

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 สรุปสาระสำคัญ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	13
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย	13
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	14
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	15
2.1 ไบโอดีเซล	15
2.2 การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์	16
2.3 Numerical Eco-load Total Standardization: [NETS]	20
2.4 การวิเคราะห์ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	28
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	28
3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ	28
3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย	29
3.4 แนวทางและวิธีการวิเคราะห์ผล	39

บทที่ 4 การวิเคราะห์ผล	40
4.1 ปฏิริยาเคมีและการใช้พลังงาน	40
4.2 ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซล	41
4.3 การแปลผลวัฏจักรชีวิต	48
4.4 การวิเคราะห์ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต	50
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุปผลการคำนวณ	55
5.2 ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	62
ภาคผนวก ก ค่า Emission Factor จากการใช้ไฟฟ้า 1 kWh และน้ำมันดีเซล 1 ลิตร	63
ภาคผนวก ข กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วด้วยเครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2	65
ภาคผนวก ค การจัดทำบัญชีรายการ และตัวอย่างการคำนวณด้วยวิธี NETS	68
ภาคผนวก ง การคำนวณต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต	78
ภาคผนวก จ ข้อมูลคำนวณด้วยวิธี NETS ของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วและน้ำมันดีเซล	85
ภาคผนวก ฉ ผลงานวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่	109
ประวัติผู้เขียน	124

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 คุณสมบัติของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชชนิดต่างๆ	3
1.2 คุณสมบัติพื้นฐานของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วกับน้ำมันดีเซล	4
1.3 คุณสมบัติของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วกับน้ำมันดีเซล	4
1.4 ปริมาณผลผลิตของพืชแต่ละชนิดที่ผลิตได้ต่อพื้นที่เพาะปลูกและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม	8
1.5 ค่ามลภาวะที่เกิดจากการคำนวณ ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด	11
1.6 ค่ามลภาวะที่วัดได้จากการใช้รถบัสยี่ห้อ Mercedes-Benz ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด	11
2.1 ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่กำหนดให้เกิดได้สูงสุด MEV_i	22
2.2 ตัวอย่างการกำหนดค่าภาระทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ณ เวลานั้น P_i	22
2.3 ค่า ELM_i ของผลกระทบแต่ละประเภทในปี 2548	23
3.1 ขอบเขตการจัดทำบัญชีรายการของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว	33
3.2 บัญชีรายการวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2	34
3.3 บัญชีรายการกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว	35
3.4 ค่าสัมประสิทธิ์ของมลภาวะแต่ละประเภท	36
3.5 ค่ามลภาวะที่ปล่อยออกมาจากการใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลในแต่ละอัตราส่วนผสม และน้ำมันดีเซล จำนวน 1 ลิตร	37
3.6 คุณสมบัติพื้นฐานของเชื้อเพลิงไบโอดีเซลแต่ละชนิด	37
4.1 ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว	51
4.2 ต้นทุนรวมของเชื้อเพลิงไบโอดีเซลแต่ละอัตราส่วนผสม	52
ก.1 ตารางค่า Emission Factor จากการใช้ไฟฟ้า 1 kWh	64
ก.2 ตารางค่า Emission Factor จากการใช้น้ำมันดีเซล 1 ลิตร	64

ค.1	ค่าความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2	69
ค.2	บัญชีรายการในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ ของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้ แล้ว	70
ค.3	ตัวอย่างจากฐานข้อมูลในการผลิตเหล็ก 1 kg	70
ค.4	ตัวอย่างการคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของเหล็ก 0.31 kg	71
ค.5	บัญชีรายการในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว	73
ค.6	ค่าความหนาแน่นของวัตถุดิบ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจาก น้ำมันพืชใช้แล้ว	74
ค.7	อัตราส่วนระหว่างโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงต่างๆ กันของประเทศไทย และ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 kWh	74
ค.8	สัดส่วนเชื้อเพลิงที่ใช้ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า 0.074 kWh ในขั้นตอน การได้นำออกจากน้ำมันพืชใช้แล้ว	75
ค.9	ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการใช้กระแสไฟฟ้าของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด 0.074 kWh	75
ค.10	ตัวอย่างการคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของไฟฟ้าที่ใช้ในขั้นตอนการทำ ปฏิกิริยา 0.074 kWh	76
ค.11	คุณสมบัติของเชื้อเพลิงไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมต่างๆ และน้ำมันดีเซล	77
ค.12	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ประเมินค่าเป็น <i>NETS</i> ในแต่ละประเภท ผลกระทบจากการใช้งานไบโอดีเซล 1 ลิตร	77
จ.1	อายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ	82
จ.1.1	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของเหล็ก	86
จ.1.2	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของเหล็กกล้าไร้สนิม	88
จ.1.3	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน	90
จ.1.4	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน	91
จ.1.5	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของพลาสติกชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์	93
จ.1.6	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของฉนวนกันความร้อน	94
จ.1.7	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ	96
จ.1.8	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ในขั้นตอนการ ทำปฏิกิริยา	96

จ.1.9	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของเมทานอล	97
จ.1.10	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของกรดซัลฟูริก	98
จ.1.11	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของไนซันตอนการแยกกลีเซอริน	100
จ.1.12	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของไฟฟ้าไนซันตอนการไล่ความชื้นออก จากไบโอดีเซล	100
จ.1.13	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของการใช้งานไบโอดีเซลสูตร B100 จำนวน 1 ลิตร	101
จ.2.1	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของน้ำมันดิบ (Crude oil)	102
จ.2.2	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของการกลั่นน้ำมันดีเซล	104
จ.2.3	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของการใช้งานดีเซลจำนวน 1 ลิตร	106
จ.3.1	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของการใช้งานไบโอดีเซลสูตร B25 จำนวน 1 ลิตร	107
จ.3.2	การคำนวณด้วยวิธี <i>NETS</i> ของการใช้งานไบโอดีเซลสูตร B75 จำนวน 1 ลิตร	108

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

สารบัญภาพ

รูป		หน้า
1.1	เครื่องผลิตไบโอดีเซลแบบกะ ขนาด 150 ลิตร	3
1.2	ค่ากำลังของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล	5
1.3	อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่ อัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล	6
1.4	CO ₂ ที่เกิดจากการใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมต่างๆ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล	7
1.5	ขอบเขตการศึกษาของไบโอดีเซลจากเมล็ดเร็บและน้ำมันดีเซล	9
1.6	ผล LCA ของเร็บไบโอดีเซลและน้ำมันดีเซล	10
2.1	ปฏิกิริยาเพื่อให้ได้ไบโอดีเซล	16
2.2	แผนผังแสดงแบบแผนในการทำมาตรฐานในการหาค่าภาระสิ่งแวดล้อม	21
3.1	เครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2	28
3.2	อุปกรณ์ที่ใช้ในการกรองกากของเสียออกจากน้ำมันพืชใช้แล้ว	29
3.3	ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ด้วยเครื่องผลิตไบโ อดีเซล CMU-2	30
3.4	สมการปฏิกิริยาเคมีการปรับสภาพน้ำมันพืชใช้แล้ว ก่อนเข้าสู่ปฏิกิริยา ทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน	31
3.5	สมการปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน	31
3.6	ขอบเขตการศึกษาตลอดวัฏจักรของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ด้วย เครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2 เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล	33
4.1	พลังงานที่ใช้ในการได้น้ำมันออกจากน้ำมันพืชใช้แล้ว	40
4.2	ปฏิกิริยาเคมี และการใช้พลังงาน ในขั้นตอนการปรับสภาพน้ำมันพืชใช้ แล้วก่อนทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน	40

4.3	ปฏิกิริยาเคมี และการใช้พลังงาน ในขั้นตอนการทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน	41
4.4	ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแต่ละขั้นตอนของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ด้วยเครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2	42
4.5	ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิด	43
4.6	ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ด้วยเครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2	44
4.7	ประเภทผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการใช้งานไบโอดีเซล	45
4.8	ประเภทผลกระทบที่เกิดขึ้นตลอดวงจรชีวิตของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ด้วยเครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2	46
4.9	ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการใช้งานไบโอดีเซล ในแต่ละอัตราส่วนผสมกับน้ำมันดีเซล	47
4.10	ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแต่ละขั้นตอนของน้ำมันดีเซล	48
4.11	ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมเปรียบเทียบระหว่างไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วกับน้ำมันดีเซล	49
4.12	ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการประเมินด้วยวิธี Eco-indicator 95 แต่ละขั้นตอนของไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ด้วยเครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2	50
4.13	สัดส่วนต้นทุนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วด้วยเครื่องผลิตไบโอดีเซล CMU-2	52
4.14	ราคาน้ำมันพืชใช้แล้วที่มีผลต่อต้นทุนการผลิต และราคาของไบโอดีเซล	53
4.15	ราคาสารเคมีที่มีผลต่อต้นทุนการผลิต และราคาของไบโอดีเซล	53

อักษรย่อและสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
AP	Air Pollution	
AR	Acid Rain	
BOD	Biochemical Oxygen Demand	mg/liter
B0	Diesel Oil	liter
B25	Biodiesel 25%	liter
B75	Biodiesel 75%	liter
B100	Biodiesel 100%	liter
C	Cost	Baht
COD	Chemical Oxygen Demand	mg/liter
EcL	Eco-Load Value	NETS
ELM _i	Environmental Load Module	NETS/kg
E-RD	Energy Resources Depletion	
F	Fuel Cost	baht
GW	Global Warming	
HC	Hydrocarbons Emission	
K	Potassium Hydroxide Emission	mg/liter
LCA	Life Cycle Assessment	
LCC	Life Cycle Costing	Baht/year
LCI	Life Cycle Inventory	
LCIA	Life Cycle Impact Assessment	
M	Maintenance and Operating Cost	Baht/year
MEV _i	Maximum Eco-Load Value	NETS
NETS	Numerical Eco-load Total Standardization	

N-RD	Natural Resources Depletion	
OD	Ozone Depletion	
PE	Plastic type Polyethylene	
PM	Particulate Matter	
PP	Plastic type Polypropylene	
PVC	Plastic type Polyvinylchloride	
P_i	Maximum Allowable Amount of an Environmental Load Element	kg
R	Replacement Cost	Baht/year
R, R', R''	Fatty Acid	
R_1COOR_2	Triglyceride to Form Free Fatty Acid	
S	Salvage Value	Baht/year
SS	Suspended Solids	mg/liter
SW	Solid Waste	
x_i	Amount of Input Resource or Output Emission	kg, kWh, m ³

ตัวกำกับล่าง

ความหมาย

i	Element, Impact Category
G	Global Impact
R	Regional Impact
pw	Present Worth

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved