



ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผล

5.1 การเริ่มเลี้ยงจุลชีพ

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานที่กระทำต่อเนื่องจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ (2,9) จึงได้นำเชื้อจุลชีพ (Seed) จากถังกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังลอยเก่า ซึ่งมีลักษณะการเกาะตัวของตะกอนจุลชีพเป็นเม็ดเล็ก ๆ (Granule) ขนาดประมาณ 0.5-2.0 มม. มาถ่ายใส่ถังกรองใหม่ทั้งสองถัง โดยวิธีกาลักน้ำ (Syphon) ถึงละประมาณ 4 ลิตร (35 % ของปริมาตรถังกรอง) จากนั้นจึงนำน้ำใส (Supernatant) จากถังกรองเก่ามาเติมจนเต็มในถังกรองใหม่ทั้งสองถังทิ้งระยะเวลาประมาณ 3 วัน ให้จุลชีพทำการผลิตก๊าซอย่างต่อเนื่อง โดยทำการวัดค่าพีเอช ทุก ๆ วัน เพื่อปรับค่าพีเอชให้มีค่าประมาณ 7 ด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ในขณะเดียวกันก็ป้อนน้ำเสียสังเคราะห์โดยลดค่าซีโอติลงมาเรื่อย ๆ จนถึงค่าที่ต้องการ (300 มก./ล) โดยก่อนหน้านี้ได้ทำการเลี้ยงจุลชีพในถังกรองเก่าให้เคยชินต่อสภาพพร้อมในการย่อยสลาย

การทดลองครั้งนี้ใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 360 วัน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

- ก. การเริ่มเลี้ยงจุลชีพในถังกรองเก่าระยะเวลาประมาณ 55 วัน (15 เมษายน-2527 ถึง 9 มิถุนายน 2527)
- ข. การเริ่มเลี้ยงจุลชีพในถังกรองใหม่และทดลองภายใต้ระยะเวลาอีกเก็บน้ำ 12 - ชั่วโมง ประมาณ 110 วัน (10 มิถุนายน 2527 ถึง 9 ตุลาคม 2527)
- ค. การทดลองภายใต้ระยะเวลาอีกเก็บน้ำ 9 ชั่วโมง ประมาณ 35 วัน (10 ตุลาคม 2527 ถึง 25 พฤศจิกายน 2527)
- ง. การทดลองภายใต้ระยะเวลาอีกเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง ประมาณ 85 วัน (26 พฤศจิกายน 2527 ถึง 18 กุมภาพันธ์ 2528)
- จ. การทดลองภายใต้ระยะเวลาอีกเก็บน้ำ 3 ชั่วโมง ประมาณ 27 วัน (19 กุมภาพันธ์ 2528 ถึง 18 มีนาคม 2528)
- ฉ. การทดลองภายใต้ระยะเวลาอีกเก็บน้ำ 6 ชั่วโมง ประมาณ 25 วัน (19 มีนาคม 2528 ถึง 12 เมษายน 2528)

5.2 ผลการวิจัยเครื่องกรองใรออกซิเจนที่มีตัวกลาง เต็มถังและครึ่งถังลอย

ผลการทดลองจะแสดงในรูปตารางในภาคผนวก และรูปของกราฟ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ จะคิดจากกลุ่มของข้อมูลดิบในช่วงการทำงานของเครื่องกรองที่มีสภาพทรงตัว (Steady State) ในแต่ละระดับออร์แกนิกโหลดคิง ผลการวิจัยของตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้จากเครื่องกรองทั้งสองมีดังนี้ คือ

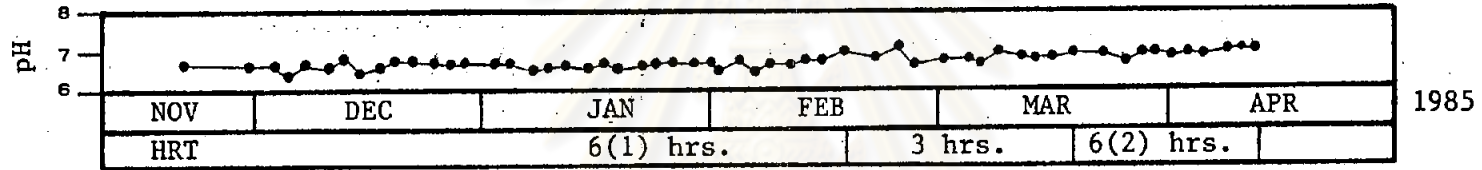
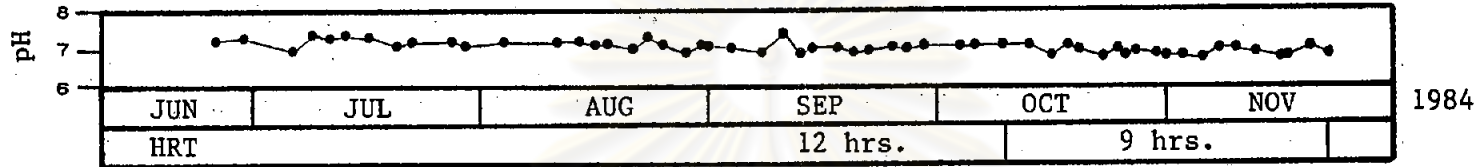
5.2.1 ค่าพีเอช (pH)

ภาพที่ 5.1-5.2 แสดงกราฟของพีเอชของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรองทั้งสอง และที่ระดับ 1.05 ม. จากด้านล่างเครื่องกรอง โดยมีค่าเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 5.1 ในช่วงการเริ่มเลี้ยงจุลชีพนั้นปรากฏว่าพีเอชของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรองมีค่าประมาณ 7.2 และมีค่าลดลงเล็กน้อยภายใต้ระยะเวลาที่เก็บน้ำ 12 ชม. โดยไม่ต้องมีการปรับพีเอชให้กับน้ำเสียสังเคราะห์ตลอดการทดลองแรกเลย และจะมีค่าค่อนข้างคงที่ทั้งสองเครื่องกรอง เมื่อทำการทดลองที่ระยะเวลาที่เก็บน้ำลดลง อันมีผลทำให้ค่าออร์แกนิกโหลดคิงเพิ่มขึ้น ปรากฏว่าค่าของพีเอชจะลดลงอยู่เสมอ ๆ จนต้องมีการปรับกำลังบัฟเฟอร์ของน้ำเสียให้มีค่าเพิ่มขึ้นในบางครั้ง ในวันที่ 23 พฤศจิกายน มีการเพิ่มพีเอชของน้ำเสียจาก 8.1 ไปเป็น 12.2 โดยไม่ทราบสาเหตุ ทำให้ระบบเกิดการล้มเหลวทั้งสองถังทันที พีเอชของน้ำทิ้งที่ออกมาของถังกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังและเต็มถังมีค่า 11.00 และ 10.95 ตามลำดับ และที่ระดับกลางถัง (1.05 ม. จากด้านล่าง) ค่าพีเอชจะสูงถึง 12.10 และ 12.20 ตามลำดับ ในการทดลองต่อมาราวเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนมกราคม ค่าพีเอชจะลดลงมาก จึงมีการเพิ่มกำลังบัฟเฟอร์ให้กับน้ำเสียในรูปของโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) และแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต (NH_4HCO_3) อย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม พีเอชของน้ำทิ้งจากเครื่องกรองทั้งสองมีค่าไม่แตกต่างกันนัก และมีแนวโน้มในการเพิ่มหรือลดไปในทางเดียวกัน

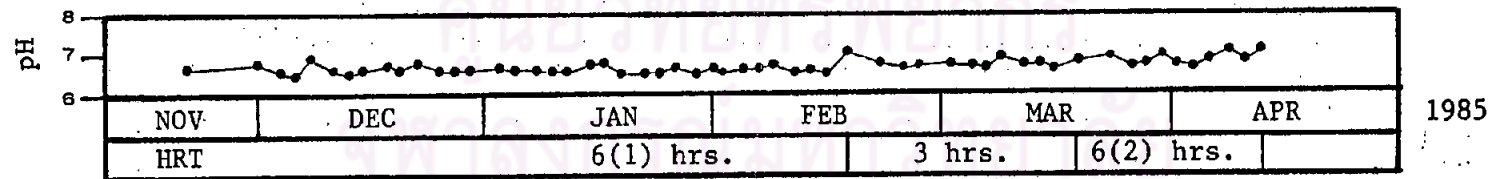
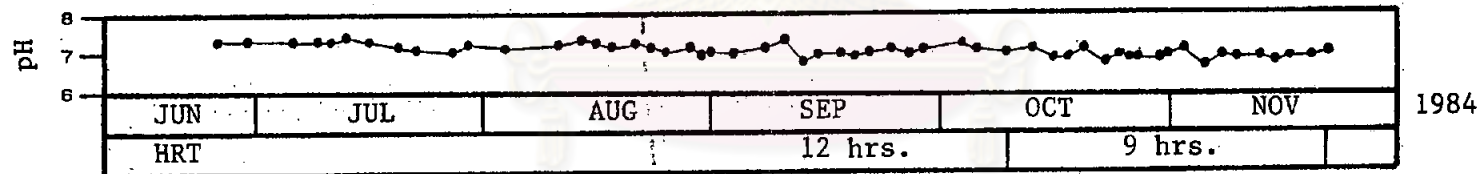
ส่วนพีเอชที่เปลี่ยนแปลงตามระดับความสูงภายในเครื่องกรองแสดงอยู่ในภาพที่ 5.3 โดยพีเอชจะมีค่าต่ำสุดที่ระดับตอนล่างของเครื่องกรอง และมีค่าเพิ่มขึ้นตามความสูงที่เพิ่มขึ้น

อนึ่ง ในการทดลองที่ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างจากทุก ๆ จุดตามระดับความสูง ทำให้ขาดข้อมูลส่วนนี้ไป แต่ข้อมูลในช่วงก่อนหน้านี้อยู่ในสภาวะคงตัวแล้ว (Steady State) จึงทำการทดลองที่ระยะเวลาที่เก็บน้ำ 6 ชม. ถัดไป และจากการที่ระบบล้มเหลวในการทดลอง

เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

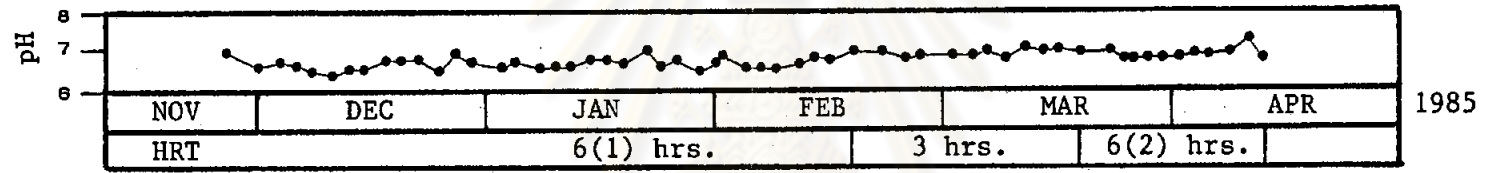
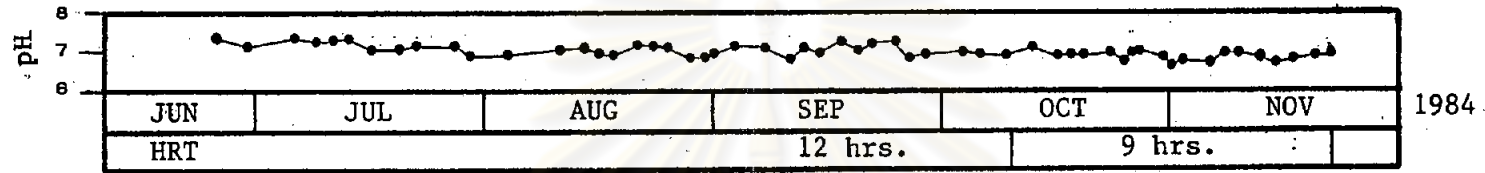


เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

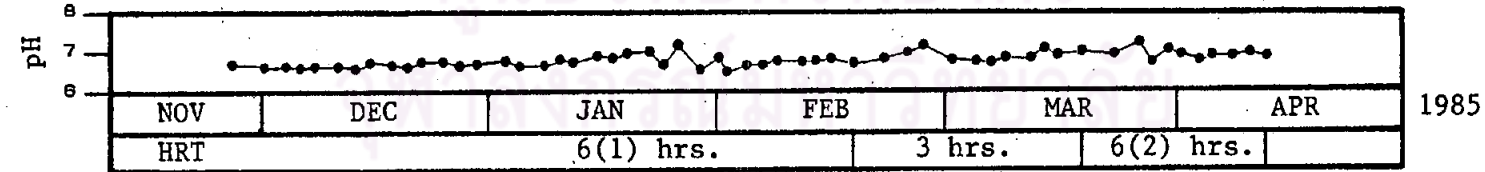
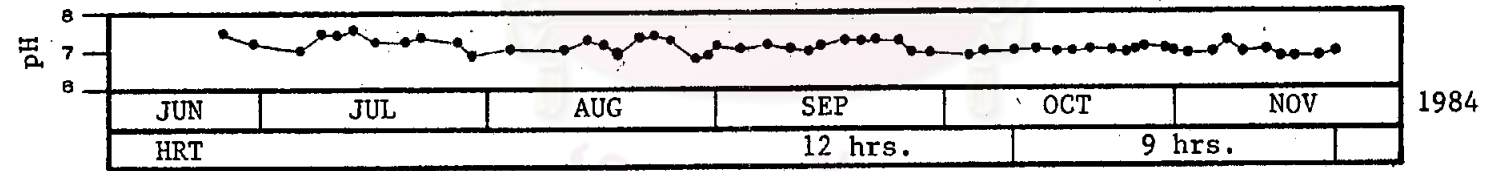


ภาพที่ 5.1 แสดงพีเอชของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง

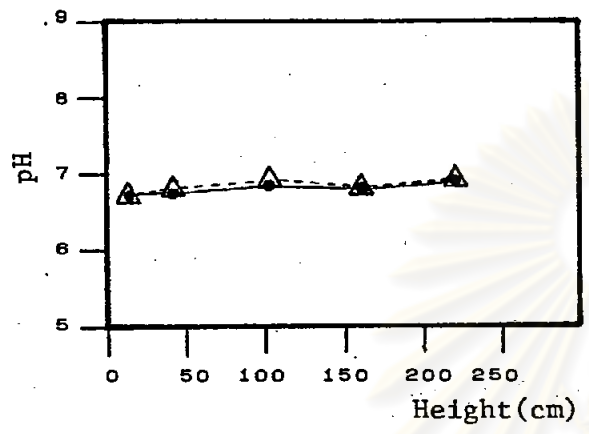
เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง



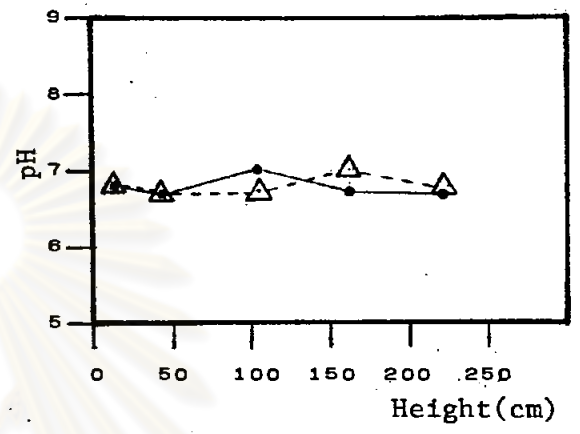
เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง



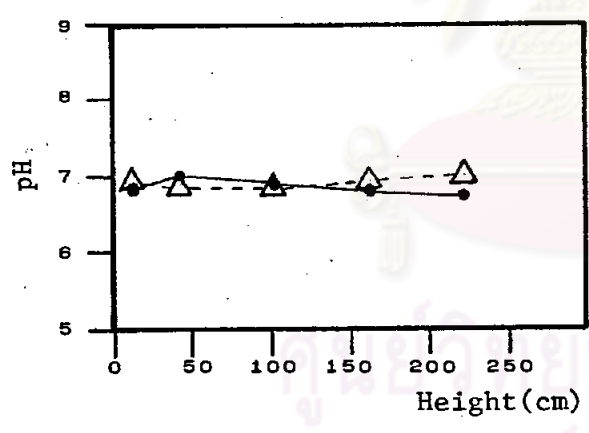
ภาพที่ 5.2 แสดงพีเอชภายในเครื่องกรองที่ระดับ 1.05 เมตร



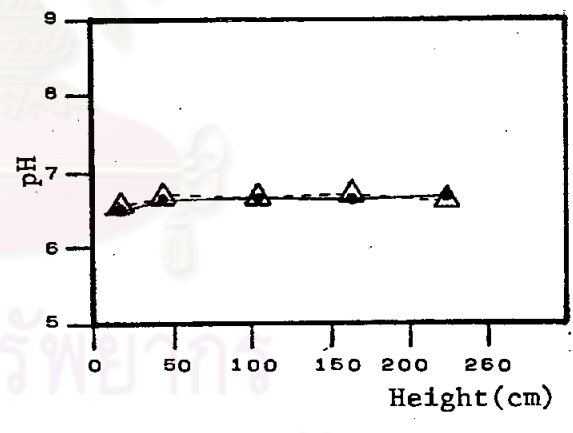
HRT 12 hrs.



HRT 6₁ hrs.



HRT 3 hrs.



HRT 6₂ hrs.

● — ● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△ - - △ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.3 แสดงพีเอชที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในเครื่องกรอง

ตอนที่สอง ยังผลให้การทดลองในตอนที่สาม (ที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 6 ชม.) กินเวลานานกว่าระบบจะฟื้นตัว อีกทั้งยังขาดความสมบูรณ์ของข้อมูล เท่าที่ควร จึงทำการทดลองที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 6 ชม. ซ้ำอีกทีภายหลัง

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยของพีเอชที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำต่าง ๆ กัน ณ สภาวะคงตัว

เวลากักเก็บน้ำ (ชม.)	ที่ระดับ 1.05 เมตร		ที่ระดับทางออก	
	เครื่องกรองครึ่งถัง	เครื่องกรองเต็มถัง	เครื่องกรองครึ่งถัง	เครื่องกรองเต็มถัง
12	7.06	7.01	6.98	6.99
9	6.85	6.88	6.88	6.86
6 ₁	6.74	6.64	6.74	6.71
6 ₂	6.94	6.88	6.96	6.91
3	6.98	6.88	6.88	6.78

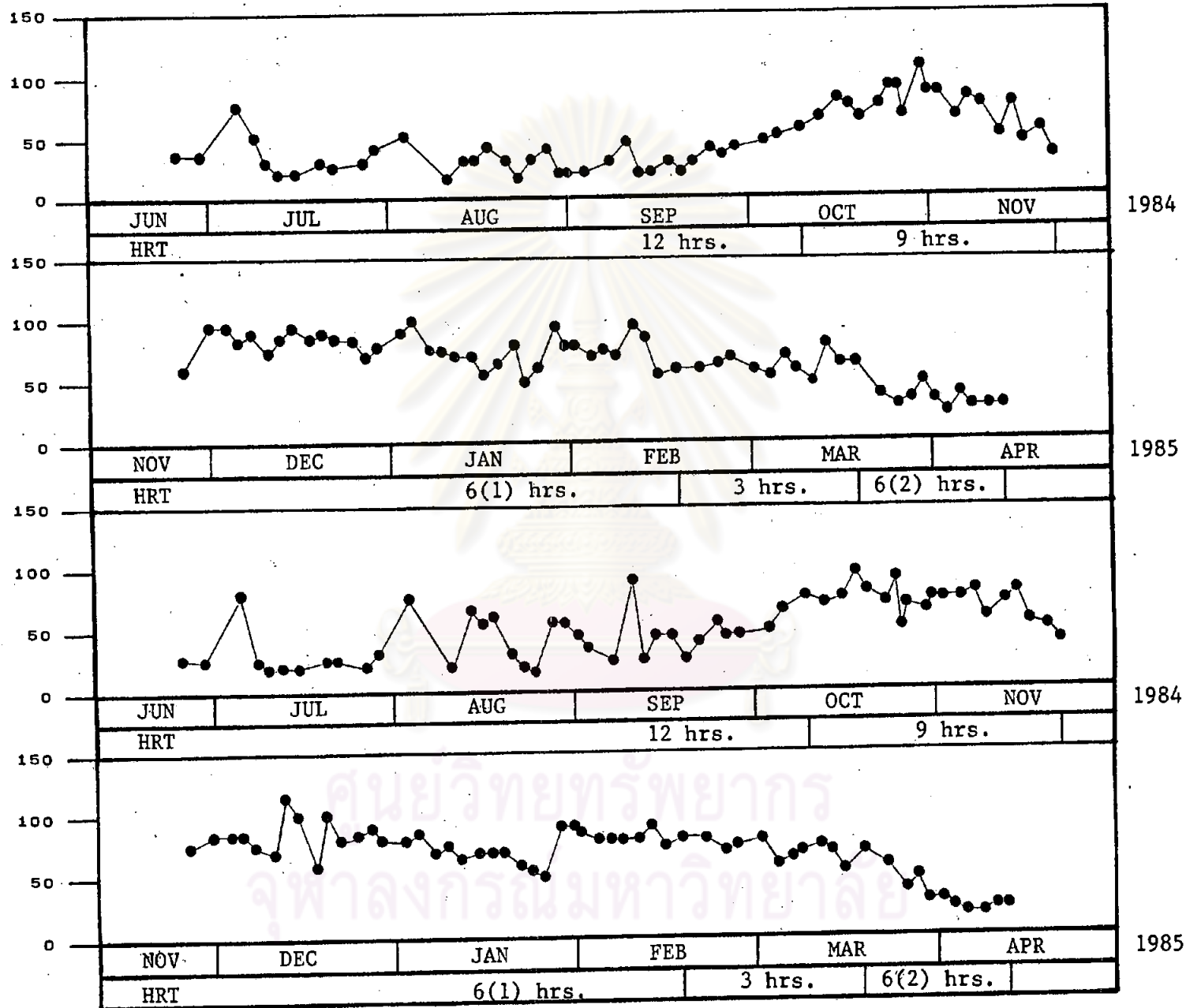
5.2.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัว สภาวะความเป็นด่างรวม และสภาวะความเป็นด่างไบคาร์บอเนต

กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Volatile Fatty Acid)

ในระยะแรก ๆ ของการทดลอง ปรากฏว่าปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวยังอยู่ในระดับต่ำทั้งสองเครื่องกรอง และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป โดยมีการสะสมของกรดไขมันไม่อิ่มตัวตามการเพิ่มออร์แกนิกโหลดคิง ดังภาพที่ 5.4-5.5 แสดงกราฟของกรดไขมันไม่อิ่มตัวของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง และภายในเครื่องกรองที่ระดับ 1.05 เมตร โดยมีค่าเฉลี่ย ณ สภาวะคงตัวดังแสดงในตารางที่ 5.2 ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีค่าสูงสุดที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 6 ชม. ของการทดลองครั้งแรกทั้งสองเครื่องกรอง ต่อมาปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีค่าต่ำลง และมีค่าต่ำสุดในการทดลองช่วงสุดท้าย ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวภายในเครื่องกรองทั้งสองมีค่าสูงกว่าน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง โดยมีค่าสูงสุดที่ระดับล่างสุดของเครื่องกรอง และมีค่าลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 5.6 แต่อัตราการลดลงในเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังจะมากกว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถังอยู่เล็กน้อย และที่ระดับเดียวกัน ปรากฏว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังมักจะมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง ยกเว้นเฉพาะการทดลองที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 6 ชม. ในตอนแรก

VFA (mg/l) as CH₃COOH

VFA (mg/l) as CH₃COOH

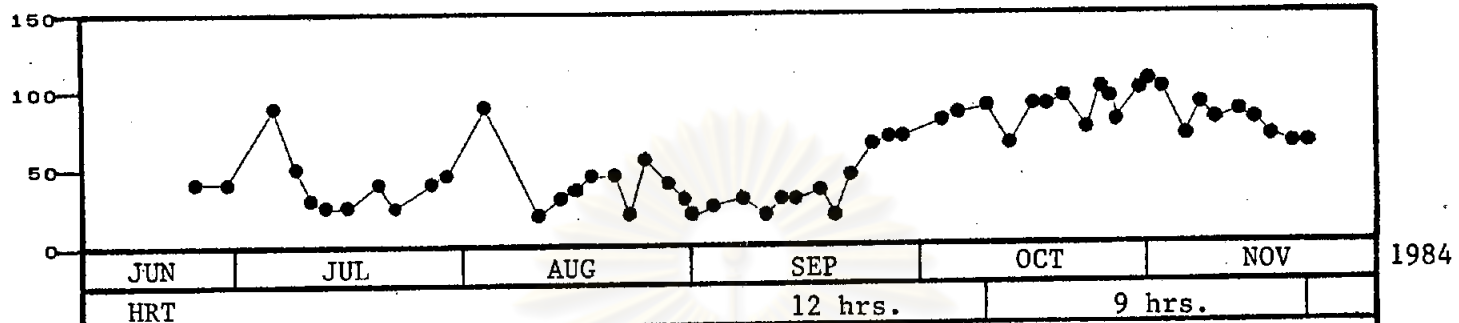


เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

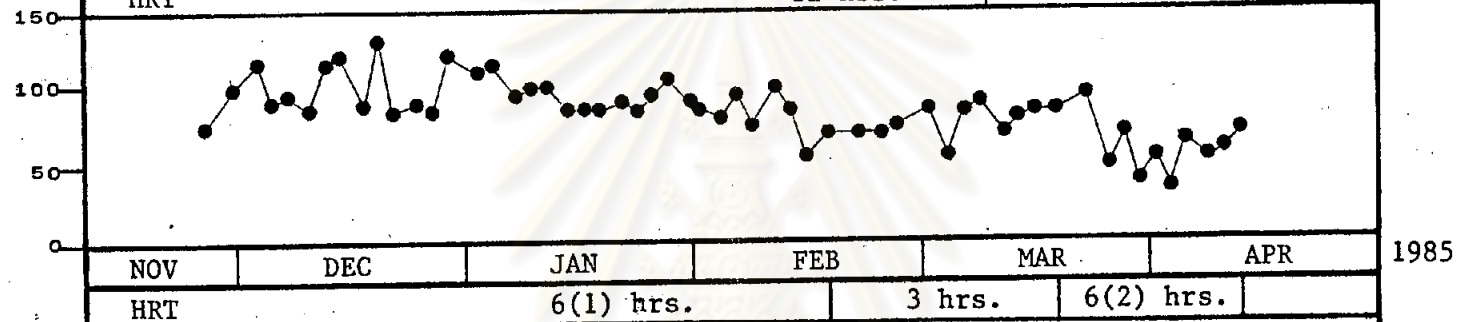
เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.4 แสดงกราฟเวลาไหลของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง

VFA (mg/l) as CH₃COOH

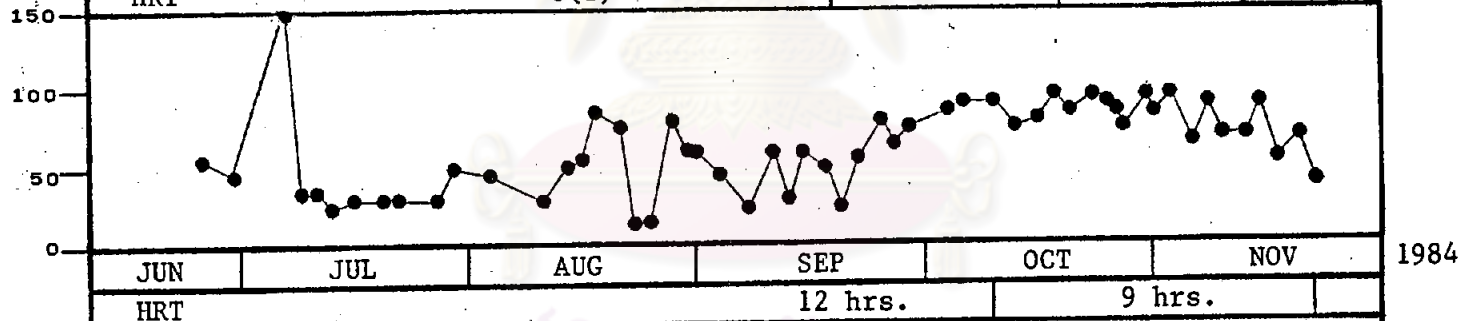


1984

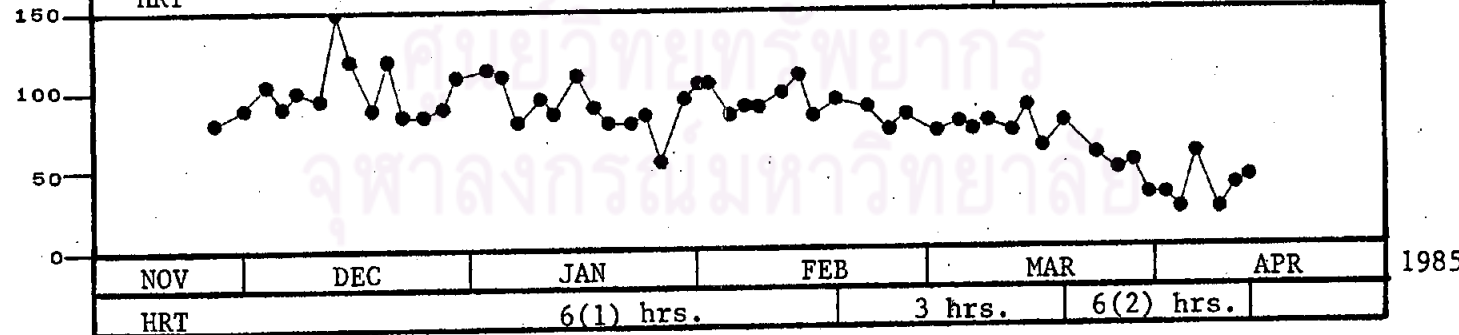


1985

VFA (mg/l) as CH₃COOH



1984

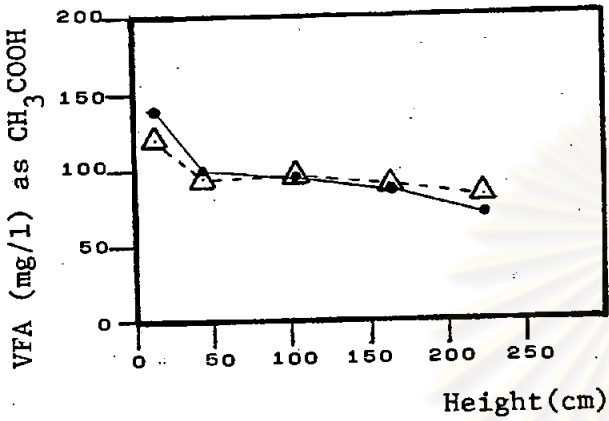


1985

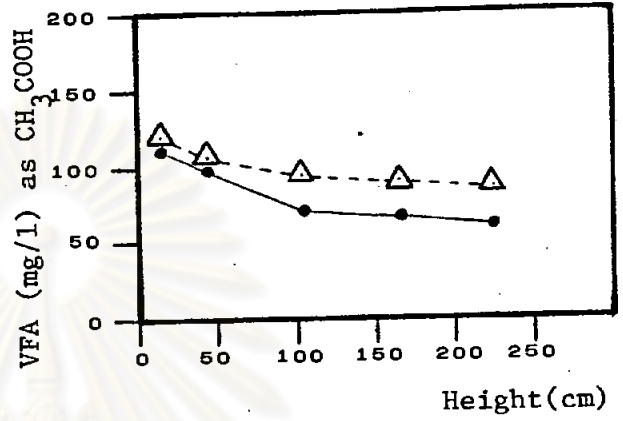
เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

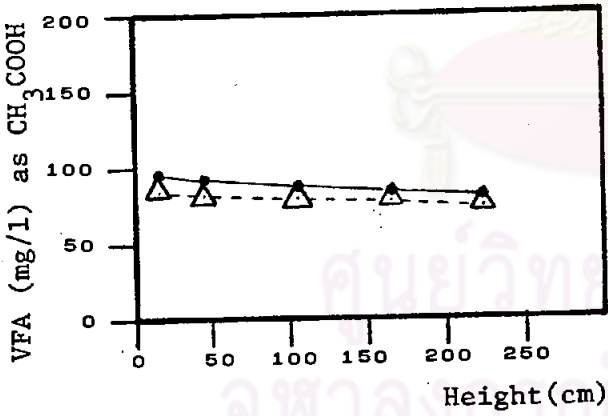
ภาพที่ 5.5 แสดงกรดไขมันในเครื่องกรองที่ระดับ 1.05 เมตร



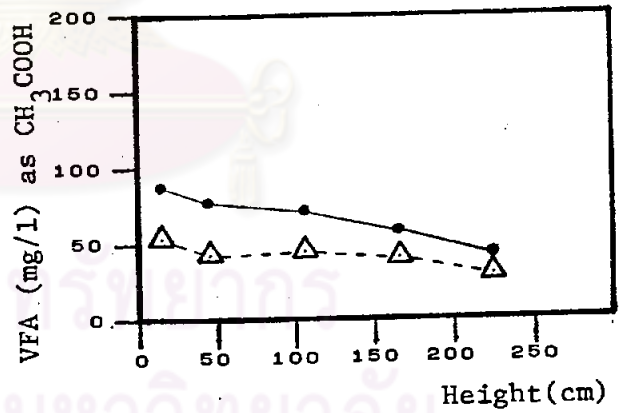
HRT 12 hrs.



HRT 6₁ hrs.



HRT 3 hrs.



HRT 6₂ hrs.

●—● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△---△ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.6 แสดงกรดไขมันอิสระที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าเฉลี่ยของกรดโวลลาไทล์.มก/ล. (ในรูป CH_3COOH) ณ สภาวะคงตัว

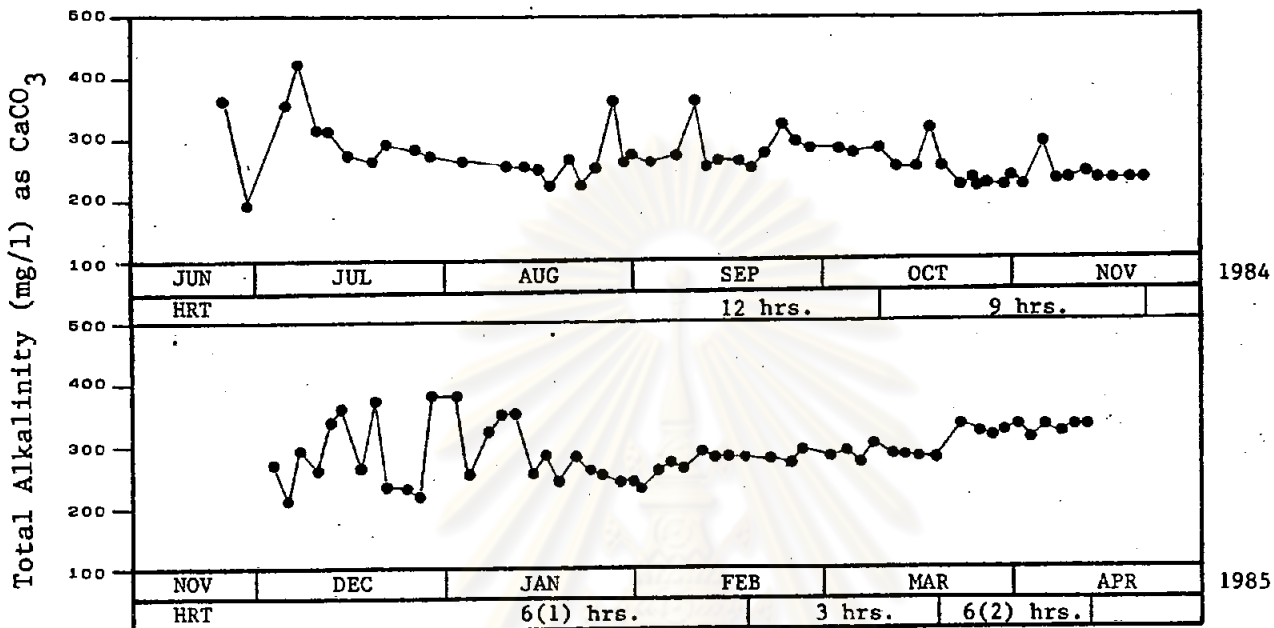
เวลากักเก็บน้ำ (ชม.)	ที่ระดับ 1.05 เมตร		ที่ระดับทางออก	
	เครื่องกรองเครื่องตั้ง	เครื่องกรองเดิมตั้ง	เครื่องกรองเครื่องตั้ง	เครื่องกรองเดิมตั้ง
12	56.73	64.09	35.18	56.50
9	76.13	69.13	59.83	63.25
6 ₁	83.90	95.75	75.80	81.75
6 ₂	53.67	37.00	35.14	23.50
3	80.25	77.33	63.63	66.83



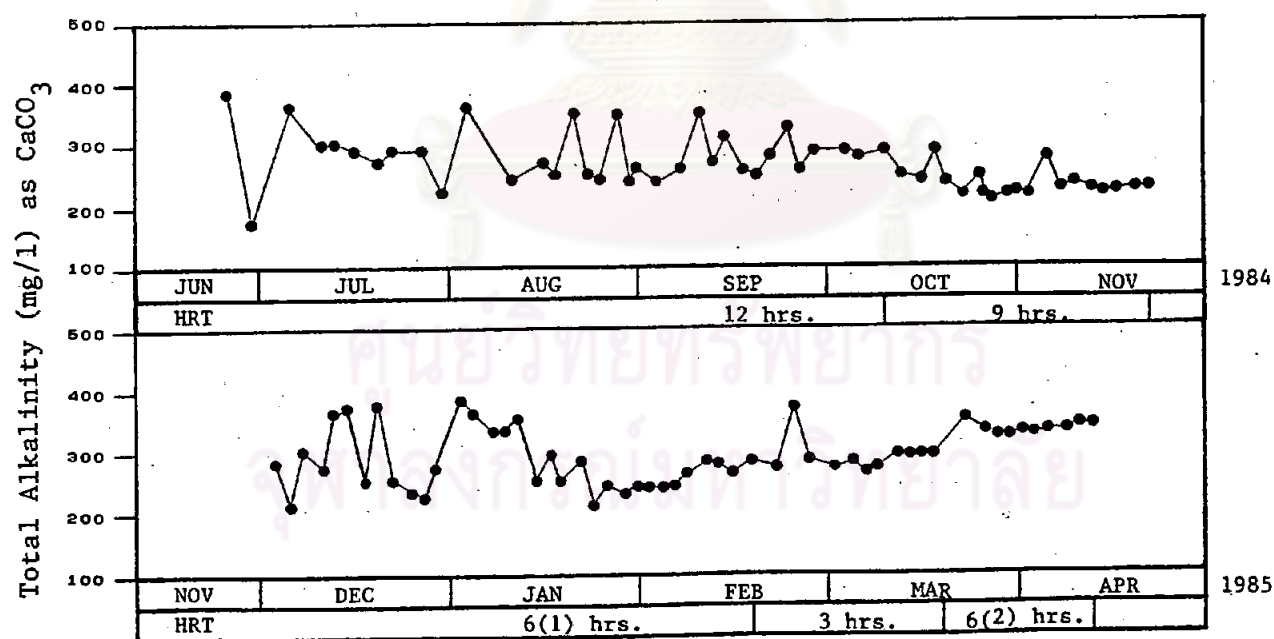
สภาพความเป็นด่างรวม (Total Alkalinity)

สภาพความเป็นด่างรวมของเครื่องกรองทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน ในระหว่างการทดลองแรก ๆ ปรากฏว่าสภาพความเป็นด่างรวมจะมีค่าต่ำกว่าการทดลองช่วงหลัง ๆ สภาพความเป็นด่างรวมจะมีค่าสูงสุดในการทดลองตอนสุดท้ายที่ระยะเวลากักเก็บน้ำ 6 ชม. ภาพที่ 5.7-5.8 แสดงกราฟของสภาพความเป็นด่างรวมของน้ำที่ออกจากเครื่องกรอง และภายในเครื่องกรองที่ระดับ 1.05 เมตร โดยมีค่าเฉลี่ย ณ สภาวะคงตัวดังแสดงในตารางที่ 5.3

ส่วนการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นด่างรวมตามระดับความสูงต่าง ๆ ภายในเครื่องกรองได้แสดงอยู่ในภาพที่ 5.9 โดยที่สภาพความเป็นด่างรวมจะมีค่าต่ำสุดที่ระดับตอนล่างของเครื่องกรอง และมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นของเครื่องกรองทั้งสอง และที่จุดล่างของเครื่องกรองที่ระดับ 0.15 เมตร และ 0.45 เมตร มักพบว่ามีความแตกต่างของสภาพความเป็นด่างรวมมากกว่าจุดอื่น ๆ

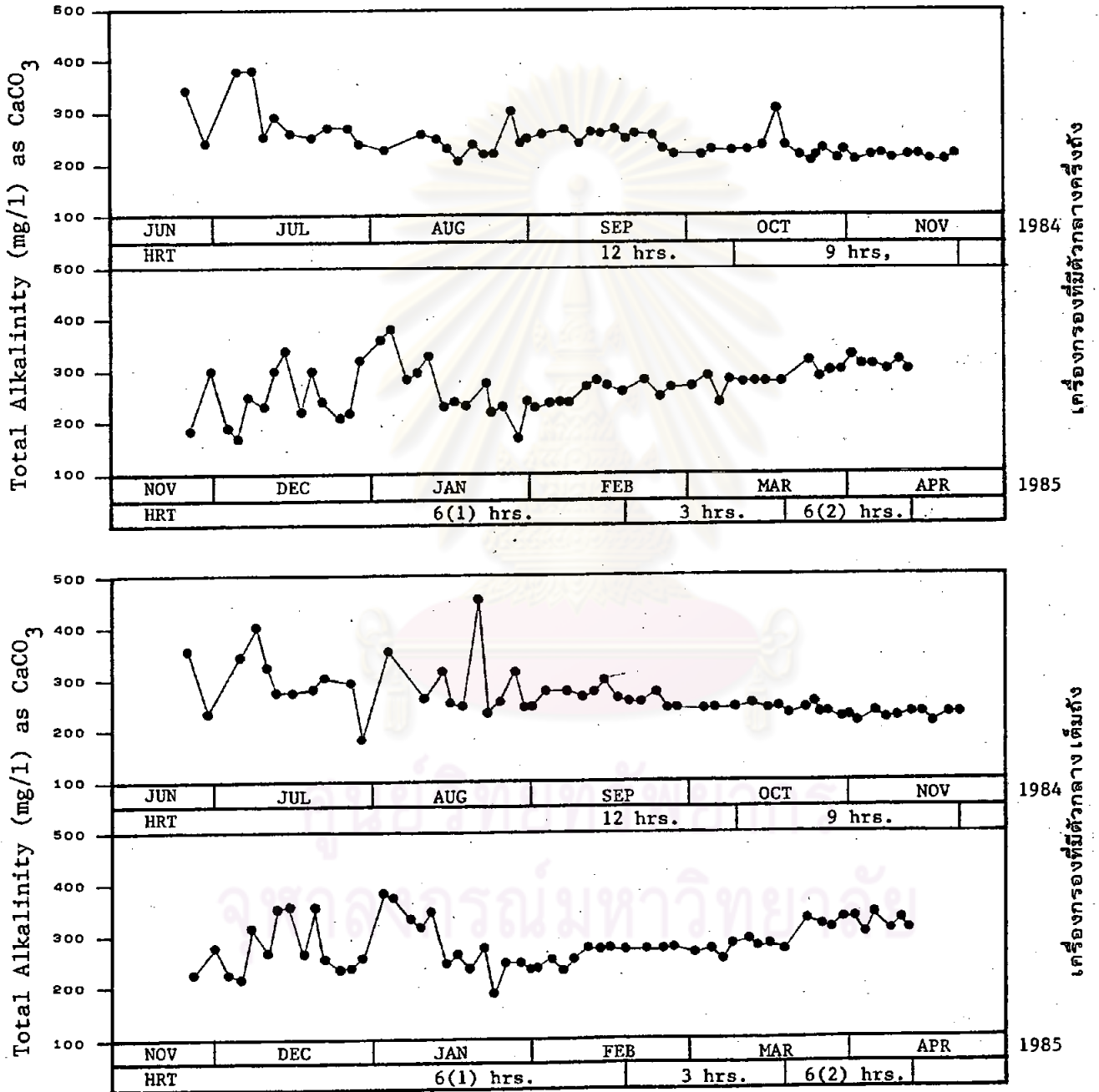


เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

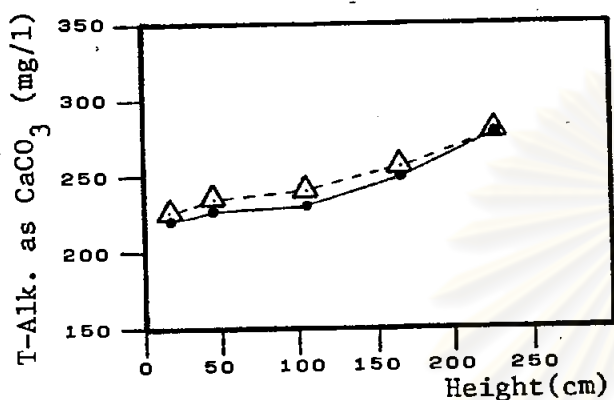


เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

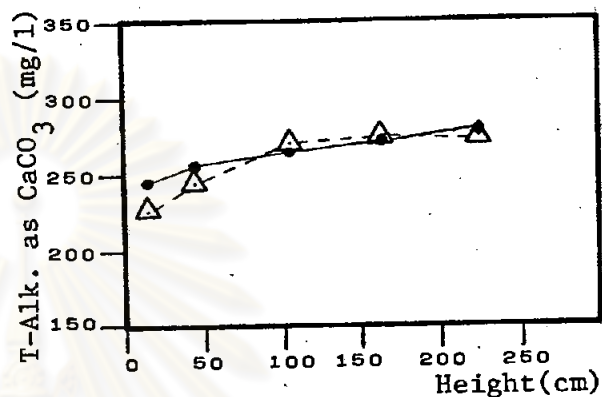
ภาพที่ 5.7 แสดงความเป็นต่างรวมของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง



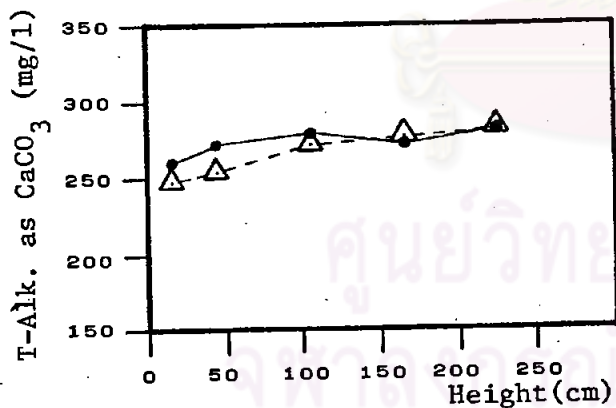
ภาพที่ 6.8 แสดงความเป็นด่างรวมภายในเครื่องกรองที่ระดับ 1.05 เมตร



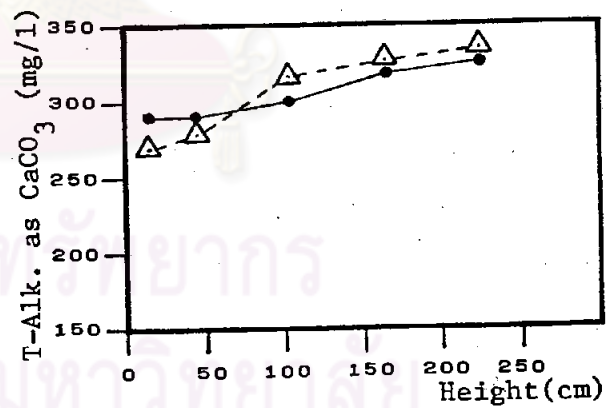
HRT 12 hrs.



HRT 6₁ hrs.



HRT 3 hrs.



HRT 6₂ hrs.

●—● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△---△ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.9 แสดงความเป็นค่ารวมที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในเครื่องกรอง

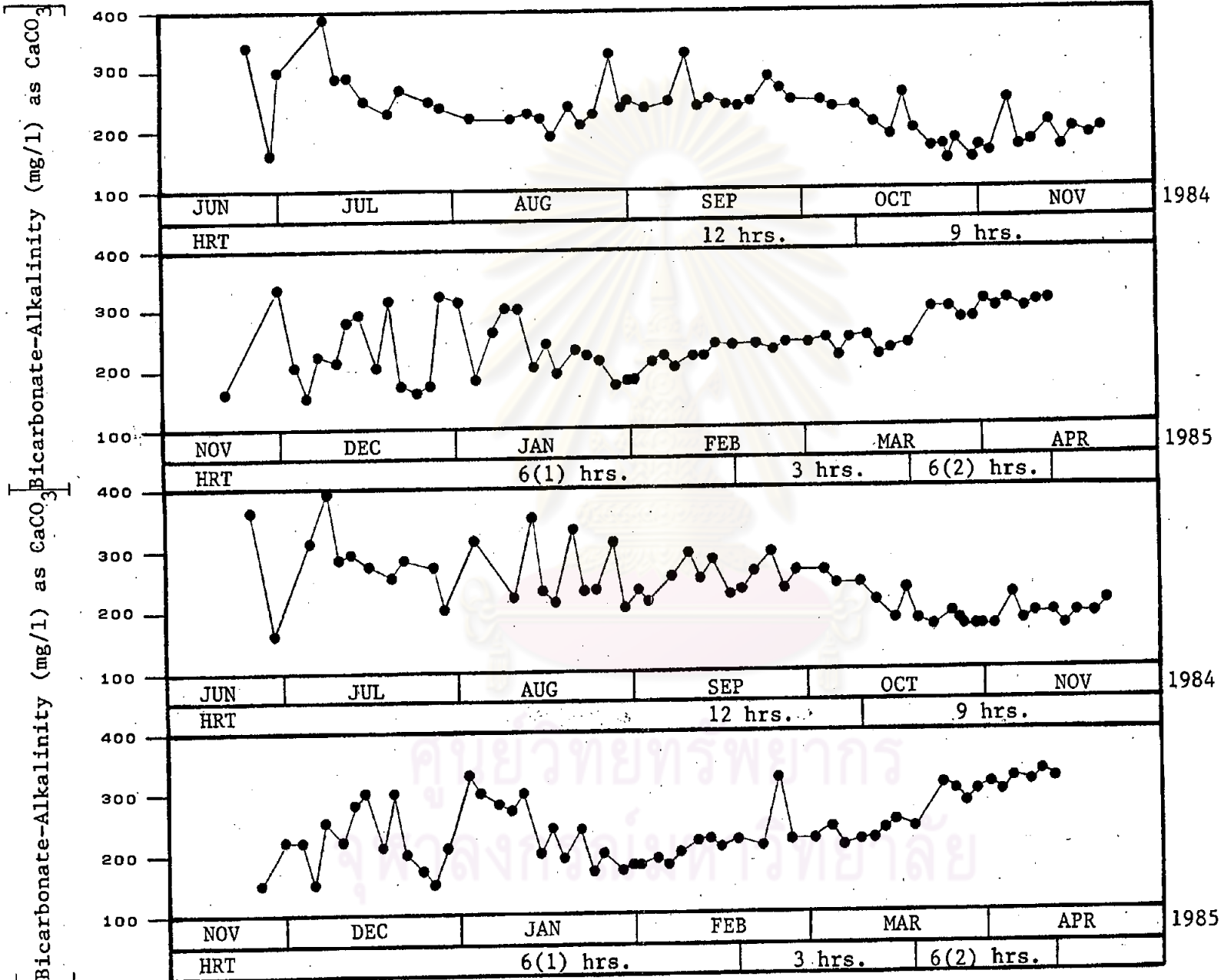
ตารางที่ 5.3 แสดงค่าเฉลี่ยของสภาพความเป็นด่างรวม, มก./ล. (ในรูป CaCO_3) ณ สภาวะคงตัว

เวลากักเก็บน้ำ (ชม.)	ที่ระดับ 1.05 เมตร		ที่ระดับทางออก	
	เครื่องกรองครึ่งถัง	เครื่องกรองเต็มถัง	เครื่องกรองครึ่งถัง	เครื่องกรองเต็มถัง
12	245.27	240.20	273.91	283.60
9	213.75	225.50	238.75	237.25
6 1	262.00	253.38	243.10	258.00
6 2	309.29	319.83	325.14	331.17
3	272.36	274.33	262.88	280.00

สภาพความเป็นด่างไบคาร์บอเนต (Bicarbonate Alkalinity)

สภาพความเป็นด่างไบคาร์บอเนตสามารถบอกถึงกำลังบัฟเฟอร์ได้ดีกว่าสภาพความเป็นด่างรวม เพราะสภาพความเป็นด่างรวมอาจเป็นผลเนื่องจากสภาพความเป็นด่างไบคาร์บอเนต และ/หรือสภาพความเป็นด่างอื่นเกิดจากกรดไวลาไธล (Volatile Acid Alkalinity) ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการหมักแบบไร้ออกซิเจนในเครื่องกรอง โดยมีการสลายตัวของสารประกอบไนโตรเจน จากสารอาหารของแบคทีเรียในรูปของยูเรียที่เติมให้กับน้ำเสียสังเคราะห์ จากการทดลองปรากฏว่าสภาพความเป็นด่างในระยะแรก ๆ มีค่าต่ำกว่าการทดลองช่วงหลัง ๆ ทั้งสองถังกรอง ซึ่งคล้ายคลึงกับสภาพความเป็นด่างรวม และจะมีค่าสูงสุดในการทดลองตอนสุดท้ายที่ระยะเวลาเก็บน้ำ 6 ชม. ดังภาพที่ 5.10-5.11 แสดงกราฟของสภาพความเป็นด่างไบคาร์บอเนตของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง และที่ระดับ 1.05 เมตร โดยมีค่าเฉลี่ย ณ สภาวะคงตัวดังแสดงในตารางที่ 5.4

ส่วนการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นด่างไบคาร์บอเนตที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในเครื่องกรองแสดงอยู่ในภาพที่ 5.12 โดยที่สภาพความเป็นด่างไบคาร์บอเนตจะมีค่าต่ำสุดที่ระดับล่างสุดของเครื่องกรอง และมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นของเครื่องกรองทั้งสอง ในการทดลองระยะแรก ๆ จะมีสภาพความเป็นด่างไบคาร์บอเนตที่แต่ละระดับความสูงน้อยกว่าการทดลองในช่วงหลัง ๆ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับสภาพความเป็นด่างรวม



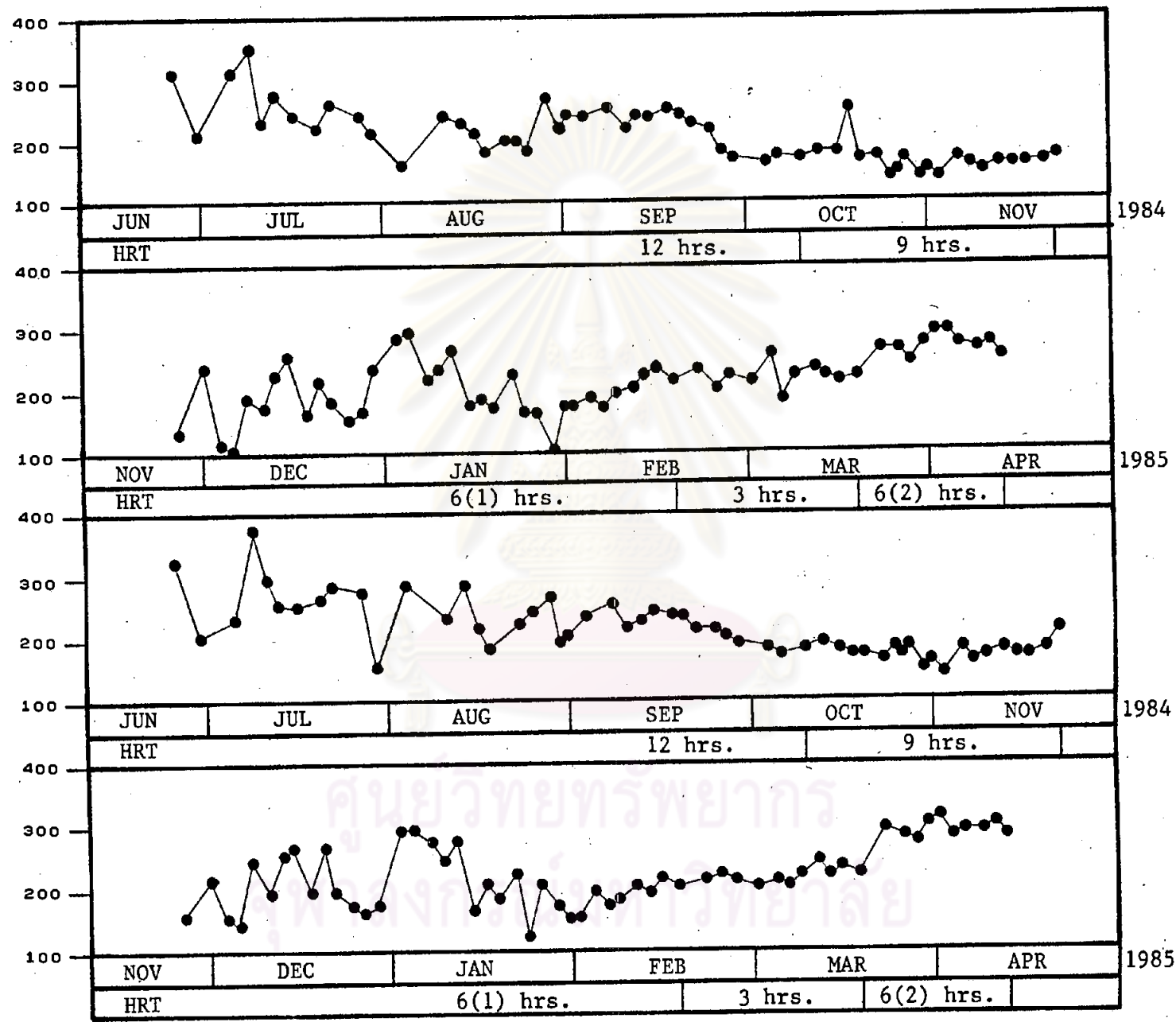
เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

เครื่องกรองที่มีตัวกลาง เต็มถัง



ภาพที่ 5.10 แสดงความเป็นค่าไบคาร์บอเนตของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง

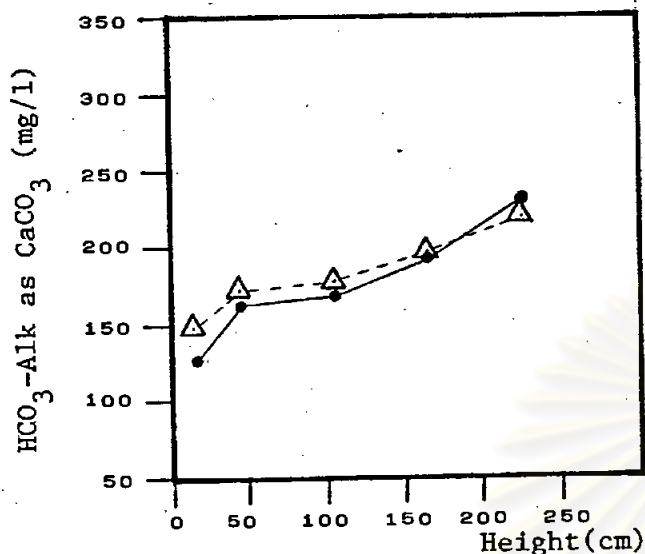
Bicarbonate-Alkalinity (mg/l) as CaCO₃



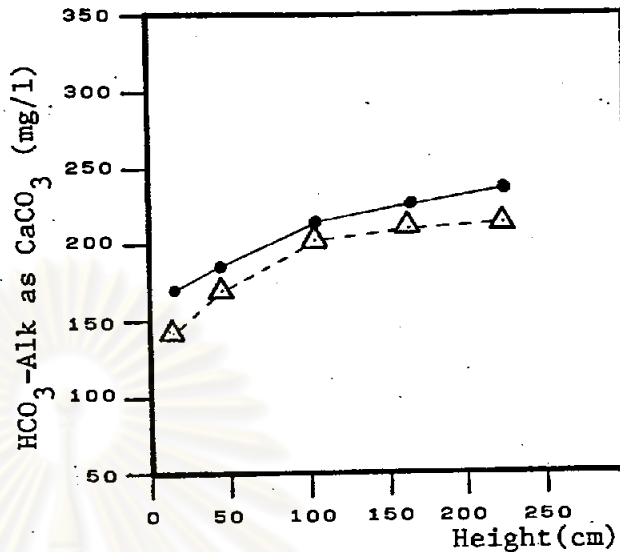
เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

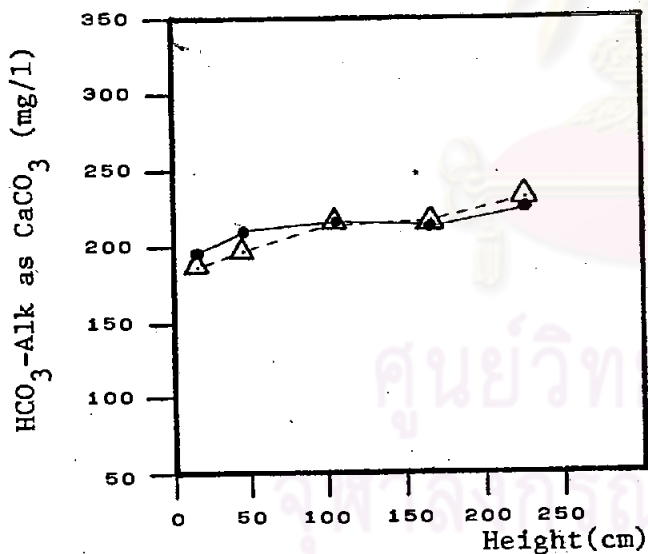
ภาพที่ 5.11 แสดงความเป็นค่าไบคาร์บอเนตภายในเครื่องกรองที่ระดับ 1.05 เมตร



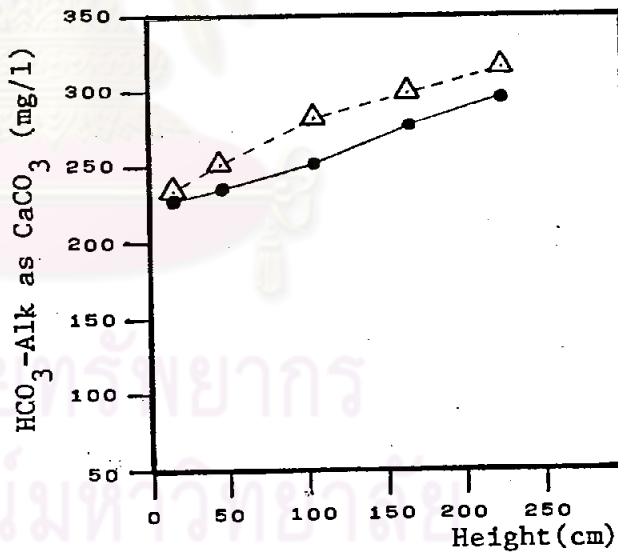
HRT 12 hrs.



HRT 6₁ hrs.



HRT 3 hrs.



HRT 6₂ hrs.

●—● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△---△ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.12 แสดงความเป็นด่างไบคาร์บอเนตที่ระดับความสูงต่าง ๆ

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าเฉลี่ยของความเป็นด่างไบคาร์บอเนต,มก./ล. (ในรูปของ CaCO_3)

เวลากักเก็บน้ำ (ชม.)	ที่ระดับ 1.05 เมตร		ที่ระดับทางออก	
	เครื่องกรองครึ่งถัง	เครื่องกรองเต็มถัง	เครื่องกรองครึ่งถัง	เครื่องกรองเต็มถัง
12	249.00	248.80	205.09	170.80
9	196.63	192.38	160.00	176.50
6 ₁	208.40	200.25	183.90	185.63
6 ₂	300.29	314.50	271.43	293.67
3	237.88	232.83	215.63	219.67

อัตราส่วนกรดไวลาไทล์ต่อสภาพความเป็นด่างรวม (VFA/T-Alk.)

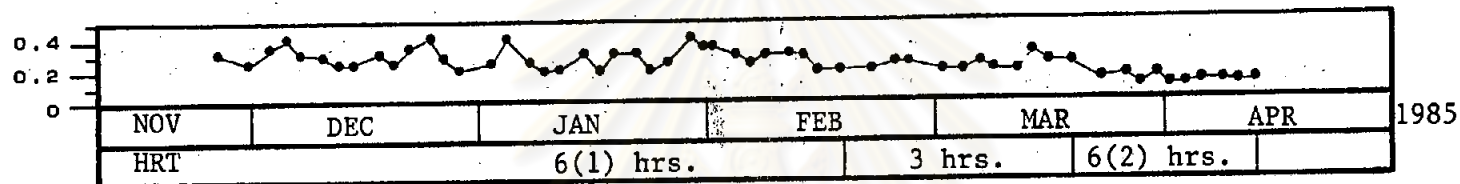
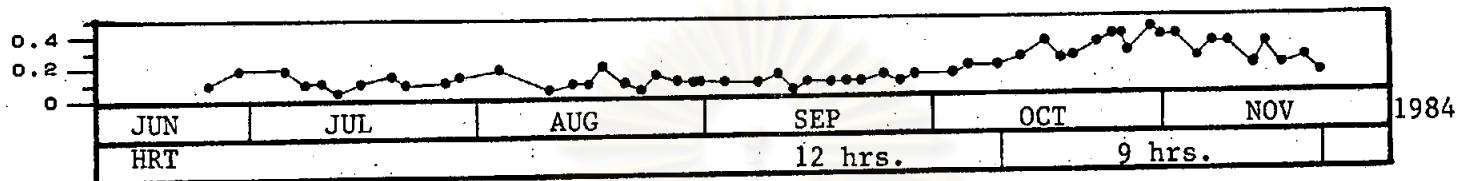
อัตราส่วนนี้แสดงถึงดุลยภาพระหว่างปริมาณกรดไวลาไทล์ กับกำลังบัฟเฟอร์ที่มีอยู่ในระบบ ในช่วงการทดลองสองตอนแรกจะมีอัตราส่วนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และมีค่าลดลงในการทดลองสองตอนหลัง น้ำเสียภายในถังกรองจะมีอัตราส่วนนี้มากกว่าน้ำทิ้งที่ออกจากถังกรอง ภาพที่ 5.13-5.14 แสดงกรดไวลาไทล์ต่อสภาพความเป็นด่างรวมของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรองทั้งสอง และภายในเครื่องกรองที่ระดับ 1.05 เมตร โดยมีค่าเฉลี่ย ณ สภาวะคงตัวดังแสดงในตารางที่ 5.5

ในภาพที่ 5.15 แสดงอัตราส่วนระหว่างกรดไวลาไทล์ต่อสภาพความเป็นด่างรวมที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในเครื่องกรอง อัตราส่วนนี้จะมีค่าสูงสุดที่ระดับตอนล่างของเครื่องกรอง และมีค่าลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น

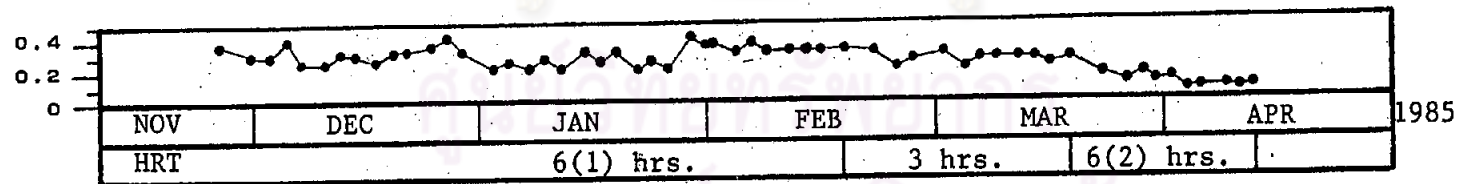
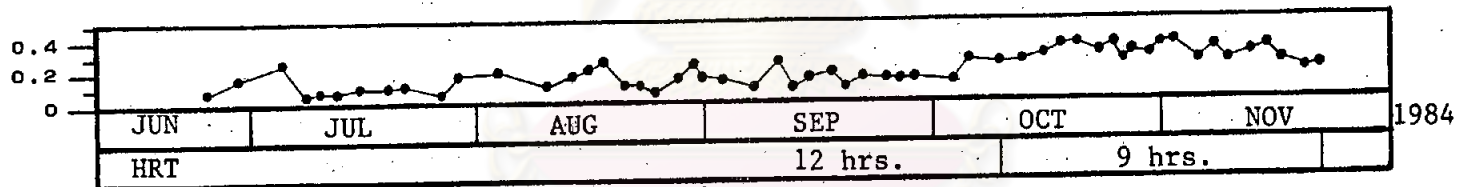
ตารางที่ 5.5 แสดงค่าเฉลี่ยของกรดไวลาไทล์ต่อสภาพความเป็นด่างรวม ณ สภาวะคงตัว

เวลากักเก็บน้ำ (ชม.)	ที่ระดับ 1.05 เมตร		ที่ระดับทางออก	
	เครื่องกรองครึ่งถัง	เครื่องกรองเต็มถัง	เครื่องกรองครึ่งถัง	เครื่องกรองเต็มถัง
12	0.13	0.20	0.27	0.34
9	0.25	0.27	0.36	0.31
6 ₁	0.29	0.32	0.36	0.38
6 ₂	0.11	0.07	0.17	0.12
3	0.23	0.24	0.30	0.29

VFA/T-Alk



VFA/T-Alk.

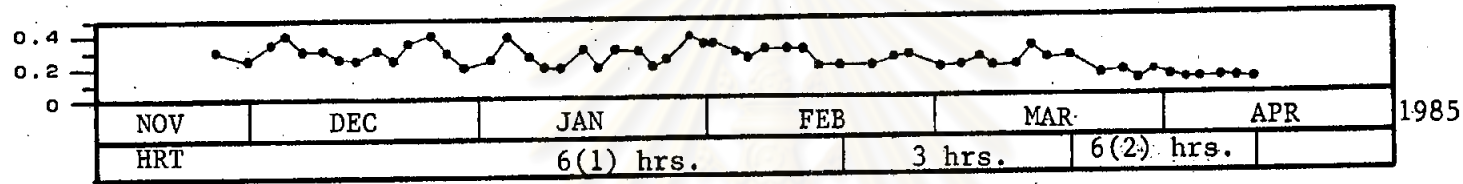
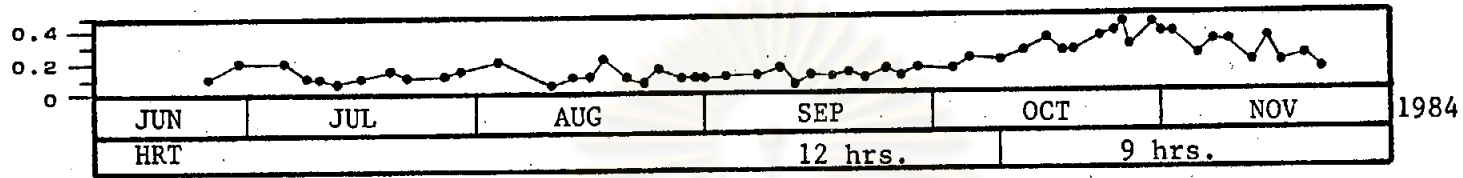


เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

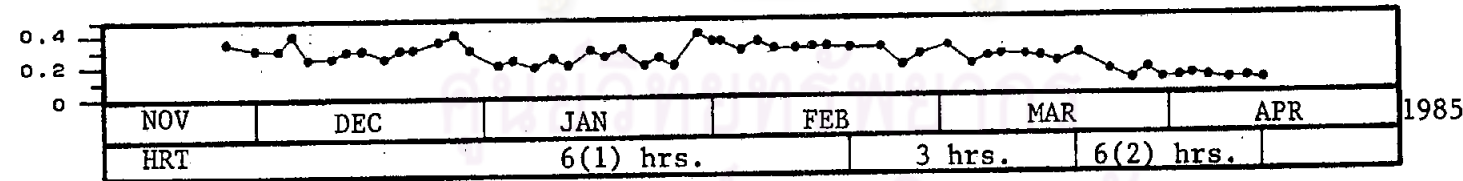
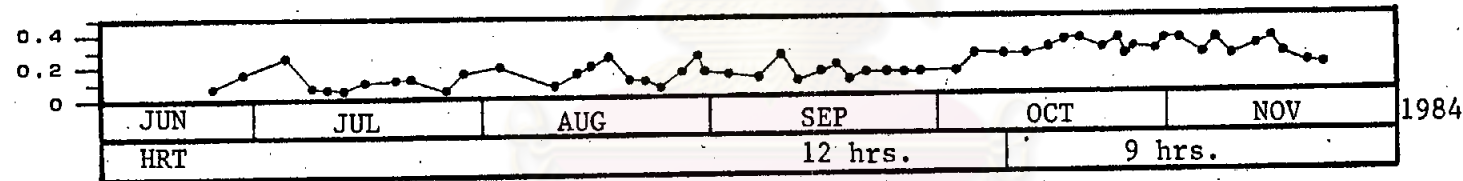
เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.13 แสดงอัตราส่วนกรดเวลาไหลต่อความเป็นด่างรวมของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง

VFA/T-Alk.



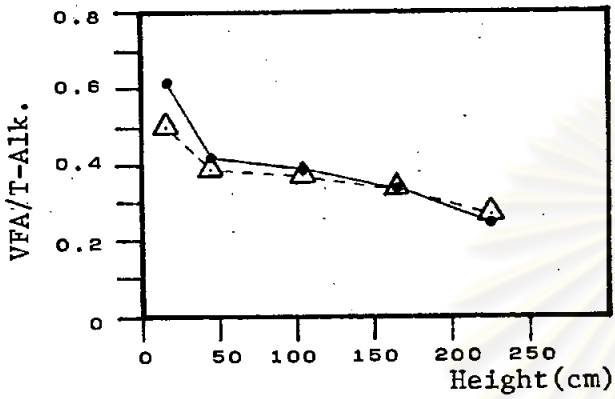
VFA/T-Alk.



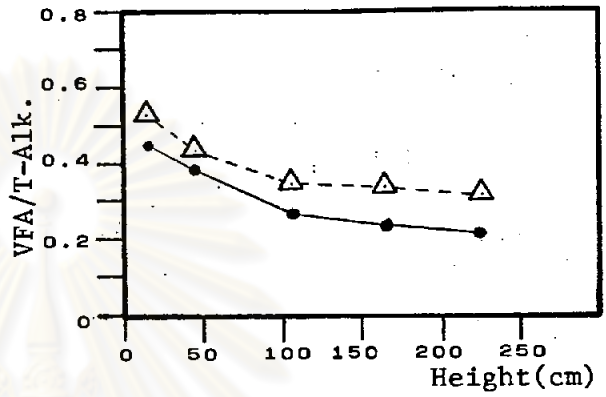
เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

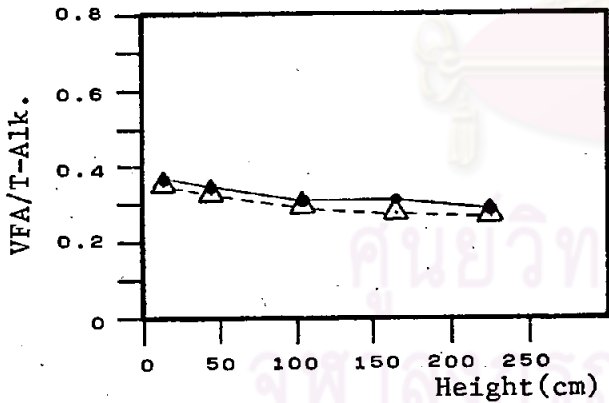
ภาพที่ 5.14 แสดงอัตราส่วนกรดเวลาไหลต่อความเป็นด่างรวมภายในเครื่องกรองที่ระดับ 1.05 เมตร



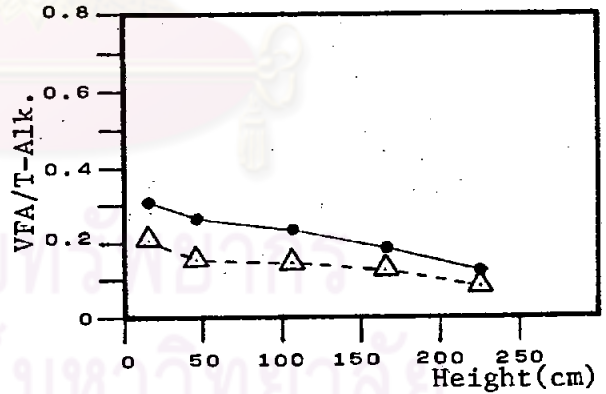
HRT 12 hrs.



HRT 6₁ hrs.



HRT 3 hrs.



HRT 6₂ hrs.

●—● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△---△ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.15 แสดงกรดไขมันอิสระต่อความเป็นด่างรวมที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในเครื่องกรอง



5.2.3 ไออาร์พี (Oxidation-Reduction Potential)

ภาพที่ 5.16-5.17 แสดงกราฟของไออาร์พีของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง ทั้งสอง และภายในเครื่องกรองที่ระดับ 1.05 เมตร จากด้านล่างเครื่องกรอง จะเห็นได้ว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าไออาร์พีของเครื่องกรองทั้งสองจะมีลักษณะที่เพิ่มหรือลดใกล้เคียงกันตลอด ค่าเฉลี่ยของไออาร์พีที่สภาวะคงตัวจะมีค่าดังตารางที่ 5.6 ในช่วงการทดลองสาม ตอนแรกที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 12 ชม. 9 ชม. และ 6 ชม.ตามลำดับจะมีค่าเฉลี่ยไออาร์พีต่ำกว่าการทดลองสองตอนหลังเล็กน้อย โดยมากจะมีค่าอยู่ในช่วง -160 ถึง -230

ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าไออาร์พีที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในเครื่องกรอง แสดงอยู่ในภาพที่ 5.18 ค่าไออาร์พีจะต่ำสุดที่บริเวณตอนล่างของเครื่องกรอง และจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นทั้งสองเครื่องกรอง จุดที่มีชั้นสลัดจ์สะสมอยู่มาก (ที่ระดับ 0.15 ม. และ 0.45 ม. จากด้านล่าง) จะมีค่าไออาร์พีใกล้เคียงกัน

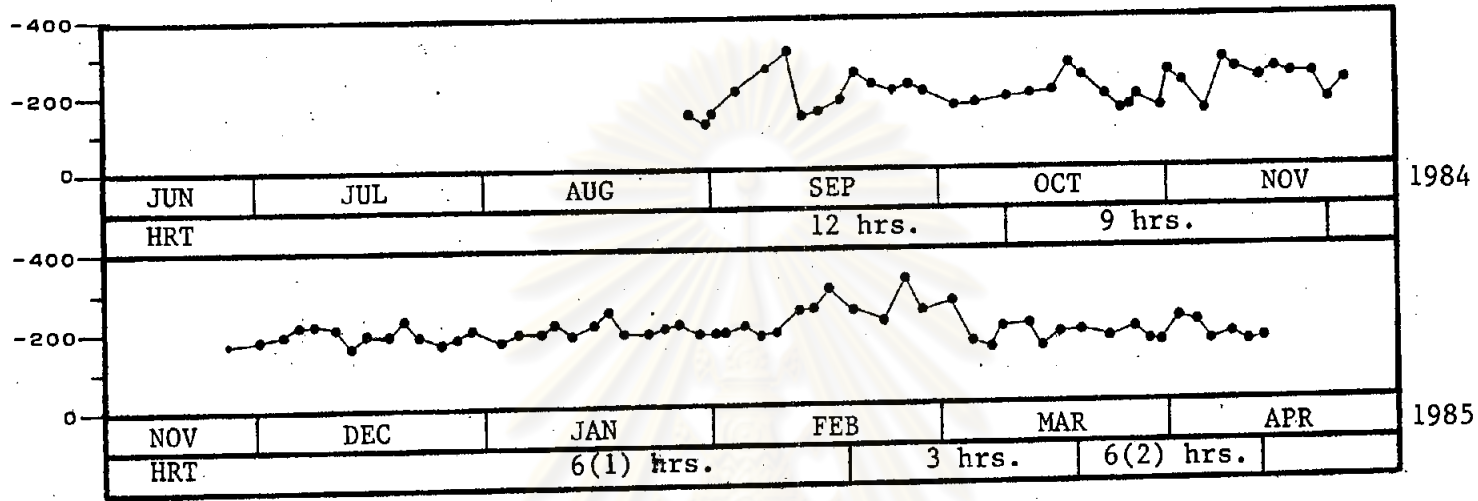
ตารางที่ 5.6 แสดงค่าเฉลี่ยของไออาร์พี, มิลลิโวลท์ ที่เวลาพักเก็บน้ำต่าง ๆ กัน

เวลาพักเก็บน้ำ (ชม.)	ที่ระดับ 1.05 เมตร		ที่ระดับทางออก	
	เครื่องกรอง ครึ่งถัง	เครื่องกรอง เต็มถัง	เครื่องกรอง ครึ่งถัง	เครื่องกรอง เต็มถัง
12	-209	-215	-186	-189
9	-206	-218	-228	-211
6 ₁	-197	-202	-210	-212
6 ₂	-173	-166	-171	-170
3	-169	-174	-171	-181

5.2.4 ตะกอนแขวนลอย และตะกอนแขวนลอยเวลาไหล

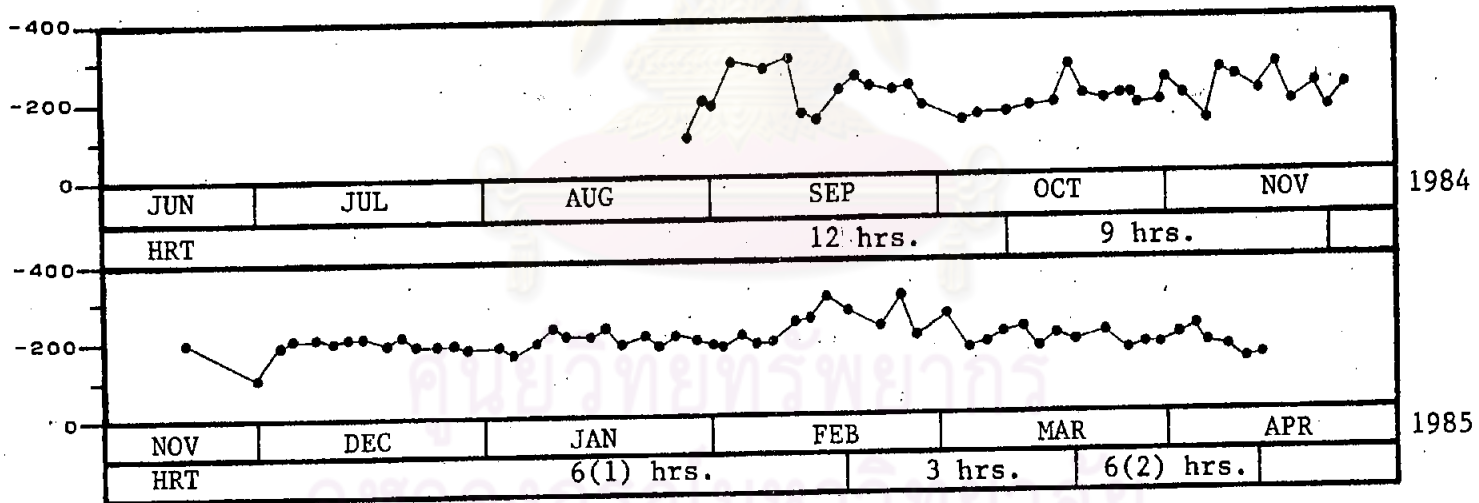
ภาพที่ 5.19-5.20 แสดงกราฟของตะกอนแขวนลอย และตะกอนแขวนลอย-เวลาไหลของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรองทั้งสอง ในช่วงการทดลองสามตอนแรกที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 12 ชม. 9 ชม. และ 6 ชม. ตามลำดับ จะมีตะกอนแขวนลอยที่ออกมาจากน้ำทิ้งของเครื่องกรองทั้งสองอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน แต่ในสองการทดลองหลังที่ระยะเวลาพักเก็บ-

ORP (mv)



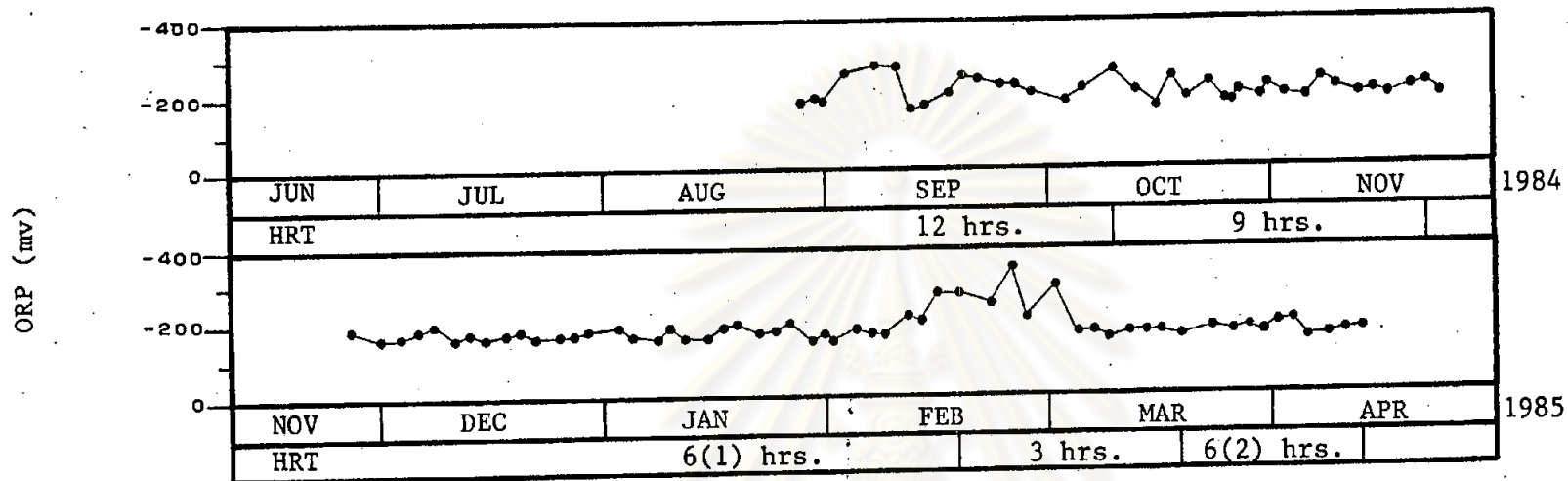
เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

ORP (mv)

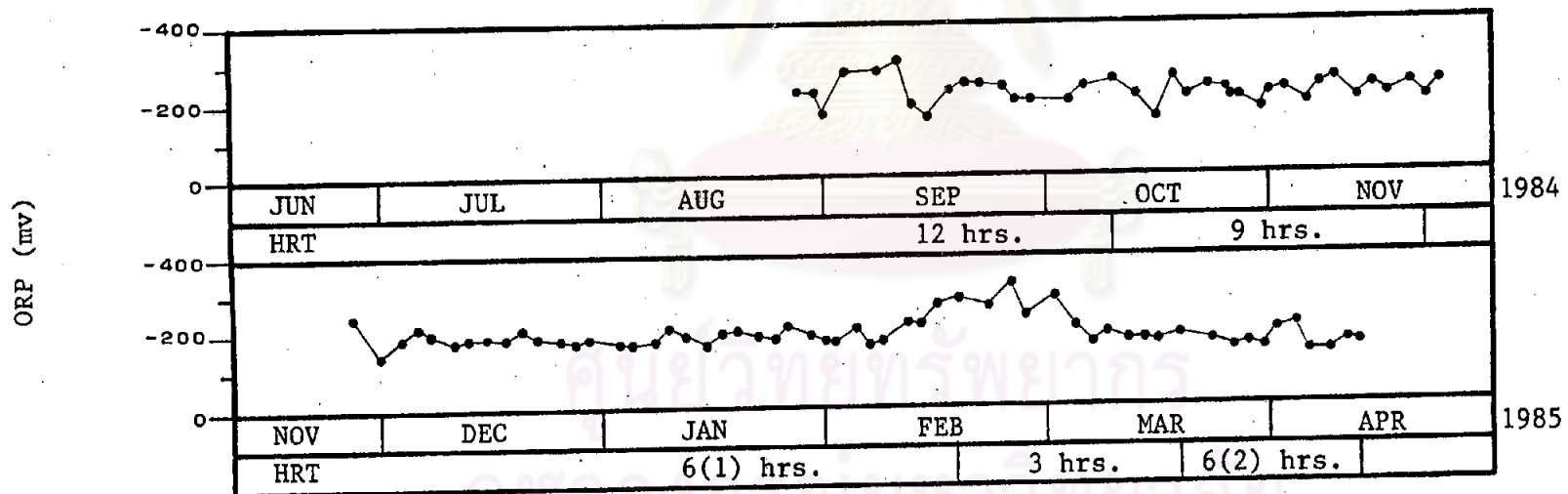


เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.16 แสดงโออาร์พีของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง

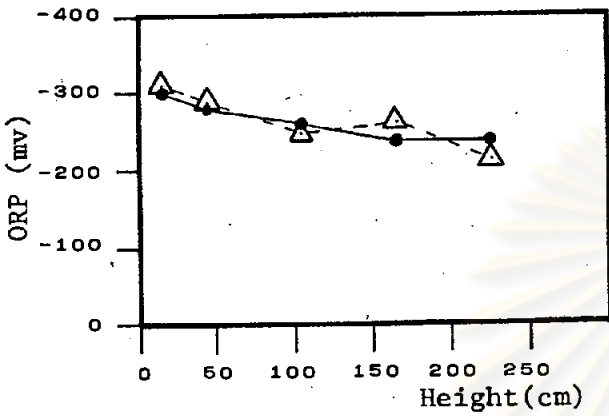


เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

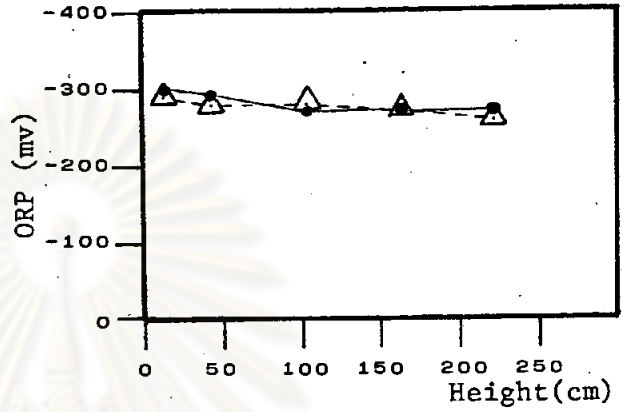


เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

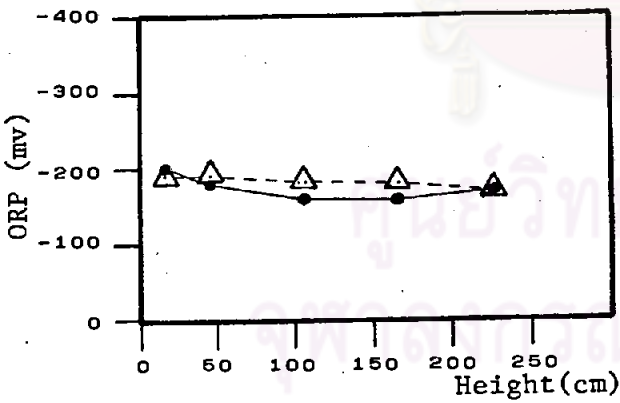
ภาพที่ 5.17 แสดงโออาร์ทีภายในเครื่องกรองที่ระดับ 1.05 เมตร



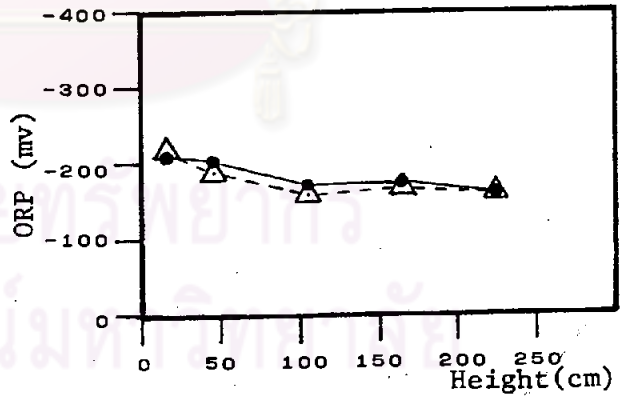
HRT 12 hrs.



HRT 6₁ hrs.



HRT 3 hrs.

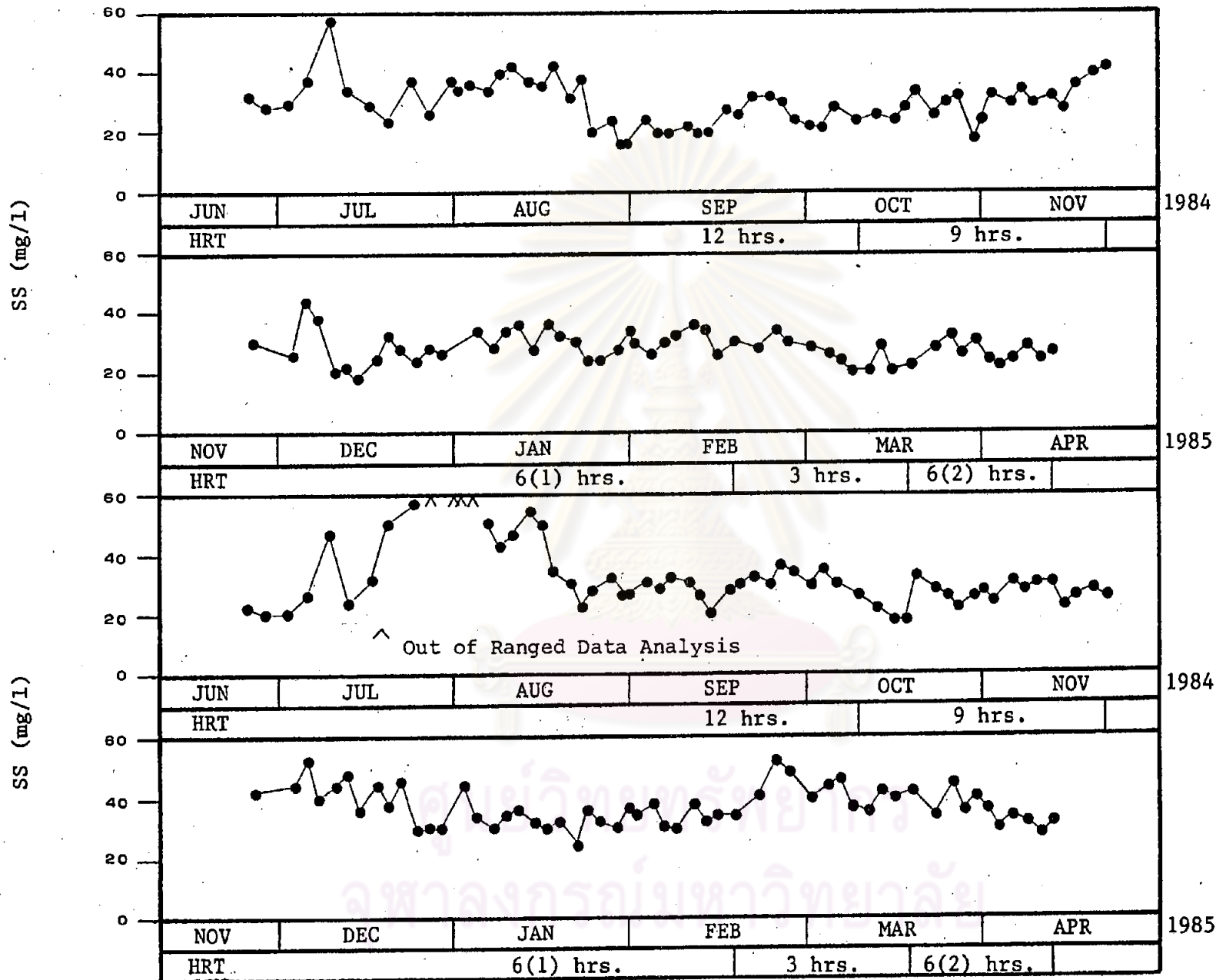


HRT 6₂ hrs.

● — ● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△ - - △ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.18 แสดงค่าไออาร์พีที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในเครื่องกรอง

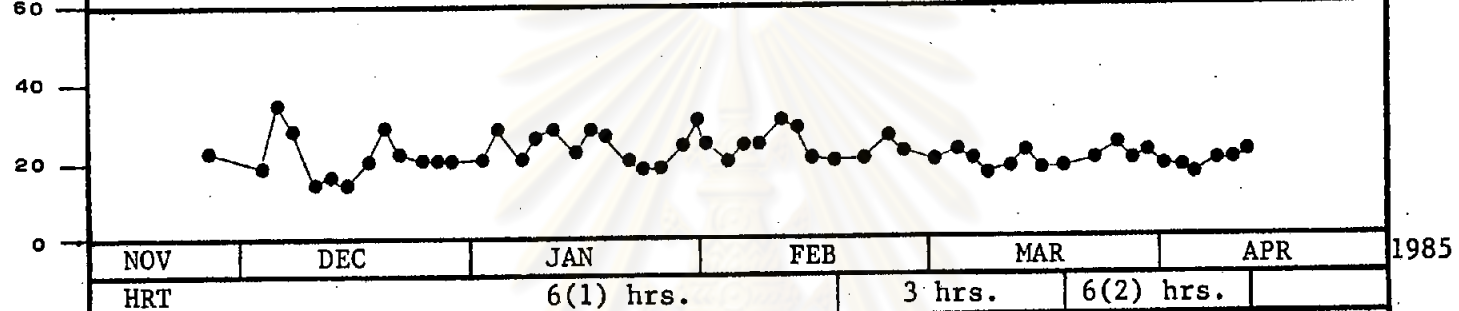
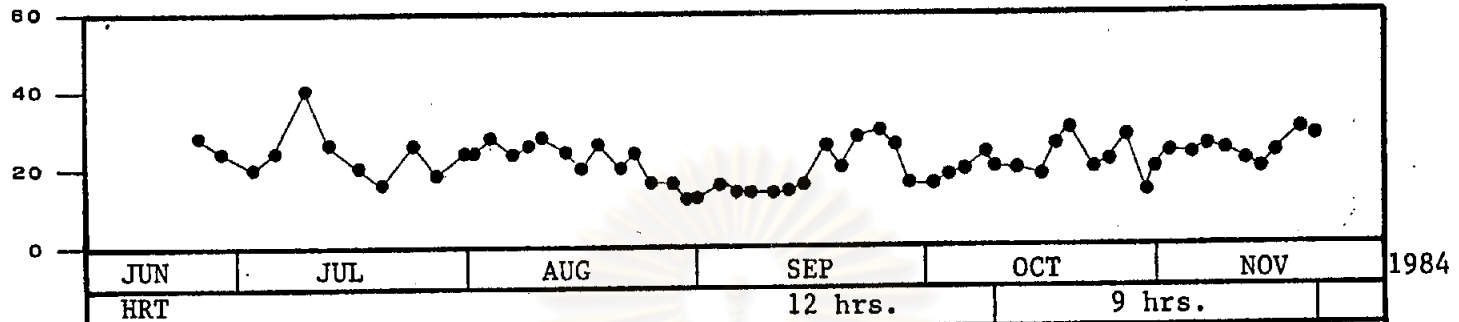


เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

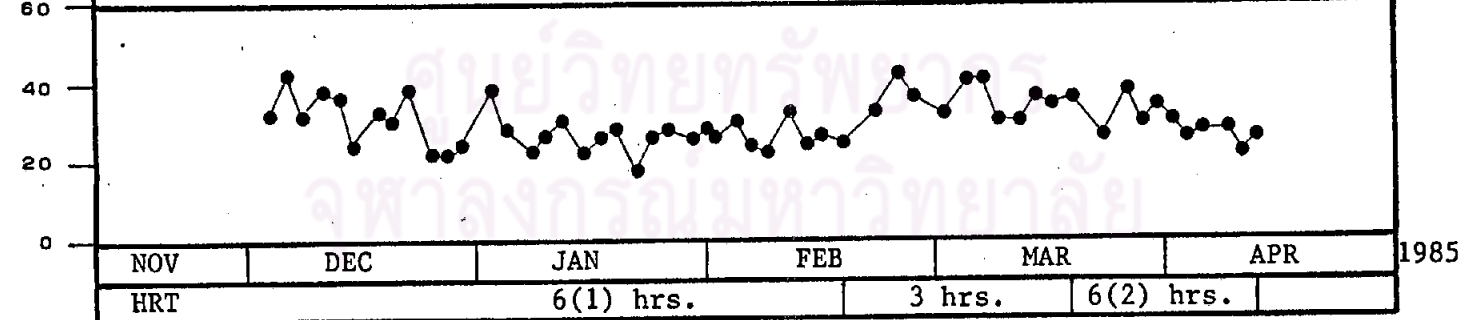
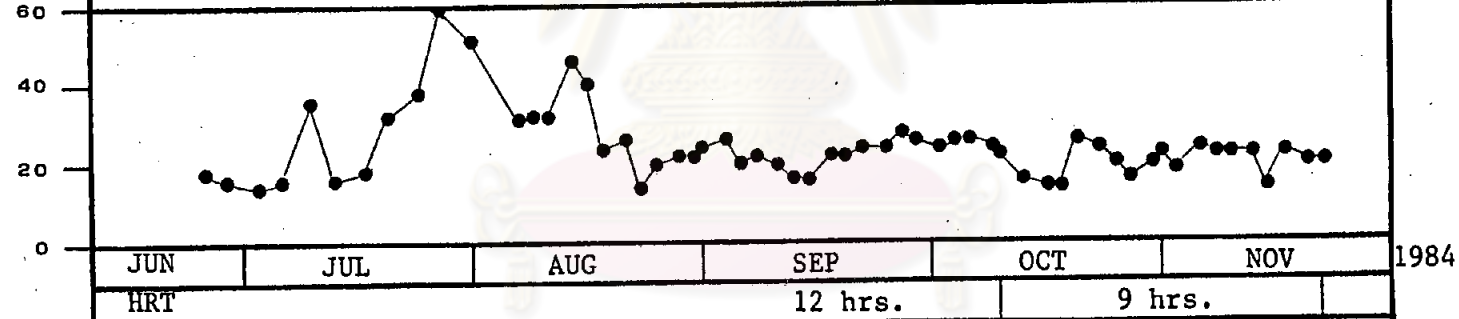
เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.19 แสดงตะกอนแขวนลอยของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง

VSS (mg/l)



VSS (mg/l)



เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.20 แสดงตะกอนแขวนลอยเวลาไหลของน้ำทิ้งที่ออกจาก เครื่องกรอง

น้ำ 3 ซม. และ 8 ซม. ปรากฏว่าตะกอนแขวนลอยที่ออกมาจากน้ำทิ้งของเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถังจะมีปริมาณมากกว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง และอัตราส่วนของตะกอนแขวนลอย - ไวล่าไหลต่อตะกอนแขวนลอยจะมีค่าประมาณ 70-90 % ค่าเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยและตะกอนแขวนลอยไวล่านั้นของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรองทั้งสอง แสดงอยู่ในตารางที่ 5.7

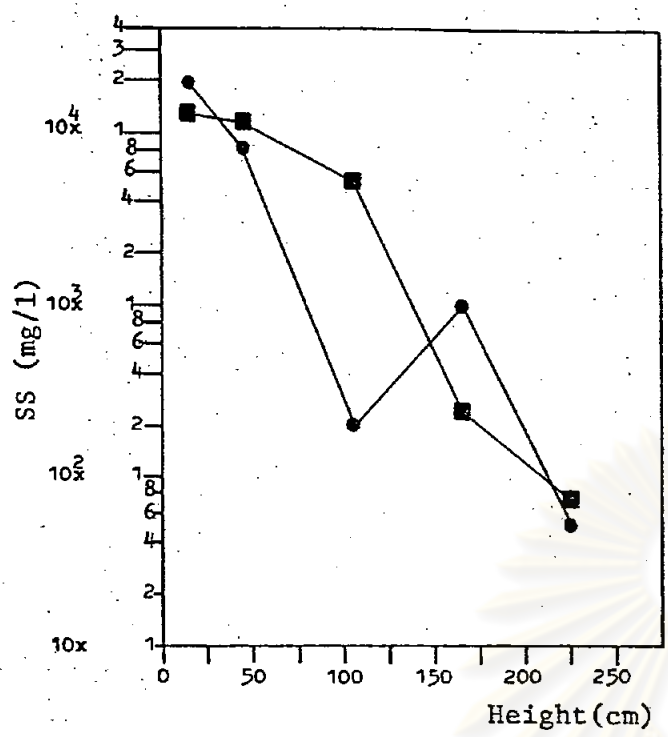
ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอย และตะกอนแขวนลอยไวล่านั้นที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในเครื่องกรอง แสดงอยู่ในภาพที่ 5.21-5.22 ตะกอนแขวนลอยจะมีความเข้มข้นสูงสุดที่จุดล่างสุดของเครื่องกรอง และมีค่าลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังลอยจะมีความหนาแน่นของชั้นตะกอนอยู่ที่ระดับ 0.15 ม. และ 0.45 ม. ต่อจากนั้นจะมีค่าลดลง และมีปริมาณเพิ่มขึ้นอีกครั้งที่จุดเริ่มต้นที่มีตัวกลางลอยอยู่ ส่วนเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง จะมีความหนาแน่นของชั้นตะกอนเฉพาะบริเวณตอนล่าง คือที่ระดับ 0.15 ม., 0.45 ม. และ 1.05 ม. โดยเฉลี่ยแล้วความหนาแน่นของชั้นตะกอนในตอนล่างของเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง จะมีค่ามากกว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง และการสะสมของตะกอนภายในเครื่องกรองเกิดขึ้นน้อยจนแทบจะไม่เห็นความแตกต่างเลย

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าตะกอนแขวนลอย และตะกอนแขวนลอยไวล่านั้นของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง, (มก./ล.)

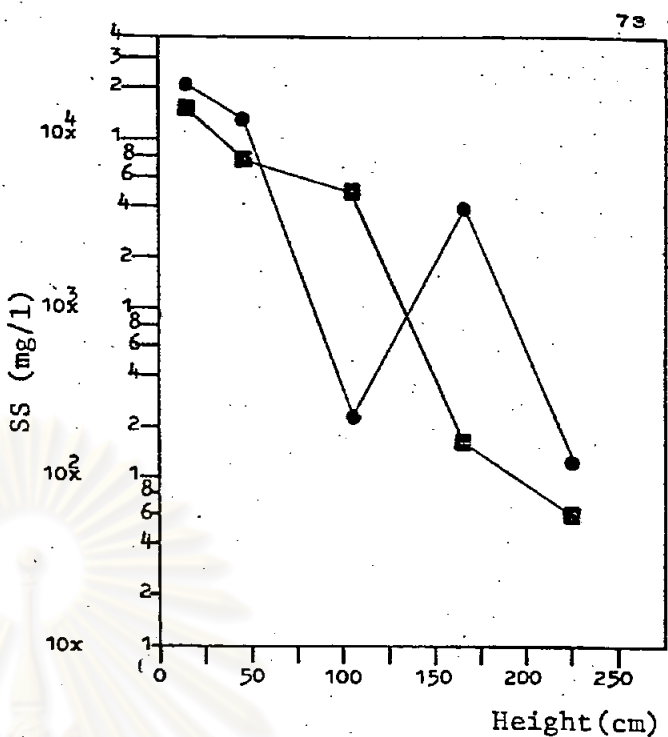
เวลากักเก็บน้ำ (ชม.)	ตะกอนแขวนลอย		ตะกอนแขวนลอยไวล่านั้น	
	เครื่องกรองครึ่งถัง	เครื่องกรองเต็มถัง	เครื่องกรองครึ่งถัง	เครื่องกรองเต็มถัง
12	25.6	29.5	21.0	23.1
9	34.0	27.5	24.8	20.8
6 ₁	30.4	33.6	24.4	26.2
6 ₂	25.4	33.1	19.4	27.7
3	23.5	41.0	18.3	34.8

5.2.5 ซีไอดีและประสิทธิภาพในการกำจัด

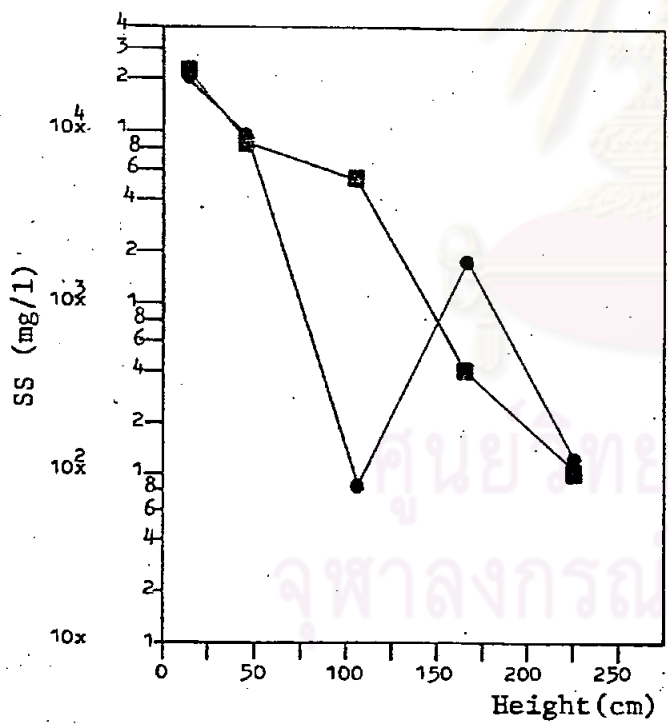
ซีไอดี เป็นหารามิเตอร์ที่สำคัญที่จะบอกถึงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าซีไอดีของเครื่องกรองทั้งสอง แสดงอยู่ในภาพที่ 5.23-5.24 จากการ



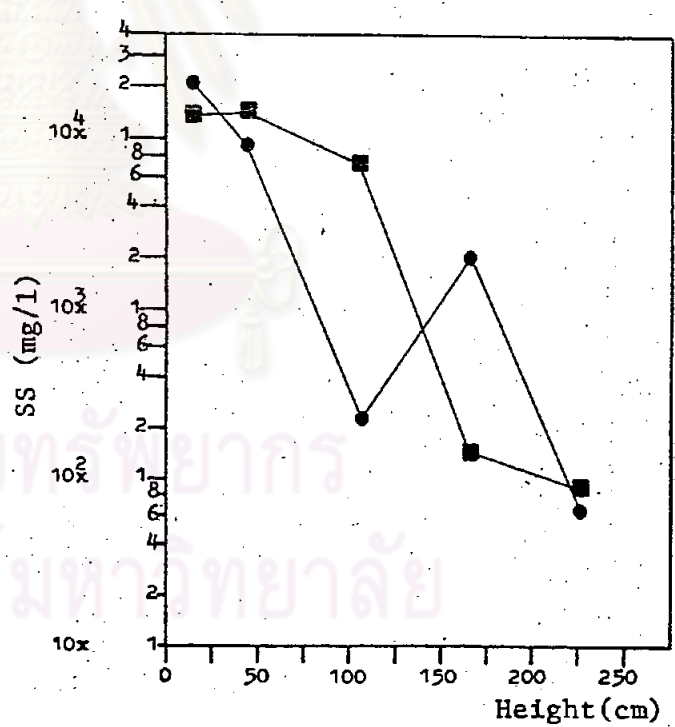
HRT 12 hrs.



HRT 6₁ hrs.



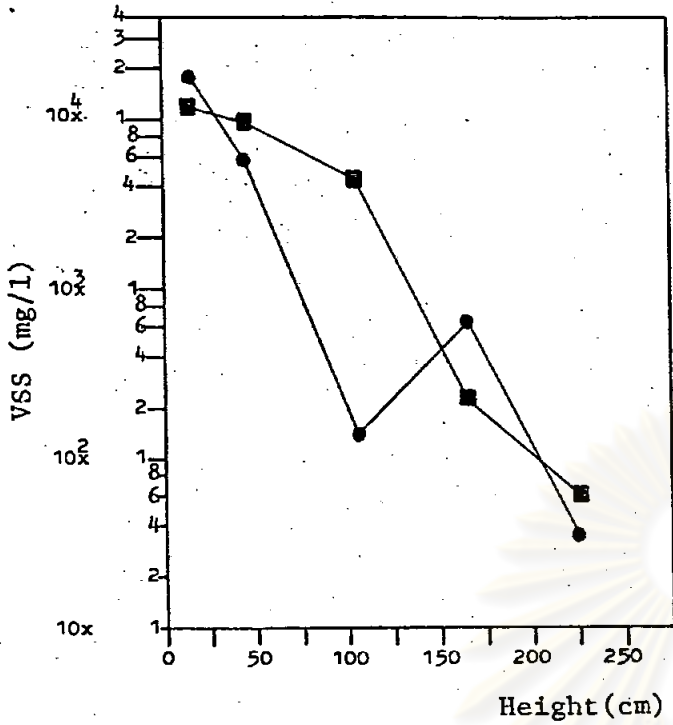
HRT 3 hrs.



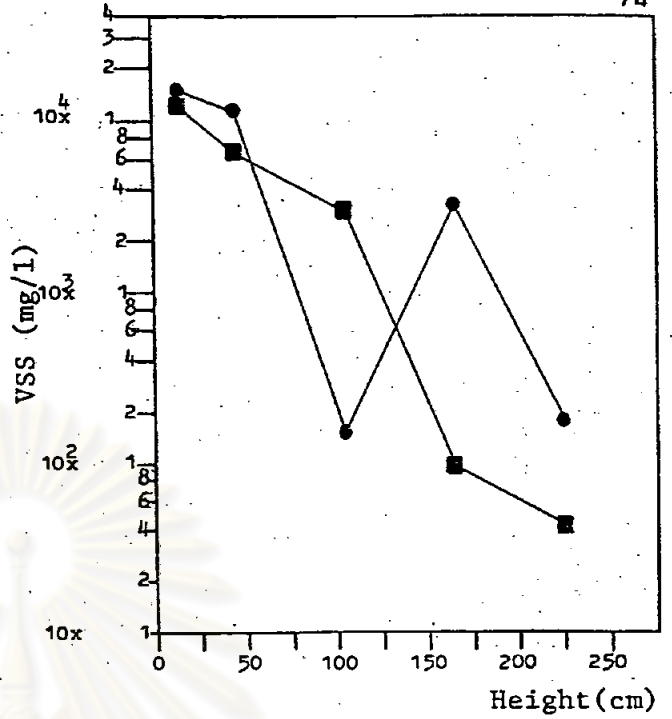
HRT 6₂ hrs.

- เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง
- เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

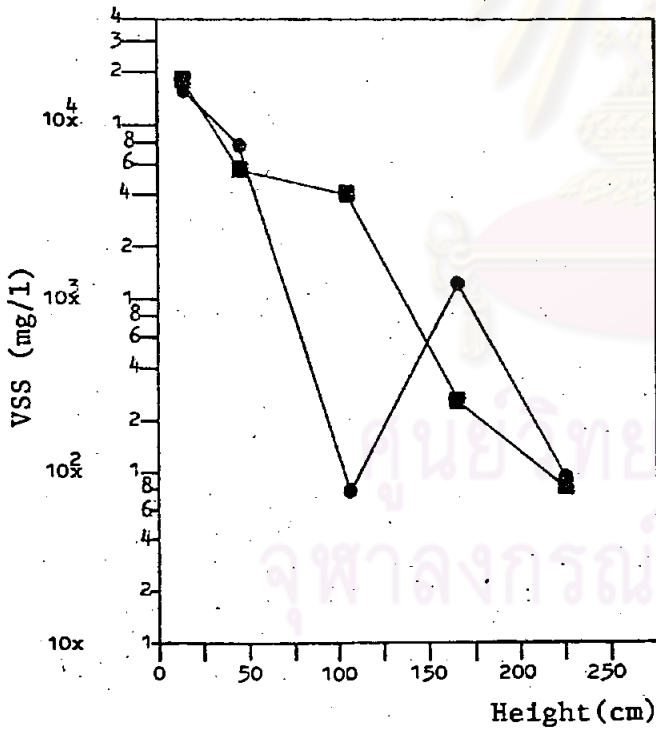
ภาพที่ 5.21 แสดงตะกอนแขวนลอยภายในเครื่องกรองที่ระดับความสูงต่าง ๆ



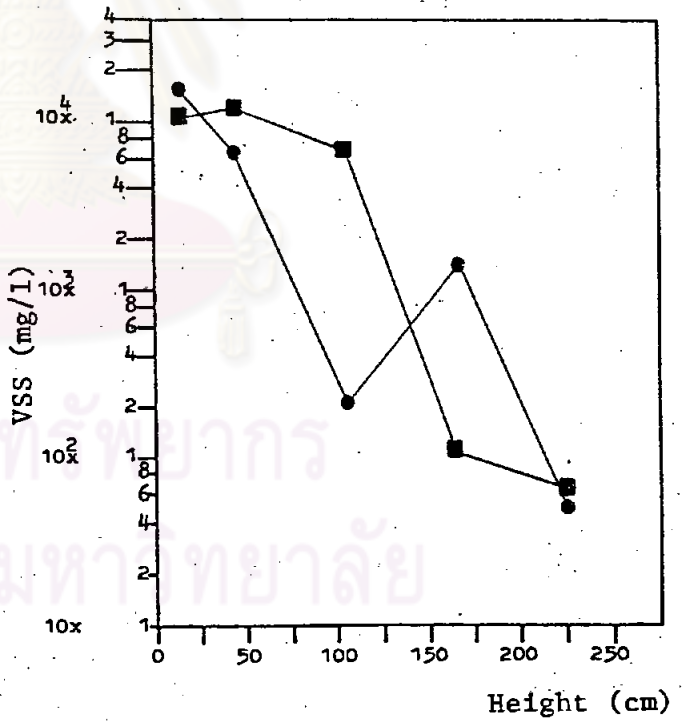
HRT 12 hrs.



HRT 6₁ hrs.



HRT 3 hrs.



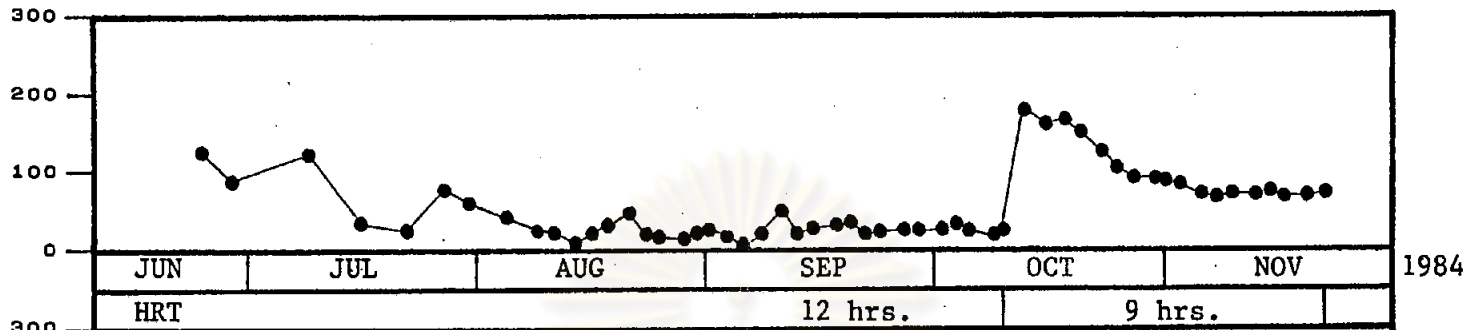
HRT 6₂ hrs.

●—● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

■—■ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

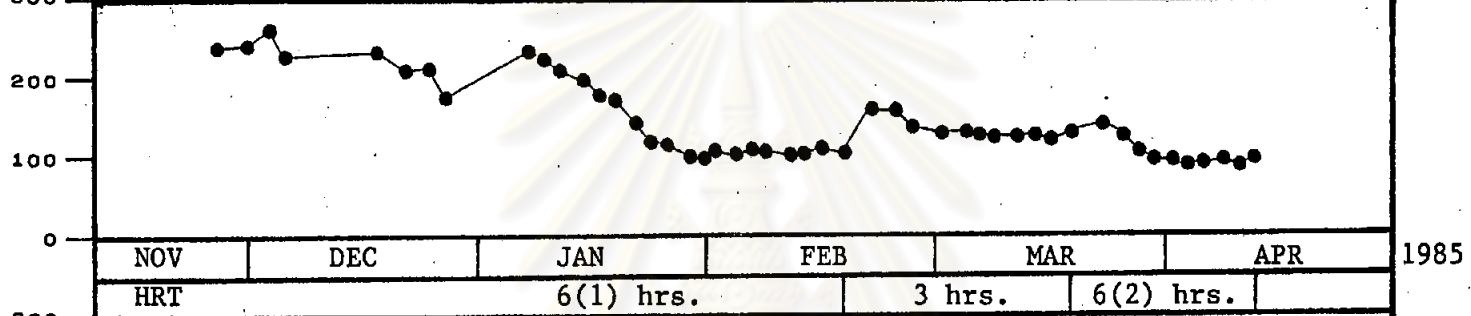
ภาพที่ 5.22 แสดงตะกอนแขวนลอยเวลาไหลภายในเครื่องกรองที่ระดับความสูงต่าง ๆ

Soluble COD (mg/l)

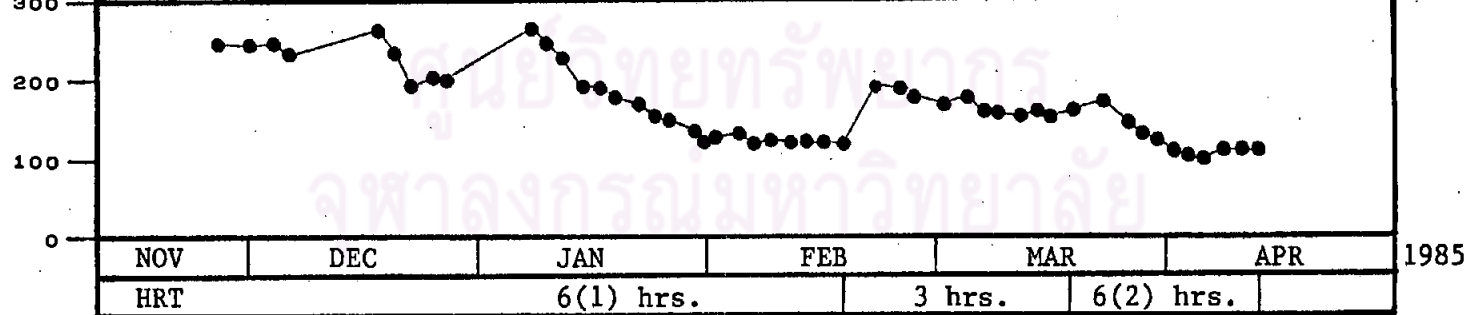
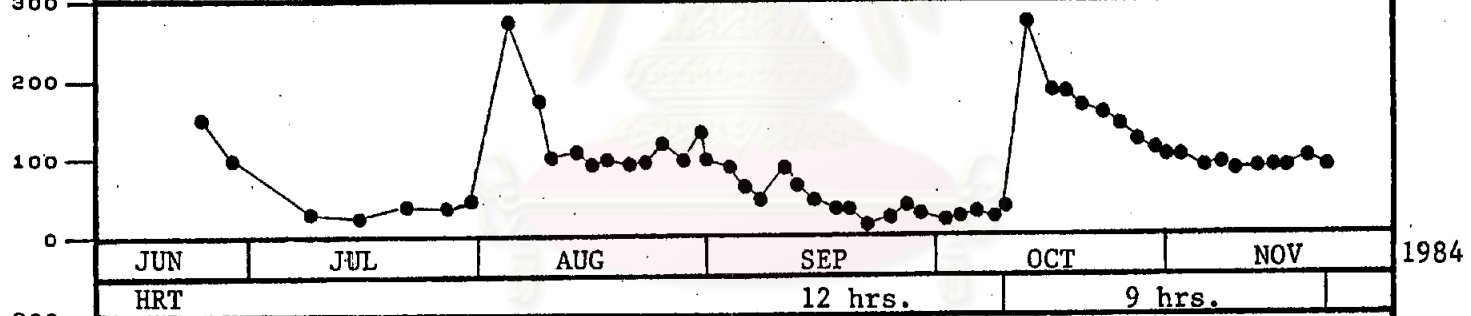


เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

Soluble COD (mg/l)

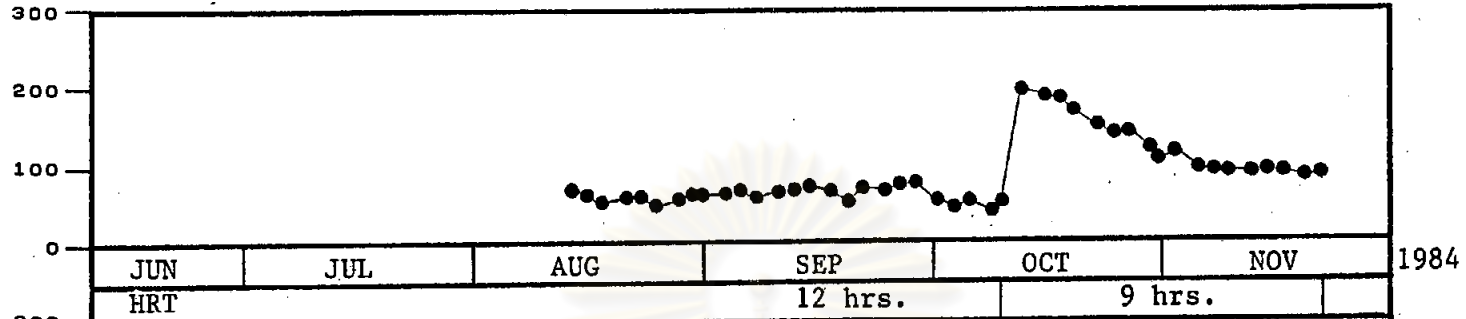


เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

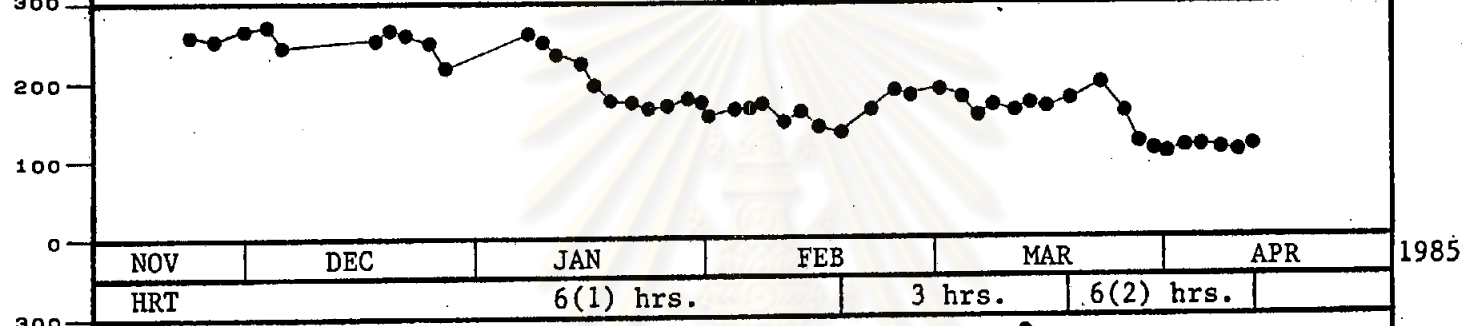


ภาพที่ 5.23 แสดงซีไอดีของน้ำทิ้งที่ออกจากเครื่องกรอง

Soluble COD (mg/l)

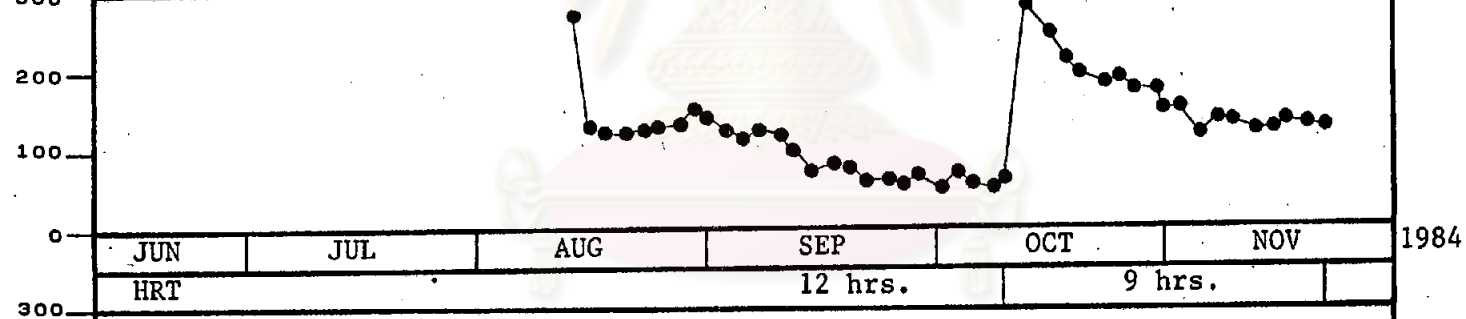


เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

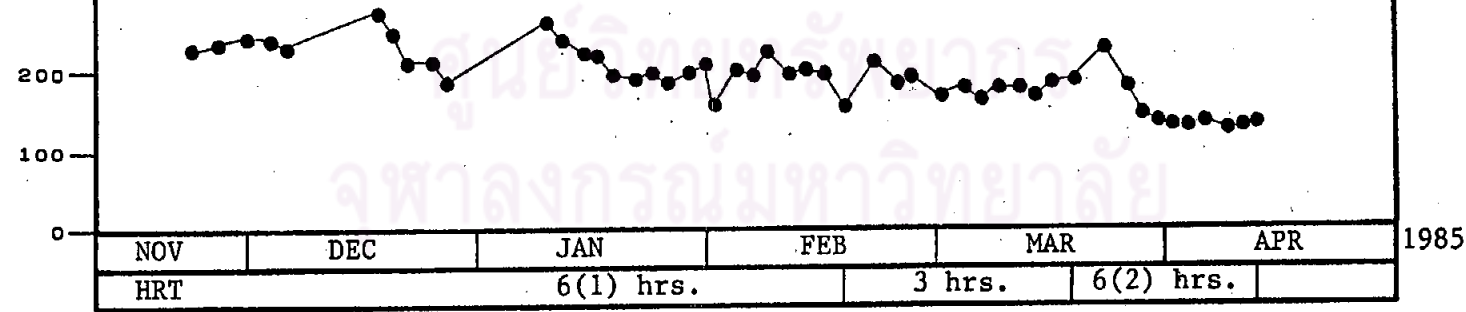


1985

Soluble COD (mg/l)



1984



1985

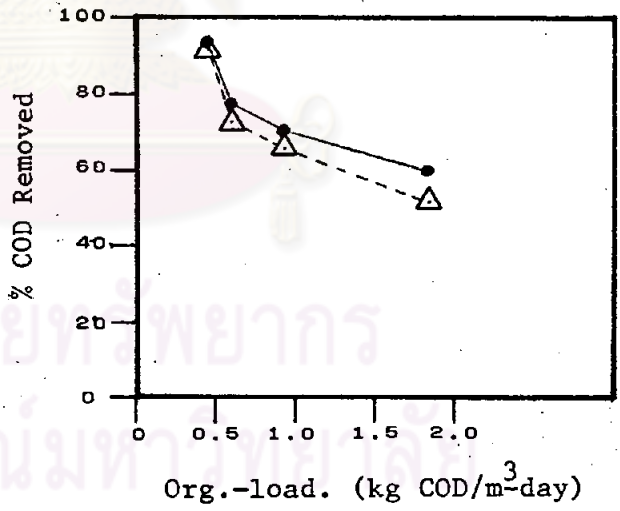
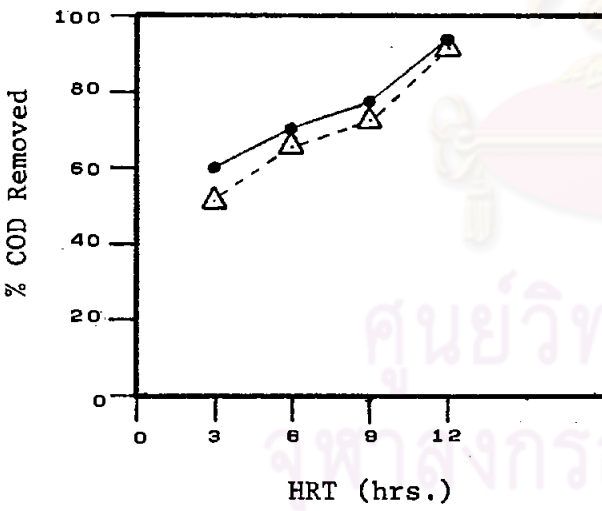
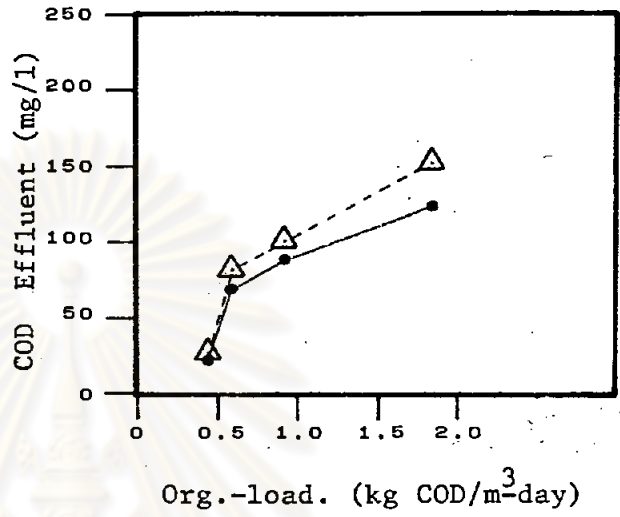
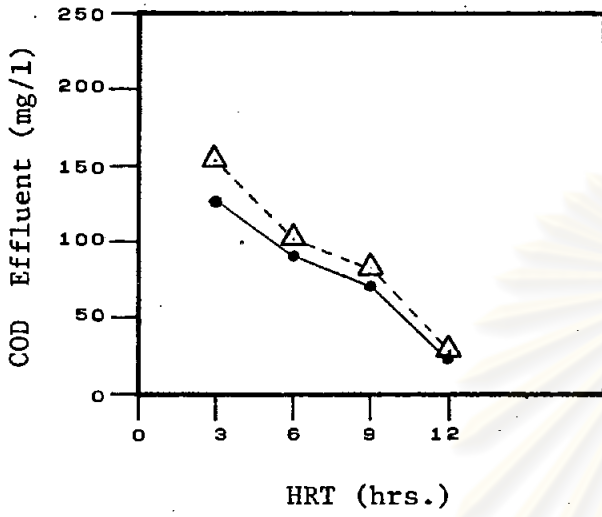
เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 6.24 แสดงซีไอดีภายในเครื่องกรองที่ระดับ 1.05 เมตร

ทดลองที่ระยะเวลาที่เก็บน้ำต่าง ๆ กัน ปรากฏว่าน้ำที่หึ่งจาก เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง มีค่าซีไอดีต่ำกว่าน้ำที่หึ่งจาก เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง นั่นคือประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของ เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังดีกว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ผลการทดลองปรากฏว่าที่ระยะเวลาที่เก็บน้ำ 12 ชม. จะให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดีได้ดีที่สุดทั้งสองถังกรอง คือ เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดีได้ถึง 92.43% ส่วน เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดีได้ 91.10% และเมื่อระยะเวลาที่เก็บน้ำลดลงเหลือ 9 ชม. ปรากฏว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังและเต็มถังมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดีได้ 77.27% และ 71.58% ตามลำดับ ที่ระยะเวลาที่เก็บน้ำ 6 ชม. ของการทดลองครั้งแรก ปรากฏว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังและเต็มถังมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดีได้ 66.75% และ 61.95% ตามลำดับ และในช่วงหลัง เมื่อทดลองที่ระยะเวลาที่เก็บน้ำ 6 ชม. ซ้ำอีกที ปรากฏว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังและเต็มถัง มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดีได้ 69.92% และ 66.17% ตามลำดับ ซึ่งประสิทธิภาพในการทดลองทั้งสอง เครื่องมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถังให้ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นจากเดิมมากกว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง และที่ระยะเวลาที่เก็บน้ำเหลือ 3 ชม. เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังและเต็มถังให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดี 59.06% และ 50.47% ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยซีไอดีของน้ำที่หึ่ง และภายในเครื่องกรองที่ระดับ 1.05 ม. แสดงอยู่ในตารางที่ 5.8 และในภาพที่ 5.25 แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดีซึ่งสัมพันธ์กับ เวลาที่เก็บน้ำและออร์แกนิกโคลดิง

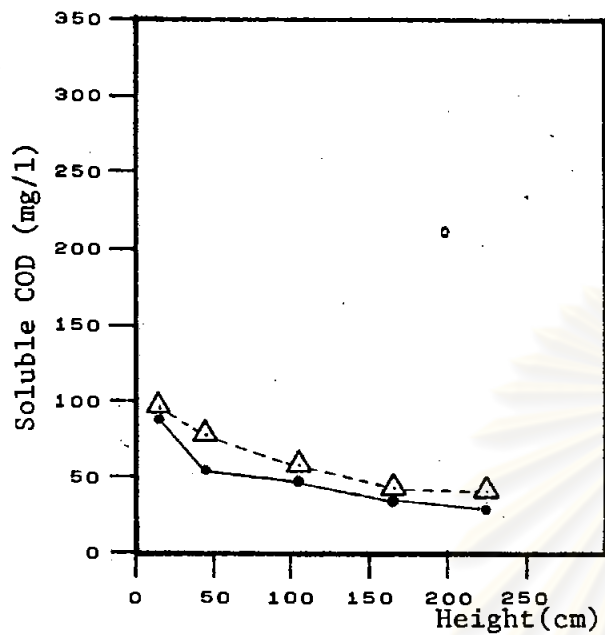
ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าซีไอดี และประสิทธิภาพในการกำจัดที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในเครื่องกรอง แสดงอยู่ในภาพที่ 5.26-5.27 ผลปรากฏว่าอัตราการกำจัดซีไอดีเกิดดีที่สุดในช่วง 0.15 ม. จากด้านล่างของเครื่องกรอง และในช่วงระดับ 0.45 ม. ของเครื่องกรองทั้งสองมีความสามารถในการกำจัดซีไอดีตั้งแต่ 70-90% ของการกำจัดทั้งหมด การที่ เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังมีสมรรถนะดีกว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง เล็กน้อย เป็นผลสืบเนื่องมาจากการกำจัดซีไอดีที่เกิดบริเวณตอนล่างของเครื่องกรอง



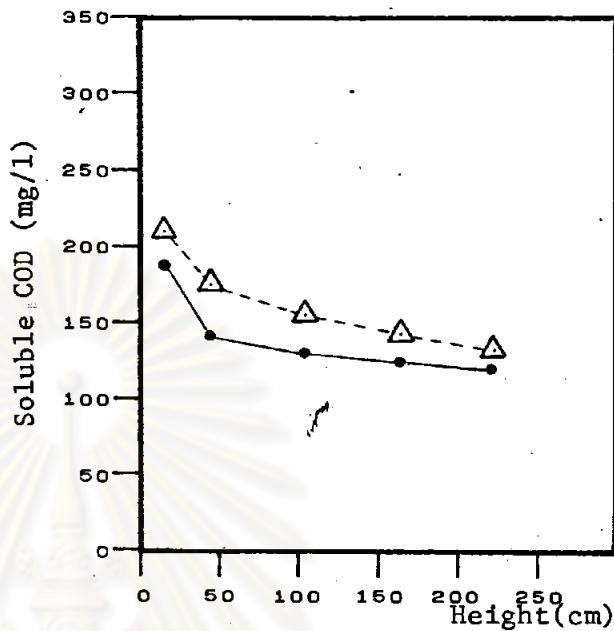
●—● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△---△ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

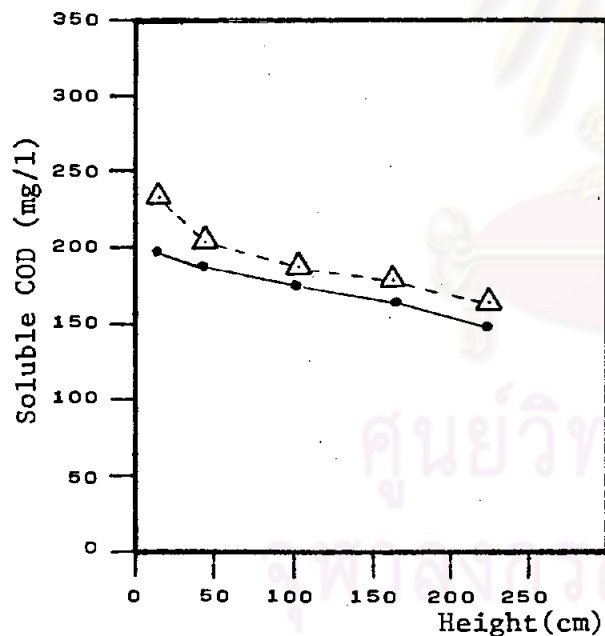
ภาพที่ 5.25 แสดงซีไอทีและประสิทธิภาพในการกำจัดที่เวลากักเก็บน้ำกับออร์แกนิกโหลดถึงต่างๆกัน



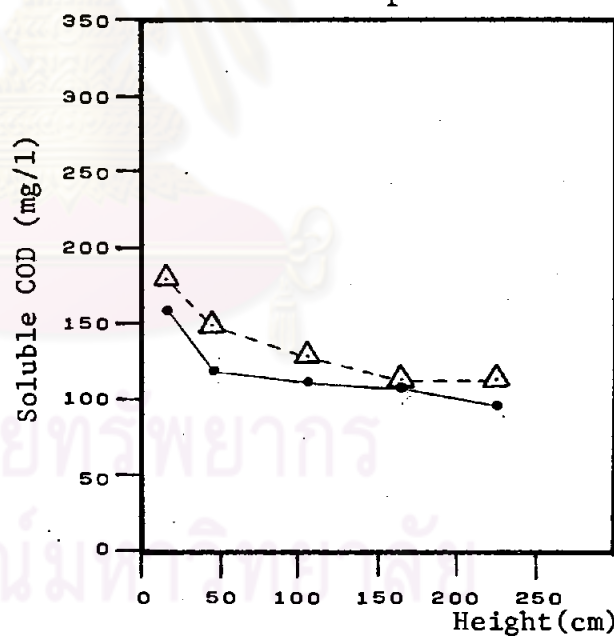
HRT 12 hrs.



HRT 6₁ hrs.



HRT 3 hrs.

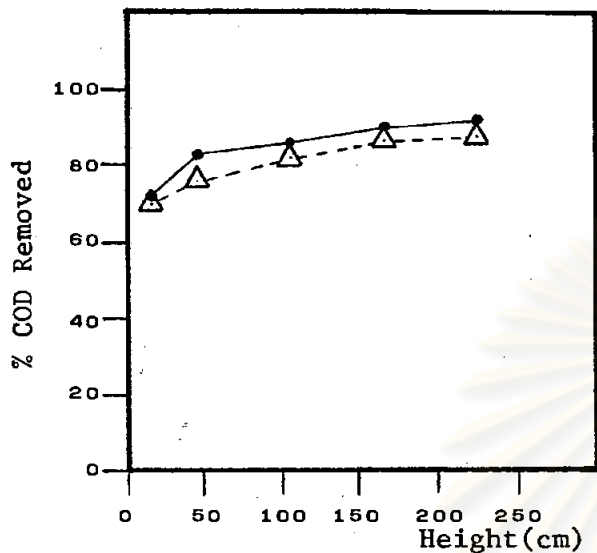


HRT 6₂ hrs.

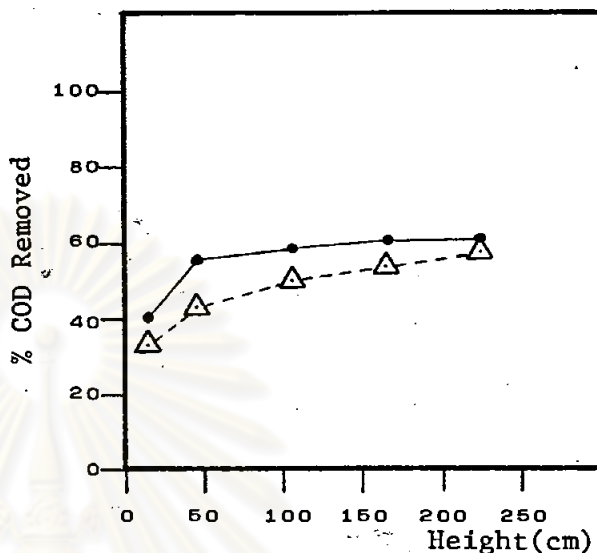
●—● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△---△ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

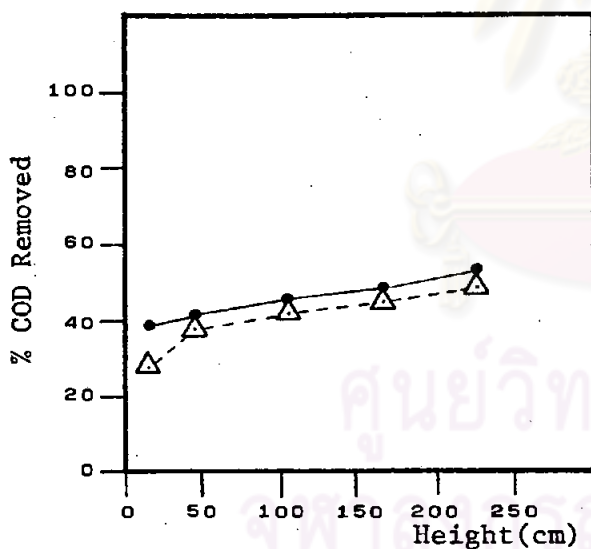
ภาพที่ 5.26 แสดงซีไอดีที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในเครื่องกรอง



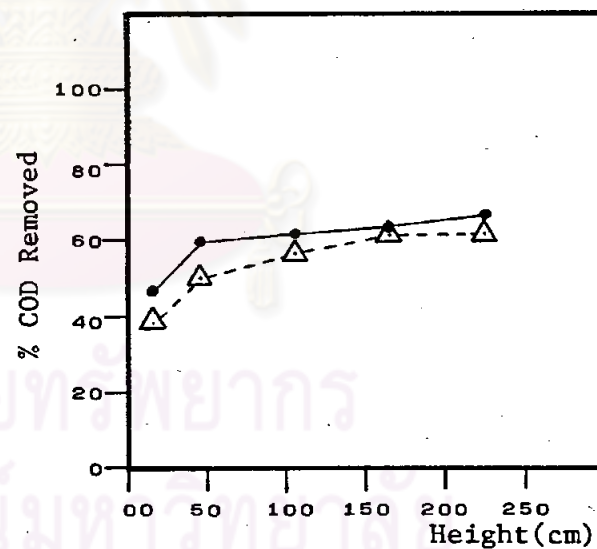
HRT 12 hrs.



HRT 6₁ hrs.



HRT 3 hrs.



HRT 6₂ hrs.

●—● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถึง

△---△ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถึง

ภาพที่ 5.27 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีที่ระดับความสูงต่าง ๆ ภายในเครื่องกรอง

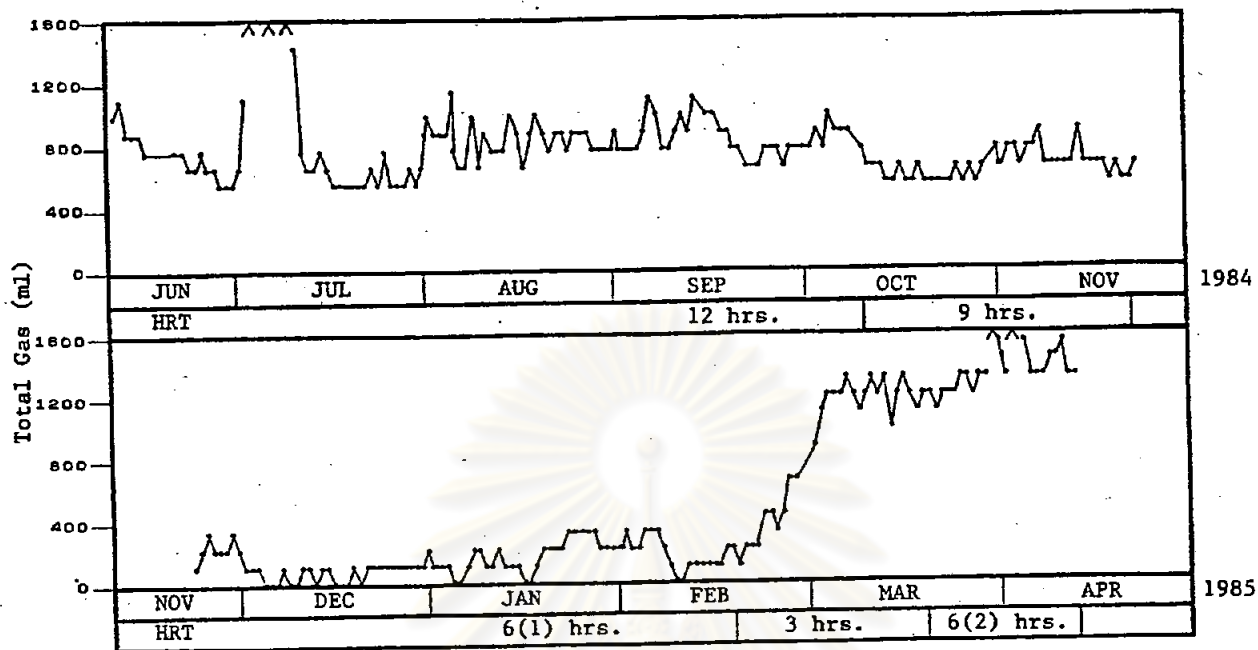
ตารางที่ 5.8 แสดงค่าเฉลี่ยของซีไอดี,มก./ล. ที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำต่าง ๆ กัน

เวลาพัก เก็บน้ำ (ชม.)	ที่ระดับ 1.05 เมตร		ที่ระดับทางออก		น้ำเสียส่ง เคราะห์
	เครื่องกรอง ครึ่งถัง	เครื่องกรอง เต็มถัง	เครื่องกรอง ครึ่งถัง	เครื่องกรอง เต็มถัง	
12	60.2	58.3	29.2	27.3	306.6
9	90.5	128.6	70.4	88.0	309.6
6 ₁	158.0	189.8	103.0	117.9	309.8
6 ₂	112.3	125.3	91.1	102.5	309.0
3	170.8	173.5	125.6	152.0	306.9

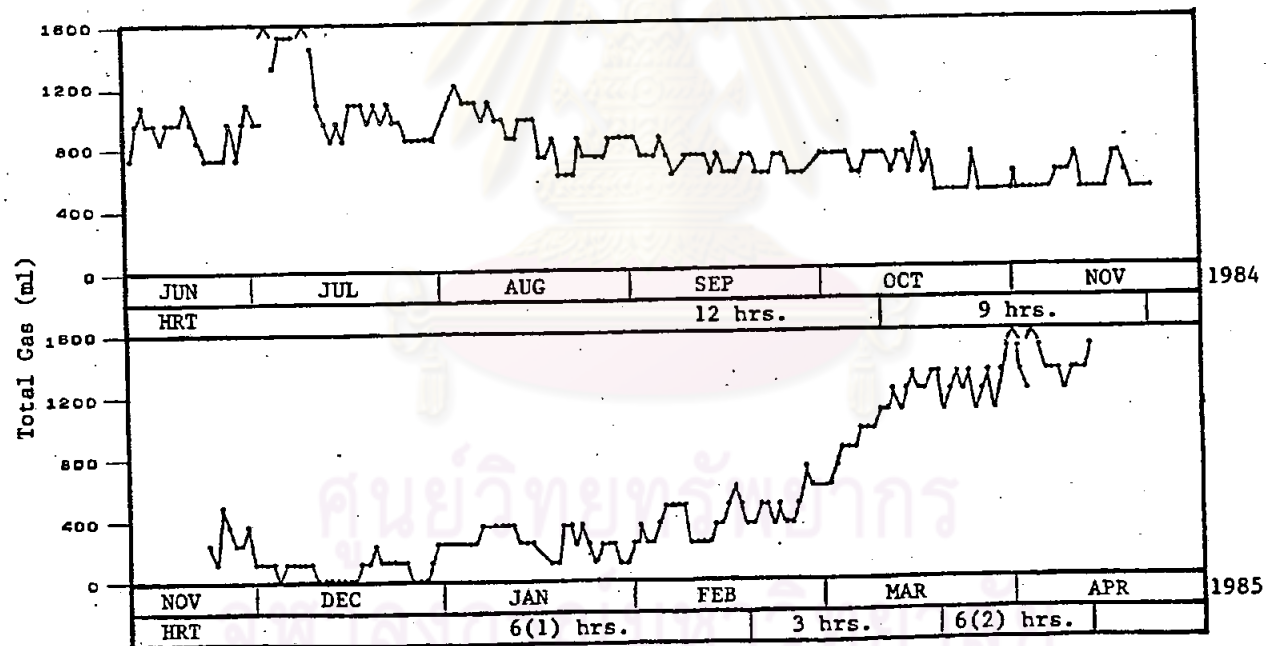
5.2.6 อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ

การหาสมรรถนะของเครื่องกรองแบบไร้ออกซิเจน นอกจากจะดูจากเปอร์-
เซ็นต์การกำจัดค่าซีไอดีแล้ว เรายังสามารถดูได้จากปริมาณ และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ
ที่เกิดขึ้นได้อีกด้วย เพราะก๊าซชีวภาพเป็นผลสุดท้ายของขบวนการหมักแบบไร้ออกซิเจน โดย
ทั่วไปแล้วระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจนจะนำไปใช้กับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์สูงและมีองค์ประกอบ
ของก๊าซชีวภาพที่ได้ส่วนใหญ่เป็นมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ปริมาณ
มีเทนในก๊าซชีวภาพจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสีย เช่นน้ำเสียที่มีน้ำตาลกลูโคสเป็น-
ส่วนประกอบสำคัญจะให้ปริมาณมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน แต่ใน
น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ต่ำนั้น ปรากฏว่าปริมาณของก๊าซชีวภาพจะเกิดขึ้นน้อย อีกทั้งชนิดและอัตรา
ส่วนของก๊าซที่ได้จะแตกต่างจากทฤษฎีและการทดลอง เมื่อบำบัดน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์สูง อัตรา
การเปลี่ยนแปลงของก๊าซชีวภาพรวมของเครื่องกรองทั้งสองแสดงอยู่ในภาพที่ 5.28 และที่สภ
วะคงตัวจะมีปริมาณก๊าซรวมเฉลี่ยและอัตราส่วนดังแสดงในตารางที่ 5.9

จากผลการทดลองปรากฏว่าที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 12 ชม. และ 9 ชม. จะพบ-
ปริมาณของก๊าซไนโตรเจนมากกว่าปริมาณก๊าซมีเทน แต่ที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 6₂ ชม. และ
3ชม. จะพบปริมาณก๊าซมีเทนมากกว่าก๊าซไนโตรเจน ส่วนที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 6₁ ชม. นั้น
ปรากฏว่าปริมาณก๊าซรวมเกิดขึ้นน้อยมาก จนบางครั้งไม่สามารถวัดได้ การนำตัวอย่างก๊าซไป
หาอัตราส่วนจึงมีความไม่แน่นอนสูง จึงทำการทดลองซ้ำอีกทีภายหลัง จากผลการทดลองเมื่อ



เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง



เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

^ Out of Ranged Data Analysis

ภาพที่ 5.28 กราฟแสดงปริมาณก๊าซรวมที่ได้รับจากเครื่องกรอง

มีการเพิ่มออร์แกนิกโหลดดิ่งโดยการลดระยะเวลาเวลากักเก็บน้ำ จะทำให้อัตราส่วนก๊าซมีเทนต่อ
ก๊าซไนโตรเจนมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังคงไม่เปลี่ยนแปลงเท่าใดนัก

ตารางที่ 5.9 แสดงก๊าซชีวภาพรวมและองค์ประกอบ ณ สภาวะคงตัว

เวลากัก เก็บน้ำ (ชม.)	เครื่องกรอง	ก๊าซรวม (ลบ. ชม.)	%ไนโตรเจน ปริมาตร/ ปริมาตร	%คาร์บอนได ออกไซด์ ปริมาตร/ ปริมาตร	%มีเทน ปริมาตร/ ปริมาตร
12	เครื่องตั้ง	829.60	64.10	11.75	24.15
	เต็มตั้ง	671.10	60.80	12.50	26.70
9	เครื่องตั้ง	678.30	54.00	4.50	41.50
	เต็มตั้ง	546.70	54.77	6.70	38.53
6 ₁	เครื่องตั้ง	185.00	53.80	10.80	35.40
	เต็มตั้ง	338.00	43.60	10.55	45.85
6 ₂	เครื่องตั้ง	1430.00	39.20	7.40	53.40
	เต็มตั้ง	1350.00	36.60	7.20	56.20
3	เครื่องตั้ง	1210.00	26.67	7.29	66.04
	เต็มตั้ง	1144.66	27.63	7.09	65.28



หมายเหตุ ก๊าซไนโตรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้
ก๊าซโครมาโตกราฟี ส่วนก๊าซที่เหลือถือว่าเป็นมีเทน

5.2.7 ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

ทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นอาหารเสริม ในการสร้างเซลล์ของแบคทีเรีย การวิเคราะห์จะหาอยู่ในรูปของ Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) และ Total Phosphate ($T-PO_4^{3-}$) โดยทั่วไปปริมาณอาหารเสริม เมื่อเทียบกับซีไอดีในน้ำเสีย เมื่อเป็นระบบหมักแบบไร้ออกซิเจน ควรมีอัตราส่วนอย่างต่ำ คือ $COD:N:P = 100:1.1:0.2$ ในงานวิจัยได้ควบคุมปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสให้อยู่ในระดับที่เพียงพอแก่ความต้องการของแบคทีเรีย ในการสร้างเซลล์ ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของน้ำทิ้งในแต่ละการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันนัก โดยที่แบคทีเรียจะดึงสารอาหารเหล่านี้ไปใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ตารางที่ 5.10 แสดงปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของน้ำเสียและน้ำทิ้ง

เวลากักเก็บน้ำ (ชม.)	จุดเก็บตัวอย่าง	ซีไอดี (มก/ล)	ไนโตรเจน (มก/ล)	ฟอสฟอรัส (มก/ล)	ซีไอดี: เอ็น: พี
12	น้ำเสีย	307	28.84	1.28	100: 9.39: 0.42
	น.1	23	20.12	0.64	100: 87.48: 2.78
9	น.2	27	25.16	0.58	100: 93.19: 2.15
	น้ำเสีย	310	27.23	1.47	100: 8.78: 0.47
6 ₁	น.1	70	21.13	0.74	100: 30.19: 1.06
	น.2	88	20.65	0.53	100: 23.47: 0.60
6 ₂	น้ำเสีย	310	30.52	1.53	100: 9.85: 0.49
	น.1	103	22.76	0.65	100: 22.10: 0.63
3	น.2	118	22.20	0.79	100: 18.81: 0.67
	น้ำเสีย	303	31.36	1.46	100: 10.35: 0.48
3	น.1	91	20.36	0.73	100: 22.37: 0.08
	น.2	103	22.84	0.81	100: 22.18: 0.79
3	น้ำเสีย	307	35.32	1.34	100: 11.51: 0.44
	น.1	126	30.30	0.59	100: 24.05: 0.47
3	น.2	152	29.60	0.84	100: 19.47: 0.55

หมายเหตุ น.1 = น้ำทิ้งจากเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

น.2 = น้ำทิ้งจากเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

5.3 วิจารณ์และเปรียบเทียบผลการทดลองถังกรองไร้ออกซิเจนที่มีตัวกลางเต็มถังและครึ่งถัง

5.3.1 อิทธิพลของเวลากักเก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดดิ่งที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องกรองไร้ออกซิเจน

5.3.1.1 อิทธิพลของเวลากักเก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดดิ่งต่อพีเอช กรด-เวลาไหล และสภาพความเป็นต่าง

โดยทั่วไปแล้วการควบคุมระบบหมักแบบไร้ออกซิเจน จะใช้พารามิเตอร์ทั้งสามตัวข้างต้นเป็นหลักในการควบคุม เบื้องต้น เพื่อให้ระบบดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ พารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทดลองกับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ต่ำก็เช่นเดียวกับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นปานกลาง หรือความเข้มข้นสูง แต่ขนาดหรืออัตราส่วนอาจผิดแผกไปบ้าง จากผลการทดลองกับเครื่องกรองทั้งสองปรากฏว่า เมื่อใดที่สภาพความเป็นต่างหรือกำลังพีเอชมีปริมาณเพียงพอแก่ระบบแล้ว การลดลงของพีเอชจะเกิดขึ้นน้อย ในการทดลอง-ตอนแรกที่ระยะเวลาเก็บน้ำ 12 ชม. ซึ่งมีค่าออร์แกนิกโหลดดิ่ง 0.46 กก./ม.³-วัน ปรากฏว่าพีเอชในระบบมีค่าค่อนข้างคงที่ประมาณ 7.0 การสะสมของกรดเวลาไหลยังมีไม่มาก การทดลองในตอนนี้อาจไม่มีการเพิ่มกำลังพีเอชให้กับน้ำเสียสังเคราะห์เลย แต่ในการทดลองต่อมา เมื่อมีการเพิ่มออร์แกนิกโหลดดิ่งจาก 0.46 ไปเป็น 0.62 กก.ซีไอดี/ม.³-วัน โดยการลดเวลากักเก็บน้ำเหลือ 8 ชม. ปรากฏว่าปริมาณกรดเวลาไหลมีค่าเพิ่มขึ้น (ดังแสดงในตารางที่ 5.2) และมีผลให้พีเอชในระบบลดลงเล็กน้อย ทำให้ต้องมีการเพิ่มสภาพความเป็นต่างในรูปของโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นบางครั้ง และเมื่อเพิ่มออร์แกนิกโหลดดิ่งในการทดลองต่อมา เป็น 0.93 กก.ซีไอดี/ม.³-วัน โดยการลดเวลากักเก็บน้ำเหลือ 6 ชม. ปรากฏว่าปริมาณกรดเวลาไหลในการทดลองนี้มีค่าค่อนข้างสูง และมีการลดลงของพีเอชมาก ทำให้อัตราการผลิตก๊าซลดลงอย่างเห็นได้ชัด ประกอบกับการทดลองในช่วงนี้กระทำตอนที่อุณหภูมิค่าน้ำทิ้งที่ออกมากับระบบทั้งสองมีสีขาวขุ่น และมีกลิ่นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) สูง เช่นเดียวกับการทดลองของ Coulter และคณะ (29) หรือการทดลองของ Kobayashi (61) ที่ทดลองกับน้ำเสียจากบ้านเรือน ซึ่งอาจต้องมีการกำจัดกลิ่นตามมา (Post Treatment) ในปัจจุบันนี้มีการค้นคว้าเครื่องกรองไร้ออกซิเจนสังเคราะห์อยู่ (Anaerobic Photosynthetic Filter) แต่จากการสังเกตพบว่าหากมีการควบคุมพีเอชไม่ให้ต่ำกว่า 6.8 แล้ว ปัญหาเรื่องก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดกับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ต่ำจะเกิดขึ้นน้อย เพราะก๊าซไฮโดร

เจนซิลไฟด์จะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของ HS^- หรือ S^{2-} ตามสภาวะของพีเอชที่เปลี่ยนไป การทดลองในตอนนี้มีปัญหาหลายอย่างที่ทำให้กินเวลานานกว่าระบบจะฟื้นตัว กอปรกับความล้มเหลวของระบบที่สืบเนื่องจากปลายการทดลองที่แล้ว จึงมีการทดลองซ้ำอีกทีภายหลัง เมื่อเปรียบเทียบในด้านความสามารถของการฟื้นตัวของระบบ ปรากฏว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถังเริ่มมีการผลิตก๊าซได้ดีกว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง แต่ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้จึงไม่อาจนำมาใช้เปรียบเทียบกับผลการทดลองที่แล้วมาได้ แต่ก็เป็นประโยชน์ในแง่ที่จะชี้ให้เห็นถึงความสามารถของเครื่องกรองในการรับสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อระบบ อีกทั้งความสามารถในการฟื้นตัวของระบบอีกด้วย ในการทดลองต่อมาเมื่อมีการเพิ่มออร์แกนิกโหลดถึงเป็น 1.85 กก.ซีไอดี/ม.³-วัน โดยการลดเวลากักเก็บน้ำเหลือ 3 ชม. และมีการเพิ่มสภาพความเป็นด่างให้กับน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง ปรากฏว่าพีเอชมีค่าสูงขึ้น ปริมาณกรดไหลในในระบบลดลง อัตราส่วนระหว่างกรดไหลกับสภาพความเป็นด่างรวมมีค่าลดลงมา ซึ่งแสดงถึงสภาพสมดุลระหว่างแบคทีเรียที่ผลิตกรดกับแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทน จากการทดลองที่ผ่านมาพบว่าปริมาณกรดไหลของน้ำทิ้งจากเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังลอยมีค่าน้อยกว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง แสดงว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังมีกำลังบำบัดที่ต่ำกว่า และเมื่อกลับมาทดลองที่ระยะเวลากักเก็บน้ำ 8 ชม.อีกครั้ง โดยมีการเพิ่มกำลังบำบัดในน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง ปรากฏว่าพีเอชของระบบเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย และน้ำทิ้งที่ออกมามีค่าความเป็นด่างรวมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเกิดจากความแตกต่างไบคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง - ส่วนปริมาณของกรดไหลมีค่าลดลงทั้งสองเครื่องกรอง แต่เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถังมีปริมาณกรดไหลต่ำกว่า แสดงว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถังเริ่มมีสมรรถนะดีขึ้น จากผลการทดลอง 4 ตอนแรกที่ระยะเวลากักเก็บน้ำ 12 ชม., 9 ชม., 6 ชม., และ 3 ชม. - ตามลำดับ โดยมีการเพิ่มออร์แกนิกโหลดในแต่ละการทดลองขึ้นเรื่อย ๆ จะสังเกตเห็นว่ามีการสะสมกรดไหลเพิ่มขึ้นตามออร์แกนิกโหลดที่เพิ่มขึ้น หากไม่มีการปรับกำลังบำบัดให้แก่ระบบแล้ว การสะสมของปริมาณกรดไหลอาจมีมากจนสามารถระงับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทนได้ โดยทั่วไปแล้วปรากฏว่าเสถียรภาพของเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังมักดีกว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง ในบางการทดลองจะพบว่าที่ระดับ 1.05 เมตรจากด้านล่างจะมีปริมาณกรดไหลภายในเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังมากกว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง แต่น้ำทิ้งที่ออกมาจากเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังมักมีปริมาณกรดไหลน้อยกว่า สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจกล่าวได้ว่าเซลล์ของจุลชีพภายในเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นชั้นสลัดจ์สะสมอยู่บริเวณตอนล่าง และส่วนที่เกาะ

กับตัวกลางที่กึ่งกลางดังกรองตอนบน ซึ่งส่วนนี้จะช่วยย่อยสลายกรดไวลาไธลได้อีก ทำให้กรดไวลาไธลที่ออกมากับน้ำทิ้งมีค่าลดลง จากการเปลี่ยนรูปแบบของการทดลองโดยการเพิ่มออร์แกนิกโพลดิงใน 4 ตอนแรกมาเป็นคาร์ลตออร์แกนิกโพลดิงคือเพิ่มระยะเวลาเก็บน้ำในการทดลองหลังสุด ปรากฏว่ากรดไวลาไธลจากเครื่องกรองทั้งสองลดลงอย่างเห็นได้ชัด แต่กรดไวลาไธลจากเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถึงมีค่าต่ำกว่า และสภาพความเป็นด่างไบคาร์บอเนตก็เพิ่มมากกว่าด้วย ข้อคิดเห็นจากการสังเกตการณ์ที่เกิดขึ้นนี้บวกับความสามารถในการฟื้นตัวของเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถึงที่กล่าวถึงในตอนต้นอาจกล่าวได้ว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถึงมีศักยภาพต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดแก่ระบบสูงกว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

5.3.1.2 อิทธิพลของระยะเวลาเก็บน้ำและออร์แกนิกโพลดิงต่อไออาร์พี

เนื่องจากการวัดไออาร์พีเป็นการวัดความสัมพันธ์ของปฏิกิริยา-ออกซิเจนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระบบ ค่าของไออาร์พีจึงไม่สามารถแยกแยะได้อย่างชัดเจนว่าปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีที่เกิดขึ้นในขณะนี้เป็นผลรวมจากปฏิกิริยาย่อยใดบ้าง เพียงแต่เป็นแนวทางในการชี้ลักษณะของระบบที่ดำเนินไปอย่างคร่าว ๆ เท่านั้น โดยปกติแล้วการวัดไออาร์พีในระบบหมักแบบไร้ออกซิเจนจะกระทำอย่างค้อมเนื่องในระบบโดยไม่มีการถ่ายน้ำเสียออกมาวัดภายนอกให้สัมผัสอากาศเลย และระยะเวลาในการวัดก็มีส่วนสำคัญต่อค่าที่วัดได้ตั้งที่กล่าวไว้แต่ต้นแล้ว แต่ในการทดลองนี้มีข้อจำกัดทางเครื่องมือ จึงได้เก็บตัวอย่างมาทำการวัดภายนอกระบบโดยทันที ค่าที่ได้รับจึงไม่อาจนำไปเปรียบเทียบ หรือเป็นบรรทัดฐานกับวิธีในการวัดแบบแรกได้ แต่อาจเป็นแนวทางเฉพาะ เพื่อการศึกษาและควบคุมระบบอีกแบบหนึ่ง จากผลการทดลองปรากฏว่าน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ต่ำจะมีค่าไออาร์พีในช่วง -160 ถึง -310 ค่าไออาร์พีจากเครื่องกรองทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน และเนื่องจากออร์แกนิกโพลดิงที่เปลี่ยนแปลงโดยการเปลี่ยนระยะเวลาเก็บน้ำในแต่ละการทดลองมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงไม่มีผลต่อค่าไออาร์พีเท่าใดนัก แต่ค่าของไออาร์พีที่เปลี่ยนแปลงตามความสูงของเครื่องกรองสามารถเห็นความแตกต่างได้ชัดเจน โดยที่บริเวณตอนล่างจะมีค่าต่ำที่สุด (คือมีค่าติดลบมากที่สุด) และค่าไออาร์พีจะเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะในบริเวณตอนล่างของเครื่องกรองมีประชากรจุลินทรีย์ของแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทนอยู่มาก จึงมีความว่องไวในการย่อยสลายกรดไวลาไธลที่สะสมอยู่ด้านล่างสูง ซึ่งก็ตรงกับผลการทดลองที่เคยมีผู้ศึกษาไว้ (22)

5.3.1.3 อิทธิพลของระยะเวลาเก็บน้ำและออร์แกนิกโพลติงต่อตะกอน

แขวนลอย และตะกอนแขวนลอยเวลาไหล

เนื่องจากน้ำเสียสังเคราะห์เป็นสารละลายอาหาร ไม่มีตะกอนแขวนลอยที่เข้าไปในระบบ การสะสมของตะกอนแขวนลอยจะเกิดจาก เซลล์ของจุลชีพที่ผลิตเพิ่มขึ้น และ เซลล์ของจุลชีพที่ตายไป บางส่วนมีการย่อยสลายเป็นสารละลาย หรือตะกอนเบาซึ่งจะถูกพัดพาออกมาตามกระแส น้ำทิ้ง ในน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ต่ำจะมีการสะสมตะกอนแขวนลอยที่เพิ่มขึ้นจำนวนเล็กน้อยเท่านั้น จนแทบไม่เห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน การลดระยะเวลาเก็บน้ำลงซึ่งเป็นการเพิ่มออร์แกนิกโพลติงให้กับระบบ แต่ปริมาณออร์แกนิกโพลติงที่เพิ่มขึ้นมีจำนวนเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งอาจไปขัดแย้งกับความเร็วยของกระแส น้ำที่เพิ่มขึ้นซึ่งช่วยพัดพาเอาตะกอนแขวนลอยที่เพิ่มจากการเพิ่มออร์แกนิกโพลติงให้หลุดออกมาจากระบบ ตะกอนแขวนลอยที่หลุดออกมาก็มีปริมาณเล็กน้อยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 30 มก./ล. โดยคิดเป็นตะกอนแขวนลอยเวลาไหลประมาณ 70-90 %

5.3.1.4 อิทธิพลของระยะเวลาเก็บน้ำและออร์แกนิกโพลติงต่อประสิทธิภาพ

ภาพในการกำจัดซีโอดี

จากการทดลองปรากฏว่า เมื่อมีการเพิ่มออร์แกนิกโพลติงโดยการลดระยะเวลาเก็บน้ำลง จะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีมีค่าลดลงทั้งสอง เครื่องกรอง เมื่อเปรียบเทียบเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังลงลอย กับ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง ปรากฏว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังมีประสิทธิภาพดีกว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถังและเมื่อดูจากการลดค่าซีโอดีตามระดับความสูง จะสังเกตเห็นว่าการที่ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของ เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังดีกว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถังนั้น เป็นผลมาจากความสามารถในการลดค่าซีโอดีทางตอนล่างของ เครื่องกรองได้สูงกว่า สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็น เพราะบริเวณตอนล่างของ เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังจะมีชั้นสลัดจ์อยู่ (Sludge Blanket) ภายในชั้นสลัดจ์นี้ประกอบด้วย เซลล์ของจุลชีพที่เป็นกลุ่มก้อน ซึ่งมีน้ำหนักเพียงพอที่จะต้านทานกระแสการไหลของน้ำทิ้งจากล่างขึ้นสู่บน กล่าวกันว่าหากมีการเลี้ยงชั้นสลัดจ์ เหล่านี้ให้มีระยะเวลาเพียงพอ มีสารอาหารที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโต และมีสภาพที่เหมาะสมแก่การเกิดฟล็อก (เช่นมี Ca^{2+}) เราก็จะได้เม็ดของชั้นสลัดจ์ (Granular Sludge) ที่มีน้ำหนักและว่องไวต่อการย่อยสลายอินทรีย์สาร บริเวณตอนล่างของ เครื่องกรองนี้จึงมีความคล้ายคลึงกับ-

ระบบ UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) โดยพยายามเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับมวลจุลชีพให้มากที่สุด และลดปริมาตรของตัวกลางให้เหลือน้อยที่สุด ในปัจจุบันมีการค้นคว้าระบบนี้กันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งอ้างว่าสามารถนำมาบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสารอินทรีย์ต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้ปลี่ยนความคิดดั้งเดิมที่ว่าระบบหมักแบบไร้ออกซิเจนไม่เหมาะสมกับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสารอินทรีย์ต่ำและอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ด้วยเหตุนี้เครื่องกรองที่มีตัวกลางเครื่องดังลอยจึงมีสมรรถนะดีกว่า เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง หากสามารถเลี้ยงชั้นสลัดจ์ให้รวมเป็นเกล็ดก้อน (Pelletization) ได้ก็อาจทำให้ระบบเครื่องกรองเครื่องดังลอยมีประสิทธิภาพสูงกว่าที่ควรจะเป็นในขณะนี้ เมื่อพิจารณาเครื่องบนของเครื่องกรองที่มีตัวกลางเครื่องดัง ปรากฏว่านอกจากจะช่วยเป็นตัวกลางให้จุลชีพยึดเกาะแล้ว ยังทำหน้าที่เป็นตัวกรองมวลจุลชีพมิให้หลุดออกไปกับน้ำทิ้งอีกด้วย

5.3.1.5 อิทธิพลของระยะเวลาเก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดตึงต่อการผลิต

ก๊าซชีวภาพ

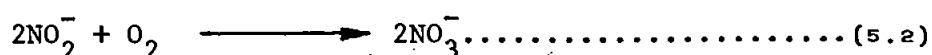
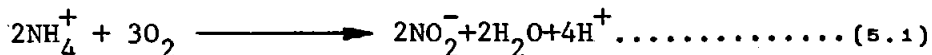
ในการบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสารอินทรีย์ต่ำโดยวิธีการหมักแบบไร้ออกซิเจน จะได้ก๊าซชีวภาพในปริมาณไม่สูงนัก โดยเฉลี่ยแล้วจะเกิดก๊าซมีเทนประมาณ 0.14 ลิตร/กรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด ปริมาณของก๊าซที่เกิดจะขึ้นกับออร์แกนิกโหลดตึงและอุณหภูมิของสภาวะแวดล้อม เนื่องจากการทดลองกระทำที่อุณหภูมิห้องซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 25-30 °ซ. ยกเว้นในช่วงฤดูหนาวราวกลางเดือนธันวาคม ถึงกลางเดือนมกราคมที่อุณหภูมิจะอยู่ในช่วง 20 ถึง 25 °ซ. จากการวิเคราะห์พบว่า มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 4-12% ในโตรเจน 25-60% และมีเทน 25-65% โดยปกติแล้วปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มักมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ถ้าก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นมีเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนสูง เปอร์เซ็นต์ก๊าซไนโตรเจนก็จะมีค่าลดลง อัตราส่วนระหว่างก๊าซมีเทนต่อกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัดจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามออร์แกนิกโหลดตึงที่เพิ่มขึ้น

ก๊าซไนโตรเจน

ปริมาณก๊าซไนโตรเจนที่เกิดขึ้นนี้อาจมาจากขบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) ซึ่งเป็นผลมาจากออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์ โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.1 มก./ล. แต่ปริมาณที่เกิดจากขบวนการนี้เป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้น ในขั้นแรกจะเกิดขบวนการไนตริฟิเคชันก่อน โดยที่แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) จะถูกเปลี่ยนเป็น

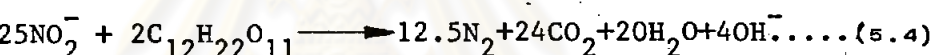
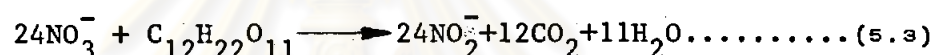
ไนเตรต (NO_3^-) โดยรวมตัวกับออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์ ดังในสมการที่ 5.1 และ 5.2

ขบวนการไนตริฟิเคชัน:



จากการวัดปริมาณออกซิเจนเมื่อผ่านเข้าสู่เครื่องกรองที่ระดับ 0.15 ม. จากด้านล่าง ปรากฏว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายมีค่าลดลงเป็นศูนย์ทันที ดังนั้นในสภาวะที่ออกซิเจนเป็นตัวกำหนดขบวนการ (Growth-Limiting Compound) หรือในสภาวะที่ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายมีค่าต่ำกว่า 2 มก./ล. พื้นฐานของขบวนการจะเป็นดังความสัมพันธ์ตามสมการที่ 5.3 และ 5.4

ขบวนการดีไนตริฟิเคชัน:



นั่นคือ O_2 4 โมล สามารถให้ N_2 ได้สูงสุด 1 โมล

ปริมาณก๊าซไนโตรเจนส่วนใหญ่ในก๊าซชีวภาพคาดว่ามาจากการละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซในบรรยากาศเหนือผิวน้ำ (Partial Pressure) - ตามกฎของเฮนรี (Henry's Law) และได้รวมตัวออกมาจากรูภาคของของเหลวเมื่อปริมาณก๊าซมีเทนที่ผลิตได้มีปริมาณค่าในขบวนการหมัก ในตัวอย่างที่ 5.1 แสดงการคำนวณปริมาณก๊าซไนโตรเจนที่อาจละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์

ตัวอย่างที่ 5.1 ในบรรยากาศมีก๊าซไนโตรเจน 80% จงคำนวณหาความเข้มข้นสูงสุดของไนโตรเจนที่ละลายในน้ำ ที่อุณหภูมิ 25 °ซ.

- กฎของเฮนรี $C^* = K_h \bar{P}$
- เมื่อ $C^* =$ ความเข้มข้นของก๊าซที่ละลายน้ำ (โมล/ลิตร)
- $K_h =$ ค่าคงที่ (โมล/ลิตร-บรรยากาศ)
- $\bar{P} =$ ปริมาณก๊าซวัดเป็น Partial Pressure (บรรยากาศ)
- เนื่องจาก $K_h = 6.48 \times 10^{-4}$ โมล/ลิตร-บรรยากาศที่ 25 °ซ.
- $\bar{P} = 0.80$ บรรยากาศ

$$= 6.48 \times 10^{-4} \times 0.80 \quad \text{โมล/ลิตร}$$

$$= 5.18 \times 10^{-4} \quad \text{โมล/ลิตร}$$

เพราะว่า N_2 1 โมล มีปริมาตร 24.45 ลิตร ที่ 25 °ซ.

$$= 5.18 \times 10^{-4} \times 24.45 \times 10^3 \quad \text{มิลลิลิตร/ลิตร}$$

$$= 12.7 \quad \text{มิลลิลิตร/ลิตร}$$

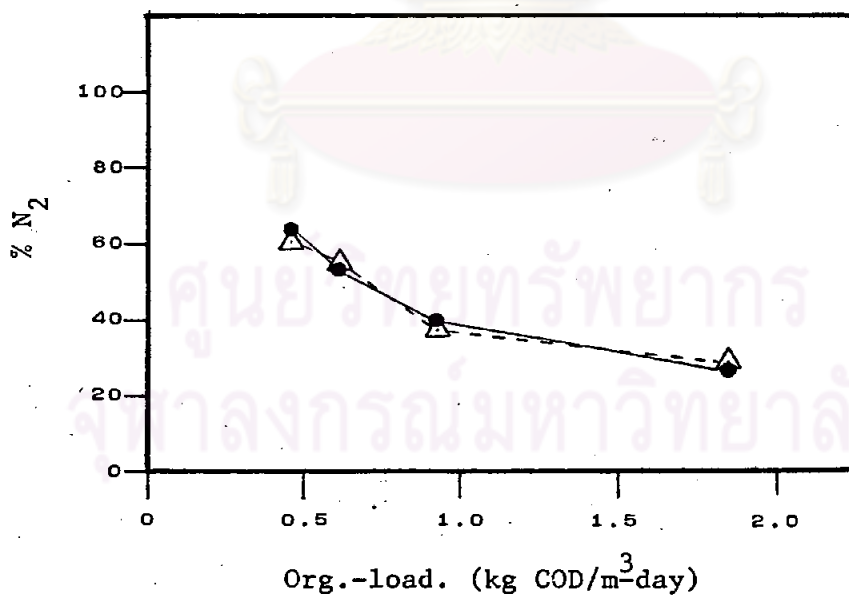
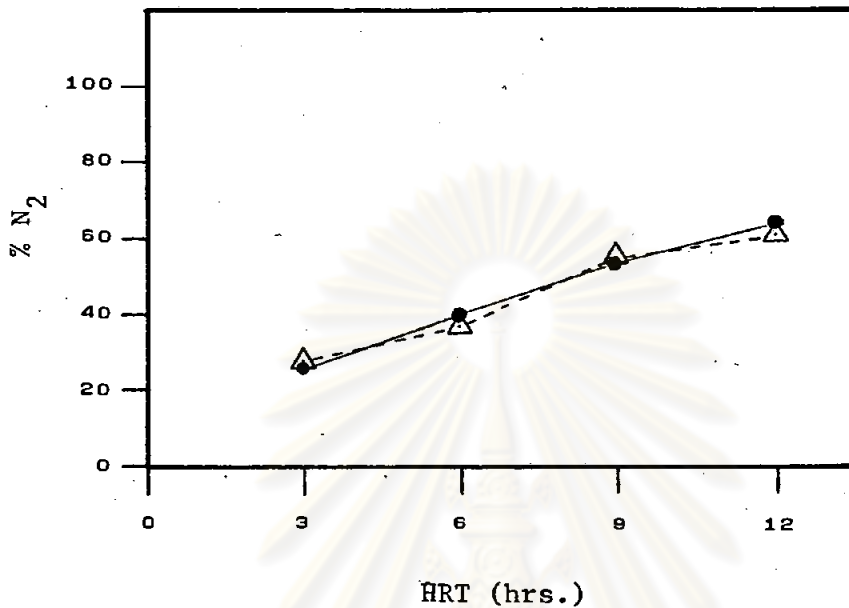
นั่นคือในน้ำ 1 ลิตร จะมีก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศถ่ายเทสู่น้ำได้ 12.7 มล.

ปริมาณของก๊าซไนโตรเจนที่สามารถละลายอยู่ในน้ำเสียสังเคราะห์ หรือที่อาจเกิดจากขบวนการดีไนตริฟิเคชัน เปรียบเทียบกับก๊าซไนโตรเจนที่ออกจากระบบ แสดงอยู่ในตารางที่ 5.11 ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนส่วนใหญ่มีแนวโน้มว่าจะมาจากการละลายเข้าไปพร้อมกับน้ำเสียสังเคราะห์มากกว่าที่จะเกิดจากขบวนการดีไนตริฟิเคชัน แต่จากการทดลองที่ระยะเวลาเก็บเก็บน้ำสูง ๆ ปรากฏว่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนมีค่าสูงมาก ซึ่งทำให้ปริมาณก๊าซไนโตรเจนที่ได้มีค่ามากกว่าค่าความเป็นไปได้ที่อาจเกิดขึ้นในระบบเสียอีก

สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่า

1. การเก็บตัวอย่างก๊าซในการทดลองแรก ๆ ใช้ขวดเก็บตัวอย่างขนาดเล็กเกินไป (ประมาณ 10 ลบ.ซม.)
2. ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในขณะที่เก็บตัวอย่างมีจำนวนเล็กน้อย การรอคอยให้ก๊าซสะสมจนได้ปริมาณตามต้องการมีโอกาที่จะเกิดการรั่วของอากาศเข้าไปได้มาก ทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนสูงกว่าความเป็นจริง
3. จากการที่ไม่อาจวิเคราะห์ก๊าซได้บ่อยครั้ง เนื่องจากข้อจำกัดทางเครื่องมือ ทำให้ค่าที่ได้รับมีโอกาสคลาดเคลื่อนสูง

จากการทดลองพบว่า เครื่องกรองทั้งสองมีเปอร์เซ็นต์ก๊าซไนโตรเจนลดลง เมื่อเพิ่มออร์แกนิกโหลดติงหรือลดระยะเวลาเก็บเก็บน้ำ (ดังภาพที่ 5.29) นั่นคือหากมีการเพิ่มความเข้มข้นให้กับน้ำเสีย และ/หรือมีการเพิ่มออร์แกนิกโหลดติงให้แก่ระบบ ผลก็คือก๊าซไนโตรเจนจะถูกลดความสำคัญลง โดยมีเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปริมาณก๊าซไนโตรเจนที่ละลายเข้ามาพร้อมกับน้ำเสียสังเคราะห์ หรือที่อาจเกิดจากขบวนการดีไนตริฟิเคชันมีอยู่จำกัดในปริมาณหนึ่งเท่านั้น ในภาพที่ 5.30 แสดงกราฟของการละลายของก๊าซไนโตรเจนที่เข้าไปพร้อมกับน้ำเสียสังเคราะห์ และที่ละลายออกไปพร้อมกับน้ำทิ้ง จะสังเกตเห็นว่า เมื่อเพิ่มออร์-



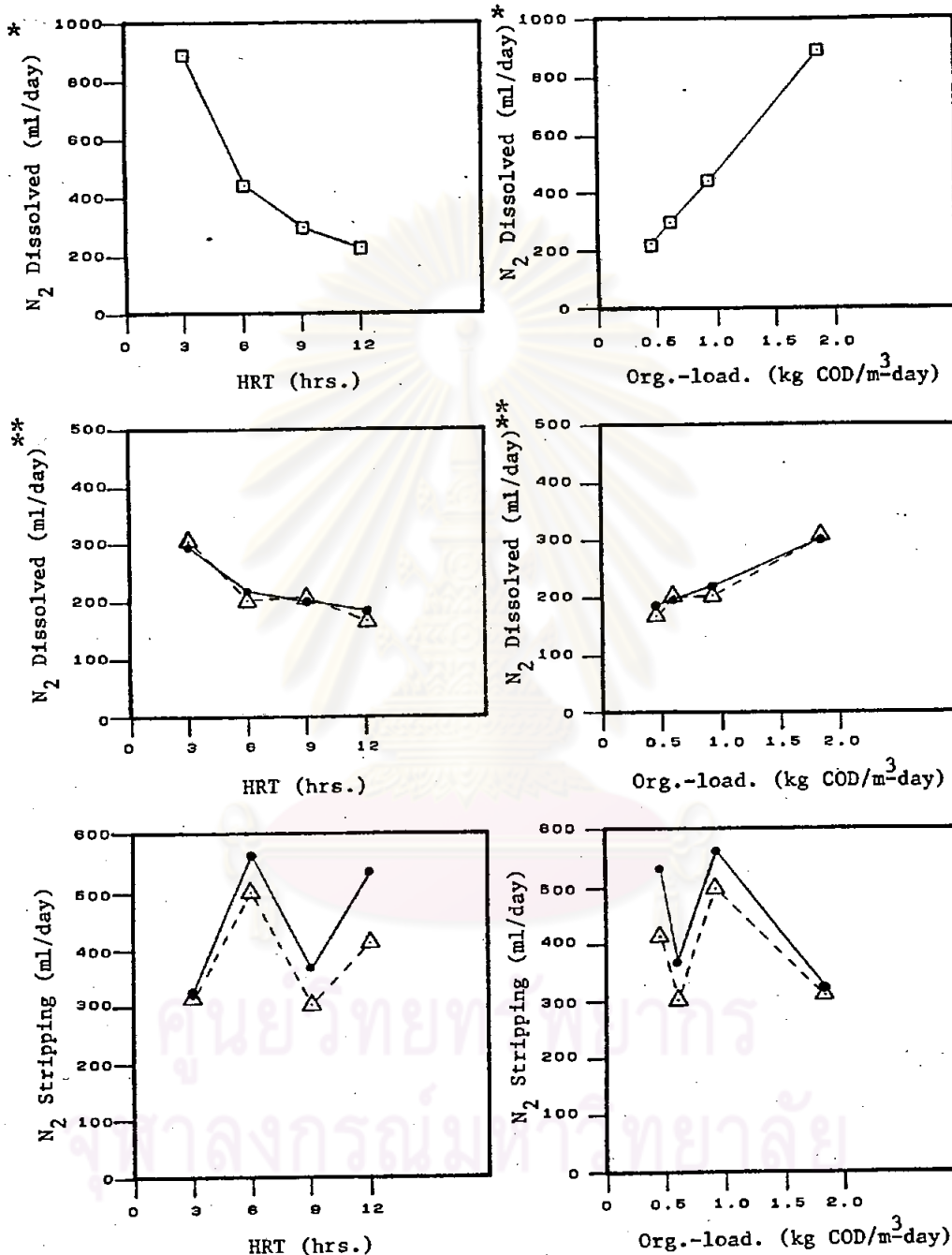
●—● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△---△ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.29 แสดงเปอร์เซ็นต์ก๊าซไนโตรเจนที่เวลากักเก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดตั้งต่างกัน

*N₂ in synthetic waste

**N₂ in effluent



●—● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△---△ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.30 แสดงความสามารถในการละลายของไนโตรเจนและปริมาณก๊าซ

ไนโตรเจนที่เกิดขึ้นที่เวลากักเก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดคิ่งต่างๆ

แก๊สไนโตรเจนที่เกิดจากการลดเวลากักเก็บน้ำ จะมีผลให้การละลายของก๊าซไนโตรเจนที่เข้าและที่-
ออกจากระบบมีปริมาณสูงขึ้น ส่วนไนโตรเจนที่หนีออกมาเป็นก๊าซนั้น(Nitrogen Stripping)
มีความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากสาเหตุที่ได้กล่าวข้างต้นแล้ว

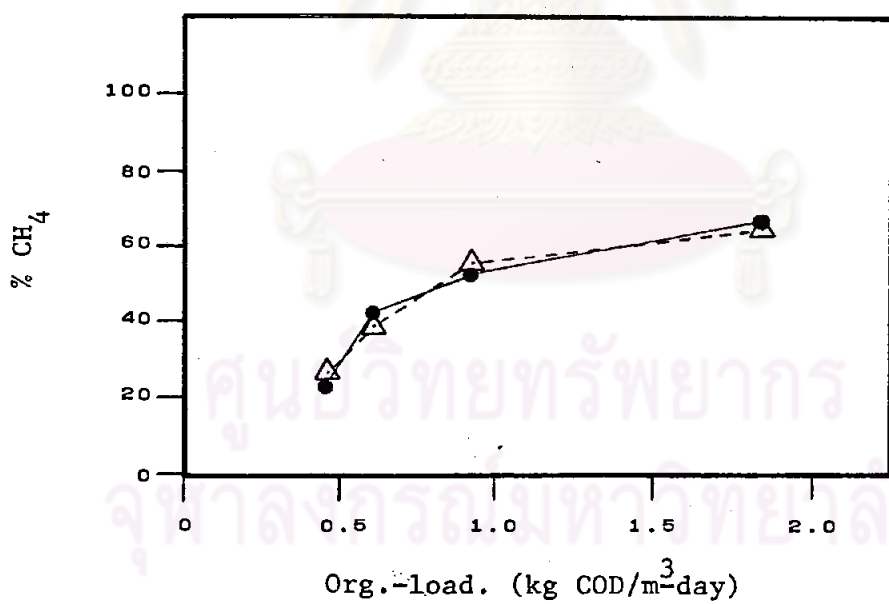
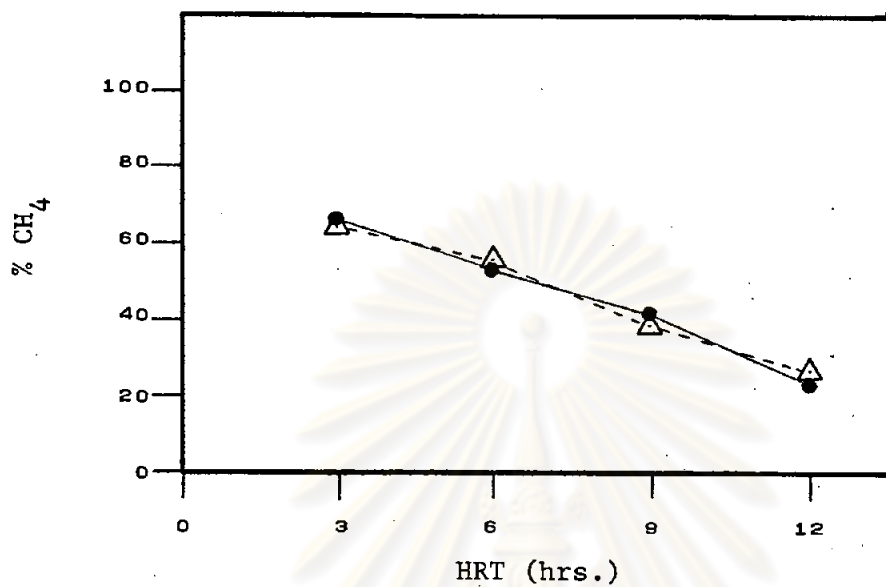
ตารางที่ 5.11 แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนที่เข้าและออกจากเครื่องกรองทั้งสอง

เวลากัก เก็บน้ำ (ชม.)	เครื่อง กรอง	ไนโตรเจนที่เข้าสู่ระบบ (มล./วัน)			ไนโตรเจนที่ออกจากระบบ (มล./วัน)			
		การ ละลาย	ดีไนตริ ฟิเคชัน	ผลรวม	การ ละลาย	ก๊าซไนโตรเจน		ผลรวม
						%	(มล./วัน)	
12	เครื่องตั้ง	222.12	13.70	235.82	177.62	64.10	531.77	709.39
	เต็มตั้ง				168.48	60.80	407.97	576.45
9	เครื่องตั้ง	296.04	18.26	314.30	199.43	54.00	366.28	565.71
	เต็มตั้ง				202.27	54.77	299.43	501.70
6.1	เครื่องตั้ง	444.12	27.39	471.51	288.08	53.80	99.53	397.61
	เต็มตั้ง				241.57	43.60	147.37	388.94
6.2	เครื่องตั้ง	444.12	27.39	471.51	217.19	39.20	560.56	777.75
	เต็มตั้ง				202.78	36.60	494.10	696.88
3	เครื่องตั้ง	888.11	54.77	942.88	295.49	26.67	322.71	618.20
	เต็มตั้ง				306.13	27.63	316.25	622.38

ก๊าซมีเทน

จากการทดลองปรากฏว่า เปอร์เซนต์ก๊าซมีเทนจะเพิ่มขึ้นตามออร์

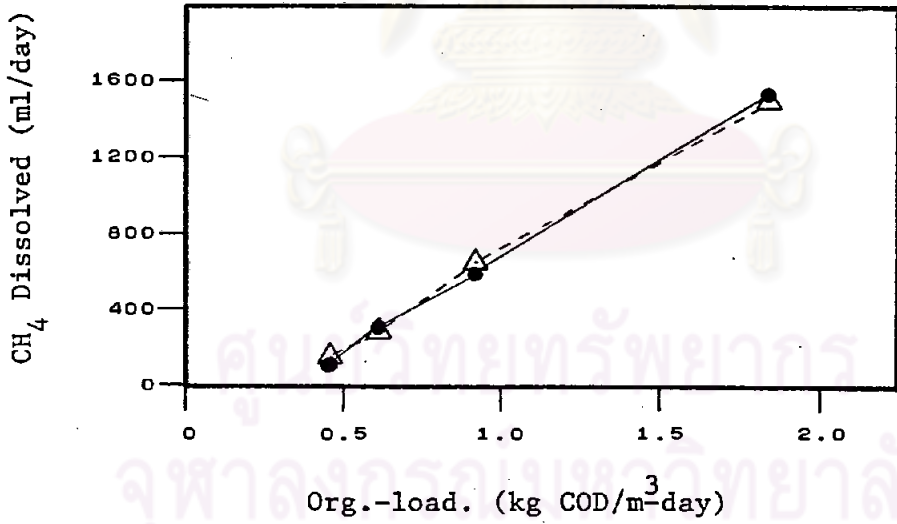
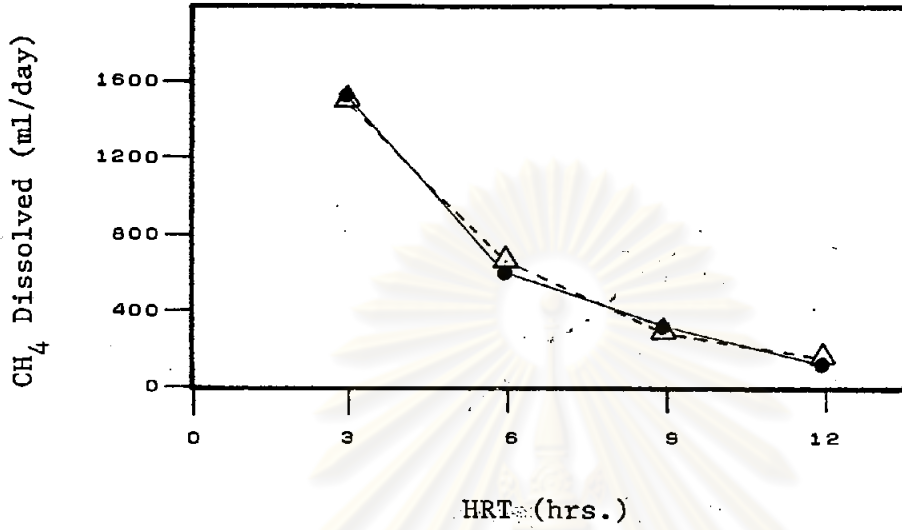
แก๊สไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นโดยการลดเวลากักเก็บน้ำ(ดังภาพที่ 5.31) โดยมีบางส่วนละลายออกไปพร้อมกับน้ำทิ้ง การละลายของมีเทนที่ออกไปพร้อมกับน้ำทิ้งจะเพิ่มขึ้นตามออร์แกนิคไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นจากการลดเวลากักเก็บน้ำ(ดังภาพที่ 5.32) บางครั้งปรากฏว่ามีเทนที่ละลายออกไปมีค่ามากกว่าก๊าซมีเทนที่วัดได้เสียอีก ดังนั้นในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนที่มีความเข้มข้นสารอินทรีย์ต่ำจึงควรคำนึงถึงความสามารถในการละลายของมีเทนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การวัดค่ามีเทนที่ได้มีค่าต่ำกว่าปกติ เราอาจแสดงตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณมีเทนที่ละลาย



●—● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△---△ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.31 แสดงเปอร์เซ็นต์มีเทนที่เวลากักเก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดตั้งต่าง ๆ กัน



●—● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△--△ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.32 แสดงมีเทนที่ละลายในน้ำที่เวลากักเก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดคิ่งต่าง ๆ กัน

ตั้งตัวอย่างที่ 5.2

ตัวอย่างที่ 5.2 ที่เวลากักเก็บน้ำ 3 ชม. ปรากฏว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางเครื่องดังผลิตก๊าซ มีเทนได้ 66.04% (ปริมาตร/ปริมาตร) จงคำนวณหาความเข้มข้นของก๊าซมีเทนที่สามารถละลายออกไปพร้อมกับน้ำทิ้ง ที่อุณหภูมิ 25°C .

กฎของเฮนรี $C^* = K_h \bar{P}$

เนื่องจาก $K_h = 13.6 \times 10^{-4}$ โมล/ลิตร-บรรยากาศที่ 25°C .

$\bar{P} = 0.66$ บรรยากาศ (ความดันเหนือน้ำ=1บรรยากาศ)

$C^* = 13.6 \times 10^{-4} \times 0.66$ โมล/ลิตร.

เพราะว่ามีเทน 1 โมล มีปริมาตร 24.45 ลิตร ที่อุณหภูมิ 25°C .

$$C^* = 13.6 \times 10^{-4} \times 0.66 \times 24.45 \times 10^3 \text{ มล./ลิตร}$$

$$= 21.96 \text{ มล./ลิตร}$$

น้ำเสียมีอัตราการไหล = 69.93 ลิตร/วัน

มีเทนที่ละลายออกมา = 21.96×69.93 มล./วัน

= 1535.66 มล./วัน

ก๊าซมีเทนที่วัดได้ = (ก๊าซรวมทั้งหมด, มล./วัน) \times (เปอร์เซ็นต์มีเทน)

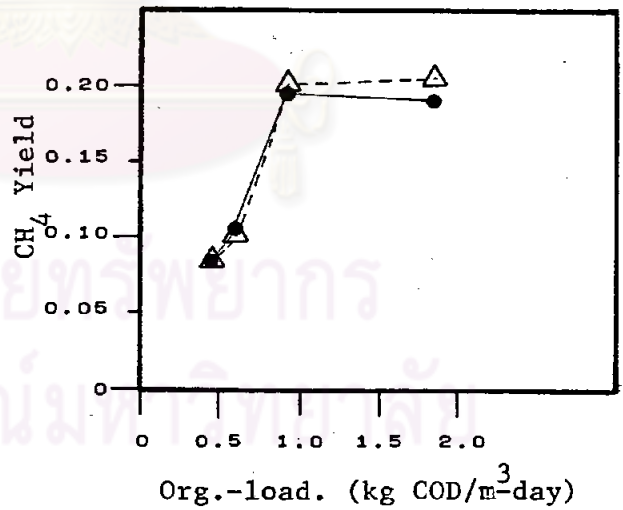
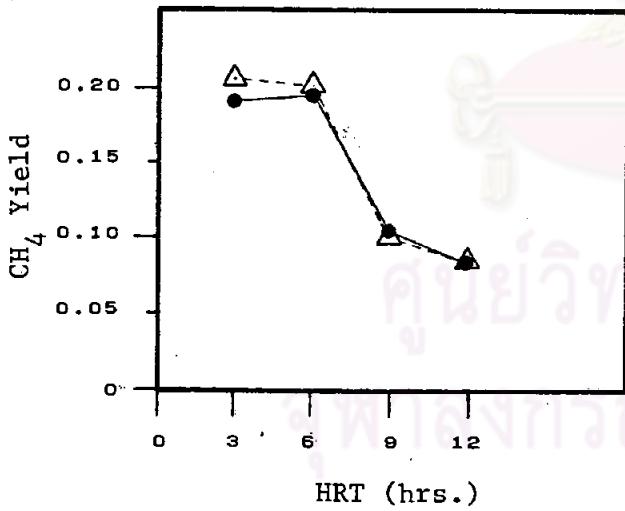
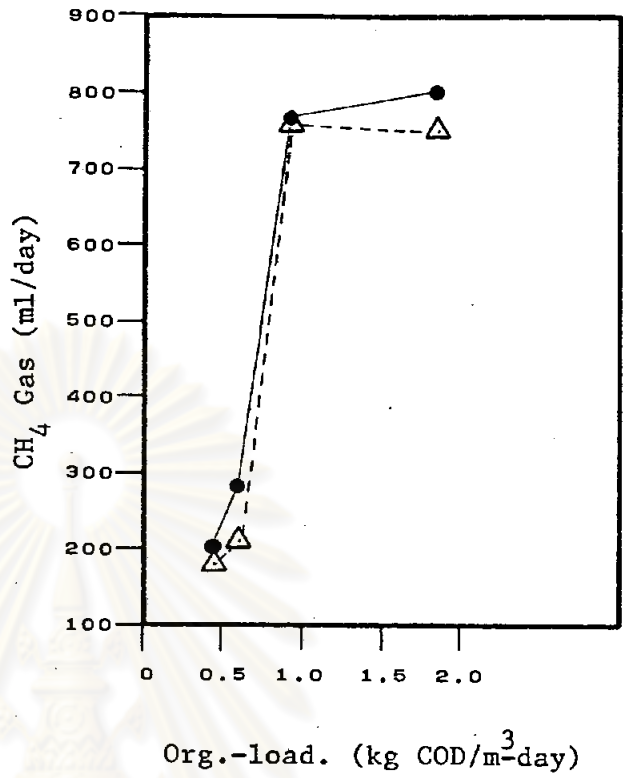
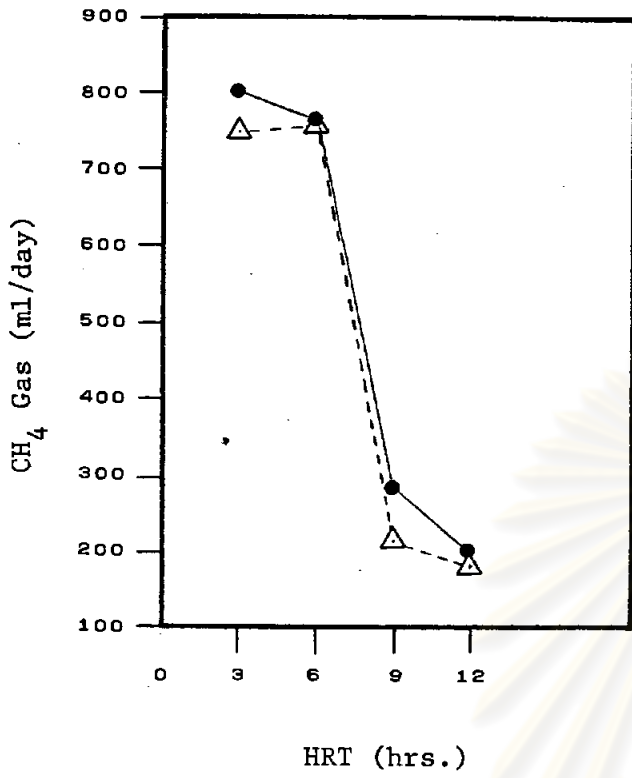
= 1210×0.66 มล./วัน

= 799.08 มล./วัน

มีเทนรวมทั้งหมด = $1535.66 + 799.08$ มล./วัน

= 2334.74 มล./วัน

ปริมาณของก๊าซมีเทนที่วัดได้และค่ามีเทนอีลด์แสดงอยู่ในภาพที่ 5.33 โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามออร์แกนิกโหลดดิ่งที่เพิ่มขึ้นจากการลดเวลากักเก็บน้ำ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเครื่องดังจะมีปริมาณก๊าซมีเทนมากกว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางเดิมดังเล็กน้อย ซึ่งเป็นผลมาจากการกำจัดซีโอติที่สูงกว่า ปริมาณมีเทนที่เกิดขึ้นทั้งหมดแสดงอยู่ในตารางที่ 5.2 โดยมีอัตราการผลิตมีเทนต่อกรัมซีโอติที่ถูกกำจัดอยู่ในช่วง 0.069-0.209 ลิตร โดยคิดในรูปของมีเทนรวมซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ Fernandes และคณะ (38) เคยวัดอัตราการผลิตก๊าซของการบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนปรากฏว่าได้มีเทน 0.037 ลิตร (รวมมีเทนที่ละลาย) ส่วน Lettinga



● — ● เครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถัง

△ - - △ เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง

ภาพที่ 5.33 แสดงก๊าซมีเทน, มีเทนยิลด์ที่เวลากักเก็บน้ำและออร์แกนิกโหลดต่าง ๆ กัน

และคณะ (67) พบว่าอัตราการผลิตมีเทนอยู่ในช่วง 0.075-0.170 ลิตรต่อกรัมซีไอดีที่ถูกกำจัด (ไม่รวมมีเทนที่ละลายในน้ำทิ้ง)

การวิจัยในส่วนนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ (Analytical Research) โดยอธิบายเหตุผลจากตัวเลขที่ได้รับจากการวิจัย ซึ่งยังไม่มีผู้ศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบก๊าซชีวภาพอย่างแน่ชัด กอปรกับหลักทฤษฎีระบบหมักแบบไร้ออกซิเจนกับน้ำเสียความเข้มข้นสูงโดยทั่วไป ไม่อาจนำมาอธิบายสภาวะบางอย่างที่เกิดขึ้นกับน้ำเสียความเข้มข้นต่ำได้ ผู้วิจัยจึงได้แต่ประมวลจากตัวเลขที่ทดลองได้ แล้วหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลเท่านั้น การยืนยันในรายละเอียดจำเป็นต้องหาพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ และควบคุมสภาวะต่าง ๆ ให้ได้ตามต้องการ ในตารางที่ 5.13 จะเปรียบเทียบของค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบหมักแบบไร้ออกซิเจนแบบต่าง ๆ เมื่อนำมาทดลองกับน้ำเสียจากบ้านเรือนที่เคยมีผู้ศึกษาไว้กับผลการทดลองที่ผู้วิจัยได้ทดลอง

ตารางที่ 5.12 แสดงปริมาณก๊าซมีเทนที่ผลิตได้จากเครื่องกรองทั้งสอง

เวลากักเก็บน้ำ (ชม.)	เครื่องกรอง	ก๊าซชีวภาพ (มล/วัน)	%มีเทน ปริมาตร/ ปริมาตร	ก๊าซมีเทน (มล/วัน)	มีเทนที่ละลาย (มล/วัน)	มีเทนรวม (มล/วัน)	มีเทนบีลด์ (ล./กรัมซีไอดีที่ถูกกำจัด) ทั้งหมด
12	เครื่องถัง	829.60	24.15	200.35	140.45	340.80	0.069
	เต็มถัง	671.10	26.70	179.18	155.31	334.46	0.069
9	เครื่องถัง	678.30	41.50	281.50	321.68	603.18	0.108
	เต็มถัง	546.70	38.53	210.64	298.60	509.24	0.009
6 ₁	เครื่องถัง	185.00	35.40	65.49	411.60	477.09	0.066
	เต็มถัง	338.00	45.85	154.97	533.29	688.26	0.103
6 ₂	เครื่องถัง	1430.00	53.40	763.62	621.07	1384.69	0.187
	เต็มถัง	1350.00	56.20	758.70	653.58	1412.28	0.201
3	เครื่องถัง	1210.00	66.04	799.08	1535.66	2334.74	0.184
	เต็มถัง	1144.60	65.28	747.20	1518.18	2265.38	0.209

ตารางที่ 5.13 ส่วนประกอบของก๊าซชีวภาพที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนที่เคยมีผู้ศึกษาไว้เปรียบเทียบกับของผู้วิจัย

ผู้ทดลอง	ระบบ	ซีไอดี (มก/ล)	เวลากักเก็บน้ำ (ชม.)	%คาร์บอนไดออกไซด์	%ไนโตรเจน	%มีเทน
Simpson	Anaerobic Filter	1273	16	14	6	80
Kobayashi และคณะ	Anaerobic Filter	288	24	30	5	65
Lettinga และคณะ	UASB	525	8-24	14-22	2-4	74-84
Fernandes และคณะ	UASB	700	24	8-27	2-14	51-88
ผู้วิจัย	Anaerobic Filter	300	3-12	4-12	25-60	25-65

5.3.1.6 สมดุลย์ของสารอินทรีย์คาร์บอนในระบบ (Organic Carbon Balance)

การหาสมดุลย์ของสารอินทรีย์คาร์บอนเป็นการประเมินสมดุลย์ของมวลในระบบที่สภาวะคงตัว วิธีหาสมดุลย์ของมวลโดยวัดจากสารอินทรีย์คาร์บอนมีหลักการดังนี้

คาร์บอนที่เข้าสู่ระบบ = สารละลายคาร์บอน (ซีไอดี) ของน้ำทิ้ง + ก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ + มีเทนที่ละลายไปกับน้ำทิ้ง + สารอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในระบบ + ตะกอนแขวนลอยเวลาไหลในน้ำทิ้ง

ในตารางที่ 5.14-5.15 แสดงการหาสมดุลย์ที่ระยะเวลากักเก็บน้ำต่าง ๆ กันของเครื่องกรอง เนื่องจากสารอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในระบบหรือตะกอนแขวนลอยเวลาไหลที่สะสมภายในมีค่าต่ำ ซึ่งยากแก่การประมาณค่าที่แน่นอน จึงไม่ได้นำข้อมูลส่วนนี้มาคำนวณ สารอินทรีย์คาร์บอนในแต่ละส่วนจะคิดเทียบเป็นค่าซีไอดี จากการเปรียบเทียบอัตราส่วนสารอินทรีย์คาร์บอนที่เข้าและออกจากระบบทั้งหมดปรากฏว่าเครื่องกรองทั้งสองให้ค่าใกล้เคียงกันในแต่ละการทดลอง ถ้าอัตราส่วนใกล้เคียง 1.0 แสดงว่าระบบมีความสมดุลย์ของมวลสารหรือมี

ความเป็นไปได้สูง ในการทดลองตอนแรก ๆ ที่ระยะเวลาเก็บน้ำนานปรากฏว่าอัตราส่วนนี้มีค่าสูง อาจเนื่องมาจากมีการผลิตตะกอนไวลาไหลในระบบ ซึ่งไม่ได้นำมาคิดในส่วนมวลรวม-ออกประการหนึ่ง และที่สำคัญคือเปอร์เซ็นต์ก๊าซไนโตรเจนสูงกว่ามีเทนมาก ซึ่งทำให้อัตราส่วนนี้มีค่าสูง แต่ที่ระยะเวลาเก็บน้ำต่ำปรากฏว่าอัตราส่วนนี้มีค่าใกล้เคียง 1.0 ซึ่งแสดงถึง - ความน่าเชื่อถือในการทดลองที่เพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากเปอร์เซ็นต์มีเทนที่เพิ่มขึ้น เป็นปัจจัยสำคัญ

ตารางที่ 5.14 สมดุลย์ของสารอินทรีย์คาร์บอนในเครื่องกรองครึ่งถัง

เวลากักเก็บน้ำ (ชม.)	คาร์บอนที่เข้าระบบ	คาร์บอนที่ออกจากระบบ						อัตราส่วนเข้า/ออก
		ซีไอได้น้ำเสีย (มก. ซีไอดี/วัน)	ซีไอได้น้ำทิ้ง (มก. ซีไอดี/วัน)	ก๊าซมีเทน (มก. ซีไอดี/วัน) *	มีเทนที่ละลาย (มก. ซีไอดี/วัน) **	ตะกอนไวลาไหลในน้ำทิ้ง (มก. ซีไอดี/วัน) ***	คาร์บอนที่สะสมในระบบ (มก. ซีไอดี/วัน)	
12	5362.8	406.3	572.4	401.3	560.9	-	1930.9	2.78
9	7217.5	1640.6	804.3	919.1	867.1	-	4231.1	1.71
6 ₁	10833.7	3601.9	187.1	1176.0	1279.9	-	6244.9	1.74
6 ₂	10595.9	3187.2	2181.8	1774.5	1017.6	-	8161.1	1.30
3	21460.1	8785.3	2283.1	4387.6	2024.5	-	17480.5	1.23

ตารางที่ 5.15 สมดุลย์ของสารอินทรีย์คาร์บอนในเครื่องกรองเต็มถัง

เวลากักเก็บน้ำ (ชม.)	คาร์บอนที่เข้าระบบ	คาร์บอนที่ออกจากระบบ						อัตราส่วนเข้า/ออก
		ซีไอได้น้ำเสีย (มก. ซีไอดี/วัน)	ซีไอได้น้ำทิ้ง (มก. ซีไอดี/วัน)	ก๊าซมีเทน (มก. ซีไอดี/วัน) *	มีเทนที่ละลาย (มก. ซีไอดี/วัน) **	ตะกอนไวลาไหลในน้ำทิ้ง (มก. ซีไอดี/วัน) ***	คาร์บอนที่สะสมในระบบ (มก. ซีไอดี/วัน)	
12	5362.8	477.3	511.9	443.7	606.0	-	2038.9	2.63
9	7217.5	2051.3	601.8	853.1	727.3	-	4233.5	1.71
6 ₁	10833.7	4122.3	442.8	1523.7	1374.3	-	7463.1	1.45
6 ₂	10595.9	3584.4	2167.7	1867.4	1453.0	-	9072.5	1.17
3	21460.1	10629.4	2134.9	4337.7	3650.3	-	20752.3	1.03

* สมมติ 1 กรัมซีไอดี = 0.35 ลิตรมีเทน

** สมมติ น้ำทิ้งมีก๊าซมีเทนละลายอยู่อย่างอิ่มตัว 21.96 มล./ลิตร

*** สมมติ Solids 1.0 มก. = ซีไอดี 1.5 มก.

$$\frac{\text{ประมาณจาก Total COD of Effluent - Soluble COD of Effluent}}{\text{VSS}} = 1.5$$

5.3.2 ความเป็นอยู่และชนิดของตะกอนจุลชีพภายในเครื่องกรอง

ภายในเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังลอย จะมีชั้นสลัดจ์อยู่ด้านล่าง มีความเข้มข้นประมาณ 2% ชั้นสลัดจ์จะอยู่สูงขึ้นมาประมาณ 0.30 เมตร ที่ชั้นนี้จะมีความสูงเปลี่ยนแปลงไปตามกระแสความเร็วของน้ำเสียที่ดันขึ้น ถัดมาจะเป็นชั้นน้ำใสจนถึงที่เริ่มมีการวางตัวของตัวกลางที่ระดับ 1.25 เมตรจากด้านล่างเครื่องกรอง โดยมีตะกอนจุลชีพเกาะอย่างหนาแน่นอยู่ในช่วงประมาณ 0.50 เมตร และเหนือขึ้นไปจะเป็นตะกอนแขวนลอยที่เบาบางจนถึงด้านบนสุดของเครื่องกรอง

ส่วนเครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถัง จะมีชั้นตะกอนหนาแน่นอยู่บริเวณด้านล่างสุดซึ่งมีความเข้มข้นประมาณ 1.4% และค่อย ๆ เบาบางลงจนถึงที่ระดับ 1.0 เมตรจากด้านล่าง - ต่อกันนั้นจะเป็นชั้นน้ำใสโดยมีตะกอนแขวนลอยอยู่ตามตัวกลางบ้าง

สภาพทางจุลชีววิทยาภายใน เครื่องกรองทั้งสองมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือบริเวณที่มีตะกอนสะสมอยู่จะมีแบคทีเรียพวกเส้นใย (Filamentous Bacteria) อยู่เป็นจำนวนมาก อีกทั้งแบคทีเรียที่ผลิตกรดโวลลาไทล์ และแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทนด้วย โดยมีฟองก๊าซเล็ก ๆ ผุดขึ้นจากบริเวณที่มีตะกอนจุลชีพสะสมอยู่ ส่วนบริเวณที่เป็นชั้นน้ำใสปราศกว่าพบ Facultative Bacteria พวก Protozoa ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับที่พบในระบบบำบัดแบบเติมอากาศ แต่มีในปริมาณไม่มากนัก

5.3.3 การสูญเสียแรงดันหัวน้ำ (Head Loss) ภายในเครื่องกรอง

การสูญเสียแรงดันหัวน้ำภายในเครื่องกรองทั้งสองมีค่าน้อยมาก จากการวัดด้วยมาโนมิเตอร์ที่จุดเก็บตัวอย่างที่ระดับ 0.15 ม. กับ 2.25 ม. ปรากฏว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถังลอยมีการสูญเสียแรงดันหัวน้ำ 5.53 ซม./ความสูง 210 ซม. ส่วนเครื่อง

กรองที่มีตัวกลางเต็มถึงมีการสูญเสียแรงดันหัวน้ำ 4.84 ซม./ความสูง 210 ซม. เหตุที่ -
เครื่องกรองที่มีตัวกลางเต็มถึงมีการสูญเสียแรงดันหัวน้ำน้อยกว่าเครื่องกรองที่มีตัวกลางครึ่งถึง
ลอย ทั้ง ๆ ที่น้ำจะมีค่ามากกว่า เป็นเพราะว่า บริเวณจุดเริ่มต้นที่มีการวางชั้นตัวกลางครึ่งถึง
จะมีตะกอน เซลล์จุลชีพอัดตัวกันแน่น ซึ่งคาดว่าจะ เป็นจุดที่ทำให้แรงดันหัวน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย