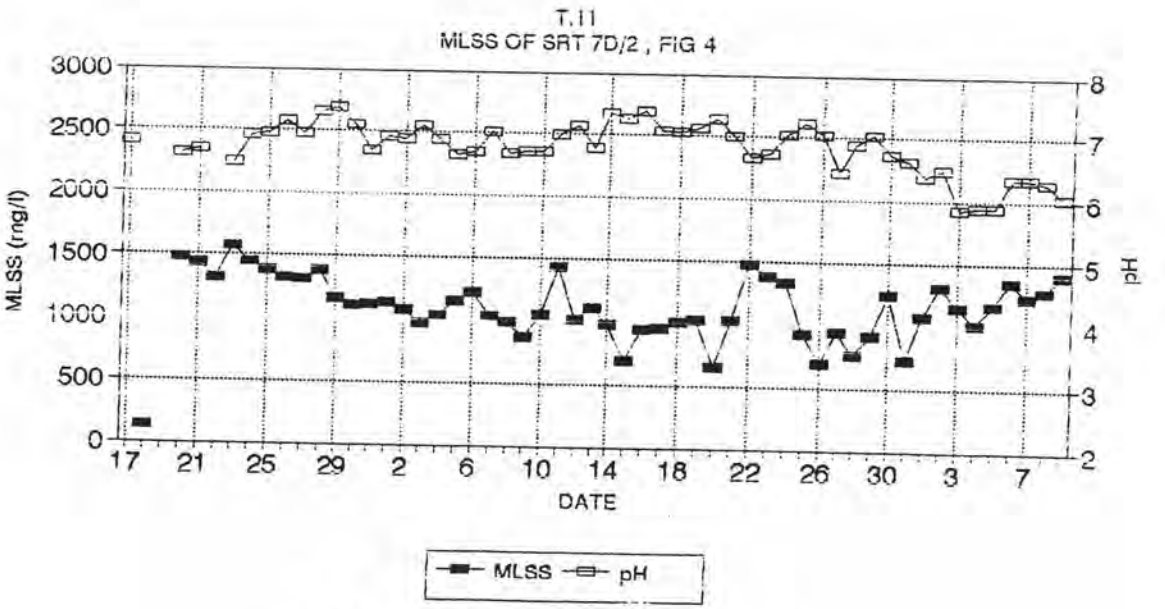
ภาพที่ 4.39 กราฟระหว่าง MLSS กับ EFFSS (Xe)

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2



ภาพที่ 4.40 กราฟระหว่าง MLSS กับ V_{30}

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2



ภาพที่ 4.41 กราฟระหว่าง MLSS กับ pH

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2

- ระหว่างวันที่ 20 ธ.ค.35 ถึง 3 ม.ค.36 เป็นเวลา 14 วัน ระดับ MLSS ตอนเริ่มเลี้ยงซึ่งมีค่าสูงในช่วงนี้มีแนวโน้มปรับตัวลดลง และมีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามการเปลี่ยนแปลงของ COD โดย MLSS มีค่าระหว่าง 971 ถึง 1,575 มก./ล. ส่วน COD มีค่าระหว่าง 99.2 ถึง 172.8 มก./ล. ในระหว่างนี้ควบคุม SRT ได้ 7 วัน เกือบทั้งหมด ยกเว้นวันที่ 1 ม.ค.36 ซึ่งมี SRT 5.7 วัน และมีผลให้ระดับ MLSS ลดลง ระดับ pH ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 7 เล็กน้อย ส่วน V_{30} และ SVI ส่วนใหญ่มีค่าต่ำ โดย V_{30} มีค่าระหว่าง 95 ถึง 460 มล. และ SVI มีค่าระหว่าง 72 ถึง 291

- ระหว่างวันที่ 3 ถึง 11 ม.ค.36 เป็นเวลา 8 วัน ระดับ MLSS สูงเล็กน้อยและเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตาม COD โดย MLSS มีค่าระหว่าง 870 ถึง 1,432 มก./ล. และ COD มีค่าระหว่าง 112.0 ถึง192.0 มก./ล. ส่วนระดับ SRT มีค่า 7 วัน เกือบทั้งหมด เว้นแต่ในวันที่ 7 ม.ค.36 ซึ่งมี SRT 2.7 วัน เนื่องจากเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนวัด V_{30} ได้ถึง 640 มล. และ SVI สูงสุด 640 จึงทำให้มีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งวัด Xe ได้ 62 มก./ล. และทำให้ MLSS ลดลง ในด้าน pH ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 7 เล็กน้อย

- ระหว่างวันที่ 11 ถึง 15 ม.ค.36 เป็นเวลา 4 วัน ในวันที่ 12 เริ่มใช้ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร และเครื่องสูบน้ำหมุนเวียนตะกอน (แต่ไม่มีที่กวาดตะกอน) เพื่อช่วยในการตกตะกอน ในช่วงแรกเกิดการสะสมตัวของตะกอนในถังตกตะกอน จึงทำให้ระดับ MLSS หรือตะกอนในถังเติมอากาศลดลงจาก 1,432 เป็น 698 มก./ล.แม้ว่า COD จะเพิ่มขึ้นและ SRT มีค่าคงที่ 7 วันก็ตาม ในช่วงนี้แม้ว่า V_{30} และ SVI จะมีค่าสูงแต่ Xe ก็มีค่าไม่สูง ในส่วน pH มีค่าสูงกว่า 7

- ระหว่างวันที่ 15 ถึง 24 ม.ค.36 เป็นเวลา 9 วัน MLSS มีระดับสูงขึ้นและเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามการขึ้นลงของ COD ซึ่งมีค่าระหว่าง 100.8 ถึง 171.2 มก./ล. และระดับ MLSS มีค่าระหว่าง 651 ถึง 1,475 มก./ล. ในขณะที่ SRT มีระดับ 7 วันโดยตลอด ในด้าน V_{30} และ SVI แม้จะมีค่าสูงถึง 920 มล. และ 1,075 ตามลำดับ แต่ก็มิได้ก่อให้เกิดปัญหา อีกทั้งยังช่วยให้น้ำทิ้งใสมี Xe ต่ำกว่า 10 มก./ล. โดยตลอด ส่วน pH ได้ลดต่ำกว่า 7 เมื่อระดับ MLSS เพิ่มเป็น 1,475 มก./ล. นอกจากนี้ยังได้เริ่มทดลองใช้ถังคัดพันธุ์เพื่อแก้ไขและป้องกันโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนเมื่อวันที่ 17 ม.ค.36

- ระหว่างวันที่ 24 ถึง 28 ม.ค.36 เป็นเวลา 4 วัน ระดับ MLSS ลดลงเนื่องจากผู้ทดลองได้ระบายทิ้งตะกอนที่อยู่ในถังตกตะกอนทั้งหมด เพื่อลดจุลินทรีย์แบบเส้นใยจึงต้องใช้เวลาในการสะสมตะกอนใหม่ ระดับ MLSS ในถังเติมอากาศจึงลดลงเป็น 702 มก./ล.

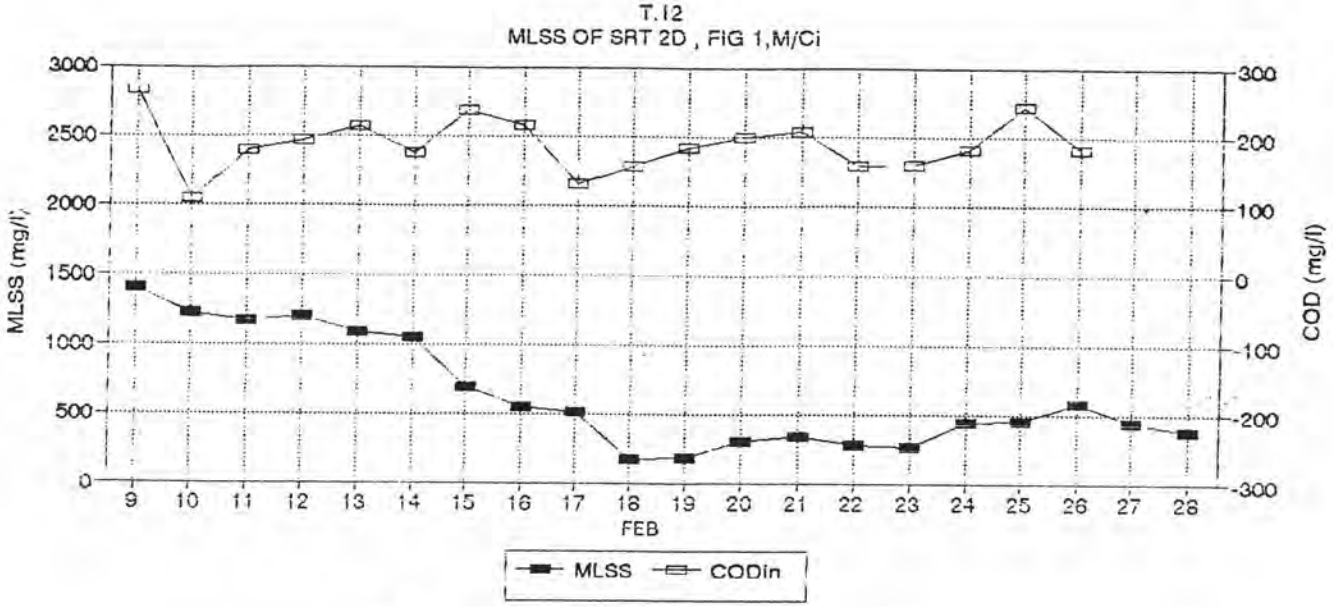
- ระหว่างวันที่ 28 ม.ค.ถึง 9 ก.พ.36 เป็นเวลา 11 วัน ระดับ MLSS ส่วนใหญ่มีค่าสูงและเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตาม COD ที่มีค่าระหว่าง 667 ถึง 268.3 มก./ล. และ MLSS มีค่าระหว่าง 916 ถึง 1,404 มก./ล. โดยในที่นี้ยกเว้น วันที่ 31 ม.ค. 36 ซึ่ง MLSS มีค่า 732 มก./ล. เนื่องจากเกิดตะกอนลอยเต็มพื้นที่ผิวน้ำของถังตกตะกอนจึงวัด MLSS ได้ต่ำ ในช่วงที่มีระดับ MLSS สูงนี้ pH มีค่าต่ำกว่า 7 โดยตลอด ซึ่งค่า pH ต่ำสุดคือ 5.85 นอกจากนี้ในตอนท้ายๆ V_{30} และ SVI มีค่าลดลง แต่ Xe เริ่มสูงขึ้นเล็กน้อย การทดลองนี้ได้ยุติในวันที่ 9 ก.พ.36 และใช้ชุดทดลองนี้เพื่อการทดลอง SRT 2 วันต่อไป

ในการทดลองครั้งนี้ระดับ MLSS มีค่าสูงกว่าการทดลองครั้งที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด เพราะมีระดับ SRT สูงกว่า และพบว่าระดับ MLSS มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามระดับ SRT และมีค่าเปลี่ยนแปลงในระยะสั้นตาม COD ของน้ำเสีย โดย MLSS มีค่าระหว่าง 651 ถึง 1,475 มก./ล.

ในตอนแรกพบว่า MLSS มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย แม้ว่าทั่วไปจะควบคุมระดับ SRT ให้มีค่าคงที่ ทั้งนี้เพราะการทดลองใช้ Seed จากห้วยขวาง ซึ่งเป็นเซลล์ที่อายุน้อย จึงได้น้ำทิ้งขุ่นและเกิดการสะสมตัวของตะกอนในถังตกตะกอน 7 ลิตร นอกจากนี้ถังตกตะกอนที่ใช้ไม่มีที่กวาดตะกอนจึงมีการหมุนเวียนตะกอนได้ไม่ดี และการเกิดตะกอนลอยในถังตกตะกอนทำให้วัด MLSS ได้ต่ำ ต่อมา MLSS จึงได้มีแนวโน้มปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น และเกิด pH ต่ำในถังเติมอากาศ

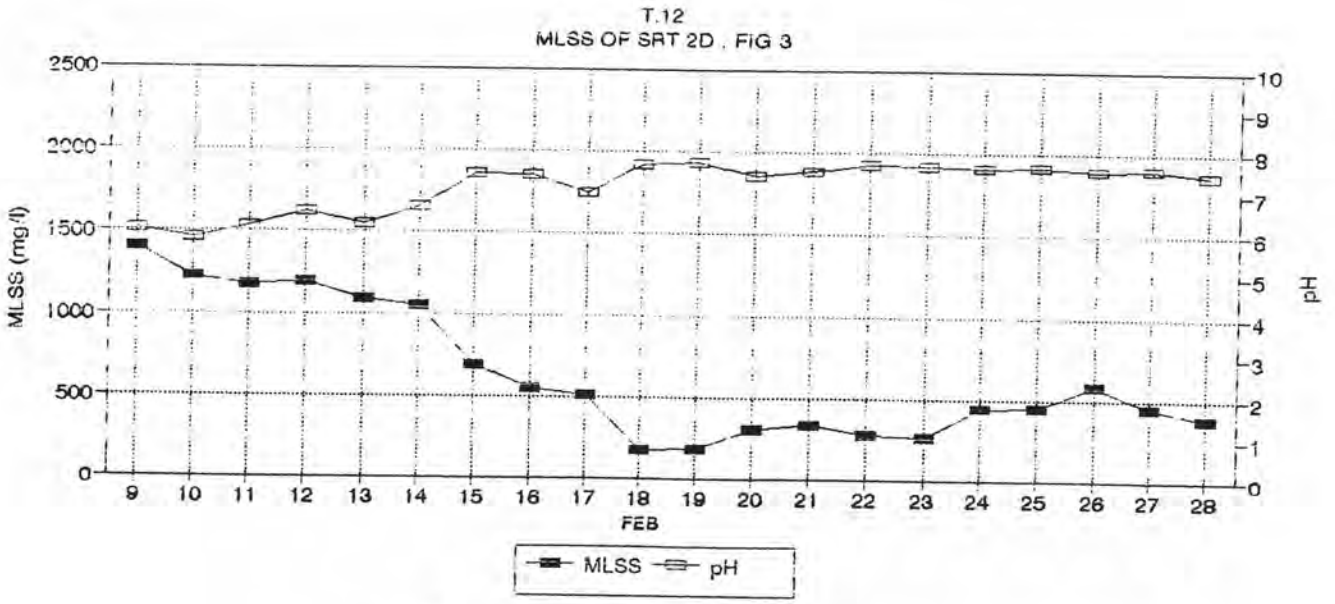
4.2.4 SRT 2 วัน

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 9 ก.พ.ถึง 28 ก.พ. 36 เป็นเวลา 19 วัน หรือ 9.5 เท่าของ SRT โดยใช้ทดลองต่อเนื่องจากการทดลอง 7 วัน ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.42, 4.43, 4.44 และ 4.45



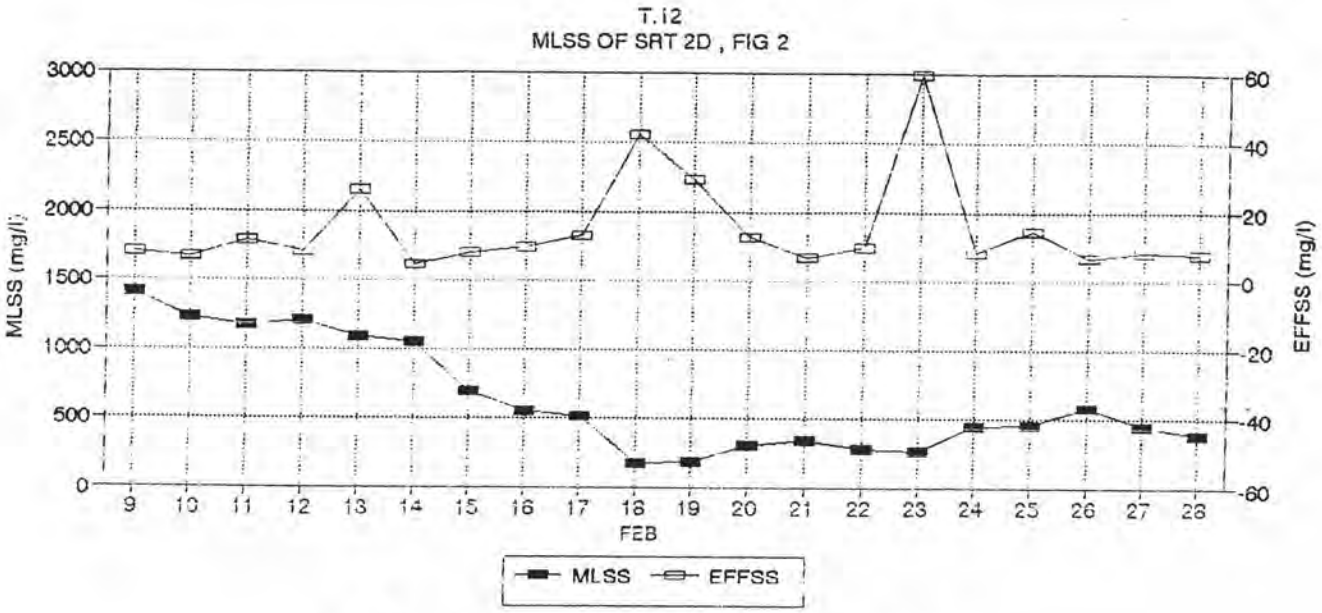
ภาพที่ 4.42 กราฟระหว่าง MLSS กับ COD_{in}

ของการทดลอง SRT 2 วัน



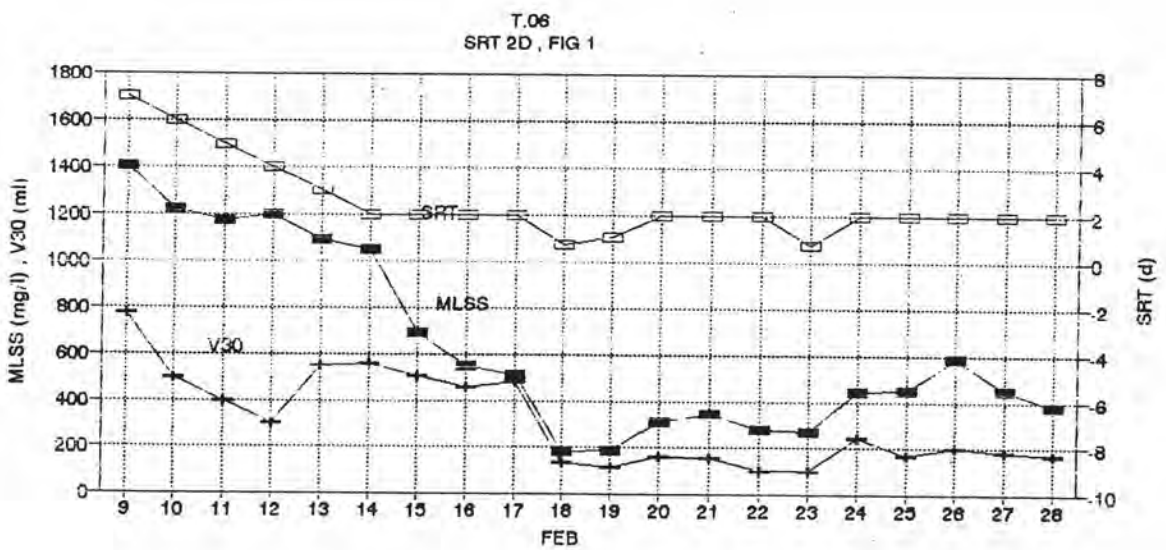
ภาพที่ 4.43 กราฟระหว่าง MLSS กับ pH

ของการทดลอง SRT 2 วัน



ภาพที่ 4.44 กราฟระหว่าง MLSS กับ EFFSS (Xe)

ของการทดลอง SRT 2 วัน



ภาพที่ 4.45 กราฟระหว่าง MLSS กับ V_{30}

ของการทดลอง SRT 2 วัน

- ระหว่างวันที่ 9 ถึง 14 ก.พ.36 เป็นเวลา 5 วัน ระดับ MLSS ลดลงจาก 1,404 เป็น 1,050 มก./ล. แม้ว่าระดับ COD จะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผู้ทดลองได้ลดระดับ SRT ลงทีละ 1 วัน จนกระทั่ง SRT ลดจาก 7 วันเป็น 2 วัน โดยระบายตะกอนทิ้งมากขึ้น ซึ่งอัตราการระบายตะกอนทิ้งมีค่าระหว่าง 1.27 ถึง 4.68 ลิตร/วัน ผลจากที่ที่ในตอนแรกระดับ MLSS ลดลงทำให้ V_{30} และ SVI ลดลงแต่ต่อมาทั้งสองตัวแปรได้มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอีก คาดว่าเกิดจากการลด SRT เร็วทำให้จุลินทรีย์ได้รับสารอาหารสูงอย่างกระทันหัน จึงทำให้จุลินทรีย์พวกเส้นใยเจริญเติบโตได้ดีกว่า ในระหว่างนี้ pH ยังคงมีค่าต่ำกว่า 7 นอกจากนี้ในวันที่ 12 ก.พ.36 ผู้ทดลองได้ยกเลิกการใช้ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร

- ระหว่างวันที่ 14 ถึง 18 ก.พ.36 เป็นเวลา 4 วัน ระดับ MLSS ได้ลดลงในอัตราที่เร็วขึ้นโดยลดจาก 1,050 เป็น 182 มก./ล. เนื่องจาก SRT มีค่าต่ำโดยใน 3 วันแรกมี SRT 2 วัน ต่อมาลดลงเป็น 0.72 วัน ในระหว่างนี้พบว่า V_{30} ได้ลดต่ำลงเพราะมีตะกอนน้อยแต่จมตัวได้ช้าจึงมี SVI สูง ส่วน pH มีค่าสูงกว่า 7

- ระหว่างวันที่ 18 ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 10 วัน ระดับ MLSS ได้ปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามการเปลี่ยนแปลงของ COD โดย MLSS มีค่าระหว่าง 187 ถึง 568 มก./ล. และ COD มีค่าระหว่าง 156.8 ถึง 242.1 มก./ล. ในช่วงนี้ SRT มีค่า 2 วันยกเว้นวันที่ 23 ก.พ.36 ที่มี SRT 0.70 วัน เนื่องจากเกิดตะกอนฟูงมี Xe สูงถึง 59.3 มก./ล. นอกจากนี้ยังพบว่า V_{30} และ SVI มีค่าต่ำ ส่วน pH มีค่าสูงกว่า 7 การทดลองได้ยุติลงเมื่อวันที่ 28 ก.พ.36

ในการทดลองนี้ระดับ MLSS มีค่าต่ำมาก และมีค่าต่ำกว่าทุกๆ การทดลองแต่อย่างไรก็ตามระดับ MLSS ก็ยังคงมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามระดับ SRT และ MLSS จะลดลงต่ำมากเมื่อระดับ SRT มีค่าต่ำกว่า 2 อีกทั้ง MLSS มีค่าเปลี่ยนแปลงในระยะสั้นตาม COD ของน้ำเสีย โดย MLSS มีค่าระหว่า 182 ถึง 1,050 มก./ล. ค่าสูงสุดนี้เกิดขึ้นเมื่อ SRT เริ่มมีค่า 2 วัน ซึ่งสภาวะขณะนั้นยังไม่คงที่

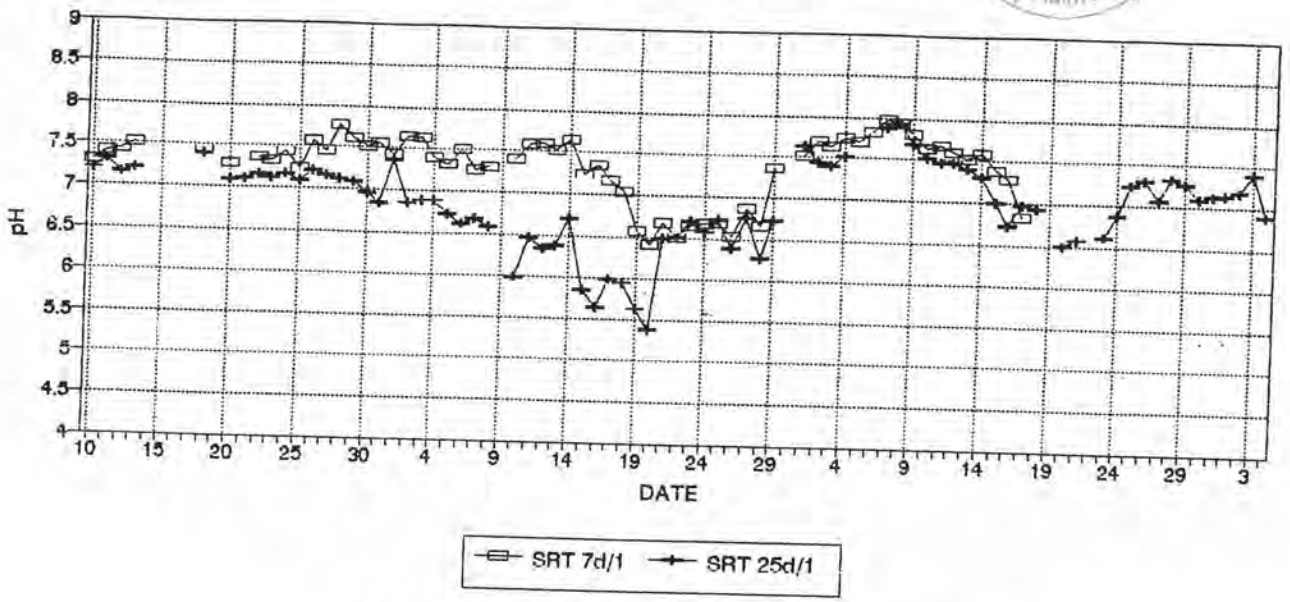
การทดลองนี้ทำต่อเนื่องจากการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2 จะเห็นได้ชัดเจนว่าขณะที่ลด SRT ระดับ MLSS ลดลงตามไปด้วย และจากนั้นระดับ MLSS และ SRT ก็ยังคงลดลงไปอีกจนมีค่าต่ำสุด เนื่องจากเกิดน้ำทิ้งขุ่นเพราะการลด SRT ลงอย่างรวดเร็ว จากนั้นเมื่อควบคุมระดับ SRT ได้ MLSS จึงได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

จากการทดลอง ระดับ MLSS ของแต่ละ SRT ได้แสดงเปรียบเทียบไว้ในภาพที่ 4.46 และ 4.47 จะเห็นได้ว่าระดับ MLSS มีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปตามการควบคุมระดับ SRT โดยค่า MLSS สูงสุดของแต่ละการทอลอง เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้คือ 3402, 2454, 2294, 1475, 1175 และ 568 มก./ล. ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดลอง SRT 15 วัน, 25 วันครั้งที่ 2, 25 วันครั้งที่ 1, 7 วันครั้งที่ 2, 7 วันครั้งที่ 1 และ 2 วัน ตามลำดับ การที่ระดับ MLSS ของการทดลอง SRT 15 วัน มีค่าสูงกว่าการทดลอง SRT 25 วัน เนื่องจากในการทดลองครั้งที่ 1 ระดับ SRT ที่แท้จริงมีค่าต่ำกว่า 15 วัน จึงมีระดับ MLSS ต่ำกว่าการทดลอง SRT 15 วัน ส่วนในการทดลองครั้งที่ 2 ได้ใช้ถังตกตะกอนขนาด 1 ลิตร เพื่อช่วยในการตกตะกอน จึงมีตะกอนส่วนหนึ่งเก็บกักอยู่ในถังตกตะกอน จึงทำให้วัดระดับ MLSS ในถังเติมอากาศได้น้อยลง นอกจากนี้ในการทดลอง SRT 25 วัน และ 7 วัน ครั้งที่ 1 ซึ่งไม่ได้ควบคุมระดับ SRT ที่แท้จริงให้คงที่ จะได้ระดับ MLSS จะแปรผัน

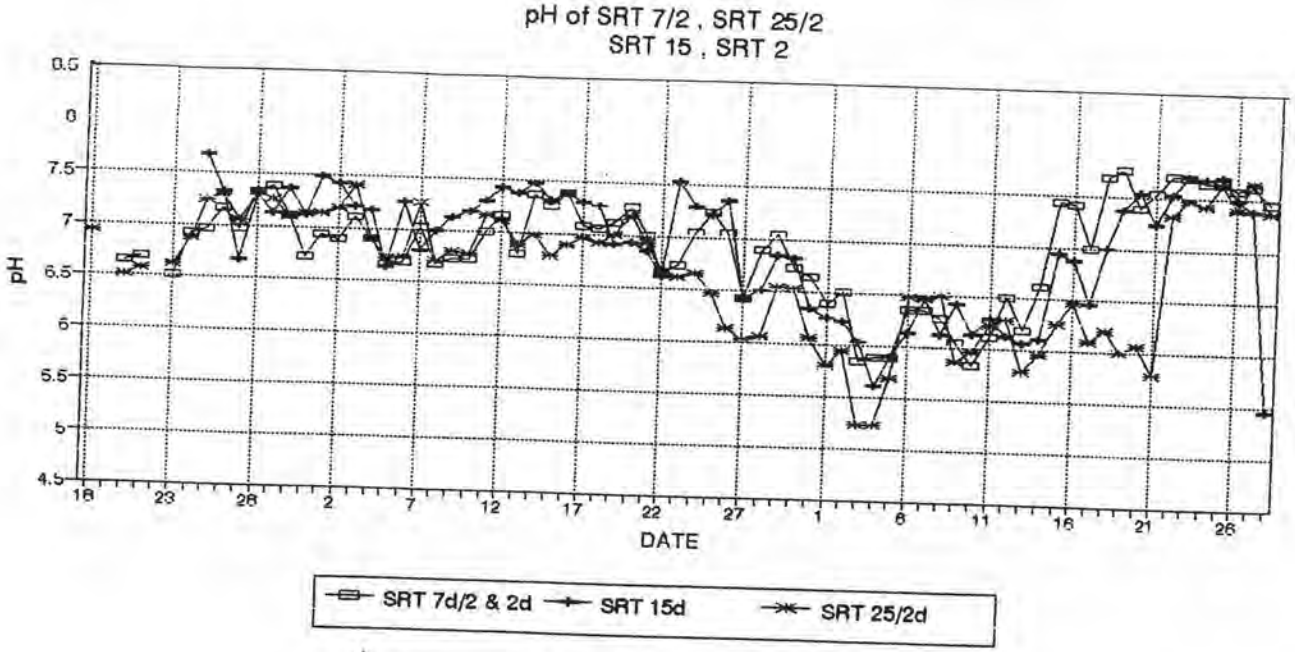
4.3 ระดับ pH ในถังเติมอากาศและปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น

ระดับ pH ของน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองนี้มีค่าสูงกว่า 7 โดยตลอดคือมีค่าระหว่าง 7.01 ถึง 7.71 และมีค่าเฉลี่ย 7.46 แต่เมื่อน้ำเสียนี้เข้าสู่ถังเติมอากาศพบว่าระดับ pH มีค่าที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งพบว่ามีทั้งสูงขึ้นและลดลง สาเหตุที่ทำให้ระดับ pH เพิ่มสูงขึ้นเกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็น NH_4^+ ทำให้เกิด OH^- ซึ่งมีสภาพเป็นด่าง จึงทำให้ระดับ pH สูงขึ้นล่วน สาเหตุที่ทำให้ระดับ pH ลดลงเกิดจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นซึ่งเปลี่ยน NH_4^+ ให้กลายเป็น NO_2^- และ NO_3^- ซึ่งพร้อมกันนี้จะเกิด H^+ ซึ่งมีสภาพเป็นกรด ทำให้ระดับ pH ลดลง

โดยปกติระบบบำบัดน้ำเสียจะทำงานได้ดีที่ระดับ pH ระหว่าง 6.5 ถึง 8.5 ถึงในระหว่างการทดลองครั้งนี้ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 5.23 ถึง 7.98 จะเห็นว่าระดับ pH สูงสุดยังต่ำกว่าขีดจำกัดบนจึงไม่มีปัญหา แต่ระดับ pH ต่ำสุดต่ำกว่าขีดจำกัดล่างซึ่งเท่ากับ 6.5 เป็นอันมาก ผลเสียที่เกิดขึ้นต่อระบบเอเอสที่มีระดับ pH ต่ำ ที่สำคัญต่อการทดลองนี้มี 3 ประการได้แก่



ภาพที่ 4.46 กราฟระหว่าง MLSS ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1 (SRT เฉลี่ย 11.1 วัน) และ 7 วัน ครั้งที่ 1 (SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



ภาพที่ 4.46 กราฟระหว่าง MLSS ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2 (SRT เฉลี่ย 22.7 วัน), 7 วัน ครั้งที่ 2, 15 วัน และ 2 วัน

1. ไนตริฟายอิ้งแบคทีเรีย ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นมีความรู้สึกไวต่อระดับ pH มาก ถ้าหากเกิด pH ต่ำจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นลดลง อาจทำให้ไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียออกจากระบบไปมากจนปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นลดลง

2. ถ้าหากระดับ pH ต่ำติดต่อกันเป็นเวลานาน แบคทีเรียของระบบเอเอสเจริญเติบโตได้ไม่สมบูรณ์ ทำให้น้ำขุ่น มีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งมาก และระดับ SRT ต่ำ

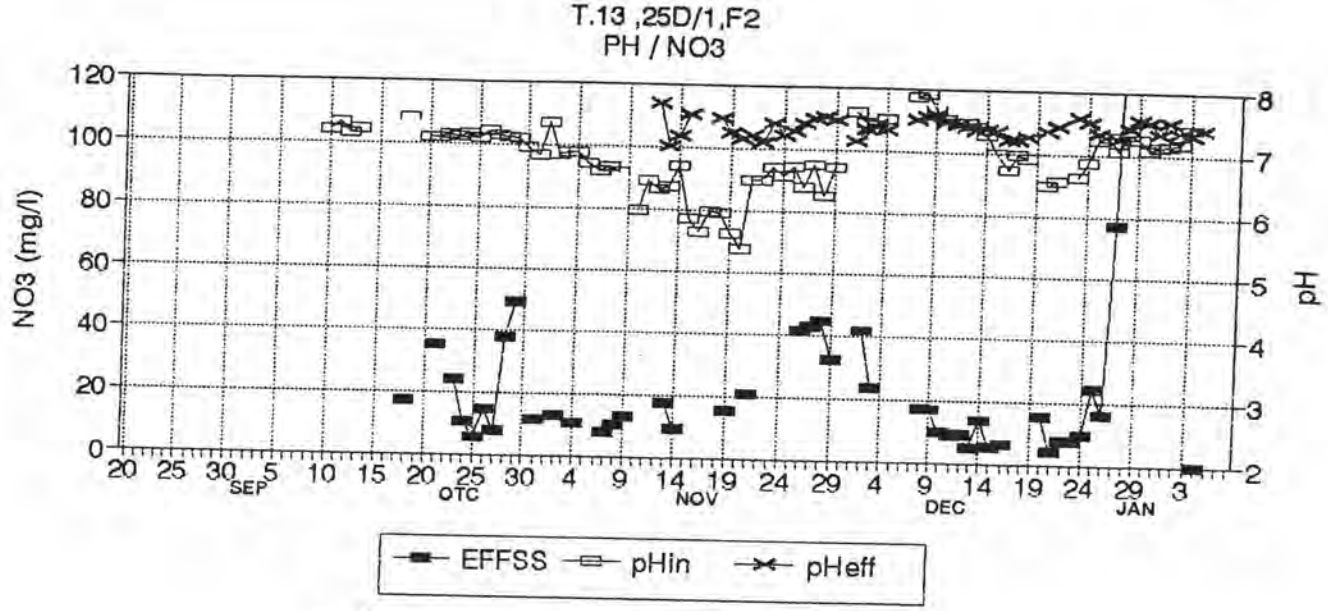
3. ถ้า pH มีค่าต่ำจะทำให้จุลินทรีย์พวกเส้นใยเจริญเติบโตได้ดีกว่าจุลินทรีย์ที่สร้างฟล้อคจนเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนได้ จะเห็นได้ว่าระดับ pH ต่ำเป็นตัวขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น นอกจากนี้ถ้าน้ำเสียมี NH_4^+ มากความเข้มข้นของ NO_2^- และ NO_3^- ที่เกิดขึ้นจะเป็นตัวยับยั้งมิให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นอย่างสมบูรณ์ นอกจากระดับ pH แล้วยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นได้แก่ อุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยที่ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 5 ถึง 45 °ซ และเกิดได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 25 ถึง 35 °ซ ในระหว่างการทดลองพบว่าอุณหภูมิของน้ำในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 21.8 ถึง 29.7 °ซ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำภายในถังเติมอากาศไม่ควรมีค่าต่ำกว่า 2 มก./ล. ซึ่งในระหว่างการทดลองพบว่ามีค่าระหว่าง 2.0 ถึง 8.0 มก./ล.

4.3.1 SRT 25 วัน

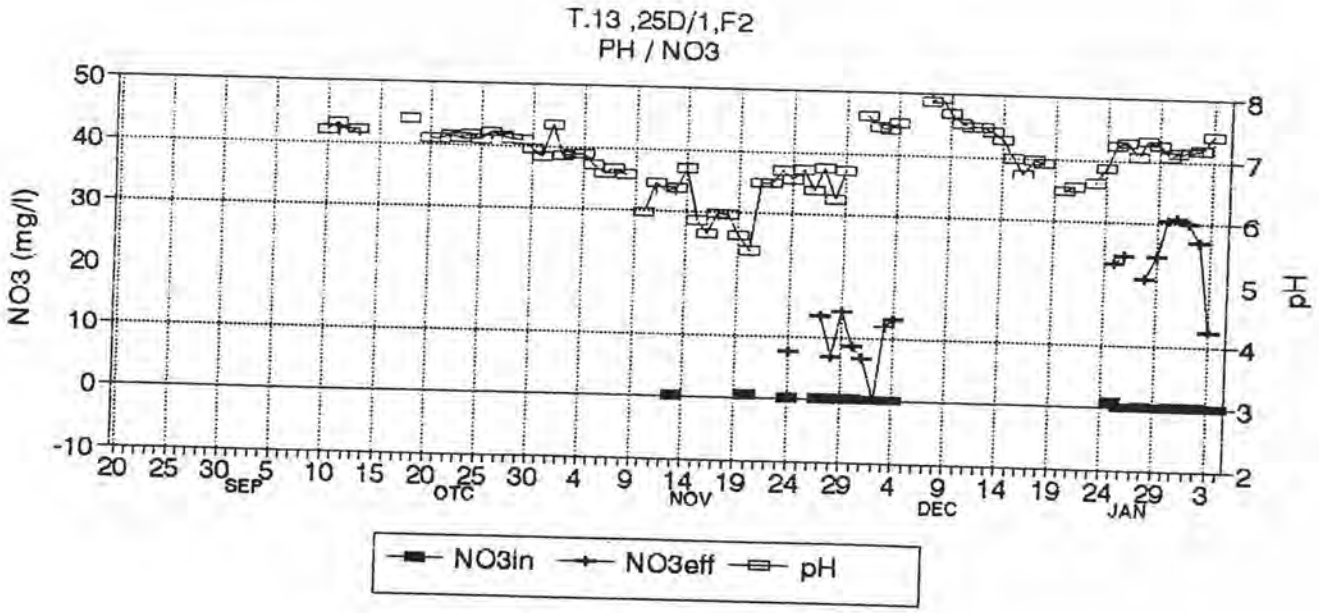
4.3.1.1 การทดลองครั้งที่ 1

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 20 ก.ย.35 ถึง 4 ม.ค. 36 เชื้อตะกอนจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองได้ถูกเลี้ยงเป็นแบบ Batch มาก่อน ส่วนระดับของ SRT ที่เกิดขึ้นจริงมีค่าต่ำกว่าที่ต้องการมาก ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.48 และ 4.49

- <u>ระหว่างวันที่ 20 ถึง 29 ต.ค.35</u> เป็นเวลา 40 วัน ได้มีการเริ่มวัดระดับ pH ในถังเติมอากาศเมื่อวันที่ 10 ต.ค.35 แต่ยังไม่มีการวัดระดับ pH ของน้ำเสียและน้ำทิ้ง pH ในถังเติมอากาศมีต่ำกว่า 7 เล็กน้อยโดยมีค่าระหว่าง 7.10 ถึง 7.40 ซึ่งต่ำกว่าระดับ pH เฉลี่ยของน้ำเสียตลอดการทดลองซึ่งมีค่า 7.46 ระหว่างนี้ระดับ SRT ของระบบมีค่า 3.3 ถึง 12.8 วัน และมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงค่อนข้างมากคาดว่ามีการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นโดยเฉพาะในตอนท้าย แต่อัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่สูงนัก ระดับ pH จึงยังคงสูงกว่า 7 เล็กน้อย



ภาพที่ 4.48 กราฟระหว่าง pH กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



ภาพที่ 4.49 กราฟระหว่าง pH กับ NO_3
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)

- ระหว่างวันที่ 29 ต.ค. ถึง 29 พ.ย.35 เป็นเวลา 31 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าสูงกว่า 7 เพียงค่าเดียว นอกนั้นมีค่าระหว่าง 5.33 ถึง 6.95 โดยในตอนแรกระดับ pH มีค่าต่ำกว่า 7 เพียงเล็กน้อย จากนั้นมีค่าลดลงจนถึงระดับต่ำสุดแล้วจึงเพิ่มสูงขึ้น แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาไนตริเฟเคชั่นไปพร้อมๆ กับการกำจัดสารอินทรีย์จึงทำให้ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 แต่เมื่อ pH มีค่าต่ำติดต่อกันเป็นเวลานาน ปรากฏว่าน้ำทิ้งมีความขุ่นเพิ่มมากขึ้น ระดับ SRT จึงลดลง หลังจากนั้นระดับ pH จึงได้ปรับตัวสูงขึ้นจนกระทั่งมีค่ามากกว่า 7 เมื่อหลังวันที่ 29 พ.ย.35 ในระหว่างนี้ระดับ pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.00 ถึง 7.71 ส่วนระดับ SRT มีค่าระหว่าง 4.1 ถึง 13.1 วัน โดยที่ตอนแรก SRT มีค่าสูงและได้ปรับตัวลดลงเมื่อระดับ pH มีค่าเพิ่มสูงขึ้น

- ระหว่างวันที่ 29 พ.ย. ถึง 15 ธ.ค..35 เป็นเวลา 16 วัน ส่วนใหญ่ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าสูงกว่า 7 และส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า pH ของน้ำเสีย โดยระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 7.00 ถึง 7.92 และระดับ pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.14 ถึง 7.59 การที่ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าสูงกว่าระดับ pH ของน้ำเสียแสดงว่าปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นอาจเกิดขึ้นน้อยหรือไม่เกิดเลย ในขณะนั้นพบว่าน้ำทิ้งขุ่นและระดับ SRT มีค่าต่ำ ต่อมาเมื่อน้ำทิ้งใสขึ้นมีความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งน้อยลง และระดับ SRT สูงขึ้นนั้น ปรากฏว่าความแตกต่างระหว่างระดับ pH ในถังเติมอากาศและ pH ของน้ำเสียจะลดลง จนในที่สุดระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่าระดับ pH ของน้ำเสียอันเป็นการแสดงว่าได้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นเพิ่มมากขึ้น ในระหว่างนี้ระดับ SRT มีค่าระหว่าง 3.6 ถึง 25.0 วัน โดยที่ในตอนแรก SRT มีค่าต่ำและสูงขึ้นในตอนท้าย

- ระหว่างวันที่ 15 ถึง 24 ธ.ค.35 เป็นเวลา 9 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 เล็กน้อยคือ มีค่าระหว่าง 6.5 ถึง 6.98 แสดงว่าได้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นขึ้น ในระหว่างนี้มีระดับ SRT สูงคือมีค่าระหว่าง 12.6 ถึง 25 วัน และน้ำทิ้งมีลักษณะค่อนข้างใส ส่วนระดับ pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.22 ถึง 7.60 อีกทั้งพบว่าตะกอนเริ่มเป็นโรคจมตัวไม่ลง

- ระหว่างวันที่ 24 ธ.ค.35 ถึง 4 ม.ค.36 เป็นเวลา 11 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าสูงกว่า 7 แต่ต่ำกว่าระดับ pH ของน้ำเสียเป็นส่วนใหญ่ โดยที่ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 7.06 ถึง 7.41 ส่วนระดับ pH ของ

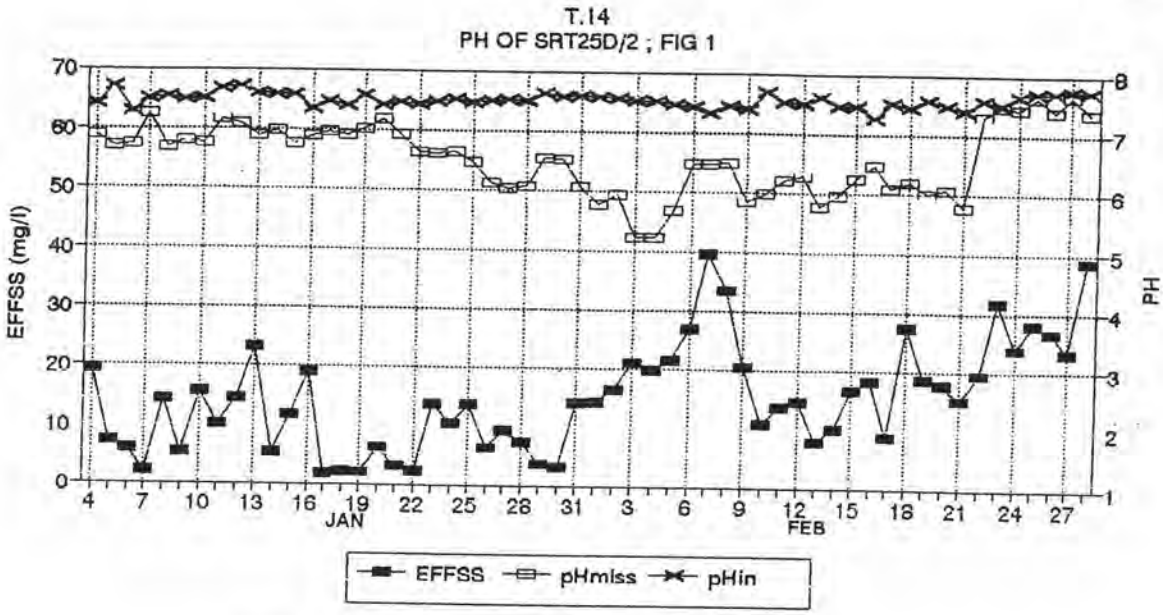
น้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.25 ถึง 7.57 แสดงว่าปฏิกิริยาไนตริเฟเคชั่นเกิดขึ้นไม่มากนัก จากการวัดไนเตรทหรือ NO_3^- พบว่ามีค่าระหว่าง 12.8 ถึง 30.8 มก./ล. เหตุการณ์ทั้งหมดนี้เกิดขึ้นเนื่องจากระบบได้เกิดเป็นโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรง จึงทำให้มีตะกอนจุลินทรีย์และไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียปะปนออกไปกับน้ำทิ้งจำนวนมาก จนกระทั่งระดับ SRT และ MLSS มีค่าลดต่ำมาก โดยระดับ SRT ลดจาก 15.6 วัน เป็น 0.3 วัน ส่วนระดับ MLSS ในที่สุดมีค่าลดลงเหลือเพียง 197 มก./ล.

จากการทดลองพบว่าระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 จะเกิดขึ้นในขณะที่ระดับ SRT และ MLSS มีค่าสูงและมีตะกอนในน้ำทิ้งต่ำ ต่อมาเมื่อน้ำทิ้งขุ่น ระดับ SRT และ MLSS จึงได้ลดลง จากนั้น pH ก็จะปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น ต่อมาเมื่อน้ำทิ้งใสอีกครั้ง ระดับ SRT และ MLSS ก็จะเพิ่มขึ้น และไม่นานระดับ pH ก็จะปรับตัวลดลงอีก การเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของระดับ pH เนื่องจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นนี้จะเกิดขึ้นเป็นวัฏจักร ตามการปรับตัวของระบบเอเอส ในการทดลองนี้จะเห็นว่า pH มีค่าต่ำ 2 ครั้ง ในครั้งแรก pH มีค่าลดต่ำมาก และเกิดขึ้นนานกว่าการในครั้งที่ 2 เนื่องจากในครั้งที่ 2 หลังจากที่ pH ลดต่ำไม่นานก็เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรง และพบว่าระดับ MLSS ในครั้งที่ 1 สูงกว่าครั้งที่ 2 มากด้วย

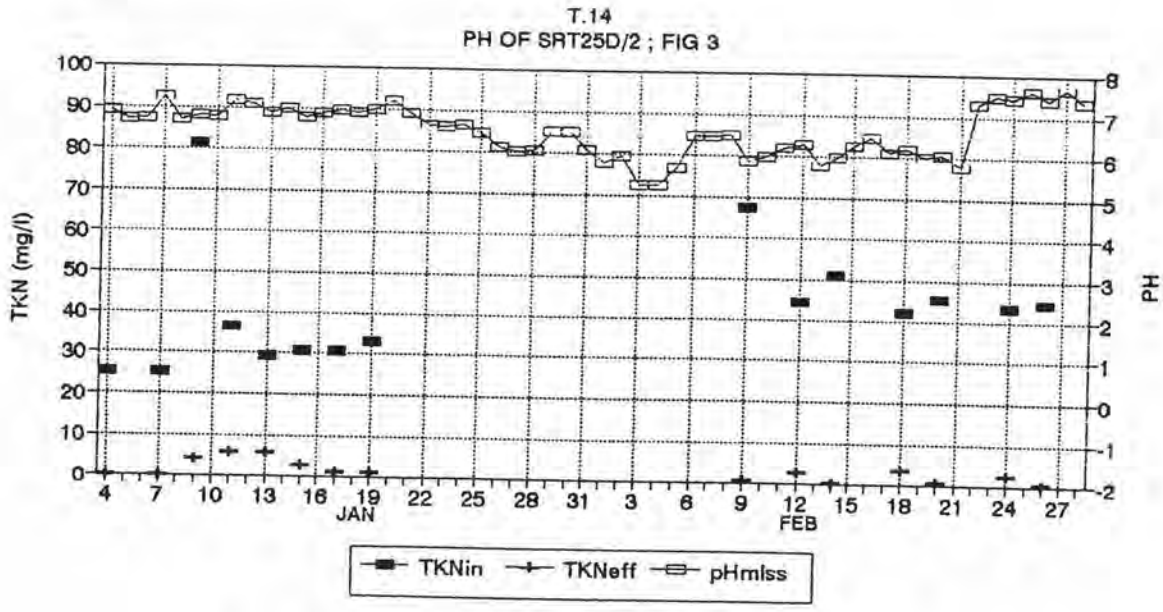
4.3.1.2 การทดลองครั้งที่ 2

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 4 ม.ค. ถึง 28 ก.พ.36 เชื้อตะกอนจุลินทรีย์ที่ใช้เป็น Seed เป็นตะกอนที่เหลือจากการทดลองครั้งที่ 1 รวมกับตะกอนระบายทิ้งที่ถูกนำไปเลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch ส่วนระดับ SRT ในการทดลองครั้งนี้มีค่าสูงกว่าครั้งแรกมาก ในการทดลองครั้งนี้ได้ทดลองใช้ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.50 และ 4.51, 4.52 และ 4.53

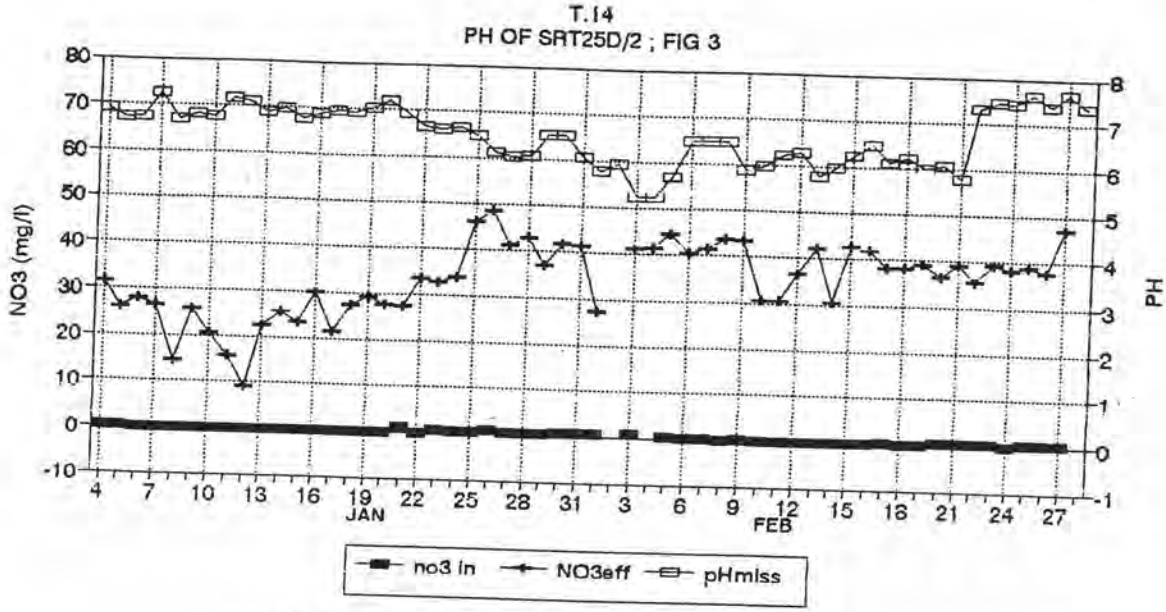
- <u>ระหว่างวันที่ 4 ถึง 20 ม.ค.36</u> เป็นเวลา 17 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า pH ของน้ำเสียและส่วนมากมีค่าต่ำกว่า 7 โดยมีค่าระหว่าง 6.70 ถึง 7.26 ส่วนระดับ pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.30 ถึง 7.72 จากการทดลองจะเห็นว่าระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำตั้งแต่เริ่มการทดลอง แสดงว่าตะกอนที่นำมาใช้เป็น Seed มีไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียอยู่ด้วยจึงเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นขึ้นในอัตราที่สูงพอที่จะทำให้ pH ต่ำได้ เมื่อวัดความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำทิ้งพบว่ามีค่าระหว่าง 9.2 ถึง



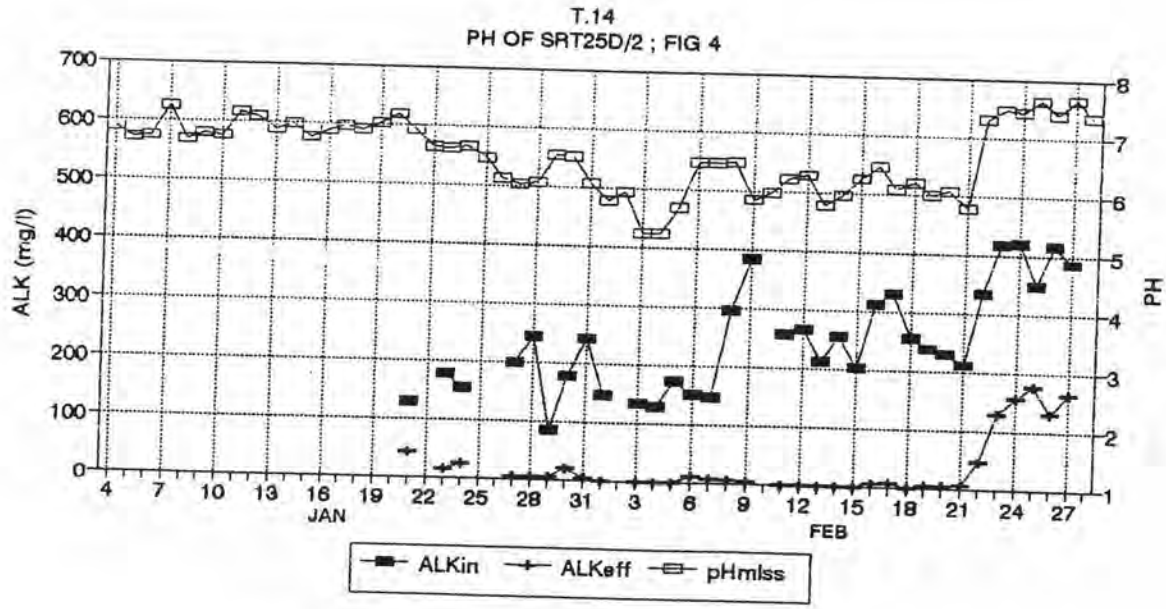
ภาพที่ 4.50 กราฟระหว่าง pH กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



ภาพที่ 4.51 กราฟระหว่าง pH กับ TKN
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



ภาพที่ 4.52 กราฟระหว่าง pH กับ NO_3
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



ภาพที่ 4.53 กราฟระหว่าง pH กับ ALKALINITY
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)

31.5 มก./ล. จะเห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงสูงมาก ในระหว่างนี้บางวันน้ำทิ้งค่อนข้างขุ่นและมีระดับ SRTไม่สูง ต่อมาในตอนท้ายน้ำทิ้งใสขึ้น และระดับ SRT สูงขึ้น โดยระดับ SRT มีค่าระหว่าง 5.9 ถึง 53.8 วัน พร้อมกันนี้พบว่าตะกอนเป็นโรคจมตัวไม่ลงอย่างรุนแรงแต่ยังสามารถตกตะกอนได้ทันในถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร

- ระหว่างวันที่ 20 ม.ค.ถึง 21 ก.พ.36 เป็นเวลา 32 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า pH ของน้ำเสียและมีค่าต่ำกว่า 7 โดยที่ระดับ pH ในถังเติมอากาศค่อยๆ ลดลงจนถึงจุดต่ำสุดจากนั้นจึงเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งพบว่า pH มีค่าระหว่าง 5.23 ถึง 6.93 ส่วนระดับ pH ของน้ำเสียพบว่ามีค่าระหว่าง 7.28 ถึง 7.69 ในระหว่างนี้พบว่ามีความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำทิ้งสูงคือมีค่าระหว่าง 27.5 ถึง 48.5 มก/ล. และเมื่อวัดสภาพด่างในน้ำทิ้งพบว่าส่วนใหญ่มีความเข้มข้นต่ำมากคือ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 44.0 มก./ล. ในขณะที่น้ำเสียมีสภาพด่างสูงระหว่าง 85 ถึง 383 มก./ล. แสดงว่าปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นเกิดขึ้นในอัตราที่สูงมาก นอกจากนี้ในตอนแรกที่น้ำทิ้งค่อนข้างใสพบว่าระดับ SRT มีค่าสูง ต่อมาเมื่อระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำติดต่อกัน 14 วันพบว่าเกิดน้ำทิ้งขุ่นมีความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งมากกว่า 20 มก./ล.และระดับ SRT ลดลงโดย SRT มีค่าระหว่าง 7.2 ถึง 70.7 วัน ส่วนโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนได้ลดลงจนกระทั่งหายดีในที่สุด

- ระหว่างวันที่ 21 ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 7 วัน ผู้ทดลองได้ปรับ pH ของน้ำเสียโดยเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตหรือ $NaHCO_3$ เพื่อให้น้ำเสียมี Buffer Capacity สูง หลังจากที่เติมสารเคมีดังกล่าวในน้ำเสียแล้วพบว่าระดับ pH มีค่าระหว่าง 7.51 ถึง 7.75 ส่วนสภาพด่างมีค่าระหว่าง 335 ถึง 421 มก./ล. ซึ่งจะเห็นว่ามีค่าสูงกว่าในช่วงก่อนหน้านี้ เมื่อน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดแล้วพบว่าระดับ pH ในถังเติมอากาศลดลงแต่ยังมีค่าสูงกว่า 7 คือมีค่าระหว่าง 7.32 ถึง 7.66 แม้ว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นจะสูงขึ้นแต่สภาพด่างยังมิได้ถูกทำลายไปจนหมด ซึ่งเมื่อวัดความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำทิ้งพบว่ามีค่าสูงคือระหว่าง 35.5 ถึง 47.0 มก./ล. วัดสภาพด่างในน้ำทิ้งพบว่ามีค่าระหว่าง 46 ถึง 176 มก./ล. ในระหว่างนี้น้ำยังคงขุ่นอยู่ และระดับ SRT ยังมีค่าต่ำแต่มีแนวโน้มดีขึ้นคือมีค่าระหว่าง 6.9 ถึง 15.7 วัน

ในการทดลองครั้งนี้ซึ่งควบคุมให้มีระดับ SRT สูงสุด และมีระดับ MLSS สูง จะพบว่าระดับ PH มีค่าต่ำเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบ PH จากการ

ทดลองนี้ กับการทดลองครั้งที่ 1 จะเห็นว่า PH มีค่าต่ำกว่าและสภาวะที่ PH ต่ำ จะเกิดขึ้นเป็นเวลานานกว่าซึ่งแสดงว่าระบบที่มีระดับ SRT สูง จะทนทานต่อสภาพ PH ต่ำได้มากกว่าและนานกว่า ระบบ SRT ต่ำ และแสดงให้เห็นว่า มีปฏิกิริยาในตัวฟิเคชั่น เกิดขึ้นโดยตลอดในอัตราที่สูงกว่า นอกจากนี้จะเห็นว่าการปรับ pH ของน้ำเสียด้วยสารเคมีเพื่อให้มี Buffer Capacity สูงขึ้น จะช่วยให้ระดับ pH ในถังเติมอากาศยังคงมีค่าสูงกว่า 7 เล็กน้อย ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น

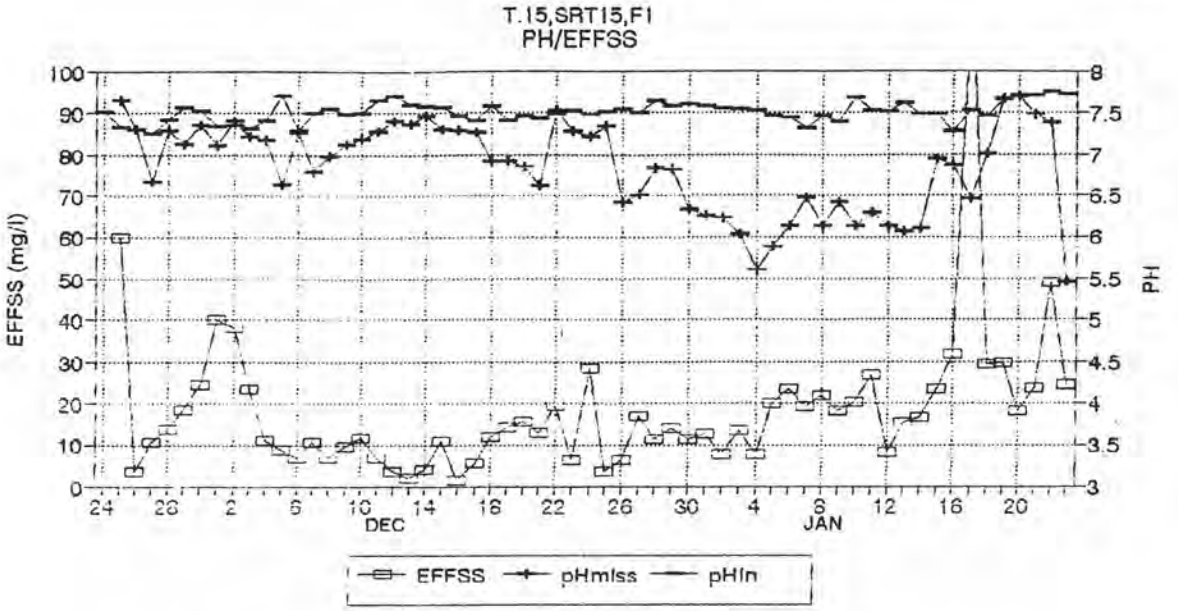
4.3.2 SRT 15 วัน

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 24 ธ.ค.35 ถึง 28 ก.พ.36 ในครั้งนี้สามารถควบคุม SRT ให้มีระดับ 15 วันได้เป็นส่วนใหญ่ ตะกอนจุลินทรีย์ที่ใช้เป็น Seed ได้จากโรงบำบัดน้ำเสียของชุมชนการเคหะแห่งชาติห้วยขวาง ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.54, 4.55, 4.56 และ 4.57

- <u>ระหว่างวันที่ 24 ธ.ค.35 ถึง 18 ม.ค.36</u> เป็นเวลา 26 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 7 เล็กน้อยแต่ต่ำกว่า pH ของน้ำเสีย โดยระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 6.63 ถึง 7.67 ส่วนระดับ pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.25 ถึง 7.72 การที่ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 ในบางวันตั้งแต่แรกนั้น แสดงว่ามีไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียอยู่ในตะกอนที่ใช้เป็น Seed แต่เนื่องจากเกิดน้ำทิ้งขุ่นมีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งมากอาจทำให้แบคทีเรียนี้ลดลงได้ อีกทั้งในตอนแรกระดับ SRT มีค่าต่ำจึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นไม่สม่ำเสมอ โดยวัดไนเตรทในน้ำทิ้งได้ค่าระหว่าง 4.4 ถึง 28.0 มก./ล. ส่วนระดับ SRT มีค่าระหว่าง 4.3 ถึง 15 วัน

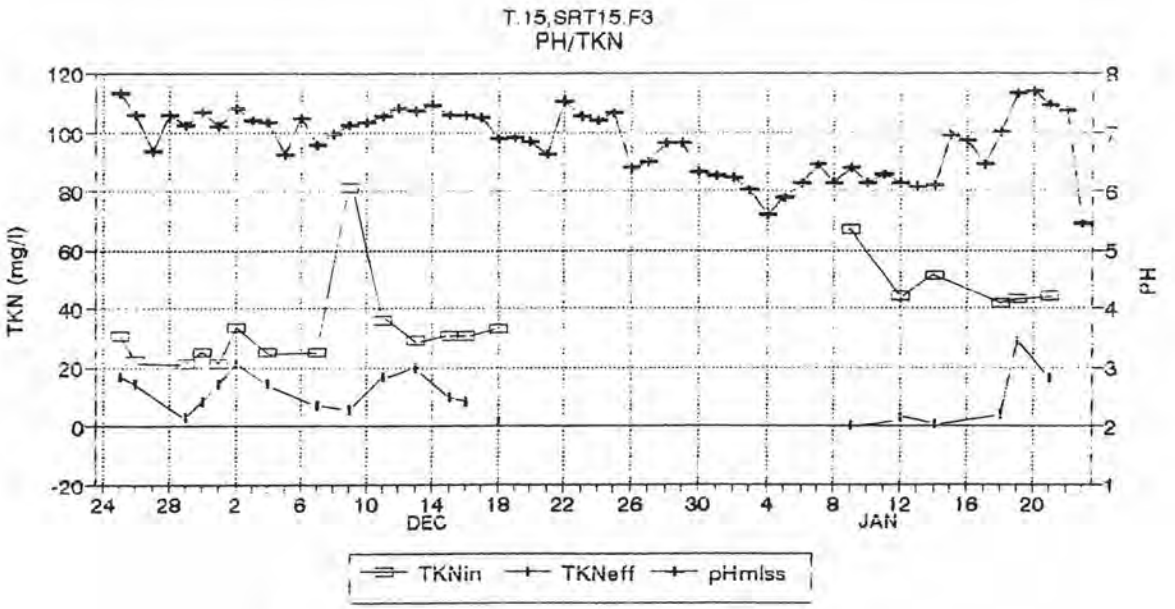
- <u>ระหว่างวันที่ 18 ม.ค.ถึง 22 ม.ค.36</u> เป็นเวลา 4 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า pH ของน้ำเสียและมีค่าต่ำกว่า 7 เล็กน้อย โดยที่ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 6.62 ถึง 6.93 ส่วน pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.42 ถึง 7.58 แสดงว่ามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นสูงขึ้น สามารถวัดความเข้มข้นของไนเตรทที่อยู่ในน้ำทิ้งได้ระหว่าง 27 ถึง 32.5 มก./ล. ในระหว่างนี้ได้ควบคุมระบบให้มีระดับ SRT 15 วันโดยตลอด และได้น้ำทิ้งค่อนข้างใส

- <u>ระหว่างวันที่ 22 ถึง 26 ม.ค.36</u> เป็นเวลา 4 วัน เนื่องจากมีการสูญเสียตะกอนโดยไม่ตั้งใจเป็นจำนวนมากจึงทำให้ระดับ MLSS และ SRT ลดลงและเกิดน้ำทิ้งขุ่น คาดว่าเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณของไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียลดลงมากด้วยจึงมีอัตราการเกิด



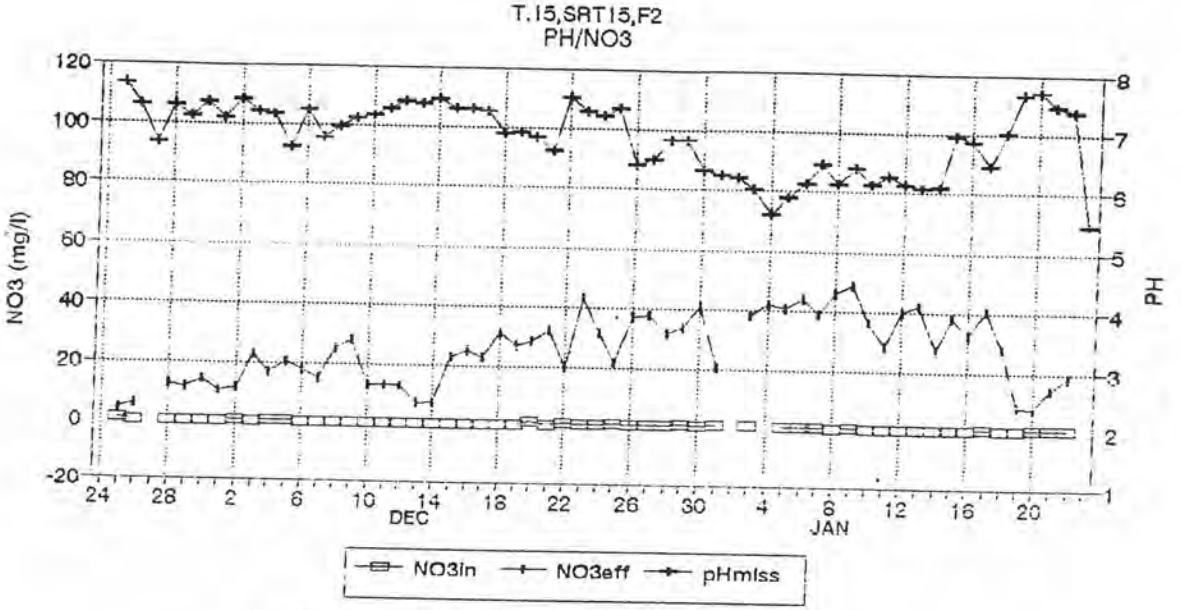
ภาพที่ 4.54 กราฟระหว่าง pH กับ EFFSS (Xe)

ของการทดลอง SRT 15 วัน



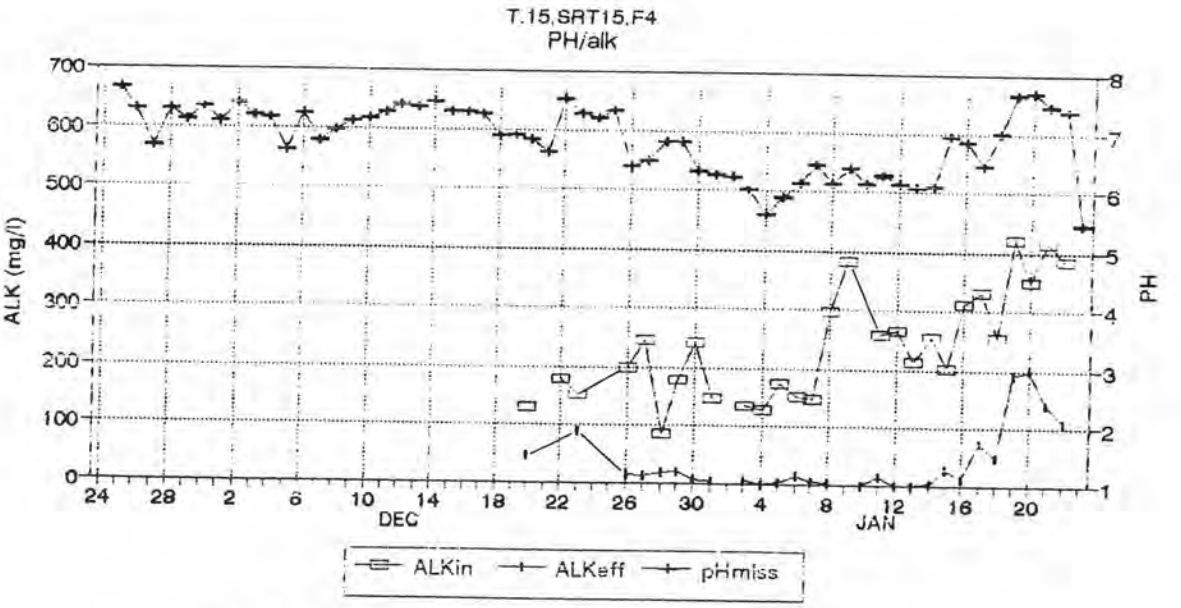
ภาพที่ 4.55 กราฟระหว่าง pH กับ TKN

ของการทดลอง SRT 15 วัน



ภาพที่ 4.56 กราฟระหว่าง pH กับ NO_3

ของการทดลอง SRT 15 วัน



ภาพที่ 4.57 กราฟระหว่าง pH กับ ALKALINITY

ของการทดลอง SRT 15 วัน

ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นลดลง ซึ่งจะเห็นได้จากระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า pH ของน้ำเสียเพียงเล็กน้อยและมีค่าสูงกว่า 7 โดยระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 7.22 ถึง 7.33 ส่วน pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.48 ในขณะที่วัดความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำทิ้งได้ระหว่าง 20 ถึง 43.8 มก./ล. ซึ่งแม้ไดเตรตว่าจะมีค่าสูงในบางวันแต่สภาพด่างในน้ำทิ้งยังมีเพียงพอซึ่งวัดได้ 89 มก./ล. ส่วนสภาพด่างในน้ำเสียมีค่าระหว่าง 154 ถึง 178 มก./ล. ในระหว่างนี้ระดับ SRT มีค่าระหว่าง 8.1 ถึง 15 วัน

- ระหว่างวันที่ 26 ม.ค.ถึง 17 ก.พ.36 เป็นเวลา 22 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า pH ของน้ำเสียและมีค่าต่ำกว่า 7 โดยระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 5.61 ถึง 6.95 ส่วน pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.28 ถึง 7.69 แสดงว่ามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นสูง มีไนเตรทในน้ำทิ้งระหว่าง 20.6 ถึง 49.0 มก./ล. และสภาพด่างในน้ำจะถูกทำลายจนหมดหรือเหลือน้อยมาก โดยวัดค่าสภาพด่างในน้ำทิ้งได้ระหว่าง 0 ถึง 76 มก./ล. ในระหว่างนี้ระดับ SRT ส่วนใหญ่มีค่า 15 วัน เว้นแต่ในตอนท้ายซึ่งลดลงต่ำลงต่ำสุดเพียง 1.9 วัน เนื่องจากเกิดน้ำทิ้งขุ่น ซึ่งน้ำทิ้งได้เริ่มขุ่นหรือมีความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งมากกว่า 20 มก./ล. หลังจากที่ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำติดต่อกัน 10 วัน และยิ่งขุ่นมากขึ้นในตอนท้าย

- ระหว่างวันที่ 17 ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 11 วัน ระบบเอเอสมีระดับ SRT ต่ำคือระหว่าง 1.0 ถึง 9.9 วัน และอีกทั้งน้ำทิ้งขุ่นต่อเนื่องมาจากช่วงก่อนหน้านี้ทำให้ระดับ pH ในถังอากาศมีค่าสูงขึ้นมากกว่า 7 และส่วนใหญ่สูงกว่า pH ของน้ำเสีย โดยระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 7.01 ถึง 7.71 ส่วนระดับ pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.25 ถึง 7.60 แสดงว่าปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นเกิดขึ้นน้อยลง เมื่อพิจารณาสภาพด่างในน้ำทิ้งจะเห็นว่ามีค่าสูงขึ้นคือระหว่าง 50 ถึง 199 มก./ล. ส่วนความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำทิ้งมีค่าต่ำคือระหว่าง 7.8 ถึง 36.0 มก./ล.

ในการทดลองครั้งนี้ระดับ pH ในน้ำทิ้งมีค่าต่ำตั้งแต่แรก แต่เนื่องจากน้ำทิ้งขุ่น pH จึงมีค่าสูงขึ้น ต่อมาเมื่อระบบปรับตัวเข้าสู่สภาวะที่เหมาะสมและมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นสูงขึ้น ระดับ pH จึงได้มีค่าลดต่ำกว่า 7 ติดต่อกัน 22 วัน จนทำให้เกิดน้ำทิ้งขุ่นและระดับ SRT ลดลง หลังจากนั้นระดับ pH จึงได้ปรับตัวสูงขึ้น

4.3.3 SRT 7 วัน

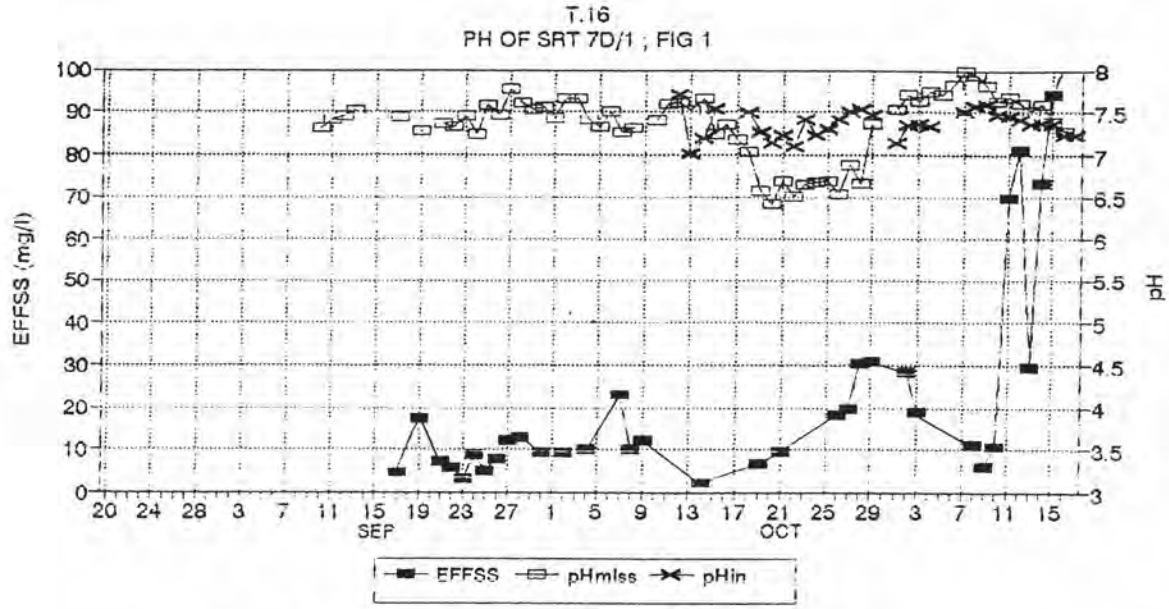
4.3.3.1 การทดลองครั้งที่ 1

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 20 ก.ย.ถึง 7 ธ.ค.35 เริ่มการทดลองโดยใช้ตะกอนจุลินทรีย์ที่ได้เลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch มาเป็นเวลานาน และในการทดลองครั้งนี้ระดับ SRT มีค่าต่ำกว่าที่ต้องการ ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.58, 4.59 และ 4.60

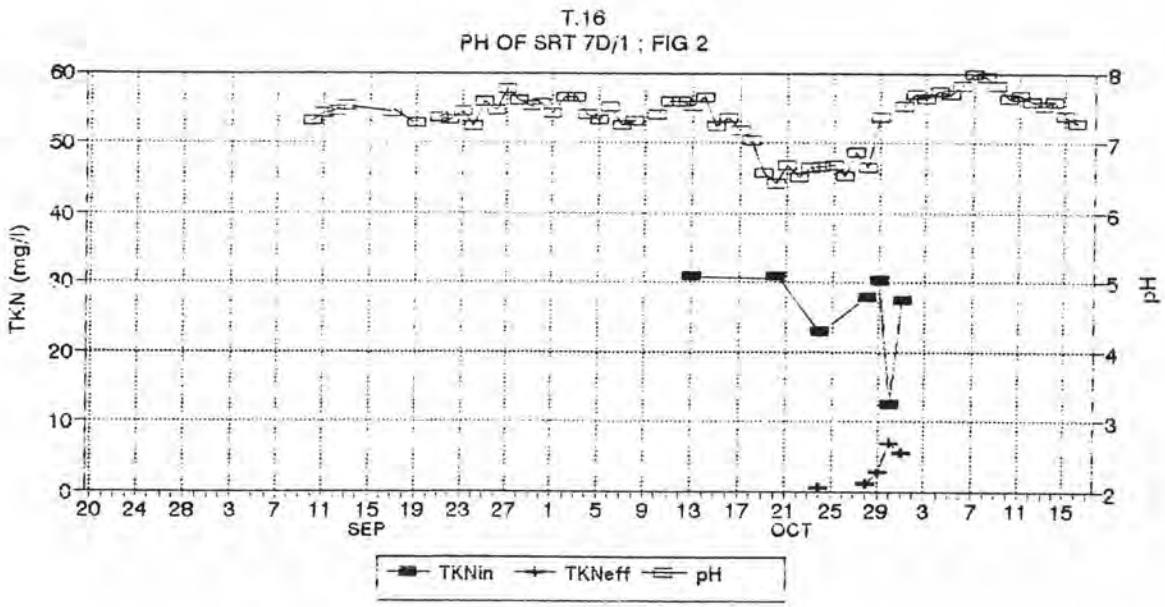
- ระหว่างวันที่ 20 ก.ย.ถึง 18 พ.ย.35 เป็นเวลา 59 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าสูงกว่า 7 คือมีค่าระหว่าง 7.04 ถึง 7.77 ส่วนระดับ pH ของน้ำเสียที่ได้เริ่มวัดในตอนท้ายๆ ของช่วงนี้มีค่าระหว่าง 7.01 ถึง 7.71 คาดว่ามีไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียใน Seed ที่นำมาทดลองน้อย pH จึงมีค่าสูงติดต่อกันเป็นเวลานาน ในส่วนของน้ำทิ้งตอนแรกค่อนข้างขุ่นแต่ไม่ได้มีการวัดค่าความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งไว้ ต่อมาในภายหลังพบว่ามีความขุ่นลดน้อยลง ส่วนระดับ SRT ซึ่งวัดในตอนท้ายเช่นกันมีค่าไม่สูงคือมีค่าระหว่าง 3.0 ถึง 6.0 วัน

- ระหว่างวันที่ 18 ถึง 28 พ.ย.35 เป็นเวลา 10 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 เล็กน้อยและมีค่าต่ำกว่า pH ของน้ำเสีย โดยระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 6.42 ถึง 6.87 ส่วน pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.10 ถึง 7.53 แสดงว่ามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นสูงขึ้น แต่คาดว่าไม่สูงมากนักเพราะ pH ลดลงต่ำกว่า 7 เพียงเล็กน้อย สภาพที่มีระดับ pH ต่ำนี้เกิดขึ้นในช่วงเวลาไม่นานเนื่องจากเกิดน้ำทิ้งขุ่นมีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งมากหลังจากที่ pH มีค่าต่ำติดต่อกัน 9 วัน และระดับ SRT ลดลง โดยในช่วงนี้ระดับ SRT มีค่าระหว่าง 2.9 ถึง 5.3 วัน หลังจากนั้น pH จึงได้ปรับตัวสูงขึ้น

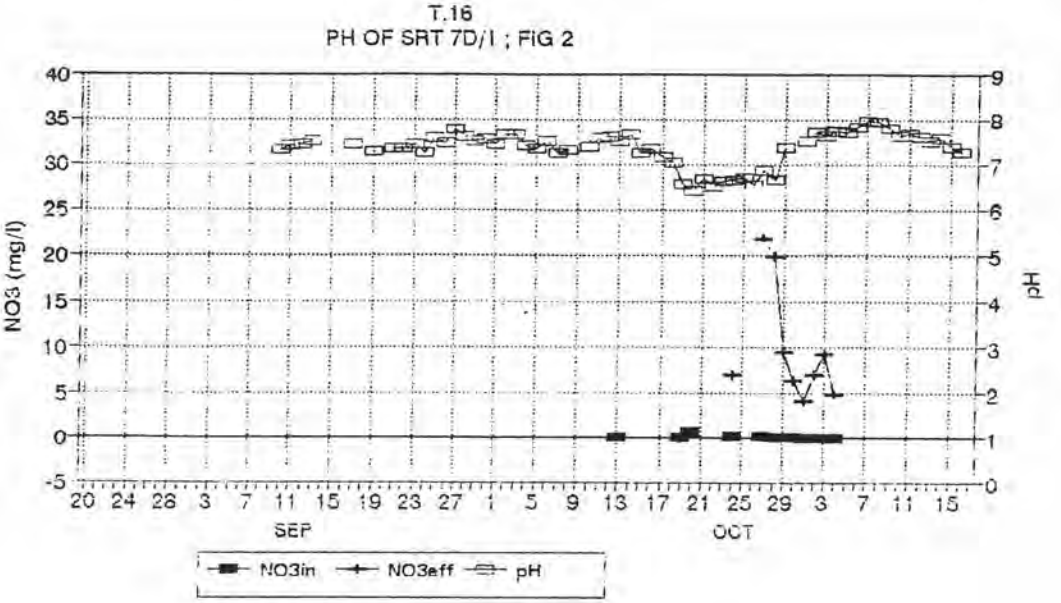
- ระหว่างวันที่ 28 พ.ย.ถึง 17 ธ.ค.35 เป็นเวลา 19 วันระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าสูงกว่า 7 และส่วนใหญ่สูงกว่า pH ของน้ำเสีย โดยระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 7.28 ถึง 7.95 ส่วน pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.14 ถึง 7.69 แสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นเกิดขึ้นน้อยมากหรืออาจจะไม่เกิดขึ้นเลย ทั้งนี้เนื่องจากน้ำทิ้งขุ่นมากและระดับ SRT มีค่าต่ำต่อเนื่องมาจากช่วงก่อนหน้านี้ แม้ว่าผู้ทดลองจะได้เริ่มเปลี่ยนแปลงวิธีการควบคุมระดับ SRT ทำให้มีระดับที่สูงขึ้นเป็น 7 วัน แต่



ภาพที่ 4.58 กราฟระหว่าง pH กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



ภาพที่ 4.59 กราฟระหว่าง pH กับ TKN
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



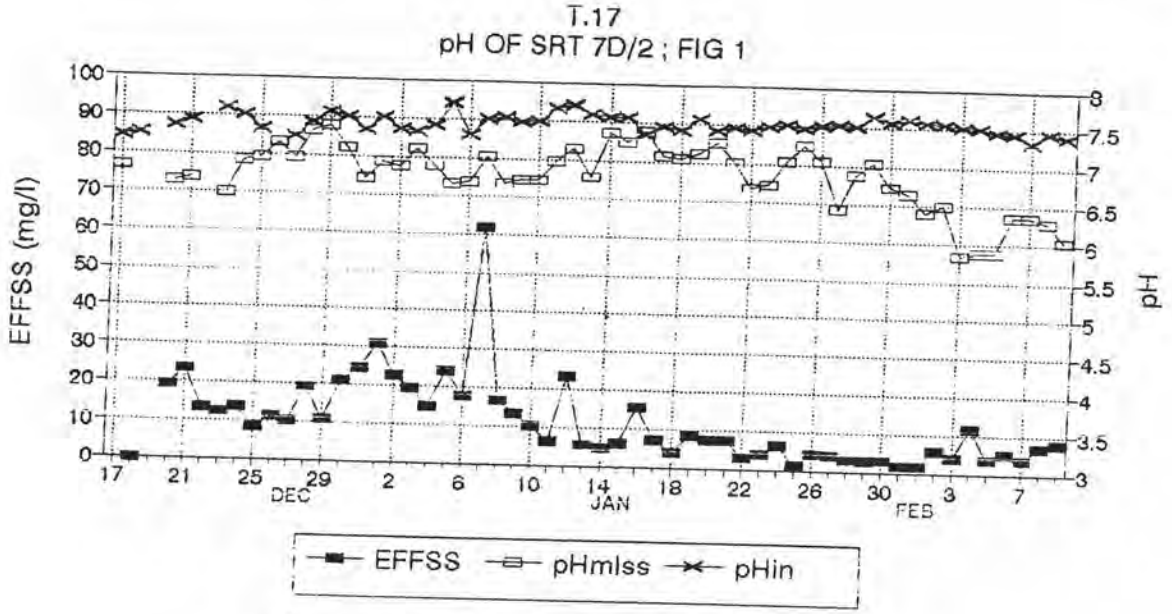
ภาพที่ 4.60 กราฟระหว่าง pH กับ NO_3
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)

ก็ได้เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรง จนทำให้มีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งเป็นจำนวนมาก และระดับ SRT มีค่าลดต่ำลงเหลือเพียง 0.4 วัน

ในการทดลองครั้งนี้ซึ่งมีระดับ SRT ต่ำจะเห็นว่าระดับ pH ลดต่ำกว่า 7 เพียงเล็กน้อย แสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นไม่สูง จากนั้นไม่นานน้ำทิ้งก็ขุ่นและระดับ SRT ลดลง จนทำให้ระดับ pH เพิ่มสูงขึ้นและเกิดโรคจมตัวไม่ลงในเวลาต่อมา แสดงว่าระบบที่มีระดับ SRT และ MLSS ต่ำจะทนต่อสภาพ pH ต่ำได้น้อยกว่าระบบที่มี SRT และ MLSS สูง

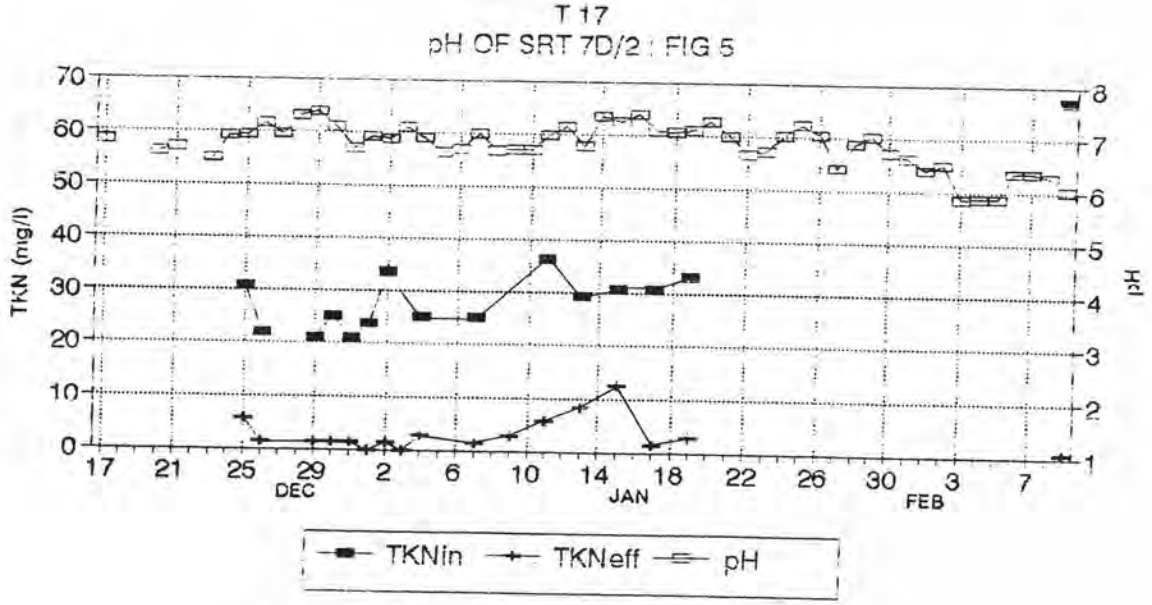
4.3.3.2 การทดลองครั้งที่ 2

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 17 ธ.ค. 35 ถึง 9 ก.พ. 36 เชื้อตะกอนจุลินทรีย์ที่ใช้ประกอบด้วยตะกอนระบายทิ้งที่ถูกนำไปไว้เป็นแบบ Batch จำนวนเล็กน้อย รวมกับตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสียของชุมชนการเคหะแห่งชาติห้วยขวาง ระดับ SRT ในการทดลองครั้งนี้สูงกว่าครั้งแรกคือควบคุมให้มีระดับ 7 วันส่วนใหญ่ ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.61, 4.62, 4.63 และ 4.64



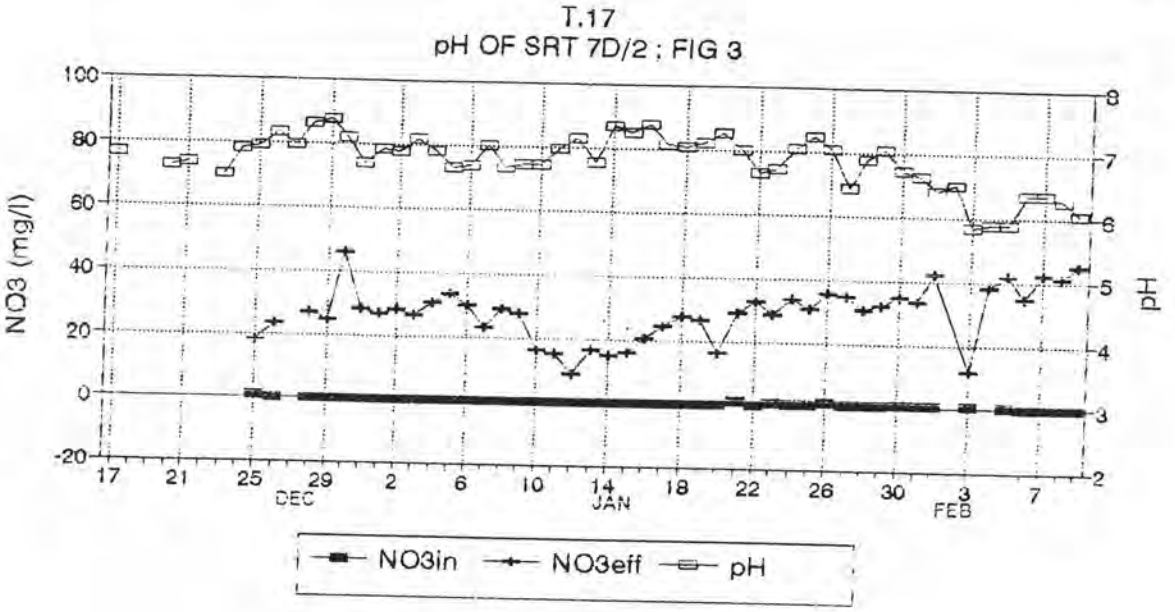
ภาพที่ 4.61 กราฟระหว่าง pH กับ EFFSS (Xe)

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2



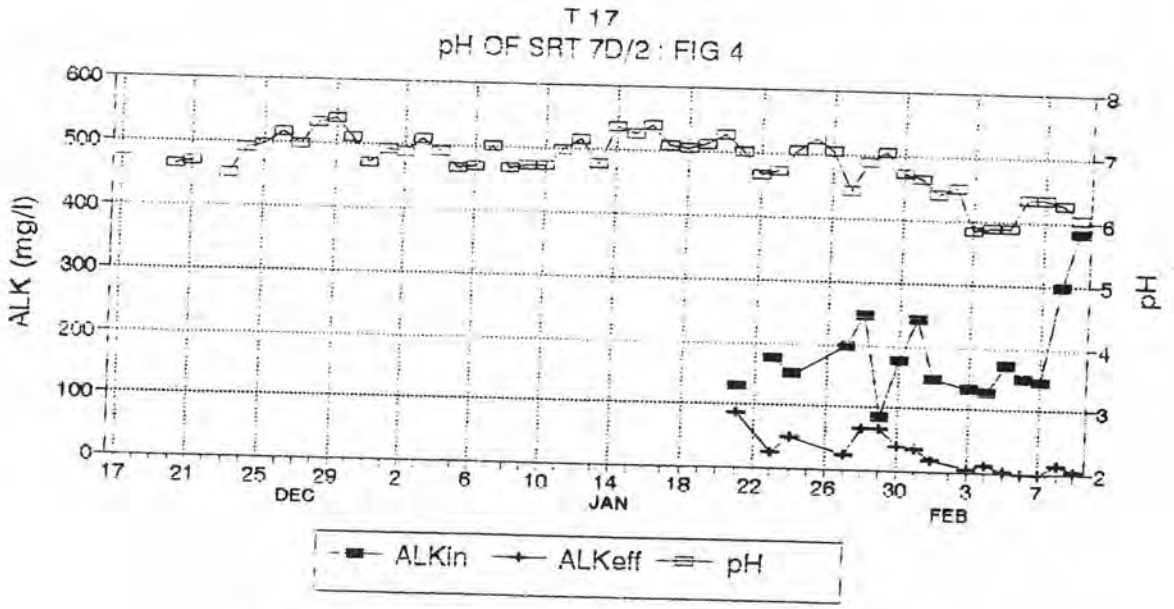
ภาพที่ 4.62 กราฟระหว่าง pH กับ TKN

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2



ภาพที่ 4.63 กราฟระหว่าง pH กับ NO_3

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2



ภาพที่ 4.64 กราฟระหว่าง pH กับ ALKALINITY

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2

- ระหว่างวันที่ 17 ธ.ค.35 ถึง 13 ม.ค.36 เป็นเวลา 28 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 ตั้งแต่เริ่มต้น และส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 7 แสดงว่ามีไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียในตะกอนที่นำมาใช้ในการทดลอง แต่บางวันมีระดับ pH สูงกว่า 7 เนื่องจากน้ำทิ้งชุ่นอาจมีแบคทีเรียดังกล่าวออกไปกับน้ำทิ้งมากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นจึงเกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอ โดยระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 6.51 ถึง 7.39 ส่วน pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.25 ถึง 7.72 ส่วนความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 9.2 ถึง 46.0 มก./ล. ในระหว่างนี้ระดับ SRT ส่วนมากมีค่า 7 วัน

- ระหว่างวันที่ 13 ถึง 21 ม.ค.36 เป็นเวลา 8 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าสูงกว่า 7 เล็กน้อยแต่ต่ำกว่า pH ของน้ำเสีย โดยระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 7.01 ถึง 7.39 และ pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.35 ถึง 7.58 ระหว่างนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นไม่สูง เมื่อวัดความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 16.5 ถึง 27.7 มก./ล. ส่วนสภาพด่างในน้ำทิ้งซึ่งได้เริ่มวัดมีค่า 86 มก./ล.ซึ่งยังสูงเพียงพอ pH จึงมีค่าสูงกว่า 7 ในระหว่างนี้ระดับ SRT มีค่า 7 วันโดยตลอด

- ระหว่างวันที่ 21 ถึง 9 ก.พ.36 เป็นเวลา 18 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า pH ของน้ำเสีย และส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 7 โดยระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 5.85 ถึง 7.24 ซึ่งต่ำกว่าการทดลองครั้งแรก แสดงว่ามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นสูง เมื่อวัดความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำทิ้งพบว่ามีค่าระหว่าง 11.8 ถึง 44.8 มก./ล. ส่วนสภาพด่างถูกทำลายไปจนเหลือน้อย เมื่อวัดสภาพด่างในน้ำทิ้งพบว่ามีค่าระหว่าง 0 ถึง 66.0 มก./ล. ในระหว่างนี้ระดับ pH ของน้ำเสียมีค่ามีค่าระหว่าง 7.33 ถึง 7.65 และระดับ SRT มีค่า 7 วัน โดยตลอด

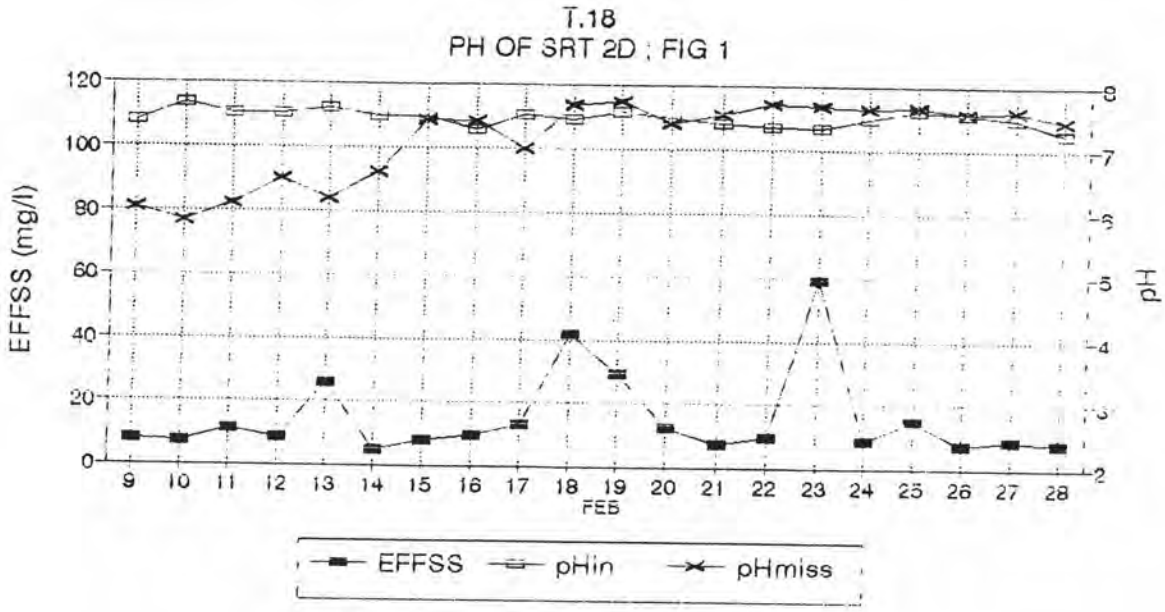
ในการทดลองครั้งนี้ซึ่งมีระดับ SRT 7 วัน เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสูงกว่าการทดลองครั้งที่ 1 พบว่าระดับ pH ในถังเติมอากาศบางวันมีค่าต่ำกว่า 7 ตั้งแต่เริ่มแรกแสดงว่ามีปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นเกิดขึ้นแต่ไม่สม่ำเสมอ ต่อมาเมื่อระบบมีสภาวะที่เหมาะสมจึงมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวสูงขึ้นระดับ pH จึงได้ลดลงต่ำติดต่อกันเป็นเวลานาน ซึ่งแสดงว่าระบบที่มีระดับ SRT สูงกว่าจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นสูงกว่า และสามารถทนต่อระดับ pH ได้นานกว่า

4.3.4 SRT 2 วัน

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 9 ถึง 28 ก.พ.36 ระดับ SRT ส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 2 วัน แต่บางครั้งมีค่าลดต่ำเหลือ 0.9 วัน การทดลองนี้ดำเนินการต่อเนื่องจากการทดลองของ SRT 7 วันครั้งที่ 2 โดยลดระดับ SRT ลงมาจนมีค่า 2 วัน ผลการทดลองได้แสดงไว้ภาพที่ 4.65, 4.66, 4.67 และ 4.68

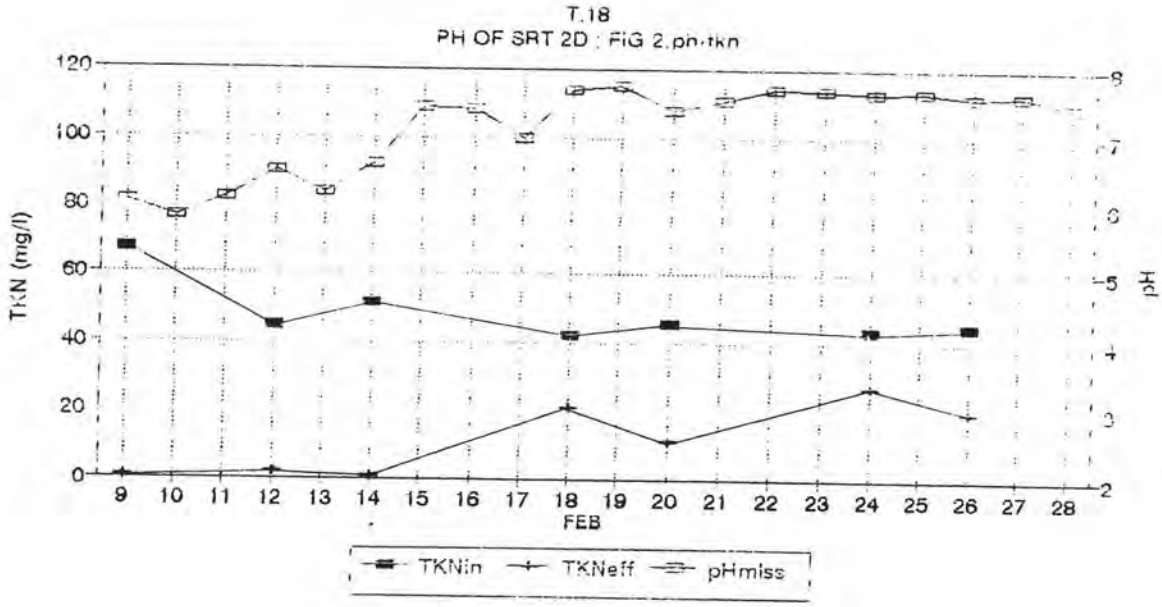
- ระหว่างวันที่ 9 ถึง 14 ก.พ.36 เป็นเวลา 5 วัน เป็นช่วงที่กำลังลดระดับ SRT จาก 7 เป็น 2 วัน ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า pH ของน้ำเสียและมีค่าต่ำกว่า 7 เนื่องจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นที่ต่อเนื่องมาจากการทดลอง SRT 7 วัน โดยระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 5.84 ถึง 6.50 และ pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.48 ถึง 7.69 ส่วนความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 16.6 ถึง 40.5 มก./ล. และสภาพด่างในน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 0 ถึง 25.0 มก./ล.

- ระหว่างวันที่ 14 ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 14 วัน ระบบมีระดับ SRT 2 วันเป็นส่วนใหญ่ เว้นแต่บางวันต่ำมากเพียง 0.7 วัน เพราะน้ำทิ้งขุ่น เนื่องจากระดับ pH ต่ำในถังเติมอากาศในช่วงที่ผ่านมา ประกอบกับเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนใน ระหว่างนี้ระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าสูงกว่า 7 และส่วนใหญ่สูงกว่า pH ของน้ำเสีย โดยระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าระหว่าง 7.0 ถึง 7.75 และ pH ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 7.25 ถึง 7.60 ส่วนความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำทิ้ง พบว่าตอนแรกมีค่าสูงถึง 41.5 มก./ล. แต่ตอมาลดลงเหลือเพียง 5.3 มก./ล. ซึ่งสูงกว่าความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำเสียที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 0.59 มก./ล. เพียงเล็กน้อย แสดงว่าในตอนท้ายนี้ปฏิกิริยาในตริฟิเคชั่นแทบจะไม่เกิดขึ้นเลย ส่วนสภาพด่างพบว่าถูกใช้ไปเพียงเล็กน้อย โดยสภาพด่างของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีค่าระหว่าง 210 ถึง 370 มก./ล. ส่วนสภาพด่างในน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 203 ถึง 332 มก./ล.



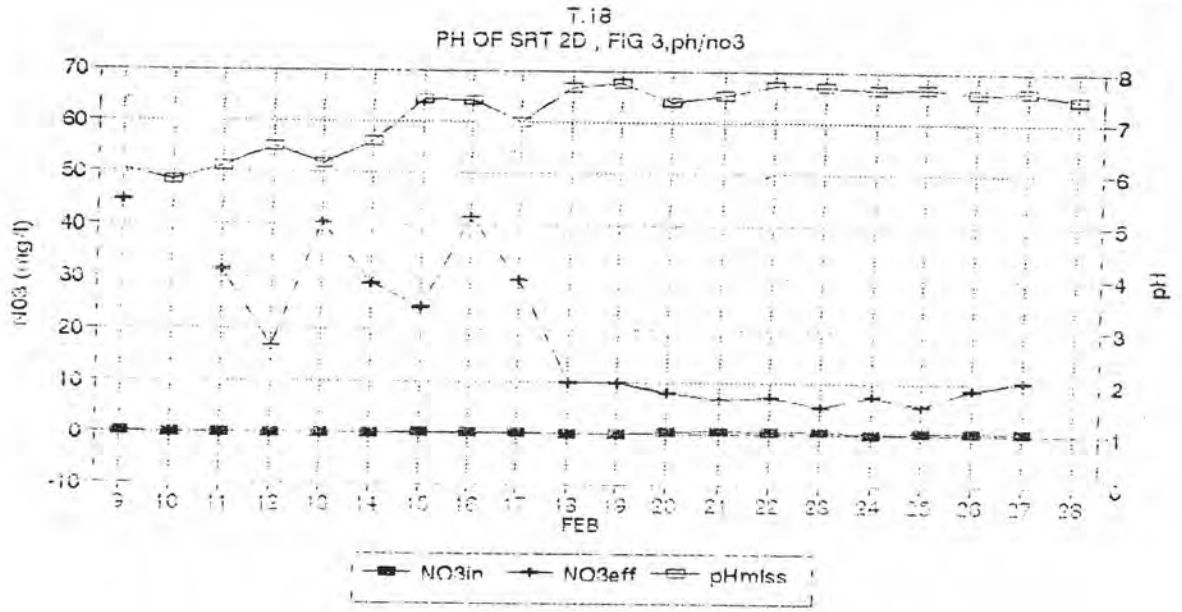
ภาพที่ 4.65 กราฟระหว่าง pH กับ EFFSS (Xe)

ของการทดลอง SRT 2 วัน



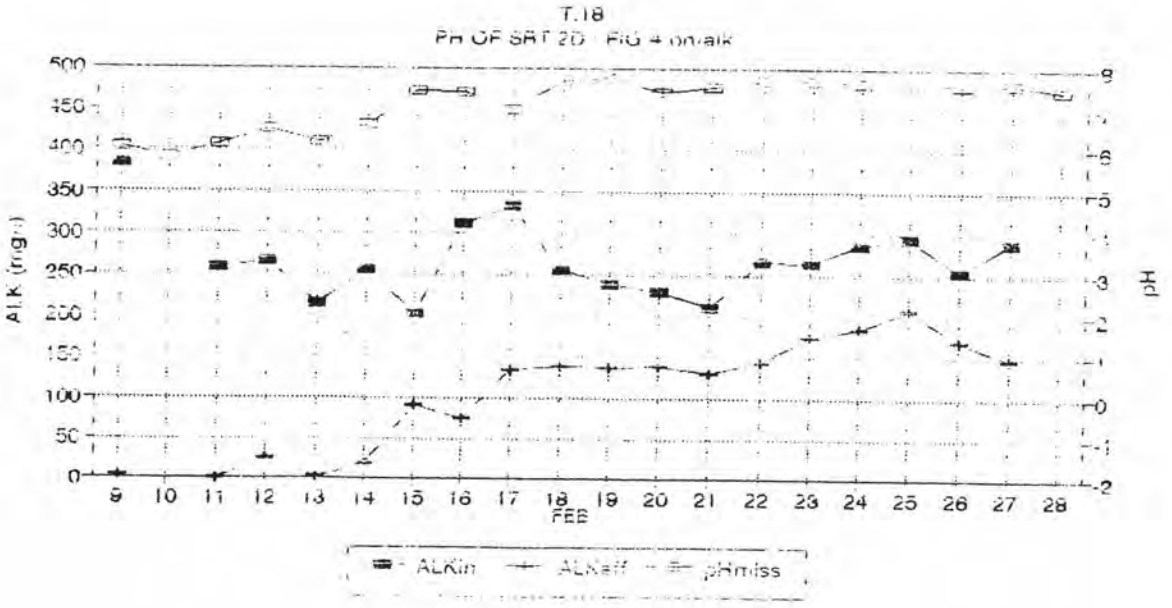
ภาพที่ 4.66 กราฟระหว่าง pH กับ TKN

ของการทดลอง SRT 2 วัน



ภาพที่ 4.67 กราฟระหว่าง pH กับ NO_3

ของการทดลอง SRT 2 วัน

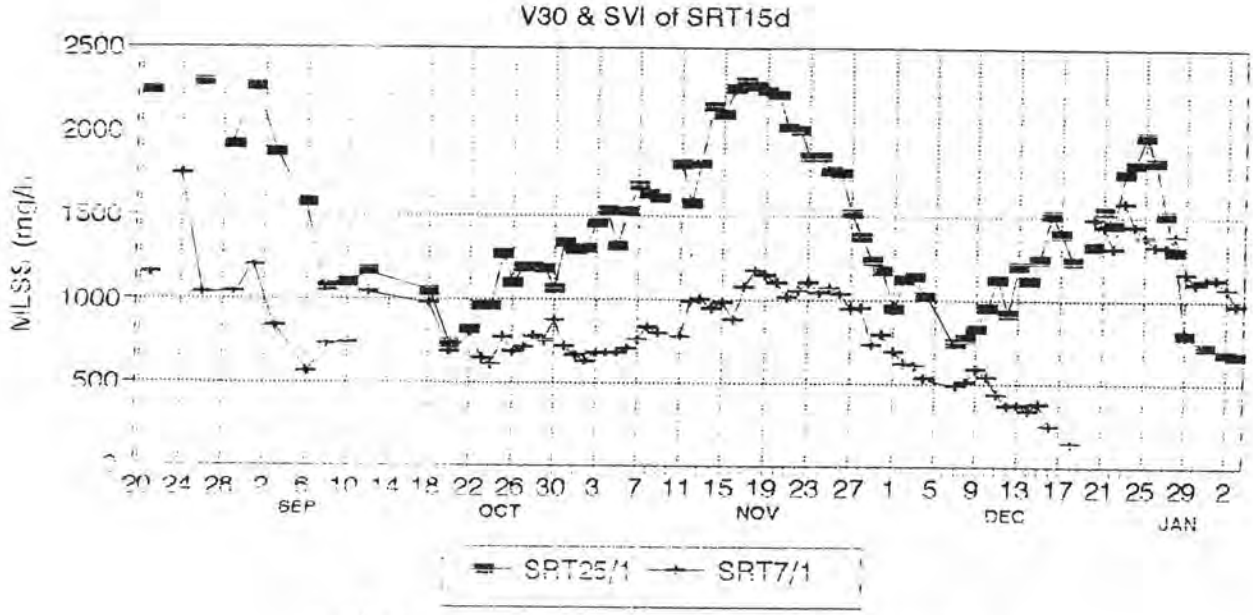


ภาพที่ 4.68 กราฟระหว่าง pH กับ ALKALINITY

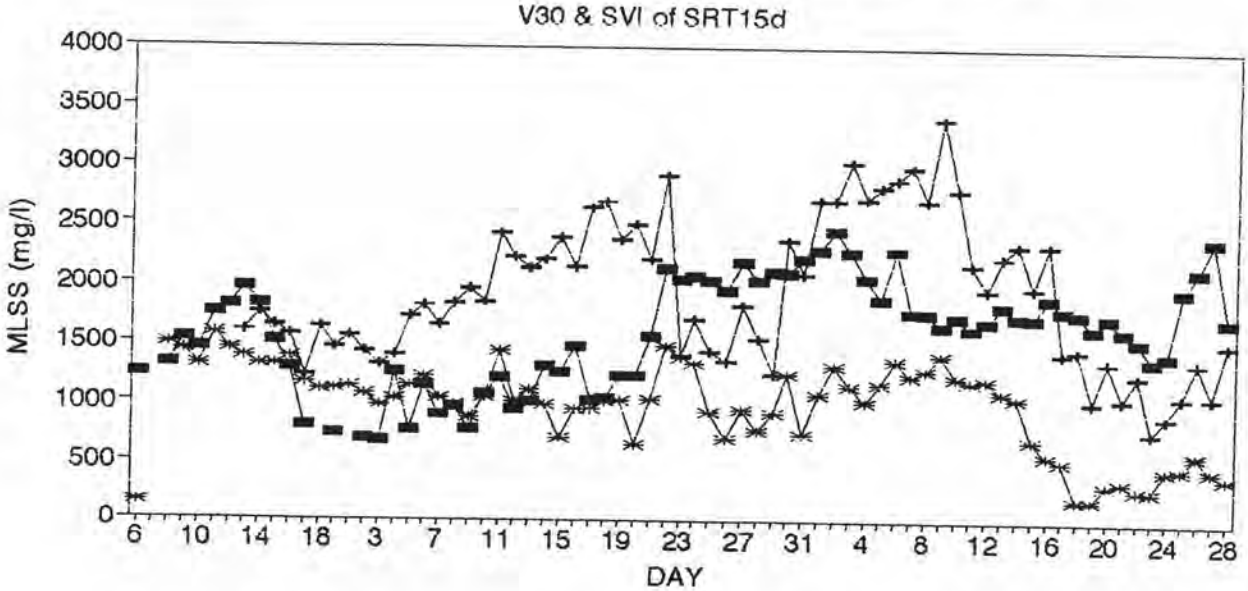
ของการทดลอง SRT 2 วัน

ในการทดลองครั้งนี้สภาวะที่มีระดับ pH ต่ำเกิดขึ้นในตอนแรกที่ระดับ SRT สูงกว่า 2 วัน ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องจากปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้ แต่เมื่อระบบมีระดับ SRT 2 วันอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ลดลงจนในที่สุดไม่เกิดขึ้นอีก

ในการศึกษาเกี่ยวกับระดับ pH ในถังเติมอากาศของระบบเอเอสจะเห็นได้ว่าระดับ pH ของระบบที่ถูกควบคุมให้มีระดับ SRT สูงจะมีค่าต่ำกว่า pH ของระบบที่มีระดับ SRT ต่ำ ดังแสดงในภาพที่ 4.69 และ 4.70 โดย pH ต่ำสุดของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2, SRT 15 วัน, SRT 7 วัน ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และ SRT 2 วัน มีค่าเท่ากับ 5.89, 5.23, 5.61, 6.42, 5.85, และ 7.0 ตามลำดับ ซึ่งคาดว่าปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นแบบสมบูรณ์อาจจะเกิดขึ้นในการทดลอง SRT 25 วัน, 15 วัน และ 7 วันครั้งที่ 2 ซึ่งมีระดับ SRT สูงเพียงพอ ส่วนการทดลอง SRT 7 วันครั้งที่ 1 มีปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นเกิดขึ้นแบบไม่สมบูรณ์ และการทดลอง SRT 2 วัน ไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียถูกวัอชเอ๊าท์ออกไปจากถังปฏิกิริยาจนไม่เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น นอกจากนี้จะเห็นอีกว่าระบบที่มีระดับ SRT สูงจะทนทานต่อสภาวะที่มีระดับ pH ต่ำได้นานกว่า ทั้งนี้เนื่องจากมี MLSS สูงกว่า สภาวะที่มีระดับ pH ต่ำในถังเติมอากาศจะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ไม่สมบูรณ์ จึงสกัดตะกอนได้ไม่ดี เกิดน้ำทิ้งขุ่นมีตะกอนและไนตริฟายอิ้งแบคทีเรียออกไปกับน้ำทิ้งมาก และเป็นผลทำให้ระดับ SRT และ MLSS ลดลง จากนั้นปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นจะเกิดน้อยลง จนในที่สุดระดับ pH ปรับตัวสูงขึ้น ตอมาเมื่อระบบอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมระดับ pH ก็จะลดต่ำลงอีก ซึ่งปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นซ้ำกันเป็นวงจร นอกจากนี้สภาวะที่มี pH ต่ำยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนได้ ซึ่งถ้าโรคจมตัวไม่ลงเกิดขึ้นอย่างรุนแรงก็จะทำให้มีตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งจนในที่สุดระบบมีระดับ MLSS ต่ำมากจนทำงานไม่ได้ ดังจะเห็นได้จากการทดลองครั้งที่ 1 สำหรับ SRT 25 วัน และ 7 วัน ส่วนการทดลองอื่นๆ ไม่มีปัญหานี้เพราะได้มีการแก้ไขและป้องกันโดยใช้ถังคัดเลือกพันธุ์ การแก้ปัญหาผลกระทบจากสภาพวะที่ระดับ pH ต่ำในถังเติมอากาศ สามารถทำได้โดยการปรับ pH ของน้ำเสียเพื่อให้มี Buffer Capacity สูงขึ้น ซึ่งได้ทดลองทำในตอนท้ายของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2 ทำให้ pH ในถังเติมอากาศมีค่าสูงกว่า 7 และปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นสามารถเกิดขึ้นได้ดี และทำให้ระดับ SRT และ MLSS สูงขึ้น



ภาพที่ 4.69 กราฟระหว่าง pH ของการทดลอง SRT
25 วัน ครั้งที่ 1 (SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)
และ 7 วัน ครั้งที่ 1 (SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



ภาพที่ 4.70 กราฟระหว่าง pH ของการทดลอง SRT
25 วัน ครั้งที่ 2 (SRT เฉลี่ย 22.7 วัน),
7 วัน ครั้งที่ 2, 15 วัน และ 2 วัน

4.4 ประสิทธิภาพในการกำจัด COD

ประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของน้ำเสียหมายถึง ความเข้มข้นของ COD ในน้ำเสียส่วนที่ถูกกำจัดไปต่อความเข้มข้นของ COD ในน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบ สามารถแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพในการกำจัด COD (\%)} = \frac{S_o - S_e}{S_o} \times 100 \qquad \text{---(4.8)}$$

โดยที่ S_o = COD ของน้ำเสีย ; มก./ล.

S_e = COD ของน้ำทิ้ง ; มก./ล.

ในการทดลองพบว่าประสิทธิภาพที่แสดงในรูปเปอร์เซนต์มีค่าแตกต่างกันมาก เนื่องจากว่าความเข้มข้นของ COD ในน้ำเสียมีค่าที่แตกต่างกันมาก โดย COD ของน้ำเสียมีค่าระหว่าง 66.7 ถึง 868.3 มก./ล. ในขณะที่ความเข้มข้นของ COD ในน้ำทิ้งค่าต่ำและไม่แตกต่างกันมากนัก ถ้าหากว่า COD ของน้ำเสียมีค่าสูงมากและต่ำมาก ก็จะมี COD ส่วนที่ถูกกำจัดไปแตกต่างกันมาก เมื่อนำไปคำนวณจะทำให้มีเปอร์เซนต์ที่แตกต่างกันมาก แม้ว่าระบบจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นนอกจากจะบอกประสิทธิภาพของระบบเป็นเปอร์เซนต์แล้ว ก็ควรจะบอกด้วยว่าระบบสามารถบำบัดจนทำให้มี COD เหลืออยู่ในน้ำทิ้งเท่าใด

ความเข้มข้นของ COD ในน้ำทิ้งเป็นตัวแปรที่ได้รับอิทธิพลจากระดับ SRT สำหรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของ COD ก่อนการบำบัดที่คงที่ค่าหนึ่ง ถ้าควบคุมระบบให้มีระดับ SRT สูงก็จะได้น้ำทิ้งที่มี COD ต่ำ และในทางตรงข้ามกันถ้าควบคุมให้มีระดับ SRT ต่ำก็จะได้น้ำทิ้งที่มี COD สูงกว่า แต่อย่างไรก็ตามในช่วงที่มีระดับ SRT ระหว่าง 3 ถึง 15 วันจะมีความเข้มข้นของ COD น้ำทิ้งไม่ต่างกัน (11) ดังได้แสดงไว้ในภาพที่ 5.69 นอกจากนี้แล้วพบว่ายังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อความเข้มข้นของ COD ที่เหลือในน้ำทิ้งได้แก่ ความเข้มข้นของ COD ในน้ำเสีย ถ้าหากว่ามีความเข้มข้นสูงก็จะได้น้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นสูง แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของ

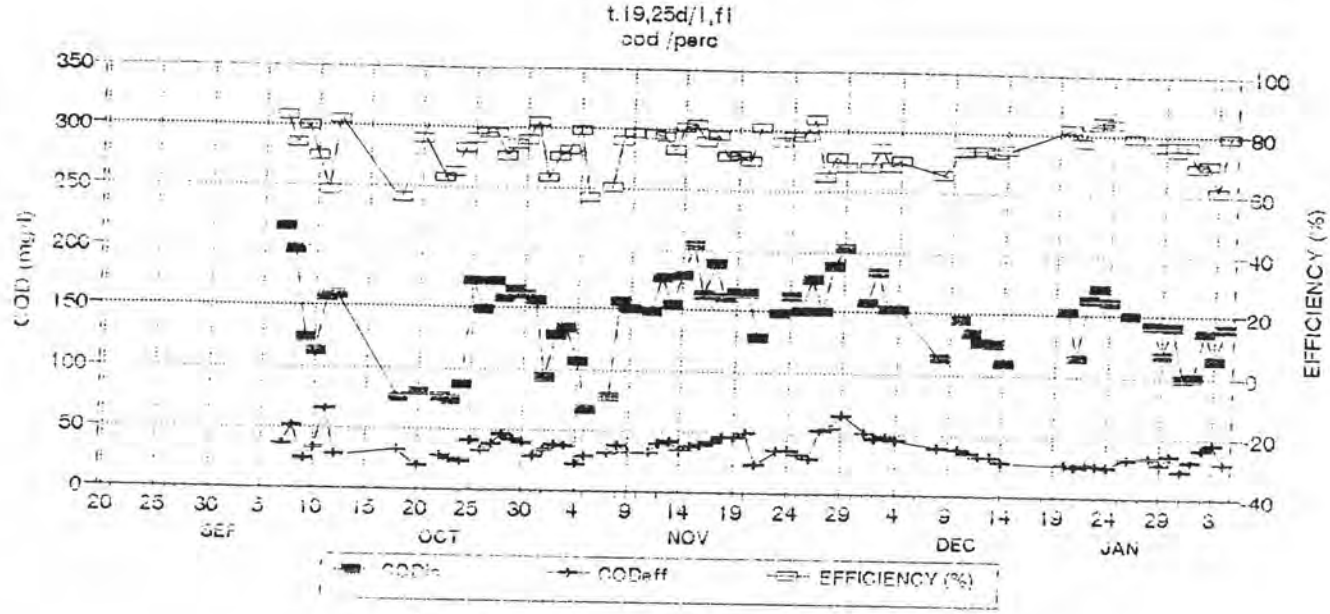
COD ในน้ำเสียในการทดลองนี้มีค่าต่ำและไม่ได้มีความแตกต่างกันมาก จึงไม่น่ามีผลต่อ COD ของน้ำทิ้งมากนัก ปัจจัยสำคัญต่อมาได้แก่ระดับ pH ในถังเติมอากาศ ถ้าหาก pH มีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตไม่เต็มที่ ทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงหรือมี COD ในน้ำทิ้งมากขึ้น ปัจจัยที่สำคัญอีกอันหนึ่งได้แก่ โรคจมตัวไม่ลงของตะกอน ซึ่งถ้าเกิดขึ้นรุนแรงจนทำให้มีตะกอนหลุดปะปนออกไปกับน้ำทิ้งมาก นอกจากจะทำให้มีระดับ MLSS และ SRT ลดลงแล้วยังทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงด้วย ในการทดลองนี้แม้จะใช้ COD เป็นหลักในการวัดประสิทธิภาพ แต่ก็ได้มีการวัดค่า BOD ไว้อยู่เป็นระยะเพื่อเป็นการเปรียบเทียบ แต่ก็ไม่เหมาะที่จะใช้แสดงถึงประสิทธิภาพ ของระบบ เนื่องจากการที่ไม่ได้ทำการวัดทุกวัน อาจทำให้ขาดข้อมูลที่สำคัญไปได้จึงใช้ศึกษาเพื่อเป็นแนวทางประกอบเท่านั้น

4.4.1 SRT 25 วัน

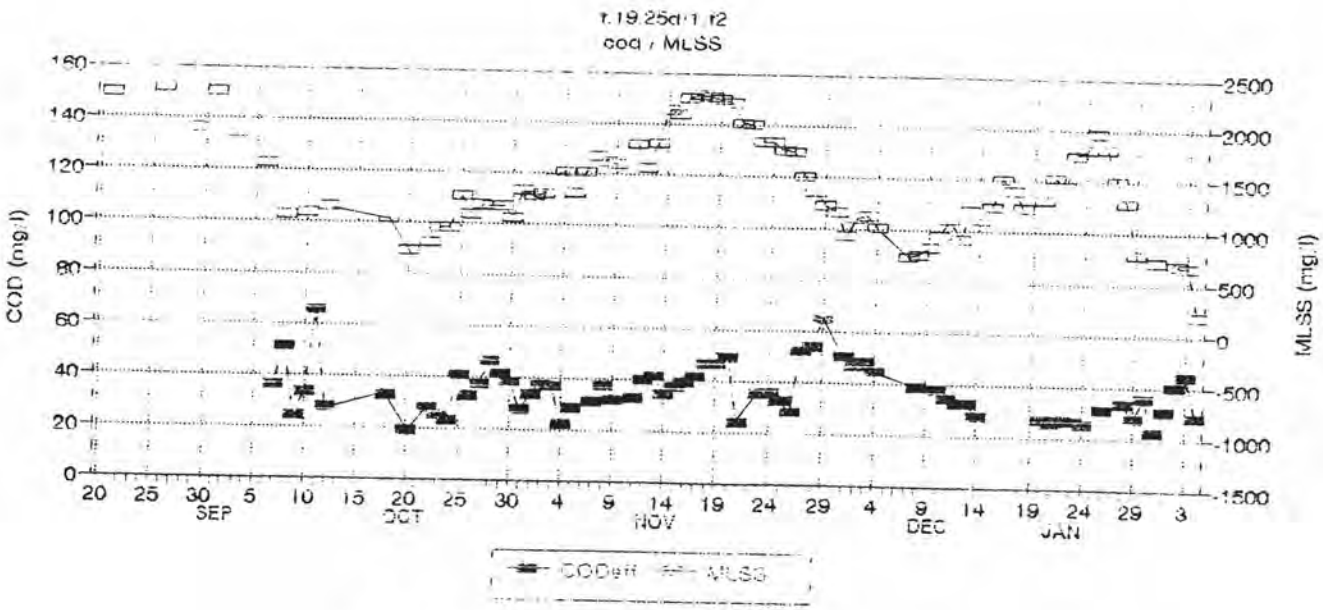
การทดลองสำหรับ SRT 25 วันได้ทำการทดลอง 2 ครั้ง ซึ่งมีระดับ SRT ที่เกิดขึ้นแตกต่างกันและมีประสิทธิภาพในการกำจัด COD ที่แตกต่างกัน

4.4.1.1 การทดลองครั้งที่ 1

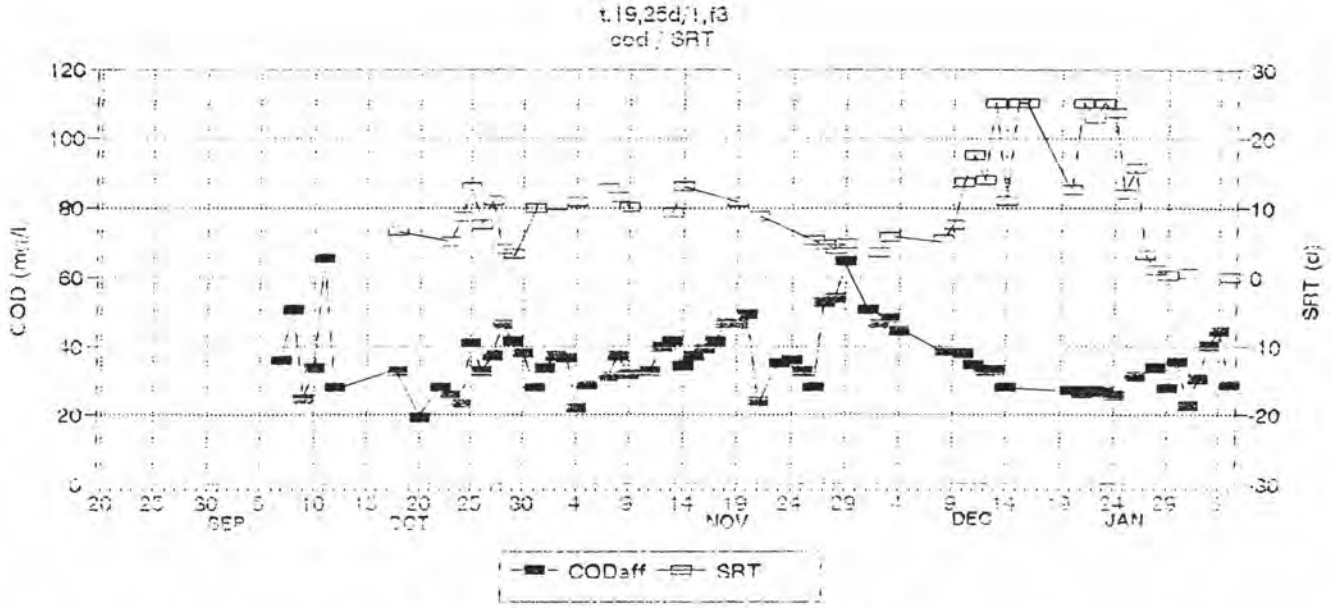
ทำการทดลองระหว่างวันที่ 20 ก.ย.35 ถึง 4 ม.ค.36 ผลการทดลองได้ภาพที่ 4.71, 4.72, 4.73, 4.74, 4.75 และ 4.76 ในระหว่างนี้ระดับ SRT ที่เกิดขึ้นจริงมีค่าระหว่าง 0.3 ถึง 25 วัน เป็นผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของระบบมีค่าระหว่าง 57.1 ถึง 84.7 หรือมี COD เหลือในน้ำทิ้งระหว่าง 19.2 ถึง 65.5 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 35.9 มก./ล. ส่วนน้ำเสียก่อนบำบัดมี COD ระหว่าง 67.2 ถึง 230.4 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 142.2 มก./ล. จากกราฟแม้จะไม่ชัดเจนนักแต่ก็พอจะเห็นได้ว่าในตอนแรกที่ระบบมีระดับ SRT สูงจะได้น้ำทิ้งที่มี COD ต่ำ ต่อมาระหว่างวันที่ 27 พ.ย. ถึง 8 ธ.ค.35 COD ในน้ำทิ้งเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจาก pH ในถังเติมอากาศมีค่าลดต่ำกว่า 7 ติดต่อกันหลายวัน จากนั้นเมื่อ pH ได้ปรับตัวสูงขึ้นและ SRT สูงขึ้นก็พบว่า COD ในน้ำทิ้งมีค่าลดลง จนกระทั่งในตอนท้าย ซึ่งเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน จนทำให้มีตะกอนปะปนออกไปกับน้ำทิ้งมาก ทำให้ระดับ MLSS และ SRT ลดลง ก็พบว่า COD ในน้ำทิ้งได้เพิ่มสูงขึ้นอีก นอกจากนี้ในการวิเคราะห์ BOD พบว่าในน้ำทิ้งมี BOD ระหว่าง 10.4 ถึง 25.8 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 15.2 มก./ล. ซึ่งส่วนมากมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง 20 มก./ล. และค่า



ภาพที่ 4.71 กราฟระหว่าง COD กับ EFFICIENCY
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



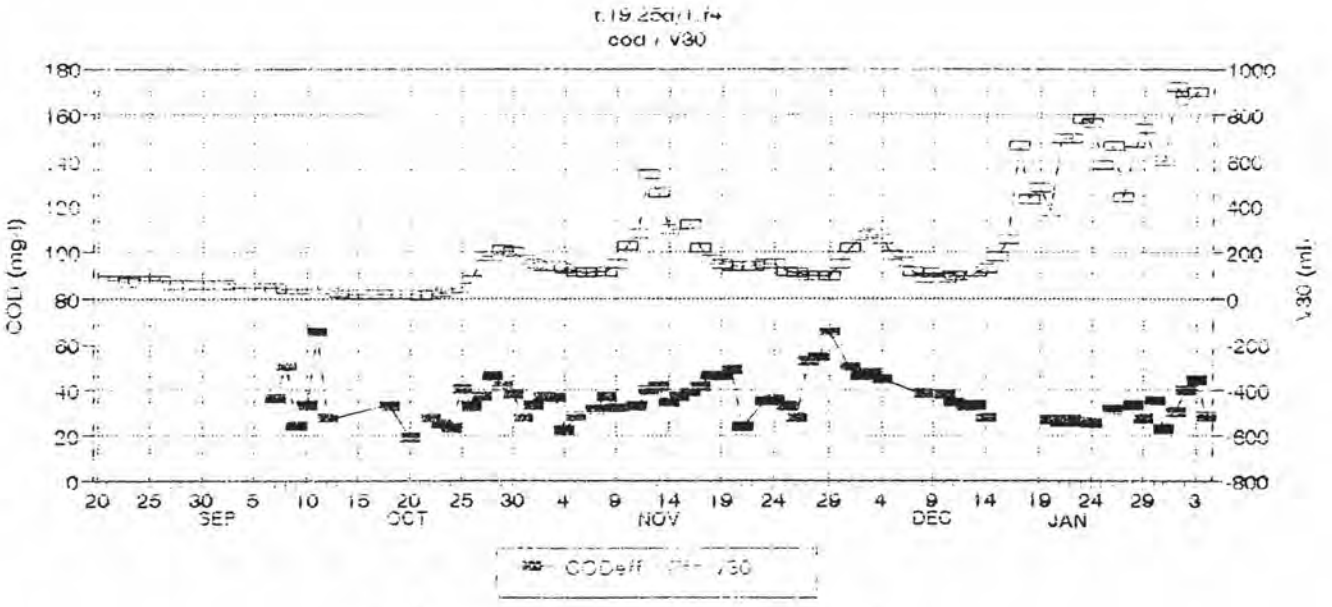
ภาพที่ 4.72 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ MLSS
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



ภาพที่ 4.73 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ SRT

ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1

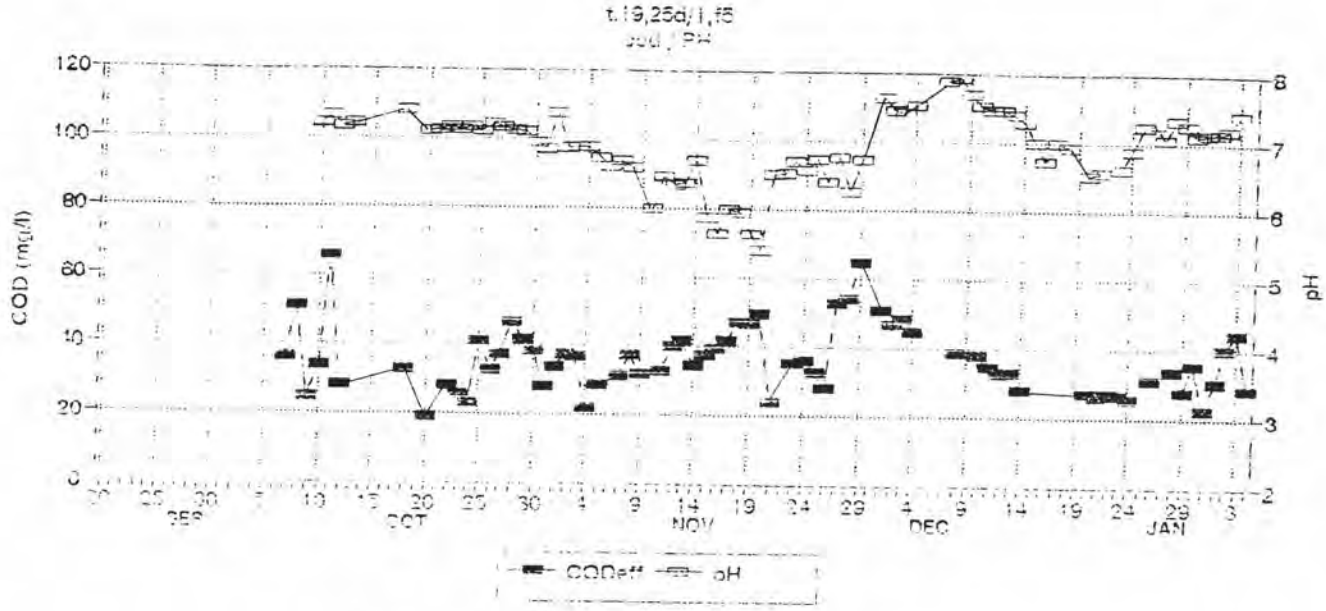
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



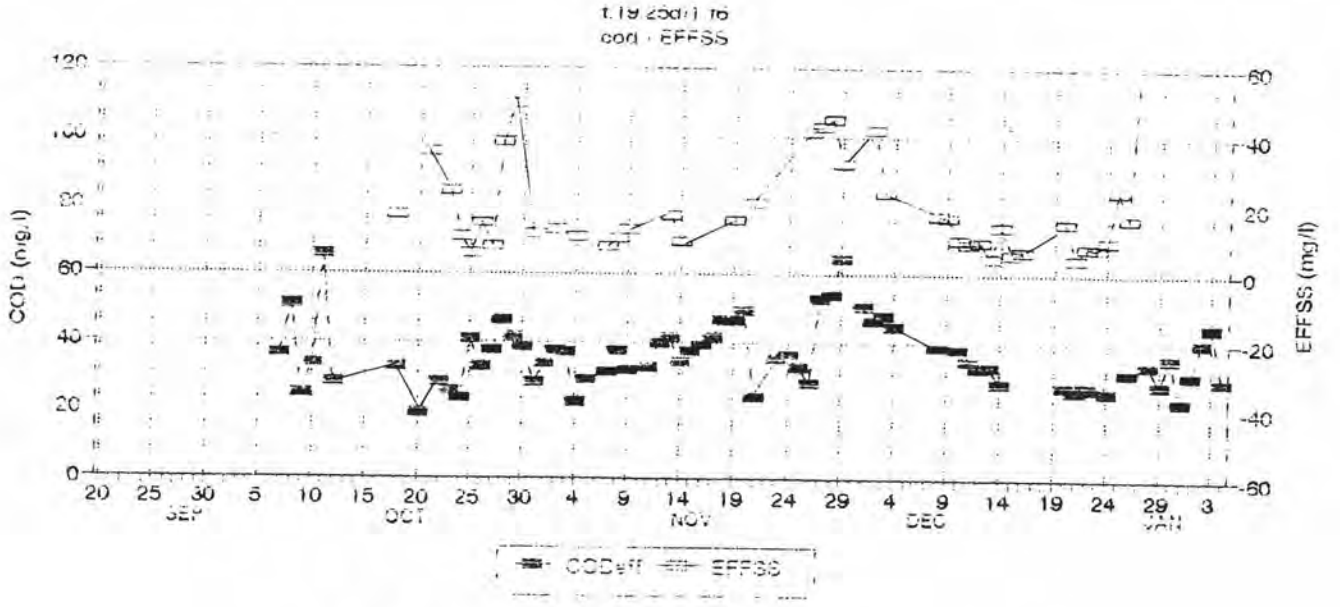
ภาพที่ 4.74 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ V_{30}

ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1

(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



ภาพที่ 4.75 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ pH
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)

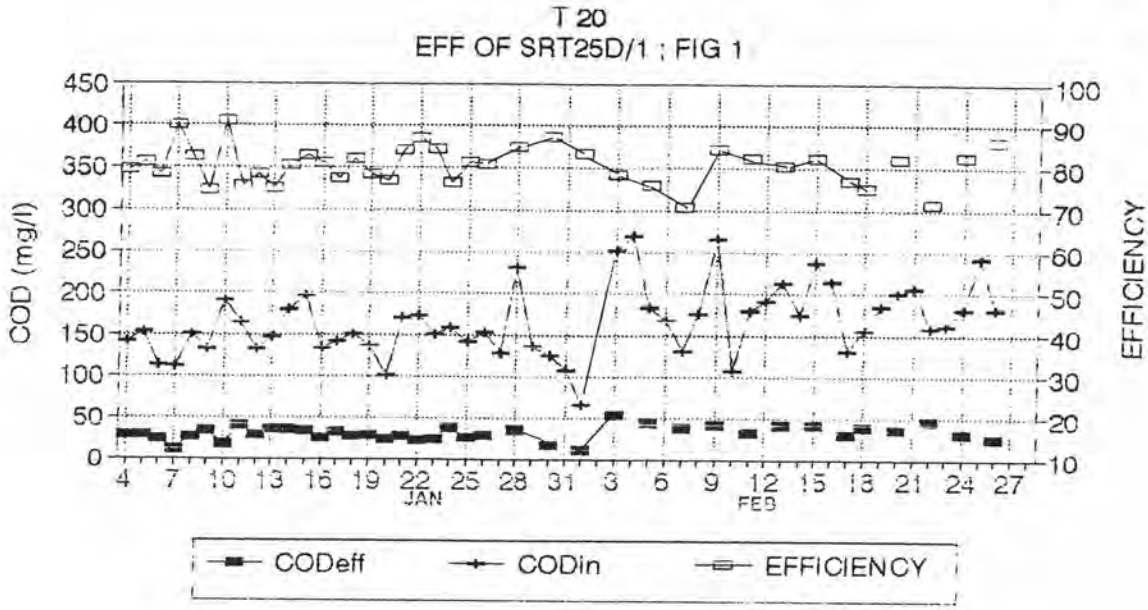


ภาพที่ 4.76 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)

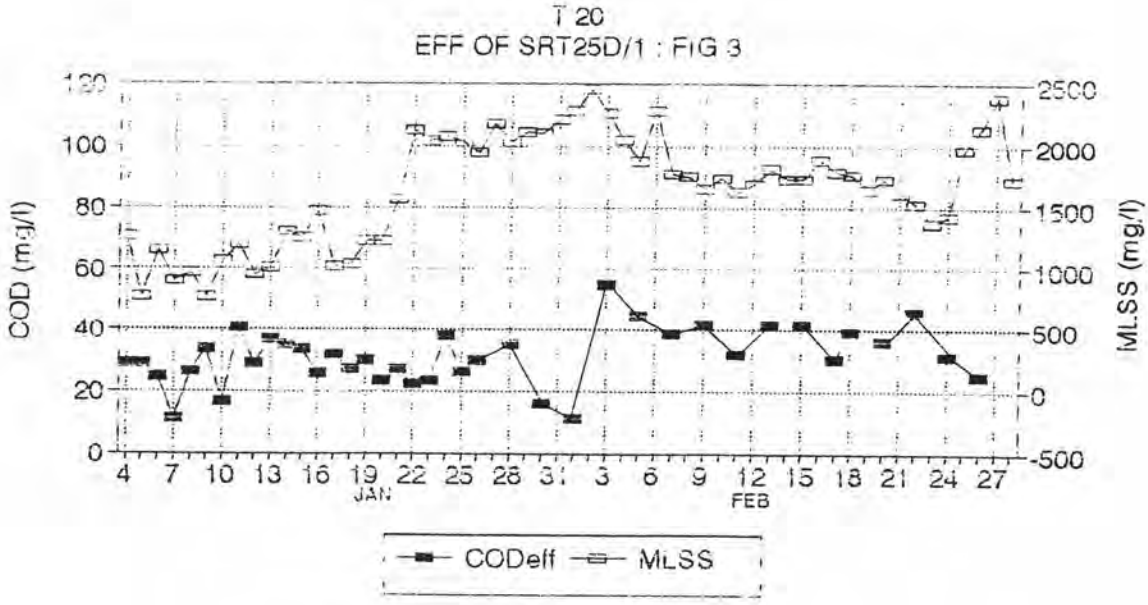
BOD ที่เกินมาตรฐานเกิดขึ้นในช่วงที่มี SRT ต่ำ เนื่องจากระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ของ อัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD ในน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 12.6 ถึง 57.1% ส่วน BOD ในน้ำเสียมีค่าระหว่าง 66.0 ถึง 122.8 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 92.3 มก./ล. โดยที่เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD มีค่าระหว่าง 40.4 ถึง 75.2 %

4.4.1.2 การทดลองครั้งที่ 2

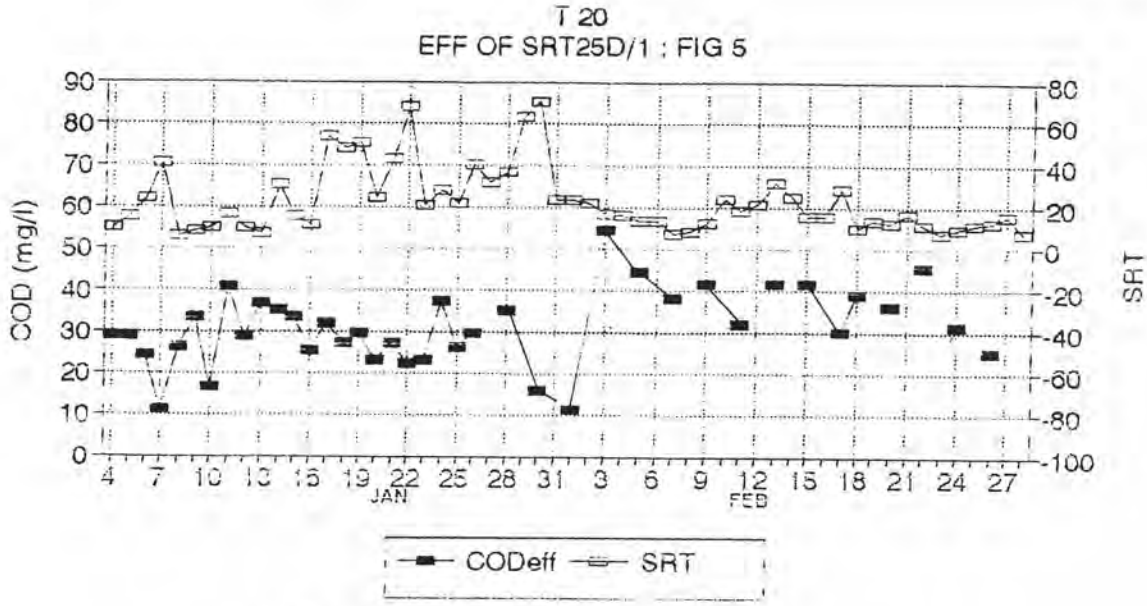
ทำการทดลองระหว่างวันที่ 4 ม.ค.ถึง 28 ก.พ.36 ผลการทดลองได้แสดงไว้ภาพที่ 4.77, 4.78, 4.79, 4.80, 4.81 และ 4.82 ในระหว่างนี้ได้มีการควบคุมให้มีระดับของ SRT สูงกว่าเมื่อการทดลองครั้งที่ 1 พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัด COD ได้สูงขึ้น โดยมีค่าระหว่าง 70.6 ถึง 91.3 % หรือมี COD เหลือในน้ำทิ้งระหว่าง 11.2 ถึง 54.4 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 31.1 มก./ล. โดยที่น้ำเสียก่อนบำบัดมี COD ระหว่าง 66.7 ถึง 268.3 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 166 มก./ล. จะเห็นได้ว่าน้ำเสียในการทดลองครั้งนี้มี COD สูงกว่าการทดลองที่ 1 แต่เมื่อผ่านการบำบัดแล้วจะได้น้ำทิ้งที่มี COD ต่ำกว่า โดยจะเห็นว่าในตอนแรกระหว่างวันที่ 4 ม.ค. ถึง 1 ก.พ.36 ซึ่งมี SRT สูงขึ้น COD ในน้ำทิ้งมีค่าต่ำ ต่อมา COD ในน้ำทิ้งมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจาก pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกันหลายวันพร้อมกันนี้ SRT ก็มีค่าต่ำลง จนกระทั่งเมื่อวันที่ 22 ก.พ.36 ผู้ทดลองได้ปรับ pH ของน้ำเสียให้สูงขึ้นจึงทำให้ pH ในถังเติมอากาศจึงมีค่าสูงกว่า 7 COD ในน้ำทิ้งจึงมีค่าลดลงในการทดลองครั้งที่ 2 SRT มีค่าระหว่าง 5.9 ถึง 70.7 วัน นอกจากนี้ยังได้มีการวัดค่า BOD โดย BOD ในน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 5.8 ถึง 18.3 มก./ล.ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน 20.0 มก./ล. ทั้งหมด และมีค่าเฉลี่ย 11.3 มก./ล. โดยที่เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD ของน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 14.0 ถึง 56.6 % ส่วน BOD ในน้ำเสียมีค่าระหว่าง 40.0 ถึง 120.0 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 73.6 มก./ล. โดยที่เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD มีค่าระหว่าง 31.8 ถึง 78.1 %



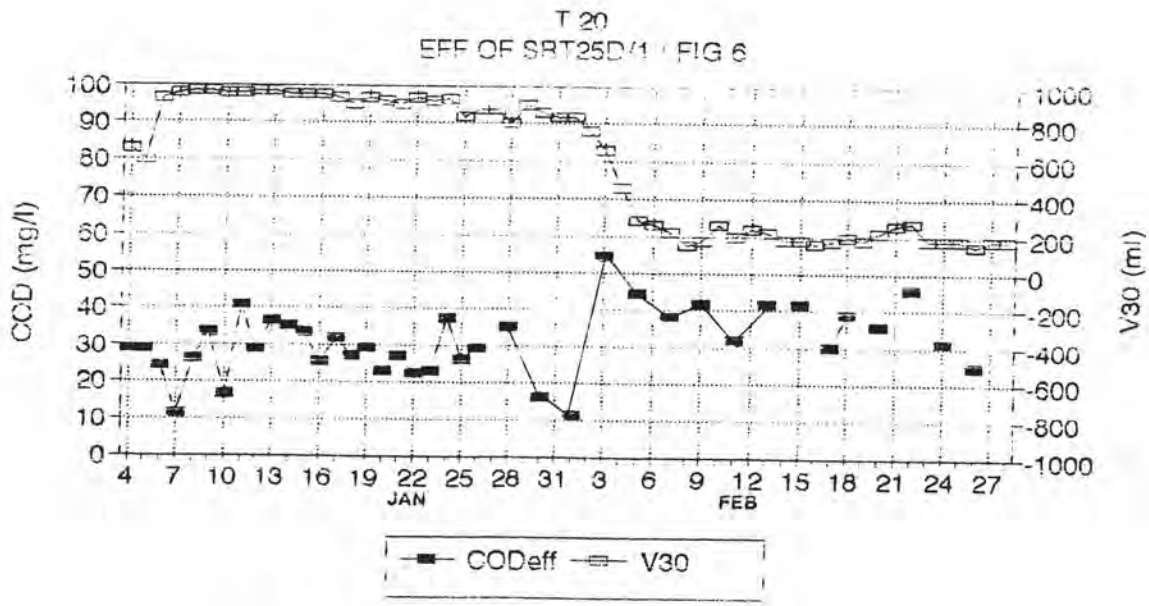
ภาพที่ 4.77 กราฟระหว่าง COD กับ EFFICIENCY
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



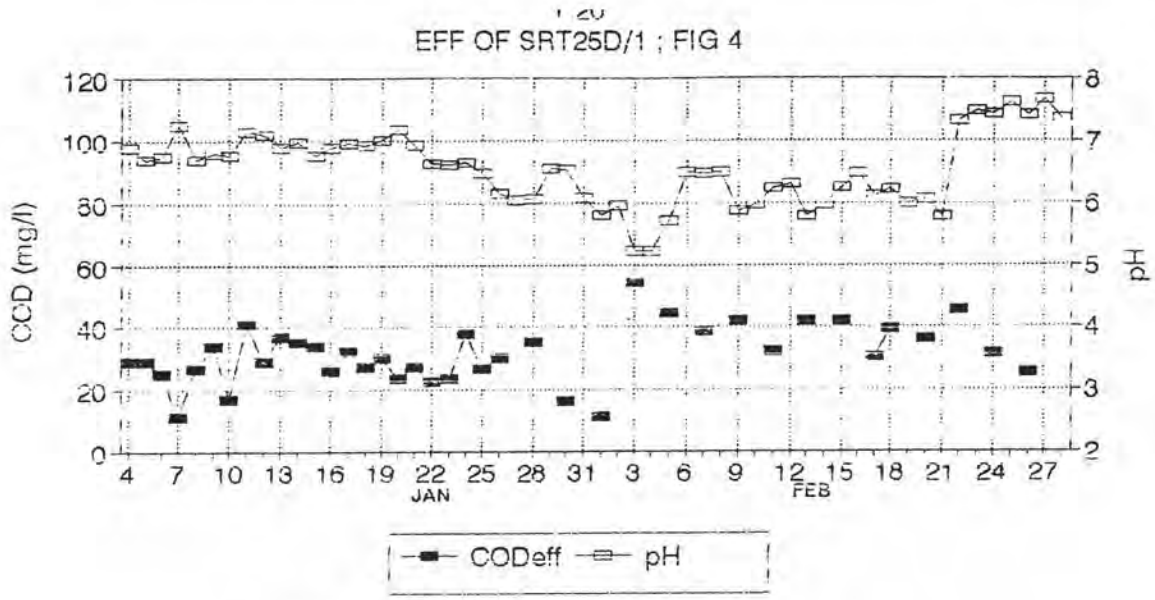
ภาพที่ 4.78 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ MLSS
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



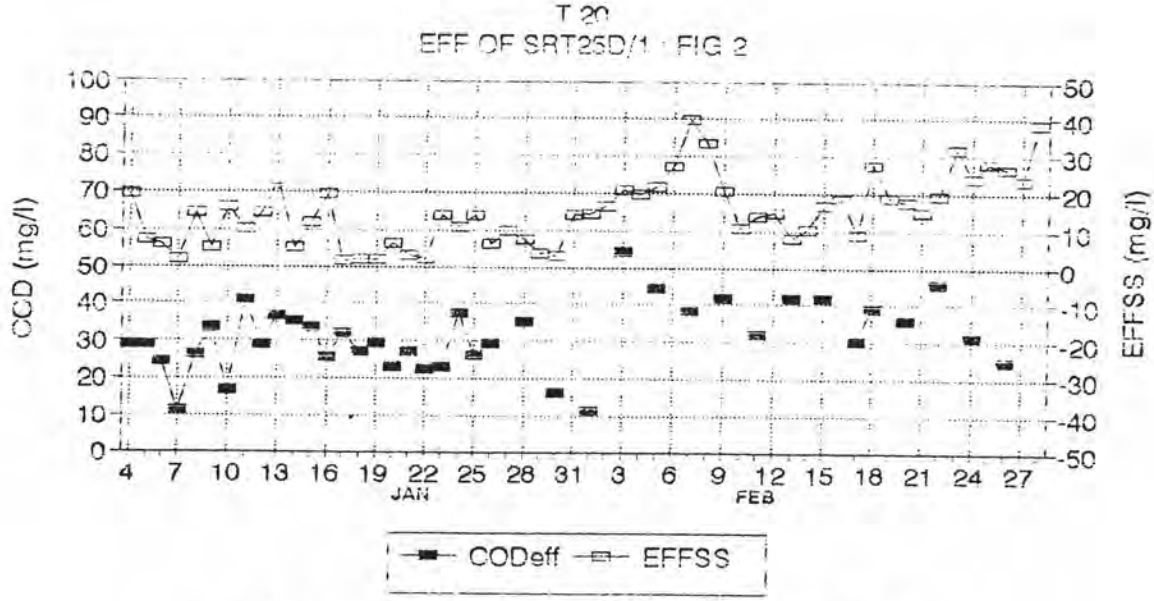
ภาพที่ 4.79 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ SRT
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



ภาพที่ 4.80 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ V_{30}
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



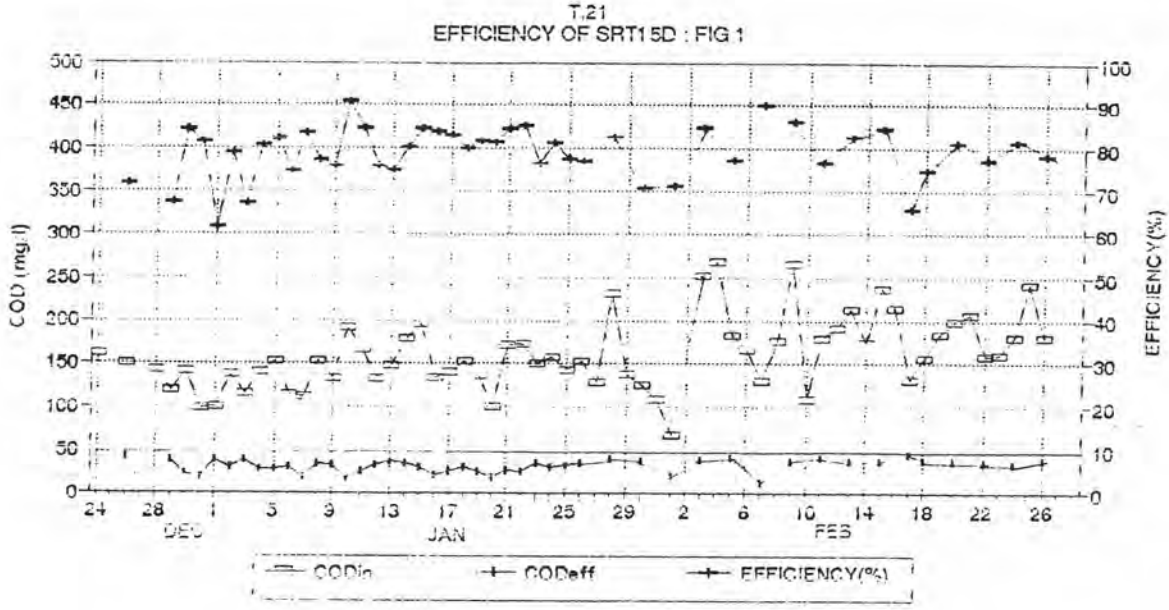
ภาพที่ 4.81 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ pH
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



ภาพที่ 4.82 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)

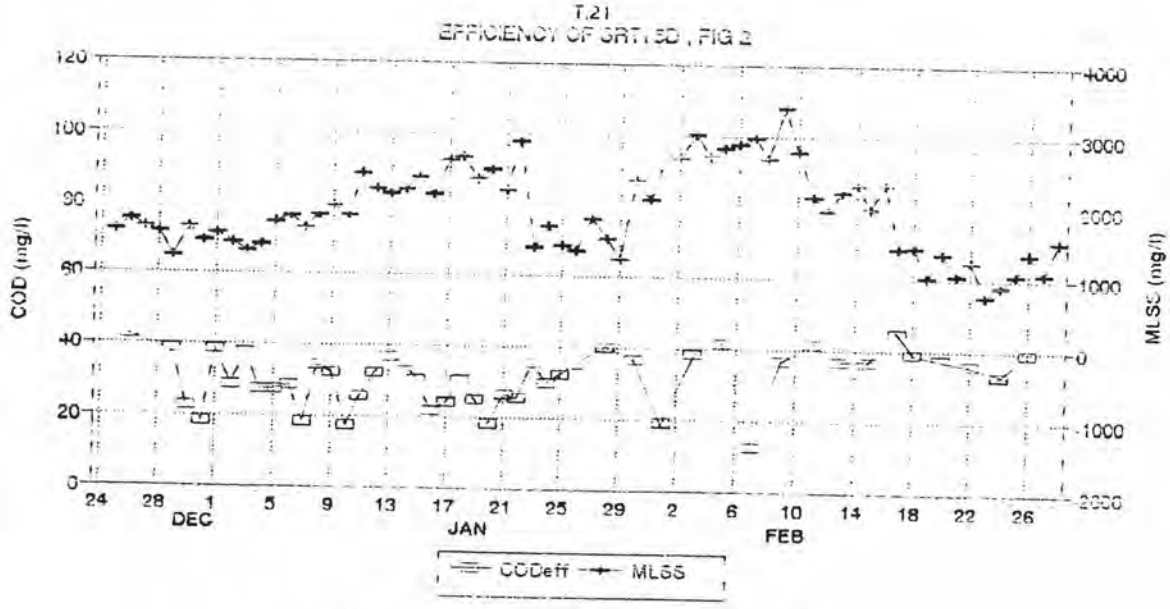
4.4.2 SRT 15 วัน

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 24 ธ.ค.35 ถึง 28 ก.พ.36 ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.83, 4.84, 4.85, 4.86, 4.87 และ 4.88 ในการทดลองนี้สามารถควบคุมระดับ SRT ได้เท่ากับ 15 วันเป็นส่วนใหญ่ ประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของระบบมีค่าระหว่าง 61.9 ถึง 90.8% มี COD เหลือในน้ำทิ้งระหว่าง 12.8 ถึง 44.8 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 31.5 มก./ล. ส่วนน้ำเสียก่อนบำบัดมี COD ระหว่าง 66.7 ถึง 268.3 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 160.7 มก./ล. จะเห็นได้ว่าน้ำทิ้งหลังการบำบัดมี COD ต่ำเช่นเดียวกันกับการทดลอง SRT 25 วัน จากกราฟพบว่า COD ในน้ำทิ้งมีค่าแตกต่างกันไม่มาก โดยในตอนแรกมีค่าปรับตัวขึ้นลงเล็กน้อย หลังจากนั้นตั้งแต่และประมาณวันที่ 11 ก.น.36 เป็นต้นไป COD มีค่าสูงขึ้นกว่าตอนแรก เนื่องจาก pH มีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกัน นอกจากนี้ยังพบว่า BOD ในน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 10.0 ถึง 19.8 มก./ล. ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งและมีค่าเฉลี่ย 14.8 มก./ล. โดยที่เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD มีค่าระหว่าง 27.2 ถึง 65.6 % ส่วน BOD ในน้ำเสียมีค่าระหว่าง 40.0 ถึง 120.0 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 74.9 มก./ล. โดยที่เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD มีค่าระหว่าง 31.8 ถึง 78.1 %



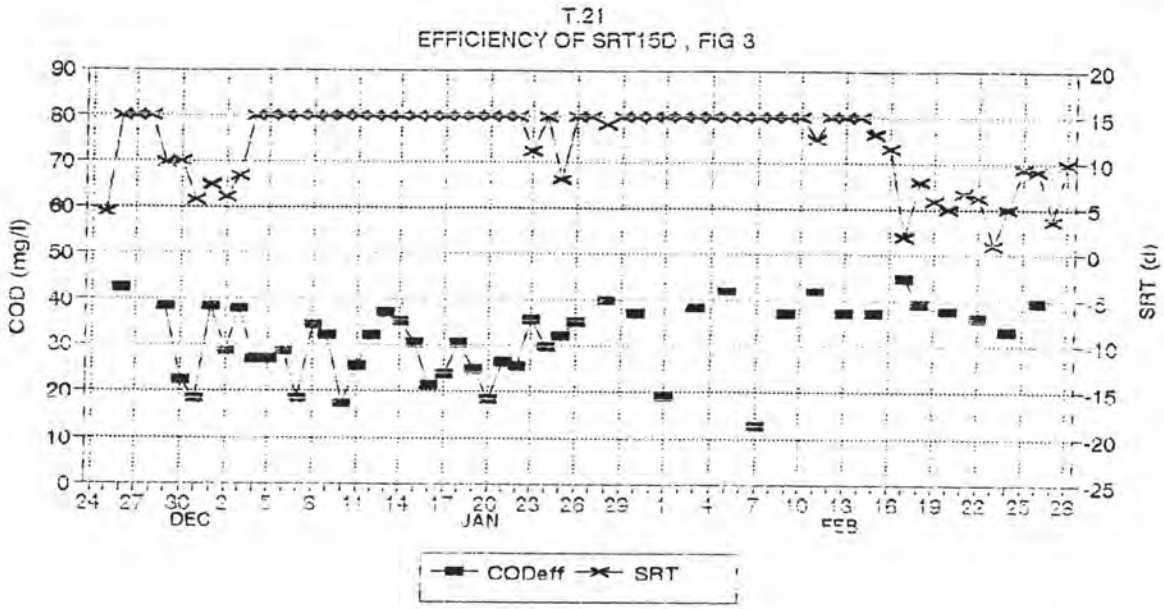
ภาพที่ 4.83 กราฟระหว่าง COD กับ EFFICIENCY

ของการทดลอง SRT 15 วัน



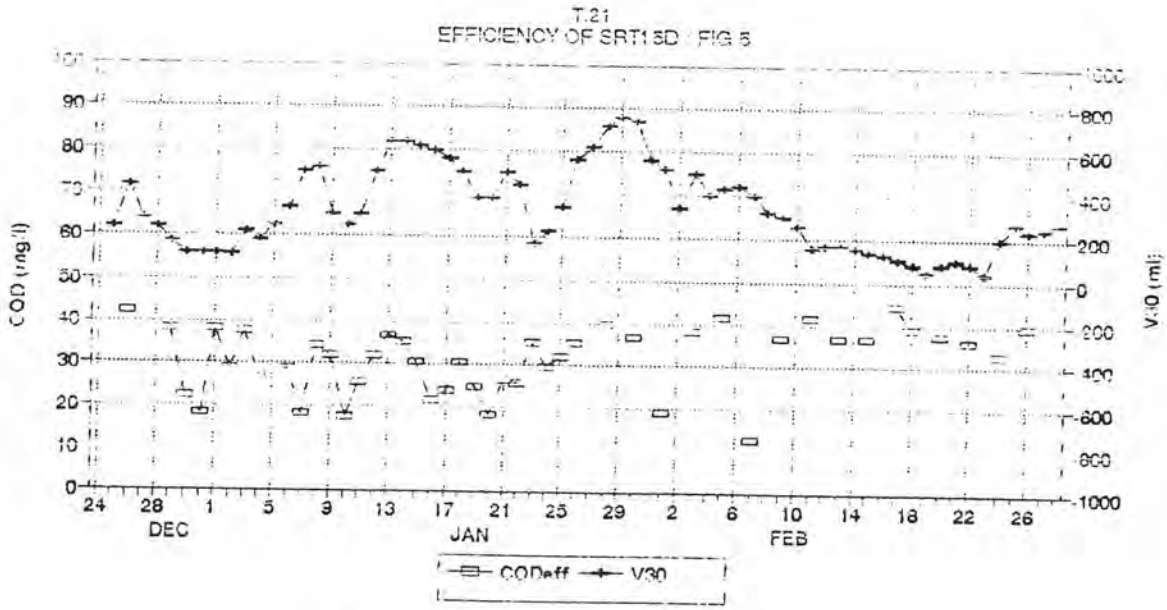
ภาพที่ 4.84 กราฟระหว่าง COD กับ MLSS

ของการทดลอง SRT 15 วัน



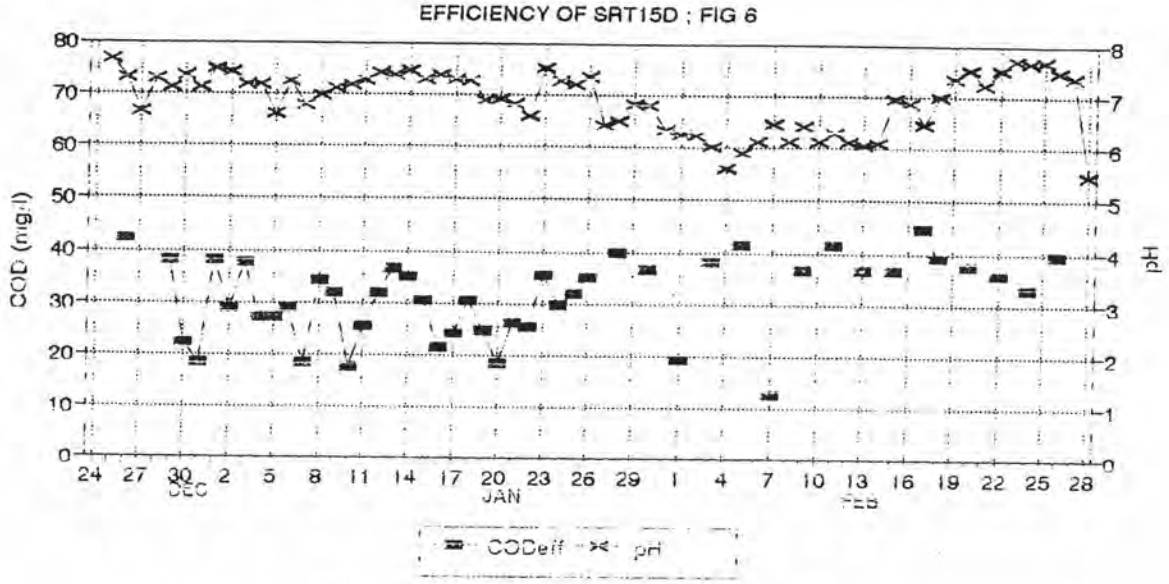
ภาพที่ 4.85 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ SRT

ของการทดลอง SRT 15 วัน



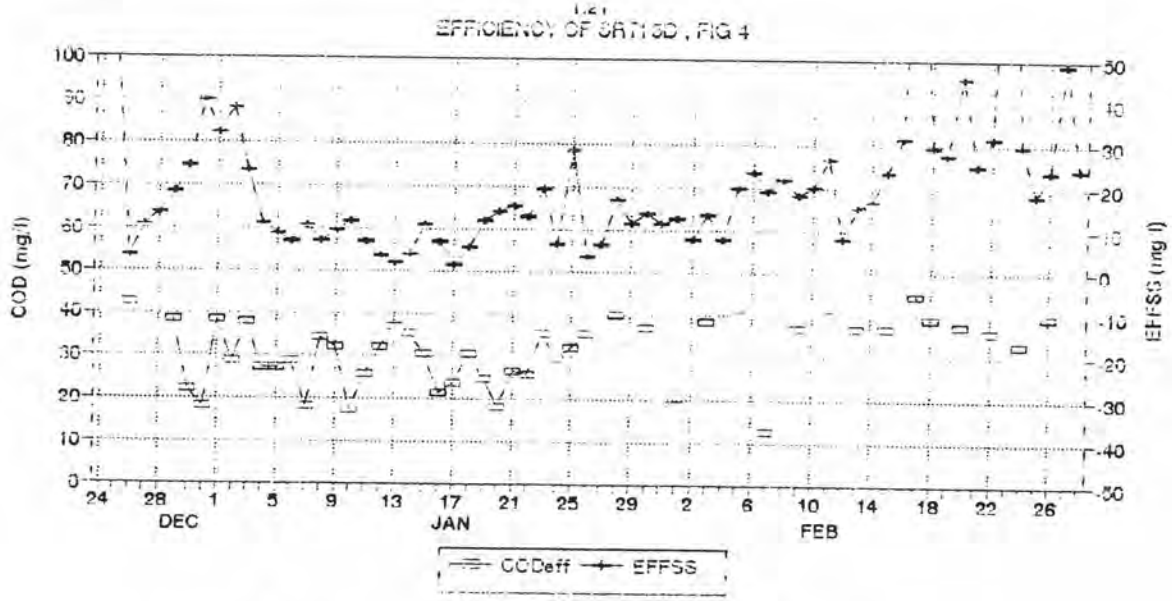
ภาพที่ 4.86 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ V_{30}

ของการทดลอง SRT 15 วัน



ภาพที่ 4.87 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ pH

ของการทดลอง SRT 15 วัน



ภาพที่ 4.88 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ EFFSS (Xe)

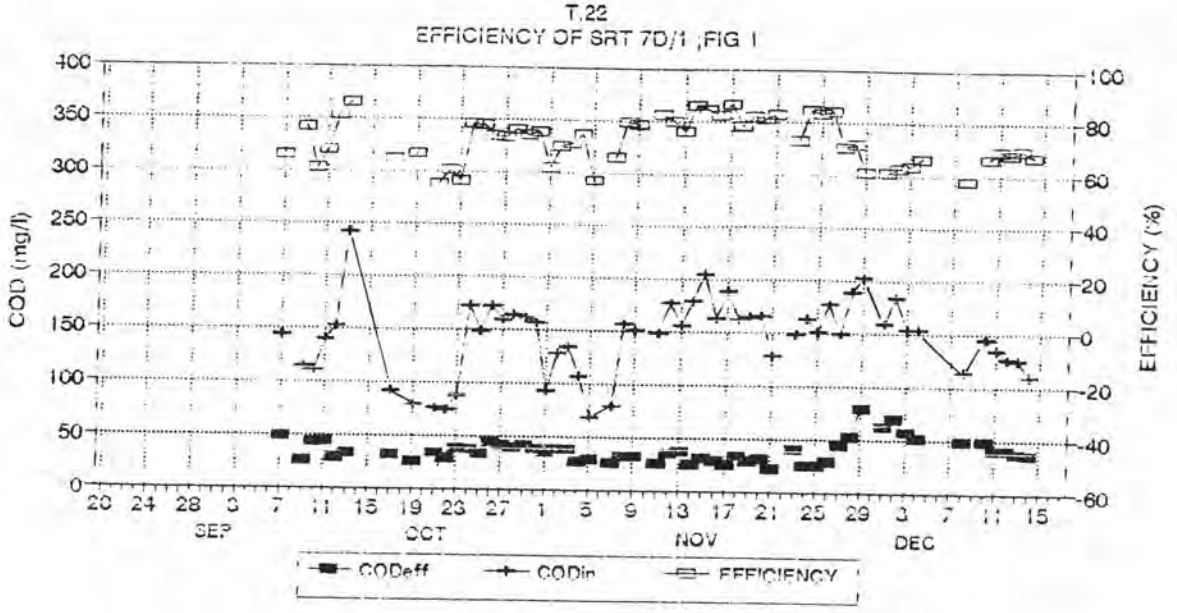
ของการทดลอง SRT 15 วัน

4.4.3 SRT 7 วัน

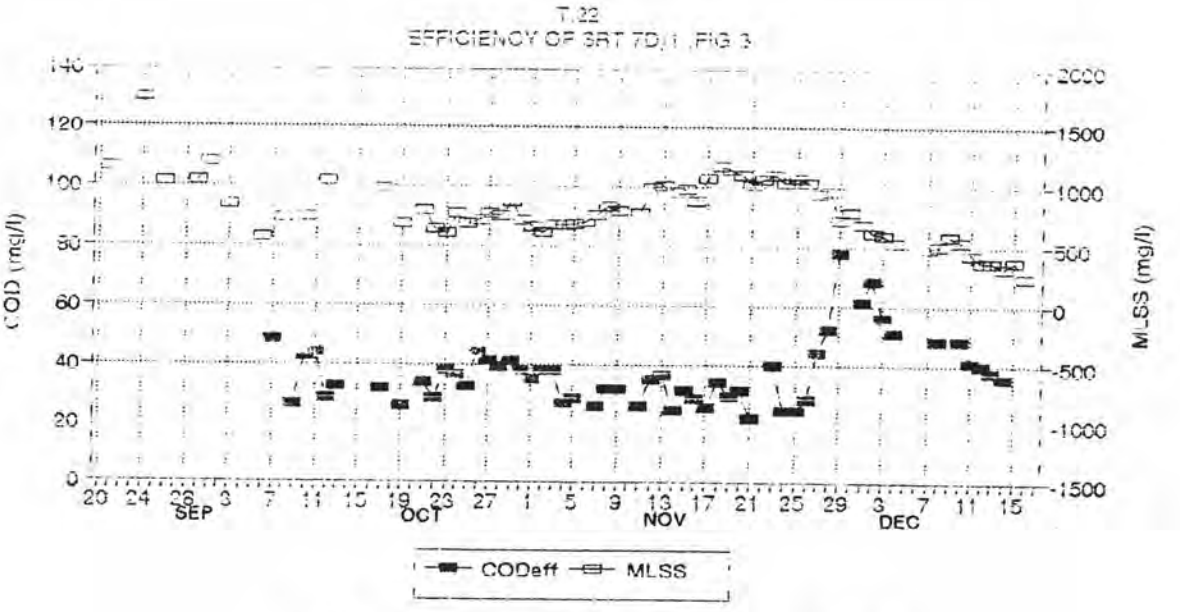
การทดลอง SRT 7 วันได้ทำการทดลอง 2 ครั้ง ซึ่งมี SRT แตกต่างกัน และประสิทธิภาพในการกำจัด COD ที่แตกต่างกัน

4.4.3.1 การทดลองครั้งที่ 1

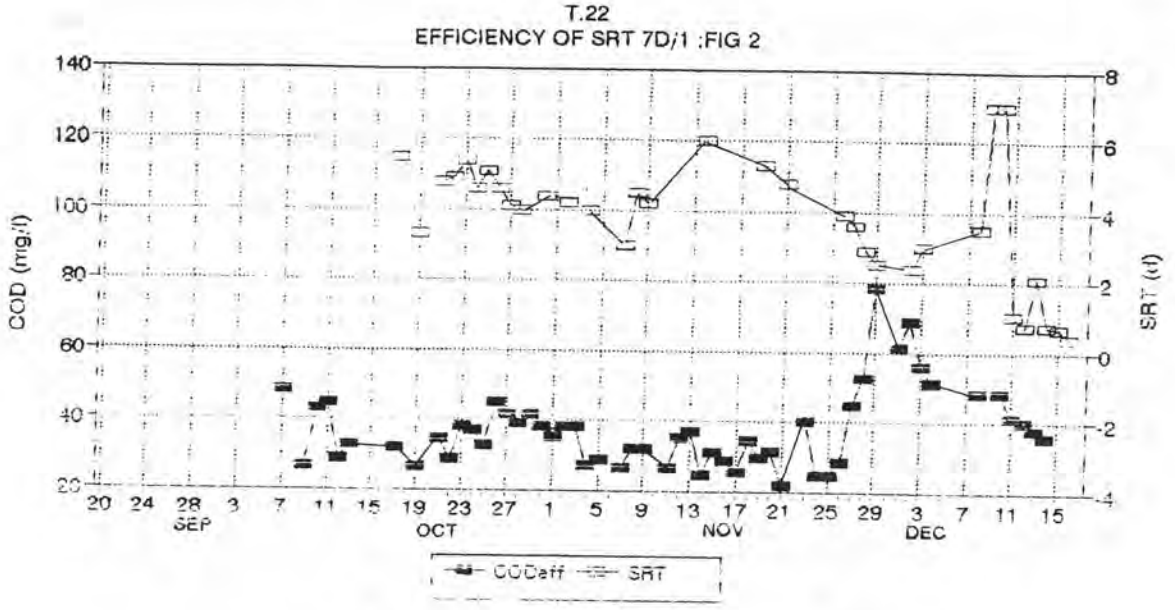
ทำการทดลองระหว่างวันที่ 17 ธ.ค.35 ถึง 9 ก.พ.36 ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.89, 4.90, 4.91, 4.92, 4.93 และ 4.94 ในระหว่างนี้ได้มีควบคุมระดับ SRT ให้มีค่าระหว่าง 0.4 ถึง 7.0 วันให้ประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของระบบมีค่าระหว่าง 55.1 ถึง 86.2 % หรือมี COD เหลือในน้ำทิ้งระหว่าง 21.6 ถึง 78.4 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 37.7 มก./ล. จะเห็นได้ว่า COD ในน้ำทิ้งของการทดลองนี้สูงกว่าการทดลอง SRT ที่ 25 วัน และ 15 วันเล็กน้อย ส่วนน้ำเสียก่อนการบำบัดมี COD ระหว่าง 67.2 ถึง 241.9 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 144.6 มก./ล.จากกราฟจะเห็นว่าระหว่างวันที่ 7 ก.ย.ถึง 24 ต.ค.35 น้ำทิ้งมี COD ต่ำ ต่อมาเมื่อ SRT ลดลง ระหว่างวันที่ 24 ต.ค. ถึง 3 พ.ย.35 น้ำทิ้งมีน้ำทิ้งมี COD สูงขึ้นเล็กน้อย จากนั้นระหว่างวันที่ 3 ถึง 26 พ.ย.35 ซึ่งเป็นช่วงที่มีระดับ SRT และ MLSS สูงขึ้นจึงได้น้ำทิ้งมี COD ลดลง ในที่สุดระหว่างวันที่ 26 พ.ย. ถึง 17 ธ.ค.35 น้ำทิ้งมี COD สูงขึ้นอีก เนื่องจากระบบมี pH ต่ำกว่า 7 ต่อมาเมื่อ pH ได้กลับเพิ่มสูงขึ้นมากว่า 7 ได้ไม่นานก็เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน จึงทำมิตะกอนออกไปกับน้ำทิ้งให้ระบบมีประสิทธิภาพลดลง นอกจากนี้ในการวิเคราะห์ BOD พบว่าในน้ำทิ้งมี BOD ระหว่าง 7.4 ถึง 24.5 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 14.5 มก./ล. โดยค่า BOD ที่สูงกว่ามาตรฐาน 20.0 มก./ล. เกิดขึ้นในช่วงที่น้ำทิ้งขุ่นเนื่องจาก pH ต่ำ เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD ในน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 23.2 ถึง 42.7 % ส่วนน้ำเสียมี BOD ระหว่าง 69.0 ถึง 122.8 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 95.3 มก./ล. โดยที่เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD มีค่าระหว่าง 40.4 ถึง 75.2 %



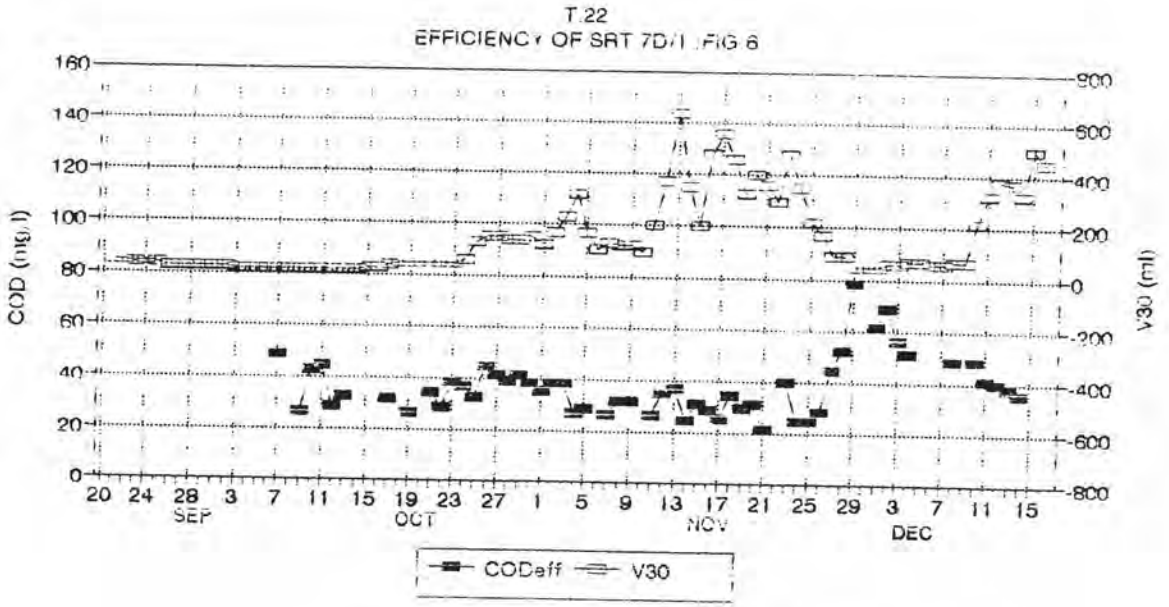
ภาพที่ 4.89 กราฟระหว่าง COD กับ EFFICIENCY
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



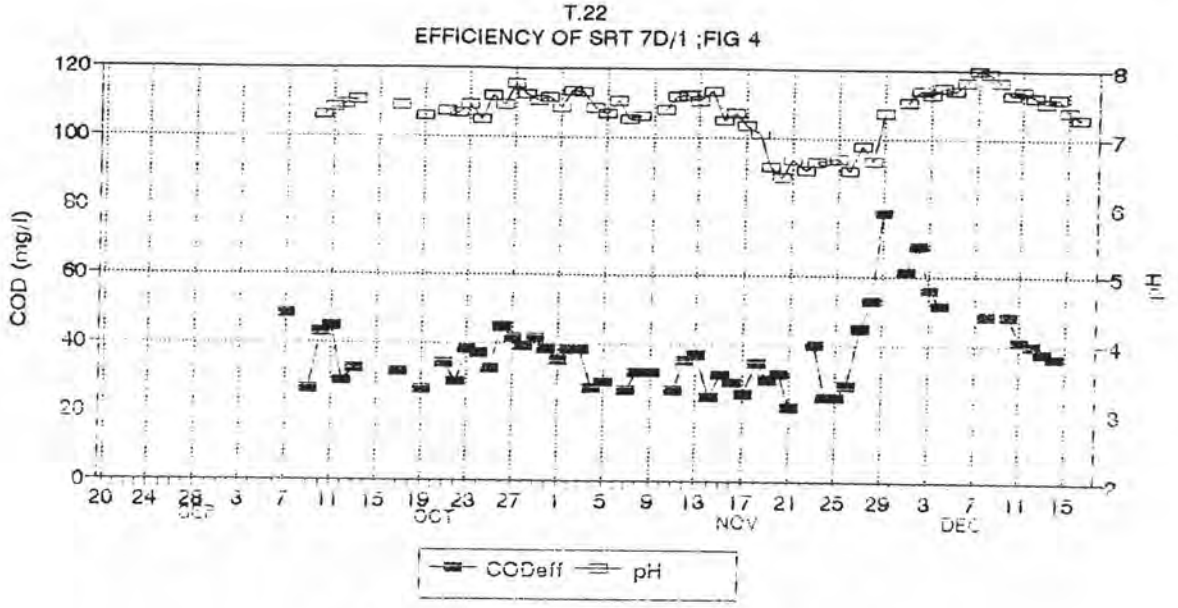
ภาพที่ 4.90 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ MLSS
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



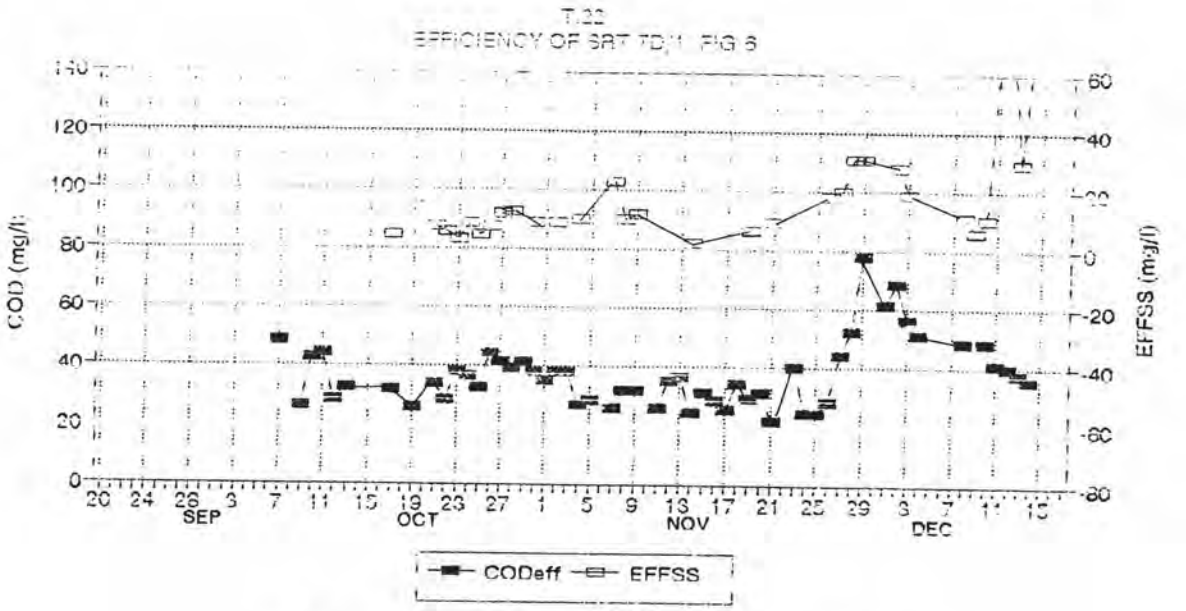
ภาพที่ 4.91 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ SRT
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



ภาพที่ 4.92 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ V_{30}
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



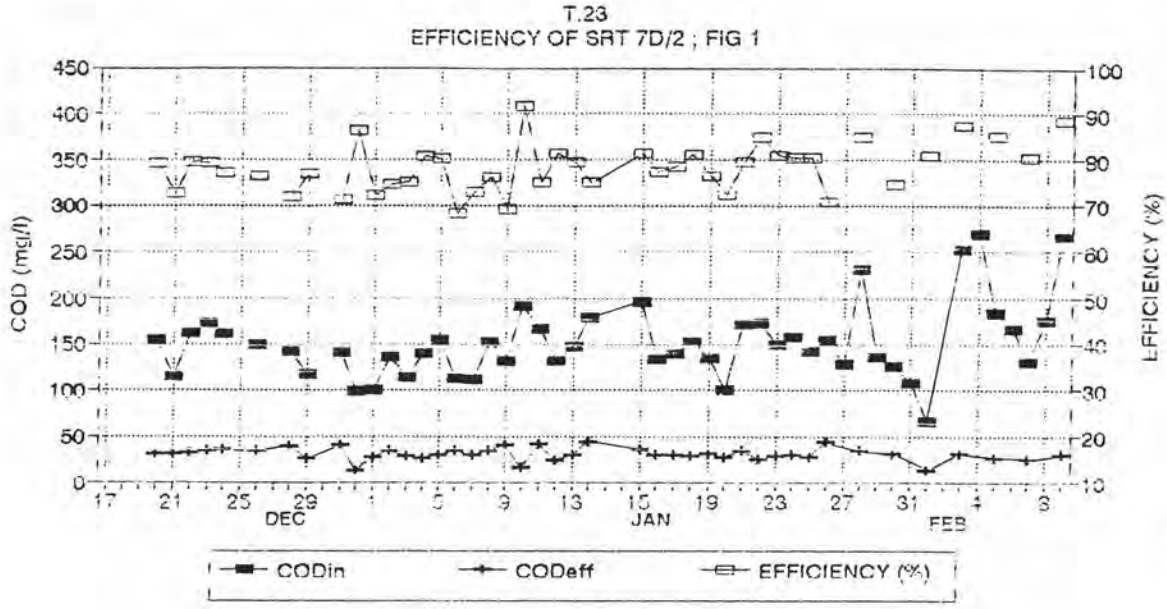
ภาพที่ 4.93 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ pH
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



ภาพที่ 4.94 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)

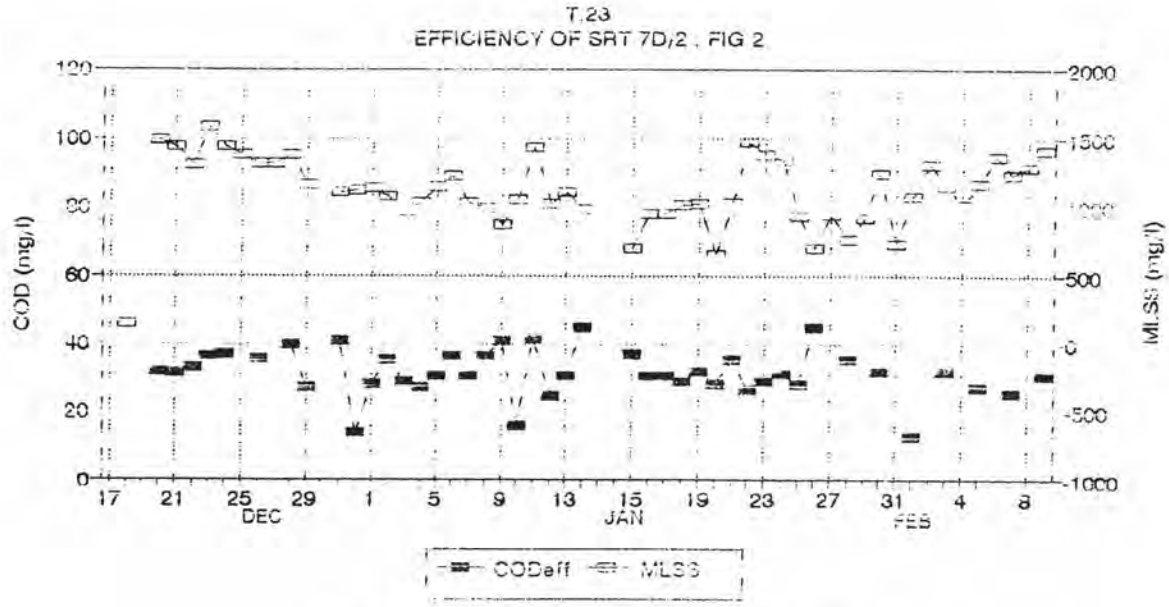
4.4.3.2 การทดลองครั้งที่ 2

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 17 ธ.ค. 35 ถึง 9 ก.พ. 36 ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.95, 4.96, 4.97, 4.98 และ 4.99 ในการทดลองครั้งนี้สามารถควบคุมระดับ SRT ให้มีค่าได้ 7 วันเกือบทั้งหมด ระบบจึงมีประสิทธิภาพในการกำจัด COD สูงกว่าการทดลองครั้งที่ 1 โดยมีค่าระหว่าง 68.3 ถึง 91.7 % และมี COD เหลือในน้ำทิ้งระหว่าง 12.8 ถึง 44.8 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 31.5 มก./ล. ซึ่ง COD ในน้ำทิ้งนี้ต่ำกว่าการทดลองครั้งที่ 1 แต่ใกล้เคียงกับการทดลอง SRT 25 วัน และ 15 วัน ส่วนน้ำเสียก่อนการบำบัดมี COD การบำบัดมี COD ระหว่าง 66.7 ถึง 268.3 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 146.2 มก./ล. จากกราฟจะเห็นว่า COD ในน้ำทิ้งมีค่าไม่สูง และมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นเล็กน้อย นอกจากนี้ในการวิเคราะห์ BOD พบว่าในน้ำทิ้งมี BOD ระหว่าง 9.0 ถึง 22.5 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 14.6 มก./ล. โดยค่า BOD ที่สูงกว่ามาตรฐานมีเพียงค่าเดียวคือ 22.5 มก./ล. ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน ต่อมาเมื่อได้มีการใช้ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร ช่วยในในการตกตะกอนก็พบว่าระบบมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น โดยที่เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD ของน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 28.1 ถึง 57.8% ส่วนความเข้มข้นของ BOD ในน้ำเสียมีค่าระหว่าง 40.0 ถึง 99.0 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 82.1 มก./ล. โดยที่เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD มีค่าระหว่าง 31.8 ถึง 78.1 %



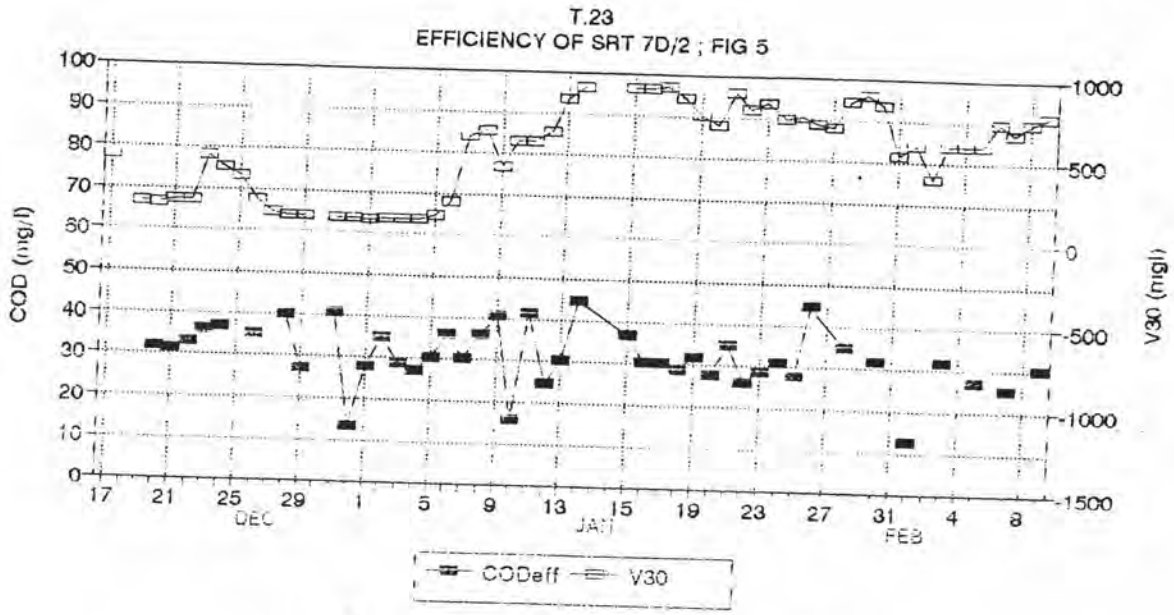
ภาพที่ 4.95 กราฟระหว่าง COD กับ EFFICIENCY

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2

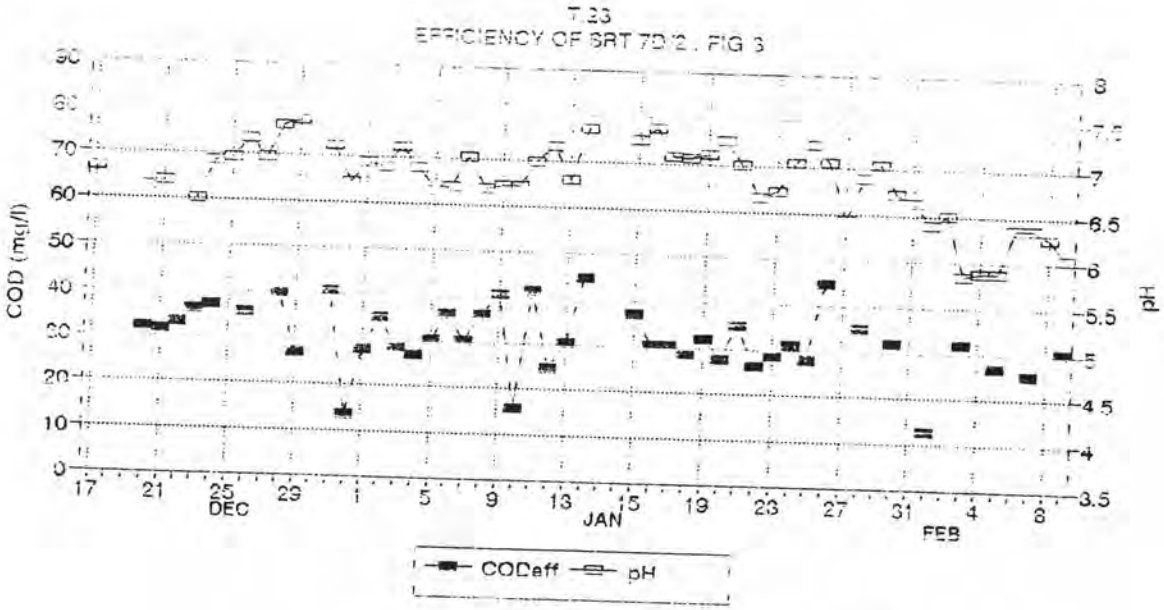


ภาพที่ 4.96 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ MLSS

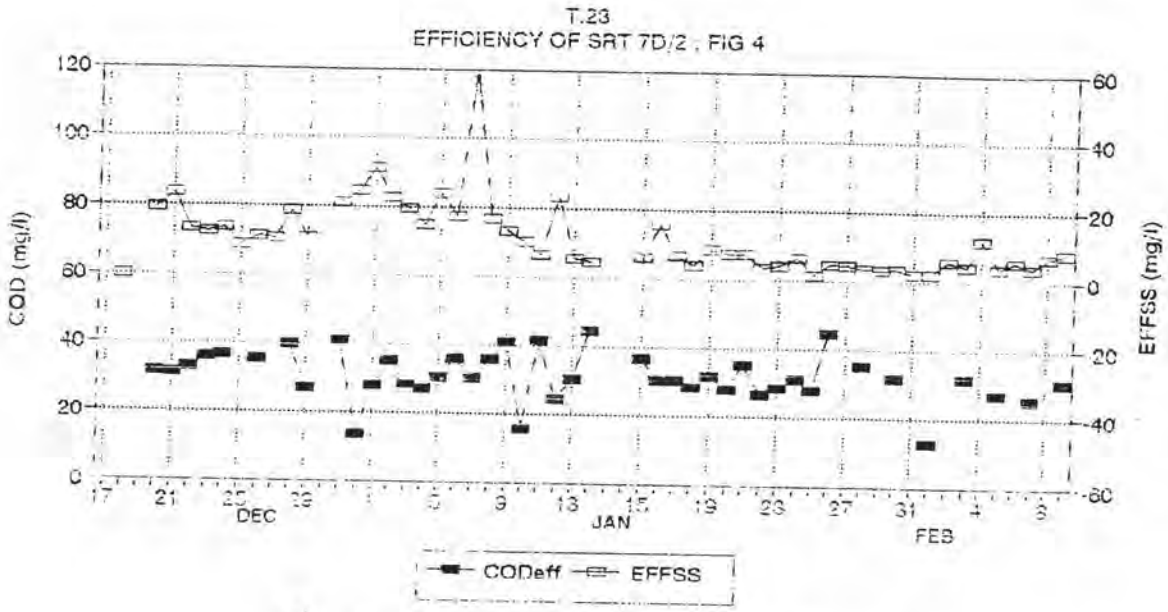
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2



ภาพที่ 4.97 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ V_{30}
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2



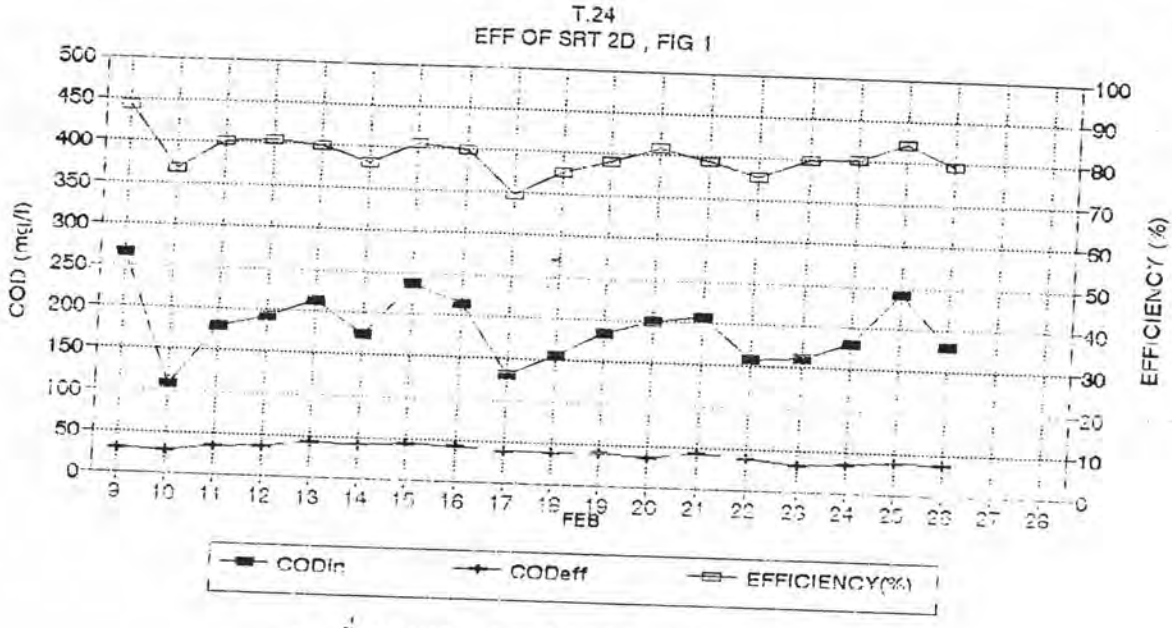
ภาพที่ 4.98 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ pH
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2



ภาพที่ 4.99 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2

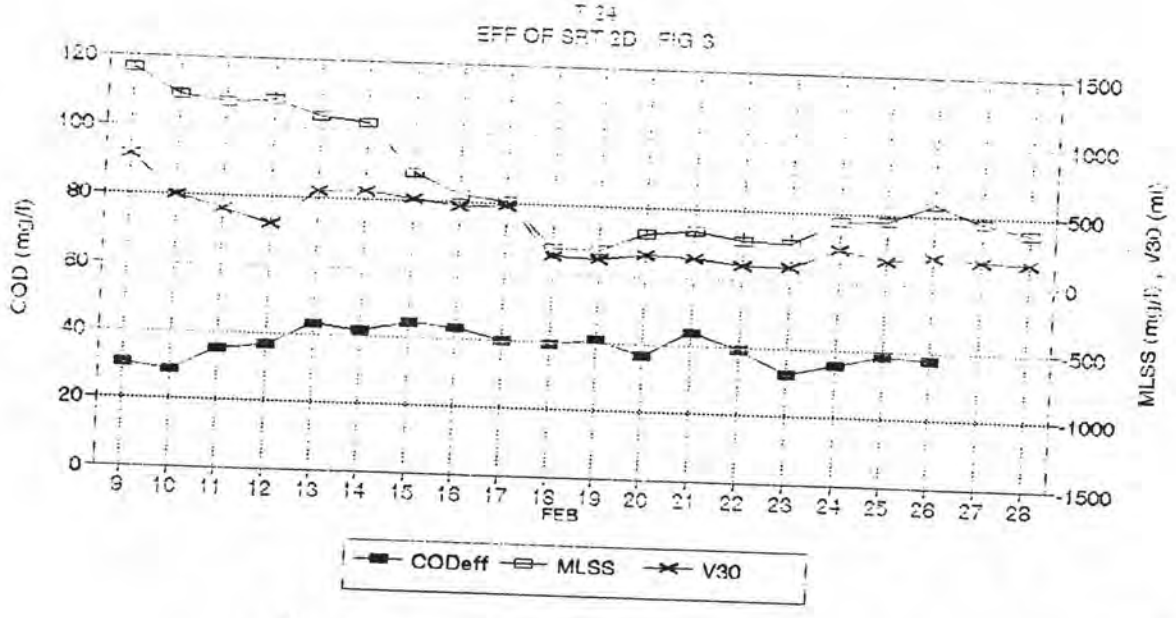
4.4.4 SRT 2 วัน

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 9 ถึง 28 ก.พ.36 ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.100, 4.101, 4.102, 4.103 และ 4.104 ในการทดลองนี้สามารถควบคุมให้มีระดับ SRT 2 วัน เป็นส่วนใหญ่ประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของระบบมีค่าระหว่าง 69.5 ถึง 84.0 % และมี COD ในน้ำทิ้งระหว่าง 32.3 ถึง 44.8 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 39.5 มก./ล. ซึ่งจะเห็นได้ว่า COD ในน้ำทิ้งมีค่าสูงกว่าการทดลองอื่นๆ เนื่องจากมีระดับ SRT ต่ำกว่า ส่วนน้ำเสียก่อนบำบัดมี COD ระหว่าง 131.2 ถึง 242.1 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 186.8 มก./ล. จากกราฟจะเห็นว่า COD ในน้ำทิ้งมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอไม่มีการเปลี่ยนแปลงลงมากนัก นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ BOD พบว่า BOD ในน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 5.0 ถึง 11.8 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 6.5 มก./ล. ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งอัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD ในน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 12.5 ถึง 40.8% ส่วน BOD ในน้ำเสียมีค่าระหว่าง 42.0 ถึง 72.0 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ย 58.8 มก./ล. โดยที่อัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD มีค่าระหว่าง 32.0 ถึง 46.9% ซึ่งค่อนข้างต่ำ



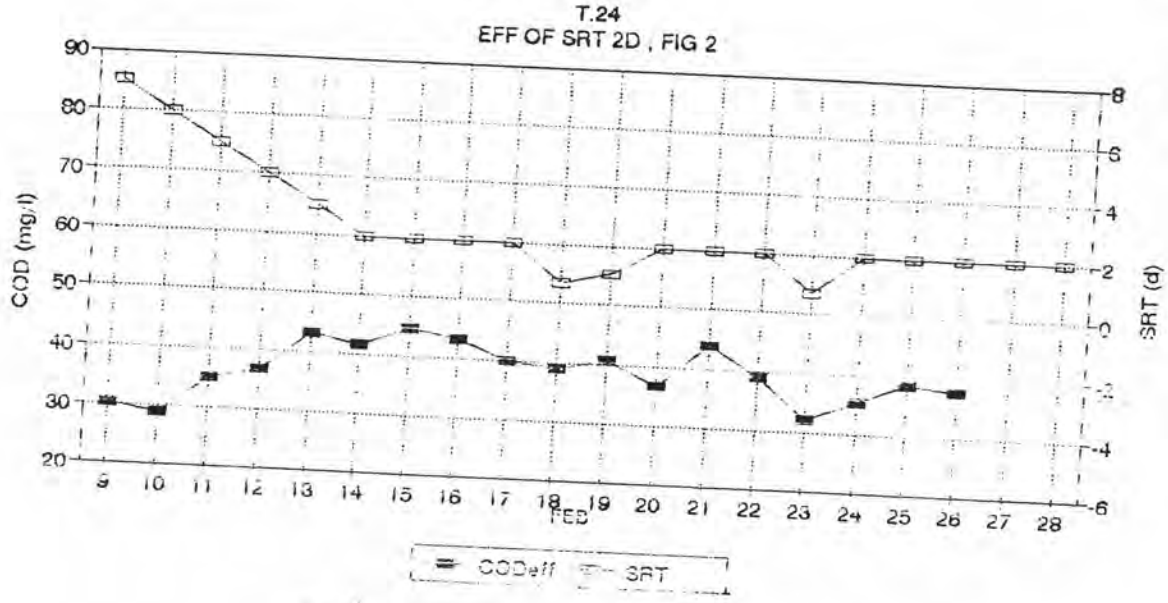
ภาพที่ 4.100 กราฟระหว่าง COD กับ EFFICIENCY

ของการทดลอง SRT 2 วัน



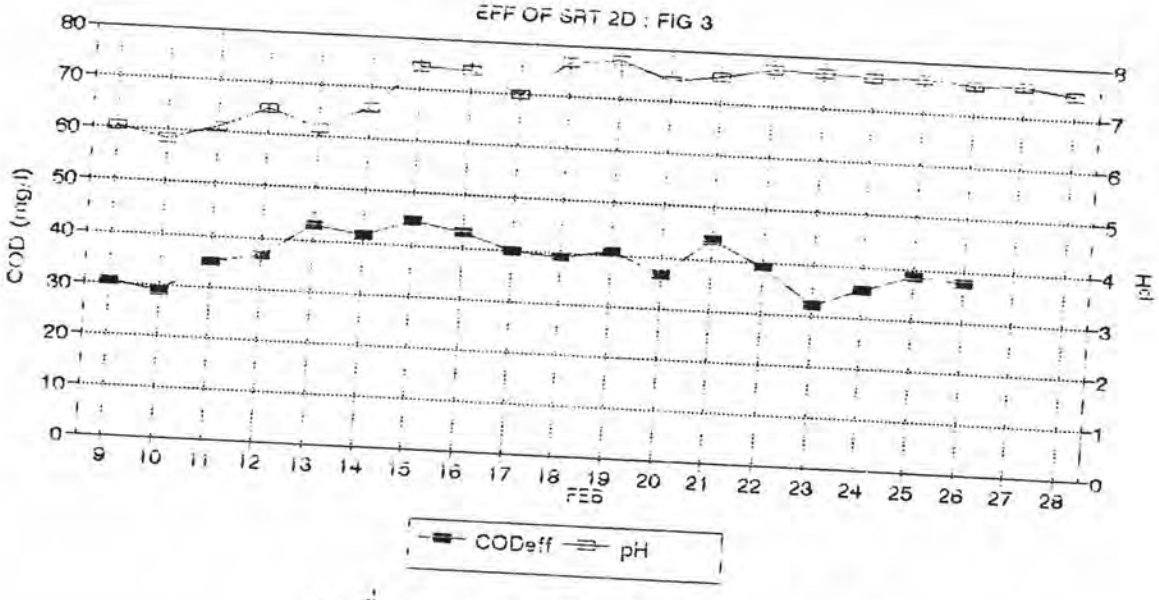
ภาพที่ 4.101 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ MLSS และ V_{30}

ของการทดลอง SRT 2 วัน



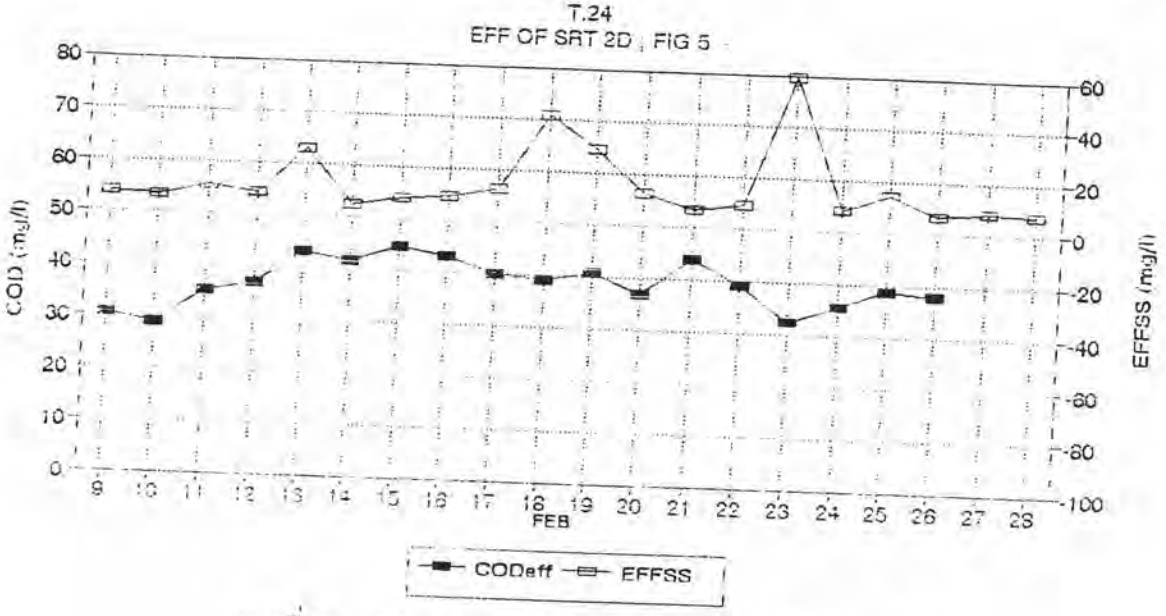
ภาพที่ 4.102 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ SRT

ของการทดลอง SRT 2 วัน



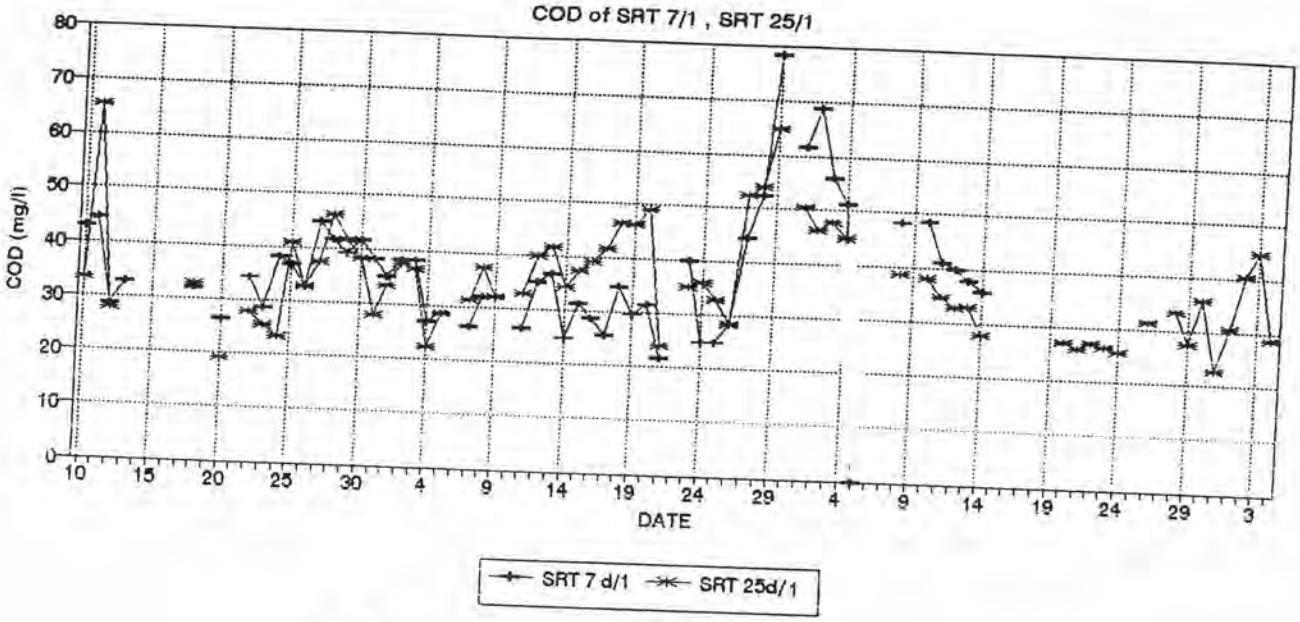
ภาพที่ 4.103 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ pH

ของการทดลอง SRT 2 วัน

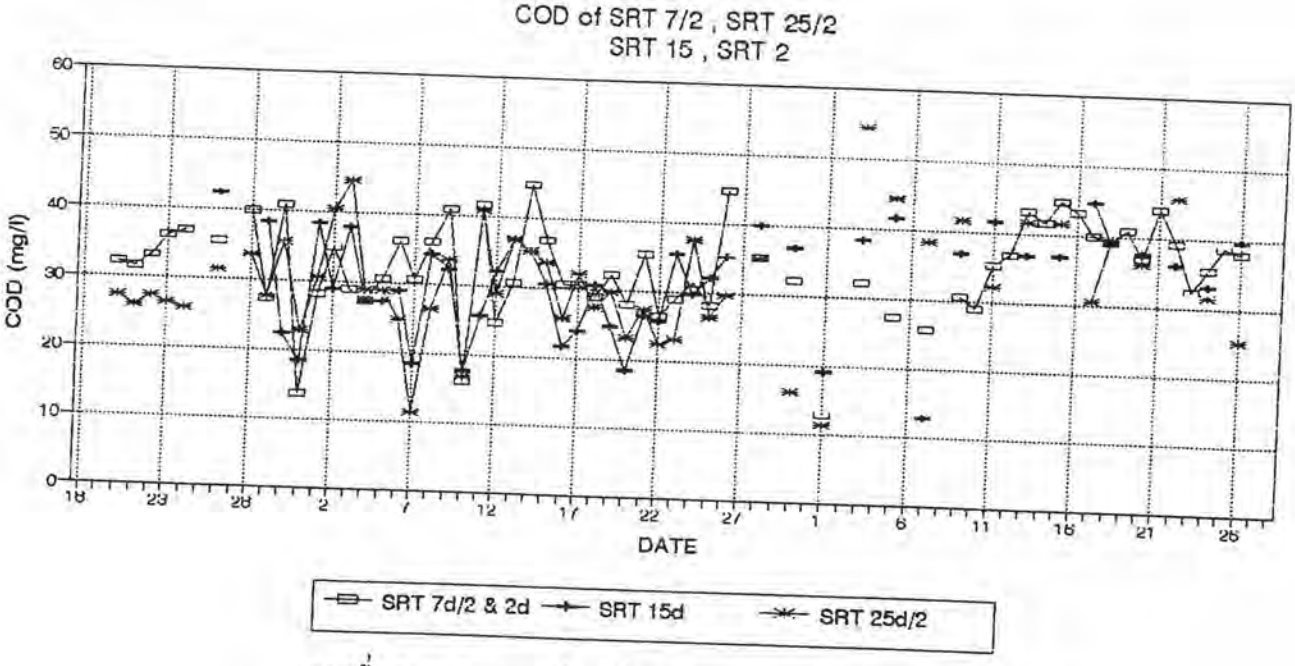


ภาพที่ 4.104 กราฟระหว่าง COD_{eff} กับ EFFSS (Xe) ของการทดลอง SRT 2 วัน

จากศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัด COD ดังแสดงในภาพที่ 4.105 และ 4.106 เห็นว่าระบบที่ควบคุมให้มีระดับ SRT สูงจะมีประสิทธิภาพในการกำจัด COD ได้สูงกว่า หรือทำให้น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมีความเข้มข้นของ COD เหลืออยู่ต่ำกว่า สามารถแสดงให้เห็นโดยเรียงลำดับความเข้มข้นเฉลี่ยของ COD ในน้ำทิ้งจากน้อยไปหามากได้ดังนี้คือ 31.1, 31.5, 35.9, 37.7 และ 39.5 มก./ล. ซึ่งเป็นผลของการทดลองของ SRT 25 วัน ครั้งที่ 2, SRT 15 วัน, SRT 7 วัน ครั้งที่ 2, SRT 25 วัน ครั้งที่ 1, SRT 7 วัน ครั้งที่ 1 และ SRT 2 วันตามลำดับ ในที่นี้ยกเว้นการทดลองครั้งที่ 1 สำหรับ SRT 25 วันและ 7 วัน ซึ่งมีระดับ SRT ที่เกิดขึ้นจริงต่ำกว่าที่ต้องการมาก ถ้าหากแสดงประสิทธิภาพของการกำจัด COD เป็นเปอร์เซนต์โดยเรียงลำดับตามการทดลอง เช่นเดียวกันกับที่กล่าวมาแล้วจะมีค่านี้คือมีค่าระหว่าง 70.6 ถึง 91.3%, 61.9 ถึง 90.8%, 68.3 ถึง 91.7%, 57.1 ถึง 84.7%, 55.1 ถึง 86.2% และ 69.5 ถึง 84.0 % ตามลำดับ จะเห็นว่าเปอร์เซนต์มิได้เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ทั้งนี้เพราะอิทธิพลของ COD ในน้ำเสียตามที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ BOD ในน้ำทิ้ง โดยเรียงลำดับการทดลอง เช่นเดียวกันมีค่าดังนี้คือ 11.3, 14.8, 14.6, 15.2, 14.5, และ 6.5 มก./ล. ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามิได้มีค่าเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ทั้งนี้เพราะมิได้มีการวิเคราะห์ทุกวัน จึงอาจทำให้ขาดข้อมูล



ภาพที่ 4.105 กราฟระหว่าง COD_{eff} ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1 (SRT เฉลี่ย 11.1 วัน) และ 7 วัน ครั้งที่ 1 (SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



ภาพที่ 4.106 กราฟระหว่าง COD_{eff} ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2 (SRT เฉลี่ย 22.7 วัน), 7 วัน ครั้งที่ 2, 15 วัน และ 2 วัน

ที่สำคัญไปได้ เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนระหว่าง BOD ต่อ COD ในน้ำทิ้งของการทดลองครั้งนี้มีค่าระหว่าง 12.5 ถึง 66.2 % และเป็นค่าเฉลี่ย 37.9% ส่วนเปอร์เซ็นต์ของ BOD ต่อ COD ในน้ำเสียมีค่าระหว่าง 31.8 ถึง 78.1 % และมีค่าเฉลี่ย 52.7 %

นอกจากนี้ ในระหว่างการทดลองจะพบว่า COD ในน้ำทิ้งมีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอยู่เสมอ โดย COD จะมีค่าต่ำเมื่อระบบมีค่า SRT และ MLSS สูง และ COD จะมีค่าสูงขึ้น เมื่อ SRT ต่ำ PH ต่ำ, Xe สูง, เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน และเกิดตะกอนลอยในถังตกตะกอน

4.5 การตกตะกอนและปัญหาในการตกตะกอน

การตกตะกอนที่ดีตะกอนควรจะมีสีน้ำตาล และจับตัวกันเป็นกลุ่มซึ่งสามารถตกตะกอนได้เร็ว ให้น้ำทิ้งใสและ SVI ควรมีค่าระหว่าง 75 ถึงการตกตะกอน 200 ถ้า SVI มีค่าต่ำกว่า 75 มักเป็นตะกอนที่ประกอบด้วยเซลล์อิสระซึ่งแม้ว่าจะตกตะกอนได้เร็ว แต่น้ำทิ้งที่ได้จะขุ่น นอกจากนี้การตกตะกอนแล้วได้น้ำทิ้งขุ่นนี้อาจเกิดจากตะกอนของเซลล์ที่มีอายุน้อย ตะกอนของเซลล์ที่มีอายุมาก และตะกอนของจุลินทรีย์ที่ไม่สมบูรณ์ สำหรับการตกตะกอนที่มี SVI สูงกว่า 200 มักเป็นตะกอนที่เป็นโรคจมตัวไม่ลง ซึ่งในกรณีที่ตะกอนเป็นโรคจมตัวไม่ลงควรจะพิจารณาค่า V_{30} ประกอบด้วยเพื่อบอกถึงความรุนแรง

ในการทดลองสำหรับ SRT 7 วัน และ 25 วัน ครั้งที่ 1 ใช้ถังเติมอากาศที่มีถังตกตะกอนในตัว เมื่อเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนขึ้นถึงแม้จะไม่รุนแรงมาก แต่ถ้าตะกอนไม่สามารถจมตัวได้ทันก็จะมีตะกอนหลุดปะปนออกไปกับน้ำทิ้งได้ ถ้ามีตะกอนหนีออกไปมากก็จะทำให้ระดับ MLSS ลดลงจนมีค่าต่ำมาก ซึ่งความรุนแรงของโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนขนาดนี้อาจจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการตกตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสียจริง ดังนั้นในการทดลอง SRT 7 วัน และ 25 วัน ครั้งที่ 2 ผู้ทดลองได้ยกเลิกถังตกตะกอนในตัว และได้เพิ่มถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร ซึ่งมีเวลากักน้ำ 2.8 ชั่วโมง พร้อมทั้งระบบหมุนเวียนตะกอน นอกจากนี้ยังได้ทดลองใช้ถังคัดพันธุ์หรือ Selector Tank เพื่อเป็นการแก้ไขและป้องกันโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน

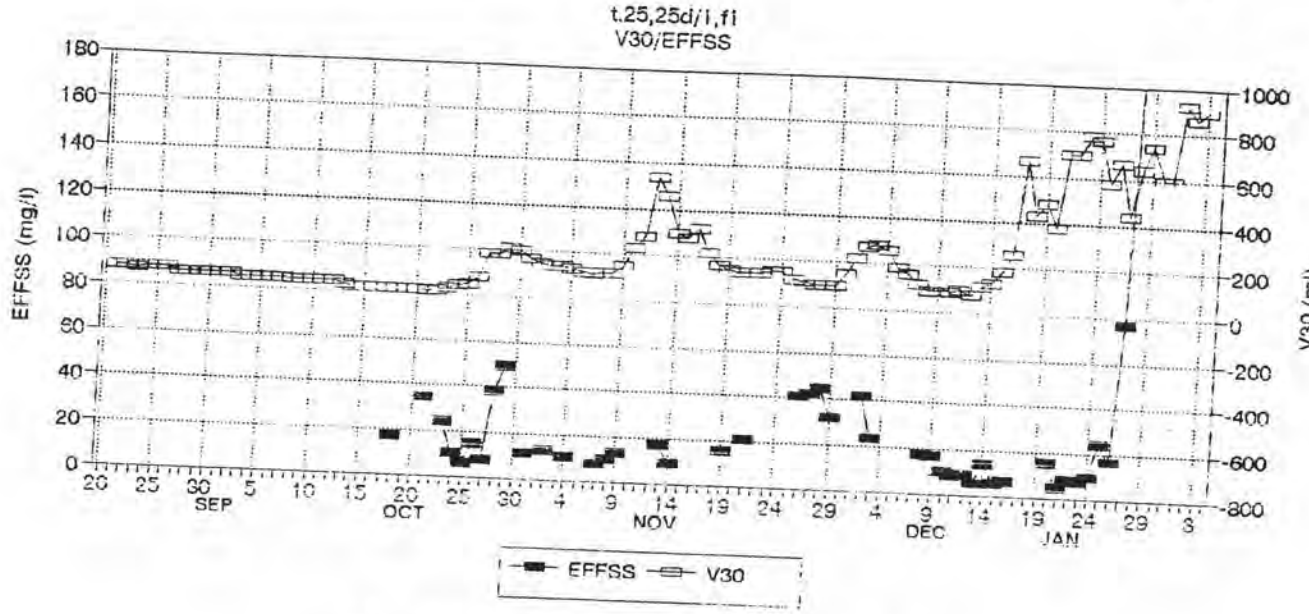
4.5.1 SRT 25 วัน

4.5.1.1 การทดลองครั้งที่ 1

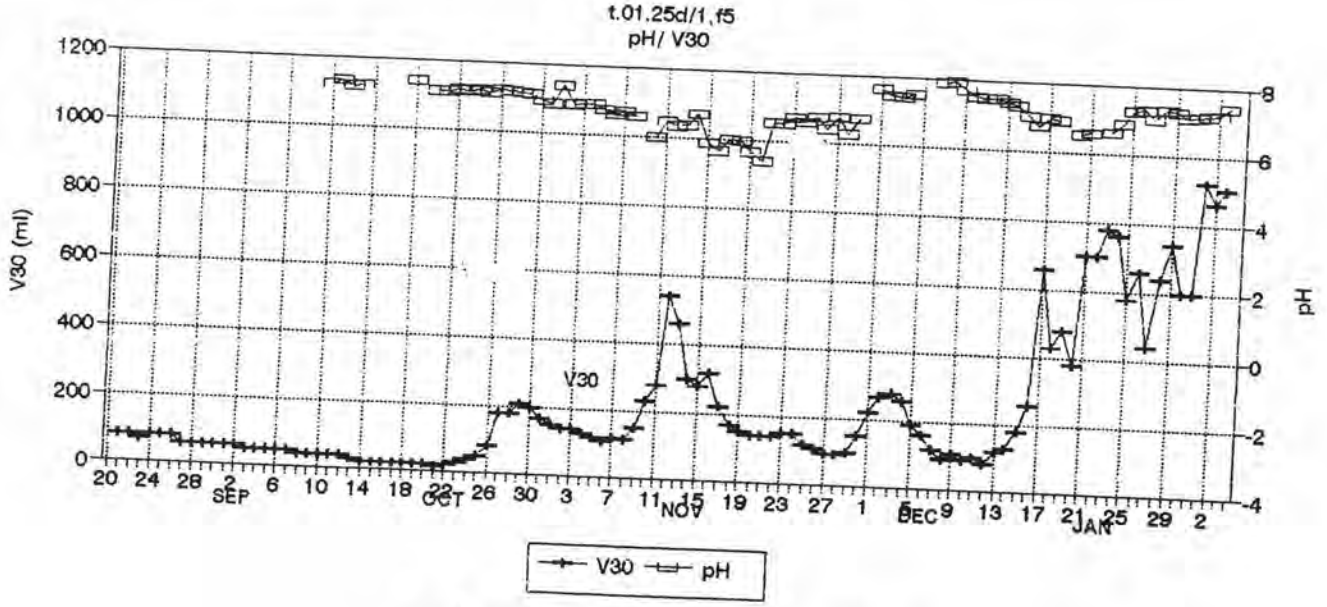
ทำการทดลองระหว่างวันที่ 20 ก.ย.35 ถึง 4 ม.ค.36 ในระหว่างนี้ SRT ที่เกิดขึ้นจริงก่อนเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรงมีค่าระหว่าง 3.3 ถึง 25 วัน ต่อมาจะลดลงเหลือเพียง 0.3 วัน เนื่องจากเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนในตอนท้าย ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.107 และ 4.108 เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองเป็นเชื้อที่ได้เลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch มาเป็นเวลานานแล้ว

- ระหว่างวันที่ 20 ก.ย. ถึง 26 ต.ค.35 เป็นเวลา 37 วัน พบว่าในช่วงนี้ SVI มีค่าต่ำคือมีค่าระหว่าง 19 ถึง 73 แสดงว่าเป็นการตกตะกอนแบบเซลล์อิสระที่ยังจับตัวกันเป็นฟล็อคได้น้อยและไม่สามารถตกตะกอนได้หมด จากการสังเกตพบว่าน้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้วยังขุ่นอยู่ ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากตะกอนที่เลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch นอกจากนี้ V_{30} ก็มีค่าต่ำโดยมีค่าระหว่าง 15 ถึง 80 มล. ส่วน MLSS พบว่า ซึ่งมีค่าเริ่มต้นสูงจากนั้นได้ลดระดับลงเรื่อยๆ จนถึงจุดต่ำสุด ก่อนที่จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในตอนท้าย

- ระหว่างวันที่ 26 ต.ค. ถึง 11 พ.ย.35 เป็นเวา 16 วัน พบว่าระดับ SVI ได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีค่าระหว่าง 70 ถึง 197 และระดับ V_{30} ก็สูงขึ้นโดยมีค่าระหว่าง 110 ถึง 280 มล. ในช่วงนี้ตะกอนจับตัวกันเป็นฟล็อคขนาดใหญ่ซึ่งตกตะกอน และได้น้ำทิ้งใสเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังพบว่าระดับ MLSS มีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้นโดยตลอด

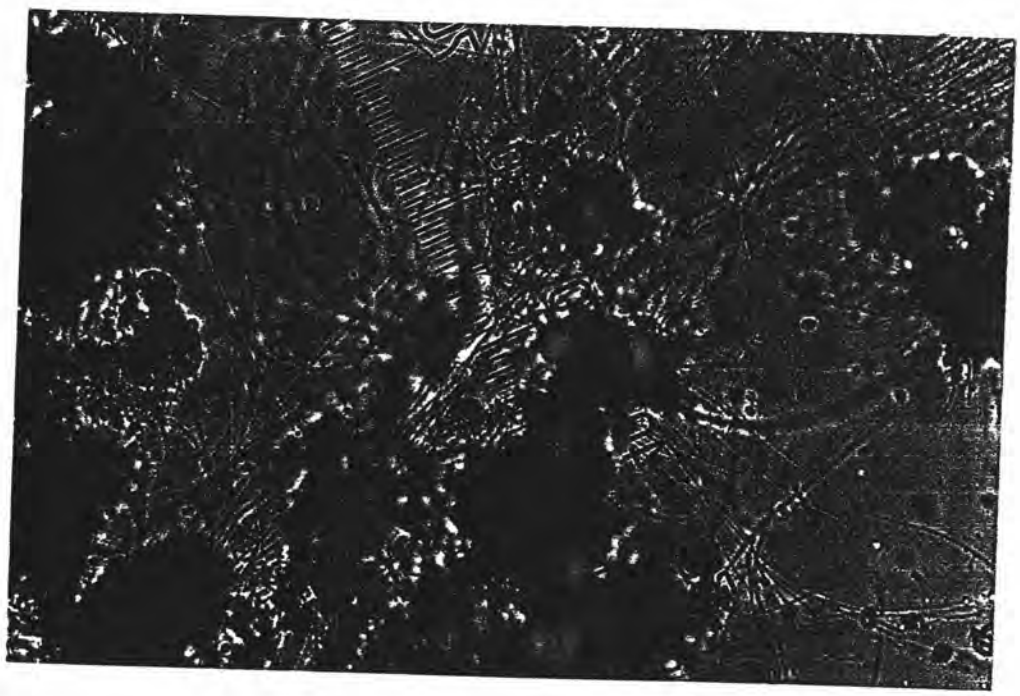


ภาพที่ 4.107 กราฟระหว่าง V_{30} กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)



ภาพที่ 4.108 กราฟระหว่าง V_{30} กับ pH
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 11.1 วัน)

- ระหว่างวันที่ 11 พ.ย. ถึง 13 พ.ย.35 เป็นเวลา 2 วัน พบว่า SVI มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 343 ก่อนที่จะลดลงเป็น 254 อันแสดงถึงอาการของโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนแต่ไม่รุนแรงวัด V_{30} ได้ระหว่าง 460 ถึง 540 มล. ถังตกตะกอนในตัวที่มีเวลากักน้ำ 40 นาทียังสามารถตกตะกอนได้ น้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้วมีลักษณะค่อนข้างใส อีกทั้งจากการวัด V_{60} พบว่ามีค่าระหว่าง 280 ถึง 350 มล. จะเห็นว่าในช่วงที่เกิดโรคไม่จมตัวไม่ลงของตะกอนนี้ V_{30} และ V_{60} จะมีค่าแตกต่างกันมาก เมื่อพ้น 2 วันนี้แล้วระดับ SVI ก็ได้ลดลง และโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนก็หายไปเอง ลักษณะตะกอนและแบคทีเรียนวกเส้นใยขณะที่เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน ซึ่งไม่รุนแรงได้แสดงไว้ในภาพที่ 5.109

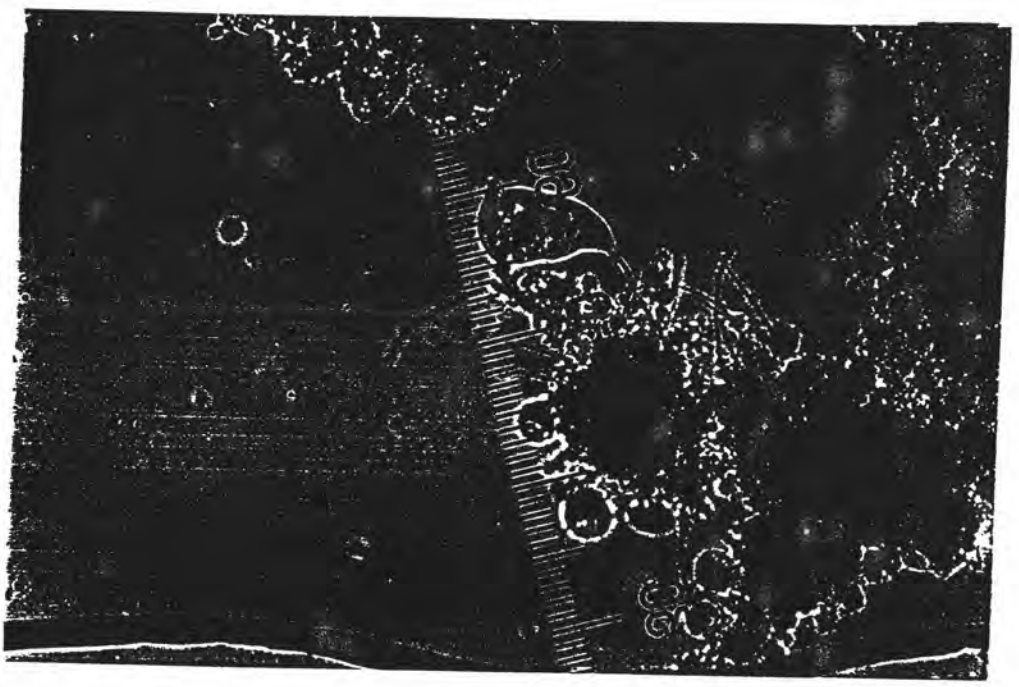


ภาพที่ 4.109 แสดงลักษณะตะกอน และแบคทีเรียเส้นใย ในขณะที่เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน ซึ่งไม่รุนแรง เมื่อวันที่ 12 พย.35 (กำลังขยาย 4 เท่า, MLSS 1574 มก./ล., V_{30} 540 มล. และ SVI 343)

- ระหว่างวันที่ 13 ถึง 18 พ.ย.35 เป็นเวลา 5 วัน พบว่า SVI มีค่าระหว่าง 72 ถึง 145 และ V_{30} มีค่าระหว่าง 170 ถึง 320 มล. โดยที่ทั้ง 2 ตัวแปรมีแนวโน้มลดลงไปเรื่อยๆ การตกตะกอนยังสามารถเกิดขึ้นได้ดีให้น้ำทิ้งที่ใสมีตะกอนในน้ำทิ้งต่ำ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ในระหว่างนี้พบว่าระดับ MLSS ได้เพิ่มขึ้นโดยตลอดในขณะที่ SVI และ V_{30} ลดลง แสดงถึงระบบมีประสิทธิภาพในการตกตะกอนที่ดีขึ้น ส่วน V_{60} พบว่ามีค่าระหว่าง 170 ถึง 230 มล. ซึ่งไม่แตกต่างจาก V_{30} มากนัก

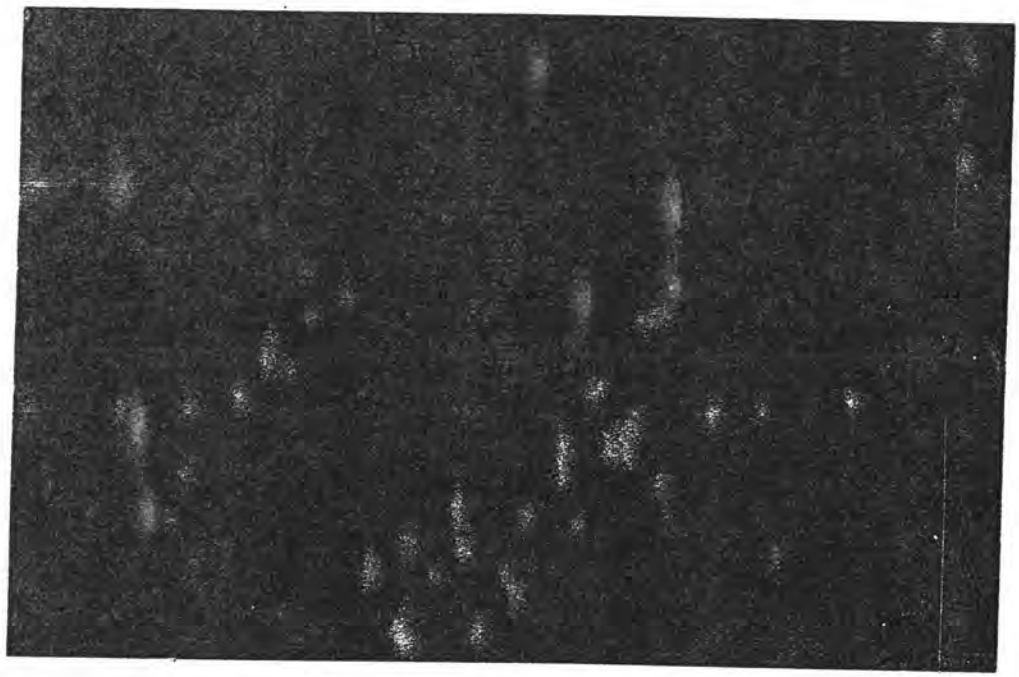
- ระหว่างวันที่ 18 ถึง 28 พ.ย.35 เป็นเวลา 10 วัน พบว่า SVI ได้ลดลงต่ำโดยมีค่าระหว่าง 63 ถึง 69 แสดงถึงการตกตะกอนแบคทีเรียที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจาก pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกันมาเป็นเวลา 20 วัน น้ำทิ้งที่ผ่านการตกตะกอนแล้วยังมีลักษณะขุ่นและมีความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ระดับ MLSS มีแนวโน้มปรับตัวลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วงนี้ pH ยังคงมีค่าต่ำกว่า 7 โดยตลอด นอกจากนี้ยังพบว่า V_{30} มีค่าต่ำโดยมีค่าระหว่าง 95 ถึง 150 มล. และ V_{60} มีค่าระหว่าง 90 ถึง 130 มล. ซึ่งแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แสดงว่าการตกตะกอนเกิดขึ้นได้รวดเร็ว ลักษณะกลุ่มตะกอนแบคทีเรียและโปรโตซัวได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.110

- ระหว่างวันที่ 28 พ.ย. ถึง 4 ธ.ค.35 เป็นเวลา 6 วัน พบว่า SVI ได้เพิ่มสูงขึ้นจาก 81 เป็น 245 ส่วน V_{30} พบว่ามีค่าระหว่าง 100 ถึง 280 มล. โดยช่วงที่ SVI มีค่าสูงกว่า 200 เกิดขึ้นในระยะแรก ก่อนที่จะมีค่าลดลงไปได้เองซึ่งแสดงว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนที่ไม่รุนแรง คาดว่าจุลินทรีย์พวกเส้นใยมีจำนวนเพิ่มขึ้นเนื่องจากระดับ pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 แม้ว่าในขณะที่เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนนี้ระดับ pH จะปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นจนมีค่าสูงกว่า 7 แล้วก็ตาม ในระยะนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งมีค่าสูง



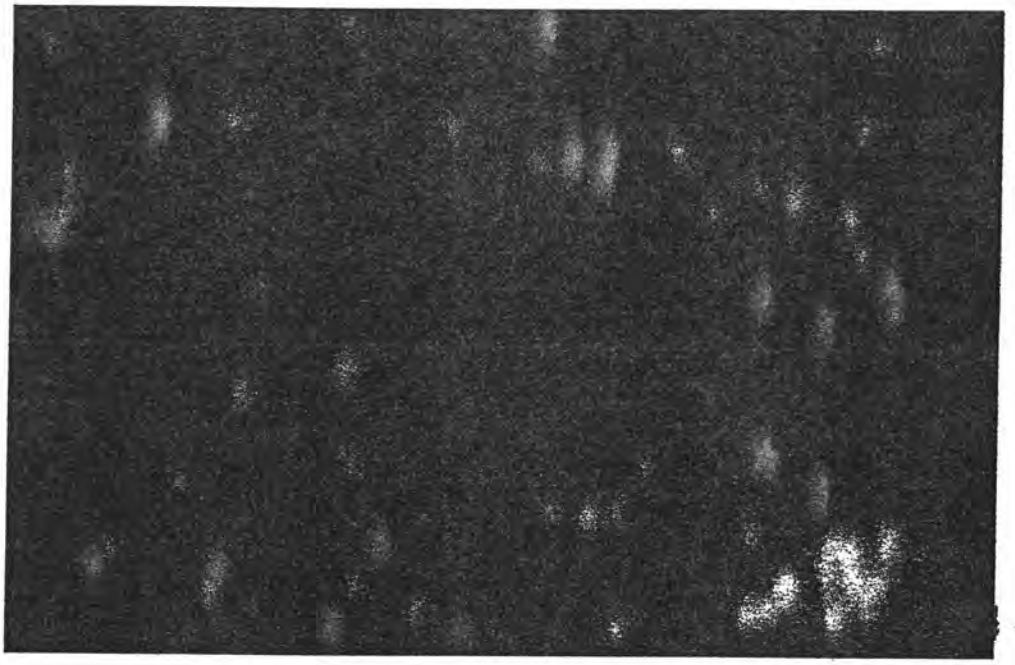
ภาพที่ 4.110 แสดงลักษณะกลุ่มตะกอนแบคทีเรีย และโปรโตซัว เมื่อวันที่ 20 พย.35 (กำลังขยาย 4 เท่า, MLSS 2223 มก./ล., V_{30} 140 มล. และ SVI 63)

ระหว่างวันที่ 4 ถึง 16 ธ.ค.35 เป็นเวลา 12 วัน พบว่า SVI มีค่าระหว่าง 87 ถึง 160 และ V_{30} มีค่าระหว่าง 80 ถึง 260 มล. ส่วน V_{60} มีค่าระหว่าง 85 ถึง 180 มล. ในช่วงนี้การตกตะกอนเกิดขึ้นได้ดี ตะกอนจับตัวเป็นฟล็อคและได้น้ำทิ้งที่ใส และมีความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งต่ำ ส่วนระดับ MLSS พบว่ามีแนวโน้มสูงปรับตัวขึ้นอีก โดยช่วงนี้เกิดขึ้นหลังจากที่ pH ได้ปรับตัวมีค่าเพิ่มขึ้นสูงกว่า 7 ลักษณะกลุ่มตะกอนและโปรโตซัวในช่วงที่ระบบทำงานได้ดีได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.111



ภาพที่ 4.111 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอน และโปรโตซัวในช่วงที่ระบบทำงานได้ดี เมื่อวันที่ 15 ธค.35 (กำลังขยาย 10 เท่า, SRT 25 วัน, MLSS 1244 มก./ล., V_{30} 180 มล. และ SVI 145)

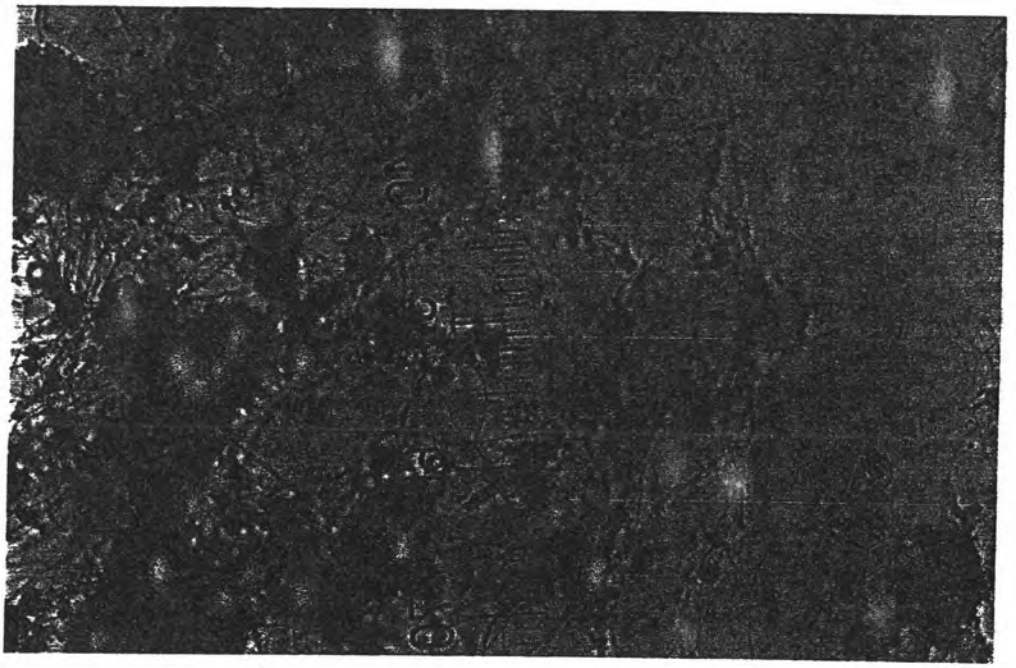
- <u>ระหว่างวันที่ 16 ถึง 28 ธ.ค.35</u> เป็นเวลา 16 วัน พบว่า SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าสูงโดยมีค่าระหว่าง 249 ถึง 494, 380 ถึง 780 มล. และ 250 ถึง 560 มล. ตามลำดับ ในช่วงนี้พบว่าตะกอนจมตัวได้ช้า จากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่ามีจุลินทรีย์พวกเส้นใยจำนวนมากดังปรากฏในภาพที่ 4.112 โรคจมตัวไม่ลงของตะกอนที่เกิดขึ้นแม้จะไม่รุนแรงนัก แต่การตกตะกอนเกิดขึ้นได้ไม่ทันภายในถังตกตะกอนในตัวที่มีเวลากักน้ำเพียง 40 นาที และมีความลึกเพียง 0.186 ม. จึงทำให้มีตะกอนในน้ำทิ้งสูง แต่ผู้ทดลองได้ทำการแยกตะกอนจากน้ำทิ้ง และนำมาใส่คืนในถังเติมอากาศเพื่อเป็นการรักษาระดับ MLSS ไว้ ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามในช่วงนี้ระดับ MLSS ยังมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่วน pH พบว่ามีค่าต่ำกว่า 7 เป็นเวลา 7 วัน ก่อนที่จะเพิ่มสูงขึ้นในตอนท้าย



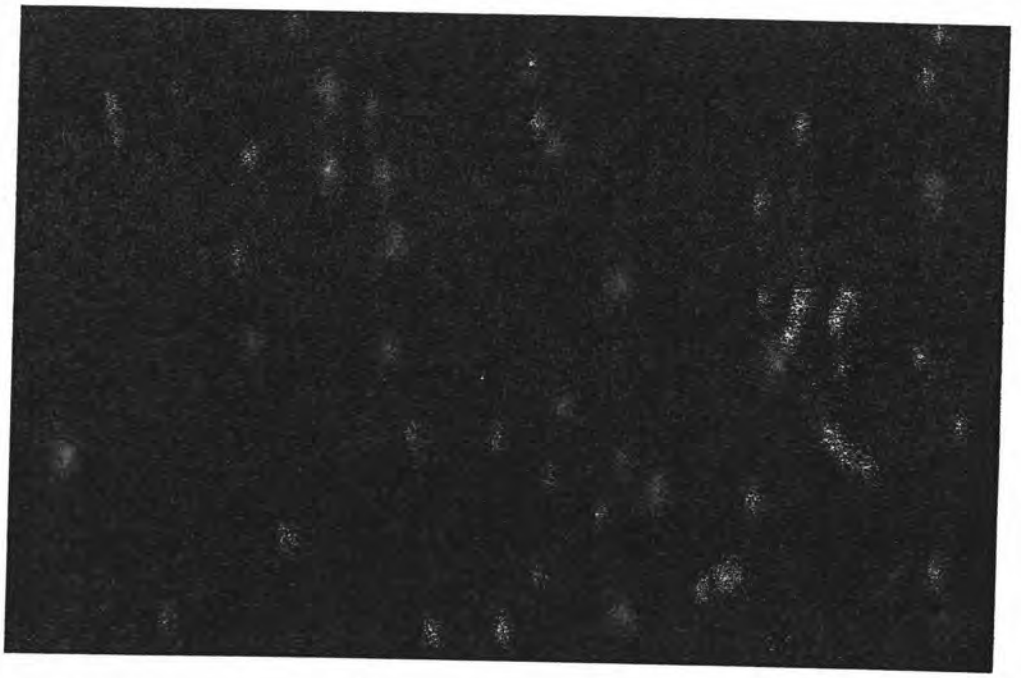
ภาพที่ 4.112 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอน และแบคทีเรียแบบเส้นใย ขณะเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน เมื่อวันที่ 21 ธค.36 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 25 วัน, MLSS 1533 มก./ล., V_{30} 700 มล. และ SVI 456)

- ระหว่างวันที่ 28 ธ.ค.35 ถึง 4 ม.ค. 36 เป็นเวลา 7 วัน พบว่า SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าสูงมากคือมีค่าระหว่าง 525 ถึง 1130, 600 ถึง 920 มล. และ 320 ถึง 800 มล. ตามลำดับ โรคจมตัวไม่ลงของตะกอนได้เกิดขึ้นอย่างรุนแรง ตะกอนเกิดการจมตัวช้ามากจนถังตกตะกอนในตัวไม่สามารตกตะกอนได้ทัน ทำให้มีตะกอนปะปนออกไปกับน้ำทิ้งสูงมาก สามารถวัดความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งสูงสุดได้ 447.6 มก./ล. และเป็นผลทำให้ระดับ MLSS ลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งมีความเข้มข้นเหลือเพียง 197 มก./ล. ผู้ทดลองจึงได้ยุติการทดลองนี้ ลักษณะกลุ่มตะกอน และแบคทีเรียเส้นใยได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.113 และ 4.114

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.113 แสดงลักษณะกลุ่มตะกอน และแบคทีเรียเส้นใย เมื่อวันที่ 29 ธค.35 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 0.3 วัน, MLSS 795 มก./ล., V_{30} 740 มล. และ SVI 930)



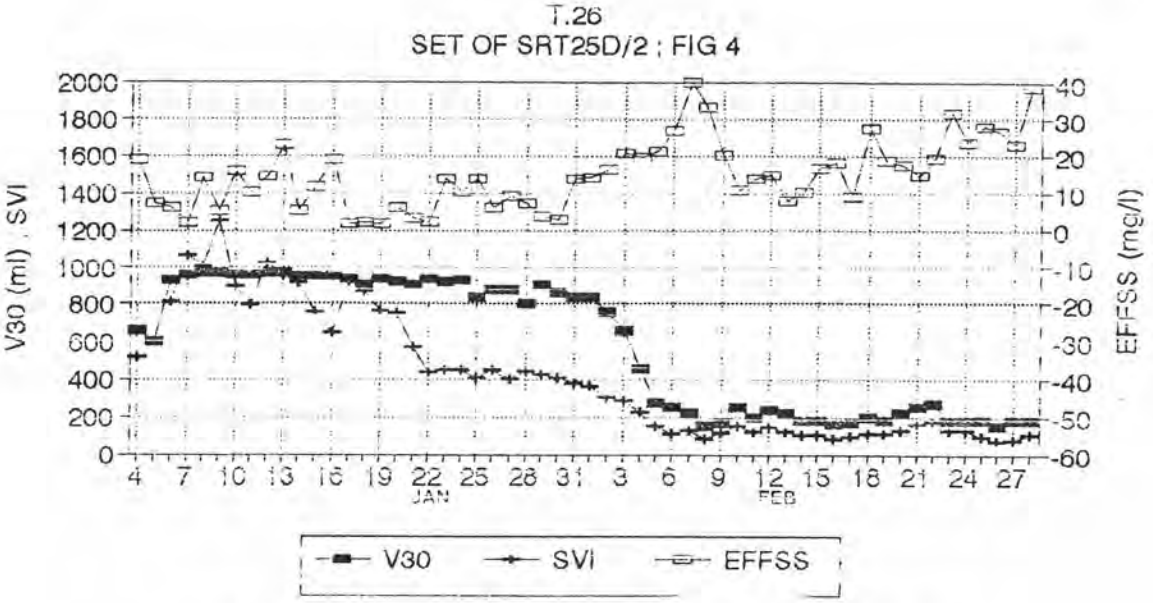
ภาพที่ 4.114 แสดงลักษณะกลุ่มตะกอนและแบคทีเรียเส้นใย เมื่อวันที่ 29 ธค.35 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 0.3 วัน, MLSS 795 มก./ล., V_{30} 740 มล. และ SVI 930)

การทดลองครั้งนี้พบว่า SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าระหว่าง 19 ถึง 1133, 15 ถึง 920 มล. และ 15 ถึง 800 มล. ตามลำดับ กรณีที่ SVI มีค่าต่ำกว่า 75 เกิดขึ้นในตอนต้นของการทดลอง ซึ่งพบว่ามีระดับ SVI ต่ำมากถึง 19 ในช่วงนี้ตะกอนจมตัวได้เร็วมากและอัดตัวกันแน่นแต่ได้น้ำทิ้งขุ่น เนื่องจากตะกอนที่นำมาทดลองได้ถูกเลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch มาก่อนเป็นเวลานาน ช่วงที่ SVI ต่ำครั้งนี้กินเวลานานมากถึง 37 วัน นอกจากนี้ยังมีช่วงที่ระดับ SVI มีค่าต่ำกว่า 75 เล็กน้อยจำนวน 2 ครั้งเป็นเวลา 3 วัน วัน และ 10 วันตามลำดับ ระหว่างนี้ตะกอนจมตัวได้เร็วและได้น้ำที่ขุ่น เนื่องจาก pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกันหลายวัน แต่หลังจากที่ pH ได้ปรับตัวเพิ่มขึ้นไม่นานการตกตะกอนก็เกิดขึ้นได้ดีเป็นปกติ ส่วนในกรณีที่ SVI มีค่าสูงกว่า 200 ซึ่งแสดงว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนได้เกิดขึ้น 3 ครั้ง โดย 2 ครั้งแรกเกิดขึ้นไม่รุนแรงวัด V_{30} ได้ถึง 920 มล. ซึ่ง V_{30} ระดับนี้จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาในการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียจริง แต่ในการทดลองนี้ซึ่งถังตกตะกอนมีขนาดเล็กและมีเวลากักน้ำเพียง 40 นาที การตกตะกอนเกิดขึ้นได้ไม่ทันจึงทำให้มีตะกอนปะปนออกไปกับน้ำทิ้งเป็นจำนวนมาก

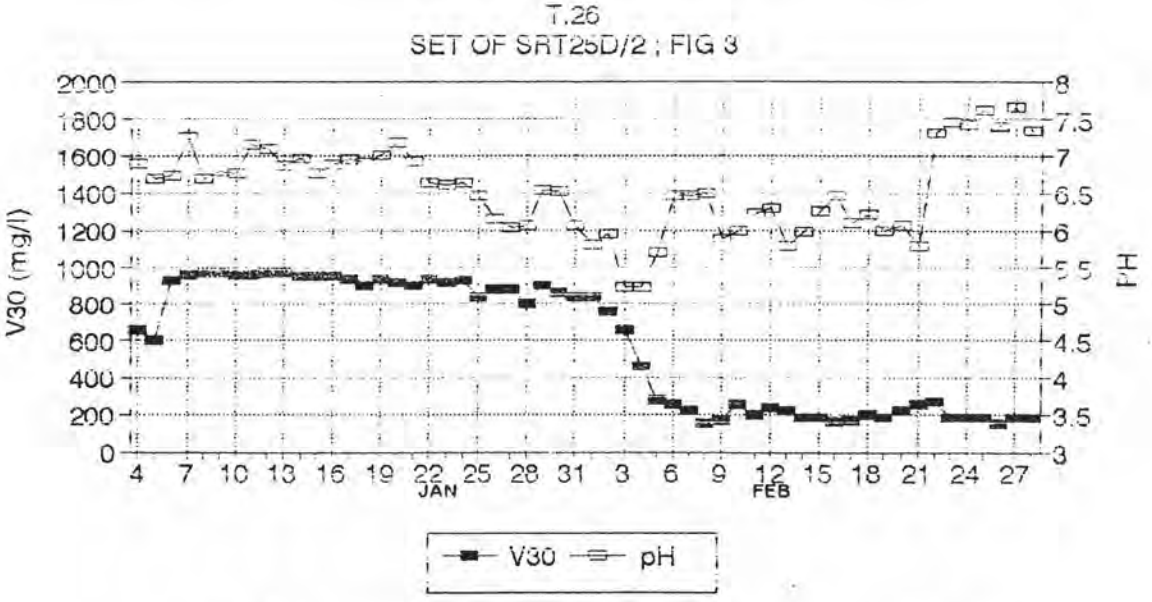
4.5.1.2 การทดลองครั้งที่ 2

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 4 ม.ค. ถึง 28 ก.พ.36 ในการทดลองควบคุมระบบโดยไม่มีการระบายตะกอนทิ้งในครั้งนี้พบว่า SRT มีค่าระหว่าง 5.9 ถึง 70.7 วัน ตะกอนที่ใช้ในการทดลองเป็นตะกอนที่เหลืออยู่จากการทดลองครั้งที่ 1 ซึ่งมีความเข้มข้น 197 มก./ล. รวมกับตะกอนที่ระบายทิ้งจากการทดลองครั้งที่ 1 ที่ได้นำไปเลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch และในระหว่างวันที่ 4 ม.ค. ถึง 6 ก.พ.36 ยังได้มีการทดลองใช้ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร ที่มีเวลากักน้ำ 2.8 ชั่วโมงแทนถังตกตะกอนในตัว พร้อมเครื่องสูบน้ำหมุนเวียนตะกอน เพื่อช่วยปรับปรุงการตกตะกอนให้ดีขึ้นในกรณีที่เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน อีกทั้งยังได้ทดลองใช้ถังคัดพันธุ์ (Selector Tank) ตั้งแต่วันที่ 12 ก.พ.36 จนสิ้นสุดการทดลอง ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.115 และ 4.116

- <u>ระหว่างวันที่ 4 ม.ค. ถึง 11 ม.ค.36</u> เป็นเวลา 8 วัน พบว่า SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าเพิ่มสูงขึ้นในทันทีคือมีค่าระหว่าง 34 1ถึง 1250, 600 ถึง 970 มล. และ 520 ถึง 920 มล. ตามลำดับ แสดงว่าโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนได้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการใช้ตะกอนที่มีจุลินทรีย์พวกเส้นใยที่เหลือจากการทดลองครั้งที่ 1

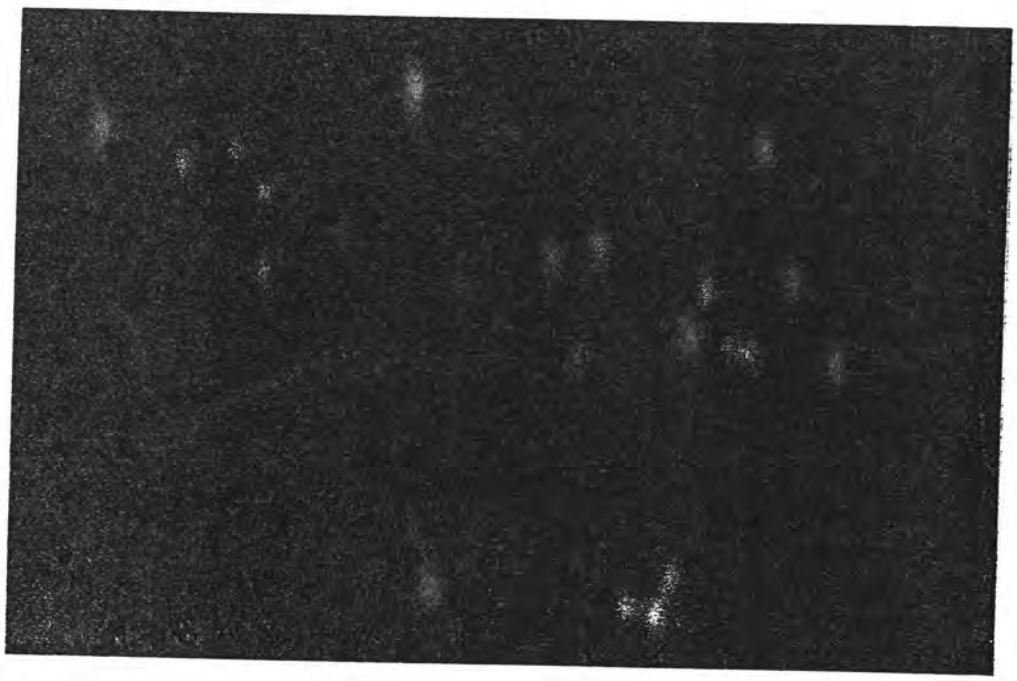


ภาพที่ 4.115 กราฟระหว่าง V_{30} กับ SVI และ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)



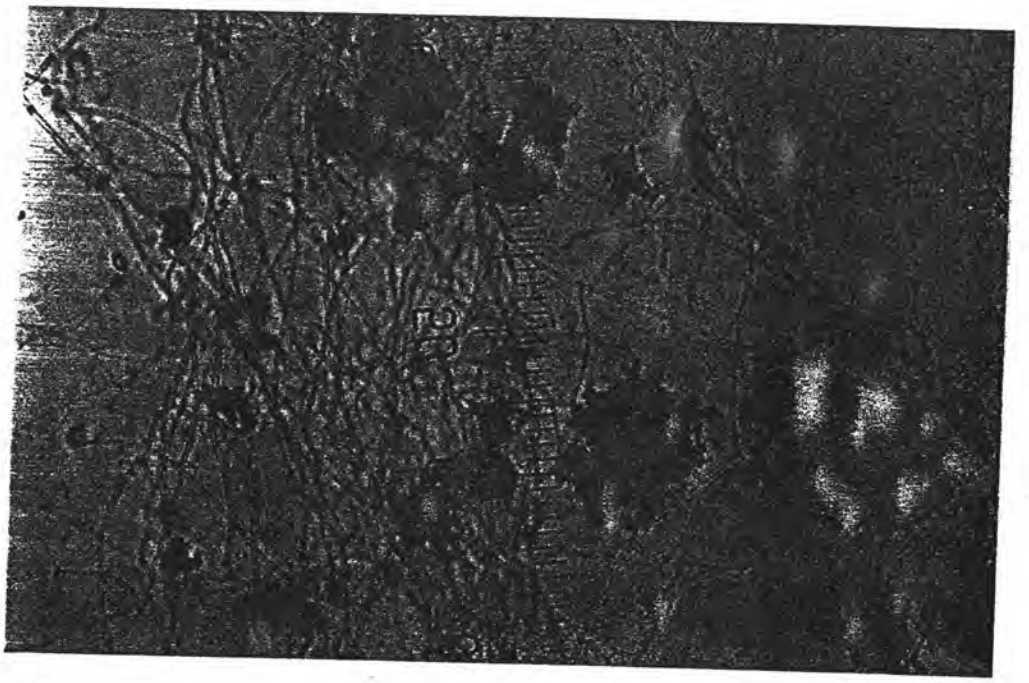
ภาพที่ 4.115 กราฟระหว่าง V_{30} กับ SVI และ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2
(SRT เฉลี่ย 22.7 วัน)

ซึ่งเป็นการไม่เหมาะสม วิธีที่ถูกต้องควรจะเริ่มต้นการทดลองด้วยตะกอนที่ปราศจากจุลินทรีย์พวกเส้นใย แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าตะกอนจะจมตัวได้ช้า แต่การตกตะกอนยังเกิดขึ้นได้ดีในถังตกตะกอน 7 ลิตร โดยเห็นได้จากความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งที่มีค่าไม่สูงมากนัก ในระหว่างนี้พบว่าบางวัน pH มีค่าต่ำกว่า 7 เล็กน้อย ซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากตะกอนที่เลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch มีจุลินทรีย์พวกที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน ลักษณะกลุ่มตะกอนและแบคทีเรียพวกเส้นใยได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.117



ภาพที่ 4.117 ลักษณะกลุ่มตะกอนและแบคทีเรียเส้นใย เมื่อวันที่ 4 มค. 36 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 4.8 วัน, MLSS 1256 มก./ล., V_{30} 660 มล. และ SVI 525)

- <u>ระหว่างวันที่ 11 ถึง 5 ก.พ.36</u> เป็นเวลา 25 วัน พบว่าในตอนแรก SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าสูงมาก แสดงว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรง ผู้ทดลองจึงได้ทดลองใช้ถังคัดพันธุ์ ต่อมาปรากฏว่าตะกอนสามารถจมตัวได้เร็วขึ้นเรื่อยๆ จนตกตะกอนได้ดีเป็นปกติในที่สุด และ SVI, V_{30} และ V_{60} ได้มีค่าลดต่ำลงคือลดจาก 1,023 เป็น 149, 970 เป็น 280 มล. และ 900 เป็น 220 มล. ตามลำดับ ในระหว่างนี้น้ำทิ้งที่ผ่านการตกตะกอนแล้วส่วนมากค่อนข้างใส แต่ในตอนท้ายความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งมีค่าขึ้นเล็กน้อย เนื่องจาก pH มีค่าต่ำกว่า 7 โดยตลอดโดยมีค่าต่ำสุดถึง 5.23 ลักษณะกลุ่มตะกอนและแบคทีเรียพวกเส้นใยได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.118



ภาพที่ 4.118 แสดงลักษณะกลุ่มตะกอนและแบคทีเรียพวกเส้นใยของ วันที่ 11 มค.36 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 16.4 วัน, MLSS 1204 มก./ล., V_{30} 960 มล. และ SVI 797)

- ระหว่างวันที่ 5 ถึง 28 ก.พ.36 เป็นเวลา 23 วัน พบว่าตะกอนเกาะตัวกันเป็นฟล้อคและตกตะกอนได้ดีเป็นส่วนใหญ่ แม้ว่าน้ำทิ้งที่ผ่านการตกตะกอนแล้วจะค่อนข้างขุ่นข้างเล็กน้อย เนื่องจากระดับ pH ยังคงมีค่าต่ำกว่า 7 ในระหว่างนี้พบว่าระดับ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าระหว่าง 70 ถึง 176, 150 ถึง 270 มล. และ 130 ถึง 200 มล. ตามลำดับ ลักษณะกลุ่มตะกอน, แบคทีเรียพวกเส้นใยและโปรโตซัวได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.117 และ 4.118 ซึ่งแม้ว่าจะเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนแต่ระบบยังสามารถทำงานได้ดีและมีโปรโตซัวมาก

ภาพที่ 4.119 แสดงลักษณะกลุ่มตะกอน แบคทีเรียพวกเส้นใยและโปรโตซัว ของวันที่ 28 ก.พ.36 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 7.1 วัน, MLSS 1714 มก./ล., V_{30} 180 มล. และ SVI 105)

ภาพที่ 4.120 ลักษณะของกลุ่มตะกอน แบคทีเรียเส้นใยและหนอน ของวันที่ 28 ก.พ.36 (กำลังขยาย 10 เท่า, SRT 7.1 วัน, MLSS 1714 มก./ล., V_{30} 180 มล. และ SVI 105)

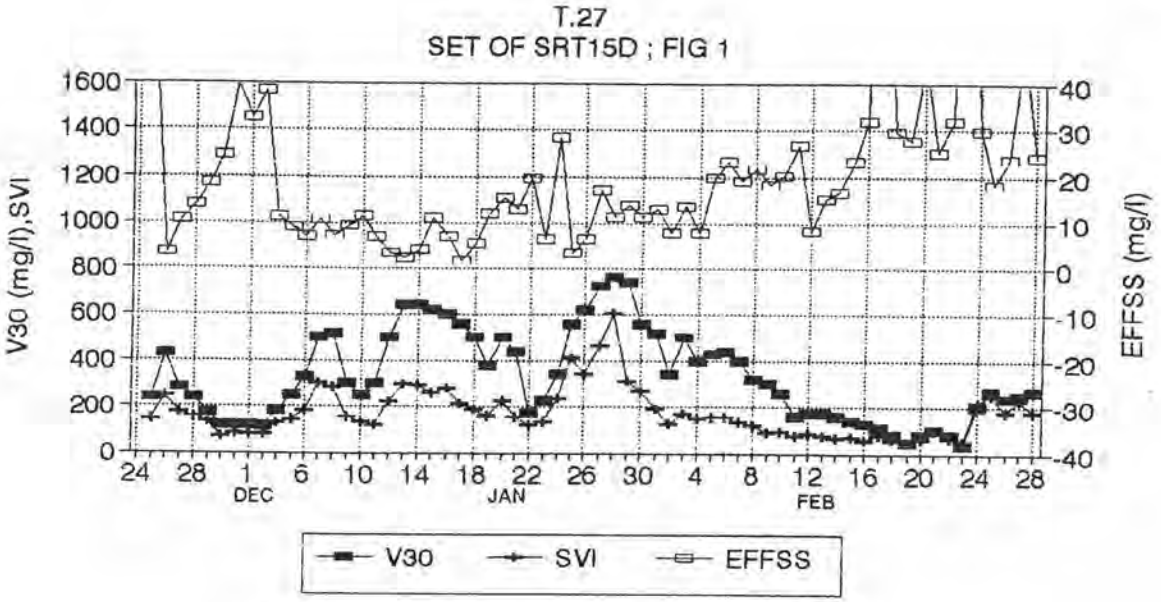
ในการทดลองครั้งนี้พบว่าระดับ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าระหว่าง 70 ถึง 1255, 150 ถึง 970 มล. และ 130 ถึง 920 มล. ตามลำดับ โดยกรณีที่ระดับ SVI มีค่าต่ำกว่า 75 นั้นเกิดขึ้นในช่วงท้ายของการทดลองเนื่องจากเกิดตะกอนจุลินทรีย์ที่ไม่สมบูรณ์เมื่อ pH มีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกันหลายวัน ส่วนในกรณีที่เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนได้เกิดตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง เนื่องจากได้นำตะกอนที่มีจุลินทรีย์พวกเส้นใยมาใช้ในการทดลอง โรคจมตัวไม่ลงของตะกอนนี้ได้เกิดขึ้นค่อนข้างรุนแรงวัด V_{30} ได้สูงถึง 970 มล. แต่ตะกอนก็เกิดการจมตัวได้ทันในถังตกตะกอน 7 ลิตร และจากการทดลองใช้ถังคัดพันธุ์ พบว่าระดับ SVI ได้ลดต่ำลงจนมีค่าต่ำกว่า 200 ในเวลา 24 วัน หลังจากใช้ถังคัดพันธุ์

4.5.2 SRT 15 วัน

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 24 ธ.ค.35 ถึง 28 ก.พ. 36 ส่วนใหญ่สามารถควบคุมระดับ SRT ให้มีค่า 15 วัน เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ทดลองได้มาจากโรงบำบัดน้ำเสียของชุมชนการเคหะแห่งชาติห้วยขวาง ในการทดลองครั้งนี้ใช้ถังคัดพันธุ์พร้อมเครื่องสูบน้ำหมุนเวียนตะกอน แต่ไม่ใช้ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร โดยเริ่มใช้ตั้งแต่วันที่ 17 ม.ค.36 จนเสร็จการทดลอง ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.121 และ 4.122

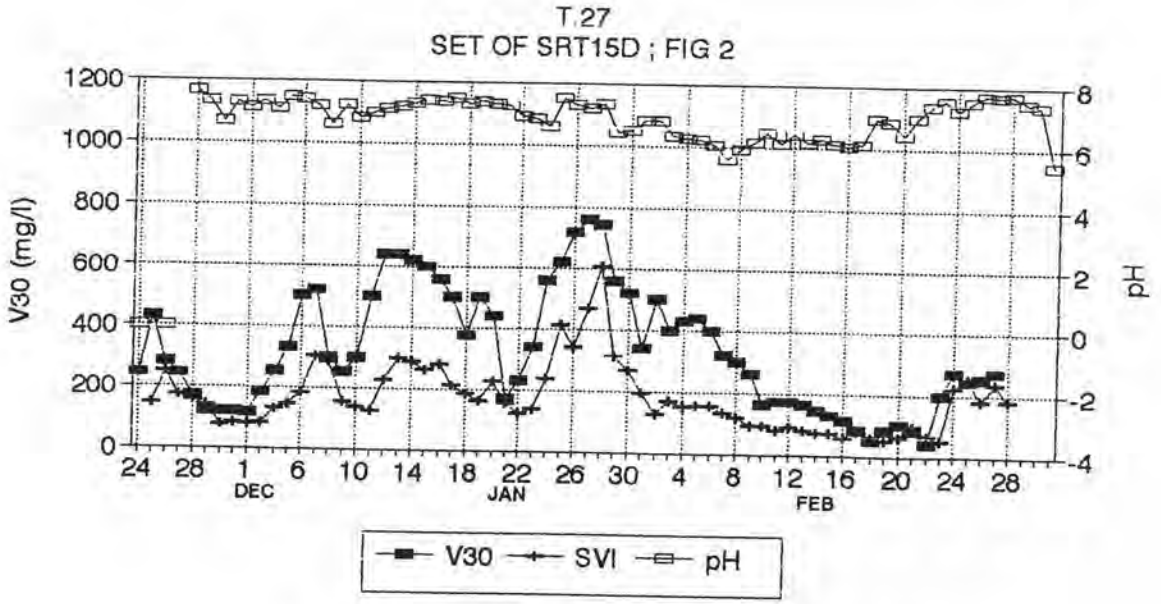
- ระหว่างวันที่ 24 ธ.ค.35 ถึง 6 ม.ค. 36 เป็นเวลา 13 วัน ตะกอนจุลินทรีย์จากโรงบำบัดน้ำเสียของชุมชนการเคหะแห่งชาติห้วยขวางที่นำมาทดลองเป็นเซลล์ที่มีอายุน้อย ตะกอนมีลักษณะเป็นเนื้อละเอียดไม่เกาะตัวกันเป็นฟล็อค มีสีจาง และสามารถจมตัวได้เร็ว น้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้วยังมีความขุ่นมาก วัดความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งพบว่ามีค่าสูง ในระหว่างนี้ SVI มีค่าระหว่าง 73 ถึง 242 ส่วน V_{30} และ V_{30} มีค่าไม่สูงคือมีค่าระหว่าง 115 ถึง 430 มล. และ 95 ถึง 270 มล. ลักษณะของกลุ่มตะกอนตะกอนแสดงไว้ในภาพที่ 4.123 และ 4.124

- ระหว่างวันที่ 6 ม.ค. ถึง 17 ก.พ. 36 เป็นเวลา 11 วัน พบว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน 2 ครั้งแต่ไม่รุนแรง โดยเกิดขึ้นในช่วงเวลาอันสั้นและหายเป็นปกติได้เองถึง คาดว่าโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนในระหว่างนี้อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการดูแลความสะอาดไม่ทั่วถึง ทำให้มีจุลินทรีย์พวกฟิล์มชีวะหรือ Fixed Film เกาะอยู่ตามผิวภายในท่อส่งน้ำและผิวภายในของถังเติมอากาศ ซึ่งจุลินทรีย์พวกนี้จะเป็นตัวช่วยให้เกิดจุลินทรีย์พวกเส้นใย ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน ในระหว่างนี้โดยทั่วไปตะกอนมีการเกาะตัวกันได้ดี



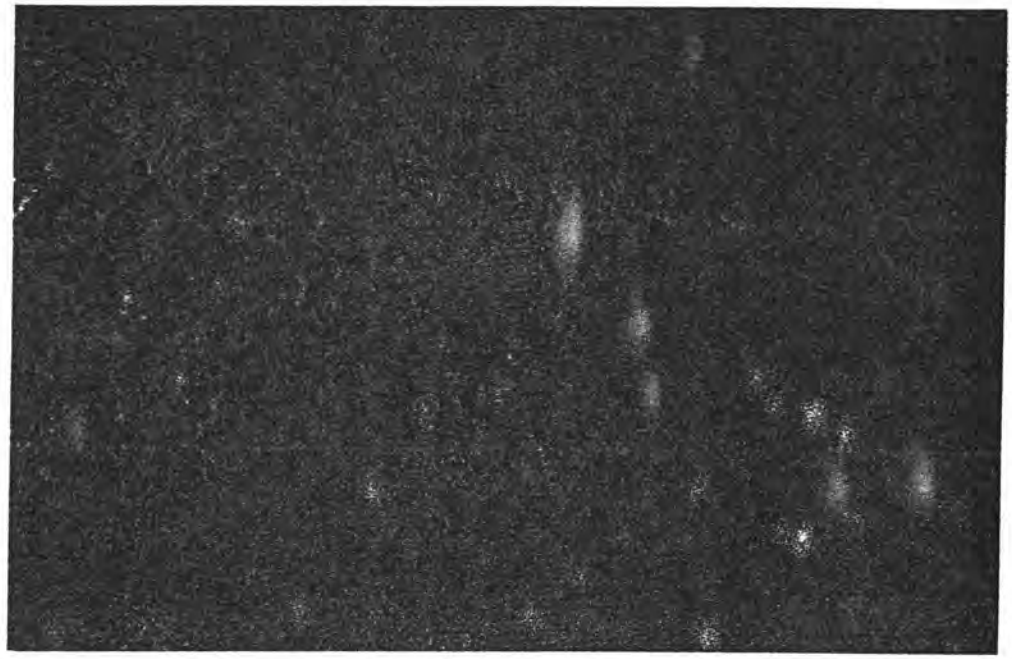
ภาพที่ 4.121 กราฟระหว่าง V_{30} กับ SVI และ EFFSS (Xe)

ของการทดลอง SRT 15 วัน

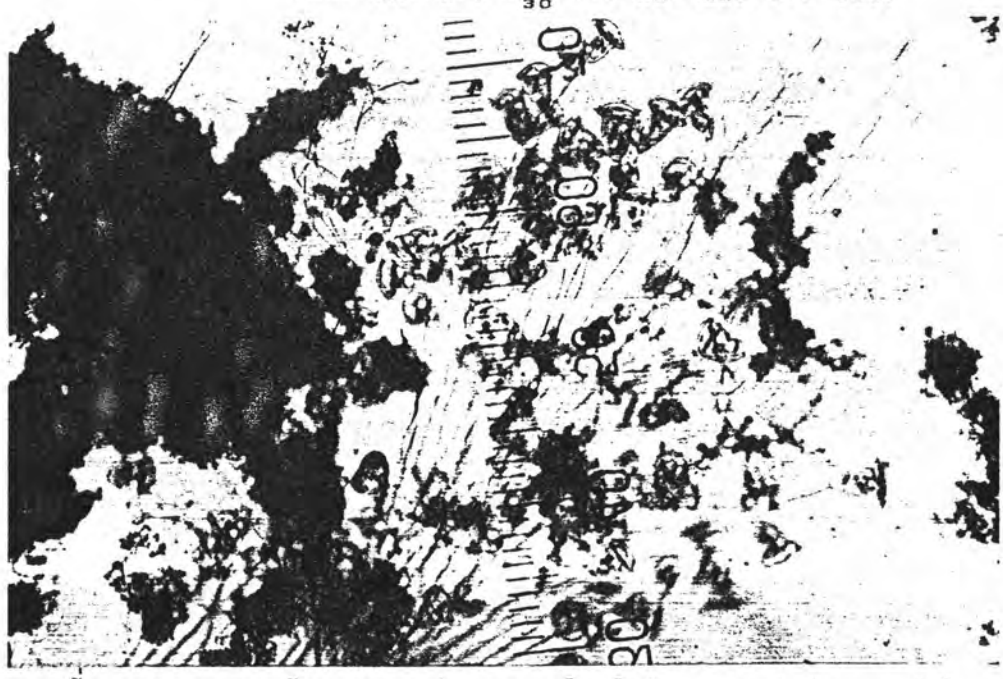


ภาพที่ 4.122 กราฟระหว่าง V_{30} กับ SVI และ pH

ของการทดลอง SRT 15 วัน

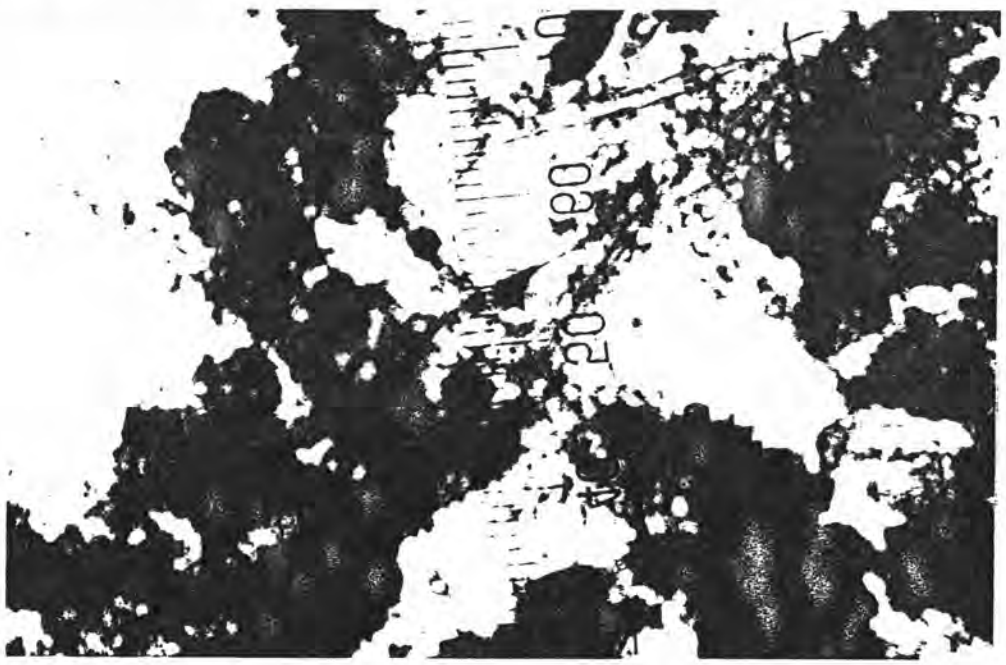


ภาพที่ 4.123 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอน ของวันที่ 29 ธ.ค.35 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 9.9 วัน, MLSS 1229 มก./ล., V_{30} 170 มล. และ SVI 138)



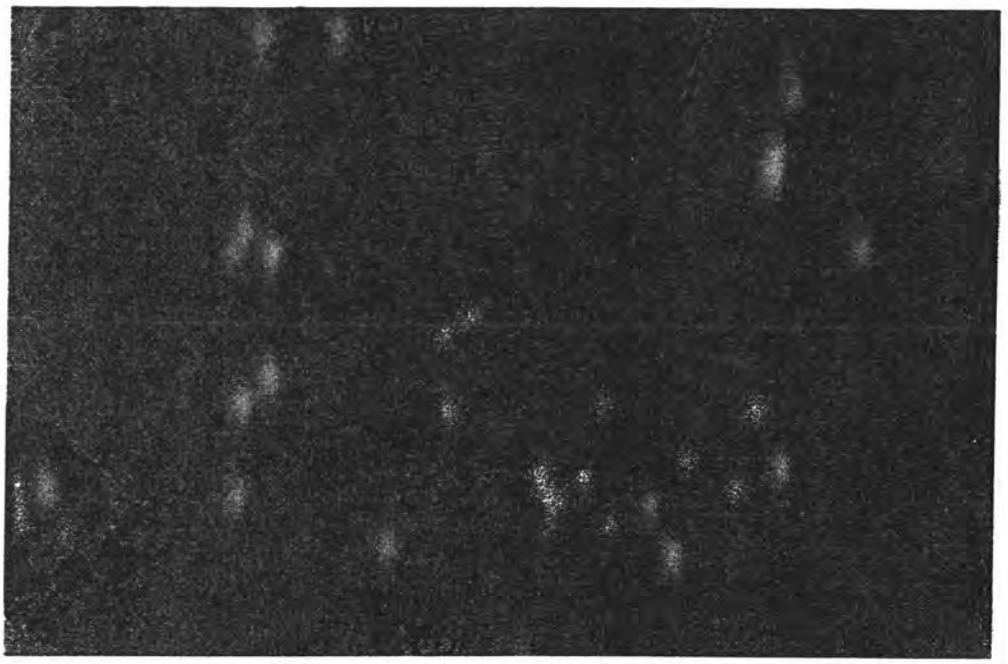
ภาพที่ 4.124 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอน โปรโตซัวและแบคทีเรียพวกเส้นใย ของวันที่ 29 ธ.ค.35 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 9.9 วัน, MLSS 1229 มก./ล., V_{30} 170 มล. และ SVI 138)

เป็นฟล้อคได้ดีขึ้น การจมตัวของตะกอนเกิดได้ช้าลงแต่ได้น้ำทิ้งที่ใสมีความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งต่ำ จากผลการวิเคราะห์พบว่าระดับของ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าระหว่าง 124 ถึง 302, 250 ถึง 640 มล. และ 190 ถึง 430 มล. ตามลำดับ นอกจากนี้ในวันที่ 17 ก.พ. 36 ยังได้เริ่มทดลองใช้ถังคัดพันธุ์ ลักษณะของกลุ่มตะกอน, โปรโตซัวและแบคทีเรียพวกเส้นใยแสดงไว้ในภาพที่ 4.125



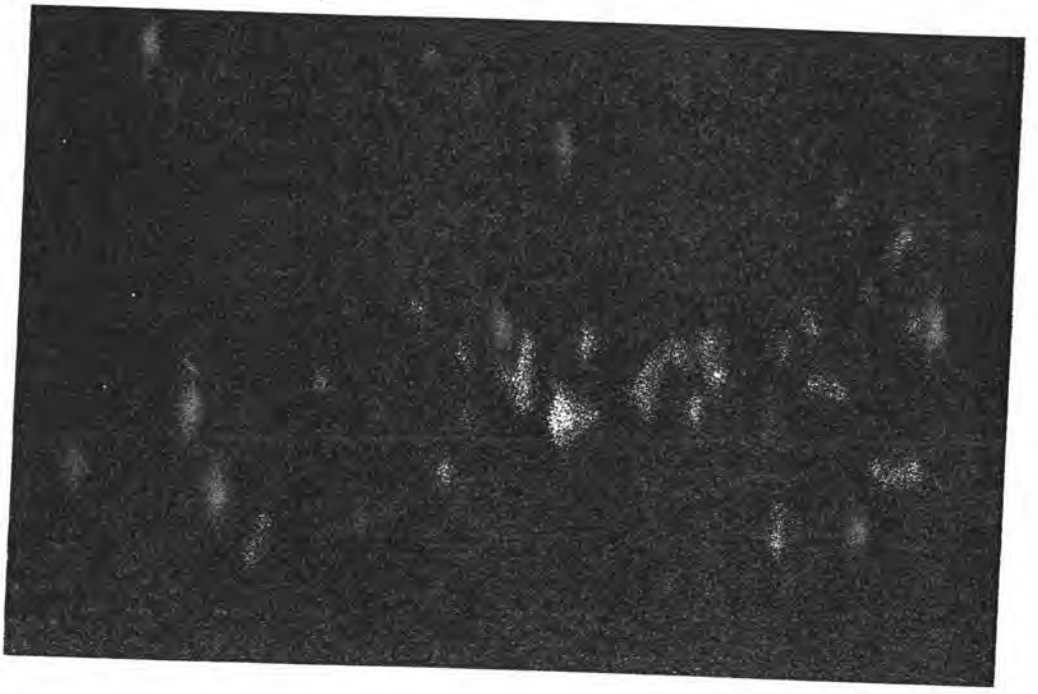
ภาพที่ 4.125 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอน โปรโตซัว และแบคทีเรียพวกเส้นใย เมื่อวันที่ 11 ม.ค.36 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 15 วัน, MLSS 2424 มก./ล., V_{30} 300 มล. และ SVI 124)

- <u>ระหว่างวันที่ 17 ถึง 24 ม.ค.36</u> เป็นเวลา 7 วัน โดยในวันที่ 18,19 และ 23 ก.พ. 36 ได้เกิดการสูญเสียตะกอนโดยไม่ได้ตั้งใจ ทำให้ระดับของ MLSS และ V_{30} ลดลงมาก นอกจากนี้การสูญเสียตะกอนทำให้อัตราส่วนระหว่างอาหารต่อจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้นอย่างกระทันหัน อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำทิ้งขุ่นกว่าเดิม แต่อย่างไรก็ตามการตกตะกอนก็ยังเกิดขึ้นได้ดี ระดับของ SVI, V_{30} และ V_{60} ในช่วงนี้มีค่าระหว่าง 121 ถึง 222, 170 ถึง 500 มล. และ 140 ถึง 360 มล.ตามลำดับ ลักษณะของกลุ่มตะกอน และโปรโตซัวได้แสดงในภาพที่ 4.99



ภาพที่ 4.126 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอน และโปรโตซัว เมื่อวันที่ 18 ม.ค.36 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 15 วัน, MLSS 2685 มก./ล., V_{30} 500 มล. และ SVI 186)

- ระหว่างวันที่ 24 ถึง 31 ม.ค. 36 เป็นเวลา 7 วัน พบว่าได้เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนที่รุนแรงกว่าเดิมเล็กน้อย ทำให้ตะกอนจมตัวได้ช้าลง จึงมีตะกอนบางส่วนปะปนออกไปกับน้ำทิ้ง ทำให้มีความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งค่อนข้างสูง ในระหว่างนี้ระดับของ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าระหว่าง 236 ถึง 604, 340 ถึง 760 มล. และ 220 ถึง 560 มล. ตามลำดับ ลักษณะของกลุ่มตะกอน, แบคทีเรียเส้นใย และโปรโตซัวได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.127



ภาพที่ 4.127 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอน แบคทีเรียเส้นใย และโปรโตซัว เมื่อวันที่ 29 ม.ค.36 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 15 วัน, MLSS 1252 มก./ล., V_{30} 760 มล. และ SVI 607)

- ระหว่างวันที่ 31 ม.ค. ถึง 10 ก.พ. 36 เป็นเวลา 10 วัน พบว่าหลังจากที่โรคจมตัวไม่ลงของตะกอนได้บรรเทาลง ตะกอนสามารถจมตัวได้ดีขึ้น แต่ความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เนื่องจาก pH ในถังเติมอากาศมีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกันหลายวัน โดยในระยะนี้พบว่าทั้ง SVI, V_{30} และ V_{60} มีแนวโน้มที่ลดลง คือมีค่าระหว่าง 88 ถึง 192, 260 ถึง 520 มล. และ 180 ถึง 320 มล. ตามลำดับ

- ระหว่างวันที่ 10 ถึง 21 ก.พ. 36 เป็นเวลา 11 วัน พบว่าตะกอนจมตัวได้เร็ว แต่ได้น้ำทิ้งขุ่นและมีความเข้มข้นของตะกอนสูงมาก เนื่องจากก่อนหน้านี้ pH มีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกันก่อนที่จะปรับตัวสูงขึ้นในระยะนี้ จึงทำให้จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตที่ไม่สมบูรณ์และเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำทิ้งขุ่น ในระหว่างนี้ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าต่ำคือมีค่าอยู่ระหว่าง 49 ถึง 95, 40 ถึง 170 มล. และ 40 ถึง 140 มล. ตามลำดับ จะเห็นว่า V_{30} และ V_{60} มีค่าใกล้เคียงกันอันแสดงถึงว่าตะกอนมีการจมตัวได้เร็ว

- ระหว่างวันที่ 23 ถึง 28 ก.พ. 36 เป็นเวลา 5 วัน พบว่า SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าสูงขึ้น คือมีค่าระหว่าง 167 ถึง 252, 200 ถึง 270 มล. และ 130 ถึง 180 มล. ตามลำดับ หลังจากที่ pH ได้ปรับตัวขึ้นสูงกว่า 7 ในช่วงเวลา 6 วันที่ผ่านมา พบว่ามีการตกตะกอนที่ดีขึ้น และมีความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งลดลง แม้ว่าตะกอนจะจมตัวได้ช้ากว่าเดิมเล็กน้อย ลักษณะของกลุ่มตะกอนโปรโตซัว และแบคทีเรียเส้นใยได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.128

ภาพที่ 4.128 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอน โปรโตซัว แบคทีเรียเส้นใย และหนอน เมื่อวันที่ 28 ก.พ.36 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 9.9 วัน, MLSS 1524 มก./ล., V_{30} 270 มล. และ SVI 177)

ในการทดลองครั้งนี้มีระดับ SVI, V_{30} และ V_{60} ระหว่าง 52 ถึง 607, 40 ถึง 560 มล. และ 40 ถึง 760 มล. ตามลำดับ โดยกรณีที่ SVI มีค่าต่ำกว่า 75 เกิดขึ้นในตอนต้นของการทดลอง ซึ่งเป็นการตกตะกอนของเซลล์ที่มีอายุน้อยทำให้ได้น้ำขุ่น และอีกครั้งหนึ่งเกิดขึ้นในตอนท้ายของการทดลองเป็นเวลาประมาณ 13 วัน ซึ่งพบว่าตะกอนจมตัวได้เร็วและได้น้ำทิ้งขุ่นมาก เนื่องจาก pH มีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกันหลายวัน ส่วนกรณีที่มี SVI สูงกว่า 200 ได้เกิดขึ้น 6 ครั้ง แต่โรคจมตัวไม่ลงของตะกอนที่เกิดขึ้นนั้นไม่รุนแรงและเกิดขึ้น

ในช่วงเวลาอันสั้น จากนั้นก็หายได้เอง ซึ่งอาจเนื่องมาจากการใช้ถังคัดพันธุ์เพื่อเป็นการป้องกันไว้แล้ว

4.5.3 SRT 7 วัน

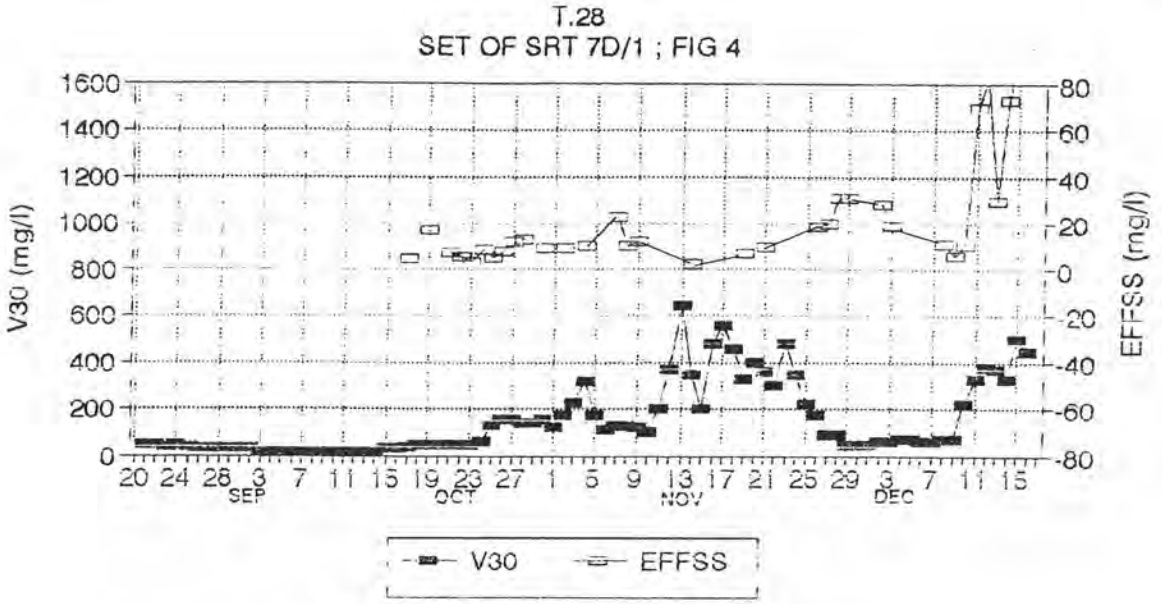
4.5.3.1 การทดลองครั้งที่ 1

ทำการทดลองระหว่างวันที่ 20 ก.ย. ถึง 17 ธ.ค. 35 ในช่วงนี้ระดับ SRT ที่เกิดขึ้นจริงมีค่าระหว่าง 0.3 และ 7.0 วัน โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองเป็นเชื้อที่ได้เลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch มาเป็นเวลานานแล้ว ผลการทดลองได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.129 และ 4.130

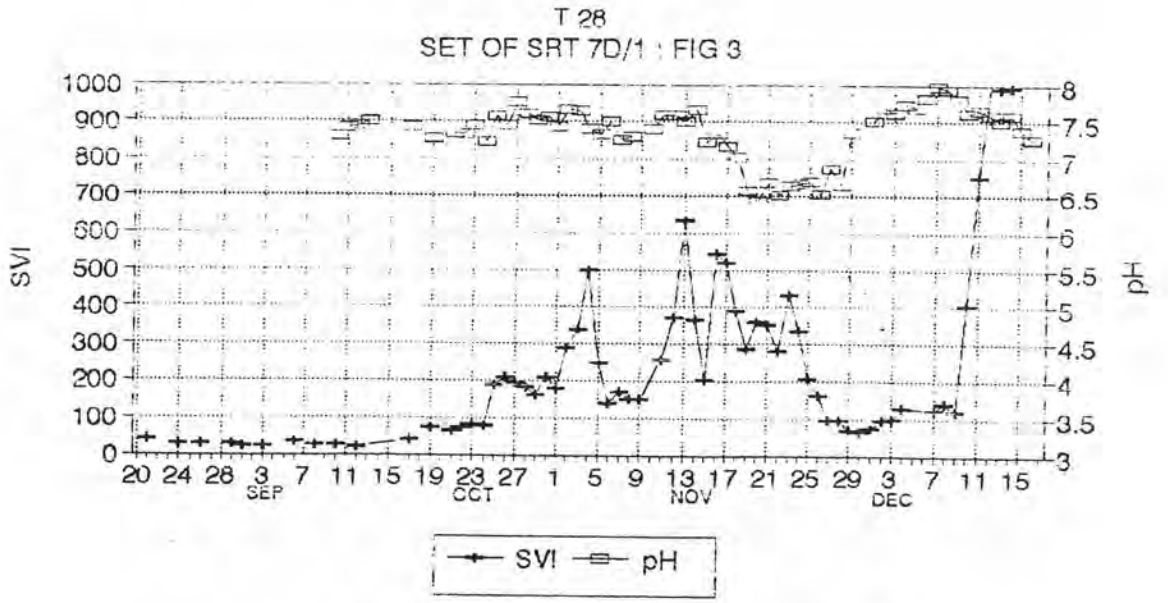
- ระหว่างวันที่ 20 ก.ย. ถึง 23 ต.ค.35 เป็นเวลา 34 วัน ในช่วงนี้ SVI และ V_{30} มีค่าต่ำมากคือมีค่าระหว่าง 19 ถึง 71 และ 20 ถึง 150 มล. ตามลำดับ ตะกอนที่พบในระยะนี้เกาะตัวกันเป็นฟล้อคได้ไม่หมด แต่เกิดการจมตัวได้เร็วและอัดตัวกันแน่นมากจึงทำให้น้ำทิ้งขุ่น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเลี้ยงเป็นแบบ Batch มาเป็นเวลานาน ทำให้เกิดตะกอนแบบปลายเข็มหรือ Pin Point Floc ซึ่งตกตะกอนได้ไม่ช่วงนี้กินเวลานานถึง 34 วัน ก่อนที่ระดับ SVI จะเพิ่มสูงขึ้นจนมีค่ามากกว่า 75

- ระหว่างวันที่ 23 ต.ค. ถึง 1 พ.ย.35 เป็นเวลา 9 วัน พบว่าตะกอนเกาะตัวกันเป็นฟล้อคได้ดี สามารถจมตัวได้เร็ว และได้น้ำทิ้งที่มีลักษณะใสมากขึ้นกว่าช่วงก่อนหน้านี้ ระดับของ SVI และ V_{30} พบว่ามีค่าสูงขึ้น คือมีค่าระหว่าง 78 ถึง 208 และ 50 ถึง 150 มล. ตามลำดับ

- ระหว่างวันที่ 1 ถึง 5 พ.พ.35 เป็นเวลา 4 วัน พบว่าได้เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนขึ้นและหายได้เองในเวลาสั้น แม้ว่าโรคจมตัวไม่ลงทำให้ตะกอนจมตัวได้ช้าลงแต่ก็ไม่ก่อให้เกิดปัญหาในการตกตะกอน และได้น้ำทิ้งที่ใส ในช่วงนี้พบว่า SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าสูงขึ้นอีกเล็กน้อยคือ มีค่าระหว่าง 248 ถึง 502,170 ถึง 320 มล. และ 138 ถึง 180 มล. ตามลำดับ

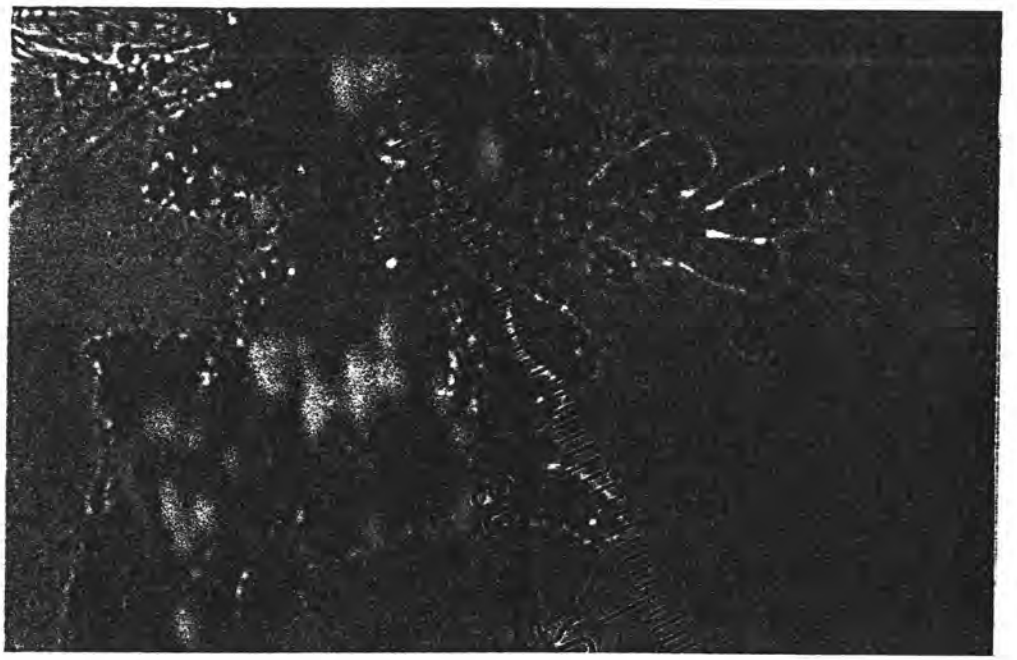


ภาพที่ 4.129 กราฟระหว่าง V_{30} กับ EFFSS (Xe)
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)



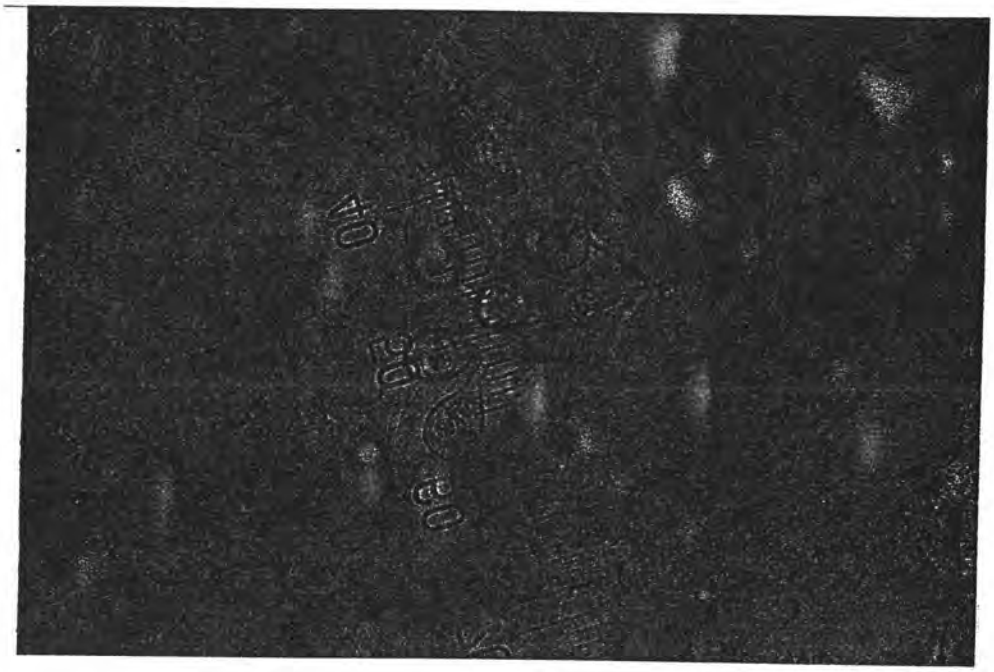
ภาพที่ 4.130 กราฟระหว่าง SVI กับ pH
ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 1
(SRT เฉลี่ย 3.8 วัน)

- ระหว่างวันที่ 5 ถึง 10 พ.ย.35 เป็นเวลา 5 วัน หลังจากที่หายจากโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนแล้วพบว่ามีการจมตัวได้เร็วขึ้น แต่ได้ว่าน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นของตะกอนสูง ในขณะที่ระดับของ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าเป็นปกติคือมีค่าระหว่าง 141 ถึง 170, 100 ถึง 130 มล. แบะ 90 ถึง 125 มล. ตามลำดับ ลักษณะของกลุ่มตะกอน โปรโตซัว และแบคทีเรียเส้นใยได้แสดงไว้ในภาพ 4.131



ภาพที่ 4.131 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอน โปรโตซัวและแบคทีเรียเส้นใย เมื่อวันที่ 10 พ.ย.35 (กำลังขยาย 4 เท่า และ V_{30} 100 มล.)

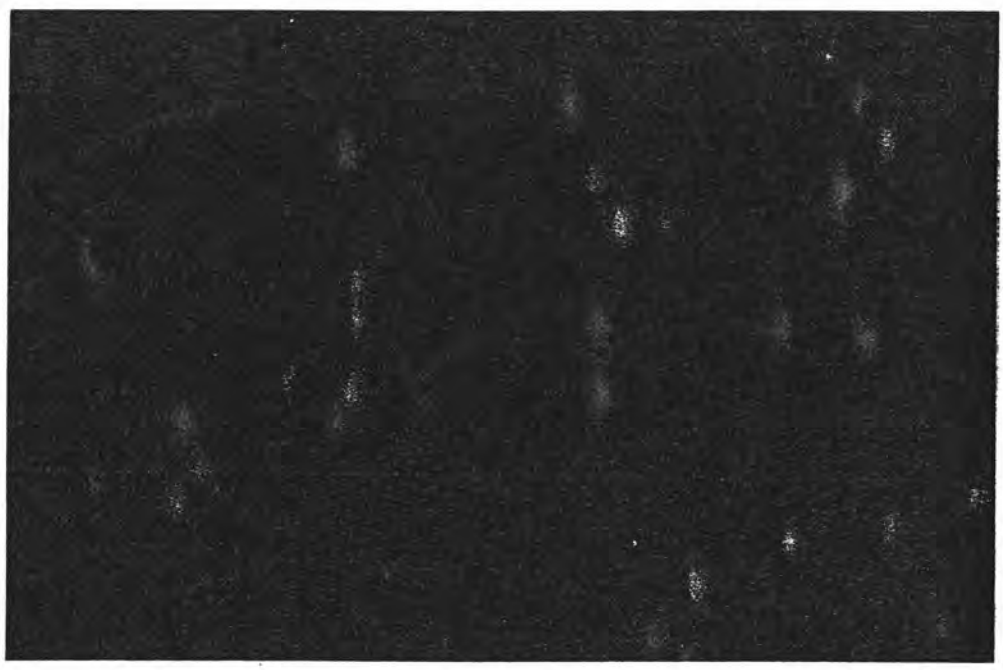
- ระหว่างวันที่ 10 ถึง 25 พ.ย.35 เป็นเวลา 15 วัน พบว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนที่รุนแรงกว่าครั้งก่อนเล็กน้อย และเกิดขึ้นเป็นเวลานานกว่า ในระหว่างนี้ตะกอนจมตัวได้ช้าแต่ก็ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับตะกอนที่ปะปนออกไปกับน้ำทิ้ง จากผลการวิเคราะห์พบว่า SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าสูงขึ้นคืออมีค่าระหว่าง 203 ถึง 634, 200 ถึง 640 มล. และ 170 ถึง 440 มล. ตามลำดับ ลักษณะของกลุ่มตะกอน โปรโตซัว และแบคทีเรียเส้นใยได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.132



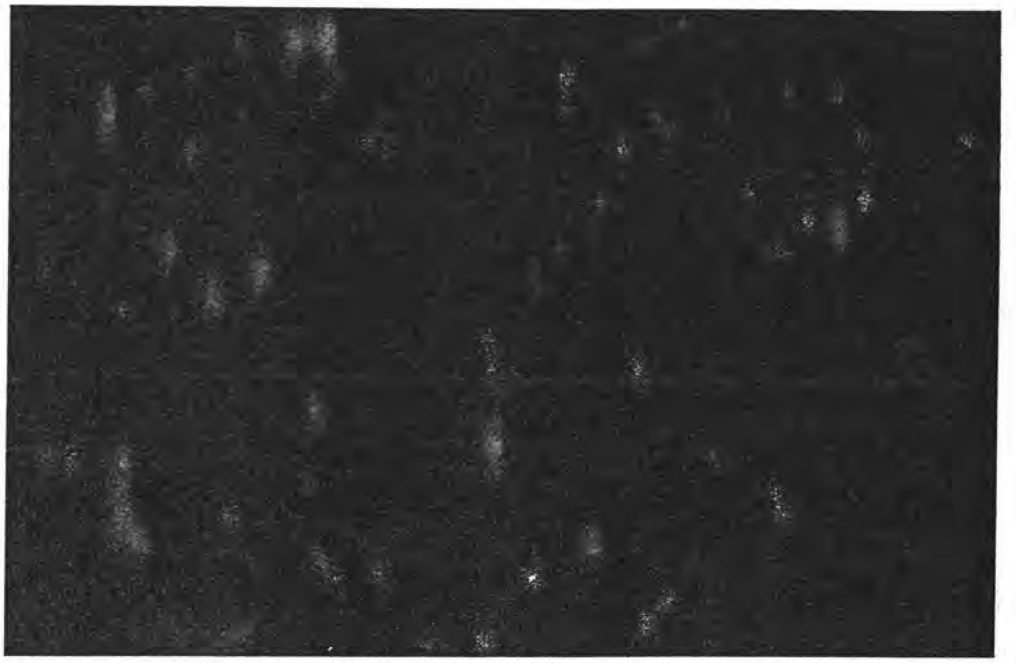
ภาพที่ 4.132 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอน โปรโตซัว และแบคทีเรียเส้นใย เมื่อวันที่ 19 พย.35 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 5.3 วัน, MLSS 1150 มล., V_{30} 330 มล. และ SVI 287)

- <u>ระหว่างวันที่ 25 พ.ย. ถึง 9 ธ.ค.35</u> เป็นเวลา 14 วัน ในระยะแรกพบว่าตะกอนจมตัวได้เร็ว แต่ไม่สามารถตกตะกอนได้หมด เป็นผลทำให้มีความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งสูงทั้งนี้ เพราะในช่วงที่ผ่านมาระบบทำงานได้ดีมีระดับ MLSS สูงขึ้น และเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นทำให้ pH มีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกันมาเป็นนาน ต่อมาเมื่อ pH ปรับตัวจนมีค่าสูงกว่า 7 ปรากฏว่าการตกตะกอนดีขึ้นและได้น้ำทิ้งที่ใสขึ้น ในระหว่างนี้ระดับของ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าระหว่าง 203 ถึง 635, 100 ถึง 640 มล. และ 90 ถึง 440 มล. ตามลำดับ

- <u>ระหว่างวันที่ 9 ถึง 17 ธ.ค.35</u> เป็นเวลา 8 วัน ได้เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรง พบว่า SVI มีค่าสูงมากคือมีค่าระหว่าง 405 ถึง 1,860 ตะกอนจมตัวได้ช้ามากจึงทำให้มีตะกอนปะปนออกไปกับน้ำทิ้งสูง สามารถวัดความเข้มข้นได้ถึง 102 มก./ล. จึงทำให้ตะกอนในถังเติมอากาศลดลงจนเหลือเพียงเล็กน้อย สามารถวัดระดับ MLSS ได้เพียง 242 มก./ล. นอกจากนี้พบว่า V_{30}, V_{60} จะมีค่าต่ำเนื่องจากมีระดับ MLSS ต่ำ โดยมีค่าระหว่าง 220 ถึง 500 และ 120 ถึง 400 มล. ตามลำดับ ลักษณะตะกอนและแบคทีเรียเส้นใยขณะที่เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรงแสดงไว้ในภาพที่ 4.133 และ 4.134



ภาพที่ 4.133 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอนและแบคทีเรียเส้นใย และเกิดโรคจมตัวไม่ลงอย่างรุนแรง เมื่อวันที่ 15 ธ.ค.35 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 0.7 วัน, MLSS 382 มก./ล., V_{30} 500 มล. และ SVI 1309)



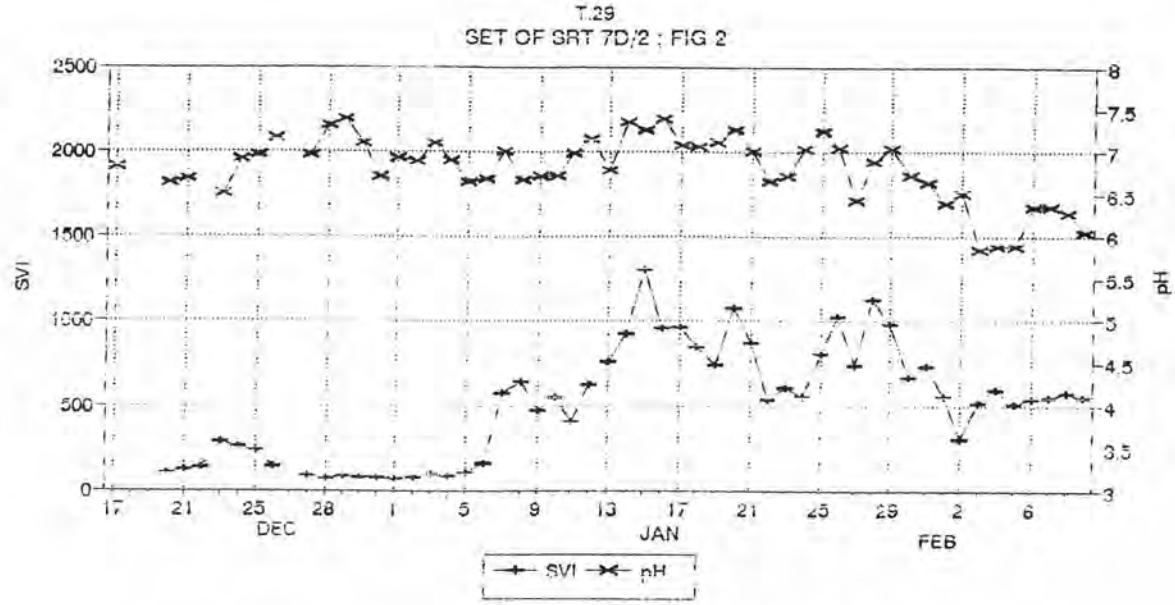
ภาพที่ 4.134 แสดงกลักษณะของกลุ่มตะกอน และแบคทีเรียเส้นใยขณะเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรง เมื่อวันที่ 15 ธ.ค.36 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 0.7 วัน, MLSS 382 มก./ล., V_{30} 500 มล. และ SVI 1309)

ในการทดลองครั้งนี้ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าระหว่าง 19 ถึง 440 มล. และ 20 ถึง 640 มล. ตามลำดับ โดยกรณีที่ SVI มีค่าต่ำกว่า 75 นั้นเกิดขึ้นในตอนเริ่มต้นการทดลองซึ่งมีค่าต่ำมากเพียง 19 ตะกอนมีการจมตัวได้เร็วและอัดตัวแน่นแต่ได้น้ำทิ้งขุ่น เนื่องจากใช้ตะกอนที่ถูกเลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch มาเป็นเวลานาน ช่วงนี้กินเวลานานถึง 34 วัน จานนั้นได้มีช่วงที่ SVI ต่ำกว่า 75 เล็กน้อยอีกครั้งหนึ่งกินเวลาประมาณ 3 วัน โดยพบว่าการตะกอนเกิดขึ้นได้เร็วแต่ได้น้ำทิ้งขุ่นเนื่องจาก pH มีค่าต่ำกว่า 7 ติดต่อกันหลายวัน ส่วนกรณีที่ SVI มีค่าสูงกว่า 200 ซึ่งแสดงว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนนั้นได้เกิดขึ้น 3 ครั้ง โดย 2 ครั้งแรกไม่รุนแรงและหายได้เองในเวลาอันสั้น วัด V_{30} ได้ 320 และ 640 มล. ตามลำดับ ส่วนครั้งสุดท้ายซึ่งเกิดขึ้นรุนแรงจนทำให้มีตะกอนปะปนออกไปกับน้ำทิ้งมากแต่สามารถวัด V_{30} ได้เพียง 500 มล. เนื่องจากเกิดขึ้นในขณะที่ระบบมีระดับ MLSS ต่ำมาก

4.5.3.2 การทดลองครั้งที่ 2

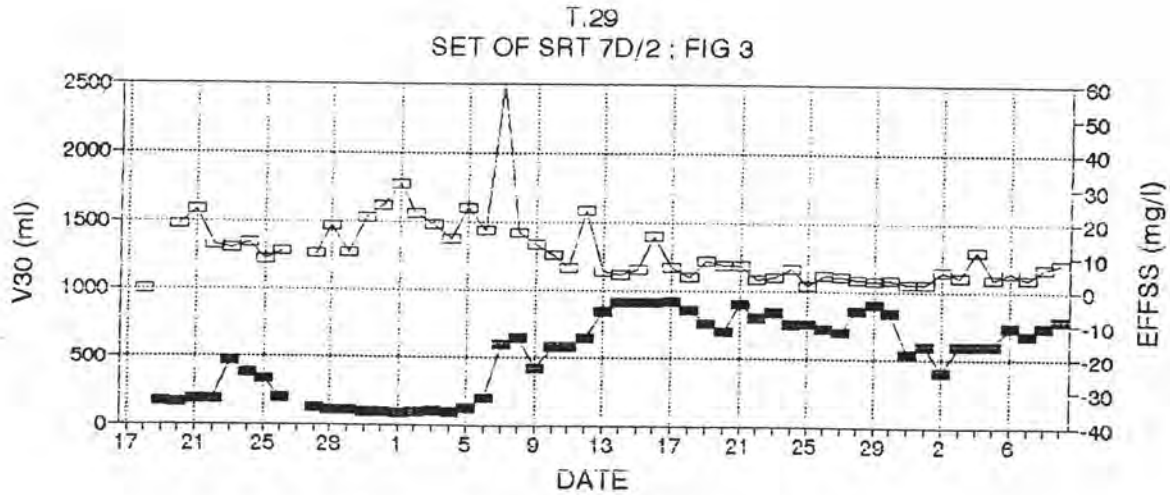
ทำการทดลองระหว่างวันที่ 17 ธ.ค. 35 ถึง 9 พ.ย. 36 ในการทดลองครั้งนี้สามารถควบคุมให้มีระดับ SRT ได้เท่ากับ 7 วันเป็นส่วนใหญ่ เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองเป็นเชื้อจากการระบายตะกอนทิ้งที่ได้นำไปเลี้ยงไว้เป็นแบบ Batch รวมกับตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสียของชุมชนการเคหะแห่งชาติห้วยขวาง นอกจากนี้ยังได้มีการทดลองใช้ถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร และคัดพันธุ์ตั้งแต่ 12 ม.ค. 36 และ 17 ม.ค.36 ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ภาพ 4.135 และ 4.136

- <u>ระหว่างวันที่ 17 ธ.ค.35 ถึง 6 ม.ค.36</u> เป็นเวลา 21 วัน พบว่าตะกอนจุลินทรีย์จากโรงบำบัดน้ำเสียของชุมชนการเคหะแห่งชาติห้วยขวางที่นำมาใช้ในการทดลอง เป็นเซลล์ที่มีอายุน้อยมีเนื้อตะกอนละเอียดไม่เกาะตัวกันเป็นฟล็อคและมีสีจาง โดยทั่วไปตะกอนจมตัวได้เร็วแต่น้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้วยังมีความขุ่นมาก เมื่อวัดความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งพบว่ามีค่าสูง ยกเว้นระหว่างวันที่ 22 ถึง 25 ธ.ค.36 ซึ่งเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนที่ไม่รุนแรงเป็นเวลา 3 วัน ทำให้ตะกอนจมตัวได้ช้าลงแต่ได้น้ำทิ้งที่ใสขึ้น ในช่วงนี้พบว่าระดับของ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าระหว่าง 72 ถึง 291, 85 ถึง 460 มล. และ 80 ถึง 240 มล. ตามลำดับ ลักษณะของกลุ่มตะกอน โปรโตซัวว และแบคทีเรียเส้นใยได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.137



ภาพที่ 4.135 กราฟระหว่าง SVI กับ pH

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2



ภาพที่ 4.136 กราฟระหว่าง V_{30} กับ EFFSS หรือ Xe

ของการทดลอง SRT 7 วัน ครั้งที่ 2

ภาพที่ 4.137 แสดงลักษณะกลุ่มตะกอน โปรโตซัว และแบคทีเรียเส้นใย เมื่อวันที่ 29 ธ.ค.35 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 7 วัน, MLSS 1161 มก./ล., V_{30} 100 มล. และ SVI 86)

- <u>ระหว่างวันที่ 6 ม.ค. ถึง 9 ก.พ.36</u> เป็นเวลา 34 วัน ในวันแรกเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนขึ้นอีกสามารถวัด SVI ได้ 649 และวัด V_{30} ได้ 600 มล. ทำให้มีตะกอนในน้ำทิ้งสูงมากถึง 62.0 มก./ล. ผู้ทดลองจึงได้ใช้ถังตกตะกอนในตัวและใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตรพร้อมระบบหมุนเวียนตะกอนแทน และถังทดลองใช้ถังถังตกตะกอนในตัวทั้งคัดพันธุ์ หลังจากนั้นแม้ว่ายังคงเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนทำให้ตะกอนจมตัวได้ช้ามาก และระดับ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าสูงโดยตลอด แต่การตกตะกอนยังเกิดขึ้นได้ดีในถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร และได้น้ำทิ้งที่ใสโดยตลอด ต่อมาในตอนท้ายพบว่า SVI และ V_{30} มีค่าลดลงและตะกอนจมตัวได้เร็วขึ้น ในระหว่างนี้พบว่า SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าระหว่าง 305 ถึง 1303, 400 ถึง 920 มล. และ 220 ถึง 800 มล. ตามลำดับ ลักษณะของกลุ่มตะกอน โปรโตซัว และแบคทีเรียเส้นใย ได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.138

ภาพที่ 4.138 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอน โปรโตซัว และแบคทีเรียเส้นใย เมื่อวันที่ 29 ม.ค.36 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 7 วัน, MLSS 916 มก./ล., V_{30} 900 มล. และ SVI 982)

ในระหว่างการทดลองครั้งนี้ระดับ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าระหว่าง 75 ถึง 1303, 80 ถึง 920 มล. และ 80 ถึง 800 มล. ตามลำดับ โดยกรณีที่ SVI มีค่าต่ำกว่า 75 และสูงกว่า 75 เล็กน้อยพบว่าตะกอนจมตัวได้เร็วแต่ได้น้ำทิ้งขุ่นเนื่องจากตะกอนที่ใช้ในการทดลองมีอายุน้อย ส่วนกรณีที่ SVI มีค่าสูงว่า 200 หรือเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนนั้นได้เกิดขึ้นติดต่อกันเป็นเวลานานถึง 34 วัน หรือจดนสิ้นสุดการทดลอง ในระหว่างนี้พบว่า V_{30} มีค่าสูงถึง 920 มล. ตะกอนจมตัวได้ช้าแต่ยังคงได้น้ำทิ้งใส เนื่องจากใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตร อีกทั้งได้จากการใช้ถังคัดพันธุ์จะเห็นได้ว่าในตอนท้ายระดับ SVI ได้ลดลง

4.5.4 SRT 2 วัน

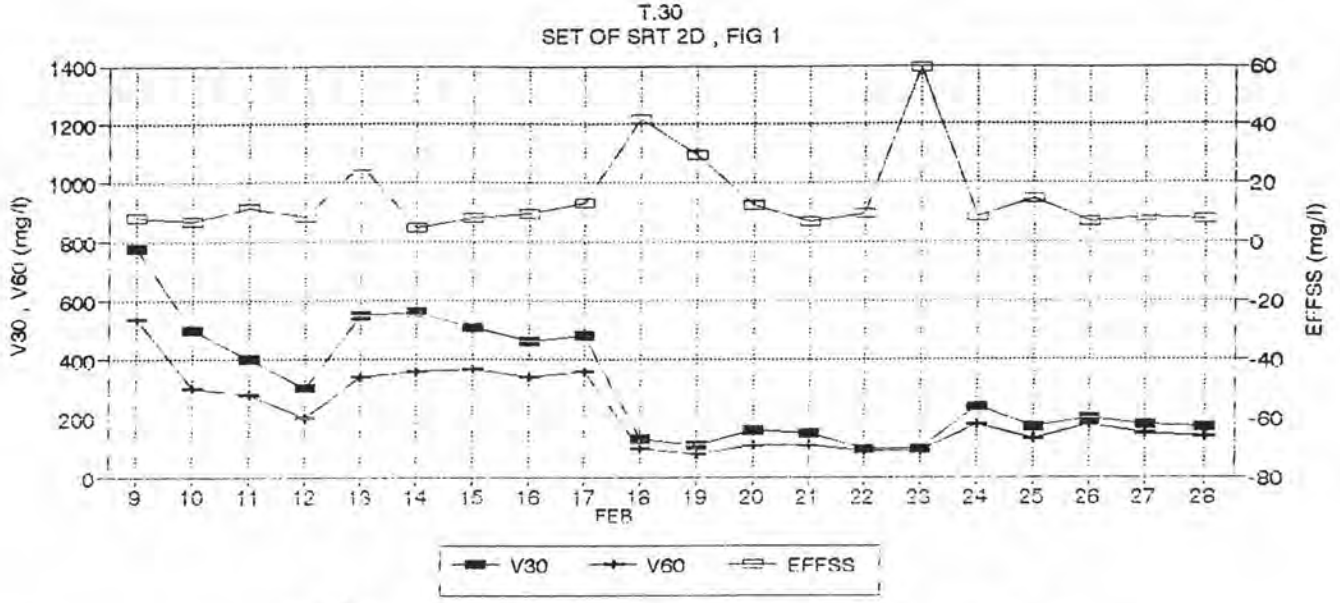
ทำการทดลองระหว่างวันที่ 9 ถึง 28 ก.พ. 36 เป็นการทดลองที่ใช้อุปกรณ์ในทดลองและตะกอนจุลินทรีย์ต่อเนื่องมาจากการทดลองที่มีระดับ SRT 7 วัน แต่ได้เลิก

ใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตร เมื่อวันที่ 12 ก.พ. 36 เนื่องจากเห็นว่า SVI และ V_{30} มีค่าต่ำ ส่วนถังคัดพันธุ์ยังคงใช้ต่อจนสิ้นสุดการทดลอง ในระหว่างวันที่ 9 ถึง 14 ก.พ.36 เป็นช่วงที่มีการลดระดับ SRT ลงจาก 7 เป็น 2 วัน หลังจากนั้นได้ควบคุม SRT มีค่าเท่ากับ 2 วัน ได้เป็นส่วนใหญ่ ผลการทดลองแสดงไว้ในภาพ 4.139 และ 4.140

- <u>ระหว่างวันที่ 9 ถึง 12 ก.พ.36</u> เป็นเวลา 3 วัน พบว่าตะกอนยังคงเป็นโรคจมตัวไม่ลงแต่ไม่รุนแรง การจมตัวของตะกอนเกิดได้ช้า พบวอยู่เล็กน้อยแต่ได้น้ำทิ้งใสมีตะกอนในน้ำทิ้งน้อยเนื่องจากยังคงใช้ถังตกตะกอน 7 ลิตร ระดับ SVI, V_{30} และ V_{60} พบว่ามีค่าไม่สูงและมีแนวโน้มลดลงโดยตลอดจนมีค่าต่ำ โดยมีค่าระหว่าง 251 ถึง 409, 300 ถึง 500 มล. และ 200 ถึง 300 มล. ตามลำดับ

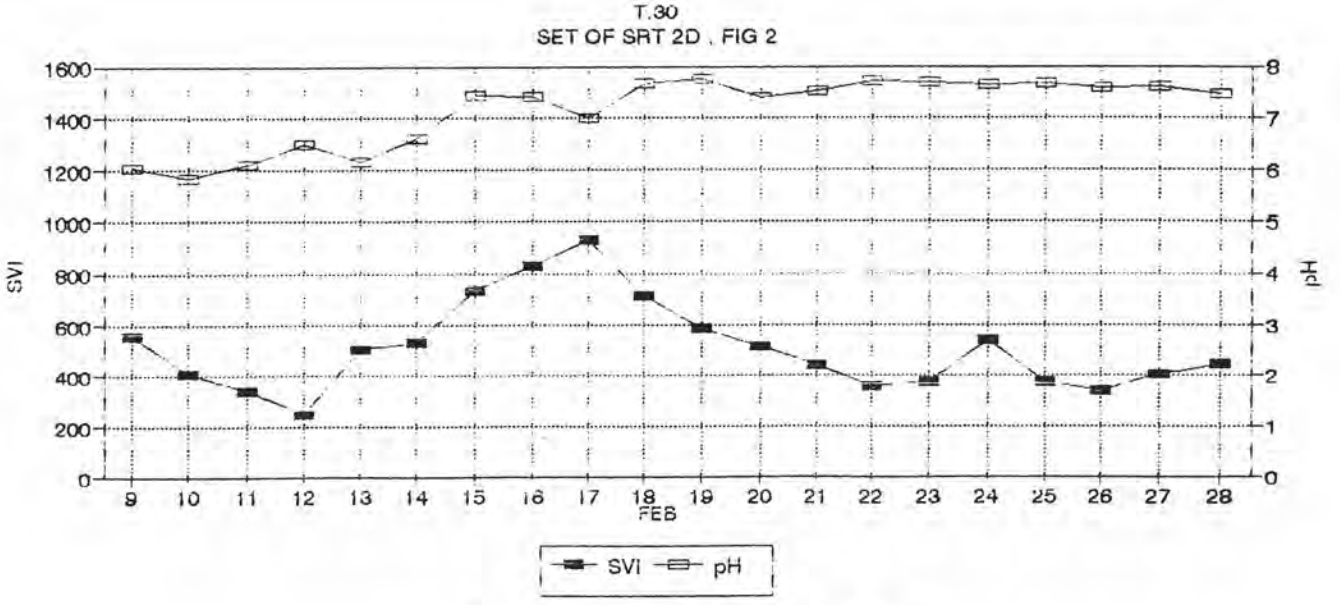
- <u>ระหว่างวันที่ 12 ถึง 22 ก.พ.36</u> เป็นเวลา 10 วัน พบว่าโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น อันอาจจะเนื่องมาจากการลดระดับ SRT ลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ระดับ MLSS ลดลง และทำให้อัตราส่วนระหว่างอาหารต่อจำนวนจุลินทรีย์มีค่าสูงขึ้นอย่างกระทันหัน ซึ่งเป็นสภาวะที่จุลินทรีย์พวกเส้นใยเจริญได้ดีกว่าได้ช้าพวกสร้างฟล้อค ระดับ SVI ได้เพิ่มขึ้นเป็น 933 ก่อนที่จะลดเป็น 358 ในตอนท้าย ส่วน V_{30} และ V_{60} มีแนวโน้มเช่นเดียวกับ SVI และมีค่าระหว่าง 100 ถึง 560 มล. และ 80 ถึง 370 มล. ตามลำดับ ในระหว่างนี้พบว่าความเข้มข้นของตะกอนในน้ำทิ้งเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการที่ตะกอนจมตัวได้ช้าประกอบกับการที่ pH มีค่าต่ำกว่า 7 เป็นเวลาประมาณ 18 วัน

- <u>ระหว่างวันที่ 22 ถึง 28 ก.พ.36</u> เป็นเวลา 6 วัน พบว่าระบบมีระดับ SRT ต่ำ จึงมีตะกอนในถังเติมอากาศน้อยหรือมีระดับ MLSS ต่ำ โดยตะกอนมีการเกาะตัวอยู่บ้างแต่ได้ฟล้อคที่มีขนาดเล็กจมตัวได้เร็วแต่อัดตัวกันไม่แน่น ในระยะนี้พบว่า V_{30} และ V_{60} มีค่าไม่สูง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับระดับ MLSS ในขณะนั้นซึ่งมีค่าต่ำจึงเป็นผลทำให้ SVI มีค่าสูง ในส่วนของน้ำทิ้งจะเห็นว่ามีลักษณะค่อนข้างใส ยกเว้นในวันที่ 23 ก.พ. 36 ที่เกิดตะกอนฟุ้งเนื่องจากการเติมอากาศ ในระหว่างนี้ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าระหว่าง 341 ถึง 539, 100 ถึง 240 มล. และ 90 ถึง 180 มล. ตามลำดับ ลักษณะของกลุ่มตะกอน โปรโตซัว และแบคทีเรียเส้นใยได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.141



ภาพที่ 4.139 กราฟระหว่าง V_{30} กับ V_{60} และ EFFSS (Xe)

ของการทดลอง SRT 2 วัน



ภาพที่ 4.140 กราฟระหว่าง SVI กับ pH

ของการทดลอง SRT 2 วัน

ภาพที่ 4.141 แสดงลักษณะของกลุ่มตะกอน โปรโตซัว และแบคทีเรียพวกเส้นใย เมื่อวันที่ 28 ก.พ.36 (กำลังขยาย 4 เท่า, SRT 2 วัน, MLSS 383 มก./ล., V_{30} 170 มล. และ SVI 444)

ในการทดลองนี้ SVI, V_{30} และ V_{60} มีค่าระหว่าง 251 ถึง 933, 100 ถึง 560 มล. และ 80 ถึง 370 มล. ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าระดับ SVI มีค่าสูงกว่า 200 โดยตลอด ซึ่งแสดงว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนแต่ไม่รุนแรง ส่วนการตกตะกอนแรกพบว่า น้ำทิ้งขุ่นเนื่องจาก pH มีค่าต่ำกว่า 7 ต่อเนื่องมาจากการทดลอง SRT 7 วัน

จากการศึกษาเกี่ยวกับการตกตะกอนพบว่าในระหว่างการทดลอง SRT 7, 15 และ 25 วันมีการตกตะกอนเกิดขึ้นหลายลักษณะ ส่วนในระหว่างการทดลอง SRT 2 วัน มีการตกตะกอนไม่แตกต่างกัน โดยในการทดลอง SRT 7,15 และ 25 วัน พบว่าระดับ SVI มีทั้งค่าต่ำ ค่าสูง และค่าปกติเกิดขึ้นเป็นช่วงๆ กรณีที่ SVI มีค่าต่ำกว่า 75 ซึ่งแสดงว่าตะกอนเป็นแบบปลายเข็ม หรือเป็นเซลล์แบคทีเรียที่ไม่สมบูรณ์ได้เกิดขึ้นเมื่อตอนเริ่มต้นการทดลอง SRT 25 วัน และ 7 วัน ครั้งที่ 1 ซึ่งใช้ตะกอนจากการเลี้ยงแบบ Batch มาเป็น Seed และ SVI จะต่ำกว่า 75 อีก เมื่อเกิด pH ต่ำ ในถังเติมอากาศติดต่อกันเป็นเวลานาน ซึ่งในช่วงนี้น้ำทิ้ง

จะขุ่นและทำให้ระดับ MLSS ลดลง ส่วนกรณีที่ SVI สูงกว่า 200 ซึ่งแสดงว่าเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน พบว่าได้เกิดในทุกๆ การทดลอง แต่มีความรุนแรงที่แตกต่างกัน ความรุนแรงนี้สามารถบอกได้ด้วยค่า V_{30} โดยในการทดลอง SRT 25 วัน และ 7 วัน ครั้งที่ 1 ได้เกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนอย่างรุนแรง วัด V_{30} สูงสุดได้ถึง 920 และ 640 มล. ตามลำดับ จึงทำให้ตะกอนจมตัวได้ไม่ทันในถังตะกอนในตัวซึ่งมีเวลากักน้ำต่ำ มีความลึกน้อยมีตะกอนปะปนออกไปกับน้ำทิ้งเป็นจำนวนมาก จนในที่สุดมีตะกอนเหลืออยู่ในระบบน้อยมาก ส่วนในการทดลอง SRT 25 วัน และ 7 วัน ครั้งที่ 2 ซึ่งแม้ว่าจะเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน แต่มีการทดลองใช้กับตกตะกอนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น มีความจุประมาณ 7 ลิตร ซึ่งมีเวลากักน้ำสูงกว่าและมีค่า Hydraulic surface loading ต่ำกว่า จึงไม่เกิดปัญหาตะกอนจมตัวได้ไม่ทัน และปะปนออกไปกับน้ำทิ้ง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของถังตกตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสีย ต่อมา V_{30} และ SVI ของการทดลอง SRT 25 วัน ครั้งที่ 2 มีค่าลดลงหลักจางที่ได้ทดลองให้ถังคัดพันธุ์ ส่วนการใช้ถังคัดพันธุ์ไประยะหนึ่ง ส่วนการทดลอง SRT 15 วัน ซึ่งใช้ถังตกตะกอนในตัว และได้ใช้ถังคัดพันธุ์ก่อนที่จะเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอน พบว่าไม่มีปัญหาในการตกตะกอน และแม้ว่าจะเกิดโรคจมตัวไม่ลงของตะกอนหลายครั้งแต่ไม่รุนแรง สำหรับการทดลอง SRT 2 วัน ซึ่งตะกอนมีอายุน้อย และมีระดับ MLSS ต่ำ พบว่าตะกอนไม่รวมตัวกันเป็นฟล้อค จมตัวช้าอัดตัวกันไม่แน่นและ SVI มีค่าสูงกว่า 200 เล็กน้อยแต่ V_{30} มีค่าไม่สูง

การเกิดตะกอนลอยในถังตกตะกอนพบว่าเกิดขึ้นในการทดลองที่มี SRT ตั้งแต่ 7 วันขึ้นไป แต่ไม่เกิดในการทดลอง SRT 2 วัน ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันจะเกิดขึ้นได้เมื่อระบบมีเวลากักตะกอนเพียงพอ ส่วนการเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชันในถังตกตะกอน โดยพบว่าเกิดขึ้นทั้งในกรณีที่ใช้ถังตกตะกอนในตัว และถังตกตะกอนขนาด 7 ลิตร ทั้งที่มีเครื่องกวาดตะกอน และไม่มีเครื่องกวาดตะกอน แต่ในกรณีที่ไม่มีเครื่องกวาดตะกอนจะเกิดขึ้นรุนแรงกว่าการเกิดตะกอนลอยในถังตกตะกอนนี้ทำให้มีตะกอนบางส่วนหลุดปะปนออกไปกับน้ำทิ้ง และถ้าเกิดขึ้นรุนแรงจะมีตะกอนมาอัดกันแน่นที่ผิวน้ำ และล้นออกไปกับน้ำทิ้งทำให้ระดับ MLSS ของระบบมีค่าต่ำ และประสิทธิภาพในการทำงานของระบบจะลดลง