ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ

ตารางผนวกที่ ก. 1 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียที่เข้าและออกระบบบ่อบำบัดที่ใช้แหนในการบำบัดน้ำเสียที่ระยะเวลาเก็บกักต่างๆ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2549 ถึงพฤษาคม 2549

ตัวแปร	กุมภาพันธ์ 49		มีนาคม 49		เมษายน 49		พฤษภาคม 49	
	HRT=5.89 วัน		HRT=5.04 วัน		HRT=5.33 วัน		HRT=4.95 วัน	
	น้ำเข้าระบบ	น้ำออก	น้ำเข้าระบบ	น้ำออก	น้ำเข้าระบบ	น้ำออก	น้ำเข้าระบบ	น้ำออก
pH	7.7±0.3	7.8±0.1	7.6±0.3	8.2±0.9	7.1±0.3	7.3±0.3	7.3±0.4	7.2±0.4
WaterTemp (^{0}C)	32.5±0.2	32.6±0.4	34.6±0.3	34.8±0.4	34.9±0.2	35±0.1	33.9±0.2	33.8±0.2
DO (mg/L)	4.7±0.3	4.9±0.4	6.5±3.3	6.7±2.6	3.8±0.7	5.1±0.9	5.6±1.6	7.3±2.5
TSS (mg/L)	38±15	30±16	53±38	21±31	28±5	19±4	35±16	21±12
BOD_5(mg/L)	35±33	32±50	38±32	31±31	8±5	7±4	18±6	15±5
TP (mg/L)	0.73±0.11	0.39±0.07	0.97±0.14	0.57±0.18	0.69±0.08	0.45±0.09	0.46±0.08	0.23±0.08
TKN (mg/L)	28.19±10.45	24.97±9.69	20.41±11.36	18.47±10.16	8.20±0.1.24	7.08±0.85	15.10±4.41	13.19±3.78
NH_3 –N (mg/L)	20.70±8.17	18.59±8.49	14.18±7.11	12.73±3.68	6.05±0.77	5.92±0.55	13.52±3.02	12.04±3.08

$\overline{X} \pm S.D.$

ตารางผนวกที่ ก. 2 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียที่เข้าและออกระบบบ่อบำบัดที่ใช้แหนในการบำบัดน้ำเสียที่ระยะเวลาเก็บกักต่างๆ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2549 ถึงกันยายน 2549

ตัวแปร	มิถุนายน 49		กรกฎาคม 49		สิงหาคม 49		กันยายน 49	
	HRT=2.70 วัน		HRT=3.25 วัน		HRT=2.78 วัน		HRT=2.67 วัน	
	น้ำเข้าระบบ	น้ำออก	น้ำเข้าระบบ	น้ำออก	น้ำเข้าระบบ	น้ำออก	น้ำเข้าระบบ	น้ำออก
pH	7.7±0.1	7.5±0.1	7.6±0.2	7.4±0.1	7.3±0.2	7.2±01	7.7±0.1	7.5±0.1
Water Temp (^{0}C)	34.1±0.1	34.4±0.1	33.8±0.4	34±0.4	35.1±0.2	35.3±0.2	33.3±0.2	33.4±0.2
DO(mg/L)	5.10±1.84	6.46±2.30	6.00±1.02	6.17±0.74	5.68±1.15	6.53±1.00	4.88±0.97	6.27±0.89
TSS(mg/L)	34±7	27±6	30±16	20±7	30±8	19±5	39±9	24±1
BOD_5(mg/L)	22.20±20.25	17.45±16.37	38.30±13.29	28.16±11.36	32.41±12.73	27.10±11.30	48.16±8.27	33.97±14.74
TP(mg/L)	0.48±0.31	0.37±0.18	0.96±0.79	0.68±0.52	0.75±0.39	0.41±0.22	1.55±0.81	0.97±0.46
TKN(mg/L)	34.65±11.87	27.63±8.20	37.28±7.90	32.18±6.12	38.06±6.13	34.86±5.61	34.42±6.01	32.27±3.85
NH_3-N (mg/L)	30.80±11.30	27.52±8.93	30.28±6.78	29.97±5.68	33.91±6.66	31.54±6.74	29.2±4.56	27.18±4.43

ตารางผนวกที่ ก. 3 ผลการวิเคราะห์น้ำเสียที่เข้าและออกระบบบ่อบำบัดที่ใช้แหนในการบำบัดน้ำเสียที่ระยะเวลาเก็บกักต่างๆ ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2549 ถึงมกราคม 2550

ตัวแปร	ตุลาคม 49		พฤศจิกายน 49		ธันวาคม 49		มกราคม 50	
	HRT=4.06 วัน		HRT=2.93 วัน		HRT=2.81 วัน		HRT=2.97 วัน	
	น้ำเข้าระบบ	น้ำออก	น้ำเข้าระบบ	น้ำออก	น้ำเข้าระบบ	น้ำออก	น้ำเข้าระบบ	น้ำออก
pH	7.7±0.1	7.4±0.1	7.6±0.1	7.4±0.1	7.5±0.1	7.5±0.2	7.3±0.1	7.3±0.1
Water Temp (^{0}C)	32.5±0.2	32.7±0.2	32.3±0.2	32.4±0.3	30.6±0.3	30.8±0.4	30.8±0.4	31.0±0.4
DO(mg/L)	5.47±1.34	6.46±0.59	5.43±2.21	6.12±2.03	1.96±1.20	3.97±2.16	1.75±0.75	2.67±0.90
TSS(mg/L)	25±10	18±7	38±9	33±11	31±20	25±8	29±3	22±4
BOD_5(mg/L)	38.77±6.51	26.55±7.03	34.77±7.24	26.21±8.67	55.98±13.55	39.03±10.06	51.85±11.59	39.03±5.40
TP(mg/L)	1.21±0.48	1.02±0.48	2.12±1.52	1.68±0.66	1.28±0.29	0.97±0.46	1.13±0.20	0.88±0.16
TKN(mg/L)	28.86±4.21	26.97±3.04	28.09±4.10	25.17±2.26	26.04±3.85	21.98±3.67	27.95±2.85	24.73±2.56
NH_3-N (mg/L)	25.59±4.03	24.83±2.67	21.49±2.69	20.53±3.08	20.39±2.85	17.31±3.08	22.53±2.33	19.74±2.04

ตารางผนวกที่ ก. 4 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2549 ถึงเดือนมกราคม 2550

เดือน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร/เดือน)
กุมภาพันธ์ 2549	145.8
มีนาคม 2549	147.8
เมษายน 2549	192.6
พฤษภาคม 2549	108.9
มิถุนายน 2549	71.6
กรกฎาคม 2549	53.4
สิงหาคม 2549	87.4
กันยายน 2549	301.4
ตุลาคม 2549	146.9
พฤศจิกายน 2549	155.5
ธันวาคม 2549	215.2
มกราคม 2550	217

ที่มา : http://members.thai.net/khohong/

ตารางผนวกที่ ก. 5 อัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2549 ถึงเดือนมกราคม 2550

เดือน	อัตราการไหลเฉลี่ย (ลบ.ม/วัน)
กุมภาพันธ์ 2549	470.44
มีนาคม 2549	550.00
เมษายน 2549	520.00
พฤษภาคม 2549	560.00
มิถุนายน 2549	1027.00
กรกฎาคม 2549	852.62
สิงหาคม 2549	998.78
กันยายน 2549	1038.87
ตุลาคม 2549	682.74
พฤศจิกายน 2549	947.46
ธันวาคม 2549	987.21
มกราคม 2550	933.81

ตารางผนวกที่ ก. 6 น้ำหนักเฉลี่ยของแหนต่อตารางเมตรที่ระยะเวลา 5 10 และ 15 วันและอัตราการผลิตชีวมวลของแหน

เดือน	น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (g. wet weight/m^2)	น้ำหนักเปียก (กรัม) เฉลี่ยต่อตารางเมตร			อัตราการผลิตชีวมวล (กรัม/ตร.ม.วัน)
		5 วัน	10 วัน	15 วัน	
ก.พ.-49	300	606	1,200	1,120	90
มี.ค.-49	300	645	1,260	1,290	96
เม.ย.-49	300	725	1,655	1,660	135
พ.ค.-49	300	600	1,212	1,060	91
มิ.ย.-49	300	692	1,470	1,320	117
ก.ค.-49	300	542	1,040	990	96
ส.ค.-49	200	440	920	890	72
ก.ย.-49	200	402	880	840	58
ต.ค.-49	300	645	1,260	1,250	86
พ.ย.-49	300	375	560	450	71
ธ.ค.-49	500	982	2,140	2,080	136
ม.ค.-50	500	890	1,860	1,790	126

ตารางผนวกที่ ก. 7 ปริมาณของฟีคอลคอลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 mL) ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2549 ถึงเดือนมกราคม 2550

เดือน	น้ำเข้า	น้ำออก	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)	K_b (วัน$^{-1}$)
ก.พ. 49	4.00E+05	2.40E+04	94	0.478
มี.ค. 49	8.45E+06	1.55E+04	99	1.25
เม.ย. 49	9.33E+06	3.17E+04	99	1.067
พ.ค. 49	5.23E+09	3.14E+06	99	1.499
มิ.ย. 49	4.24E+08	4.32E+06	98	1.698
ก.ค. 49	3.46E+08	2.83E+06	99	1.479
ส.ค. 49	3.06E+08	2.53E+05	99	2.554
ก.ย. 49	3.58E+08	3.18E+06	99	1.769
ต.ค. 49	4.53E+08	3.41E+06	99	1.204
พ.ย. 49	2.31E+08	8.44E+06	96	1.129
ธ.ค. 49	1.55E+07	1.54E+06	99	0.822
ม.ค. 50	4.39E+08	3.09E+06	99	1.669

ตารางผนวกที่ ก. 8 ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่ ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2549 ถึงเดือนมกราคม 2550

เดือน	อัตราการไหล (ลบ.ม./วัน)				
	8.00 น.	10.00 น.	12.00 น.	14.00 น.	16.00 น.
ก.พ. 49	337	459	513	559	568
มี.ค. 49	370	467	557	613	656
เม.ย. 49	367	476	509	583	665
พ.ค. 49	544	552	568	545	600
มิ.ย. 49	814	922	1150	1112	1137
ก.ค. 49	689	686	812	998	1154
ส.ค. 49	714	827	793	892	1585
ก.ย. 49	842	980	1057	1102	1214
ต.ค. 49	690	698	739	621	664
พ.ย. 49	674	754	969	1028	1312
ธ.ค. 49	822	922	1026	1076	1088
ม.ค. 50	855	991	988	1073	1066
เฉลี่ย	643	728	807	850	976

ตารางผนวกที่ ก. 9 ค่าคงที่อัตราการบำบัดสารอินทรีย์ (K_b) ของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียที่ใช้แหนในการบำบัดน้ำเสียในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2549 ถึงเดือนมกราคม 2550

เดือน	K_b (m/day)
ก.พ. 49	0.042
มี.ค. 49	0.074
เม.ย. 49	0.092
พ.ค. 49	0.064
มิ.ย. 49	0.305
ก.ค. 49	0.322
ส.ค. 49	0.192
ก.ย. 49	0.297
ต.ค. 49	0.152
พ.ย. 49	0.197
ธ.ค. 49	0.320
ม.ค. 50	0.260

ภาคผนวก ข

เกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน

ตารางผนวกที่ ข. 1 สรุปประเภทของอาคารที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

ชนิดอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานของการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	ข	ค	ง	จ
1. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด	ตั้งแต่ 500 ห้องนอน	ตั้งแต่ 100 - ไม่ถึง 500 ห้องนอน	ไม่ถึง 100 ห้องนอน	-	-
2. โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม	ตั้งแต่ 200 ห้องนอน	ตั้งแต่ 60 - ไม่ถึง 200 ห้องนอน	ไม่ถึง 60 ห้องนอน	-	-
3. หอพักว่าด้วยกฎหมายหอพัก	-	ตั้งแต่ 250 ห้องนอน	ตั้งแต่ 50-ไม่ถึง 250 ห้องนอน	ตั้งแต่ 10-ไม่ถึง 50 ห้องนอน	-
4. สถานบริการ	-	ตั้งแต่ 500 $ม^2$	ตั้งแต่ 1000-ไม่ถึง 5000 $ม^2$	-	-
5. โรงพยาบาลของทางราชการหรือสถานพยาบาลตามกฎหมาย	ตั้งแต่ 30 เตียง	ตั้งแต่ 10-ไม่ถึง 30 เตียง	-	-	-
6. มหาวิทยาลัย	ตั้งแต่ 25000 $ม^2$	ตั้งแต่ 5000-ไม่ถึง 25000 $ม^2$	-	-	-
7.อาคารศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้า	ตั้งแต่ 25000 $ม^2$	ตั้งแต่ 5000-ไม่ถึง 25000 $ม^2$	-	-	-
8. อาคารที่ทำการของทางราชการ	ตั้งแต่ 55000 $ม^2$	ตั้งแต่ 10000-ไม่ถึง 55000 $ม^2$	ตั้งแต่ 5000-ไม่ถึง 10000 $ม^2$	-	-
9. ตลาด	เกินกว่าหรือเท่ากับ 2500 $ม^2$	ตั้งแต่ 1000-ไม่ถึง 25000 $ม^2$	ตั้งแต่ 1000-ไม่ถึง 15000 $ม^2$	ตั้งแต่ 500-ไม่ถึง1000 $ม^2$	-
10 ภัตตาคารและร้านอาหาร	เกินกว่าหรือเท่ากับ 2500 $ม^2$	ตั้งแต่ 500-ไม่ถึง 2500 $ม^2$	ตั้งแต่ 250-ไม่ถึง 250 $ม^2$	ตั้งแต่ 100-ไม่ถึง 250 $ม^2$	ไม่ถึง 250 $ม^2$

ตารางผนวกที่ ข. 2 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

ดัชนีคุณภาพน้ำ	เกณฑ์กำหมดมาตรฐานสูงสุดตามประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง						
	หน่วย	ก	ข	ค	ง	จ	วิธีวิเคราะห์
1. pH	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	pH meter
2. บีโอดี (BOD)	มล./ล	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 200	Azide modification
3. ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid)	มล./ล	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 60	Glass Fiber filter
4. ค่าตะกอนหนัก (Settleable Slid)	มล./ล	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	-	Imhoff cone
5.ค่าสารละลายที่ได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solid)	มล./ล	ไม่เกิน 500	ไม่เกิน 500	ไม่เกิน 500	ไม่เกิน 500	-	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศา
6. ค่าซัลไฟด์ (Sulfide)	มล./ล	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 3.0	ไม่เกิน 4.0	-	Titration Method
7. ไนโตรเจนในรูป TKN	มล./ล	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 40	-	Kjeldahl Method
8. น้ำมันและไขมัน	มล./ล	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 100	สกัดด้วยตัวทำละลาย

ที่มา: ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนพิเศษ 9ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2547

ภาคผนวก ค

<u>การคำนวณหาค่าคงที่ทางจลนพลศาสตร์ของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียที่ใช้พืชลอยน้ำในการบำบัดน้ำเสียโดยมีการไหลเป็นแบบต่อเนื่อง</u>

จากสูตร

$$C_e / C_0 = \exp(-K_b / q)$$

เมื่อ C_e คือ ปริมาณบีโอดีของน้ำเสียหลังผ่านระบบบำบัด (mg/L)

C_0 คือ ปริมาณบีโอดีก่อนเข้าระบบบำบัด (mg/L)

q คือ ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์ (ลบ.ม/ตร.ม.วัน)

K_b คือ ค่าคงที่อัตราการกำจัดสารอินทรีย์ (เมตร/วัน)

และ

$$C_e / C_0 = \exp(-k_d \theta)$$

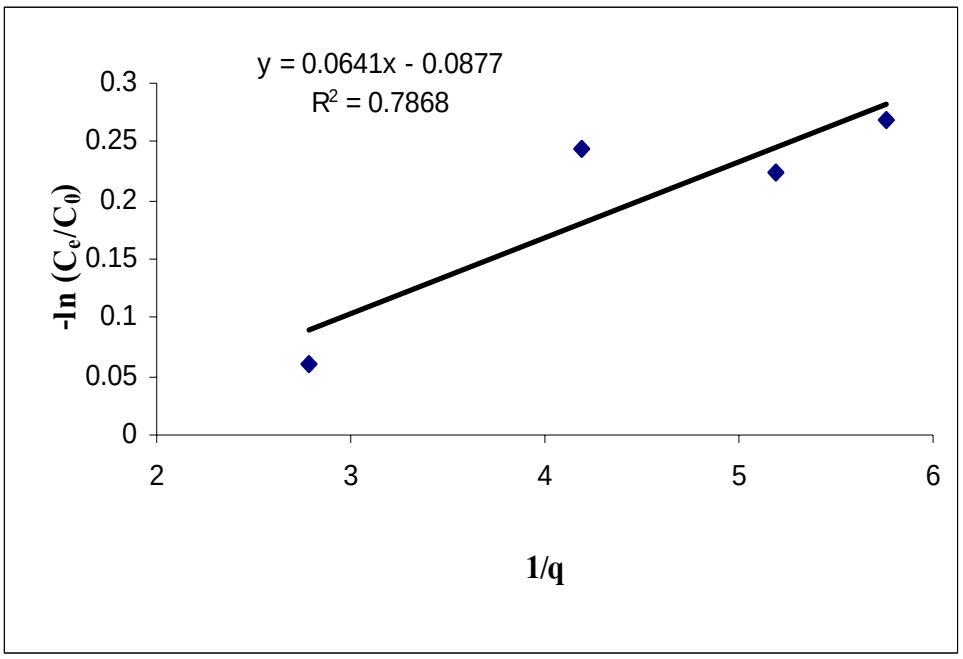
เมื่อ C_e คือ ปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำเสียหลังผ่านระบบบำบัด (MPN/100 mL)

C_0 คือ ปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด (MPN/100 mL)

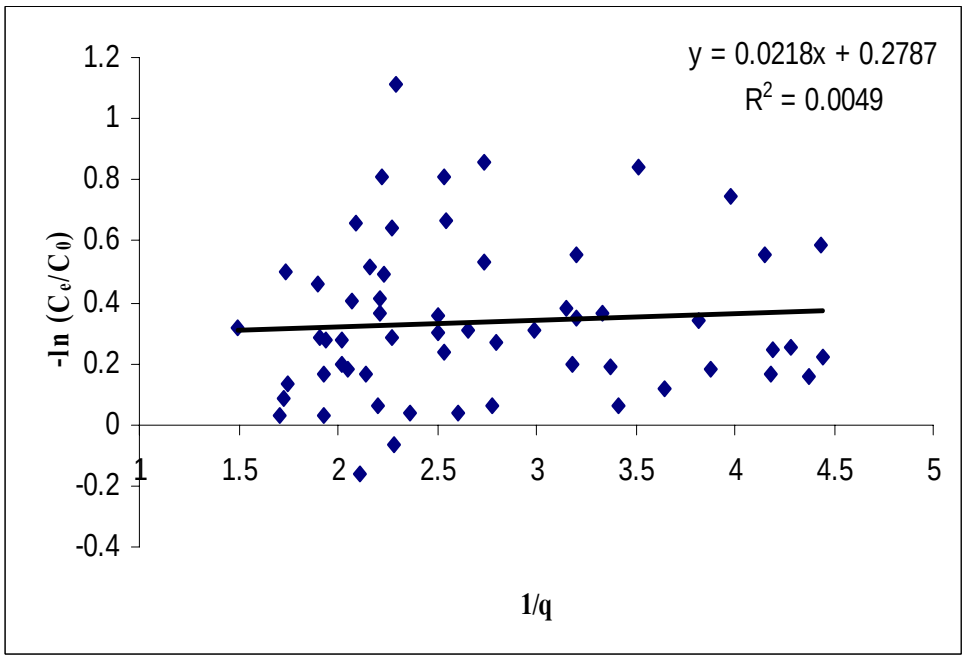
θ คือ ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (วัน)

k_d คือ ค่าคงที่อัตราการตายของฟีคัลคอลิฟอร์มแบคทีเรีย (วัน$^{-1}$)

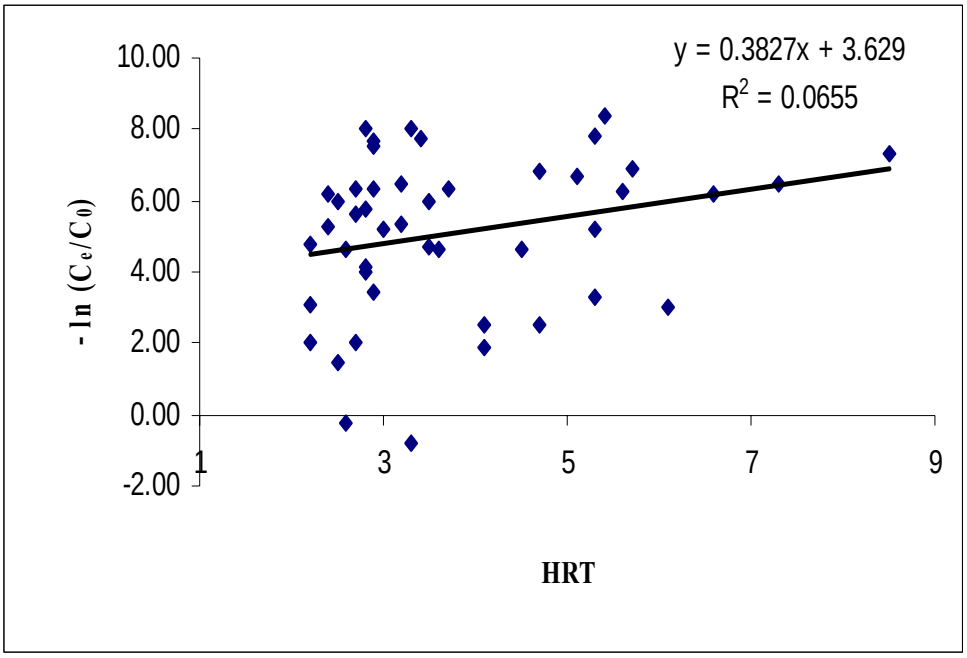
การหาค่าคงที่ทางจลนพลศาสตร์ของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียที่ใช้พืชลอยน้ำในการบำบัดน้ำเสียสามารถหาได้จากการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $-\ln (C_e/C_0)$ กับ $1/q$ ความชันของกราฟคือค่าค่าคงที่ทางจลนพลศาสตร์ของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียที่ใช้พืชลอยน้ำ ดังภาพประกอบ ค.1



ภาพประกอบ ค. 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $-\ln (C_e/C_0)$ กับ 1/q



ภาพประกอบ ค. 2 ค่าคงที่อัตราในการบำบัดสารอินทรีย์ (K_b) ของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียที่ใช้แหน ในการบำบัดน้ำเสีย



ภาพประกอบ ค. 3 ค่าคงที่อัตราการตายของฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (k_d) ของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียที่ใช้แหนในการบำบัดน้ำเสีย

<u>ประโยชน์ของค่าคงที่ทางจลนพลศาสตร์และการประยุกต์ใช้งาน</u>

สมมุติว่าสถานที่ราชการแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลาต้องการนำระบบบ่อบำบัดน้ำเสียที่ใช้แหนในการบำบัดน้ำเสียไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งพบว่าค่าบีโอดีของน้ำก่อนเข้าระบบมีค่าเท่ากับ 60 มก./ล โดยทางหน่วยงานต้องการบำบัดบีโอดีก่อนปล่อยน้ำทิ้งให้เหลือเพียง 20 มก./ล. อยากทราบจะต้องใช้เวลากี่วันจึงจะทำให้น้ำที่ออกจากระบบบ่อบำบัดน้ำเสียมีค่าบีโอดีเหลือเพียง 20 มก./ล. โดยกำหนดให้ค่าคงที่ทางจลนพลศาสตร์ของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียที่ใช้แหนในการบำบัดน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 0.0641 เมตร/วัน และขนาดของบ่อบำบัด (กว้าง×ยาว×ลึก) เท่ากับ 10x20x0.5 เมตร

การคำนวณ

จากสูตร $$C_e / C_0 = \exp(-K_b / q)$$

เมื่อ C_e คือ ปริมาณบีโอดีของน้ำเสียหลังผ่านระบบบำบัด (mg/L)

C_0 คือ ปริมาณบีโอดีก่อนเข้าระบบบำบัด (mg/L)

q คือ ภาระบรรทุกทางชลศาสตร์ (ลบ.ม/ตร.ม.วัน)

K_b คือ ค่าคงที่อัตราการกำจัดสารอินทรีย์ (เมตร/วัน)

แทนค่า 20/60 = exp(-0.0641/q)

q = 0.0583 ลบ.ม./ตร.ม.วัน

แต่ q = (อัตราการไหล)/(พื้นที่ของบ่อบำบัด)

อัตราการไหล = 0.0583x10x20

= 11.66 ลบ.ม./วัน

ระยะเวลาเก็บกัก = (ปริมาตรบ่อบำบัด)/(อัตราการไหล)

= (10x20x0.5 ลบ.ม.)/(11.66 ลบ.ม./วัน)

= 8.57 วัน

เพราะฉะนั้นต้องใช้ระยะเวลาบำบัดประมาณ 9 วัน จึงทำให้น้ำที่ออกจากระบบบ่อบำบัดน้ำเสียมีค่าบีโอดีเหลือเพียง 20 มก./ล.