



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)

จากบทที่ 2 ได้กล่าวถึงขั้นตอนของ LCA ไว้โดยละเอียดแล้ว ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการได้มาของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลสาบุดำ อันได้แก่รายละเอียดและการได้มาของข้อมูลจากขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการ ที่นำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตด้วยวิธี EDIP/UMIP 97 ส่วนที่สอง คือข้อมูลมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงหลักการและตัวอย่างวิธีการคำนวณผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้น

ก 1 รายละเอียดการได้มาของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลสาบุดำ

ตาราง ก1 แสดงข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการและใช้ในการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ

ลำดับ	Input/Output	ปริมาณ/หน่วย	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. ข้อมูลจากการเพาะต้นกล้าสาบุดำ: 1 ต้น			
1	ถุงเพาะชำ	1 ถุง	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
2	ดิน	60 g	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
3	ทราย	60 g	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
4	ปุ๋ยคอก	20 g	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
5	น้ำ	23,625 cc	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
6	พลังงานไฟฟ้า	0.249 MJ	รณกร, 2549

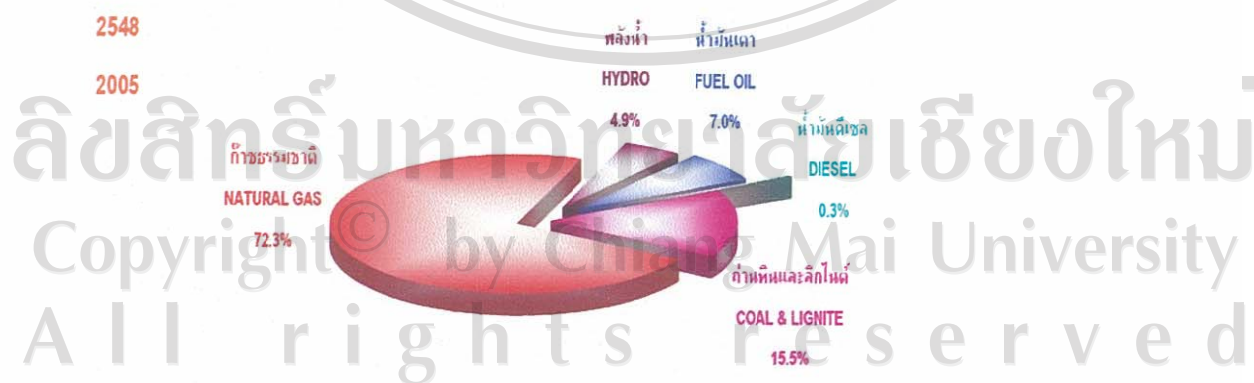
ตาราง ก1 (ต่อ)

ลำดับ	Input/Output	ปริมาณ/หน่วย	แหล่งที่มาของข้อมูล
2. ข้อมูลจากการเตรียมดิน (ไถดะ ไถแปร ยกร่องแปลงปลูก): 1 ไร่			
1	น้ำมันดีเซล	4.64 ลิตร	Natane, 2005 (Page 91)
2	Emission จากการใช้ดีเซล		Natane, 2005 (Page 91)
-2	Carbon dioxide	12.53 kg	
-3	Carbon monoxide	86.16 g	
-4	Methane	1.670 g	
-5	Nitrogen oxide	179.94 g	
-6	NMVOC	2.60 g	
3. ข้อมูลจากการเพาะปลูกสับดำ: ผลผลิต 1,000 /ไร่/ปี			
1	ปุ๋ยคอก (รองก้นหลุม)	3,200 kg	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
2	ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15	100 kg/ไร่/ปี	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
3	การตกค้างของปุ๋ยในดิน		CDM-NMB version 2, 2005
-	Nitrogen	29.96 kg	
-	Dinitrogen monoxide	0.037 kg	
4	ยาฆ่าหญ้า	300 g/ไร่/ปี	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
5	การตกค้างของยาฆ่าหญ้าในดิน	300 µg/ไร่/ปี	
6	น้ำ	128,000 ลิตร/ไร่/ปี	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
7	พลังงานไฟฟ้า	1349.134 MJ/ไร่/ปี	คำนวณ
8	การขนส่ง	16.008 กม	คำนวณ
9	กิ่ง ก้าน ใบ (จากการตกแต่งกิ่ง)	20 kg/ต้น/ปี	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
4. ข้อมูลจากการหีบน้ำมันสับดำ: 100 ลิตร			
1	เมล็ดสับดำ	363.6 kg	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
2	พลังงานไฟฟ้า	9,6048 J	คำนวณ
3	กาก ตะกอน สับดำ	271.74 kg	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)

ตาราง ก1 (ต่อ)

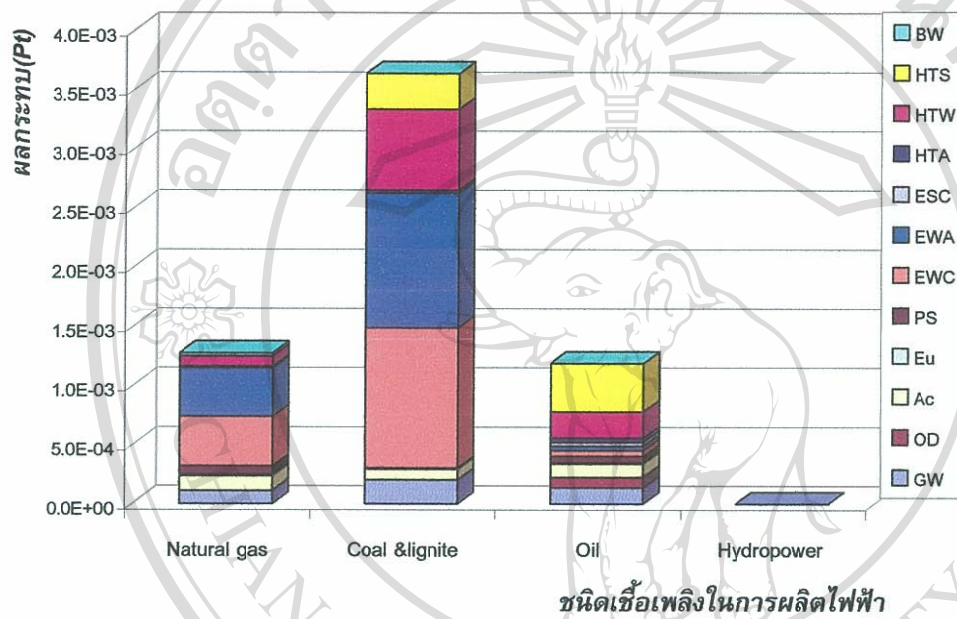
ลำดับ	Input/Output	ปริมาณ/หน่วย	แหล่งที่มาของข้อมูล
5. ข้อมูลจากการผลิตไบโอดีเซลสุญุดำ: 90 ลิตร (ต่อ)			
1	น้ำมันสุญุดำ	100 ลิตร	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
2	น้ำ	100 ลิตร	เก็บข้อมูล (5-9 กันยายน 49)
3	พลังงานไฟฟ้า	50.8 MJ	ชาญชัย, 2549
4	Methanol	20 kg	Joshua, 2000 (Appendix 6)
5	NaOH	0.9186 kg	Joshua, 2000 (Appendix 6)
6	น้ำเสีย	100 ลิตร	ชาญชัย, 2549
7	Glycerol เจือปนในน้ำ	0.75 kg	คำนวณ
8	Methanol เจือปนในน้ำ	2 kg	คำนวณ
9	NaOH ที่งในดิน	0.9186	คำนวณ
10	Glycerol (Byproduct)	13.5 kg	คำนวณ
11	Methanol (Byproduct)	18 kg	คำนวณ

จากตาราง ก1 เห็นได้ว่า ในกระบวนการส่วนใหญ่ได้อาศัยพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งของกระบวนการ ซึ่งในการวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากพลังงานไฟฟ้านั้นจำเป็นต้องมีการปันส่วนข้อมูลเนื่องจากพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย ได้อาศัยเชื้อเพลิงหลายประเภทในการผลิตดังแสดงรูปที่ ก1



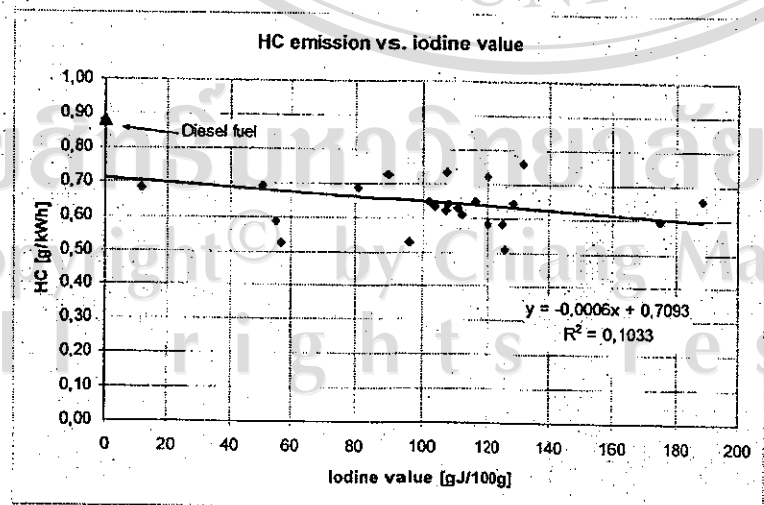
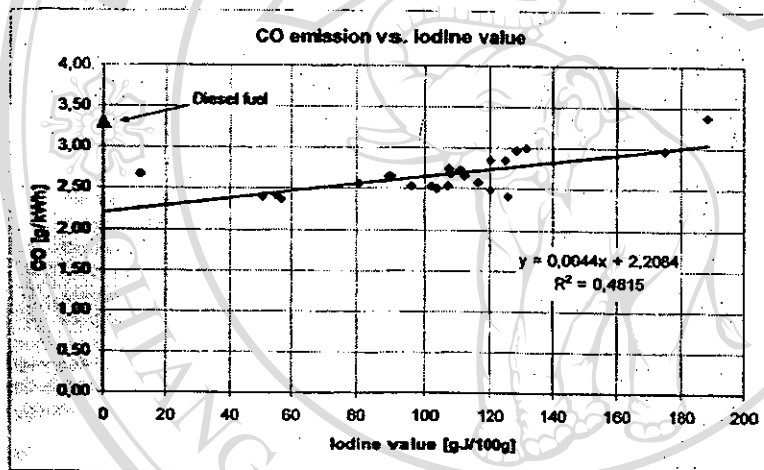
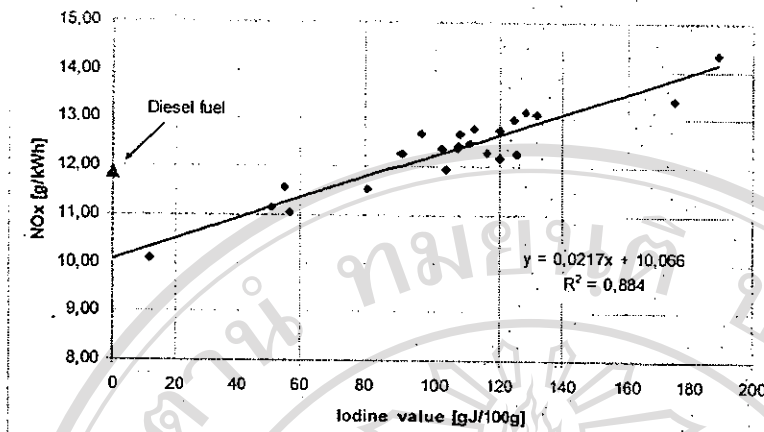
รูป ก1 การปันส่วนการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยประจำปี 2548 จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิงพลังงาน (กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548)

เมื่อวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของพลังงานไฟฟ้าจากที่มาของเชื้อเพลิงพลังงานในแต่ละประเภทที่ให้ค่าพลังงานเท่ากันที่ 1 kWh โดยวิธี EDIP/UMIP 97 พบว่า พลังงานจากไฟฟ้าที่ได้จากถ่านหินและถ่านหินโค้กนั้นก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในประเภท EWA, EWC และ HTW เช่นเดียวกับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ และน้ำมัน ที่ให้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมารองลงมาตามลำดับ ในขณะที่การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำนั้นไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเลย



รูป ก2 แสดงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทผลิตไฟฟ้า 1 kWh ในประเทศไทย

ในการจัดทำบัญชีรายการในขั้นตอนการใช้งานไบโอดีเซลสบู่ดำ ได้อ้างอิงข้อมูลการวิจัยของ FJ-BLT Wieselburg, 2006 โดยงานวิจัยนี้ ได้นำไบโอดีเซล 7 ชนิด ได้แก่ ไบโอดีเซลจาก Rape seed, Animal fat, Coconut oil, Soy oil, Coconut mixed with jet fuel และ Jatropha oil หรือสบู่ดำ มาทำการทดลองหาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมัน จากนั้นนำไปทดสอบเผาไหม้กับเครื่องยนต์สตูดิโอเดี่ยวในการงานที่แตกต่างกัน วัดปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้น และประเมินสภาพเครื่องยนต์หลังจากใช้งานแล้ว โดยเปรียบเทียบคุณลักษณะและการใช้งานของน้ำมันดีเซล จากผลการทดลองสามารถสรุปเป็นสมการเพื่อหาปริมาณ NO_x, CO และ HC ของไบโอดีเซลแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นในการเผาไหม้ดังแสดงในรูปที่ ก3 โดยปริมาณก๊าซที่ได้ในการเผาไหม้นั้นจะมีความสัมพันธ์กับ iodine value หรือปริมาณกรดไขมันที่มีอยู่ในน้ำมัน เมื่อแทนค่า iodine value ของไบโอดีเซลสบู่ดำเป็น 96 gJ/100g สามารถสรุปปริมาณก๊าซจากการเผาไหม้ไบโอดีเซลสบู่ดำ 1 ลิตร ได้ดังตาราง ก3



รูป ก3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Nitrogen oxide, Carbon monoxide และ Hydrocarbon กับ Iodine value

ตาราง ก2 แสดงข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการ และข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น จากการใช้งานไบโอดีเซลสับค่า 1 ลิตร

ลำดับ	Input/Output	ปริมาณ/หน่วย	แหล่งที่มาของข้อมูล
1	Emission จากการเผาไหม้		
	-7 Carbon monoxide	26.003 g	FJ-BLT Wieselburg, 2006
	-8 Hydrocarbon	5.908 g	FJ-BLT Wieselburg, 2006
	-9 NOx	110.356 g	FJ-BLT Wieselburg, 2006
	-10 Carbon dioxide	0.00 g	Joshua, 2000 (Page 38)
	-11 Sulfur dioxide	0.00 g	Joshua, 2000 (Page 38)
	-12 Soot	0.452 g	IDMAT* 2001 Truck Emission factor and Joshua, 2000(Page 38)

IDMAT: Institute of Development Management Technology

ก2 ข้อมูลมาตรฐานและตัวอย่างการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การประเมินวัฏจักรชีวิต (LCIA) ตามวิธีการ EDIP/UMIP 97 ประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอนที่กำลังจะรายละเอียดแล้วในบทที่ 2 ในที่นี้ได้กล่าวถึงขั้นตอนทั้งสามในบางส่วนเพื่อทบทวนความเข้าใจก่อนที่จะแสดงหลักการคำนวณผลกระทบ ซึ่งเป็นวิธีเดียวกันกับการคำนวณผลกระทบของซอฟต์แวร์ที่เลือกใช้

1. การจำแนกประเภทและการกำหนดบทบาท (Classification and characterization)

คือขั้นตอนการจำแนกกลุ่มของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม กำหนดบทบาท และแปลงข้อมูลที่ถูกจำแนกประเภทว่าก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมว่าเป็นทางด้านใด ให้อยู่ในรูปค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารดังกล่าว กับสารอ้างอิงพื้นฐานหรือที่เรียกว่า Equivalent or Characterization factors: EF โดยสามารถหาได้จากสมการที่ 2.1 ดังนี้

$$EP_j = \sum (Q_i \times EF_{ij})$$

เมื่อ

EP_j	=	Environmental impact potential (kg substance equivalent)
Q_i	=	Quantity of substance (kg substance j)
EF_{ij}	=	Equivalency factor (kg substance equivalent/ kg substance j)

2. การหาขนาดของผลกระทบ (Normalization)

คือขั้นตอนการแสดงความขนาดของผลกระทบของผลิตภัณฑ์หรือการบริการที่ศึกษา กับขนาดของผลกระทบสิ่งแวดล้อมนั้นๆ ในระดับประเทศ ภูมิภาค ระดับโลก หรือกับผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ต้องการอ้างอิง โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2.2)

$$NP_j(\text{product}) = \frac{EP_j \times 1}{T \times ER_j}$$

เมื่อ

$NP_j(\text{product})$ = Normalized environment impact potential (person)

T = Lifetime of product (year)

ER_j = Normalization reference (kg substance equivalent/person/year)

ในที่นี้ได้กำหนดให้ค่า ER หรือค่าอ้างอิงปกติของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมใดๆ ที่เกิดจากการกระทำของคนหนึ่งคนต่อปีมีค่าแสดงดังตาราง ก2

3. การให้น้ำหนัก (Weighting)

คือขั้นตอนในการให้น้ำหนักความสำคัญของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น โดยค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแต่ละชนิดจะต่างกัน ไป ขึ้นกับมุมมองของผู้ประเมินว่าจะกำหนดค่ามลภาวะ (Weighting Factor: WF) ว่าเป็นเท่าใด ซึ่งสามารถหาค่าได้จากสมการที่ 2.3

$$WP_j = WF_j \times NP_j$$

เมื่อ

WP_j = Weighted environmental impact potential
(Person for target year: Pt.)

WF_j = Weighting factor

สำหรับโปรแกรมที่เลือกใช้ในการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมนี้ได้กำหนดค่ามาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ตามแนวทางของ Henrik and Michale, 1997 ดังแสดงค่าในตาราง ก3

ตาราง ก3 EDIP/UMIP 97 normalization and weighting factor

Impact categories	Unit (ER _j)	$\frac{1}{(T \times ER_j)}$	Weighting factor (WF _j)
Global warming (GWP 100)	ton CO ₂ -eq./capita/year	1.15E-07	1.3
Ozone depletion	kg CFC-11-eq./capita/year	4.95E-03	23
Acidification	kg C ₂ H ₄ -eq./capita/year	8.06E-06	1.3
Eutrophication	kg SO ₂ -eq./capita/year	3.36E-06	1.2
Photochemical smog	kg NO ₃ -eq./capita/year	5.00E-05	1.2
Ecotoxicity water chronic	m ³ air/capita/year	2.13E-06	2.3
Ecotoxicity water acute	m ³ water/capita/year	2.08E-05	2.3
Ecotoxicity soil chronic	m ³ soil/capita/year	3.33E-05	2.3
Human toxicity air	m ³ water/capita/year	1.09E-10	2.8
Human toxicity water	m ³ water/capita/year	1.69E-05	2.5
Human toxicity soil	m ³ soil/capita/year	3.23E-03	2.5
Bulk waste	kg SO ₂ -eq./capita/year	7.41E-04	1.1
Hazardous waste	kg NO ₃ -eq./capita/year	4.83E-02	1.1
Radioactive waste	m ³ air/capita/year	2.86E+01	1.1
Slags/ashes	m ³ water/capita/year	2.86E-03	1.1

ที่มา: EDIP/UMIP method, SimaPro software 2007

ตัวอย่างการคำนวณ จากตาราง ก1 ผลกระทบทางตรงของ CO ที่เกิดจากวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซล สบู่ดำ 1 ลิตร ประกอบด้วย 7.3E-5 kg จากกระบวนการเตรียมดิน 2.12E-5 kg จากกระบวนการขนส่ง และ 2.6E-3 kg จากการใช้งาน สามารถหาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมได้ดังนี้

4. Classification and characterization สำหรับขั้นตอนนี้ได้จำแนกประเภทและบทบาทของผลกระทบของ Henrik and Michale EDIP 97 classification and characterization index พบว่า Carbon monoxide ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 3 ประเภท โดยมีค่าเทียบเท่าผลกระทบดังนี้

GW 1 g CO = 2 g Carbon dioxide

PS 1 g CO = 0.03 g Ethane

HTA 1 g CO = 8.30E2 m³ Air

จากสมการที่ 2.1 สามารถคำนวณหา EP_{GW} ในการเกิดผลกระทบประเภท GW ได้

ดังนี้

$$\begin{aligned} EP_{GW} &= \sum (q_{CO} \times EF_{GW}) \\ EP_{GW} &= (7.3E-5 \times 2) + (2.12E-5 \times 2) + (2.6E-2 \times 2) \\ EP_{GW} &= 52.2 \text{ g CO}_2 \end{aligned}$$

หรือกล่าวได้ว่า CO 26.2 g จากกระบวนการที่เราศึกษามีค่าเทียบเท่า CO₂ 52.2 g ในการก่อให้เกิดผลกระทบประเภท GW

5. Normalization สำหรับตัวอย่างการคำนวณผลกระทบของ CO ในขั้นตอนนี้จะอาศัยค่าจากตัวอย่างในขั้นตอนก่อนหน้านี้มาใช้ คือ EP_{CO} เท่ากับ 0.0522 kg CO₂ เมื่ออายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์เป็น 1 ปี และค่า $\frac{1}{T \times ER_{CO}}$ ของประเภทผลกระทบ GW เป็นดังตาราง ก3 ดังนั้นจากสมการที่ 2.2 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} NP_{GW} &= \frac{EP_{CO} \times \frac{1}{T \times ER_{CO/GW}}}{EP_{CO}} \\ NP_{GW} &= \frac{52.2 \times 1.15E-07}{52.2} \\ NP_{GW} &= 6.0E-6 \text{ person} \end{aligned}$$

หรือกล่าวได้ว่าค่าปกติทางศักยภาพผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมประเภท GW ของ CO ที่เกิดขึ้นจากระบบ มีค่าเท่ากับ 6.0E-6 person

6. **Weighting** ในขั้นตอนนี้จะใช้สมการที่ 2.3 โดยทราบค่า NP_{GW} จากขั้นตอนนี้ก่อนหน้า และ ใช้ Weighting factor (WF_{CO}) ในการเกิดผลกระทบในประเภท GW เท่ากับ 1.3 ดังตาราง ก3

$$\begin{aligned} WP_{GW} &= WF_{GW} \times NP_{GW} \\ WP_{GW} &= 1.3 \times 6.0E-6 \\ WP_{GW} &= 7.8E-6 \text{ (Person for target year: Pt.)} \end{aligned}$$

กล่าวได้ว่า CO จากระบบที่เราพิจารณานั้น ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็น $7.8E-6$ Person for target year (Pt) นั่นเอง

ในส่วนของผลกระทบประเภท PS และ HTA ที่เกิดจาก CO นั้นก็มีวิธีการคำนวณโดยใช้หลักการเดียวกันกับผลกระทบประเภท GW ดังที่ได้แสดงไว้ เมื่อหาค่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจากระบวนการในระบบที่ศึกษาจนครบทุกมลพิษตามประเภทผลกระทบที่ได้พิจารณาแล้ว ผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตนั้นก็หาได้จากการรวมผลกระทบย่อยที่มีหน่วยเป็น Pt ในทุกกระบวนการและทุกประเภทผลกระทบรวมเข้าด้วยกันนั่นเอง

ภาคผนวก ข

การประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Costing: LCC)

ในการการวิเคราะห์ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลสบู่คำได้อาศัยรูปแบบการวิเคราะห์ดังนี้

$$LCC = C_C + C_O + C_M + C_F + C_R - S \quad (3.4)$$

เมื่อ	C_C	=	ต้นทุนคงที่ (บาท)
	C_O	=	ต้นทุนในการดำเนินการ (บาท)
	C_M	=	ต้นทุนในการซ่อมบำรุง (บาท)
	C_F	=	ต้นทุนเชื้อเพลิงหรือพลังงาน (บาท)
	C_R	=	ต้นทุนในการแทนที่และทำลายทิ้ง (บาท)
	S	=	มูลค่าซาก (บาท)

เมื่อค่า C ใด ๆ เป็นมูลค่าปัจจุบัน (P: Present worth) โดยสามารถแปลงค่าต้นทุน C ที่เกิดขึ้นให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน P ได้ดังนี้ (Stephen et al., 1995)

$$P = Fn \times \frac{1}{SCA} \quad (ข2)$$

1. เมื่อทราบค่าเงินในอนาคตที่ปีใด ๆ (Fn)

SCA คือ Single Compound Amount factor สามารถหาได้จาก

$$SCA = \frac{(1+i)^n}{d-f} \quad (ข3)$$

$$i = \frac{d-f}{1+f} \quad (ข4)$$

เมื่อ P = มูลค่าปัจจุบัน (บาท)

Fn = ค่าใช้จ่ายในอนาคต (บาท)

i = ค่าอัตราดอกเบี้ย (ร้อยละ)

n = อายุสิ้นสุดโครงการ (ปี)

d = อัตราส่วนลด

f = อัตราเงินเฟ้อ

2. เมื่อทราบมูลค่าเทียบเท่ารายปี (A) $P = A \times PWA$ (ข5)

PWA คือ Present Worth of Annuity factor สามารถหาได้จาก

$$PWA = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (ข6)$$

3. เมื่อทราบมูลค่าเทียบเท่ารายปีและทราบอัตราการเพิ่มขึ้น (Escalation rate) ในปีถัดไป

$$P = A \times EAA \quad (ข7)$$

EAA คือ Escalation Annual Amount factor สามารถหาได้จาก

$$EAA = \frac{v(v^n - 1)}{v - 1} \quad (ข8)$$

$$v = \frac{(1+e)}{(1+i)} \quad (ข9)$$

เมื่อ e = escalation rate ของค่าใช้จ่ายนั้นๆ

การคำนวณต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลสบู่ดำของระบบ คำนวณได้โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานดังนี้

1. เงินลงทุนเบื้องต้น (Capital cost) ประกอบด้วยต้นทุนสามส่วนคือ ต้นทุนทางการเกษตร การผลิตไบโอดีเซลและการใช้ไบโอดีเซลสบู่ดำ

2. กำหนดให้พื้นที่เพาะปลูกสบู่ดำเป็น 241 ไร่ผลผลิต 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เพียงพอในการผลิตไบโอดีเซลสบู่ดำ 60,000 ลิตรต่อปี และพื้นที่ในการสร้างโรงเรือน 1 ไร่

3. กำหนดให้ในแต่ละปีระบบทำงานได้ 300 วัน การทำงานวันละ 8 ชั่วโมง

4. กำหนดให้ราคาเครื่องจักรและสารเคมีใช้ในการผลิตมีราคาคงที่ตลอดอายุโครงการ

5. อายุของโครงการเป็น 20 ปี โดยอายุของแปลงปลูกสบู่ดำเป็น 20 ปี และอายุของเครื่องจักรนั้นขึ้นกับอายุการใช้งานของแต่ละเครื่อง

6. ใช้อัตราส่วนลด (Discount rate) เท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้าชั้นดี (MLR) ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (22 กุมภาพันธ์ 2550 MLR เฉลี่ยร้อยละ 7.50 ต่อปี ที่มา: <http://www.baac.or.th>)

7. ราคาไฟฟ้า (รวม vat) ปี 2549 ราคา 3.186 บาท/kWh (ราคาจำหน่ายไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยสำหรับผู้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย)

8. ราคาไฟฟ้าในการเกษตร (รวม vat) ปี 2549 ราคา 1.923 บาท/kWh (ราคาจำหน่ายไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทสูบน้ำเพื่อการเกษตร ที่มา: <http://www.pea.co.th/rates/Rate2006.pdf>)

9. อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้าเท่ากับ(Escalation rate) 3.13% ต่อปี (ที่มา : ค่าเฉลี่ยอัตราไฟฟ้าที่เพิ่มในช่วงปี พ.ศ. 2543 -2548)

10. อัตราการเพิ่มขึ้นของเชื้อเพลิงเท่ากับ (Escalation rate) 1.60% ต่อปี (ที่มา : ค่าเฉลี่ยอัตราน้ำมันดีเซลที่เพิ่มในช่วงปี พ.ศ. 2547 -2549)

11. อัตราการเพิ่มขึ้น (Escalation rate) ของค่าบำรุงรักษาเท่ากับ 3% ต่อปี (จาก Asian Development Outlook 2006 <http://www.adb.org/Documents/Books/ADO/2006/tha.asp>)

12. กำหนดให้มูลค่าซากของเครื่องจักรเท่ากับ 1 ปีของอายุการใช้งานเครื่องจักร

13. ค่าเสื่อมราคาของอาคารและสิ่งปลูกสร้างเป็น 3% ต่อปี (ที่มา: ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2549 โดยสมาคมผู้ประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย)

รายละเอียดในการวิเคราะห์และการคำนวณต้นทุนแต่ละประเภทเมื่อกำหนดอายุการใช้งานของเครื่องจักรในกระบวนการดังตาราง ข1 ดังนี้

ตาราง ข1 รายการและอายุการใช้งานของอาคารและเครื่องจักร

ลำดับ	รายการ	อายุการใช้งาน
1	โรงเรือน/อาคารผลิตไบโอดีเซล	25-30
2	เครื่องกะเทาะเปลือกและแยกเมล็ดสับดำ	10
3	เครื่องอบเมล็ดสับดำ	10
4	เครื่องหีบน้ำมันสับดำ	10
5	เครื่องกรองน้ำมันสับดำ	10
6	เครื่องสูบน้ำ	20-25
	ชุดผลิตไบโอดีเซลสับดำอันประกอบไปด้วย	
7	Methanol Mixed Tank	20-25
8	Reactor Tank	20-25
9	Washing Tank	20-25
10	Biodiesel Storage Tank	20-25

ตาราง ข1 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	อายุการใช้งาน
11	Water Storage Take	20-25
12	Centrifuge Pump	20-25
13	Electric Motor	20-25
14	Electric Heater	10-15

ข1 ต้นทุนคงที่ (C)

ต้นทุนคงที่ หรือเงินลงทุนเริ่มต้นของโครงการ คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นครั้งแรกของการลงทุน โดยจะไม่เกิดขึ้นอีกเมื่อเริ่มดำเนินการผลิต และไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิต จากวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลสบู่ดำสามารถจำแนกต้นทุนคงที่ได้ดังนี้

- (1) โรงเรือนสำหรับผลิตไบโอดีเซลสบู่ดำ (รวมระบบสาธารณูปโภคภายในโรงเรือน)**

มูลค่า 360,000 บาท
รวมมูลค่าเงินลงทุนจากโรงเรือน = 360,000.00 บาท

- (2) ค่าใช้จ่ายในการเตรียมดิน ไถ 2 ครั้ง พรวน 1 ครั้ง ยกร่อง*

จำนวน 241 ไร่
ค่าใช้จ่าย(เหมาจ่าย) 1,200 บาท/ไร่
รวมมูลค่าเงินลงทุนจากการเตรียมดิน = $241 \times 1,200$ บาท
= 289,200.00 บาท

- (3) มูลค่าต้นกล้าสบู่ดำ ปลูกร 800 ต้น/ไร่ ปลูกรทั้งหมด 241 ไร่*

จำนวน 800×241 ต้น = 192,800 ต้น
ราคาต้นกล้า 0.67 บาท/ต้น
รวมค่าต้นกล้าสบู่ดำ = $192,800 \times 0.67$ บาท
= 129,176.00 บาท

- (4) ค่าจ้างปลูกรต้นกล้าสบู่ดำ*

จำนวน 241 ไร่
ค่าใช้จ่าย (เหมาจ่าย) 840 บาท/ไร่
รวมค่าจ้างในการปลูกรสบู่ดำ = 241×840 บาท
= 202,440.00 บาท

(5) เครื่องจักรในการผลิตไบโอดีเซล (ภาคผนวก ค)

	อายุ	จำนวน		รวมมูลค่า
-เครื่องกะเทาะเปลือก	10 ปี	1	=	1 x 130,000.00 บาท
-เครื่องอบเมล็ด	10 ปี	2	=	2 x 25,000.00 บาท
-เครื่องหีบน้ำมัน	10 ปี	1	=	1 x 350,000.00 บาท
-เครื่องกรองน้ำมัน	10 ปี	1	=	1 x 30,000.00 บาท
-ชุดผลิตไบโอดีเซล	20 ปี	1	=	1 x 230,000.00 บาท
รวมมูลค่าเครื่องจักรในปีก่อนดำเนินการ			=	790,000.00 บาท

(6) เครื่องสูบน้ำ

จำนวน 1 เครื่อง

ราคา = 8,300.00 บาท

(7) พาหนะ

จำนวน 1 คัน

ราคา = 400,000.00 บาท

(8) อุปกรณ์สำนักงาน

ราคา = 20,000.00 บาท

* ข้อมูลจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

** ภาคผนวก ค

รวมมูลค่าต้นทุนคงที่ (มูลค่าปัจจุบัน) = 2,199,116.00 บาท

ข2 ต้นทุนในการดำเนินการ (C_o)

ต้นทุนในการดำเนินการ คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อเริ่มดำเนินการผลิต เกิดขึ้นเป็น
ค่าใช้จ่ายรายปี จากระบบสามารถจำแนกได้ดังนี้

(1) ค่าเช่าที่ดิน (241 ไร่สำหรับแปลงปลูกสบู่ดำ 1 ไร่ สำหรับโรงเรือน)

จำนวนพื้นที่ 242 ไร่

ค่าใช้จ่ายในการเช่าที่ดิน 200 บาท/ไร่/ปี

รวมค่าใช้จ่ายรายปีในการเช่าที่ดิน = 242 x 200 บาท

= 48,400.00 บาท

(2) ค่าใช้จ่ายในการดูแลแปลงปลูกสบู่ดำ (แรงงานในการ ใช้น้ำ ใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช กำจัดแมลง ตัดแต่งกิ่ง ค่าสารเคมี)*

- ค่าแรงและสารเคมี ในการกำจัดวัชพืชและแมลง*

906 บาท/ไร่

$$= 241 \times 906 \text{ บาท} = 218,346.00 \text{ บาท}$$

- ค่าปุ๋ยและแรงงานในการใส่ปุ๋ย*

1,380 บาท/ไร่

$$= 241 \times 1,380 \text{ บาท} = 332,580.00 \text{ บาท}$$

- ค่าแรงในการให้น้ำ*

600 บาท/ไร่

$$= 241 \times 600 \text{ บาท} = 144,600.00 \text{ บาท}$$

- ค่าแรงในการตัดแต่งกิ่ง*

143 บาท/ไร่

$$= 241 \times 143 \text{ บาท} = 34,463.00 \text{ บาท}$$

- ค่าแรงในการเก็บเกี่ยว*

5,000 บาท/ไร่

$$= 241 \times 5,000 \text{ บาท} = 1,205,000.00 \text{ บาท}$$

รวมค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาแปลงปลูกสมุนไพร

$$= 1,934,989.00 \text{ บาท}$$

(3) ค่าจ้างแรงงานในการผลิตไบโอดีเซล

ปริมาณแรงงาน 4 คน

ค่าจ้าง 143 บาท/วัน ทำงานปีละ 300 วัน

$$\text{รวมค่าแรงรายปี} = 4 \times 143 \times 300 = 171,600.00 \text{ บาท}$$

(4) ค่าสารเคมีที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจำนวน 200 ลิตร/วัน หรือ 60,000 ลิตร/ปี*

	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย	รวมมูลค่า
Methanol	24,000 kg	18.75 บาท	450,000.00 บาท
NaOH	552 kg	41.00 บาท	22,632.00 บาท
น้ำ	60,000 kg	0.01 บาท	600.00 บาท

$$\text{รวมค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีรายปี} = 473,232.00 \text{ บาท}$$

(5) ค่าใช้จ่ายสำนักงาน

$$= 10,000.00$$

*ข้อมูลจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

$$\text{รวมต้นทุนในการดำเนินการ (ค่าใช้จ่ายรายปี)} = 2,638,221.00 \text{ บาท}$$

จากข้อมูล C_o สามารถหามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการดำเนินการได้ดังสมการที่ 5 และ 6

เมื่อ $n = 20, i = 0.075$

$$PCo = A \times PAW$$

$$PCo = 2,638,221.00 \times \frac{(1+0.075)^{20} - 1}{0.075(1+0.075)^{20}}$$

ดังนั้น

$$PCo = 26,895,321.19 \text{ บาท}$$

ข3 ต้นทุนในการซ่อมบำรุง (C_m)

ต้นทุนในการซ่อมบำรุง คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการบำรุงรักษาเครื่องจักรหรือเครื่องมือที่เกิดขึ้นในแต่ละปีเมื่ออัตราการเพิ่มขึ้น (Escalation rate) ของค่าบำรุงรักษาเท่ากับ 3% ต่อปี สามารถจำแนกจ่ายรายปีที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

(1) โรงเรือน อายุการใช้งาน 20 ปี

มูลค่าโรงเรือนในปีก่อนดำเนินการ = 360,000.00 บาท

ค่าซ่อมบำรุงต่อปี 5% ของมูลค่าเริ่มต้น
 $= 0.05 \times 360,000.00 = 18,000.00$ บาท

(2) พาหนะ อายุการใช้งาน 20 ปี

มูลค่าเริ่มต้น = 400,000.00 บาท

ค่าซ่อมบำรุงต่อปี 5% ของมูลค่าเริ่มต้น
 $= 0.05 \times 400,000.00 = 20,000.00$ บาท

(3) เครื่องสูบน้ำ อายุการใช้งาน 20 ปี

มูลค่าเริ่มต้น = 8,300.00 บาท

ค่าซ่อมบำรุงต่อปี 5% ของมูลค่าเริ่มต้น
 $= 0.05 \times 8,300.00 = 415.00$ บาท

(4) เครื่องจักร อายุการใช้งาน 10 ปี

มูลค่าเริ่มต้น x ค่าซ่อมบำรุง(%)

เครื่องกะเทาะเปลือก 130,000.00 0.10 = 13,000.00 บาท

เครื่องอบแห้ง x2 25,000.00 0.10 = 5,000.00 บาท

เครื่องหีบน้ำมัน 350,000.00 0.15 = 52,500.00 บาท

เครื่องกรอง 30,000.00 0.15 = 4,500.00 บาท

ชุดผลิตไบโอดีเซล อายุการใช้งาน 20 ปี

230,000.00 0.15 = 34,500.00 บาท

จากข้อมูล C_M สามารถหาค่าต้นทุนซ่อมบำรุงของเครื่องจักรที่มีอายุการใช้งาน 10 ปี ได้จากผลรวมของการคำนวณสองช่วงเมื่อต้นทุนซ่อมบำรุงเมื่ออัตราค่าเพิ่ม (Escalation rate) ของค่าบำรุงรักษาเท่ากับ 3% ต่อปี ช่วงแรก (P1) เกิดในการดำเนินการของโครงการในปีที่ 0 ถึง 10 (End of year 0 to beginning of year 10) และช่วงที่สอง (P2) คือช่วงการดำเนินการโครงการในปีที่ 10 ถึง 20 (End of year 10 to beginning of year 20) ต้นทุนในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรช่วงแรกคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันได้จากสมการที่ 7-9 ดังนี้

$$\text{เมื่อ } n = 10, e = 0.030 \text{ และ } i = 0.075 \quad v = \frac{(1+0.030)}{(1+0.075)} = 0.958$$

ดังนั้น

$$PC_{M1} = P1 + P2$$

$$PC_{M1} = (A \times EAA) + (A \times EAA \times \frac{1}{SCA})$$

$$PC_{M1} = 75,000 \times \frac{0.958(0.958^{10} - 1)}{0.958 - 1}$$

$$+ 75,000 \times \frac{0.958(0.958^{10} - 1)}{0.958 - 1} \times \frac{1}{(1+0.075)^{10}}$$

$$PC_{M1} = 596,849.25 + 289,587.63 \text{ บาท}$$

$$PC_{M1} = 886,436.88 \text{ บาท}$$

และมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่มีอายุการใช้งาน 20 ปี คำนวณได้ดังนี้

$$\text{เมื่อ } n = 20, e = 0.030, i = 0.075 \text{ และ } v = 0.958$$

ดังนั้น

$$PC_M = A \times EEA$$

$$PC_{M2} = 72,915.00 \times \frac{0.958(0.958^{20} - 1)}{0.958 - 1}$$

$$PC_{M2} = 958,068.50 \text{ บาท}$$

ดังนั้น

$$PC_M = PC_{M1} + PC_{M2}$$

$$PC_M = 886,436.88 + 958,068.50$$

$$PC_M = 1,844,505.38 \text{ บาท}$$

ข4 ต้นทุนพลังงาน (C_p)

จากตาราง ความต้องการพลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรสามารถหาได้ เมื่อทราบค่า ต้นกำลังเครื่องจักร(hp) เวลาในการทำงานต่อวัน (ชม.) โดยวันทำงานในหนึ่งปีคือ 300 วัน

(1) เครื่องกะเทาะเปลือกและคัดแยกเมล็ดสับดำรุ่น TMP-FP-100

ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมง	$= 2\text{hp} \times 0.746$	$=$	1.492	kW
ทำงานวันละ 8.65 ชม				
เวลาในการทำงาน 300 วัน	$= 8.65 \times 300$	$=$	2,595	hr
ดังนั้นตลอดโครงการใช้ไฟฟ้าเครื่องกะเทาะเปลือก		$=$	3,871.74	kW-hr
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเริ่มต้น		$=$	3.186	บาท
ค่าไฟฟ้าตลอดอายุโครงการ		$=$	12,335.36	บาท

(2) เครื่องอบเมล็ดสับดำ (x2)

ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมง	$= 1\text{hp} \times 0.746$	$=$	0.746	kW
ทำงานวันละ 5.7 ชม				
เวลาในการทำงาน 300 วัน	$= 5.7 \times 300$	$=$	1,710	hr
ดังนั้นตลอดโครงการใช้ไฟฟ้าเครื่องอบเมล็ด(x2)		$=$	2,551.32	kW-hr
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเริ่มต้น		$=$	3.186	บาท
ค่าไฟฟ้าตลอดอายุโครงการ		$=$	8,128.51	บาท

(3) เครื่องหีบน้ำมันสับดำ รุ่น TMA-SP-100

ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมง	$= 7.5\text{hp} \times 0.746$	$=$	5.595	kW
ทำงานวันละ 7.3 ชม				
เวลาในการทำงาน 300 วัน	$= 7.3 \times 300$	$=$	2,190	hr
ดังนั้นเครื่องหีบน้ำมันตลอดปีใช้ไฟฟ้า		$=$	12,253.05	kW-hr
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเริ่มต้น		$=$	3.186	บาท
ค่าไฟฟ้าตลอดปี		$=$	39,038.22	บาท

(4) เครื่องกรองน้ำมันสับดำ รุ่น TMA-FM-45

ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมง	$= 1\text{hp} \times 0.746$	$=$	0.746	kW
ทำงานวันละ 4.2 ชม				
เวลาในการทำงาน 300 วัน	$= 4.2 \times 300$	$=$	1,260	hr
ดังนั้นตลอดปีเครื่องกรองน้ำมันใช้ไฟฟ้า		$=$	939.96	kW-hr
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเริ่มต้น		$=$	3.186	บาท
ค่าไฟฟ้าตลอดปี		$=$	2,994.71	บาท

(6) ขุดผลิตไบโอดีเซล

ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ต่อการผลิตไบโอดีเซล 1 ลิตร	=	0.1411	kW-hr
ปริมาณการผลิตไบโอดีเซลเป็น 60,000 ลิตร/ปี			
ปริมาณไฟฟ้าในการผลิตไบโอดีเซลต่อปี	=	8,466	kW-hr
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเริ่มต้น	=	3.186	บาท
ค่าไฟฟ้าตลอดปี	=	26,972.68	บาท

(7) การเกษตร

ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ต่อไร่	=	374.7594	kW-hr
พื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด 241 ไร่			
ปริมาณไฟฟ้ารวมในการเกษตร	=	90,317.02	kW-hr
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเริ่มต้น	=	1.923	บาท
ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการเกษตรตลอดทั้งปี	=	173,679.63	บาท

(8) ดันทุ่นเชื้อเพลิง

ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้	=	1,056.60	ลิตร
ราคาต่อลิตร	=	23.74	บาท
ค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ตลอดทั้งปี	=	25,083.68	บาท

มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถคำนวณได้ดังนี้

เมื่อ $n = 20$, $e = 0.0313$ และ $i = 0.075$

$$PC_F = A \times EEA$$

$$v = \frac{(1+0.0313)}{(1+0.075)} = 0.959$$

$$PC_{F1} = 263,149.10 \times \frac{0.959(0.959^{20} - 1)}{0.959 - 1}$$

$$PC_{F1} = 3,490,664.22 \text{ บาท}$$

มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงสามารถคำนวณได้ดังนี้

เมื่อ $n = 20$, $e = 0.016$ และ $i = 0.075$

$$PC_F = \frac{A \times EEA}{v} = \frac{(1+0.016)}{(1+0.075)} = 0.945$$

$$PC_{F2} = 25,083.68 \times \frac{0.945(0.945^{20} - 1)}{0.945 - 1}$$

$$PC_{F2} = 291,957.06 \text{ บาท}$$

ดังนั้น

$$PC_F = PC_{F1} + PC_{F2}$$

$$PC_F = 3,490,664.22 + 291,957.06$$

$$PC_F = 3,782,621.82 \text{ บาท}$$

ข5 ต้นทุนในการเปลี่ยนแทนที่หรือทำลายทิ้ง (C_d)

ต้นทุนในการแทนที่และทำลายทิ้ง คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเปลี่ยนหรือแทนที่เครื่องจักรที่หมดอายุการใช้งานด้วยเครื่องจักรใหม่ หรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการกำจัดสิ่งของที่ไม่ต้องการแล้วที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าซากขึ้น ในที่นี้กำหนดว่าเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการนั้นก่อให้เกิดรายรับในรูปของมูลค่าซากหลังหมดอายุการใช้งานทั้งหมด ในที่นี้เกิดขึ้นในปีที่ 10 เมื่อเครื่องจักรบางชนิดหมดอายุการใช้งาน สามารถจำแนกต้นทุนในการแทนที่และทำลายทิ้งได้ดังนี้

(1) เครื่องจักร

ราคาต่อหน่วยเท่ากับมูลค่าการแทนที่แต่เกิดขึ้นในปีที่ 10

เครื่องกะเทาะเปลือก ราคาต่อหน่วย = 130,000.00 บาท

เครื่องอบแห้ง x2 = 50,000.00 บาท

เครื่องหีบน้ำมัน = 350,000.00 บาท

เครื่องกรอง = 30,000.00 บาท

(2) อุปกรณ์สำนักงาน = 20,000.00 บาท

มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนที่เกิดจากการเปลี่ยนเครื่องจักรในปีที่ 10 สามารถคำนวณได้ดังนี้
เมื่อ $i = 0.075$, $n=10$

$$PC_R = F_n \times \frac{1}{SCA}$$

$$PC_R = 580,000 \times \frac{1}{(1+0.075)^{10}}$$

ดังนั้น

$$PC_R = 281,412.49 \text{ บาท}$$

ข6 มูลค่าซากของเครื่องจักร (S)

มูลค่าซาก (Salvage value) คือมูลค่าของทรัพย์สิน ซึ่งถูกจำหน่ายออกไปแยกต่างหากจากที่ดิน ซึ่งไม่มีการพิจารณาที่จะคงการใช้ประโยชน์ในทรัพย์สิน หากไม่มีการปรับปรุงซ่อมแซมหรือดัดแปลงพิเศษใดๆ มูลค่าที่ประเมินอาจเป็นมูลค่าก่อนหรือหลังการหักค่าใช้จ่ายในการขายก็ได้ หากเป็นมูลค่าหลังหักค่าใช้จ่าย มูลค่าที่ได้จะเป็นมูลค่าสุทธิจากการขาย (Net Realizable Value) โดยในที่นี้กำหนด มูลค่าซากของเครื่องจักรเอาไว้ 1 ปี ของอายุการใช้งานของเครื่องจักร จะเกิดขึ้นในปีที่ 10 เมื่อมีการเปลี่ยนเครื่องจักร และปีที่ 20 คือปีที่สิ้นสุดอายุโครงการ และสำหรับอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างในรูปของโรงงานกำหนดค่าเสื่อมราคาเป็น 3% ต่อปี

สามารถหามูลค่าซากจากสมการ

$$\text{มูลค่าซาก} = (\text{ราคาเครื่องจักร}) (1/\text{อายุการใช้งานเครื่องจักร})$$

(1) โรงเรือน

$$\begin{aligned} \text{มูลค่าโรงเรือนในปีก่อนดำเนินการ} &= 360,000.00 \text{ บาท} \\ \text{ค่าเสื่อมราคา 3% ต่อปี} &= 195,765.96 \end{aligned}$$

(2) พาหนะ

$$\text{มูลค่าเริ่มต้น} = 400,000.00 \text{ บาท}$$

มูลค่าซาก 1/20 ของมูลค่าเริ่มต้น

$$= 0.05 \times 400,000.00 = 20,000.00 \text{ บาท}$$

(3) เครื่องสูบน้ำ

มูลค่าเริ่มต้น = 8,300.00 บาท

มูลค่าซาก 1/20 ของมูลค่าเริ่มต้น

$$= 0.05 \times 8,300.00 = 415.00 \text{ บาท}$$

(4) เครื่องจักร

มูลค่าเริ่มต้น x (1/อายุการใช้งาน)

เครื่องกะเทาะเปลือก	130,000.00	0.10	=	13,000.00	บาท
เครื่องอบแห้ง x2	25,000.00	0.10	=	5,000.00	บาท
เครื่องหีบน้ำมัน	350,000.00	0.10	=	35,000.00	บาท
เครื่องกรอง	30,000.00	0.10	=	3,000.00	บาท
ชุดผลิตไบโอดีเซล	230,000.00	0.05	=	11,500.00	บาท

มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าซากที่เกิดขึ้นในปีที่ 10 ของการดำเนินการสามารถคำนวณได้ดังนี้

เมื่อ $i = 0.075$ และ $n = 10$

$$S1 = Fn \times \frac{1}{SCA}$$

$$S1 = 56,000 \times \frac{1}{(1 + 0.075)^{10}}$$

$$S1 = 27,170.86 \text{ บาท}$$

มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าซากที่เกิดขึ้นในปีที่ 20 ของการดำเนินการสามารถคำนวณได้ดังนี้

เมื่อ $i = 0.075$ และ $n = 20$

$$S2 = 283,680.96 \times \frac{1}{(1 + 0.075)^{20}}$$

$$S2 = 66,782.23 \text{ บาท}$$

ดังนั้น $S = S1 + S2$

$$S = 27,170.86 + 66,782.23$$

$$S = 93,953.09 \text{ บาท}$$

ข7 ต้นทุนสิ่งแวดล้อม (C_p)

ในงานวิจัยนี้จะคำนวณค่าใช้จ่ายด้านสิ่งแวดล้อม เฉพาะผลกระทบจากมลพิษทางตรงที่ปล่อยออกจากระบบที่กำลังศึกษาเท่านั้น ในส่วนที่เป็นมลพิษทางอ้อมจากระบวนการอื่นที่เกี่ยวข้องกับระบบที่กำลังศึกษา แต่อยู่นอกเหนือขอบเขตเช่น มลพิษที่เกิดในกระบวนการผลิตเหล็กที่ใช้ในโครงสร้างโรงไฟฟ้า มลพิษจากกระบวนการขุดเจาะน้ำมัน เป็นต้น จะไม่ถูกนำมาพิจารณา โดยมลพิษทางตรงที่นำมาพิจารณานั้นจะมาจากมลพิษที่เกิดจากการขุดถ่านหิน, มลพิษจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องจักร, มลพิษจากการเผาไหม้ถ่านหิน ฯลฯ โดยจะมุ่งเน้นที่มลพิษที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก ได้แก่ มลพิษที่ทำให้เกิดผลกระทบด้านฝนกรด และภาวะโลกร้อน ฯลฯ ได้แก่ SO_2 , CO_2 , NO_x , N_2O , CH_4 และ CO

สำหรับมูลค่าต้นทุนสิ่งแวดล้อมคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

สมการที่ (10)

$$\text{ต้นทุนสิ่งแวดล้อมของมลพิษใดๆ} = \text{ต้นทุนสิ่งแวดล้อมต่อหน่วย (VED)} \times \text{ปริมาณมลพิษที่ปล่อย}$$

สำหรับค่า VED นั้น เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลอ้างอิงอย่างเป็นทางการในประเทศไทย จึงใช้ข้อมูลอ้างอิงจากสหรัฐอเมริกาเป็นหลัก โดยต้นทุนสิ่งแวดล้อมต่อหน่วย (VED) สามารถหาได้จากค่าใช้จ่ายในการกำจัดมลพิษ เป็นดังนี้

ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมลพิษ

สำหรับค่าใช้จ่ายในการกำจัดมลพิษ จะใช้ข้อมูลจาก New Jersey Board of Public Utilities, Office of Clean Energy, December 8, 2004 ซึ่งเป็นต้นทุนสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จาก Massachusetts Externality Adder, 2003 และ New York Externality Adders, 2003 ดังแสดงในตาราง ข2

Copyright © by Chiang Mai University.
All rights reserved

ตาราง ข2 ต้นทุนสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกาปี 2003

มลพิษ	Massachusetts Externality Adder (2003 \$ per ton)	New York Externality Adders (2003 \$ per ton)	ค่าเฉลี่ย (2003 \$ per ton) WTPus
NOx	9,620.00	8,546.00	9,083.00
SO ₂	2,220.00	1,791.00	2,005.50
VOC	7,844.00	5,764.00	6,804.00
Total Suspended Particle: TSP	5,920.00	N/A	5,920.00
CO	1,288.00	1,130.00	1,209.00
CO ₂	33.00	554.00	293.50
CH ₄	326.00	N/A	326.00
N ₂ O	5,861.00	N/A	5,861.00
GDP PPP USA 2006		\$43,538.23	
GDP PPP Thailand 2006		\$9,166.35	
1 USD = 35.30 บาท (ธนาคารแห่งประเทศไทย 11 มีนาคม 2549)			

ที่มา: New Jersey Board of Public Utilities, Office of Clean Energy, December 8, 2004

IMF World Economic Outlook and EconStats, 2007

เนื่องจากต้นทุนผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่อ้างอิงมานั้นเป็นข้อมูลจากสหรัฐอเมริกาปี 2003 แต่เมื่อนำมาปรับใช้กับประเทศไทย จึงจำเป็นต้องมีการพิจารณาความสามารถในการจ่ายค่าความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม (Willingness to Pay: WTP) ของประเทศไทย โดยจะแปลงให้เป็นต้นทุนในปี 2006 ดังนี้ (NEPO/DANCED, 1998)

$$WTP_{\text{Thailand}} = WTP_{\text{US}} \times \frac{\text{PERCAP} - \text{GDP(PPP)}_{\text{Thailand}}}{\text{PERCAP} - \text{GDP(PPP)}_{\text{US}}} \quad (11)$$

กำหนดให้ PERCAP-GDP (PPP) = มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ
(Gross Domestic Product Per Capita at Purchasing Power Parities)

WTP (Willingness to Pay) = ค่าความสามารถในการจ่ายค่าเสียหาย

โดยในปี 2006 ค่า GDP-PPP per capita ของสหรัฐอเมริกาเท่ากับ 43,538.23 USD/Person ส่วนค่า GDP-PPP per capita ของไทยเท่ากับ 9,166.35 USD/Person (IMF World Economic Outlook and EconStats, 2007) ยกตัวอย่างการหาต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม VED_{SO_2} ของ ประเทศไทย ดังนี้

ต้นทุนสิ่งแวดล้อมของ SO_2 (VED_{SO_2})

$$\begin{aligned} \text{จากตาราง ข2} \quad WTP_{US \ SO_2} &= 2,005.50 \text{ USD} \\ \text{PERCAP-GDP (PPP)}_{Thailand} &= 9,166.35 \text{ USD} \\ \text{PERCAP-GDP (PPP)}_{US} &= 43,538.23 \text{ USD} \end{aligned}$$

แทนค่าในสมการ (11)

$$\begin{aligned} WTP_{Thailand} &= WTP_{US} \times \frac{\text{PERCAP-GDP(PPP)}_{Thailand}}{\text{PERCAP-GDP(PPP)}_{US}} \\ &= 2,005.50 \times \frac{9,166.35}{43,538.23} \\ &= 2,005.50 \times 0.21 \\ &= 421.16 \text{ USD} \\ &= 14,866.77 \text{ THB} \quad (1 \text{ USD} = 35.30 \text{ THB}) \end{aligned}$$

ดังนั้นต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม VED_{SO_2} ของประเทศไทยเป็น 14,866.77 บาท/ตัน SO_2

จากตัวอย่างจะเห็นว่า $WTP_{Thailand}/WTP_{US} = 0.21$ โดยสัดส่วนที่ได้นี้เรียกว่า Income elasticity of willingness to pay เป็นค่าคงที่ ซึ่งจะถูกนำไปคูณกับต้นทุนสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา เพื่อเทียบสัดส่วนเป็นต้นทุนสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนสิ่งแวดล้อมของ } NO_x (VED_{NO_x}) &= 9,083.00 \times 35.3 \times 0.210 \text{ \$/ton} \\ &= 67,332.28 \text{ บาท / ตัน } NO_x \\ \text{ต้นทุนสิ่งแวดล้อมของ } SO_2 (VED_{SO_2}) &= 2,005.50 \times 35.3 \times 0.210 \text{ \$/ton} \\ &= 14,866.77 \text{ บาท / ตัน } SO_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ต้นทุนสิ่งแวดล้อมของ VOC (VED}_{\text{VOC}}) &= 6,804.00 \times 35.3 \times 0.210 \text{ \$/ton} \\
 &= 50,438.05 \text{ บาท / ต้น VOC} \\
 \text{ต้นทุนสิ่งแวดล้อมของ TSP (VED}_{\text{TSP}}) &= 5,920.00 \times 35.3 \times 0.210 \text{ \$/ton} \\
 &= 43,884.96 \text{ บาท / ต้น TSP} \\
 \text{ต้นทุนสิ่งแวดล้อมของ CO (VED}_{\text{CO}}) &= 1,209.00 \times 35.3 \times 0.210 \text{ \$/ton} \\
 &= 8,962.32 \text{ บาท / ต้น CO} \\
 \text{ต้นทุนสิ่งแวดล้อมของ CO}_2 \text{ (VED}_{\text{CO}_2}) &= 293.50 \times 35.3 \times 0.210 \text{ \$/ton} \\
 &= 2,175.72 \text{ บาท / ต้น CO}_2 \\
 \text{ต้นทุนสิ่งแวดล้อมของ CH}_4 \text{ (VED}_{\text{CH}_4}) &= 326.00 \times 35.3 \times 0.210 \text{ \$/ton} \\
 &= 2,416.64 \text{ บาท / ต้น CH}_4 \\
 \text{ต้นทุนสิ่งแวดล้อมของ N}_2\text{O (VED}_{\text{N}_2\text{O}}) &= 5,861.00 \times 35.3 \times 0.210 \text{ \$/ton} \\
 &= 43,447.59 \text{ บาท / ต้น N}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

ตาราง ข3 สรุปต้นทุนสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยจากการแปลงค่าความสามารถในการจ่ายค่า
ความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม (Willingness to Pay: WTP) ของประเทศสหรัฐอเมริกา

Pollutant	WTPus (USD/Ton)	VED (THB/ton)	VED (THB/kg)
Nox	9083.00	67,332.28	67.33
SO2	2005.50	14,866.77	14.87
VOC	6804.00	50,438.05	50.44
Total Suspended Particle: TSP	5920.00	43,884.96	43.88
CO	1209.00	8,962.32	8.96
CO2	293.50	2,175.72	2.18
CH4	326.00	2,416.64	2.42
N2O	5861.00	43,447.59	43.45
Wastewater	1.48	52.21	0.05

ตาราง ข4 สรุปต้นทุนสิ่งแวดล้อมรายปีในการผลิตและใช้ไบโอดีเซลสบูดำ 1 ลิตร

มลพิษทางตรง	VED (บาท/ตัน)	การผลิตไบโอดีเซลมูลค่า 1 ลิตร		การใช้ไบโอดีเซลมูลค่า 1 ลิตร	
		มลพิษ (ตัน/ปี)	ต้นทุน สิ่งแวดล้อม (บาท/ปี)	มลพิษ (ตัน/ปี)	ต้นทุน สิ่งแวดล้อม (บาท/ปี)
Nox	67,332.28	0.85	57,079.11	6.92	466,062.33
SO ₂	14,866.77	0.00	56.90	0.00	0.00
VOC	50,438.05	0.02	800.89	0.00	0.00
TSP*	43,884.96	0.00	45.95	0.03	1,244.23
CO	8,962.32	0.01	134.27	1.50	13,406.92
CO ₂	2,175.72	2.69	5,856.26	0.00	0.00
CH ₄	2,416.64	0.00	7.52	0.00	0.00
N ₂ O	43,447.59	0.01	353.69	0.00	0.00
Wastewater	52.21	0.07	3.48	0.00	0.00
รวมต้นทุนสิ่งแวดล้อม (บาท/ปี)		64,338.07		480,713.48	
		545,051.55			

จากตาราง ข4 สามารถคิดต้นทุนสิ่งแวดล้อมรายปีที่เกิดขึ้นให้เป็นมูลค่าปัจจุบันได้ดังนี้

เมื่อ $n = 20, i = 0.075$

$$PC_E = A \times PAW$$

$$PC_E = 545,051.55 \times \frac{(1+0.075)^{20} - 1}{0.075(1+0.075)^{20}}$$

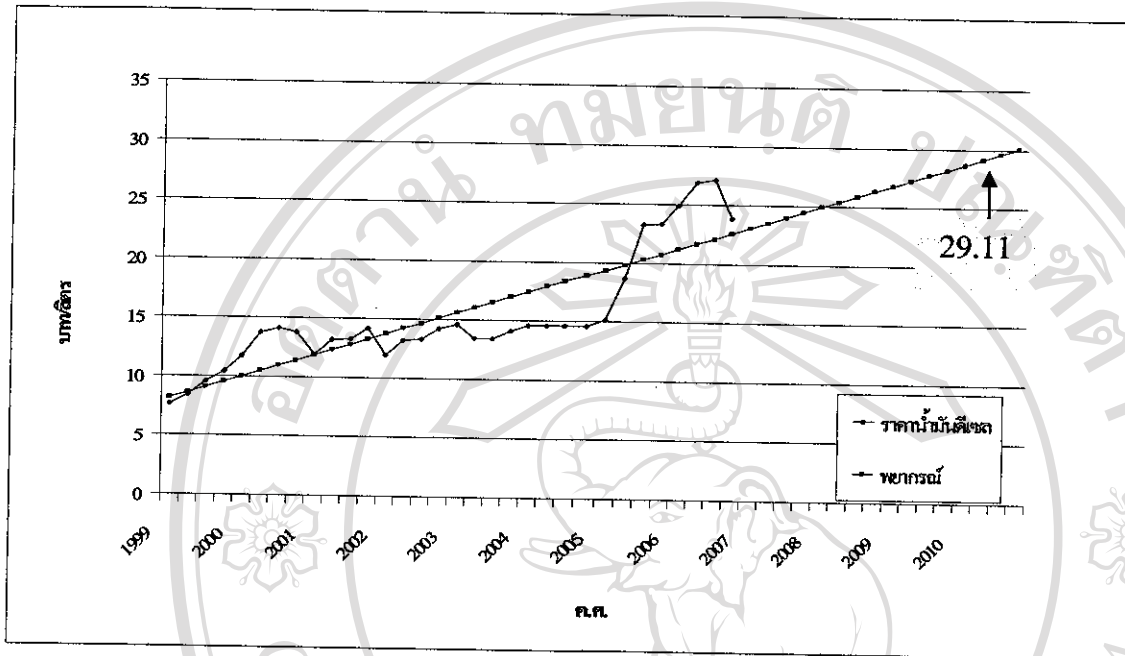
ดังนั้น

$$PC_E = 5,556,523.31 \text{ บาท}$$

ข8 พยากรณ์ราคาน้ำมันดีเซลในปีอนาคต

การทำนายราคาน้ำมันดีเซลโดยใช้วิธี Linear regression โดยอาศัยข้อมูลปี 1999- 2006 (<http://www.dede.go.th>) ได้ผลดังรูปที่ ข1 พบว่า ช่วงเวลาที่ราคาน้ำมันดีเซลใกล้เคียงกับราคาไบโอดีเซลจากสบูดำที่สุดขณะที่ต้นทุนการผลิตเท่ากับ 29.09 บาทต่อลิตร (กรณีที่ไม่นรวมต้นทุนสิ่งแวดล้อม)

คือที่ใดมากที่สุด 1 ถึง 2 ของปี 2010 ซึ่งราคาจำหน่ายปลีกน้ำมันดีเซลจากการพยากรณ์มีค่าเป็น 29.11 บาทต่อลิตร โดยค่าที่ใช้ในการพยากรณ์และค่าที่ได้จากการพยากรณ์ทั้งหมดได้แสดงในตาราง ข5



รูป ข1 แผนภูมิแสดงการพยากรณ์ราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลโดยอาศัยข้อมูลในปี 1999-2006 (เฉลี่ยราคาทุก 3 เดือน)

ตาราง ข5 ราคาน้ำมันดีเซลขายปลีกที่ใช้ในการพยากรณ์และค่าที่ได้จากการพยากรณ์

ปี ค.ศ.	ราคาน้ำมันดีเซล	ราคาจากการพยากรณ์
1999	7.66	8.145909
1999	8.44	8.611919
1999	9.54	9.077929
1999	10.41	9.543939
2000	11.76	10.00995
2000	13.76	10.47596
2000	14.09	10.94197
2000	13.82	11.40798
2001	11.95	11.87399
2001	13.19	12.34

ปี ค.ศ.	ราคาน้ำมันดีเซล	ราคาจากการพยากรณ์
2001	13.29	12.80601
2001	14.19	13.27202
2002	11.9	13.73803
2002	13.2	14.20404
2002	13.3	14.67005
2002	14.2	15.13606
2003	14.59	15.60207
2003	13.47	16.06808
2003	13.42	16.53409
2003	14.1	17.0001
2004	14.6	17.46611
2004	14.59	17.93212
2004	14.59	18.39813
2004	14.59	18.86414
2005	15.14	19.33015
2005	18.67	19.79616
2005	23.28	20.26217
2005	23.32	20.72818
2006	24.9	21.19419
2006	26.86	21.6602
2006	27.13	22.12621
2006	23.86	22.59222
2007		23.05823
2007		23.52424
2007		23.99025
2007		24.45626
2008		24.92227
2008		25.38828

ปี ค.ศ.	ราคาน้ำมันดีเซล	ราคาจากการพยากรณ์
2008		25.85429
2008		26.3203
2009		26.7863
2009		27.25231
2009		27.71832
2009		28.18433
2010		28.65034
2010		29.11635
2010		29.58236
2010		30.04837

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

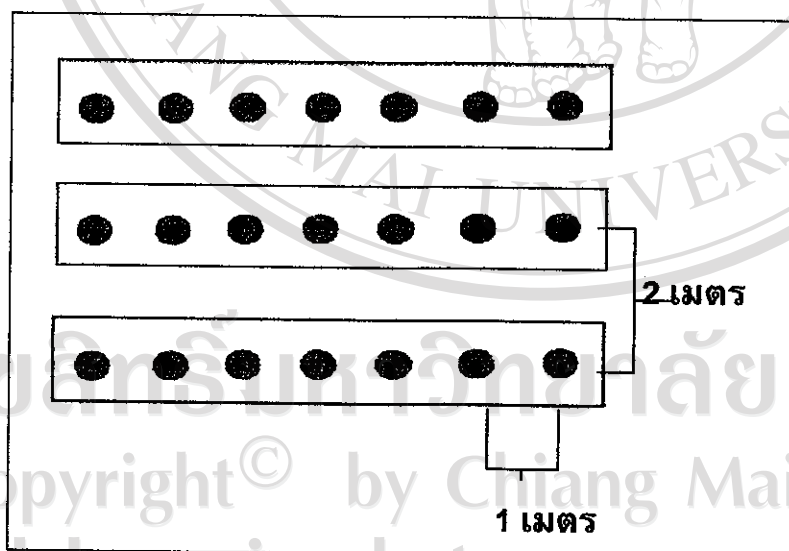
ภาคผนวก ค

เครื่องจักร

ในระบบการผลิตไบโอดีเซลสบู้นั้น ได้พิจารณาถึงเครื่องจักรและเครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการศึกษา LCA และ LCC โดยแบ่งการพิจารณา ออกเป็นสามช่วงกระบวนการ ได้แก่ กระบวนการทางการเกษตร การผลิตไบโอดีเซลสบู้น้ำ และการใช้งานเป็นดังนี้

ค1 เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการทางการเกษตรกรรม

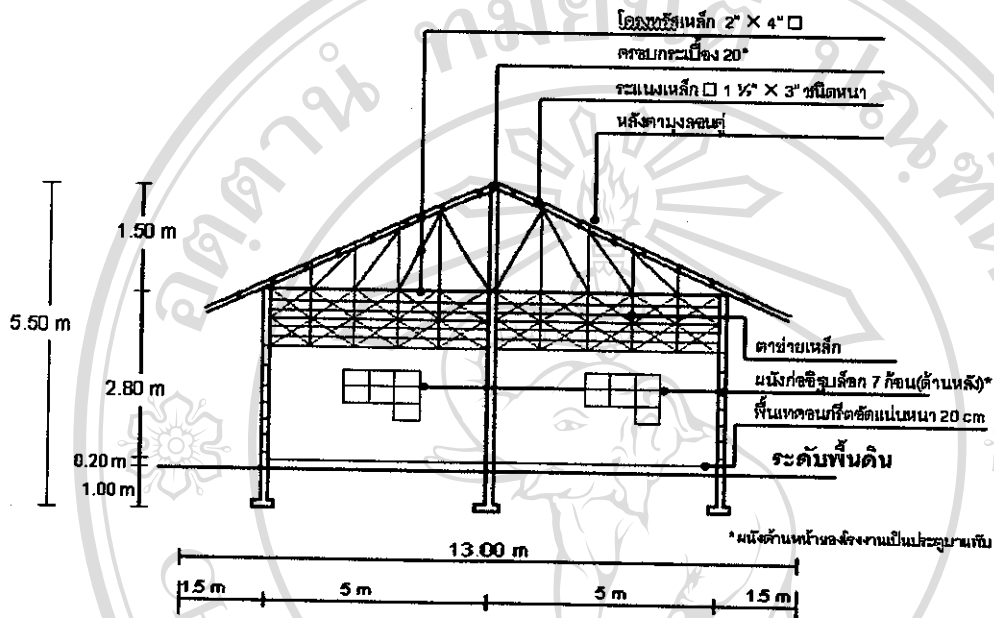
แปลงปลูกสบู้น้ำ ที่ดินทั้งหมดที่ใช้ในโครงการเป็น 241 ไร่ แบ่งเป็น 241 ไร่ในการปลูกสบู้น้ำและ 1 ไร่สำหรับปลูกสร้างโรงเรือน การปลูกต้นสบู้น้ำนั้นปลูกระยะห่างระหว่างต้นเป็น 1 เมตร และระยะห่างระหว่างแปลงเป็น 2 เมตร โดยพื้นที่ 1 ไร่ปลูกต้นสบู้น้ำทั้งหมด 800 ต้น แสดงดังรูปที่ ค1



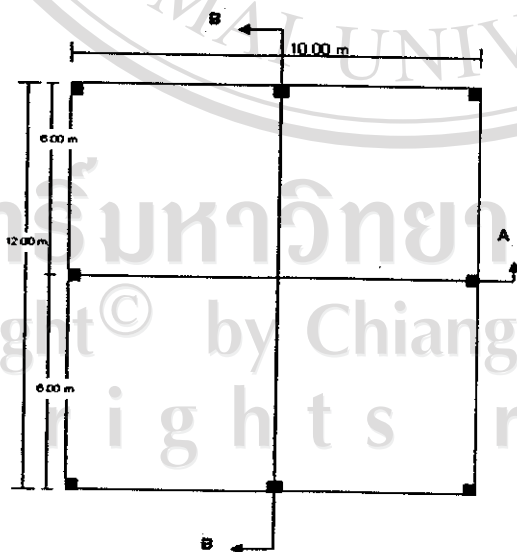
รูป ค1 แสดงแปลงปลูกต้นสบู้น้ำรูป ค1 แสดงแปลงปลูกต้นสบู้น้ำ

ก2 เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลสุญ์ดำ

อาคารหรือโรงเรือน อาคารหรือโรงเรือนนี้ เป็นพื้นที่ใช้สำหรับการผลิตไบโอดีเซลสุญ์ดำ เริ่มตั้งแต่การรับผลสุญ์ดำ หีบน้ำมัน และ Trans-esterification จนได้ไบโอดีเซลสุญ์ดำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

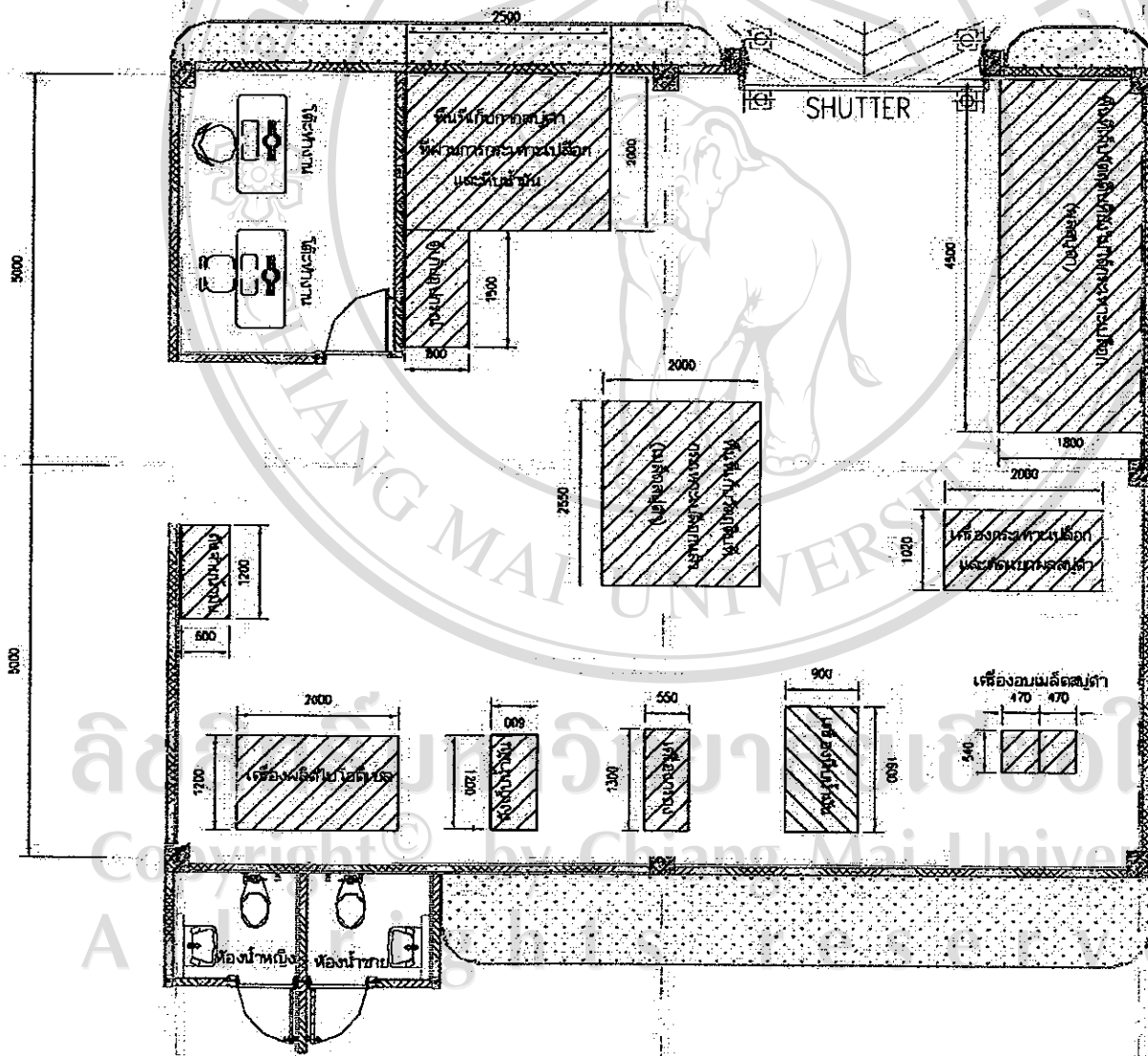


รูป ก2 แสดงโครงสร้างโรงเรือนผลิตไบโอดีเซลสุญ์ดำ



รูป ก3 แปลนพื้นโรงเรือนผลิตไบโอดีเซลสุญ์ดำ

จากรูปที่ ค2 และ ค3 แสดงให้เห็นถึงภาพรวมของโครงสร้างโรงเรือนที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลสบู่ดำ โดยพื้นที่ภายในโรงเรือนนั้นประกอบด้วยเครื่องจักรที่มีขั้นตอนในการทำงานดังแสดงในรูปที่ ค4 คือ เมื่อรับผลสบู่ดำที่เก็บมาจากไร่แล้ว (1) ผลสบู่ดำจะเข้าสู่เครื่องกะเทาะเปลือกเพื่อแยกเมล็ดสบู่ดำและเปลือกออกจากกัน (2) เมล็ดที่ได้จะถูกส่งไปยังเครื่องอบเมล็ดในขณะที่เปลือกจะแยกไปเก็บยังบริเวณพื้นที่เก็บเปลือก (3) เมล็ดที่อบแล้วจะถูกส่งไปยังเครื่องหีบน้ำมันสบู่ดำ (4) และเครื่องกรองน้ำมันสบู่ดำตามลำดับ (5) จากนั้นน้ำมันจะถูกส่งไปพักยังถังเก็บน้ำมัน (6) เมื่อน้ำมันสบู่ดำมีปริมาณมากพอแล้วก็จะถูกส่งไปยังเครื่องผลิตไบโอดีเซล (7) ไบโอดีเซลที่ได้จะถูกส่งไปเก็บยังถังเก็บน้ำมันเพื่อรอจำหน่ายหรือนำไปใช้ต่อไป



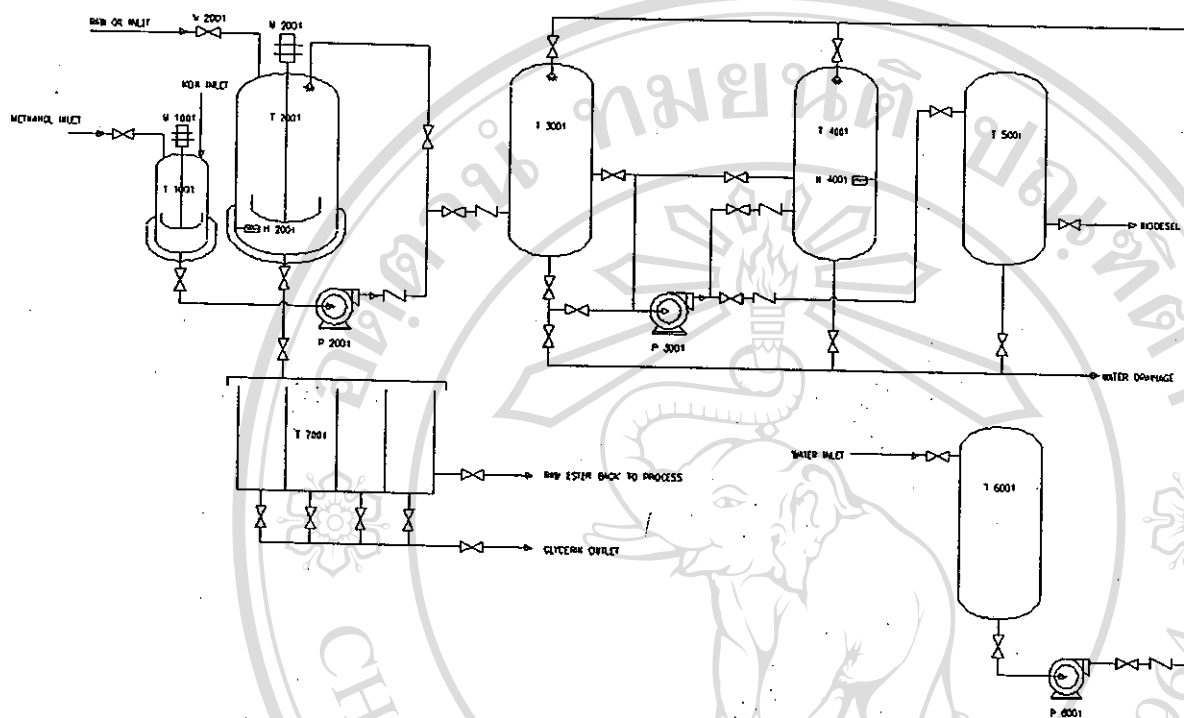
รูป ค4 แสดงผังของโรงงานผลิตไบโอดีเซลจากสบู่ดำ

เครื่องจักรในการหีบน้ำมัน รายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในการหีบน้ำมันสบูดำทั้งหมดได้แสดงในตาราง ค1 และรายละเอียดของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลนั้น ได้แสดงในรูปที่ ค5 ตามลำดับ

ตาราง ค1 รายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการหีบน้ำมันสบูดำ

คุณสมบัติและการทำงาน	เครื่องจักร
เครื่องกะเทาะเปลือกและคัดแยกเมล็ดสบูดำ รุ่น TMP-FP-100 ระบบการทำงาน : สั่นด้วยระบบมอเตอร์ลูกเบี้ยว รูปแบบการทำงาน : แบบต่อเนื่อง (Continuous) กำลังการผลิต : 100-120 กิโลกรัมเมล็ด/ชม. ต้นกำลัง : มอเตอร์ 2 HP (380V.AC) ขนาดของเครื่อง (LxWxH) : 1020x2550x2275 มิลลิเมตร น้ำหนักของเครื่อง (Weight) : 292 กิโลกรัม ราคา : 130,000 บาท	
เครื่องอบเมล็ดสบูดำ รุ่น - กำลังการผลิต : 3-5 กิโลกรัมเมล็ดต่อครั้ง (ครั้งละ 3 -5 นาที) รูปแบบการทำงาน : ไม่ต่อเนื่อง Semi Continuous การทำงานของเครื่อง : มอเตอร์ และ Heater Blower ต้นกำลังมอเตอร์ : มอเตอร์ 1 HP (220V.AC) ผลผลิตโดยรวม : 60-80 กิโลกรัมผลต่อชั่วโมง ขนาดของเครื่อง (LxWxH) : 470x540x920 มิลลิเมตร น้ำหนักของเครื่อง (Weight) : 40 กิโลกรัม ราคา : 25,000 บาท	

เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตไบโอดีเซลสตุ่มค่า ในการผลิตไบโอดีเซลนั้นต้องอาศัยกระบวนการหลายขั้นตอนและสารเคมีในการทำปฏิกิริยา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูป ค5 หน่วยการทำงานของเครื่องผลิตไบโอดีเซล (ชาญชัย, 2549)

อุปกรณ์ในการผลิตไบโอดีเซลสตุ่มค่าตามรูป ค5

1. **Methanol mixed tank** ถึงผสมสารละลายเมทานอล (Methanol) กับสารเร่งปฏิกิริยา ในการผลิตไบโอดีเซลอาจเป็น โพแตสเซียมไฮดรอกไซด์(KOH) หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ประกอบด้วยระบบปั๊ม วาล์ว และท่อเพื่อทำการสูบสารละลายโซเดียมเมธอกไซด์เข้าสู่ถังปฏิกรณ์

2. **Reactor tank** ถึงปฏิกิริยาประกอบด้วยมอเตอร์และใบกวน จำนวน 1 ชุด ฮีตเตอร์เกจ แสดงอุณหภูมิ หลอดวัดอุณหภูมิของระบบควบคุมอุณหภูมิ และวาล์วระบายอากาศ มีหน้าที่อุ่น น้ำมันสตุ่มค่าที่ใช้เป็นวัตถุดิบ สร้างปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันสตุ่มค่ากับสารละลายเมทานอลกับ KOH หรือ NaOH ที่เตรียมไว้ในถังแรก

3. **Separator** ถึงพักเพื่อให้กลีเซอรินแยกชั้นออกจากไบโอดีเซล ประกอบด้วย ปั๊ม วาล์ว และท่อ เพื่อทำการสูบไบโอดีเซลจากถังปฏิกรณ์เข้าสู่ถังแยกเพื่อพักให้เกิดการแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซล และกลีเซอรอล โดยแยกกลีเซอรอลออกจาก ไบโอดีเซลก่อนทำการสูบไบโอดีเซลเข้าสู่ถังล้างต่อไป

4. Washing tank ถังล้างประกอบด้วยระบบล้างไบโอดีเซลด้วยน้ำและลม เพื่อล้างโซดาไฟและแอลกอฮอล์ที่เหลือจากการผลิตออกไปจากชั้นของไบโอดีเซลเพื่อให้ไบโอดีเซลที่ได้มีความบริสุทธิ์มากยิ่งขึ้น

5. Biodiesel storage tank ถังเก็บไบโอดีเซลเพื่อรอเคลื่อนย้าย หรือนำไปใช้ต่อไป

6. Water storage take ถังเก็บน้ำ ประกอบด้วยปั๊ม และท่อ เพื่อส่งน้ำไปใช้ในการล้างทำความสะอาดไบโอดีเซล

7. Control box กล่องแผงวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องผลิตไบโอดีเซลทำหน้าที่ควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่องผลิต ไบโอดีเซล ใช้พลังงานไฟฟ้า 220 โวลท์ 2 เฟส) ในการทำงาน ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

- ส่วนควบคุมอุณหภูมิน้ำมันในถังเก็บ
- สวิตช์ควบคุมปั๊มสูบน้ำมันเข้าถังเก็บน้ำมัน และสูบน้ำมันเข้าถังปฏิกรณ์
- สวิตช์ควบคุมปั๊มสูบบไบโอดีเซลออกจากถังปฏิกรณ์ และออกจากถังแยก
- สวิตช์เปิด-ปิด มอเตอร์ใบกวน ของถังปฏิกรณ์
- สวิตช์เปิด-ปิด การทำงานของฮีทเตอร์ ของถังปฏิกรณ์
- สวิตช์เปิด-ปิด การทำงานของฮีทเตอร์ ของถังเก็บน้ำมัน
- สวิตช์ควบคุมปั๊มสูบส่งสารละลายโซเดียมเมรอกไซด์ เข้า ถังปฏิกรณ์
- สวิตช์เปิด-ปิด การทำงานของปั๊มลม ของถังล้าง
- ส่วนควบคุมอุณหภูมิในถังปฏิกรณ์

ภาคผนวก ง

แบบฟอร์มเก็บข้อมูล

การประเมินวัฏจักรชีวิตและต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากสบู่ดำ
Life Cycle Assessment and Life Cycle Costing of Jatropha Curcas Biodiesel Production.

ชื่อหน่วยงาน/สถานประกอบการ.....
ผลิตภัณฑ์/กระบวนการที่ศึกษา.....การผลิตและการใช้ไบโอดีเซลสบู่ดำ.....
วันที่เก็บข้อมูล.....

ส่วนที่ 1 การเพาะปลูกสบู่ดำ

การเตรียมกล้าพันธุ์สบู่ดำ (Seeding)

- ค่าบรรยายลักษณะงาน.....
.....
จำนวนแรงงาน.....คนต่อไร่ ค่าแรง.....บาท/.....
- เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้
 1. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....
- รายละเอียดเกี่ยวกับสารอินทรีย์ (ปุ๋ยคอก ปุ๋ยชีวภาพ ฯลฯ)
 1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
ราคา.....บาท/.....
 2. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
ราคา.....บาท/.....
- รายละเอียดเกี่ยวกับสารเคมี (ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าหญ้า ยาฆ่าแมลง ฯลฯ)
 1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
ราคา.....บาท/.....

2. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....

ราคา.....บาท/.....

- รายละเอียดเกี่ยวกับน้ำ แหล่งน้ำ..... ปริมาณน้ำที่ใช้..... ต่อ.....

ความถี่ในการให้น้ำ.....

- วัสดุที่เกี่ยวข้อง (ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)

1. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....

2. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....

- วัสดุ/ขยะ/ของเสียที่ออกจากกระบวนการ (เศษพืช ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)

1. ปริมาณ..... ต่อ..... การจัดการ.....

2. ปริมาณ..... ต่อ..... การจัดการ.....

- รายละเอียดอื่นๆ/เอกสารแนบประกอบ/แหล่งข้อมูลอ้างอิง.....

การเตรียมดินสำหรับปลูกสับดำ

- คำบรรยายลักษณะงาน.....

- จำนวนแรงงาน..... คนต่อไร่..... ค่าแรง.....บาท/.....

- เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้

1. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท

เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา

ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....

2. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท

เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา

ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....

- รายละเอียดเกี่ยวกับสารอินทรีย์ (ปุ๋ยคอก ปุ๋ยชีวภาพ ฯลฯ)

1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....

ราคา.....บาท/.....

2. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....

ราคา.....บาท/.....

- รายละเอียดเกี่ยวกับสารเคมี (ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าหญ้า ยาฆ่าแมลง ฯลฯ)
 1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
ราคา.....บาท/.....
 2. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
ราคา.....บาท/.....
- วัสดุที่เกี่ยวข้อง (ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
 1. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
- วัสดุ/ขยะ/ของเสียที่ออกจากกระบวนการ (เศษพืช ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
 1.ปริมาณ.....ต่อ.....การจัดการ.....
 2.ปริมาณ.....ต่อ.....การจัดการ.....
- รายละเอียดอื่นๆ/เอกสารแนบประกอบ/แหล่งข้อมูลอ้างอิง.....
.....
.....

การปลูกหญ้า (ต้นกล้า/ปักชำ)

- คำบรรยายลักษณะงาน.....
.....
.....
- จำนวนแรงงาน.....คนต่อไร่ ค่าแรง.....บาท/.....
- ปริมาณเมล็ดพันธุ์/ต้นกล้าที่ใช้.....ต่อไร่
- เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้
 1. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....
 2. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....
- รายละเอียดเกี่ยวกับสารอินทรีย์ (ปุ๋ยคอก ปุ๋ยชีวภาพ ฯลฯ)
 1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
ราคา.....บาท/.....

2. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
 ราคา.....บาท/.....
- รายละเอียดเกี่ยวกับสารเคมี (ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าหญ้า ยาฆ่าแมลง ฯลฯ)
 1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
 ราคา.....บาท/.....
 2. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
 ราคา.....บาท/.....
 - รายละเอียดเกี่ยวกับน้ำ แหล่งน้ำ..... ปริมาณน้ำที่ใช้..... ต่อ.....
 ความถี่ในการให้น้ำ.....
 - วัสดุที่เกี่ยวข้อง (ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
 1. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
 2. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
 - วัสดุ/ขยะ/ของเสียที่ออกจากกระบวนการ (เศษพืช ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
 1. ปริมาณ..... ต่อ..... การจัดการ.....
 2. ปริมาณ..... ต่อ..... การจัดการ.....
 - รายละเอียดอื่นๆ/เอกสารแนบประกอบ/แหล่งข้อมูลอ้างอิง.....

การบำรุงและดูแลรักษาต้นหญ้า

- คำบรรยายลักษณะงาน.....

- ระยะเวลาที่ปลูก.....
- ปริมาณผลผลิตที่ได้..... ต่อ..... ราคาผลผลิต.....บาท/.....
- จำนวนแรงงาน.....คนต่อไร่..... ค่าแรง.....บาท/.....
- เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้
 1. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
 เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
 ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....

2. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
 เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
 ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....

● รายละเอียดเกี่ยวกับสารอินทรีย์ (ปุ๋ยคอก ปุ๋ยชีวภาพ ฯลฯ)

1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
 ราคา.....บาท/.....

2. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
 ราคา.....บาท/.....

● รายละเอียดเกี่ยวกับสารเคมี (ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าหญ้า ยาฆ่าแมลง ฯลฯ)

1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
 ราคา.....บาท/.....

2. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
 ราคา.....บาท/.....

3. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
 ราคา.....บาท/.....

● รายละเอียดเกี่ยวกับน้ำ แหล่งน้ำ..... ปริมาณน้ำที่ใช้.....ต่อ.....
 ความถี่ในการให้น้ำ.....

● วัสดุที่เกี่ยวข้อง (ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)

1. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....

2. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....

● วัสดุ/ขยะ/ของเสียที่ออกจากกระบวนการ (เศษพืช ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)

1. ปริมาณ.....ต่อ..... การจัดการ.....

2. ปริมาณ.....ต่อ..... การจัดการ.....

● รายละเอียดอื่นๆ/เอกสารแนบประกอบ/แหล่งข้อมูลอ้างอิง.....

.....

.....

.....

การเก็บผลสุ่ม

- คำบรรยายลักษณะงาน.....
.....
.....
- จำนวนแรงงาน.....คนต่อไร่ ค่าแรง.....บาท/.....
- ปริมาณผลสดที่ได้.....ต่อไร่ต่อปี ปริมาณผลแห้งที่ได้.....ต่อไร่ต่อปี
ราคาผลสด.....บาท/..... ราคาผลแห้ง.....บาท/.....
- เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้
1. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....
- วัสดุที่เกี่ยวข้อง (ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
1.ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
2.ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
- วัสดุ/ขยะ/ของเสียที่ออกจากกระบวนการ (เศษพืช ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
1.ปริมาณ.....ต่อ.....การจัดการ.....
2.ปริมาณ.....ต่อ.....การจัดการ.....
- รายละเอียดอื่นๆ/เอกสารแนบประกอบ/แหล่งข้อมูลอ้างอิง.....
.....
.....

4 การขนส่ง**การขนส่งจากพื้นที่เพาะปลูกไปยังโรงงานผลิตไบโอดีเซล**

- คำบรรยายลักษณะงาน.....
.....
.....
- ต้นทาง.....
- ปลายทาง.....
- แรงงาน.....คน ค่าแรง.....บาท

- ระยะทางจากต้นทางถึงปลายทาง.....กม
- ยานพาหนะ/เครื่องจักร/เครื่องมือที่ใช้
 1. รถ ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น.....
 -
 - เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....
 2. เครื่องจักร/เครื่องมือ.....
 -
 - แหล่งพลังงาน/เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....
- วัสดุ/หีบห่อในการขนส่ง.....
- ปริมาณ..... ราคา.....
- รายละเอียดอื่นๆ/เอกสารแนบประกอบ/แหล่งข้อมูลอ้างอิง.....
-
-

ส่วนที่ 2 การผลิตไบโอดีเซลสุญ์ค่า

การกะเทาะเปลือกผลสุญ์ค่า

- คำบรรยายลักษณะงาน.....
-
- ปริมาณผลสุญ์ค่าแห้งที่เข้ากระบวนการ.....กก
- ปริมาณเมล็ดที่ได้หลังผ่านกระบวนการ.....กก
- เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้
 1. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
 - เชื้อเพลิง/แหล่งพลังงาน..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
 - ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....
 2. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
 - เชื้อเพลิง/แหล่งพลังงาน..... อัตราสิ้นเปลือง.....
 - เวลาที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....
- รายละเอียดเกี่ยวกับน้ำ แหล่งน้ำ..... ปริมาณน้ำที่ใช้.....ต่อ.....
-
- ความถี่ในการใช้น้ำ.....

- วัสดุที่เกี่ยวข้อง (ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
 1. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
 2. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
- วัสดุ/ขยะ/ของเสียที่ออกจากกระบวนการ (เศษพืช เปลือก กาก ฯลฯ)
 1.ปริมาณ.....ต่อ.....การจัดการ.....
 2.ปริมาณ.....ต่อ.....การจัดการ.....
- รายละเอียดอื่นๆ/เอกสารแนบประกอบ/แหล่งข้อมูลอ้างอิง.....

การอบแห้งเมล็ดสตว์

- ค่าบรรยายลักษณะงาน.....

- จำนวนแรงงาน.....คน ค่าแรง.....บาท/.....
- ปริมาณเมล็ดสตว์ค่าแห้งที่เข้ากระบวนการ.....กก
- ปริมาณเมล็ดที่ได้หลังผ่านการผึ่งแดด.....กก
- เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้
 1. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
 เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
 ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....
 2. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
 เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
 ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....
- วัสดุที่เกี่ยวข้อง (ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
 1. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
 2. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
- รายละเอียดเกี่ยวกับสารเคมี (ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าหญ้า ยาฆ่าแมลง ฯลฯ)
 1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
 ราคา.....บาท/.....

- วัสดุ/ขยะ/ของเสียที่ออกจากกระบวนการ (เศษพืช วัสดุพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
 1.ปริมาณ.....ต่อ..... การจัดการ.....
 2.ปริมาณ.....ต่อ..... การจัดการ.....
- รายละเอียดอื่นๆ/เอกสารแนบประกอบ/แหล่งข้อมูลอ้างอิง.....
-

การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ

- คำบรรยายลักษณะงาน.....
.....
.....
- จำนวนแรงงาน.....คน ค่าแรง.....บาท/.....
- ปริมาณเมล็ดสบู่ดำแห้งที่เข้ากระบวนการ.....กก
- ปริมาณน้ำมันที่ได้หลังจากผ่านการสกัดน้ำมัน.....ลิตร
- เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้
 1. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....
 2. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....
- วัสดุที่เกี่ยวข้อง (ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
 1.ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
 2.ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
- รายละเอียดเกี่ยวกับสารเคมี
 1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
ราคา.....บาท/.....
- วัสดุ/ขยะ/ของเสียที่ออกจากกระบวนการ (พลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
 1.ปริมาณ.....ต่อ..... การจัดการ.....
 2.ปริมาณ.....ต่อ..... การจัดการ.....
- รายละเอียดอื่นๆ/เอกสารแนบประกอบ/แหล่งข้อมูลอ้างอิง.....
.....
.....

การกร่อน้ำมันสุญต์

- คำบรรยายลักษณะงาน.....
- จำนวนแรงงาน.....คน ค่าแรง.....บาท/.....
- ปริมาณน้ำมันสุญต์ที่เข้ากระบวนการกรอง.....ลิตร
- ปริมาณน้ำมันที่ได้หลังจากผ่านกระบวนการกรอง.....ลิตร
- เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้
 1. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....
 2. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
เชื้อเพลิง..... อัตราสิ้นเปลือง.....เวลา
ที่ใช้ในกระบวนการ..... ระยะทางที่ใช้(ถ้ามี).....
- วัสดุที่เกี่ยวข้อง (ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
 1. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
 2. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
- รายละเอียดเกี่ยวกับสารเคมี
 1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
ราคา.....บาท/.....
- วัสดุ/ขยะ/ของเสียที่ออกจากกระบวนการ (เศษพืช ถุงพลาสติก กระดาษ ฯลฯ)
 1. ปริมาณ..... ต่อ..... การจัดการ.....
 2. ปริมาณ..... ต่อ..... การจัดการ.....
- รายละเอียดอื่นๆ/เอกสารแนบประกอบ/แหล่งข้อมูลอ้างอิง.....

การผลิตไบโอดีเซลสุญ่ค่า

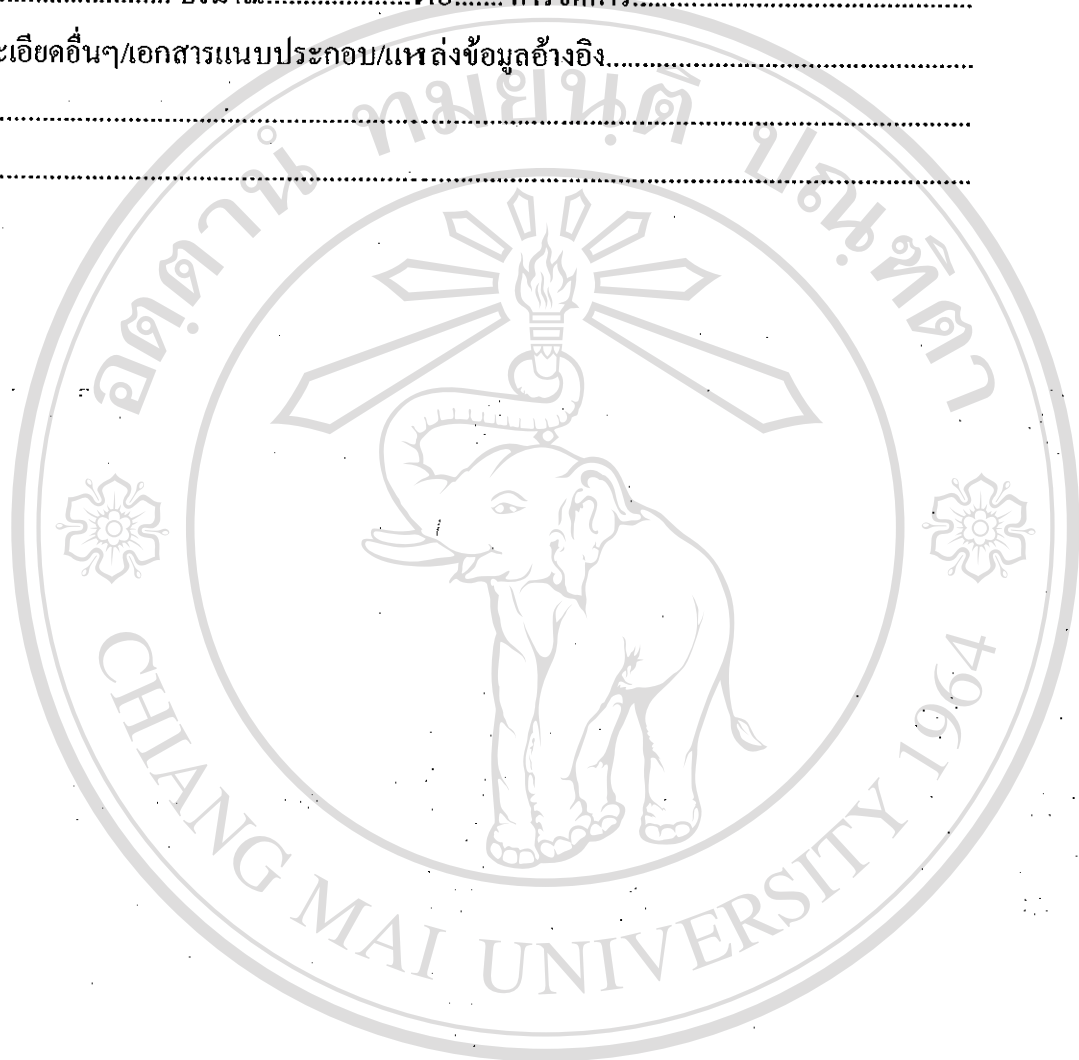
- คำบรรยายลักษณะงาน.....
.....
.....
- จำนวนแรงงาน.....คน ค่าแรง.....บาท/.....
- ปริมาณน้ำมันสุญ่ค่าที่เข้ากระบวนการบรรจุ.....ลิตร
- ปริมาณน้ำมันที่ได้หลังจากผ่านกระบวนการบรรจุ.....หน่วย(ขวด ฯลฯ).....
- สถานที่เก็บรักษา.....
- เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้
 1. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
เชื้อเพลิง/แหล่งพลังงาน..... อัตราสิ้นเปลือง.....
กำลังการผลิต..... เวลาที่ใช้ในกระบวนการ.....
 2. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
เชื้อเพลิง/แหล่งพลังงาน..... อัตราสิ้นเปลือง.....
กำลังการผลิต..... เวลาที่ใช้ในกระบวนการ.....
- รายละเอียดเกี่ยวกับสารเคมี
 1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
ราคา.....บาท/.....
- วัสดุที่เกี่ยวข้อง (ขวดพลาสติก ขวดแก้ว ฯลฯ)
 1. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
 2. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
- วัสดุ/ขยะ/ของเสียที่ออกจากกระบวนการ (เศษพืช กาก เปลือก ฯลฯ)
 1. ปริมาณ..... ต่อ..... การจัดการ.....
 2. ปริมาณ..... ต่อ..... การจัดการ.....
- รายละเอียดอื่นๆ/เอกสารแนบประกอบ/แหล่งข้อมูลอ้างอิง.....
.....
.....

ส่วนที่ 3 การทดสอบการใช้ไบโอดีเซลทดแทนน้ำมันดีเซล

การนำไบโอดีเซลมาทดสอบใช้กับเครื่องยนต์

- คำบรรยายลักษณะงาน.....
- จำนวนแรงงาน.....คน ค่าแรง.....บาท/.....
- เครื่องยนต์ที่ใช้
 1. ปริมาณน้ำมันสบู่น้ำมันที่ใช้ทดสอบ.....ลิตร อัตราส่วนผสมดีเซล.....
 ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
 อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง.....ระยะทางทดสอบ.....กม
 รอบการทำงานของเครื่องยนต์.....เวลาที่ใช้ทดสอบ.....
 2. ปริมาณน้ำมันสบู่น้ำมันที่ใช้ทดสอบ.....ลิตร อัตราส่วนผสมดีเซล.....
 ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
 อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง.....ระยะทางทดสอบ.....กม
 รอบการทำงานของเครื่องยนต์.....เวลาที่ใช้ทดสอบ.....
- เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้
 1. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
 เชื้อเพลิง/แหล่งพลังงาน.....อัตราสิ้นเปลือง.....
 กำลังการผลิต.....เวลาที่ใช้ในกระบวนการ.....
 2. ยี่ห้อ/ประเภท/รุ่น..... ราคา.....บาท
 เชื้อเพลิง/แหล่งพลังงาน.....อัตราสิ้นเปลือง.....
 กำลังการผลิต.....เวลาที่ใช้ในกระบวนการ.....
- รายละเอียดเกี่ยวกับสารเคมี
 1. ชนิด..... ปริมาณที่ใช้..... ความถี่ที่ใช้.....
 ราคา.....บาท/.....
- วัสดุที่เกี่ยวข้อง (ขวดพลาสติก ขวดแก้ว ฯลฯ)
 1. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....
 2. ปริมาณที่ใช้..... ราคา.....บาท/.....

- วัสดุ/ขยะ/ของเสียที่ออกจากกระบวนการ (เศษพืช กาก เปลือก ฯลฯ)
 1. ปริมาณ.....ต่อ..... การจัดการ.....
 2. ปริมาณ.....ต่อ..... การจัดการ.....
- รายละเอียดอื่นๆ/เอกสารแนบประกอบ/แหล่งข้อมูลอ้างอิง.....



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ

น.ส. ชลธิชา สุทธิบุตร

วัน เดือน ปี เกิด

12 มิถุนายน 2526

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาประถมศึกษา-มัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนดาราวิทยาลัย เชียงใหม่ ปีการศึกษา 2543

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2547

ทุนการศึกษา

ได้รับเงินสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย โครงการทุนอุดหนุนการวิจัย

แก่นักศึกษา ระดับอุดมศึกษา ปี พ.ศ. 2548

ทุนนักศึกษาแลกเปลี่ยนระยะสั้น JASSO ณ Muroran Institution of
Technology Japan เมษายน ถึง สิงหาคม 2550

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved