

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
สถิติการเกิดน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเลในประเทศไทย

ตารางผนวกที่ ก1 สถิติการเกิดน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเลในประเทศไทยปี พ.ศ. 2543 – พ.ศ. 2548

วัน/เดือน/ปี	ชนิดของน้ำมัน	ปริมาณ	สถานที่เกิดเหตุ	สาเหตุ
18 ม.ค. 2543	น้ำมันดิบ ลักษณะเป็น ก้อนน้ำมัน	2000 ลิตร	หาดพิเฒ้ววย หาดแสง จันทร์ จ.ระยอง	ไม่ทราบ
1 ส.ค.2543	น้ำมันดิบ ลักษณะเป็น ก้อนน้ำมันดิน	ไม่ทราบ	หาดกระรณ หาดป่าตอง หาด โนนยาง จ.ภูเก็ต	การลักลอบ ปล่อยทิ้งจากเรือ
3 ก.ย.2543	น้ำมันคอนเดน เสท	300 ลิตร	บริเวณท่าที่ 7 ของการนิคม อุตสาหกรรม จ. ระยอง	อุบัติเหตุ Over Flow ของเรือ Belgreeting ขณะสูบน้ำ น้ำมัน
14 ก.ย.2543	น้ำมันดีเซล	200-2000 ตัน	บริเวณนอกฝั่ง จ. ชลบุรี	เรือบรรทุกสินค้า ชื่อ Heron ชน เรือบรรทุกน้ำมัน Playboy3
1 ม.ค.2544	น้ำมันเตาและ บู๊ยแอมโมเนีย ไนเตรด	ไม่ทราบ	ท่าเทียบเรือบริษัท อุตสาหกรรมเคมีกลไทย จำกัด	เรือจม
27 มี.ค. 2544	น้ำมันดิบ	5000 ลิตร	จ. ระยอง ท่าเทียบเรือบริษัท อุตสาหกรรมเคมีกลไทย จำกัด(พบก้อนน้ำมันดิน กระจายทั่วไปบริเวณหาด แสงจันทร์ พืเฒ้ววย แม่ รำพึงจนสุดบ้านก้นอ่าว)	รั่วไหลขณะสูบน้ำ ถ่ายน้ำมันดิบ จากเรือบรรทุก น้ำมันสัญชาติ Malta ชื่อ Ninemia เนื่องจาก ข้อบกพร่องของ วาล์วลิ้นทะเล

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ชนิดของน้ำมัน	ปริมาณ	สถานที่เกิดเหตุ	สาเหตุ
17 พ.ค. 2544	น้ำมันที่ผ่าน การใช้งานแล้ว	ไม่ทราบ	ปลายแหลมพันวา จ. ภูเก็ต	ไม่ทราบ
22 พ.ค. 2544	น้ำมันดิบ (Kuwait crude oil)	30000 ลิตร	ทุ่นรับน้ำมันดิบกลางทะเล ของบริษัทอัลลายแอนซ์รี ไฟน์นิ่ง จำกัด (ARC)	เครื่องต่อเชื่อมท่อ ส่งน้ำมันซึ่งติดอยู่ กับที่ขนาด 16 นิ้ว ขาดขณะเรือ บรรทุกน้ำมัน ปานามาชื่อ Tokachi ทำการ สูบน้ำมัน
17 ส.ค. 2544	ก๊อมน้ำมัน	ไม่ทราบ	บริเวณหาดไม้ขาว จ. ภูเก็ต	ลักลอบปล่อยทิ้ง
15 ม.ค.2545	น้ำมันเตา	243 ตัน	นอกฝั่ง อ. สัตหีบ จ. ชลบุรี	เรือ Eastern fortitude ชนหิน ฉลาม
17 ธ.ค.2545	น้ำมันใช้การใน เครื่องจักร	20 ตัน	ใกล้บริเวณทางเข้าท่าเรือ แหลมฉบังด้านใต้ เกาะสีชัง จ. ชลบุรี	เรือ Kota Wuijaya โดนเรือ Sky ace
18 ก.พ. 2546	คราบน้ำมัน (Tarball)	1 ตัน	หาดน้ำเมา จ.ชุมพร	ปล่อยทิ้งน้ำมัน จากเรือ
17 พ.ค. 2547	ไม่ทราบ	ไม่ทราบ	หาดแม่รำพึง จ.ระยอง	ไม่ทราบ
26 ธ.ค.2547	น้ำมันเตา	567300 ลิตร	เกาะครก จ.ชลบุรี	เรือ Dragon 1 ชน หินโสโครก
20 พ.ย.2548	น้ำมันดิบ	20000 ลิตร	ทุ่นรับน้ำมัน (SBM) ของ บริษัทไทยออยล์ จ.ชลบุรี	ไม่ทราบ

ที่มา: ส่วนแหล่งน้ำทะเล กรมควบคุมมลพิษ (2549)

ภาคผนวก ข
คุณสมบัติของน้ำมันที่ใช้ในการทดลอง

ตารางผนวกที่ ข1 คุณสมบัติของน้ำมันดีเซล และน้ำมันเตา

Properties	Test Method	Limits	
		Low Speed Diesel	Fuel oil No. 2
Specific Gravity @ 15.6/15.6 °C	ASTM D 1298 or Equivalent	Max. 0.920	Max. 0.990
Calculated Cetane Index	ASTM D 976	Min. 45	-
Or Cetane Number	ASTM D 613	Min. 45	-
Viscosity, Kinetic, @ 40°C, cSt	ASTM D 445	Max. 8.0	-
Viscosity, Kinetic, @ 50 °C, cSt	ASTM D 445	Max. 6.0	81-180
Pour Point, °C	ASTM D 97	Max. 16	Max. 24
Sulphur Content, % wt	ASTM D 2622 or Equivalent	Max. 1.5	Max. 2.0
Water & Sediment, % vol	ASTM D 2709	Max. 0.3	Max. 1.0
Ash, % wt	ASTM D 482	Max. 0.02	Max. 0.1
Flash Point, (P.M.), °C	ASTM D 93	Min. 52	Min. 60
Colour, ASTM	ASTM D 1500	4.5 - 7.5	-
Gross Heat of Combustion, Cal/g (Btu/lb)	ASTM D 240 or Equivalent	-	Min. 9,900 (Min. 17,820)

คุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่น

น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในการทดลอง คือ PTT SEATECH 4000

เป็นน้ำมันหล่อลื่น เกรดเดี่ยวเบอร์ SAE 40 คุณภาพสูงสุด มาตรฐาน API CE ซึ่งเหมาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลงานหนักถึงหนักมากทุกรุ่น ทุกยี่ห้อ พีทีที ซีเทค 4000 ผ่านการทดสอบสมบัติต่างๆ ด้านการหล่อลื่นสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลงานหนัก เช่น สมบัติในการป้องกันการสึกหรอ การรักษาความสะอาดของลูกสูบและร่องแหวน การลดปัญหาการกินหล่อลื่น รวมทั้งสมบัติในการทนความร้อน คงความหนืด และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าหล่อลื่นเกรดเดี่ยวทั่วไป

การใช้งาน

เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลของเรือประมงทุกขนาด ที่ใช้งานหนักถึงหนักมาก โดยเฉพาะเรือประมงที่ใช้เครื่องยนต์ Caterpillar, Mack, Man, Cummins ที่ผลิตขึ้นระหว่างปี 1983-1989 หรือเครื่องยนต์ที่ผู้ผลิตแนะนำให้ใช้หล่อลื่นคุณภาพ API CE นอกจากนั้นยังใช้ได้กับเครื่องยนต์ญี่ปุ่นรุ่นใหม่ๆ และระบบส่งกำลังในเรือประมงได้อีกด้วย

มาตรฐาน

API CE/CF/SF, MIL- L-2104 D, MIL-LL46152B, MAN 270 MB 227.0,
CATERPILLAR TO-2, ALLISON C-3

ที่มา: ข้อมูลจากคลังน้ำมันปิโตรเลียมศรีราชา

ภาคผนวก ค

อัตราการตายสะสมของกิ้งกูดดำในระยะเวลาต่างๆ

ตารางผนวกที่ ค1 อัตราการตายสะสม (คิดเป็นร้อยละ) ของกิ้งกูดำระยะ P10 ในระยะเวลาต่างๆ

สารทดลอง	ความเข้มข้น (ppm)	เวลา (ชั่วโมง)			
		24	48	72	96
น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ ละลายน้ำ)	ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.00
	100.0	6.67	10.00	23.33	26.67
	170.0	26.67	33.33	50.00	56.67
	240.0	36.67	56.67	76.67	83.33
	310.0	43.33	73.33	83.33	100.00
	380.0	56.67	83.33	96.67	100.00
น้ำมันเตา (ส่วนที่ ละลายน้ำ)	ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.0	3.33	6.67	10.00	16.67
	42.0	16.67	30.00	36.67	46.67
	80.0	26.67	40.00	53.33	66.67
	115.0	40.00	60.00	86.67	93.33
	153.0	60.00	83.33	100.00	100.00
น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ ละลายน้ำ)	ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.00
	6.0	13.33	23.33	33.33	43.33
	12.0	23.33	43.33	53.33	63.33
	18.0	30.00	53.33	70.00	76.67
	24.0	56.67	60.00	80.00	93.33
	30.0	66.67	76.67	96.67	100.00
SDS	ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.00
	5.0	3.33	13.33	23.33	30.00
	6.0	26.67	33.33	43.33	46.67
	7.0	36.67	53.33	66.67	76.67
	8.0	50.00	70.00	90.00	96.67
	9.0	60.00	76.67	96.67	100.00

ตารางผนวกที่ ค2 อัตราการตายสะสม (คิดเป็นร้อยละ) ของกิ้งกูดำระยะ P30 ในระยะเวลาต่างๆ

สารทดลอง	ความเข้มข้น (ppm)	เวลา (ชั่วโมง)			
		24	48	72	96
น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ ละลายน้ำ)	ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.00
	120.0	0.00	3.33	23.33	26.67
	220.0	33.33	40.00	50.00	53.33
	320.0	43.33	60.00	73.33	73.33
	420.0	56.67	70.00	86.67	100.00
	520.0	60.00	80.00	100.00	100.00
น้ำมันเตา (ส่วนที่ ละลายน้ำ)	ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	3.33	6.67	16.67	23.33
	50.0	20.00	23.33	43.33	50.00
	100.0	43.33	50.00	60.00	73.33
	150.0	53.33	63.33	83.33	96.67
	200.0	66.67	83.33	96.67	100.00
น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ ละลายน้ำ)	ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	3.33	16.67	26.67	30.00
	20.0	26.67	46.67	63.33	70.00
	30.0	43.33	63.33	73.33	83.33
	40.0	53.33	70.00	80.00	93.33
	50.0	60.00	76.67	93.33	100.00
SDS	ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.00
	8.0	0.00	10.00	20.00	20.00
	10.5	13.33	23.33	33.33	36.67
	13.0	33.33	46.67	56.67	63.33
	15.5	46.67	66.67	76.67	86.67
	18.0	60.00	83.33	96.67	100.00

ภาคผนวก ง
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ๑1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และ น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

1) กุ้งกุลาดำระยะ P10

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Intercept	37.007	1	37.007	7593.731	0.000
Conc.	0.694	3	0.231	49.731	0.000
Error	0.149	32	0.005		
Total	0.843	35			

2) กุ้งกุลาดำระยะ P30

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Intercept	296.414	1	296.414	47959.06	0.000
Conc.	0.639	3	0.213	34.442	0.000
Error	0.198	32	0.006		
Total	0.836	35			

ตารางผนวกที่ ๒ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการลอกคราบของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

1) น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	0.343	3	0.114	30.519	0.000
Post	20.167	1	20.167	5377.778	0.000
Conc. * Post	0.003	3	0.001	0.296	0.828
Error	0.060	16	0.004		
Total	20.573	23			

2) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	0.510	3	0.170	37.091	0.000
Post	22.427	1	22.427	4893.091	0.000
Conc. * Post	0.003	3	0.001	0.242	0.865
Error	0.073	16	0.005		
Total	23.013	23			

3) น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	0.482	3	0.161	27.524	0.000
Post	19.440	1	19.440	3332.571	0.000
Conc. * Post	0.023	3	0.008	1.333	0.299
Error	0.093	16	0.006		
Total	20.038	23			

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และ น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

1) กิ้งกูดำระยะ P10

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Intercept	131938.454	1	131938.454	325.947	0.000
Conc.	12557.141	3	4185.714	10.341	0.000
Error	12953.104	32	404.785		
Total	25510.246	35			

2) กิ้งกูดำระยะ P30

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Intercept	252556.503	1	252556.503	3015.420	0.000
Conc.	21730.287	3	7243.429	86.484	0.000
Error	2680.160	32	83.755		
Total	24410.448	35			

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการกินอาหารของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

1) น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	16278.991	3	5426.330	204.616	0.000
Post	1202.750	1	1202.750	45.353	0.000
Conc. * Post	1413.341	3	471.114	17.765	0.000
Error	424.313	16	26.520		
Total	19319.396	23			

2) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	10493.068	3	3497.689	76.358	0.000
Post	247.042	1	247.042	5.393	0.034
Conc. * Post	770.748	3	256.916	5.609	0.008
Error	732.990	16	45.806		
Total	12243.758	23			

3) น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	7465.508	3	2488.503	141.325	0.000
Post	14455.042	1	14455.042	820.920	0.000
Conc. * Post	1130.475	3	376.825	21.400	0.000
Error	281.733	16	17.608		
Total	23332.758	23			

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

1) กึ่งกลาดำระยะ P10

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Intercept	18.063	1	18.063	1187.671	0.000
Conc.	2.661	3	0.887	58.320	0.000
Error	0.487	32	0.015		
Total	3.148	35			

2) กึ่งกลาดำระยะ P30

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Intercept	73.960	1	73.960	535.457	0.000
Conc.	1.860	3	0.620	4.489	0.010
Error	4.420	32	0.138		
Total	6.280	35			

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการดูดซึมของกึ่งกลาคำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

1) น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	1.470	3	0.490	14.169	0.000
Post	3.682	1	3.682	106.458	0.000
Conc. * Post	0.108	3	0.036	1.044	0.400
Error	0.553	16	0.035		
Total	5.813	23			

2) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	1.515	3	0.505	22.438	0.000
Post	6.720	1	6.720	298.685	0.000
Conc. * Post	0.245	3	0.082	3.623	0.036
Error	0.360	16	0.023		
Total	8.840	23			

3) น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	1.328	3	0.443	106.267	0.000
Post	0.667	1	0.667	160.000	0.000
Conc. * Post	0.057	3	0.019	4.533	0.018
Error	0.067	16	0.004		
Total	2.118	23			

ตารางผนวกที่ ๗ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการหายใจของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และ น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

1) กุ้งกุลาดำระยะ P10

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Intercept	482.534	1	482.534	1535.914	0.000
Conc.	6.092	3	2.031	6.464	0.002
Error	10.053	32	0.314		
Total	16.146	35			

2) กุ้งกุลาดำระยะ P30

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Intercept	1334.684	1	1334.684	699.449	0.000
Conc.	21.993	3	7.331	3.842	0.019
Error	61.042	32	1.908		
Total	83.056	35			

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการหายใจของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

1) น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	16.688	3	5.563	146.707	0.000
Post	16.500	1	16.500	435.176	0.000
Conc. * Post	14.931	3	4.977	131.264	0.000
Error	0.607	16	0.038		
Total	48.726	23			

2) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	0.741	3	0.247	3.313	0.047
Post	95.600	1	95.600	1281.793	0.000
Conc. * Post	0.245	3	0.082	1.093	0.381
Error	1.193	16	0.075		
Total	97.780	23			

3) น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	1.047	3	0.349	9.304	0.001
Post	16.007	1	16.007	426.844	0.000
Conc. * Post	26.760	3	8.920	237.867	0.000
Error	0.600	16	0.038		
Total	44.413	23			

ตารางผนวกที่ ๙ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการขับถ่ายของกิ้งกูดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และ น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

1) กิ้งกูดำระยะ P10

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Intercept	17.640	1	17.640	530.305	0.000
Conc.	0.816	3	0.272	8.173	0.000
Error	1.064	32	0.033		
Total	1.880	35			

2) กิ้งกูดำระยะ P30

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Intercept	75.690	1	75.690	176.479	0.000
Conc.	6.226	3	2.075	4.839	0.007
Error	13.724	32	0.429		
Total	19.950	35			

ตารางผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการจัดเก็บของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

1) น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	7.338	3	2.446	124.908	0.000
Post	10.402	1	10.402	531.149	0.000
Conc. * Post	5.925	3	1.975	100.851	0.000
Error	0.313	16	0.0196		
Total	23.978	23			

2) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	0.498	3	0.166	33.222	0.000
Post	3.527	1	3.527	705.333	0.000
Conc. * Post	0.653	3	0.218	43.556	0.000
Error	0.080	16	0.005		
Total	4.758	23			

3) น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	0.682	3	0.227	16.039	0.000
Post	0.167	1	0.167	11.765	0.003
Conc. * Post	0.063	3	0.021	1.490	0.255
Error	0.227	16	0.014		
Total	1.138	23			

ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) และน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

1) กุ้งกุลาดำระยะ P10

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Intercept	38575071.8	1	38575071.780	186.396	0.000
Conc.	18280959.1	3	6093653.034	29.445	0.000
Error	6622463.649	32	206951.989		
Total	24903422.7	35			

2) กุ้งกุลาดำระยะ P30

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Intercept	288006921.3	1	288006921.3	521.940	0.000
Conc.	59987322.0	3	19995774.00	36.327	0.000
Error	17657623.7	32	551800.741		
Total	77644945.7	35			

ตารางผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 ในน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

1) น้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	36426777.185	3	12142259.100	124.483	0.000
Post	18317120.650	1	18317120.700	187.787	0.000
Conc. * Post	4237234.098	3	1412411.366	14.480	0.000
Error	1560670.187	16	97541.887		
Total	60541802.120	23			

2) น้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	26731001.877	3	8910333.959	90.606	0.000
Post	27542266.002	1	27542266.0	280.067	0.000
Conc. * Post	1230426.795	3	410142.265	4.171	0.023
Error	1573467.727	16	98341.733		
Total	57077162.400	23			

3) น้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ)

Source of Variances	Sum of Squares	D.F.	Mean Squares	F Ratio	Sig.
Conc.	12347924.188	3	4115974.729	268.762	0.000
Post	13323878.202	1	13323878.200	870.012	0.000
Conc. * Post	1954117.562	3	651372.521	42.533	0.000
Error	245033.347	16	15314.584		
Total	27870953.298	23			

ภาคผนวก จ

คุณภาพน้ำก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง

ตารางผนวกที่ จ1 คุณภาพน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองของน้ำมันดีเซล (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อกึ่งกลาดำระยะ P10 และ P30 (เมื่อครบ 96 ชั่วโมง)

1) กึ่งกลาดำระยะ P10

ความเข้มข้น (ppm)	อุณหภูมิ (°C)		DO (mg/l)		pH		แอมโมเนีย (mg/l)		ไนไตรท์ (mg/l)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ชุดควบคุม	28.0	28.0	7.83	3.56	8.65	8.57	0.037	0.172	0.005	0.000
100.0	28.0	28.0	7.81	3.33	8.63	8.62	0.032	0.136	0.005	0.000
170.0	28.0	28.0	7.86	3.20	8.63	8.67	0.017	0.184	0.004	0.000
240.0	28.0	28.0	7.68	3.22	8.61	8.67	0.020	0.190	0.004	0.002
310.0	28.0	28.0	7.72	3.17	8.60	8.67	0.066	0.221	0.005	0.002
380.0	28.0	28.0	7.45	3.11	8.59	8.63	0.066	0.147	0.005	0.000

2) กึ่งกลาดำระยะ P30

ความเข้มข้น (ppm)	อุณหภูมิ (°C)		DO (mg/l)		pH		แอมโมเนีย (mg/l)		ไนไตรท์ (mg/l)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ชุดควบคุม	28.0	28.0	7.67	3.39	8.15	8.28	0.004	0.185	0.002	0.005
120.0	28.0	28.0	7.57	3.31	8.01	8.25	0.002	0.066	0.005	0.004
220.0	28.0	28.0	7.54	3.24	8.02	8.28	0.005	0.201	0.007	0.005
320.0	28.0	28.0	7.45	3.15	7.86	8.24	0.003	0.178	0.008	0.006
420.0	28.0	28.0	7.43	3.08	8.03	8.23	0.009	0.147	0.008	0.006
520.0	28.0	28.0	7.34	3.03	7.91	8.15	0.003	0.175	0.013	0.005

ตารางผนวกที่ ๒2 คุณภาพน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองของน้ำมันเตา (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อถังกลาดำระยะ P10 และ P30 (เมื่อครบ 96 ชั่วโมง)

1) ถังกลาดำระยะ P10

ความเข้มข้น (ppm)	อุณหภูมิ (°C)		DO (mg/l)		pH		แอมโมเนีย (mg/l)		ไนไตรท์ (mg/l)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ชุดควบคุม	29.0	29.0	7.23	3.33	8.69	8.56	0.086	0.159	0.000	0.007
5.0	29.0	29.0	7.26	3.28	8.68	8.55	0.083	0.165	0.000	0.004
42.0	29.0	29.0	7.19	3.17	8.57	8.53	0.074	0.207	0.000	0.006
80.0	29.0	29.0	7.15	3.23	8.41	8.50	0.078	0.211	0.002	0.008
115.0	29.0	29.0	6.98	3.15	8.27	8.48	0.068	0.222	0.003	0.009
153.0	29.0	29.0	7.03	3.08	8.16	8.47	0.065	0.241	0.006	0.010

2) ถังกลาดำระยะ P30

ความเข้มข้น (ppm)	อุณหภูมิ (°C)		DO (mg/l)		pH		แอมโมเนีย (mg/l)		ไนไตรท์ (mg/l)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ชุดควบคุม	29.0	29.0	7.17	3.37	8.64	8.58	0.044	0.135	0.008	0.063
10.0	29.0	29.0	7.16	3.22	8.65	8.58	0.037	0.054	0.009	0.148
50.0	29.0	29.0	7.08	3.17	8.58	8.55	0.012	0.084	0.013	0.084
100.0	29.0	29.0	7.01	3.11	8.51	8.48	0.011	0.021	0.015	0.124
150.0	29.0	29.0	6.93	3.04	8.41	8.47	0.008	0.053	0.060	0.107
200.0	29.0	29.0	6.87	3.08	8.42	8.40	0.018	0.100	0.114	0.134

ตารางผนวกที่ ๖3 คุณภาพน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองของน้ำมันหล่อลื่น (ส่วนที่ละลายน้ำ) ต่อถังกลาดำระยะ P10 และ P30 (เมื่อครบ 96 ชั่วโมง)

1) ถังกลาดำระยะ P10

ความเข้มข้น (ppm)	อุณหภูมิ (°C)		DO (mg/l)		pH		แอมโมเนีย (mg/l)		ไนไตรท์ (mg/l)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ชุดควบคุม	28.0	28.0	7.83	3.39	8.79	8.71	0.038	0.049	0.000	0.019
6.0	28.0	28.0	7.81	3.31	8.77	8.72	0.039	0.040	0.000	0.023
12.0	28.0	28.0	7.86	3.24	8.76	8.69	0.013	0.018	0.000	0.033
18.0	28.0	28.0	7.68	3.15	8.70	8.65	0.011	0.015	0.000	0.021
24.0	28.0	28.0	7.72	3.08	8.67	8.62	0.004	0.015	0.000	0.026
30.0	28.0	28.0	7.45	3.03	8.59	8.59	0.013	0.015	0.000	0.028

2) ถังกลาดำระยะ P30

ความเข้มข้น (ppm)	อุณหภูมิ (°C)		DO (mg/l)		pH		แอมโมเนีย (mg/l)		ไนไตรท์ (mg/l)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ชุดควบคุม	27.0	27.0	8.14	4.26	8.18	7.79	0.000	0.080	0.008	0.129
10.0	27.0	27.0	8.02	3.39	8.11	7.88	0.000	0.054	0.025	0.065
20.0	27.0	27.0	7.83	3.31	8.01	7.80	0.000	0.026	0.027	0.065
30.0	27.0	27.0	7.87	3.24	7.90	7.80	0.000	0.018	0.028	0.057
40.0	27.0	27.0	7.84	3.15	7.85	7.77	0.000	0.013	0.022	0.042
50.0	27.0	27.0	7.78	3.07	7.82	7.73	0.000	0.011	0.022	0.027

ตารางผนวกที่ ๔4 คุณภาพน้ำก่อนการทดลองและหลังการทดลองของ SDS ต่อกุ้งกุลาดำระยะ P10 และ P30 (เมื่อครบ 96 ชั่วโมง)

1) กุ้งกุลาดำระยะ P10

ความเข้มข้น (ppm)	อุณหภูมิ (°C)		DO (mg/l)		pH		แอมโมเนีย (mg/l)		ไนไตรท์ (mg/l)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ชุดควบคุม	27.0	27.0	7.68	4.27	8.15	8.10	0.046	0.112	0.016	0.008
5.0	27.0	27.0	7.53	3.56	8.16	7.99	0.054	0.106	0.023	0.007
6.0	27.0	27.0	7.12	3.31	8.16	7.96	0.049	0.139	0.024	0.009
7.0	27.0	27.0	7.84	3.65	8.16	7.97	0.063	0.141	0.022	0.013
8.0	27.0	27.0	8.04	3.21	8.18	7.96	0.101	0.068	0.020	0.011
9.0	27.0	27.0	7.63	3.14	8.17	7.94	0.058	0.121	0.022	0.008

2) กุ้งกุลาดำระยะ P30

ความเข้มข้น (ppm)	อุณหภูมิ (°C)		DO (mg/l)		pH		แอมโมเนีย (mg/l)		ไนไตรท์ (mg/l)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ชุดควบคุม	27.0	27.0	7.72	3.81	8.75	8.67	0.030	0.109	0.000	0.019
8.0	27.0	27.0	7.59	3.25	8.76	8.61	0.073	0.064	0.000	0.023
10.5	27.0	27.0	7.52	3.62	8.78	8.57	0.106	0.022	0.000	0.033
13.0	27.0	27.0	7.93	3.43	8.77	8.51	0.045	0.025	0.000	0.021
15.5	27.0	27.0	7.97	3.22	8.78	8.46	0.051	0.031	0.000	0.026
18.0	27.0	27.0	7.67	3.17	8.78	8.44	0.039	0.017	0.000	0.028

ภาคผนวก จ
ความสามารถในการละลายน้ำของไฮโดรคาร์บอน

ตารางผนวกที่ ๑1 ความสามารถในการละลายน้ำของไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวและอะโรมาติก
ที่อุณหภูมิห้อง

ไฮโดรคาร์บอน	ความสามารถการละลาย (กรัมไฮโดรคาร์บอนในน้ำ 10^4 กรัม)
Methane	24.4±1.0
Ethane	60.4±1.3
Propane	62.4±2.1
n-Butane	61.4±2.6
Isobutane	48.9±2.1
n-Pentane	38.5±2.0
Isopentane	47.8±1.6
n-Hexane	9.5±1.3
2-Methylpentane	13.8±0.9
2, 2-Dimethylbutane	18.4±1.3
n-Heptane	2.93±0.20
2, 4-Dimethylbutane	3.62±0.10
n-Octane	0.66±0.06
2, 2, 4-Trimethylpentane	2.44±0.12
Cyclopentane	156.0±9.0
Cyclohexane	55.0±2.3
Methylcyclopentane	42.6±1.6
Methylcyclohexane	14.0±1.2
Benzene	1780.0±45
Toluene	538.0±17.0
O-Xylene	175.0±8.0
Ethylbenzene	159.0±8.0
Isopropylbenzene	53.0±5.0

ที่มา: McAuliffe (1963)