บทที่4

ผลการทดลอง

4.1 ลักษณะทั่วไปในการทดลอง

การทดลองนี้แบ่งเป็นสองช่วง การทดลองช่วงแรกประกอบด้วยบึงประดิษฐ์หน่วยทดลองที่ 1 ถึงหน่วยทดลองที่ 3 โดยทำการทดลองในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2543 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2544 ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝนต่อฤดูหนาว การทดลองช่วงหลัง ประกอบด้วยบึงประดิษฐ์หน่วยทดลองที่ 4 ถึงหน่วยทดลองที่ 6 โดยทำการทดลองในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2544 ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อน ซึ่งมีแสงแดดจัดและอากาศมีอุณหภูมิสูงกว่าในช่วงฤดูฝนหรือฤดูหนาว ในฤดูฝนมีฝนตกเป็นระยะ แต่ปริมาณน้ำฝนไม่มีผลกระทบต่อตัวบึงประดิษฐ์เนื่องจากมีหลังคาผ้าพลาสติกใสป้องกันอยู่ ในขณะที่แสงแดดยังสามารถส่องผ่านได้เต็มที่

บึงประดิษฐ์ทุกหน่วยทดลองใช้ตัวกลางใหม่ในการทดลอง และมีระยะเวลาในการทดลองประมาณ 3 เดือน ยกเว้นหน่วยทดลองที่ 6 ใช้ตัวกลางเดิมจากหน่วยทดลองที่ 3 มาทำการทดลองต่อเป็นเวลา 1 เดือน โดยเพิ่มอัตราการไหลและความเข้มข้นของน้ำมันในน้ำเสียเข้าระบบ

4.2 ลักษณะน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำดิบที่ใช้ในการทดลองนำมาจากโรงกลั่นน้ำมันของบริษัทบางจาก โดยเก็บมาจากบ่อพักน้ำเสียซึ่งเป็นน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นโดยแยกน้ำมันออกแล้วบางส่วนด้วยกระบวนการทางกายภาพ ซึ่งน้ำมันส่วนใหญ่ที่ถูกแยกออกแล้วเป็นน้ำมันที่ไม่ละลายน้ำ น้ำในบ่อนี้จะถูกปรับสภาพและบำบัดเบื้องต้นเพื่อรอที่จะเข้าสู่ระบบบำบัดทางชีวภาพต่อไป

ตารางที่ 4.1 ลักษณะสมบัติของน้ำดิบจากโรงกลั่น ก่อนนำมาเจือจางเข้าระบบบึงประดิษฐ์

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างน้ำดิบจากโรงกลั่นน้ำมัน	ช่วง
PH	7.15	7.09 - 7.25
อุณหภูมิ(เซลเซียส)	28.9	28.2 - 29.3
โออาร์พี(mV)	-100	-125 ถึง -87
น้ำมันและไขมัน(mg/l)	57	42 - 70
ทีเคเอ็น(mg/l)	12.1	9.4 - 16.4
ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด(mg/l)	82	64 - 97
COD(mg/l)	475	446 - 510
TOC(mg/l)	–	–
ของแข็งทั้งหมด(mg/l)	4,055	3542 - 4715
ของแข็งละลายทั้งหมด(mg/l)	3,973	3478 - 4618

หมายเหตุ: จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 3

4.3 การศึกษาประสิทธิภาพของบึงประดิษฐ์เป็นระบบบำบัดขั้นที่สาม

การศึกษานี้ได้นำน้ำเสียดิบมาเจือจางให้มีค่าน้ำมันและไขมันเท่ากับ 5 มก./ล. แล้วทำการทดลองป้อนน้ำเสียเข้าระบบที่อัตราไหลต่างกัน 2 ค่าคือ 3 และ 6 ลิตรต่อวัน ลักษณะสมบัติของน้ำเสียหลังเจือจางแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ลักษณะสมบัติเฉลี่ยของน้ำเสียที่ป้อนเข้าระบบบึงประดิษฐ์

พารามิเตอร์	ค่าน้ำมันในน้ำเข้าระบบประมาณ 5 mg/l		ค่าน้ำมันในน้ำเข้าระบบประมาณ 10 mg/l	
	ค่าเฉลี่ย	ช่วง	ค่าเฉลี่ย	ช่วง
พีเอช	7.44	6.92 – 7.88	7.36	6.88 – 7.93
อุณหภูมิ,เซลเซียส	26.34	23.2 – 28.4	27.39	23 – 32
โออาร์พี,มิลลิโวลท์	136	20 – 256	28	-212 ถึง 253
น้ำมันและไขมัน, mg/l	5.57	3 – 9.5	11.98	4 – 25.5
ทีเคเอ็น, mg/l	1.82	1.3 – 2.38	8.58	2.55 – 17.74
ของแข็งแขวนลอย, mg/l	27.35	13 – 81	46.92	16 – 124
ซีโอดี, mg/l	59.60	27.34 – 116	194.89	40.75 – 419.56

ตารางที่ 4.3 ลักษณะสมบัติเฉลี่ยของน้ำทิ้งจากระบบชุดทดลองที่1

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย		ประสิทธิภาพการกำจัด(%)
	น้ำเสีย	น้ำทิ้ง	
พีเอช	7.44	8.17	-
อุณหภูมิ,เซลเซียส	26.34	25.34	-
โออาร์พี,มิลลิโวลท์	136	122	-
น้ำมันและไขมัน, mg/l	5.57	0.68	87.79
ทีเคเอ็น, mg/l	1.82	1.26	30.76
ของแข็งแขวนลอย, mg/l	27.35	10.65	61.06
ซีโอดี, mg/l	59.60	34.95	41.35

4.3.1 ชุดทดลองที่ 1 การทดลองนี้ได้ปลูกต้นธูปฤษี โดยป้อนน้ำเสียที่มีความเข้มข้นน้ำมัน 5 มก/ล. อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 3 ลิตร/วัน คิดเป็นภาระน้ำมันเข้าระบบเท่ากับ 15 มก. /วัน โดยระบบมีภาระทางชลศาสตร์เท่ากับ1.67 ซม./วัน ดังแสดงในตารางที่4.3 ผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

1) พีเอช

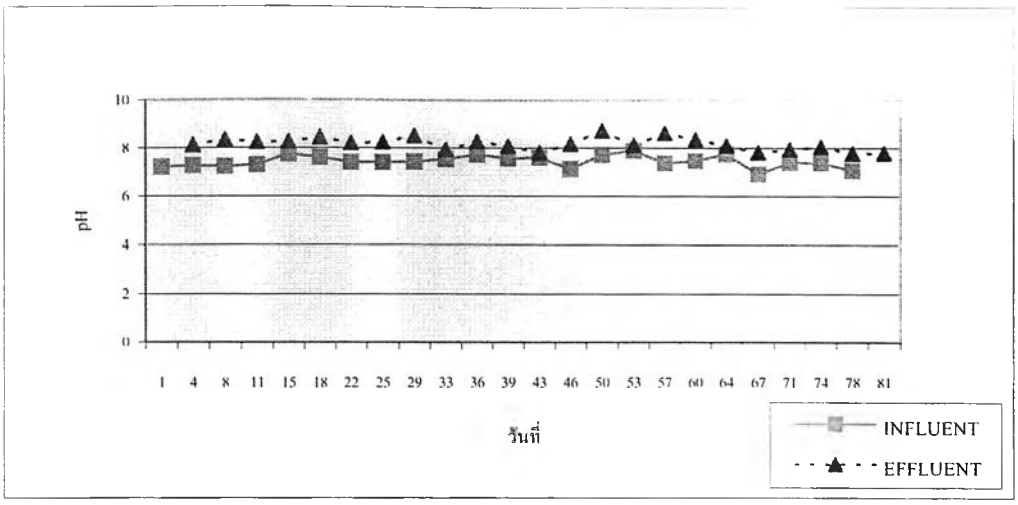
พีเอชที่ต้นธูปฤษีสามารถทำงานได้ดีอยู่ในช่วง 4 - 10 ในขณะที่พีเอชในน้ำเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 6.92 - 7.88 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.44 พีเอชในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 7.78 – 8.73 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.17 โดยพีเอชในน้ำออกระบบจะมีค่าสูงกว่าพีเอชในน้ำเสียเข้าระบบ ส่วนค่าพีเอชที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในชั้นตัวกลาง ที่ระยะ 0 เซนติเมตร ระยะ 20 เซนติเมตร และระยะ 40 เซนติเมตร จากบริเวณทางน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.79 , 7.18 และ 7.11 ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1

2) อุณหภูมิ

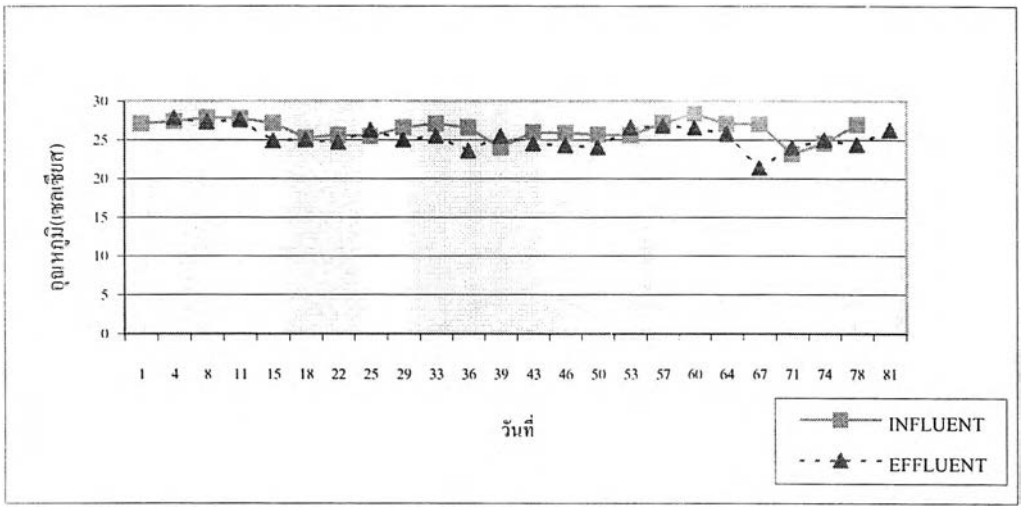
อุณหภูมิในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 23.2 – 28.4 องศาเซลเซียสโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.34 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 21.4 – 27.8 องศาเซลเซียสโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.34 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิในน้ำเข้าระบบส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิในน้ำออกระบบ ค่าอุณหภูมิที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในชั้นตัวกลาง ที่ระยะ 0 เซนติเมตร ระยะ 20 เซนติเมตร และระยะ 40 เซนติเมตร จากบริเวณทางน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.24 ,26.14และ 26.06องศาเซลเซียสตามลำดับดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1

3) โออาร์พี (Oxidation – Reduction Potential)

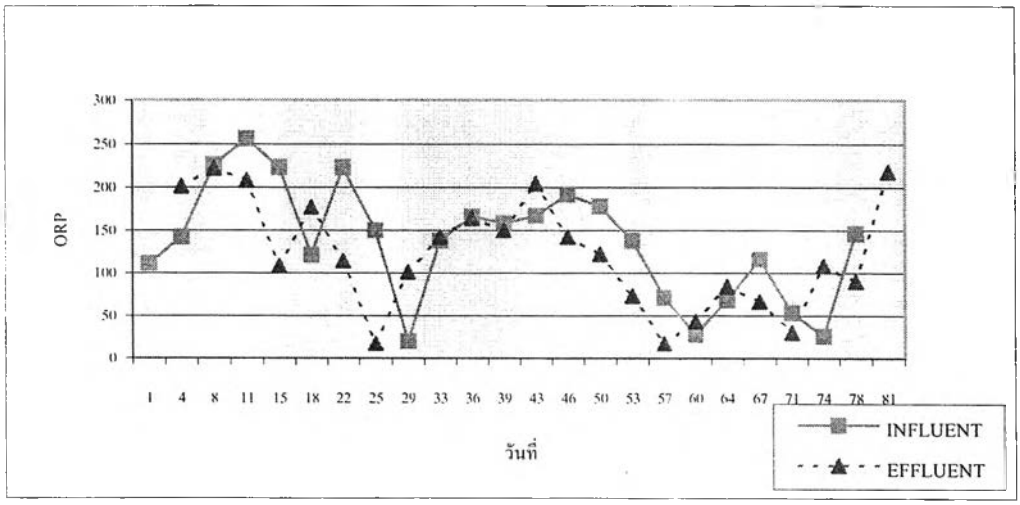
โออาร์พีซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง –100 ถึง 300 มิลลิโวลท์ จะบ่งบอกว่าระบบอยู่ในสภาวะแฟคัลเททีฟ โออาร์พีในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 20 – 256 มิลลิโวลท์ ซึ่งอยู่ในสภาวะแฟคัลเททีฟ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 136 มิลลิโวลท์ ส่วนโออาร์พีในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 17 – 222 มิลลิโวลท์ ซึ่งอยู่ในแฟคัลเททีฟเช่นเดียวกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 122 มิลลิโวลท์ ซึ่งโออาร์พีในน้ำเข้าระบบ และในน้ำออกระบบมีค่าค่อนข้างไม่คงที่ ค่าโออาร์พีเฉลี่ยที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในชั้นตัวกลาง ที่ระยะ 0 เซนติเมตร ระยะ 20 เซนติเมตร และระยะ 40เซนติเมตร จากบริเวณทางน้ำเข้าระบบมีค่าเท่ากับ 123.8 , -45.6 และ -50.4 มิลลิโวลท์ตามลำดับ ซึ่งทุกค่า



ก) พีเอช



ข) อุณหภูมิ



ค) โออาร์พี

รูปที่ 4.1 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 1 ที่น้ำมันเข้าระบบ 5 mg/l อัตราการไหล 3 l/d ก) พีเอช ข) อุณหภูมิ ค) โออาร์พี

จัดว่าอยู่ในสภาวะแฟคัลเททีฟ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1 เนื่องจากน้ำเสียเข้าระบบมีค่าซีโอดีเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ทำให้อัตราการย่อยสลายของจุลชีพในระบบค่อนข้างต่ำ จึงทำให้ค่าโออาร์พีเป็นบวกหรือติดลบเล็กน้อย

4) น้ำมันและไขมัน

น้ำมันและไขมันในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 3 – 9.5 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.56 mg/l ส่วนน้ำมันและไขมันในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 – 1.7 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.68 mg/l ระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี มีอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 3 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 5 mg/l มีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันและไขมันได้ดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 87.79% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.2

5) Total Kjedahl Nitrogen(TKN)

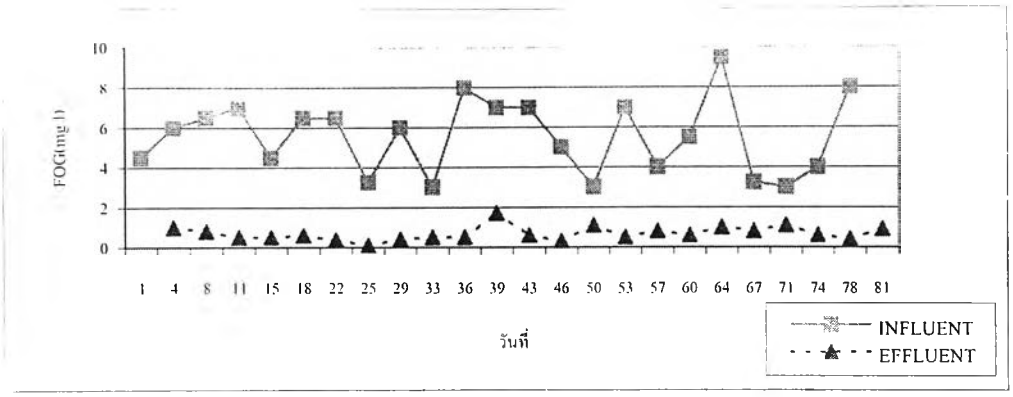
ค่าTKNในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าไม่สูงมากนัก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.3 – 2.38 mg/l ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.82 mg/l ส่วนค่าTKNในน้ำเสียออกระบบมีค่าต่ำ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.28 – 1.87 mg/l และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.26 mg/l ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดTKNโดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษีค่อนข้างต่ำ เท่ากับ 30.76% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.2

6) ของแข็งแขวนลอย

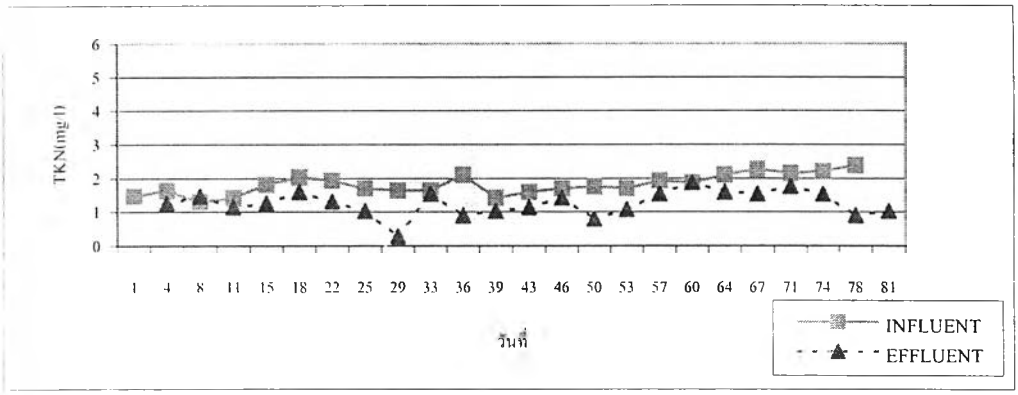
ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก คือตั้งแต่ 13 – 81 mg/l ส่วนน้ำออกระบบหลังจากการบำบัดแล้ว มีค่าอยู่ระหว่าง 3 – 23 mg/l โดยของแข็งแขวนลอยในน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าเฉลี่ยที่ 27.35 และ 10.65mg/l ตามลำดับ ระบบสามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 61.04% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.2

7) ซีโอดี

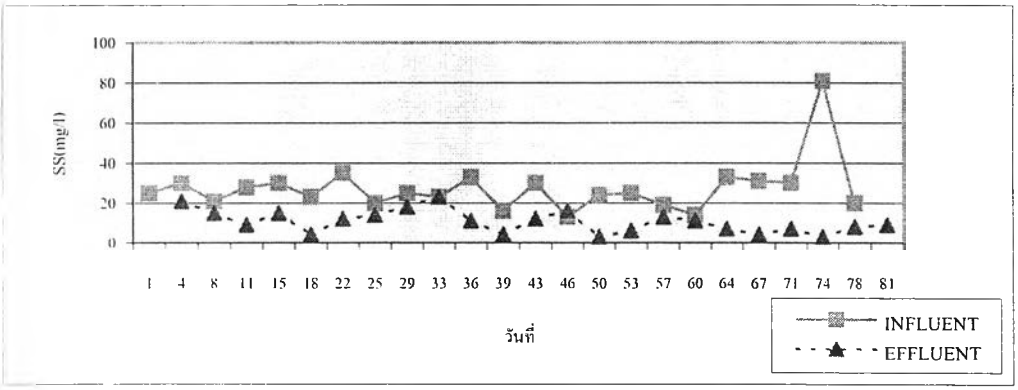
ซีโอดีในน้ำเสียที่วัดในการทดลองที่เป็นซีโอดีทั้งหมด(TCOD) โดยในน้ำเข้ามีค่าตั้งแต่ 27.34 – 116 mg/l มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.60 mg/lส่วนน้ำออกระบบหลังจากบำบัดแล้ว



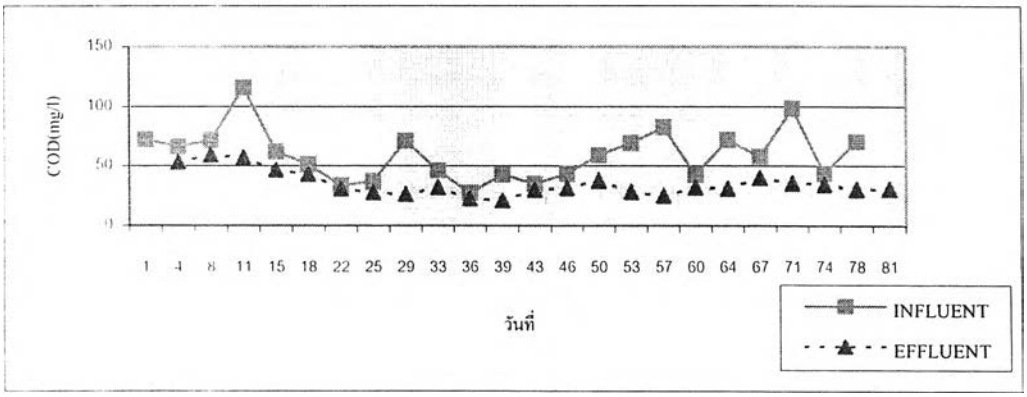
ก) FOG



ข) TKN

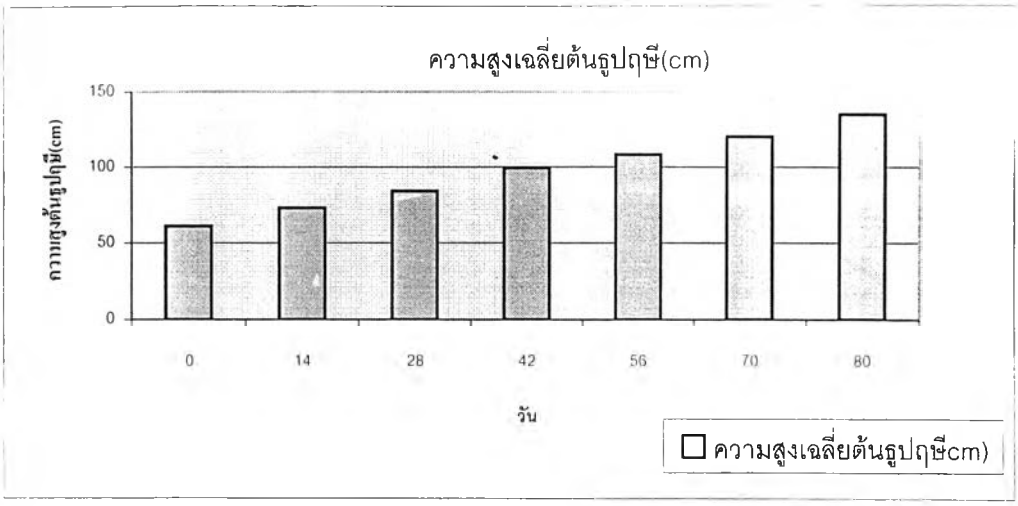


ค) SS



ง) COD

รูปที่ 4.2 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 1 ที่น้ำมันเข้าระบบ 5 mg/lอัตราการไหล 3 l/d ก) FOG ข) TKN ค) SS ง) COD



รูปที่ 4.3 ความสูงเฉลี่ยของต้นธูปฤษี จากทุกชุดทดลองที่ระยะเวลาต่างๆ

มีค่าอยู่ระหว่าง 21.13 – 59 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.95 mg/l ค่าซีโอดีที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในชั้นตัวกลาง ที่ระยะ 0 เซนติเมตร ระยะ 20 เซนติเมตร และระยะ 40 เซนติเมตร จากบริเวณทางน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.35 , 61.75 และ 43.24 mg/l ตามลำดับ โดยระบบมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 41.35% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.2

8) ต้นธูปฤษี

ต้นธูปฤษีในระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งมีอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 3 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 5 mg/l มีการเติบโตตามระยะเวลาที่ผ่านไป โดยเมื่อเริ่มต้นการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 54 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 101 เซนติเมตร

4.3.2 ชุดทดลองที่ 2 การทดลองนี้ได้ปลูกต้นธูปฤษี โดยป้อนน้ำเสียที่มีความเข้มข้นน้ำมัน 5 มก/ล. อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 6 ลิตร/วัน ซึ่งการทดลองนี้ได้เพิ่มภาระน้ำมันและไขมันเข้าระบบคิดเป็น 30 มก./วัน โดยมีภาระทางชลศาสตร์เท่ากับ 3.33 ซม./วัน ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองและมีรายละเอียดในตารางที่ 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ลักษณะสมบัติเฉลี่ยของน้ำทิ้งจากระบบชุดทดลองที่2

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย		ประสิทธิภาพการกำจัด(%)
	น้ำเสีย	น้ำทิ้ง	
พีเอช	7.44	7.89	-
อุณหภูมิ,เซลเซียส	26.34	26.34	-
โออาร์พี,มิลลิโวลท์	136	136	-
น้ำมันและไขมัน, mg/l	5.56	0.74	86.69
ทีเคเอ็น, mg/l	1.82	1.24	31.49
ของแข็งแขวนลอย, mg/l	27.34	10.47	61.70
ซีโอดี, mg/l	59.60	21.42	64.07
ทีโอซี, mg/l	5.75	4.09	27.58

1) พีเอช

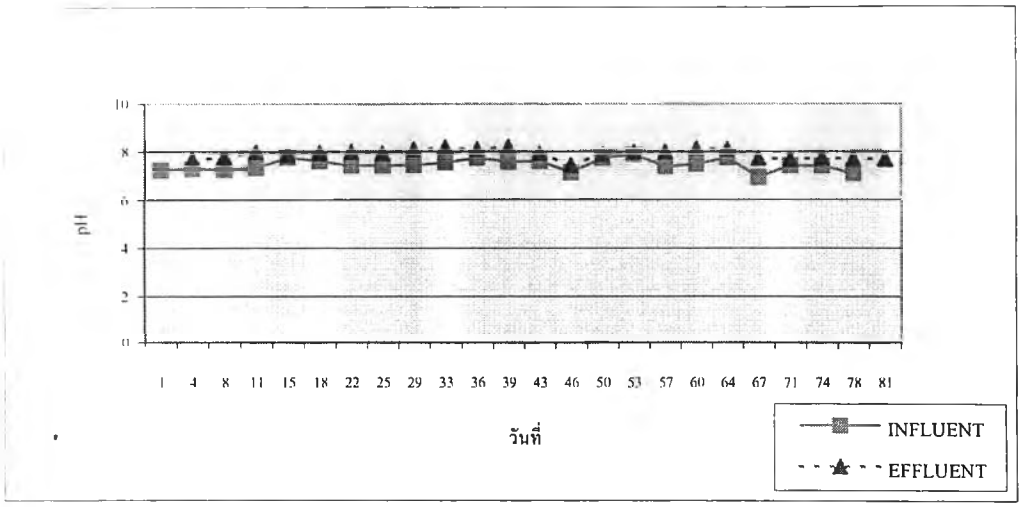
พีเอชในน้ำเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 6.92 - 7.88 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.44 พีเอชในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 7.42 – 8.20 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.90 โดยพีเอชในน้ำออกระบบจะมีค่าต่ำกว่าพีเอชของน้ำที่ออกจากระบบชุดทดลองที่ 1 ส่วนค่าพีเอชที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในชั้นตัวกลาง ที่ระยะ 0 เซนติเมตร ระยะ 20 เซนติเมตร และระยะ 40 เซนติเมตร จากบริเวณทางน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.66 , 7.50 และ 7.24 ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.4

2)อุณหภูมิ

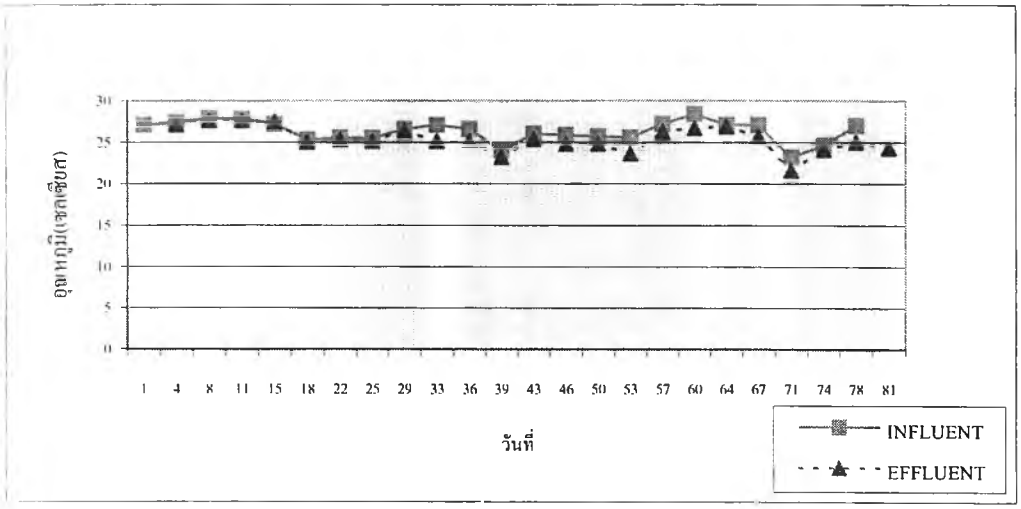
อุณหภูมิในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 23.2 – 28.4 องศาเซลเซียสโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.34 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 21.6– 27.6 องศาเซลเซียสโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.40 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิในน้ำเข้าระบบส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิในน้ำออกระบบ ค่าอุณหภูมิที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในชั้นตัวกลาง ที่ระยะ 0 เซนติเมตร ระยะ 20 เซนติเมตร และระยะ 40 เซนติเมตร จากบริเวณทางน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.92 ,25.78 และ 25.78 องศาเซลเซียสตามลำดับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.4

3) โออาร์พี (Oxidation – Reduction Potential)

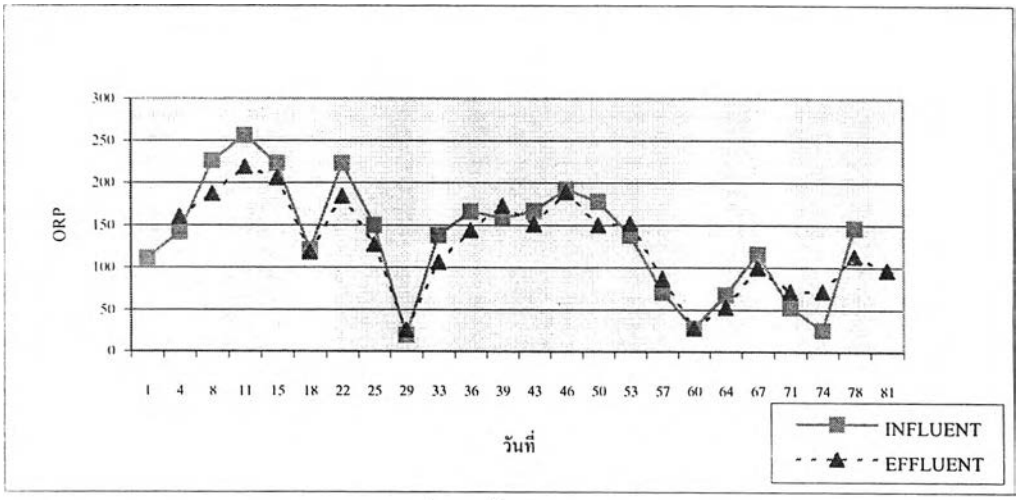
โออาร์พีในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 20 – 256 มิลลิโวลท์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 136 มิลลิโวลท์ ส่วนโออาร์พีในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 26 – 219 มิลลิโวลท์ ซึ่งอยู่ในสภาวะแฟคัลเททีฟ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 127 มิลลิโวลท์ ซึ่งใกล้เคียงกับชุดทดลองที่ 1 ซึ่งโออาร์พีในน้ำเข้าระบบและในน้ำออกระบบมีค่าค่อนข้างไม่คงที่ แต่ก็มีค่าเป็นบวก ค่าโออาร์พีเฉลี่ยที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในชั้นตัวกลาง ที่ระยะ 0 เซนติเมตร ระยะ 20 เซนติเมตร และระยะ 40 เซนติเมตร จากบริเวณทางน้ำเข้าระบบมีค่าเท่ากับ 35 , -14.2 และ -28.8 มิลลิโวลท์ ตามลำดับ ซึ่งทุกค่าอยู่ในสภาวะแฟคัลเททีฟ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.4



ก) พีเอช



ข) อุณหภูมิ



ค) โออาร์พี

รูปที่ 4.4 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 2 ที่น้ำมันเข้าระบบ 5 mg/l อัตราการไหล 6 l/d ก) พีเอช ข) อุณหภูมิ ค) โออาร์พี

4) น้ำมันและไขมัน

น้ำมันและไขมันในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 3 – 9.5 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.57 mg/l ส่วนน้ำมันและไขมันในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 – 1.5 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.75 mg/l ระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันและไขมันได้ดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 86.53% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.5 เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองชุดที่ 1 พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดใกล้เคียงกัน

5) Total Kjedahl Nitrogen(TKN)

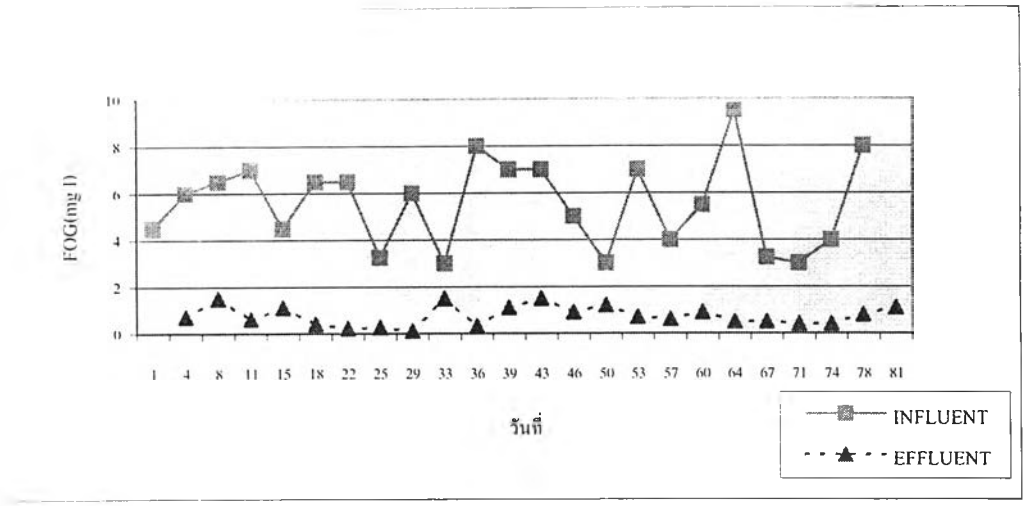
ค่าTKNในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าไม่สูงมากนัก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.3–2.38 mg/l ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.82 mg/l ส่วนค่าTKNในน้ำเสียออกระบบมีค่าต่ำ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.62 – 1.81 mg/l และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.24 mg/l ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัด TKN เท่ากับ 31.86 % ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.5

6) ของแข็งแขวนลอย

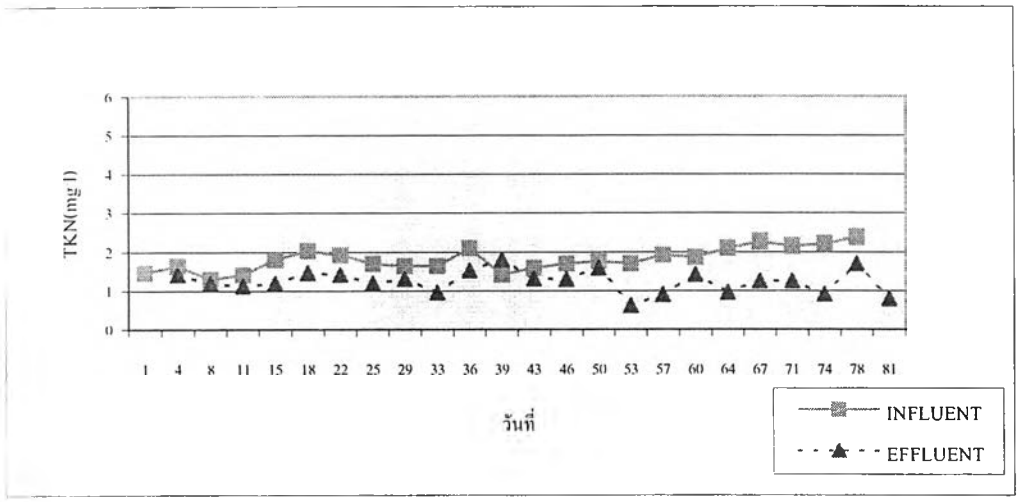
ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก คือตั้งแต่ 13 – 81 mg/l ส่วนน้ำออกระบบหลังจากการบำบัดแล้ว มีค่าอยู่ระหว่าง 4 – 20 mg/l โดยของแข็งแขวนลอยในน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าเฉลี่ยที่ 27.35และ 10.48mg/l ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 61.68% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.5

7) ซีโอดี

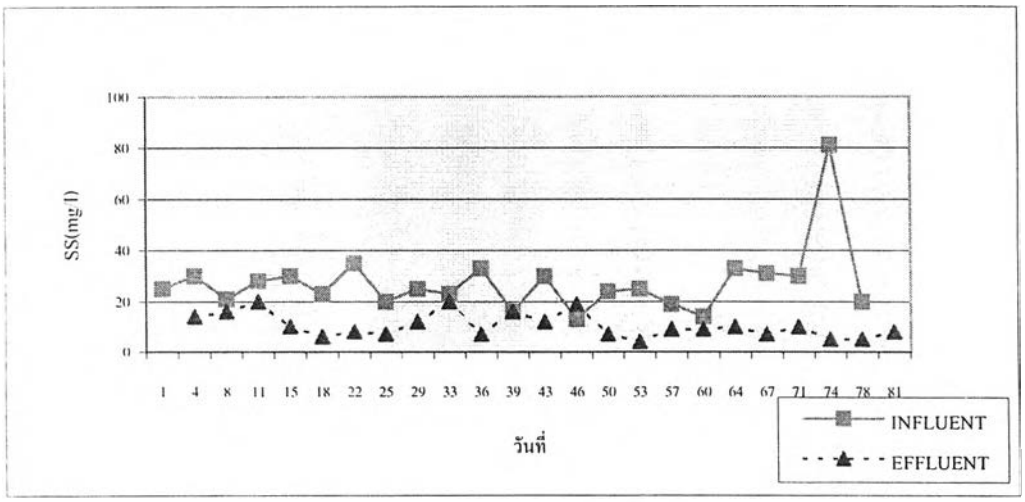
ซีโอดีในน้ำเสียที่วัดในการทดลองที่เป็นซีโอดีทั้งหมด(TCOD) โดยในน้ำเข้ามีค่าตั้งแต่ 27.34 – 116 mg/l มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.60 mg/l ส่วนน้ำออกระบบหลังจากบำบัดแล้วมีค่าอยู่ระหว่าง 10.63 – 46.38 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.42 mg/l ค่าซีโอดีที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในชั้นตัวกลาง ที่ระยะ 0 เซนติเมตร ระยะ 20 เซนติเมตร และระยะ 40 เซนติเมตร จากบริเวณทางน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 105.05, 72.29 และ 43.32 mg/l ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 64.06% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.5 ซึ่ง



ก) FOG

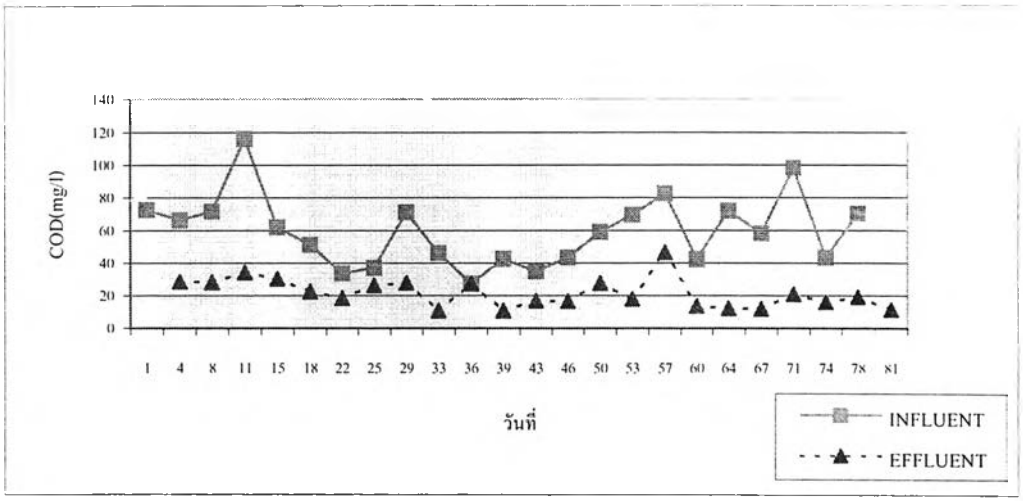


ข) TKN

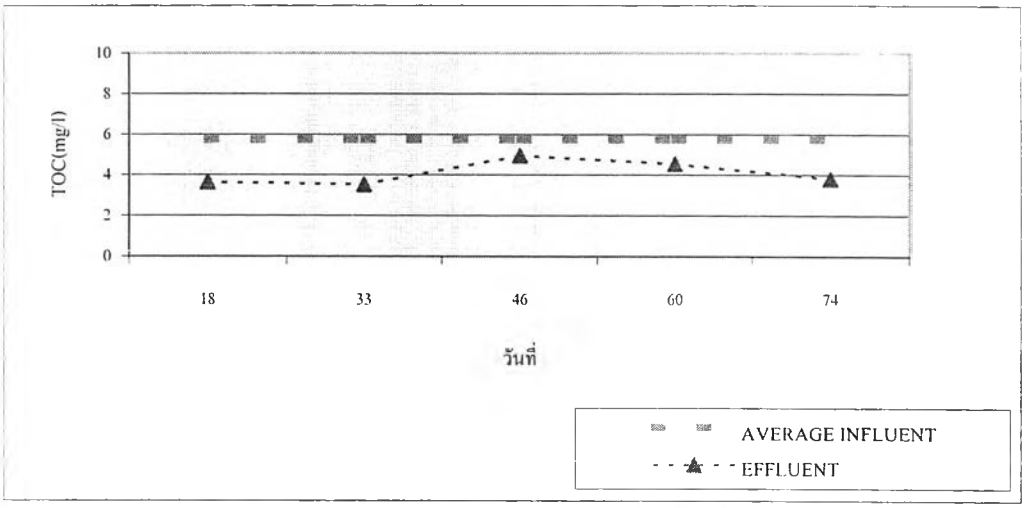


ค) SS

รูปที่ 4.5 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 2 ที่น้ำมันเข้าระบบ 5 mg/l อัตราการไหล 6 l/d ก) FOG ข) TKN ค) SS ง) COD จ) TOC



ง) COD



จ) TOC

รูปที่ 4.5 (ต่อ) ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 2 ที่น้ำมันเข้าระบบ 5 mg/l อัตราการไหล 6 l/d ก) FOG ข) TKN ค) SS ง) COD จ) TOC

ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจะใกล้เคียงกับประสิทธิภาพการกำจัดของของแข็งแขวนลอย แสดงว่าสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัดเป็นสารอินทรีย์ที่แขวนลอยในน้ำเสีย

8) TOC

ค่าทีโอซีในน้ำเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 5.14 – 6.54 mg/l มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.75 mg/l ส่วนในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 3.51 – 4.95 mg/l และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.09 mg/l โดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษีสามารถกำจัดTOC โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดเท่ากับ 27.58% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.5 สารอินทรีย์คาร์บอนละลายน้ำได้ต่ำมาก ซึ่งยืนยันผลการทดลองประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีได้เพียง 64% เนื่องจากสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำเป็นสารที่ย่อยสลายได้ยากมาก จึงทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดทีโอซีต่ำมากด้วย

9) ต้นธูปฤษี

ต้นธูปฤษีในระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งมีอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 6 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 5 mg/l มีการเติบโตตามระยะเวลาที่ผ่านไป โดยเมื่อเริ่มต้นการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 51 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 102 เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองชุดที่ 1

4.3.3 สรุปการใช้บึงประดิษฐ์เป็นระบบบำบัดขั้นที่สาม

การใช้บึงประดิษฐ์เป็นระบบบำบัดขั้นที่สามสำหรับน้ำเสียจากโรงกลั่นน้ำมัน พบว่าใช้ได้ผลดี มีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันสูง สำหรับพารามิเตอร์อื่นก็สามารถกำจัดได้ดีเช่นเดียวกัน

จากตารางที่ 4.5 เมื่อป้อนน้ำเสียที่มีค่าน้ำมันและไขมันเฉลี่ยเท่ากับ 5.56 มก/ล. เข้าระบบที่อัตราไหล 3 และ 6 ลิตร/วัน คิดเป็นภาระน้ำมันและไขมันเท่ากับ 17 และ 33 มก./วัน เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าระบบสามารถกำจัดน้ำมันและไขมันได้ดีมาก โดยมีค่าน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้งเฉลี่ย 0.67 และ 0.74 มก./ล.ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำทิ้งจากระบบมีลักษณะใส ไม่มีคราบน้ำมันและไขมันลอยอยู่ที่ผิวหน้าเลย

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของระบบบึงประดิษฐ์ พบว่าเมื่อภาระซีโอดีเข้าระบบมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 179 มก./วัน ไปเป็น 358 มก./วัน พบว่าระบบมีประสิทธิ

ภาพการกำจัดซีโอดีสูงขึ้น โดยน้ำทิ้งจากระบบมีค่าเฉลี่ยลดลง ซึ่งจากตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าเมื่อป้อนน้ำเสียที่มีค่าซีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 59.6 มก./ล.(อยู่ในช่วง 27.34 มก./ล. ถึง 116มก./ล.)แล้วเก็บตัวอย่างที่จุดเก็บตัวอย่างต่างๆ พบว่าค่าซีโอดีจะสูงขึ้น เนื่องจากมีการเติบโตของจุลชีพ ณ จุดเก็บตัวอย่างนี้ และตัวอย่างน้ำเป็นการวิเคราะห์ค่าซีโอดีทั้งหมด และเมื่อน้ำเสียไหลผ่านตัวกลาง สารอินทรีย์ก็จะถูกกำจัดตามระยะทางในระบบ โดยเมื่อป้อนน้ำเสียที่มีภาระสารอินทรีย์สูงขึ้น จุลชีพในระบบจะมีเพียงพอและสามารถกำจัดสารอินทรีย์ได้ดีขึ้น

ส่วนประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นของระบบ ค่อนข้างต่ำเนื่องจากค่าทีเคเอ็นในน้ำเข้ามีค่าต่ำมากเฉลี่ยเท่ากับ 2 มก./ล. ประกอบกับซีโอดีของน้ำเสียมีค่าต่ำ จุลชีพจึงมีน้อยและมีการนำไนโตรเจนไปใช้น้อย ทำให้ยังมีไนโตรเจนเหลือในน้ำทิ้ง เมื่อพิจารณาการกำจัดของแข็งแขวนลอย พบว่าประสิทธิในการกำจัดมีค่าไม่สูงมากนักเนื่องจากตัวกลางเป็นดินปนทราย ทำให้มีอนุภาคดินหลุดออกมากับน้ำทิ้งเสมอ

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการกำจัดของบึงประดิษฐ์เมื่อน้ำเสียดิบมีน้ำมันและไขมัน 5 มก./ล.

พารามิเตอร์	ประสิทธิภาพการกำจัด (%)		ค่าเฉลี่ยน้ำทิ้ง	
	อัตราการไหล 3 l/d	อัตราการไหล 6 l/d	อัตราการไหล 3 l/d	อัตราการไหล 6 l/d
น้ำมันและไขมัน, mg/l	87.79	86.53	0.68	0.75
ทีเคเอ็น, mg/l	30.76	31.86	1.26	1.24
ของแข็งแขวนลอย, mg/l	61.06	61.68	10.65	10.48
ซีโอดี, mg/l	41.35	64.06	34.95	21.42

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีตามระยะทางในระบบ

พารามิเตอร์	ชุดทดลองที่1 น้ำมันเข้าระบบ 5 mg/l อัตราการไหล 3 l/d ปลูกต้นธูปฤษี		ชุดทดลองที่2 น้ำมันเข้าระบบ 5 mg/l อัตราการไหล 6 l/d ปลูกต้นธูปฤษี	
	ค่าเฉลี่ยซีโอดี, มก/ล.	ประสิทธิภาพการกำจัด,%	ค่าเฉลี่ยซีโอดี, มก/ล.	ประสิทธิภาพการกำจัด,%
จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	93.35	-	105.05	-
จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	61.75	33.85	72.29	31.19
จุดเก็บตัวอย่างที่ 3	43.24	29.98	43.32	40.07
จุดเก็บน้ำทิ้งจากระบบ	34.95	19.17	21.42	50.55

4.4 การศึกษาประสิทธิภาพของบึงประดิษฐ์เป็นระบบบำบัดขั้นที่สอง

4.4.1 ชุดทดลองที่ 3 การทดลองนี้ได้ปลูกต้นธูปฤษี โดยป้อนน้ำเสียที่มีความเข้มข้นน้ำมัน 10 มก/ล. อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 6 ลิตร/วัน ซึ่งการทดลองนี้ได้เพิ่มภาระน้ำมันและไขมันเข้าระบบคิดเป็น 60 มก./วัน โดยมีภาระทางชลศาสตร์เท่ากับ 3.33 ซม./วัน ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองในตารางที่4.7ได้ดังนี้

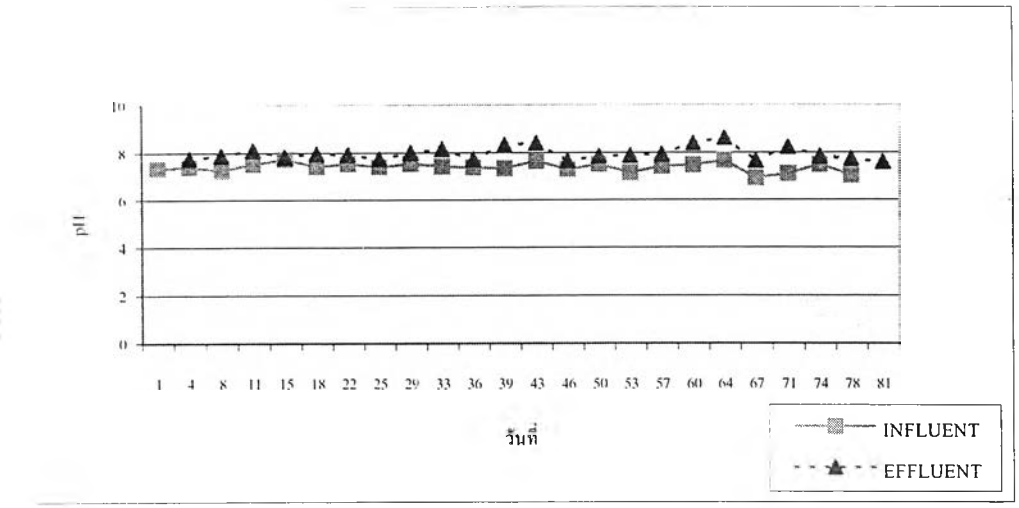
ตารางที่ 4.7 พีเอชอุณหภูมิและโออาร์พีในน้ำเข้าและออกระบบในชุดทดลองที่ 3, 4, 5 และ 6

พารามิเตอร์	ชุดทดลองที่ 3 น้ำมันเข้าระบบ10mg/l อัตราการไหล6l/d ปลูกต้นธูปฤษี		ชุดทดลองที่ 4 น้ำมันเข้าระบบ10mg/l อัตราการไหล6l/d ไม่ปลูกต้นธูปฤษี		ชุดทดลองที่ 5 น้ำมันเข้าระบบ10mg/l อัตราการไหล12l/d ปลูกต้นธูปฤษี		ชุดทดลองที่ 6 น้ำมันเข้าระบบเท่ากับน้ำดิบจากโรงกลั่น อัตราการไหล16l/d ปลูกต้นธูปฤษี	
	influent	effluent	influent	effluent	influent	effluent	influent	effluent
พีเอช	7.39	7.96	7.35	8.14	7.35	7.99	7.27	7.91
อุณหภูมิ,เซลเซียส	26.38	25.54	27.91	27.7	27.91	27.61	29.22	29.26
โออาร์พี , mV	126	124	-21	73	-21	93	-115	61

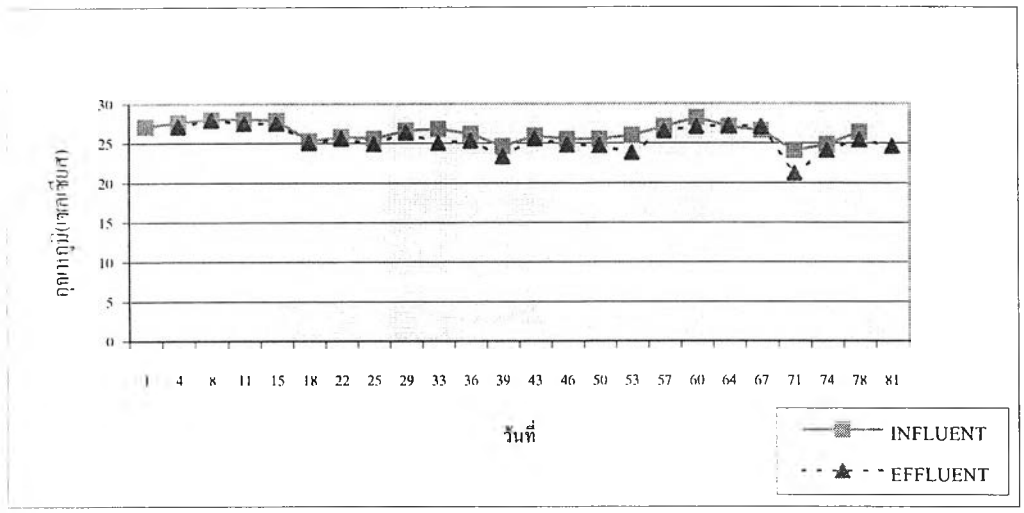
โดยพบว่าค่าพีเอช อุณหภูมิของน้ำเสียดิบก่อนป้อนเข้าระบบ และน้ำทิ้งออกจากระบบ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยพีเอชเป็นกลางและมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยในน้ำทิ้ง ส่วนค่าโออาร์พีในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 126 และ 124 มิลลิโวลท์ตามลำดับ แสดงว่าปฏิกิริยาการย่อยสลายของระบบเป็นสภาวะแฟคัลเททีฟ โดยมีรายละเอียดแสดงในรูปที่4.6ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆมีรายละเอียดดังนี้

1) น้ำมันและไขมัน

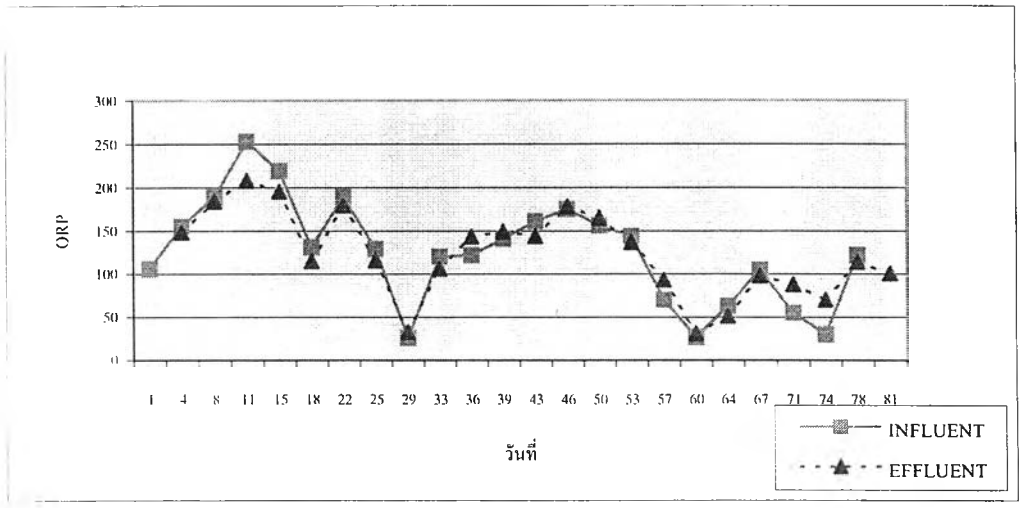
น้ำมันและไขมันในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.13 mg/l $\pm$ 4.73 ส่วนน้ำมันและไขมันในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 – 2.10 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.90 mg/l ระบบบึงประดิษฐ์มีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันและไขมันได้ดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 91.91% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.7 เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองชุดที่ 1 และ 2 พบว่า ระบบสามารถรับภาระน้ำมันได้สูง แม้ว่าค่าน้ำมันและไขมันในน้ำเสียจะสูงถึง 11 mg/l โดยประสิทธิภาพการกำจัดยังคงสูงอยู่



ก) พีเอช



ข) อุณหภูมิ



ค) โออาร์พี

รูปที่ 4.6 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 3 ที่น้ำมันเข้าระบบ 10 mg/l อัตราการไหล 6 l/d ก) พีเอช ข) อุณหภูมิ ค) โออาร์พี

2) Total Kjedahl Nitrogen(TKN)

ค่าTKNในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าไม่สูงมากนัก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 2.55 – 5.62 mg/l ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.66 mg/l ส่วนค่าTKNในน้ำเสียออกระบบมีค่าต่ำโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.17 – 1.31 mg/l และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.70 mg/l ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดTKNโดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี เท่ากับ 81.14% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.7 เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองชุดที่ 1 และ 2 พบว่าการทดลองชุดที่ 3 มีประสิทธิภาพการกำจัดTKNสูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ย 81.14%

3) ของแข็งแขวนลอย

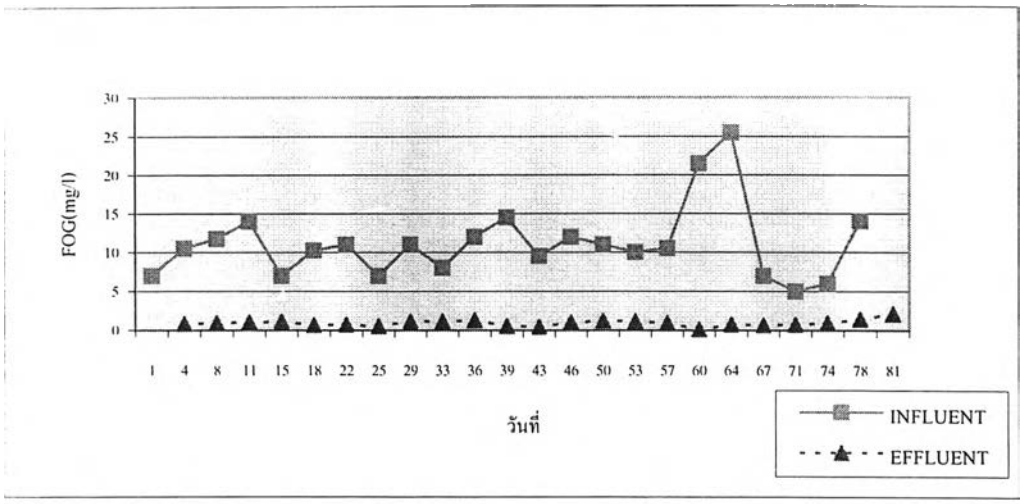
ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก คือตั้งแต่ 19–89 mg/l ส่วนน้ำออกระบบหลังจากการบำบัดแล้ว มีค่าอยู่ระหว่าง 1 – 18 mg/l โดยของแข็งแขวนลอยในน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าเฉลี่ยที่ 42.70 และ 9.35 mg/l ตามลำดับ โดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 6 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 10 mg/l สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 78.10% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.7

4) ซีโอดี

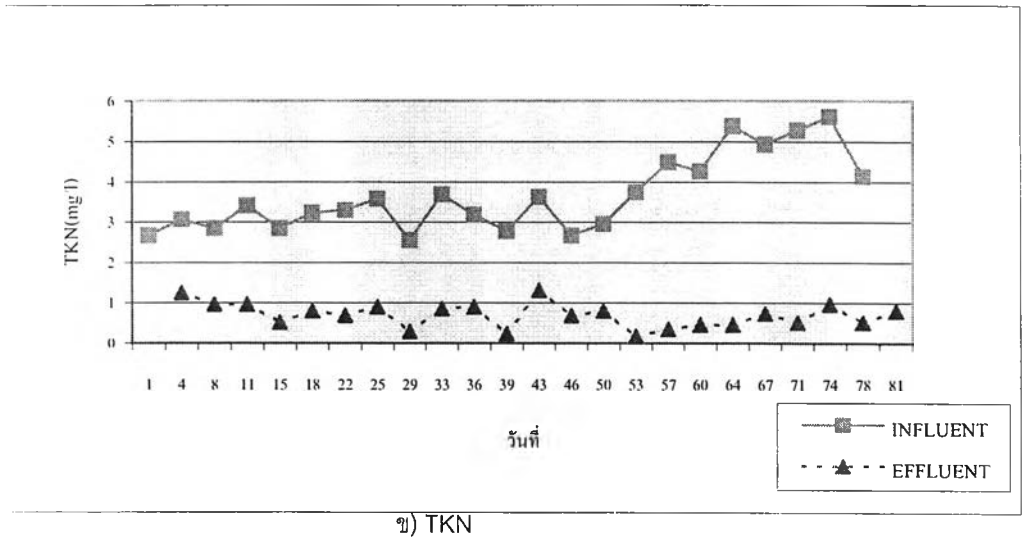
ซีโอดีในน้ำเสียมีค่าตั้งแต่ 40.75 – 274 mg/l มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.61 mg/l ส่วนน้ำออกระบบหลังจากบำบัดแล้วมีค่าอยู่ระหว่าง 10.63 – 46.75 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.53 mg/l ค่าซีโอดีที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในชั้นตัวกลาง ที่ระยะ 0 เซนติเมตร ระยะ 20 เซนติเมตร และระยะ 40 เซนติเมตร จากบริเวณทางน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 106.75, 71.02 และ 36.12 mg/l ตามลำดับ โดยระบบสามารถกำจัดซีโอดีได้ค่อนข้างดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 74.11% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.7

5) TOC

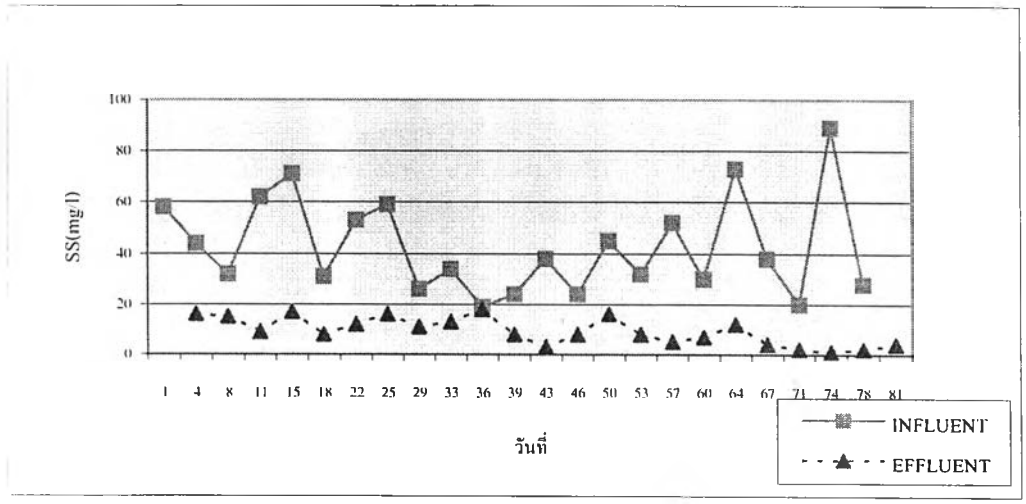
ค่าทีโอซีในน้ำเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 6.57 – 8.78 mg/l มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.71 mg/l ส่วนในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 4.05 – 7.37 mg/l และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ



ก) FOG

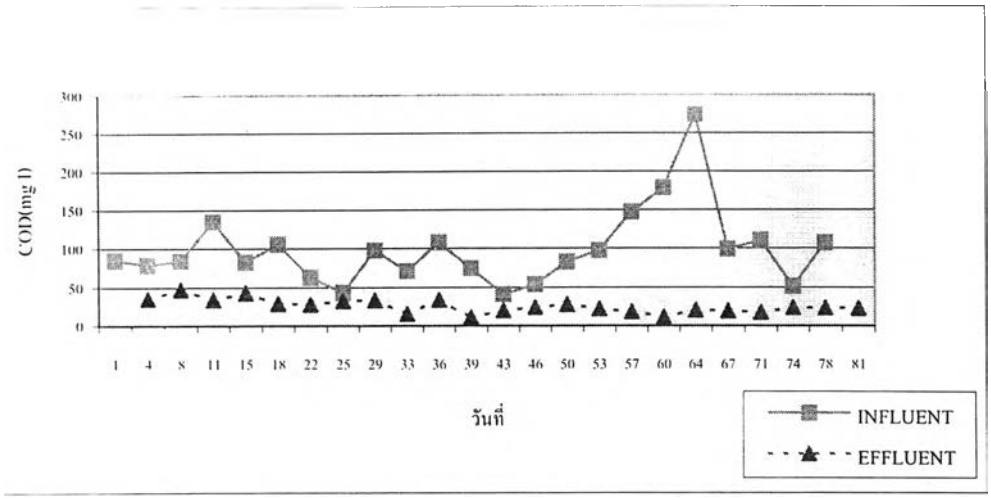


ข) TKN

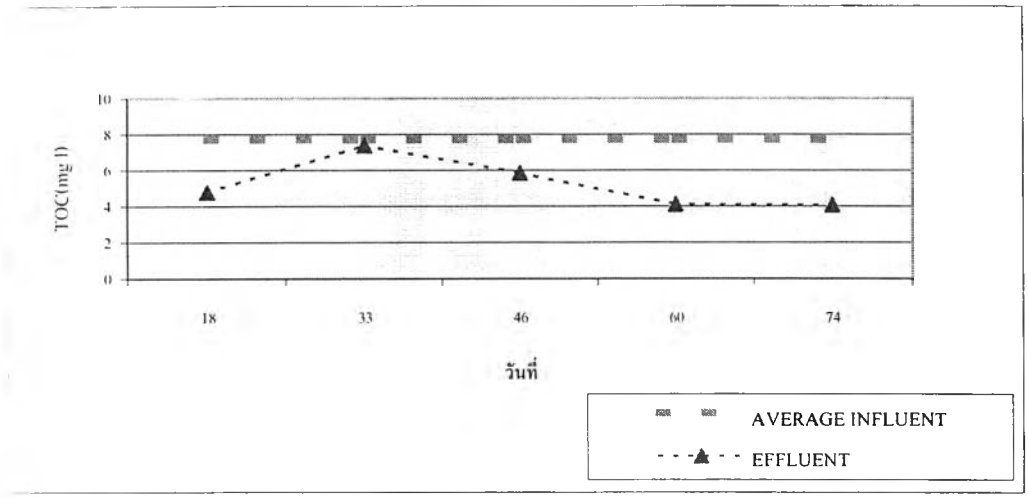


ค) SS

รูปที่ 4.7 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 3 ที่น้ำมันเข้าระบบ 10 mg/l อัตราการไหล 6 l/d ก) FOG ข) TKN ค) SS ง) COD จ TOC



ง) COD



จ) TOC

รูปที่ 4.7 (ต่อ) ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 3 ที่น้ำมันเข้าระบบ 10 mg/l อัตราการไหล 6 l/d ก) FOG ข) TKN ค) SS ง) COD จ TOC

5.22 mg/l โดยระบบสามารถกำจัดTOCได้ โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดเท่ากับ 32.29% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.7

6) ต้นธูปฤษี

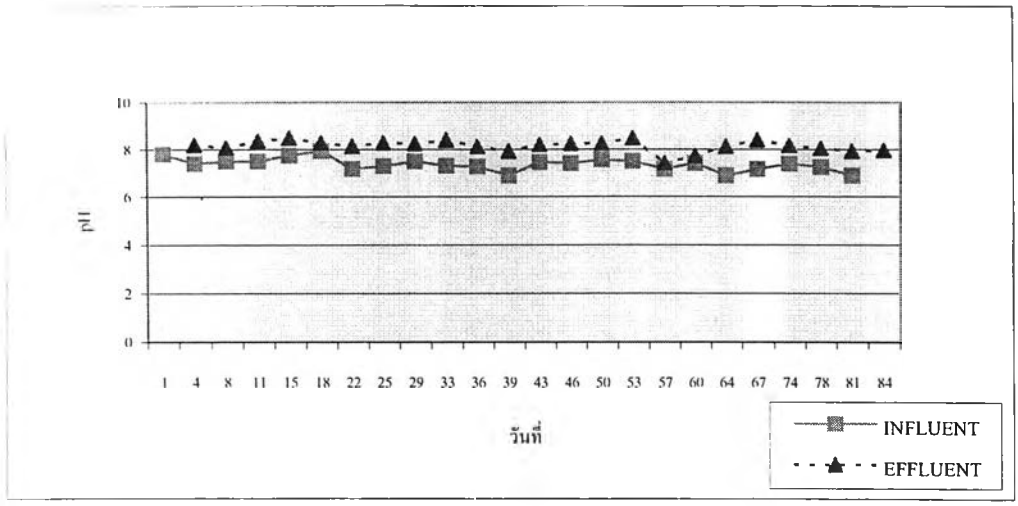
ต้นธูปฤษีในระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งมีอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 6 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 10 mg/l มีการเติบโตตามระยะเวลาที่ผ่านไป โดยเมื่อเริ่มต้นการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 52 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 136 เซนติเมตรเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ 1 และ 2 พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองต้นไม้ในชุดทดลองที่ 3 มีความสูงเฉลี่ยมากกว่าในชุดทดลองที่ 1 และ 2 ร้อยละ 40 เนื่องจากอาจได้รับสารอาหารในปริมาณมากกว่าในชุดทดลองที่1และ2 จากการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันและไขมันในน้ำเสียเข้าระบบ

4.4.2 ชุดทดลองที่ 4 การทดลองชุดนี้ไม่ปลูกต้นธูปฤษี เนื่องจากเป็นชุดควบคุมเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดโดยตัวกลางดินปนทรายอย่างเดียว เพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่นๆ โดยป้อนน้ำเสียที่มีความเข้มข้นน้ำมัน 10 มก./ล. อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 6 ลิตร/วัน

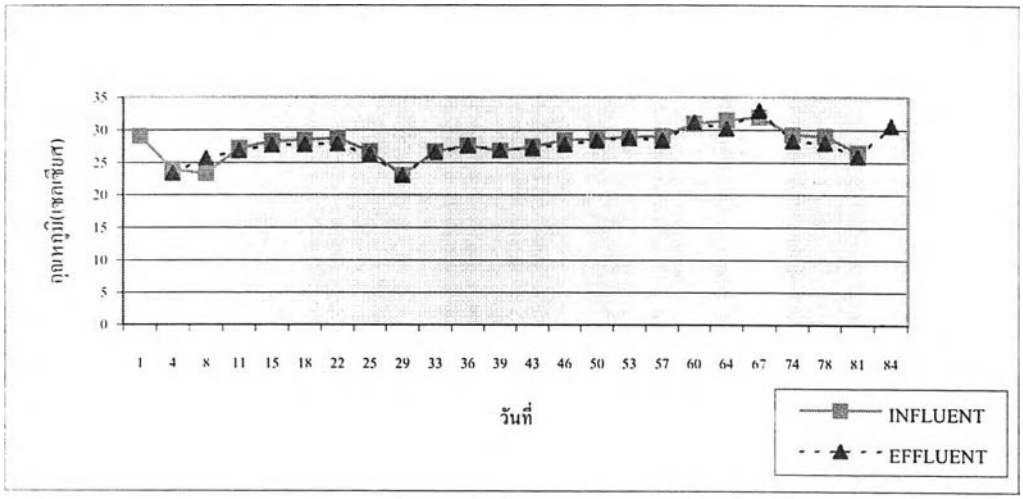
โดยพบว่าค่าพีเอชของน้ำเสียดิบก่อนป้อนเข้าระบบ และน้ำทิ้งออกจากระบบ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยพีเอชมีค่าในช่วงเป็นกลางและมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยในน้ำทิ้ง อุณหภูมิของน้ำเข้าและออกระบบก็มีค่าต่างกันไม่มากนัก ส่วนค่าโออาร์พีในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -21 และ 73 มิลลิโวลท์ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7 แสดงว่าปฏิกิริยาการย่อยสลายของระบบเป็นสภาวะแฟคัลเททีฟ ค่าโออาร์พีในน้ำออกระบบในชุดทดลองที่ 3 ซึ่งปลูกพืชกับชุดทดลองที่ 4 มีค่าอยู่ในช่วงแฟคัลเททีฟเหมือนกัน โดยมีรายละเอียดแสดงในรูปที่ 4.8 ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆมีรายละเอียดดังนี้

1) น้ำมันและไขมัน

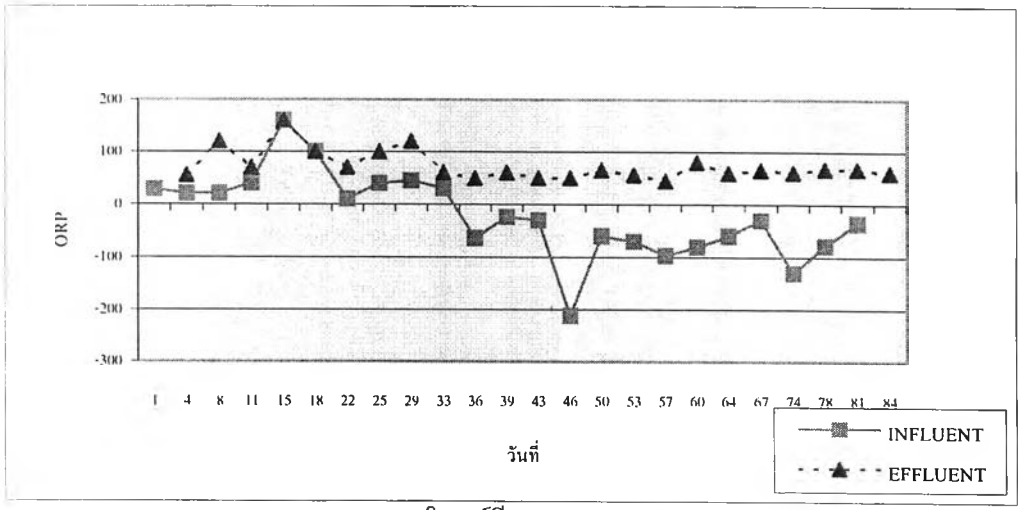
น้ำมันและไขมันในน้ำเสียเข้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.40 mg/l $\pm$ 4.59 ส่วนน้ำมันและไขมันในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 – 3.2 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 mg/l ระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งไม่ปลูกต้นธูปฤษี มีอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 6 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 10 mg/l มีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันและไขมันได้ดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 88.94% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.9 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่ 3 ซึ่งปลูกพืช พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดของระบบที่ไม่ปลูกพืชมีค่าต่ำกว่าเพียงร้อยละ



ก) พีเอช



ข) อุณหภูมิ



ค) โออาร์พี

รูปที่ 4.8 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 4 ที่น้ำมันเข้าระบบ 10 mg/l อัตราการไหล 6 l/d (ไม่ปลูกพืช) ก) พีเอช ข) อุณหภูมิ ค) โออาร์พี

3 แสดงว่าการกำจัดน้ำมันและไขมันส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในตัวกลางดินปนทราย โดยธูปฤษีมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดเล็กน้อยเท่านั้น

2) Total Kjedahl Nitrogen(TKN)

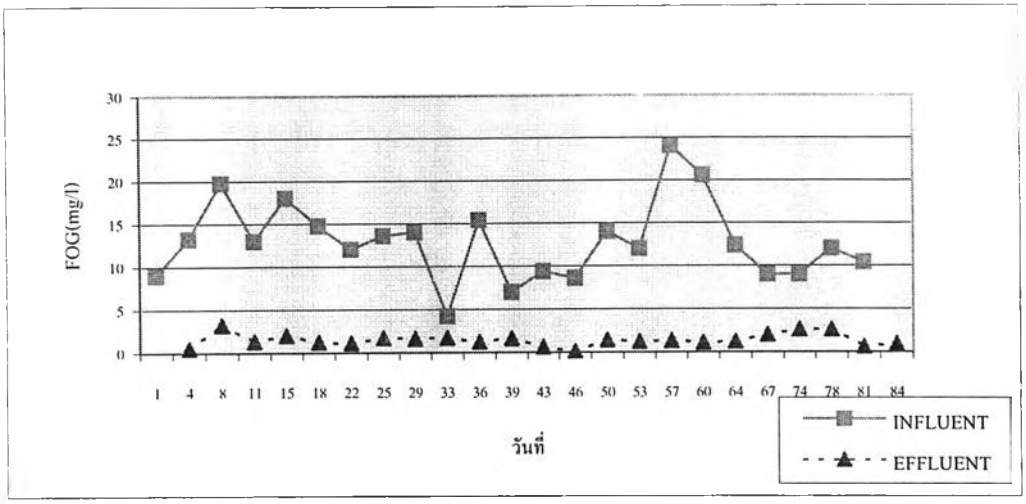
ค่าTKNในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 3.3 – 17.74 mg/l ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.04 mg/l ส่วนค่าTKNในน้ำเสียออกระบบมีค่าต่ำกว่า โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.32 – 4.73 mg/l และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.63 mg/l ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดTKNโดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งไม่ปลูกต้นธูปฤษีเท่ากับ 76.17% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.9 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดของระบบที่ไม่ปลูกพืชมีค่าต่ำกว่าที่ร้อยละ 5 แสดงว่าธูปฤษีมีผลต่อการกำจัดTKNไม่มากนัก

3) ของแข็งแขวนลอย

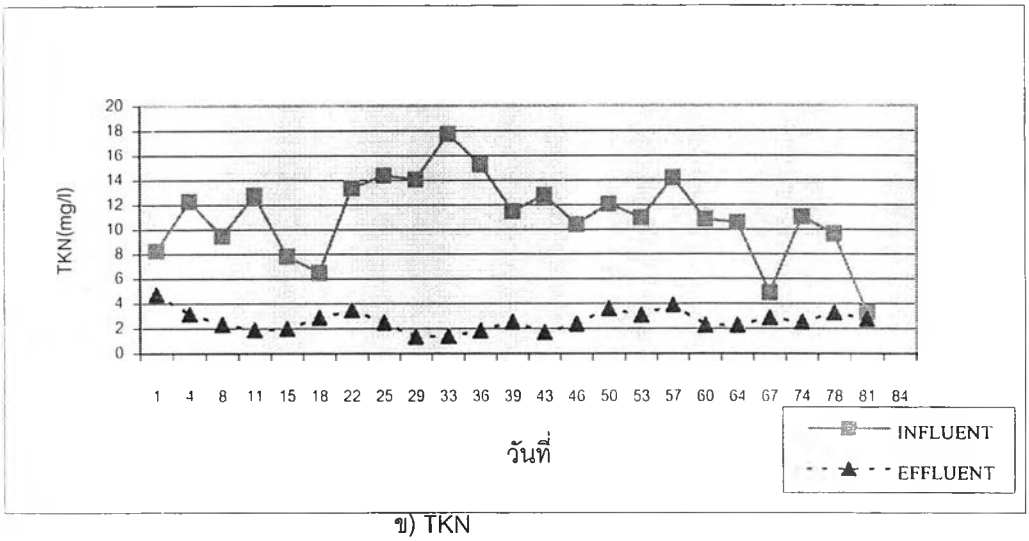
ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก คือตั้งแต่ 16 – 124 mg/l ส่วนน้ำออกระบบหลังจากการบำบัดแล้ว มีค่าอยู่ระหว่าง 1 – 26 mg/l โดยของแข็งแขวนลอยในน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าเฉลี่ยที่ 49.04 และ 9.39 mg/l ตามลำดับ โดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งไม่ปลูกต้นธูปฤษี สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 80.85% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.9 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดของระบบที่ไม่ปลูกพืชมีค่าสูงกว่าเล็กน้อยที่ร้อยละ 2 ซึ่งจัดว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

4) ซีโอดี

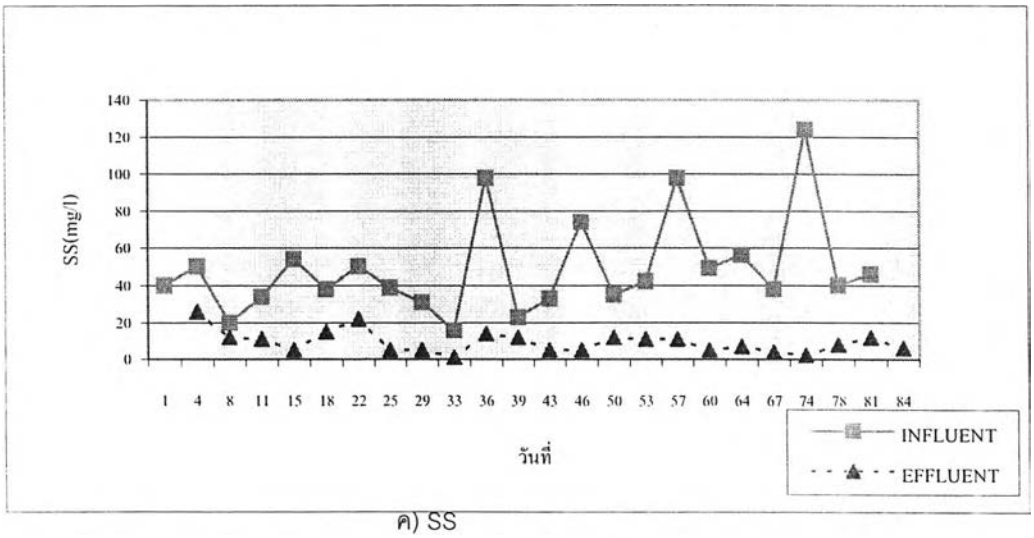
ซีโอดีในน้ำเข้าระบบมีค่าอยู่ในช่วง 81.45 – 419.56 mg/l มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 243.03 mg/l ส่วนน้ำออกระบบหลังจากบำบัดแล้วมีค่าอยู่ระหว่าง 49.41 – 147.04 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 86.79 mg/l ค่าซีโอดีที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในชั้นตัวกลาง ที่ระยะ 0 เซนติเมตร ระยะ 20 เซนติเมตร และระยะ 40 เซนติเมตร จากบริเวณทางน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 165.74 , 111.88 และ 110.01 mg/l ตามลำดับ โดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งไม่ปลูกต้นธูปฤษี สามารถกำจัดซีโอดีได้ค่อนข้างดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดเท่ากับ 64.29% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.10 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพการ



ก) FOG

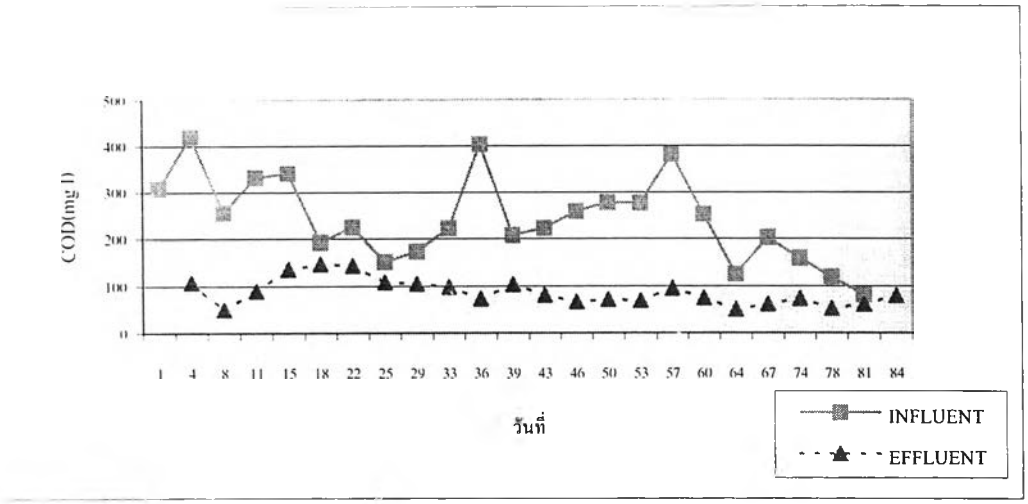


ข) TKN

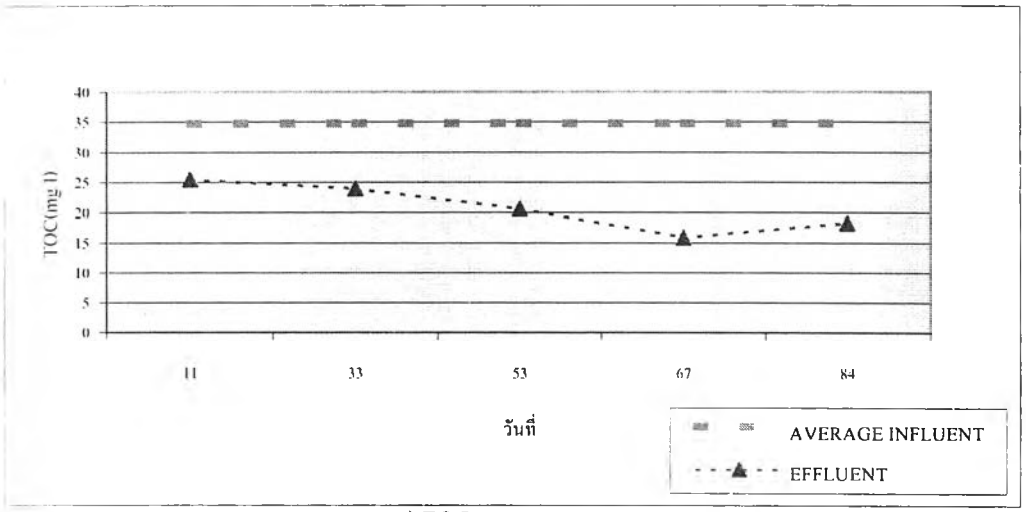


ค) SS

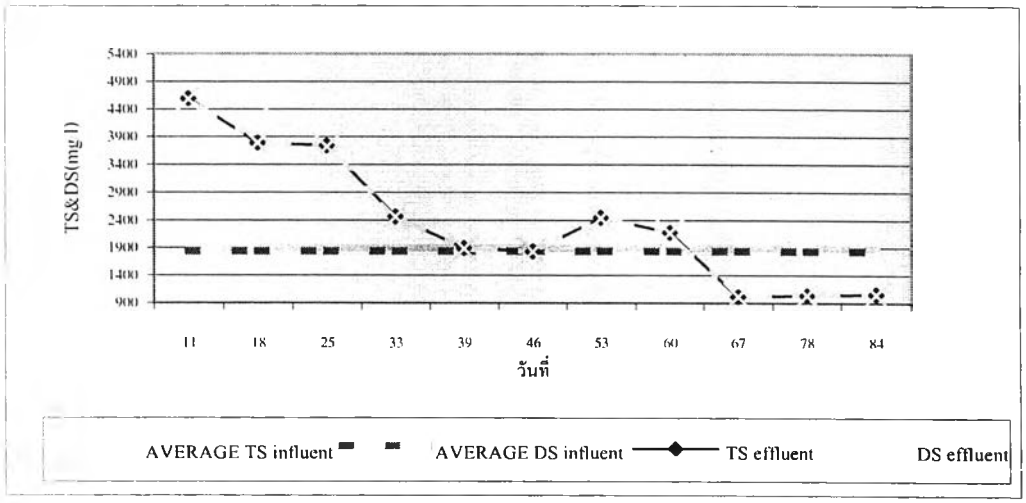
รูปที่ 4.9 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 4 ที่น้ำมันเข้าระบบ 10 mg/l อัตราการไหล 6 l/d (ไม่ปลูกพืช) ก) FOG ข) TKN ค) SS



ก) COD



ข) TOC



ค) TS&DS

รูปที่ 4.10 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 4 ที่น้ำมันเข้าระบบ 10 mg/l อัตราการไหล 6 l/d (ไม่ปลูกพืช) ก) COD ข) TOC ค) TS&DS

กำจัดซีโอดีของระบบที่มีพืช จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าถึงร้อยละ 10 แสดงว่าต้นธูปฤษีมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ของระบบ

5) TOC

ค่าทีโอซีในน้ำเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 30.91 – 36.73 mg/l มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.73 mg/l ส่วนในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 15.83 – 25.44 mg/l และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.79 mg/l โดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งไม่ปลูกต้นธูปฤษีสามารถกำจัดTOCได้ โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดเท่ากับ 40.14% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.10 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของระบบที่ไม่มีพืช จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าถึงร้อยละ 8 แสดงว่าพืชไม่ได้มีส่วนช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนซึ่งย่อยสลายได้ยาก

6) ของแข็งทั้งหมดและของแข็งละลาย

ของแข็งทั้งหมดในน้ำเข้าระบบมีค่าค่อนข้างสูงอยู่ระหว่าง 700 - 4,180 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,894 mg/l ในน้ำออกระบบของแข็งทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง1,012 - 4,590 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,366 mg/l ซึ่งจะมีค่าสูงกว่าในน้ำเสียเข้าระบบส่วนของแข็งละลาย พบว่าในน้ำเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 660 - 4126 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1837 mg/l ส่วนในน้ำออกระบบของแข็งละลายจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1,008 - 4,578 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,357 mg/l แสดงว่าน้ำเสียจากโรงกลั่นน้ำมันมีค่าของแข็งที่อยู่ในรูปของแข็งละลายน้ำเป็นส่วนใหญ่ โดยระบบไม่สามารถกำจัดของแข็งละลายน้ำได้เลย

7) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดของระบบที่ปลูกและไม่ปลูกพืช

พืชที่ปลูกในระบบซึ่งได้แก่ต้นธูปฤษีสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี, น้ำมันและไขมัน และทีเคเอ็น ซึ่งพืชจะช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนเข้าสู่ชั้นตัวกลาง ซึ่งมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของจุลชีพชนิดที่ต้องการออกซิเจน ทำให้จุลชีพสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น (Brix,H. ,1997)

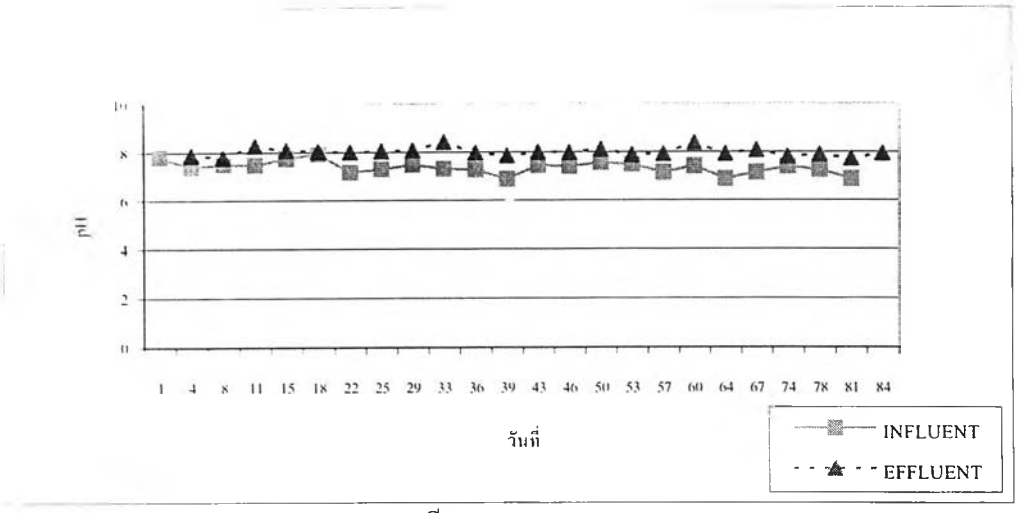
ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ต่างๆในน้ำทิ้งและประสิทธิภาพการกำจัดของชุดทดลองที่ 3 และชุดทดลองที่ 4 (ชุดควบคุม)

พารามิเตอร์	ชุดทดลองที่ 3 น้ำมันเข้าระบบ 10 mg/l อัตราการไหล 6 l/d ปลูกต้นธูปฤษี		ชุดทดลองที่ 4 น้ำมันเข้าระบบ 10 mg/l อัตราการไหล 6 l/d ไม่ปลูกต้นธูปฤษี	
	ค่าเฉลี่ยในน้ำทิ้ง, มก./ล.	ประสิทธิภาพการกำจัด,%	ค่าเฉลี่ยในน้ำทิ้ง, มก./ล.	ประสิทธิภาพการกำจัด,%
น้ำมันและไขมัน	0.90	91.91	1.42	88.94
ทีเคเอ็น	0.70	81.14	2.63	76.17
ของแข็งขวนลอย	9.35	78.10	9.39	80.85
ซีโอดี	25.53	74.11	86.79	64.29

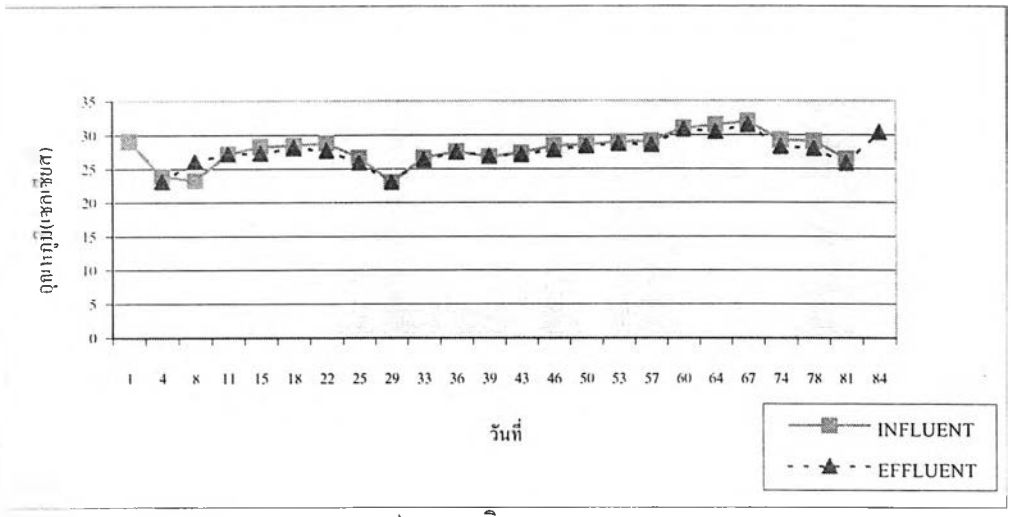
4.4.3 ชุดทดลองที่ 5 การทดลองนี้ได้ปลูกต้นธูปฤษี โดยป้อนน้ำเสียที่มีความเข้มข้นน้ำมัน 10 มก/ล. อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 12 ลิตร/วัน ซึ่งการทดลองนี้ได้เพิ่มภาระน้ำมันและไขมันเข้าระบบคิดเป็น 120 มก./วัน โดยมีภาระทางชลศาสตร์เท่ากับ 6.67 ซม./วัน ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังแสดงในตารางที่ 4.7 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าพีเอชของน้ำเข้าและน้ำทิ้งมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน (7.35 และ 7.99 ตามลำดับ) ค่าอุณหภูมิของน้ำเสียและน้ำทิ้งก็มีค่าไม่ต่างกันมากนัก (27.90 และ 27.61 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) ส่วนค่าโออาร์พีในน้ำเสียพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ –21 มิลลิโวลท์ ส่วนในน้ำทิ้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93 มิลลิโวลท์ ซึ่งจัดอยู่ในสภาวะแฟคัลเททีฟ ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆมีรายละเอียดดังนี้

1) น้ำมันและไขมัน

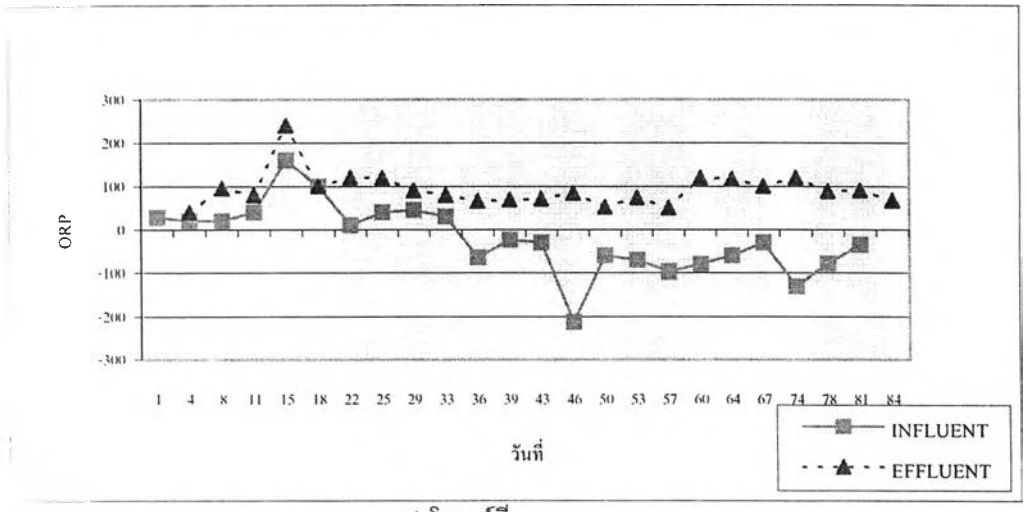
น้ำมันและไขมันในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 4 – 24 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.84 mg/l ส่วนน้ำมันและไขมันในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 – 1.9 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 mg/l ระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี มีอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 12 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 10 mg/l มีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันและไขมันได้ดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 92.21 % ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.12



ก) พีเอช

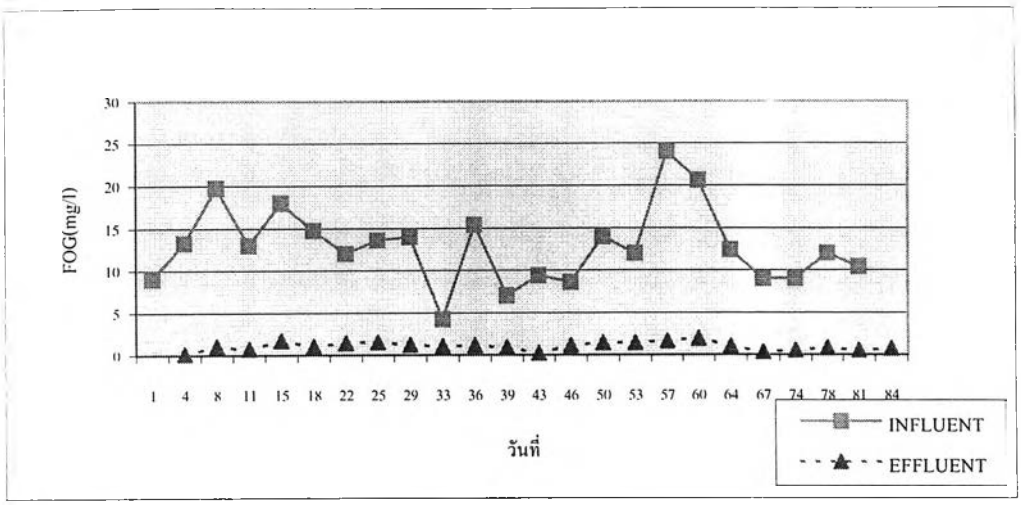


ข) อุณหภูมิ

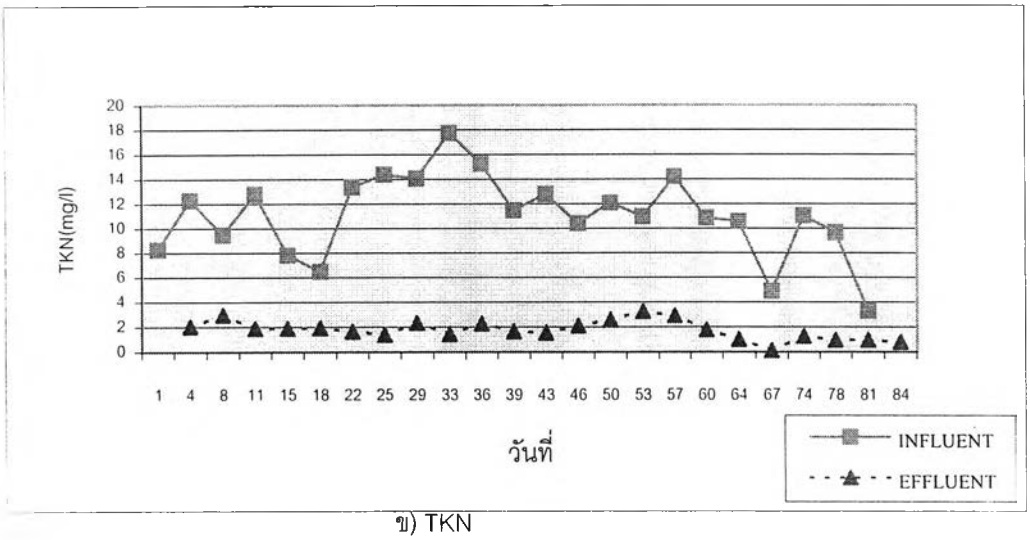


ค) โออาร์พี

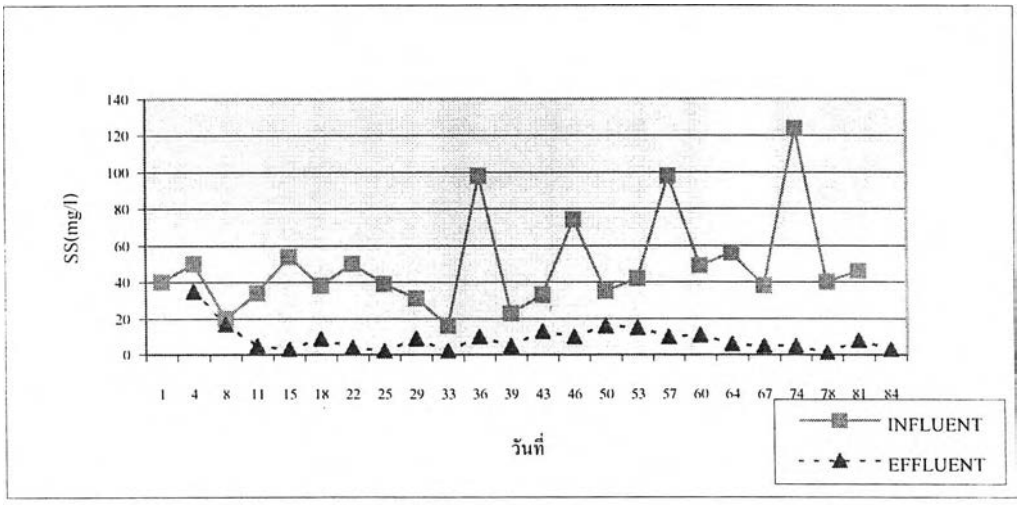
รูปที่ 4.11 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 5 ที่น้ำมันเข้าระบบ 10 mg/l อัตราการไหล 12 l/d ก) พีเอช ข) อุณหภูมิ ค) โออาร์พี



ก) FOG



ข) TKN



ค) SS

รูปที่ 4.12 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 5 ที่น้ำมันเข้าระบบ 10 mg/l อัตราการไหล 12 l/d ก) FOG ข) TKN ค) SS

2) Total Kjedahl Nitrogen(TKN)

ค่าTKNในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 3.3 – 17.74 mg/l ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.04 mg/l ส่วนค่าTKNในน้ำเสียออกระบบมีค่าต่ำกว่า โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.11–3.25 mg/l และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.76 mg/l ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดTKNโดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 12 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 10 mg/l เท่ากับ 84.06% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.12

3) ของแข็งแขวนลอย

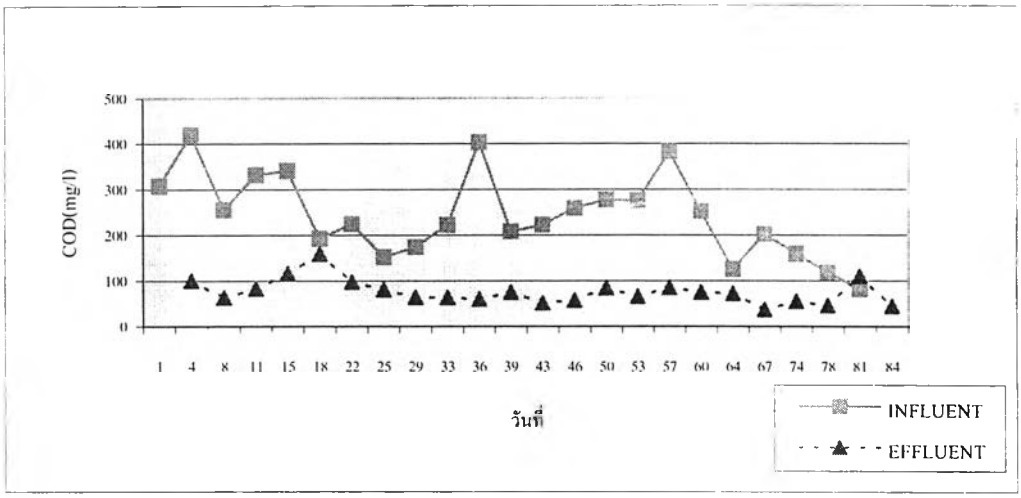
ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก คือตั้งแต่ 16 – 124 mg/l ส่วนน้ำออกระบบหลังจากการบำบัดแล้ว มีค่าอยู่ระหว่าง 1 – 35 mg/l โดยของแข็งแขวนลอยในน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าเฉลี่ยที่ 49.04 และ 8.87 mg/l ตามลำดับ โดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 12 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 10 mg/l สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 81. 91% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.12

4) ซีโอดี

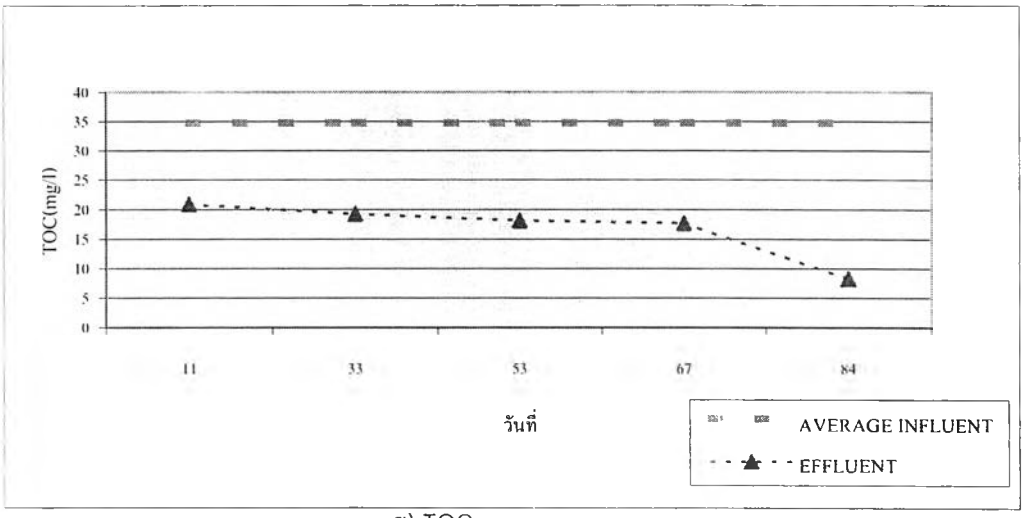
ซีโอดีในน้ำเข้าระบบมีค่าตั้งแต่ 81.45 – 419.56 mg/l มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 243.03 mg/l ส่วนน้ำออกระบบหลังจากบำบัดแล้วมีค่าอยู่ระหว่าง 36.92 – 158.87 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.94 mg/l ค่าซีโอดีที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในชั้นตัวกลาง ที่ระยะ 0 เซนติเมตร ระยะ 20 เซนติเมตร และระยะ 40 เซนติเมตร จากบริเวณทางน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 144.51 , 87.13 และ 88.34 mg/l ตามลำดับ โดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 12 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 10 mg/l สามารถกำจัดซีโอดีได้ค่อนข้างดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 68.75% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.13

5) TOC

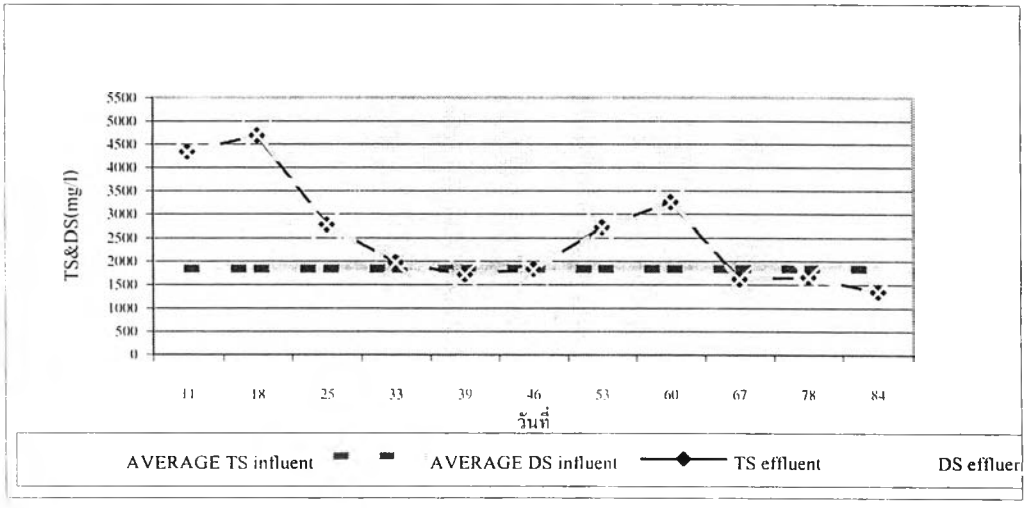
ค่าทีโอซีในน้ำเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 30.91 – 36.73 mg/l มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.73 mg/l ส่วนในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 8.21 – 20.83 mg/l และมีค่าเฉลี่ยเท่า



ก) COD



ข) TOC



ค) TS&DS

รูปที่ 4.13 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 5 ที่น้ำมันเข้าระบบ 10 mg/l อัตราการไหล 12 l/d ก) COD ข) TOC ค) TS&DS

กับ 16.80 mg/l โดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 12 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 10 mg/l สามารถกำจัดTOCได้ โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดเท่ากับ 51.63% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.13

6) ของแข็งทั้งหมดและของแข็งละลาย

ของแข็งทั้งหมดในน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,894 mg/l ในน้ำออกระบบของแข็งทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 1,348 - 4,688 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,539 mg/l ส่วนของแข็งละลาย พบว่าในน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,837 mg/l ส่วนในน้ำออกระบบของแข็งละลายจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1,347 - 4,685 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,530 mg/l พบว่าระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 12 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียเท่ากับ10 mg/l ไม่สามารถกำจัดของแข็งทั้งหมดและของแข็งละลายน้ำได้

7) ต้นธูปฤษี

ต้นธูปฤษีในระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งมีอัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 12 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียประมาณ 10 mg/l มีการเติบโตได้ดีตามระยะเวลาที่ผ่านไป ในบางช่วงเวลาต้นธูปฤษีจะมีการเติบโตที่รวดเร็วมาก ความสูงจะเพิ่มขึ้นมากในระยะเวลาอันสั้น โดยเมื่อเริ่มต้นการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 87 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีความสูงเฉลี่ย 200 เซนติเมตร ซึ่งสูงขึ้นถึงร้อยละ 129 อาจเนื่องจากมีสารอาหารในปริมาณมากและได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่

4.4.4 ชุดทดลองที่ 6 การทดลองนี้ได้ปลูกต้นธูปฤษี โดยป้อนน้ำเสียที่มีความเข้มข้นน้ำมันเท่ากับน้ำดิบจากโรงกลั่น อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 16 ลิตร/วัน เนื่องจากชุดทดลองต่างๆที่ผ่านมาแม้ว่าจะเพิ่มภาระน้ำมันและไขมันและภาระชลศาสตร์แล้ว แต่ระบบยังคงมีประสิทธิภาพในการกำจัดสูง จึงทดลองเพิ่มเติมโดยใช้น้ำเสียจริง และเพิ่มอัตราภาระทางชลศาสตร์ เพื่อศึกษาสมรรถภาพของระบบ

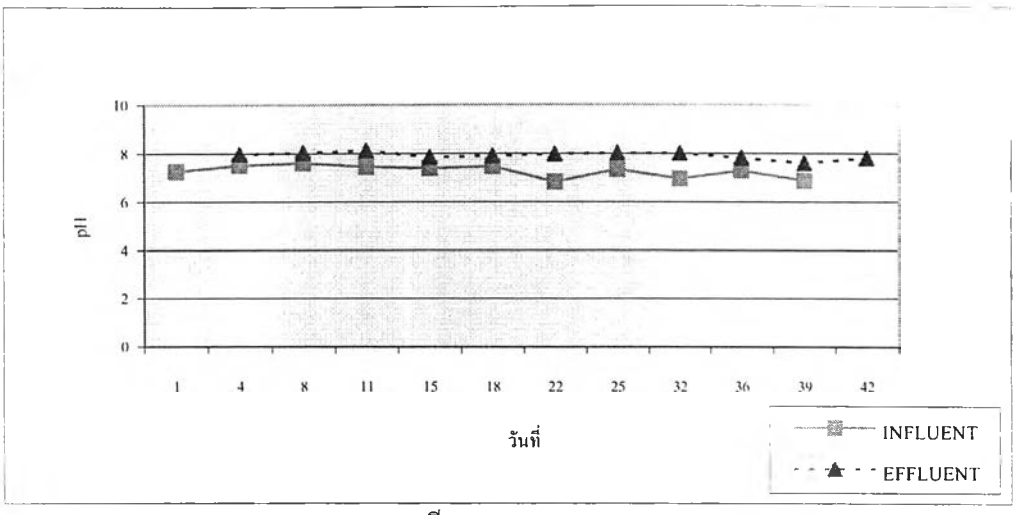
พบว่าพีเอชของน้ำเข้าระบบและน้ำออกระบบมีค่าใกล้เคียงกัน โดยในน้ำออกระบบมีค่าสูงกว่าในน้ำเข้าระบบเสมอ อุณหภูมิของน้ำเข้าและออกระบบมีค่าไม่ต่างกันมากนัก ส่วนค่าโออาร์พีในน้ำเข้าและออกระบบต่างก็อยู่ในช่วงแฟคัลเททีฟ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -115 และ 61 มิลลิโวลท์ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.7 สำหรับรายละเอียดของพารามิเตอร์อื่นๆ มีดังนี้

1) น้ำมันและไขมัน

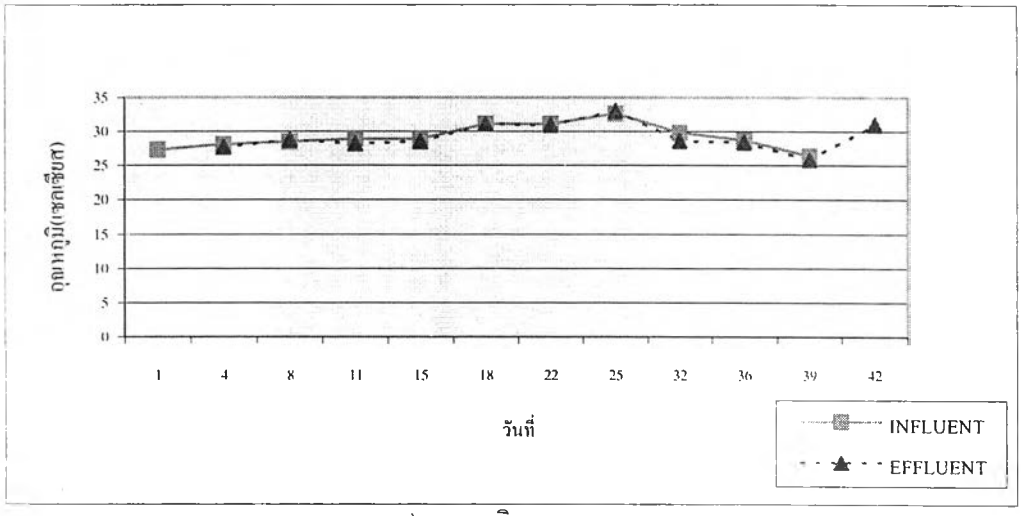
น้ำมันและไขมันในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 11.50 – 40.8 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.28 mg/l ส่วนน้ำมันและไขมันในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.4 – 6.6 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.28 mg/l ซึ่งน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้งบางครั้งมีค่าเกินค่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำทิ้ง(5 มก./ล.) แสดงให้เห็นว่าในการทดลองนี้ระบบบึงประดิษฐ์ที่ใช้ตัวกลางดินปนทรายและปลูกต้นธูปฤษี สามารถบำบัดน้ำทิ้งได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งเมื่อมีค่าน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้งเฉลี่ยไม่เกิน 11 มก./ล. และภาระชลศาสตร์ไม่เกิน 6.67 ซม./วัน ซึ่งการทดลองชุดที่ 6 บ่งชี้ให้เห็นว่าบึงประดิษฐ์จะสามารถรับปริมาณสารอินทรีย์และภาระชลศาสตร์ได้จำกัด ในกรณีที่มีภาระสารอินทรีย์และภาระชลศาสตร์เข้าระบบบึงประดิษฐ์สูงเกินไป จะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดลดลงและอายุการใช้งานของระบบก็จะลดลงด้วย

2) Total Kjedahl Nitrogen(TKN)

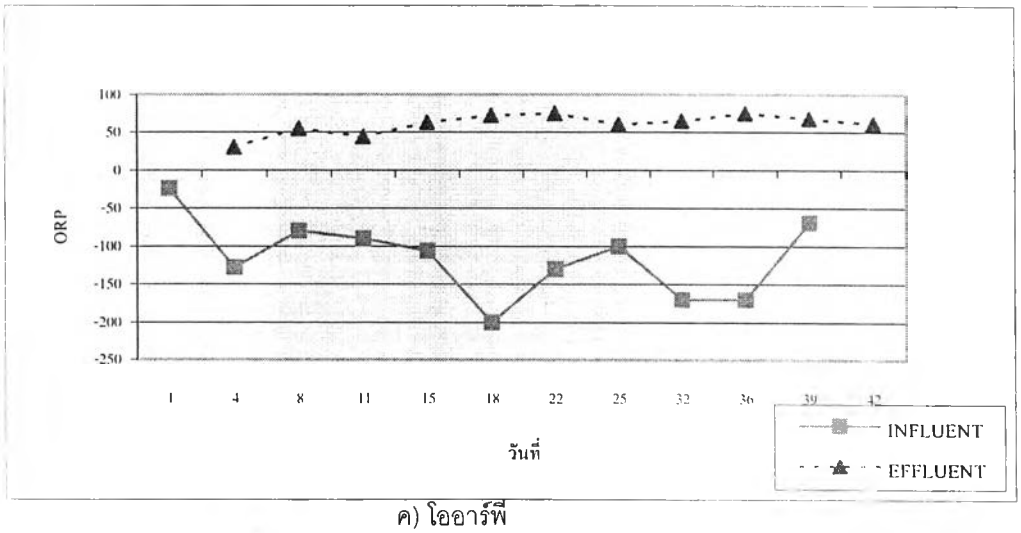
ค่าTKNในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 9.09 – 15.75 mg/l ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.59 mg/l ส่วนค่าTKNในน้ำเสียออกระบบมีค่าต่ำโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.22 – 3.80 mg/l และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.07 mg/l ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดTKNโดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 16 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียเท่ากับความเข้มข้นน้ำดิบ เท่ากับ 83.56% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.15



ก) พีเอช

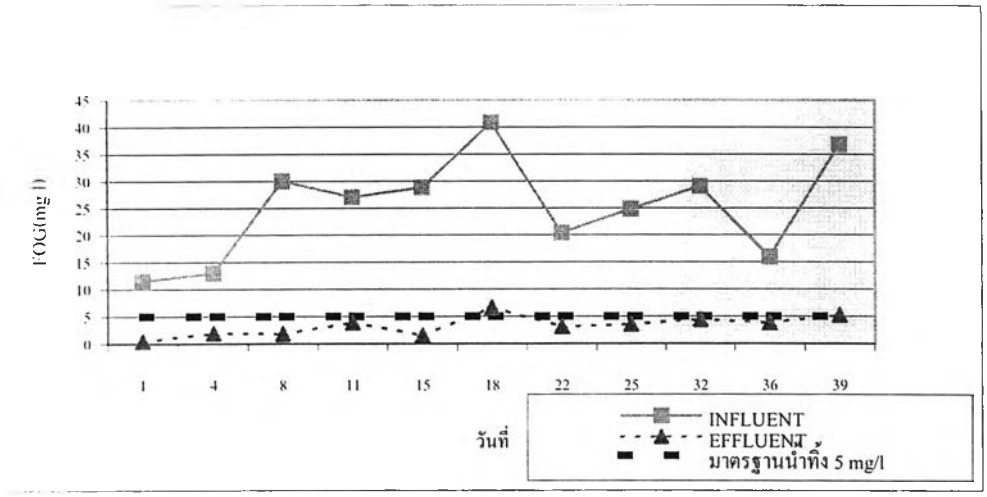


ข) อุณหภูมิ

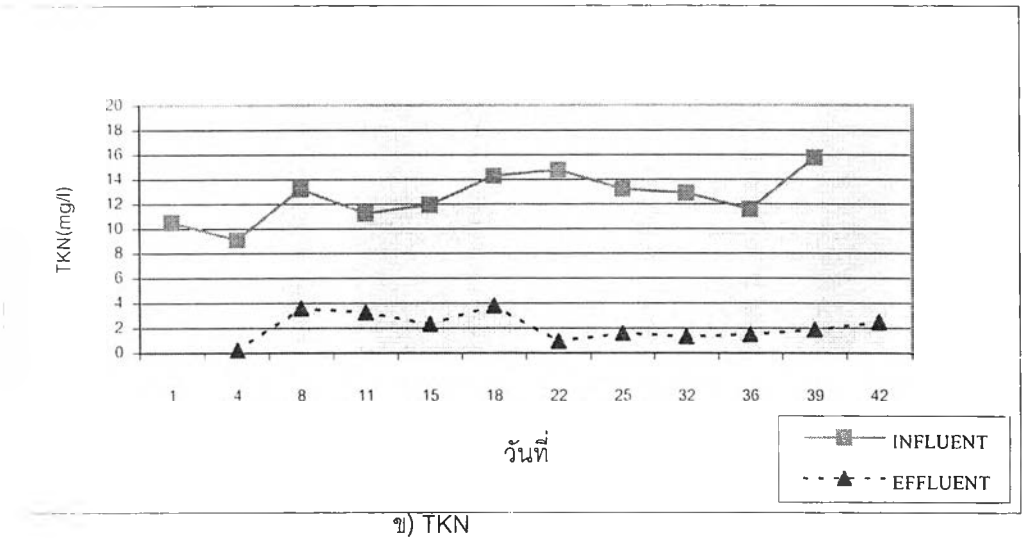


ค) โออาร์พี

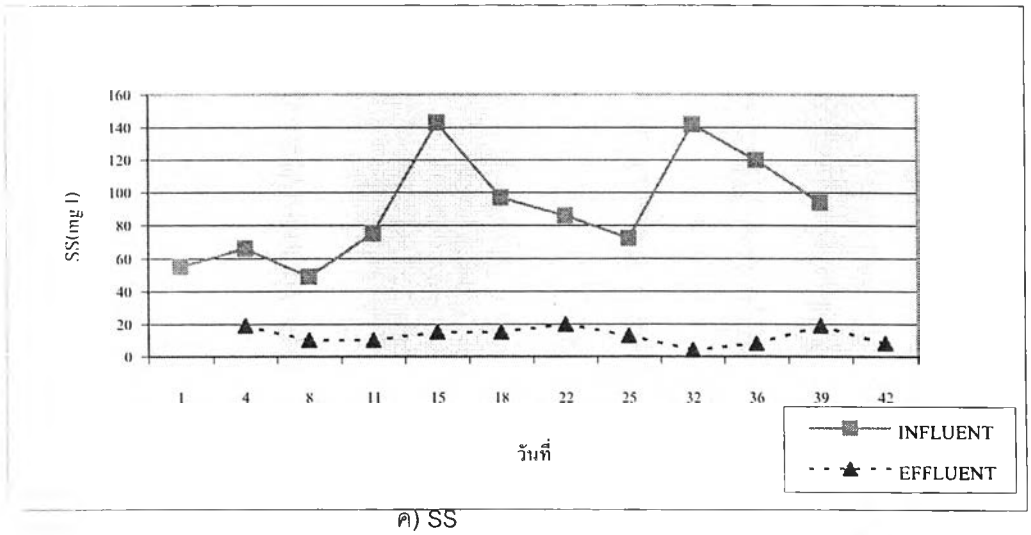
รูปที่ 4.14 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 6 ที่น้ำมันเข้าระบบเท่ากับน้ำดิบจากโรงกลั่น อัตราการไหล 16 l/d ก) พีเอช ข) อุณหภูมิ ค) โออาร์พี



ก) FOG



ข) TKN



ค) SS

รูปที่ 4.15 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 6 ที่น้ำมันเข้าระบบเท่ากับน้ำดิบจากโรงกลั่น อัตราการไหล 16 l/d ก) FOG ข) TKN ค) SS

3) ของแข็งแขวนลอย

ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียเข้าระบบมีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก คือตั้งแต่ 55 – 143 mg/l ส่วนน้ำออกระบบหลังจากการบำบัดแล้ว มีค่าอยู่ระหว่าง 4 – 20 mg/l โดยของแข็งแขวนลอยในน้ำเข้าและน้ำออกมีค่าเฉลี่ยที่ 90.82 และ 12.82mg/l ตามลำดับ โดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 16 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียเท่ากับความเข้มข้นน้ำดิบ สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 85.89% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.15

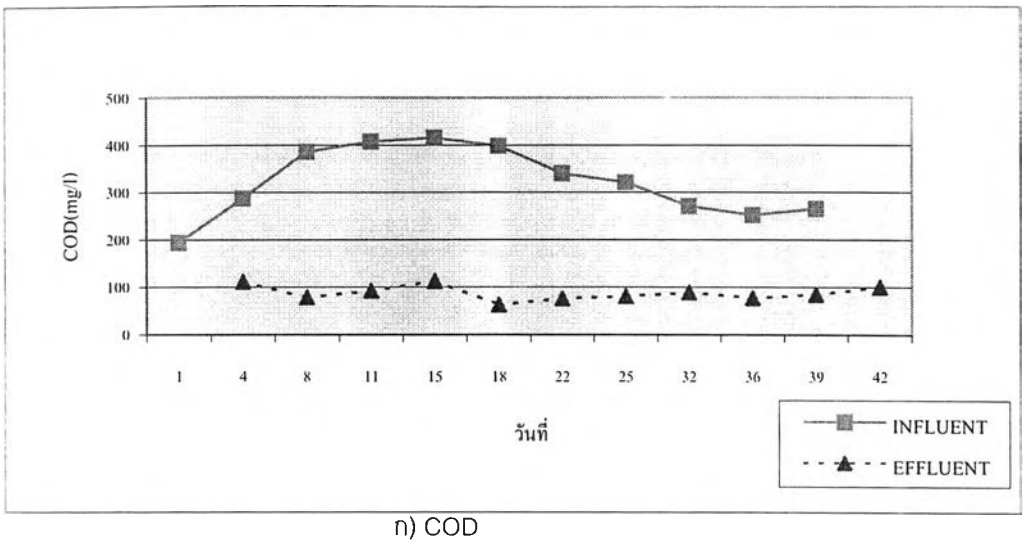
4) ซีโอดี

ซีโอดีในน้ำเสียที่วัดในการทดลองที่เป็นซีโอดีทั้งหมด(TCOD) โดยในน้ำเข้ามีค่าตั้งแต่ 193.28 – 415.44 mg/l มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 321.62 mg/l ส่วนน้ำออกระบบหลังจากบำบัดแล้วมีค่าอยู่ระหว่าง 62.33 – 111.78 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 87.16 mg/l ค่าซีโอดีที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ในชั้นตัวกลาง ที่ระยะ 0 เซนติเมตร ระยะ 20 เซนติเมตร และระยะ 40เซนติเมตร จากบริเวณทางน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 229.55 , 212.49 และ 167.42 mg/l ตามลำดับ โดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 16 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียเท่ากับความเข้มข้นน้ำดิบ สามารถกำจัดซีโอดีได้ค่อนข้างดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ72.89% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.16

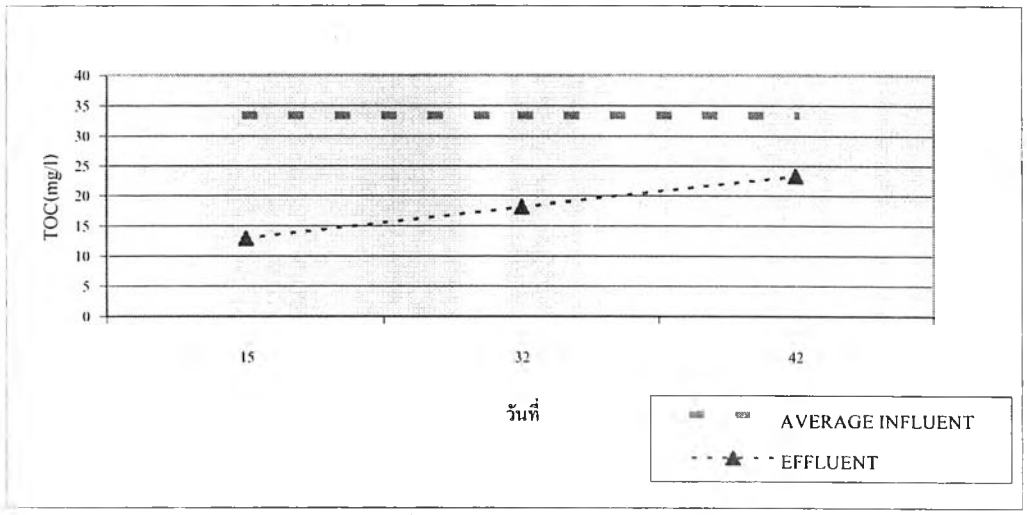
5) TOC

ค่าทีโอซีในน้ำเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 30.72 – 36.88 mg/l โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.37 mg/l ส่วนในน้ำออกระบบมีค่าอยู่ระหว่าง 12.92 – 23.30 mg/l และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.12 mg/l โดยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 16 ลิตร/วัน ความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเสียเท่ากับน้ำดิบจากโรงกลั่น สามารถกำจัดTOCได้ โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดเท่ากับ 45.70% ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.16

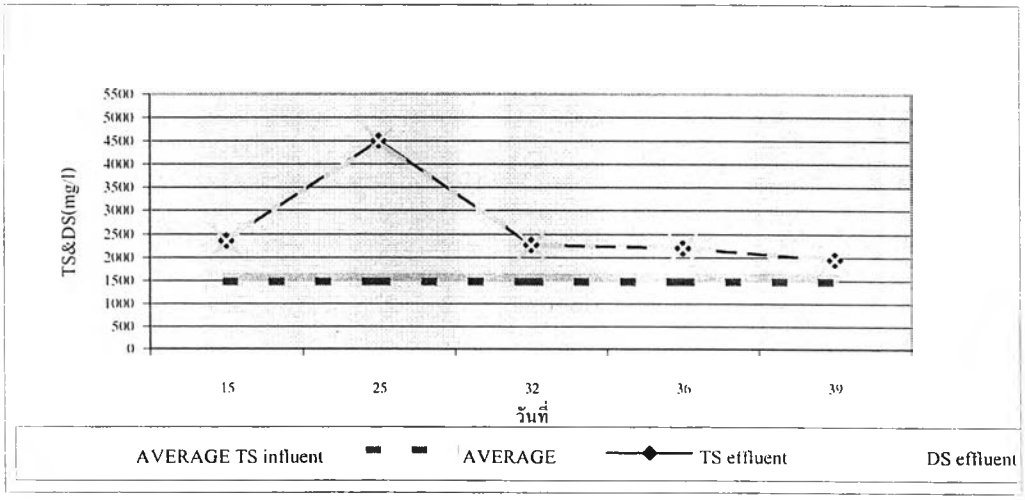
6) ของแข็งทั้งหมดและของแข็งละลาย



ก) COD



ข) TOC



ค) TS&DS

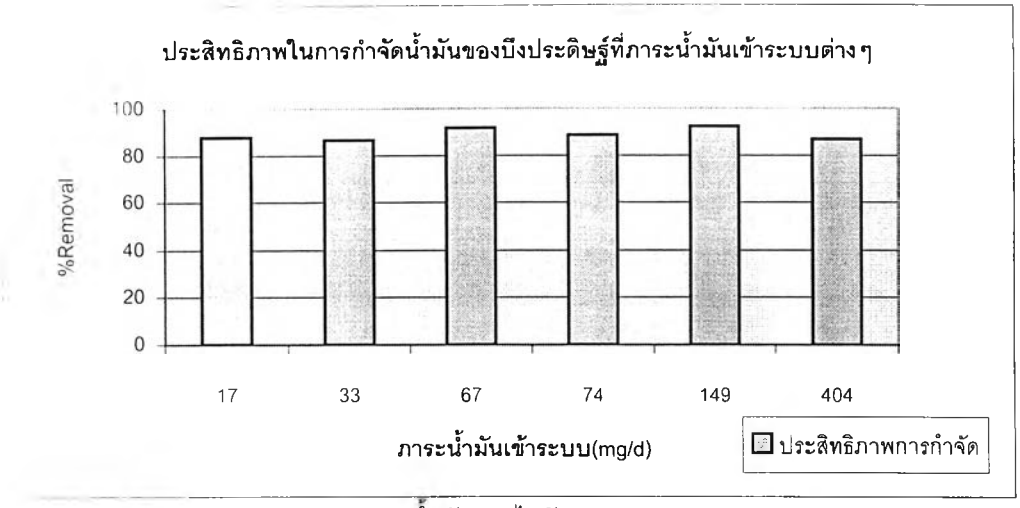
รูปที่ 4.16 ลักษณะของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบชุดที่ 6 ที่น้ำมันเข้าระบบเท่ากับน้ำดิบจากโรงกลั่น อัตราการไหล 16 l/d ก) COD ข) TOC ค) TS&DS

ของแข็งทั้งหมดในน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,575 mg/l ในน้ำออกระบบของแข็งทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,654 mg/l ส่วนของแข็งละลาย พบว่าในน้ำเข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,470 mg/l ส่วนในน้ำออกระบบของแข็งละลายจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,644 mg/l พบว่าระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งปลูกต้นธูปฤษี ไม่สามารถกำจัดของแข็งละลายน้ำได้ และยังทำให้มีค่าสูงขึ้นอีกด้วย สาเหตุอาจเนื่องมาจากชั้นตัวกลางในระบบที่ใช้ทำการทดลองเป็นดินปนทราย อนุภาคดินขนาดเล็กสามารถหลุดรอดออกมากับน้ำออกระบบได้ ทำให้ค่าที่ได้สูงกว่าในน้ำเข้าระบบ

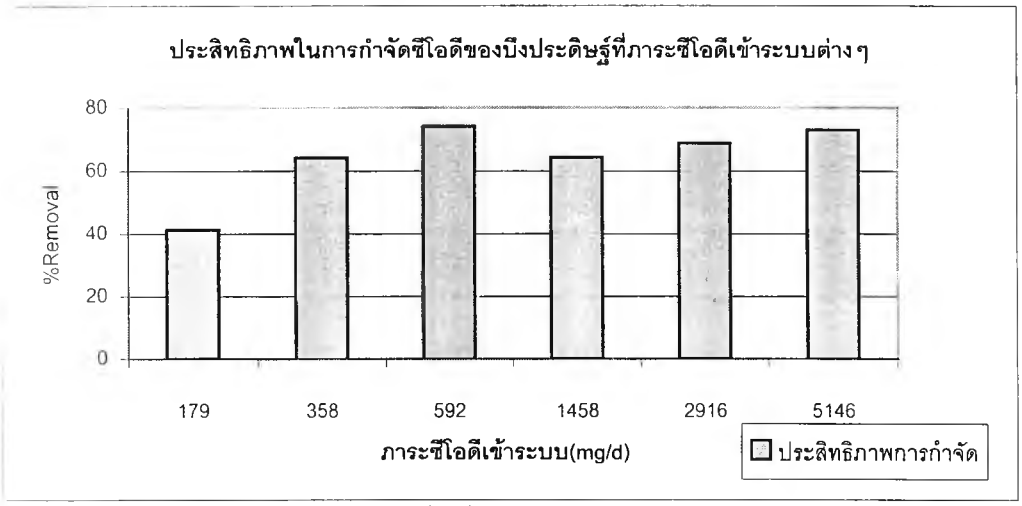
4.5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน สามารถกำจัดน้ำมัน,สารอินทรีย์ (ซีโอดี) และของแข็งแขวนลอยได้เป็นอย่างดี เมื่อพิจารณาค่าของน้ำมัน พบว่าระบบสามารถทำงานได้ดีที่ทุกช่วงภาระน้ำมันเข้าระบบที่ทำการทดลอง โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดสูงกว่า 80% แม้ว่าจะเพิ่มภาระน้ำมันเข้าระบบให้สูงขึ้นเป็น 404 mg/d โดยการเพิ่มความเข้มข้นน้ำมันในน้ำและเพิ่มอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าระบบ(รูปที่ 4.17) บึงประดิษฐ์ก็ยังสามารถกำจัดน้ำมันได้ดี แต่ก็มีบางครั้งที่ค่าน้ำมันในน้ำออกจากระบบมีค่าน้ำมันเกินกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ซึ่งกำหนดไว้ที่ 5 mg/l ดังนั้นระบบนี้จึงสามารถกำจัดน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้งให้ได้คุณภาพตามมาตรฐาน เมื่อน้ำทิ้งมีภาระน้ำมันและไขมันต่ำกว่า 404 มก./วัน สรุปได้ว่าจากการทดลองนี้ เมื่อใช้บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินในแนวนอน เป็นระบบบำบัดขั้นที่สอง สามารถรับภาระน้ำมันเข้าระบบได้ 149 mg/d(ที่อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 12 l/d และความเข้มข้นน้ำมันเข้าระบบเฉลี่ย 12.4 mg/l) โดยไม่ทำให้ปริมาณน้ำมันในน้ำออกระบบมีค่ามากกว่าที่กฎหมายกำหนดไว้ ส่วนการใช้ระบบบึงประดิษฐ์เป็นระบบบำบัดขั้นที่สามสามารถบำบัดน้ำเสียให้มีค่าน้ำมันได้ตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดได้อย่างไม่มีปัญหา

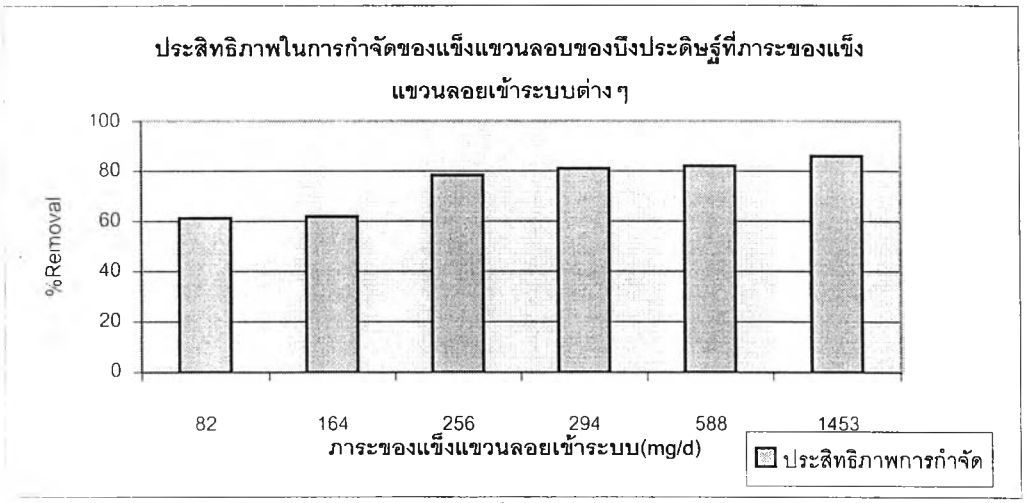
สำหรับสารอินทรีย์(ซีโอดี)และของแข็งแขวนลอย บึงประดิษฐ์สามารถกำจัดได้ดีมีประสิทธิภาพในการกำจัดสูงกว่าร้อยละ 60 แม้ว่าจะเพิ่มภาระมลสารเข้าระบบเป็น 5.1 และ 1.4 g/d ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงการใช้บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินในแนวนอนเป็นระบบบำบัดขั้นที่สอง น้ำออกจากระบบก็มีค่าได้ตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งกำหนดไว้ที่ 120 และ 50 mg/l ตามลำดับเช่นเดียวกับเมื่อใช้เป็นระบบบำบัดขั้นที่สาม



ก)น้ำมันและไขมัน



ข) ซีโอดี



ค) ของแข็งแขวนลอย

รูปที่ 4.17 ประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารต่างๆของบึงประดิษฐ์ ที่อัตราภาระมลสารเข้าระบบต่างๆกัน
ก)น้ำมันและไขมัน ข) ซีโอดี ค) ของแข็งแขวนลอย

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่างๆในน้ำออกจากระบบบึงประดิษฐ์

ชุดทดลองที่	p H	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	ORP (mV)	COD (mg/l)	TOC (mg/l)	FOG (mg/l)	TKN (mg/l)	SS (mg/l)
บึง1 FOG5mg/l Flow3l/d ปลูกธูปฤษี	8.17	25.34	122	34.95	_	0.68	1.26	10.65
บึง2 FOG5mg/l Flow6l/d ปลูกธูปฤษี	7.9	25.40	127	21.42	4.09	0.75	1.24	10.48
บึง3 FOG10mg/l Flow6l/d ปลูกธูปฤษี	7.96	25.53	124	25.53	5.22	0.90	0.70	9.35
บึง4 FOG10mg/l Flow6l/d ไม่ปลูกธูปฤษี	8.14	27.70	73	86.79	20.79	1.42	2.63	9.39
บึง5 FOG10mg/l Flow12l/d ปลูกธูปฤษี	7.99	27.61	93	75.94	16.80	1.00	1.76	8.87
บึง6 FOGเท่ากับน้ำดิบ Flow16l/d ปลูกธูปฤษี	7.91	29.26	61	87.16	18.12	3.28	2.07	12.82

ตารางที่ 4.10 แสดงประสิทธิภาพ(เฉลี่ย)ในการกำจัดมลสารต่างๆของบึงประดิษฐ์ชุดทดลองต่างๆ

ชุดทดลองที่	COD	TOC	FOG	TKN	SS
บึง1 FOG5mg/l Flow3l/d ปลูกธูปฤษี	41.35%	_	87.79%	30.76%	61.06%
บึง2 FOG5mg/l Flow6l/d ปลูกธูปฤษี	64.06%	28.86%	86.53%	31.86%	61.68%
บึง3 FOG10mg/l Flow6l/d ปลูกธูปฤษี	74.11%	32.29%	91.91%	81.14%	78.10%
บึง4 FOG10mg/l Flow6l/d ไม่ปลูกธูปฤษี	64.29%	40.14%	88.94%	76.17%	80.85%
บึง5 FOG10mg/l Flow12l/d ปลูกธูปฤษี	68.75%	51.63%	92.21%	84.06%	81.91%
บึง6 FOGเท่ากับน้ำดิบ Flow16l/d ปลูกธูปฤษี	72.89%	45.70%	87.02%	83.56%	85.89%

จากผลการทดลองในหัวข้อที่ 4.3 และ 4.4 สามารถสรุปได้โดยย่อไว้ในตารางที่ 4.9 และ 4.10 โดยสามารถแยกพิจารณาลงไปในแต่ละพารามิเตอร์ได้ดังนี้

โออาร์พี

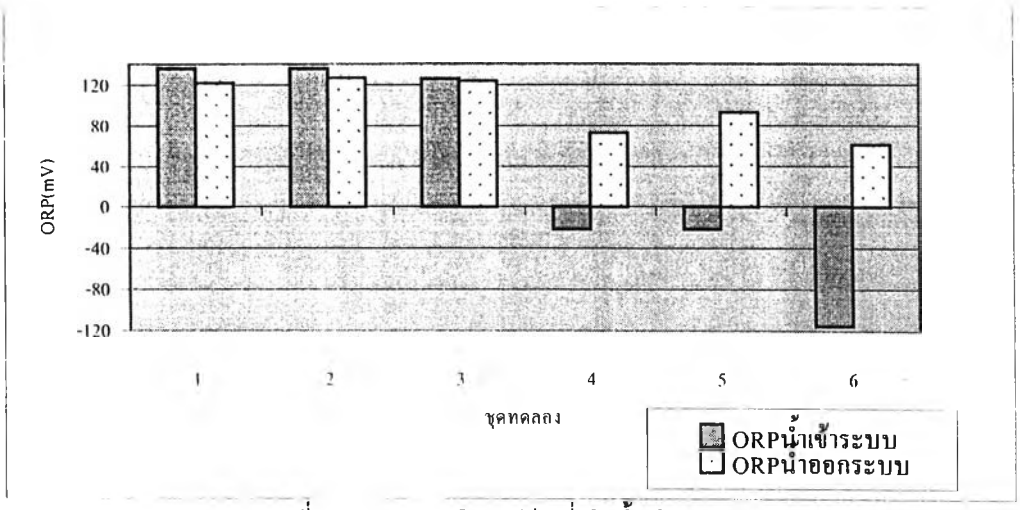
ค่าเฉลี่ยโออาร์พีในน้ำเข้าและออกระบบในชุดทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกันที่ประมาณ 120 ถึง 130 มิลลิโวลท์ ส่วนในชุดทดลองที่ 4 , 5 และ 6 โออาร์พีในน้ำเข้าระบบจะติดลบ ส่วนในน้ำออกระบบจะมีค่าเป็นบวก ดังแสดงในรูปที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยโออาร์พีในน้ำเข้าและออกระบบส่วนใหญ่ล้วนอยู่ในช่วงแฟคัลเททีฟ ซึ่งก้ำกึ่งระหว่างแอโรบิคและแอนแอโรบิค ยกเว้นบางค่าในน้ำเข้าระบบชุดทดลองที่ 6 ซึ่งใช้น้ำดิบจากโรงกลั่นน้ำมันจะมีต่ำกว่า –100 มิลลิโวลท์ ซึ่งจัดอยู่ในช่วงแอนแอโรบิค

ในชุดทดลองที่ 1, 2 และ 3 ในชั้นตัวกลางจะมีสภาวะแฟคัลเททีฟ สังเกตจากค่าโออาร์พีที่วัดได้จากท่อเก็บตัวอย่างอยู่ในช่วง –100 ถึง 300 มิลลิโวลท์ เช่นเดียวกันกับในชุดทดลองที่ 4, 5 และ 6 ซึ่งพบว่ามีค่าอยู่ในสภาวะแฟคัลเททีฟเช่นเดียวกัน ในชุดทดลองที่ 3 และชุดทดลองที่ 4 ซึ่งเป็นชุดทดลองที่ไม่ปลูกต้นธูปฤษี ค่าโออาร์พีที่วัดจากท่อเก็บตัวอย่างต่างก็อยู่ในช่วงแฟคัลเททีฟเช่นเดียวกัน การที่พืชคายออกซิเจนออกมาทางแขนงราก(Rhizome) ทำให้มีออกซิเจนเพิ่มขึ้นในชั้นตัวกลางทำให้จุลชีพชนิดที่ต้องใช้ออคซิเจนในการดำรงชีพสามารถทำหน้าที่ย่อยสลายมลสารต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ(Brix,H. , 1993)

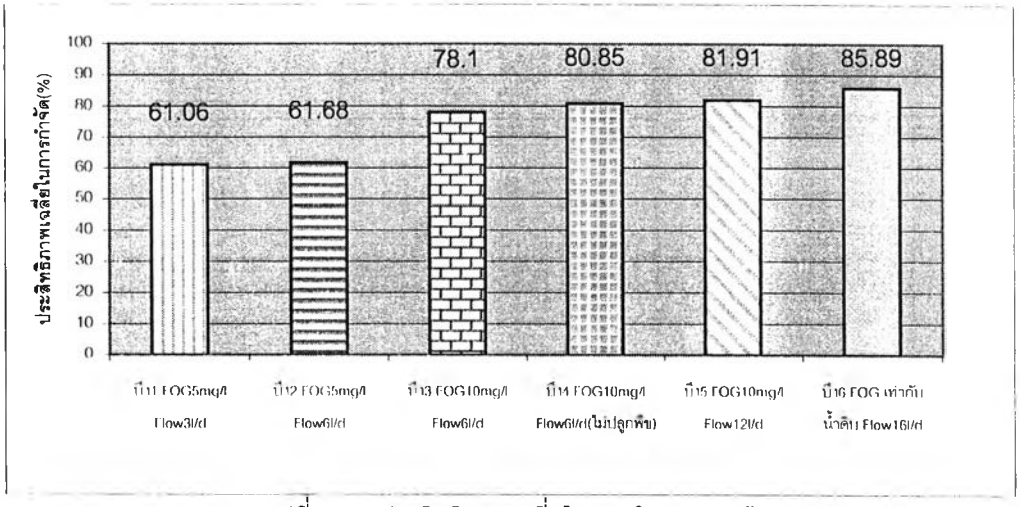
ของแข็งแขวนลอย

ของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยในน้ำออกจากระบบจะอยู่ในช่วง 9-13 มก./ล. โดยบึงประดิษฐ์ทุกชุดทดลองสามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้อย่างน่าพอใจ โดยมีประสิทธิภาพสูง(61 ถึง 86 %) ทุกชุดการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.19 กลไกสำคัญในการกำจัดของแข็งแขวนลอยโดยระบบบึงประดิษฐ์คือ กระบวนการตกตะกอนและกระบวนการกรอง โดยชั้นตัวกลางจะทำหน้าที่กรองและลดความเร็วของน้ำทำให้ของแข็งแขวนลอยไม่ถูกพัดพาไปกับน้ำได้อีก (Kadlec, R. H. and Knight ,R. L. , 1996)

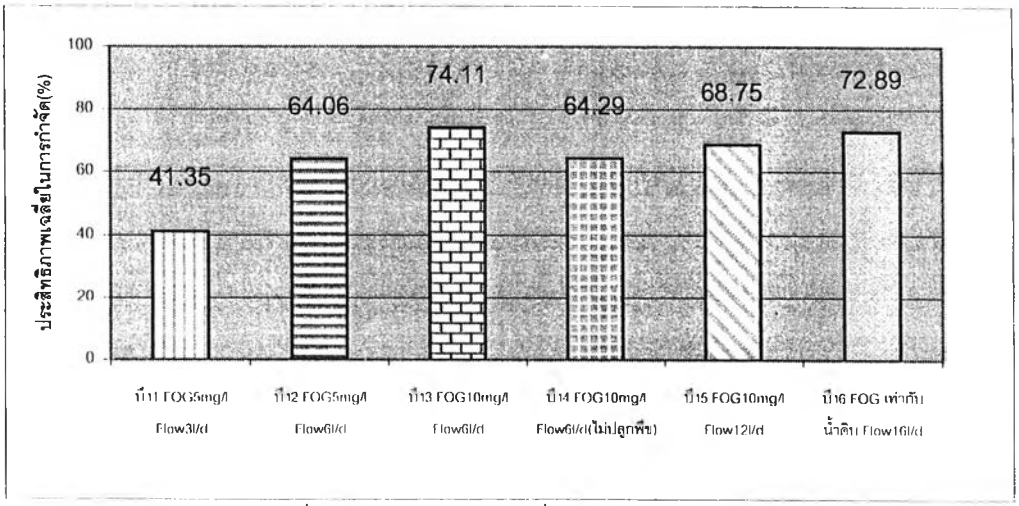
อาจกล่าวได้ว่าความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยในน้ำเข้าระบบมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัด เนื่องจากถ้าในน้ำเข้ามีปริมาณของแข็งแขวนลอยต่ำเกินไป ประสิทธิภาพ



รูปที่ 4.18 แสดงค่าโออาร์พีเฉลี่ยในน้ำเข้าและออกระบบ



รูปที่ 4.19 ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดของแข็งแขวนลอย



รูปที่ 4.20 ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดซีโอดี

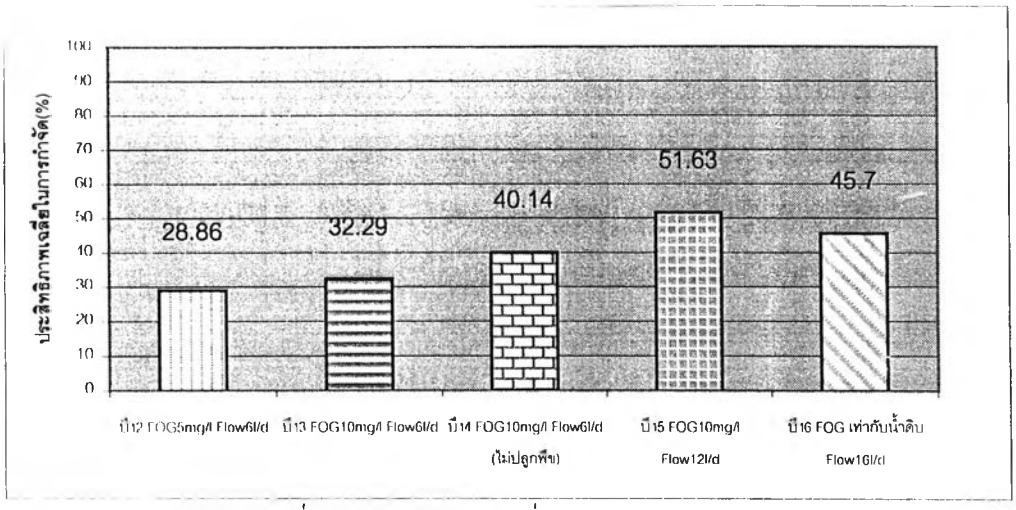
ในการกำจัดก็จะต่ำ เนื่องจากบึงประดิษฐ์ไม่สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ 100% ในน้ำออกระบบจะยังมีของแข็งแขวนลอยอยู่บ้างในปริมาณที่ไม่มากนักอยู่แล้ว ซึ่งก็อาจเป็นอนุภาคของจุลชีพที่เกิดขึ้นในชุดทดลองก็เป็นได้ แต่ถ้าในน้ำเข้ามีของแข็งแขวนลอยในปริมาณมากระบบก็จะกำจัดของแข็งแขวนลอยได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างใกล้เคียงกันในทุกชุดการทดลอง และการปลูกพืชไม่ได้มีส่วนสำคัญมากในการเสริมประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอย เนื่องจากประสิทธิภาพการกำจัดในชุดทดลองที่ 3 และ 4 มีค่าใกล้เคียงกัน

ของแข็งละลาย

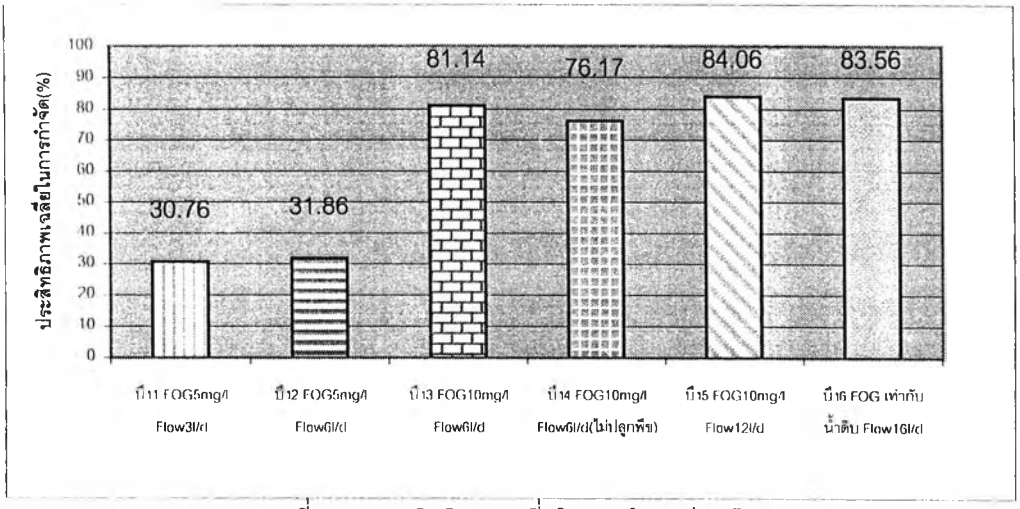
ของแข็งละลายในน้ำออกจากระบบมีค่าสูงขึ้น อาจเนื่องมาจากการใช้ตัวกลางดินซึ่งจะละลายปนออกมาในน้ำ ซึ่งส่งผลทำให้ค่าของแข็งละลายในน้ำออกจากระบบมีค่าสูงขึ้นมาก ดังนั้นตัวกลางดินไม่เหมาะสมกับบึงประดิษฐ์ที่จะใช้บำบัดน้ำเสียจากโรงกลั่นน้ำมัน ควรใช้ทรายเป็นตัวกลางเพียงอย่างเดียว

ซีโอดีและทีโอซี

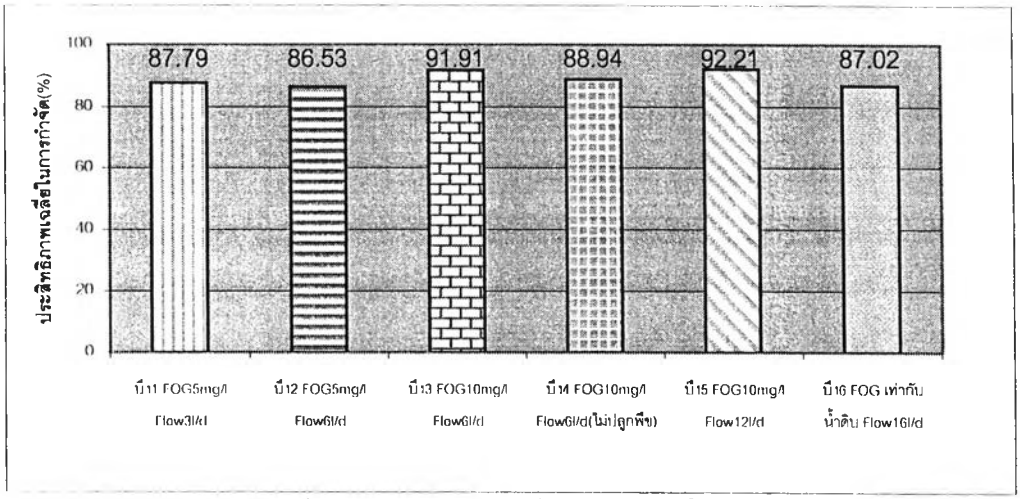
บึงประดิษฐ์สามารถลดค่าซีโอดีได้ค่อนข้างดี โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดต่ำสุดและสูงสุดที่ 41.35% และ 74.11%ในชุดทดลองที่ 1 และ 3ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.20 เมื่อดูค่าซีโอดีที่เก็บจากท่อตัวอย่างพบว่าค่าซีโอดีจะลดลงตามระยะทางที่น้ำเสียเดินทางผ่านไป ความเข้มข้นของซีโอดีในน้ำเข้าระบบมีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัด ถ้าปริมาณซีโอดีในน้ำเข้าระบบน้อยเกินไป ประสิทธิภาพในการกำจัดจะไม่สูงมากเนื่องจากตัวบึงประดิษฐ์เองก่อให้เกิดสารอินทรีย์ในน้ำออกระบบ ปริมาณภาระบรรทุกซีโอดีเข้าระบบที่ไม่น้อยเกินไปหรือมากเกินไปจะทำให้การกำจัดซีโอดี(ปริมาณสารอินทรีย์)ได้ผลดี ในกรณีที่ปริมาณภาระบรรทุกซีโอดีเข้าระบบมากเกินไป จะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีลดลงเนื่องจากเกินขีดความสามารถของระบบ จากผลการทดลองพบว่าพืชมีส่วนช่วยในการกำจัดซีโอดี โดยดูจากประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สามซึ่งสูงกว่าชุดทดลองที่สี่ แต่ก็ถือว่ามีค่าใกล้เคียงกัน โดยพืชจะช่วยปลดปล่อยออกซิเจนออกจากบริเวณแขนงราก ทำให้จุลชีพที่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต สามารถทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Brix,H. ,1997)



รูปที่ 4.21 ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดทีโอซี



รูปที่ 4.22 ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดทีเคเอ็น



รูปที่ 4.23 ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดน้ำมันและไขมัน

กลไกหลักในการลดสารอินทรีย์ในบึงประดิษฐ์เกิดขึ้นโดยการย่อยสลายของจุลชีพชนิดเฮทเธอโรโทรปเป็นหลัก จุลชีพจะใช้สารอินทรีย์คาร์บอนเป็นปัจจัยในการสร้างเซล ส่วนใหญ่การย่อยสลายสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีออกซิเจน ซึ่งในระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน ออกซิเจนบางส่วนจะมาจากการปลดปล่อยออกซิเจนจากแขนงรากพืช ซึ่งต้นธูปฤษีมีรากที่ไม่แผ่ลงลึกมาก กลไกอื่นที่ช่วยในการลดสารอินทรีย์คือกระบวนการกรอง ซึ่งสารอินทรีย์จะถูกกรองไว้ในช่องว่างระหว่างอนุภาคตัวกลาง ในทำนองเดียวกันกับการกำจัดของแข็งแขวนลอย ซึ่งการเพิ่มปริมาณภาระบรรทุกซีโอดีมากเกินไป จะส่งผลต่อระบบ โดยปริมาณออกซิเจนที่จุลชีพจะต้องใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์จะมีจำกัด ทำให้ย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ไม่เต็มที่(Katrin and Sabine, 1997) และช่องว่างระหว่างอนุภาคตัวกลางที่จะช่วยกรองก็มีน้อยลง จากผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพเฉลี่ยในการกำจัดซีโอดีของชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืช(ชุดทดลองที่สี่)จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าชุดทดลองที่ปลูกพืช(ชุดทดลองที่ 5) เมื่อกำหนดความเข้มข้นน้ำมันในน้ำเข้าระบบเท่ากัน แม้ชุดทดลองที่ปลูกพืชจะใช้อัตราการไหลสูงกว่าก็ตาม แสดงถึงผลของพืชที่มีต่อการกำจัดสารอินทรีย์

ในทำนองเดียวกัน เมื่อพิจารณาถึงค่าทีโอซีซึ่งเป็นการวัดปริมาณคาร์บอนในสารอินทรีย์ ก็มีแนวโน้มไปในทำนองเดียวกันกับค่าซีโอดี ซึ่งการที่บึงประดิษฐ์ชุดที่มีความเข้มข้นของทีโอซีเข้าระบบต่ำ มีประสิทธิภาพในการกำจัดทีโอซีต่ำกว่าชุดที่มีความเข้มข้นของทีโอซีเข้าระบบสูงกว่า นอกจากสาเหตุเดียวกันกับซีโอดีแล้วอาจเป็นเพราะแหล่งคาร์บอนมีปริมาณน้อยเกินไป ทำให้จุลชีพเติบโตและทำงานได้ไม่เต็มที่ อย่างไรก็ดี สารอินทรีย์ปริมาณมากอาจถูกผลิตขึ้นในบึงประดิษฐ์ก็เป็นได้ และอาจมีบางส่วนหลุดรอดออกมากับน้ำออกระบบ ทำให้ค่าคาร์บอนอินทรีย์ในน้ำออกระบบมีค่าสูงกว่าในน้ำเข้าระบบก็เป็นได้

ทีเคเอ็น

ประสิทธิภาพในการกำจัดทีเคเอ็นของระบบบึงประดิษฐ์ค่อนข้างต่ำในบึงที่ความเข้มข้นของทีเคเอ็นในน้ำเข้าระบบต่ำ โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 30.76% และ 31.86%ในชุดทดลองที่ 1 และ 2 สาเหตุที่ประสิทธิภาพในการกำจัดค่อนข้างต่ำในสองชุดทดลองนี้อาจเนื่องจากความเข้มข้นเฉลี่ยทีเคเอ็นในน้ำเข้าระบบต่ำมาก มีค่าประมาณ 1.82 mg/l ซึ่งเป็นการยากที่จะลดค่านี้ให้ต่ำลงไปอีก ส่วนในชุดทดลองที่ 3 ถึง 6 ล้วนมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงกว่า 70%ขึ้นไป เมื่อพิจารณาถึงน้ำเข้าระบบของชุดทดลองที่ 3 ถึง 6 พบว่าแม้ความเข้มข้นทีเคเอ็นในน้ำเข้าระบบบึงที่ 3 จะมีค่าเฉลี่ยที่ 3.66 mg/l แต่ก็สามารถกำจัดทีเคเอ็นได้สูง เช่นเดียวกับชุด

ทดลองที่ 4 , 5 และ 6 ที่มีความเข้มข้นเฉลี่ยของทีเคเอ็นเข้าระบบอยู่ระหว่าง 11.04 - 12.59 mg/l ก็ยังสามารถกำจัดทีเคเอ็นได้ประสิทธิภาพดีใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4.22)

กลไกในการลดไนโตรเจนในน้ำออกระบบบึงประดิษฐ์นั้นมีหลายแบบ ทั้งการดูดไนโตรเจนไปสะสมไว้ในพืชอยู่ในรูปอินทรีย์ไนโตรเจน หรือการกลายเป็นไอของแอมโมเนียที่ละลายน้ำไปเป็นแอมโมเนียในรูปก๊าซ การดูดไนโตรเจนติดไว้กับชั้นตะกอน รวมทั้งกระบวนการไนตริฟิเคชันและดีไนตริฟิเคชัน (Rogers , F. E.J. et al ,1985) ซึ่งในความเป็นจริงมีเพียงกระบวนการดีไนตริฟิเคชันและกระบวนการกลายเป็นไอของแอมโมเนียเท่านั้น ที่พอจะนับว่าเป็นการกำจัดแอมโมเนียออกไปจากระบบบึงประดิษฐ์อย่างถาวร เนื่องจากการที่พืชดูดไนโตรเจนไปสะสมไว้ เมื่อพืชตายลงไนโตรเจนที่ถูกเก็บไว้ก็จะหลุดออกมาอีกและเปลี่ยรูปไปเป็นไนเตรต แต่ถ้ามีการเก็บเกี่ยวพืชอย่างสม่ำเสมอ ก็จัดว่าสามารถกำจัดไนโตรเจนจากระบบได้เช่นกัน ส่วนการดูดติดไว้กับชั้นตะกอนไนโตรเจนก็จะยังคงอยู่ในชั้นตะกอนต่อไปหรืออาจเปลี่ยนไปเป็นไนโตรเจนรูปอื่น ส่วนกระบวนการไนตริฟิเคชัน จะต้องเกิดพร้อมกับกระบวนการดีไนตริฟิเคชันจึงจะเป็นการกำจัดไนโตรเจนจากระบบได้อย่างถาวร(Rogers , F. E.J. et al ,1985)

ปัจจัยสำคัญในการเกินไนตริฟิเคชันคือออกซิเจน ซึ่งจุลชีพพวกNitrosomonas europaea, Nitrosomonas monocella, Nitrosococcus spp.จะเปลี่ยนแอมโมเนียไปเป็นไนไตรต์ในสภาวะที่มีออกซิเจนและNitrobacter aigilis, Nitrobacter winogradskyi , Nitrocystis spp. จะเปลี่ยนไนไตรต์ไปเป็นไนเตรตในสภาวะที่มีออกซิเจนส่วนกระบวนการดีไนตริฟิเคชันจะเกิดโดยจุลชีพพวก facultative anaerobe ซึ่งไนเตรตจะถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซไนโตรเจนภายใต้สภาวะไร้อากาศ (Rogers , F. E.J. et al ,1985)

น้ำมันและไขมัน

บึงประดิษฐ์สามารถกำจัดน้ำมันและไขมันได้ดีทุกชุดการทดลอง โดยมีประสิทธิภาพสูงมากคือสูงกว่า 80% ทุกชุดทดลอง (รูปที่ 4.23) กระบวนการกำจัดน้ำมันและไขมันในบึงประดิษฐ์อาจแยกได้เป็นสองประเภทคือ กระบวนการย่อยสลายโดยจุลชีพในชั้นตัวกลางดินปนทราย และการระเหยเป็นไอของน้ำมัน ในบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินกระบวนการย่อยสลายโดยจุลชีพจะมีบทบาทเด่นมากกว่าเพราะน้ำเสียที่มีน้ำมันและไขมันปนเปื้อนจะอยู่ใต้ผิวดิน ซึ่งจุลชีพแต่ละชนิดก็จะมีความสามารถในการย่อยสลายน้ำมันและไขมันแต่ละชนิดได้ไม่เท่ากัน

(Overcash, R.M. et al, 1979) ดังนั้นการที่มีจุลชีพหลายชนิดอยู่ในระบบก็จะทำให้สามารถย่อยสลายน้ำมันและไขมันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การย่อยสลายไฮโดรคาร์บอนในดินโดยส่วนใหญ่เกิดในสภาวะที่มีออกซิเจน และเป็นปฏิกิริยา oxidative microbial reaction (Overcash, R.M. et al, 1979) ผลที่ได้จากการย่อยสลายหรือเปลี่ยนรูปน้ำมันและไขมัน (ไฮโดรคาร์บอน)ได้แก่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และผลพลอยได้อื่นๆรวมทั้งมวลชีวภาพ (biomass)

ต้นธูปฤษีสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำเสียที่มีน้ำมันปนเปื้อน จากการเก็บตัวอย่างดินปนทรายมาตรวจหาปริมาณน้ำมันและไขมันที่ตกค้างอยู่ พบว่ามีปริมาณตกค้างต่ำมากซึ่งแสดงถึงความสามารถในการย่อยสลายของจุลชีพในดิน ซึ่งอุณหภูมิของระบบอยู่ในช่วงมีโซฟิลิค(20 - 37 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นช่วงที่จุลชีพมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสูงสุด

จากรูปที่ 4.17 ถึง 4.23 และตารางที่ 4.2 และ 4.3 พบว่าบึงประดิษฐ์ชุดทดลองที่ 1 (ปลูกต้นธูปฤษี โดยป้อนน้ำเสียที่มีความเข้มข้นน้ำมัน 5 มก/ล. อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 3 ลิตร/วัน)มีประสิทธิภาพโดยรวมต่ำที่สุด และชุดทดลองที่ 5 (ปลูกต้นธูปฤษี โดยป้อนน้ำเสียที่มีความเข้มข้นน้ำมัน 10 มก/ล. อัตราไหลน้ำเสียเข้าระบบ 12 ลิตร/วัน) มีประสิทธิภาพโดยรวมสูงที่สุด สาเหตุที่บึงประดิษฐ์ชุดทดลองที่ 1 มีประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารน้อยกว่าชุดทดลองอื่นอาจเนื่องจากมีปริมาณอัตราภาระมลสารเข้าระบบน้อยกว่าบึงประดิษฐ์ชุดอื่นๆนั่นเอง ทำให้สารอินทรีย์ซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำหรับจุลชีพน้อย ส่งผลให้การย่อยสลายสารต่างๆทำได้ไม่เต็มที่ และส่งผลให้ค่าต่างๆในน้ำเข้าระบบมีค่าต่างจากในน้ำออกจากระบบไม่มากนักในหลายๆพารามิเตอร์ ส่วนในชุดทดลองที่ 6 มีปริมาณสารอินทรีย์เข้าระบบค่อนข้างสูง ทำให้จุลชีพทำการย่อยสลายได้อย่างเต็มที่ แต่ระบบบึงประดิษฐ์ก็สามารถรับความเข้มข้นน้ำเสียได้ที่จุดจุดหนึ่งเท่านั้น ซึ่งถ้าความเข้มข้นมากเกินไปก็อาจทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดลดลงค่อนข้างมาก จึงเหมาะที่จะใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดเบื้องต้นมาก่อนแล้ว

4.6 การหาปริมาณน้ำมันที่ตกค้างในชั้นตัวกลาง

จากการเก็บตัวอย่างดินปนทรายจากบึงประดิษฐ์ชุดทดลองที่ 4 และ 6 โดยเก็บตัวอย่างดินปนทรายจากบริเวณทางน้ำเข้าระบบ บริเวณกลางบึงประดิษฐ์ และบริเวณทางน้ำออกระบบ มาทำการหาปริมาณน้ำมันที่ค้างอยู่ในชั้นตัวกลาง พบว่ามีปริมาณน้ำมันตกค้างอยู่ในชั้น

ตัวกลางน้อยมาก แสดงว่าจุลชีพสามารถย่อยสลายได้เป็นอย่างดี โดยมีค่าน้ำมันและไขมัน (ร้อยละน้ำหนักแห้ง)ในจุดต่างๆในบึงประดิษฐ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณน้ำมันในดินปนทราย

ปริมาณน้ำมันและไขมัน(ร้อยละน้ำหนักแห้ง)	
0.00022	(จุดเริ่มต้นบึง6)
0.00027	(จุดกึ่งกลางบึง6)
0.00023	(จุดท้ายบึง6)
0.00000	(จุดเริ่มต้นบึง4)
0.00011	(จุดกึ่งกลางบึง4)
0.00044	(จุดท้ายบึง4)

หมายเหตุ: ปริมาณน้ำมันในน้ำทิ้งที่ 5 มก./ล. อ้างตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 113 ตอนพิเศษ 13 ง. วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539