

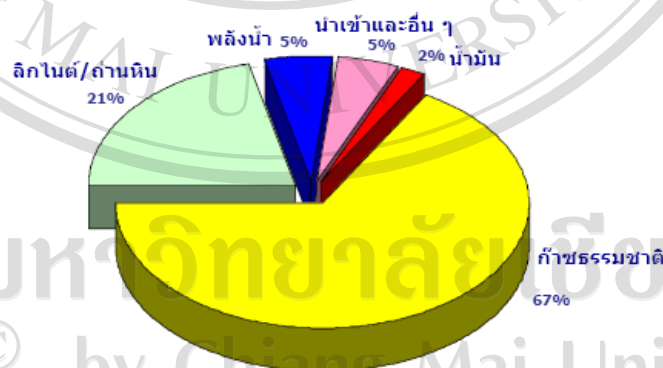
ภาคผนวก ก

การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)

จากบทที่ 2 ได้กล่าวถึงขั้นตอนของ LCA ไว้โดยละเอียดแล้ว ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการได้มาของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลชนิดอื่นได้แก่รายละเอียดเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิงที่นำไปใช้ในซอฟต์แวร์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตด้วยวิธี EDIP 2003 V1.00 ส่วนที่สอง คือข้อมูลมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงหลักการและตัวอย่างวิธีการคำนวณผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น

ก1 รายละเอียดเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิง

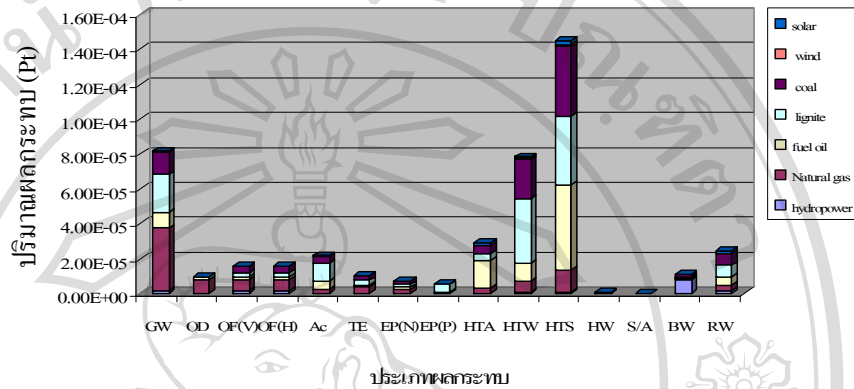
จากผลการประเมินในบทที่ 4 จะเห็นได้ว่า ในกระบวนการที่ก่อให้เกิดผลกระทบส่วนใหญ่ มาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งในการวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากพลังงานไฟฟ้านั้นจำเป็นต้องมีการปันส่วนข้อมูลเนื่องจากพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย ได้อาศัยเชื้อเพลิงหลายประเภทในการผลิตดังแสดงรูปที่ ก1



รูป ก1 การปันส่วนการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยประจำปี 2550 จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง (สำนักงานนโยบายและแผนพัฒนาพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2550)

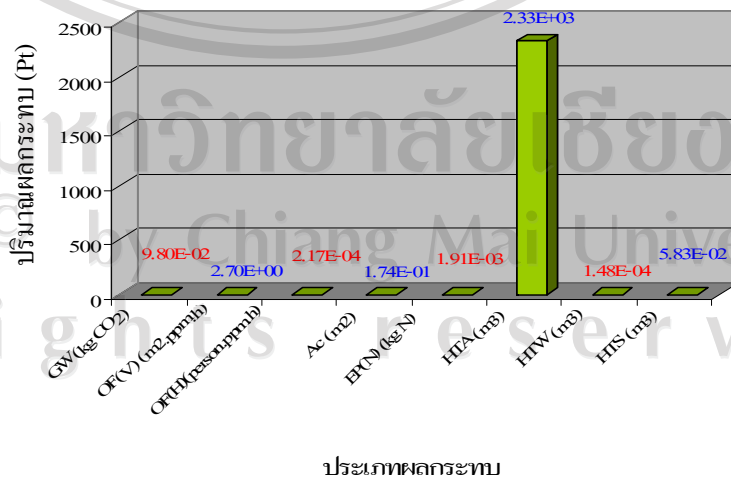
เมื่อวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของพลังงานไฟฟ้าจากที่มาของเชื้อเพลิงพลังงานในแต่ละประเภทที่ให้ค่าพลังงานเท่ากันที่ 1 kWh โดยวิธี EDIP 2003 V1.00 พบว่า พลังงานจาก

ไฟฟ้าที่ได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดประเภท HTS GW และ HTW ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลกระทบที่เกิดจากการใช้น้ำมันเตา ถ่านหิน และถ่านหิน ในขณะที่การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังลม พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานน้ำ นั้นก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพียงเล็กน้อย ดังแสดงปริมาณผลกระทบประเภทต่างๆ ในรูปที่ ก2



รูปที่ ก2 ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภท
ผลิตไฟฟ้า 1 kWh ในประเทศไทย

จากที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 ในส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลในการศึกษาวิจัยนี้ สถานประกอบการผลิตพลังงานไฟฟ้าใช้เอง โดยใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดจากกระบวนการผลิตไฟฟ้า จากรูปที่ ก3 จะเห็นได้ว่าผลกระทบส่วนใหญ่ที่เกิด คือ HTA OF(V) และ Ac



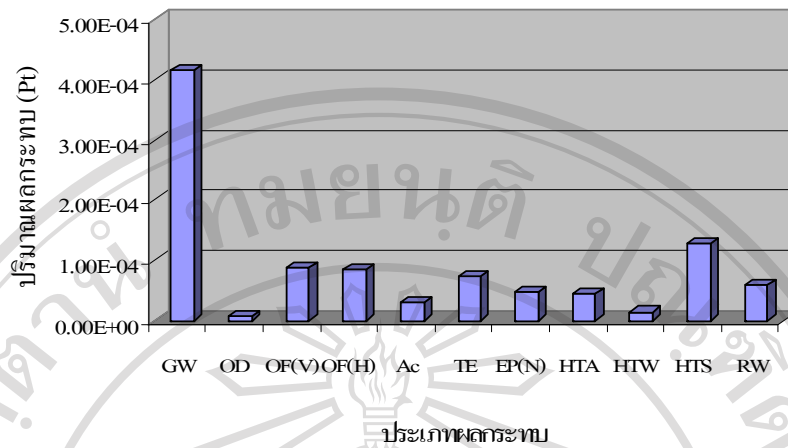
รูปที่ ก3 ปริมาณผลกระทบในแต่ละประเภทที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า 1 kWh จากเส้นใยปาล์ม

ในส่วนของฐานข้อมูลน้ำมันดีเซล ที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกับ
ไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน ที่ได้นั้นแสดงดังตารางที่ ก1

ตารางที่ ก1 ปริมาณวัสดุที่นำมาผลิตน้ำมันดีเซล 1 ลิตร

Material (Unit: kg)	Process	
	Fuel Procurement	Construction
Crude oil	7.83E-03	9.39E-03
Coal	7.31E-02	6.72E-02
Natural gas	2.53E-02	7.56E-03
Uranium	1.24E-07	1.92E-07
Iron ore	6.43E-02	5.86E-02
Bauxite	1.08E-04	1.00E-06
Copper ore	5.10E-05	9.43E-07
Magnesium	5.44E-09	4.60E-08
Manganese ore	5.08E-05	4.46E-05
Chromium ore	3.06E-05	2.69E-05
Nickel ore	1.91E-05	1.68E-05
Lime stone	1.12E-03	9.90E-04
Halite	1.56E-06	2.38E-08
Feldspar	3.30E-06	2.34E-06
Dolomite	6.40E-05	5.82E-05
Silica	1.11E-04	1.01E-04
Sulfur	5.57E-07	5.72E-10
Industrial Water	3.29E-04	5.66E-04

เมื่อนำข้อมูลบัญชีรายการการผลิตน้ำมันดีเซล มาประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
ตลอดวัฏจักรชีวิต โดยรวมในส่วนของการใช้งานน้ำมันดีเซลด้วยแล้วนั้น ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ ก4
จะเห็นว่าผลกระทบหลักที่เกิดขึ้นนั้น คือ GW



รูปที่ ก4 ปริมาณผลกระทบในแต่ละประเภทที่เกิดตลอดวัฏจักรชีวิตของน้ำมันดีเซล 1 ลิตร

ก2 ข้อมูลมาตรฐานและตัวอย่างการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยวิธี

EDIP 2003 V1.00

การประเมินวัฏจักรชีวิต (LCIA) ตามวิธีการ EDIP 2003 V1.00 ประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอนที่กล่าวถึงรายละเอียดแล้วในบทที่ 2 ในที่นี้ได้กล่าวถึงขั้นตอนทั้งสามในบางส่วนเพื่อทบทวนความเข้าใจก่อนที่จะแสดงหลักการคำนวณผลกระทบ ซึ่งเป็นวิธีเดียวกันกับการคำนวณผลกระทบของซอฟต์แวร์ที่เลือกใช้

- การจำแนกประเภทและการกำหนดบทบาท (Classification and characterization)

คือขั้นตอนการจำแนกกลุ่มของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม กำหนดบทบาท และแปลงข้อมูลที่ถูกจำแนกประเภทว่าก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมว่าเป็นทางด้านใดให้อยู่ในรูปค่าความสามารถในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารดังกล่าว 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)

- 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 ที่เกิดจากการกระทำของคนหนึ่งคนต่อปีมีค่าแสดงดังตารางที่ ก2

- 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 M. Hauschild and Potting, J., 2003 ดังแสดงค่าในตาราง ก2

ตารางที่ ก2 EDIP 2003 V1.00 normalization and weighting factor

Impact categories	Unit (ER _j)	$\left(\frac{1}{T \times ER_j}\right)$	Weighting factor (WF _j)
Global warming 100a	kg CO ₂ -eq./kg/person/year	1.15E-04	1.3
Ozone depletion	kg CFC-11-eq./kg/person/year	9.71E+00	23
Ozone formation (Vegetation)	m ² .ppm.h / kg/person/year	7.14E-06	1.2
Ozone formation (Human)	person.ppm.h / kg/person/year	1.00E-01	1.2
Acidification	m ² /kg/person/year	4.55E-04	1.3
Terrestrial eutrophication	m ² /kg/person/year	4.76E-04	1.2
Aquatic eutrophication EP(N)	kg N/kg/person/year	8.33E-02	1.2
Aquatic eutrophication EP(P)	kg P/kg/person/year	2.44E+00	1.2
Human toxicity air	m ³ /kg/person/year	5.88E-09	2.8
Human toxicity water	m ³ /kg/person/year	1.69E-05	2.5
Human toxicity soil	m ³ /kg/person/year	3.23E-03	2.5
Ecotoxicity water chronic	m ³ /kg/person/year	0.00E+00	0
Ecotoxicity water acute	m ³ /kg/person/year	0.00E+00	0
Ecotoxicity soil chronic	m ³ /kg/person/year	0.00E+00	0
Hazardous waste	kg/kg /person/year	4.83E-02	1.1
Slags/ashes	kg/kg/person/year	2.86E-03	1.1
Bulk waste	kg/kg/person/year	7.41E-04	1.1
Radioactive waste	kg/kg/person/year	2.86E+01	1.1

ที่มา: EDIP 2003 V1.00 method, SimaPro software 2007

ตัวอย่างการคำนวณ จากการประเมินผลกระทบ จะได้ผลกระทบทางตรงของ CO ที่เกิดตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน 1 ลิตร เท่ากับ 1.13E-02 kg สามารถหาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมได้ดังนี้

1. Classification and characterization สำหรับขั้นตอนนี้ได้จำแนกประเภทและบทบาทของผลกระทบของ M. Hauschild and Potting, J. 2003 V1.00 classification and

characterization index พบว่า Carbon monoxide ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 4 ประเภท โดยมีค่าเทียบเท่าผลกระทบดังนี้

GW	1 kg CO =	2 kg Carbon dioxide
OF(V)	1 kg CO =	55 m ² .ppm.h
OF(H)	1 kg CO =	0.004425 person.ppm.h
HTA	1 kg CO =	47480 m ³

จากสมการที่ 2.1 สามารถคำนวณหา EP_{GW} ในการเกิดผลกระทบประเภท GW ได้ดังนี้

$$EP_{GW} = \sum (Q_{CO} \times EF_{GW})$$

$$EP_{GW} = (1.13E-02 \times 2)$$

$$EP_{GW} = 0.023 \text{ kg CO}_2$$

จากผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าปริมาณ CO 1.13E-02 kg จากกระบวนการที่เราศึกษามีค่าเทียบเท่า CO₂ 0.023 kg ในการก่อให้เกิดผลกระทบประเภท GW

2. Normalization สำหรับตัวอย่างการคำนวณผลกระทบของ CO ในขั้นตอนนี้จะอาศัยค่าจากตัวอย่างในขั้นตอนก่อนหน้านี้มาใช้ คือ EP_{CO} เท่ากับ 0.023 kg CO₂ เมื่ออายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์เป็น 1 ปี และค่า $\frac{1}{T \times ER_{CO}}$ ของประเภทผลกระทบ GW เป็นดังตารางที่ ก

1 ดังนั้นจากสมการที่ 2.2 จะได้ว่า

$$NP_{GW} = EP_{CO} \times \frac{1}{T \times ER_{CO/GW}}$$

$$NP_{GW} = 0.023 \times 1.15E-04$$

$$NP_{GW} = 2.64E-06 \text{ person}$$

หรือกล่าวได้ว่าค่าปกติทางศักยภาพผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมประเภท GW ของ CO ที่เกิดขึ้นจากระบบ มีค่าเท่ากับ 2.64E-06 person

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

$$WP_{GW} = WF_{GW} \times NP_{GW}$$

$$WP_{GW} = 1.3 \times 2.64E-06$$

$$WP_{GW} = 3.43E-06 \text{ (Person for target year: Pt.)}$$

กล่าวได้ว่า CO จากระบบที่เราพิจารณานั้น ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็น 3.43E-06 Person for target year (Pt) นั่นเอง

ในส่วนของผลกระทบประเภทอื่นๆ ที่เกิดจาก CO นั้นก็มีวิธีการคำนวณโดยใช้หลักการเดียวกันกับผลกระทบประเภท GW ดังที่ได้แสดงไว้ เมื่อหาค่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจากระบบการในระบบที่ศึกษาจนครบทุกมลพิษตามประเภทผลกระทบที่ได้พิจารณาแล้ว ผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตนั้นก็หาได้จากการรวมผลกระทบย่อยที่มีหน่วยเป็น Pt ในทุกกระบวนการและทุกประเภทผลกระทบรวมเข้าด้วยกัน

ภาคผนวก ข

การประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Costing: LCC)

ในการการวิเคราะห์ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของไบโอดีเซลปาล์มน้ำมันได้อาศัยรูปแบบการวิเคราะห์ดังนี้

$$LCC = C_C + C_O + C_M + C_F + C_R - S \quad (1)$$

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 ได้ เมื่อทราบค่าเงินในอนาคตที่ปีใด ๆ (F_n) สามารถเปลี่ยนมูลค่าของเงินในอนาคตให้เป็นมูลค่าปัจจุบันได้จากสมการที่ (2)

$$P = F_n \times \frac{(1 + e)^n}{SCA} \quad (2)$$

SCA คือ Single Compound Amount factor สามารถหาได้จาก

$$SCA = (1 + i)^n \quad (3)$$

เมื่อ	P	=	มูลค่าปัจจุบัน (บาท)
	F_n	=	ค่าใช้จ่ายในปีอนาคต (บาท)
	i	=	ค่าอัตราดอกเบี้ย (ร้อยละ)
	n	=	อายุสิ้นสุดโครงการ (ปี)
	e	=	อัตราการเพิ่มขึ้น (ร้อยละ) ของค่าใช้จ่ายนั้นๆ

การคำนวณต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมันของระบบ คำนวณได้โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐาน ดังนี้

1. เงินลงทุนเบื้องต้น (Capital cost) ประกอบด้วยต้นทุนสามส่วนคือ ต้นทุนทาง การเกษตร การผลิตไบโอดีเซลและการใช้ไบโอดีเซลปาล์มน้ำมัน
2. กำหนดให้พื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันเป็น 5,829 ไร่ผลผลิต 2,900 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เพียงพอในการผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมัน 3,000,000 ลิตรต่อปี และพื้นที่ในการสร้าง โรงเรือน 194 ไร่
3. กำหนดให้ในแต่ละปีระบบทำงานได้ 300 วัน การทำงานวันละ 8 ชั่วโมง
4. กำหนดให้ราคาเครื่องจักรและสารเคมีใช้ในการผลิตมีราคาคงที่ตลอดอายุโครงการ
5. อายุของโครงการเป็น 25 ปี โดยอายุของแปลงปลูกปาล์มน้ำมันเป็น 25 ปี
6. อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ ของธนาคารพาณิชย์ ประจำวันที่ 1 สิงหาคม 2551 7.5% ต่อปี (ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย
(<http://www.bot.or.th/Thai/Pages/BOTDefault.aspx>)
7. ราคาไฟฟ้า (รวม vat) ปี 2551 ราคา 3.17 บาท/kWh (ราคาจำหน่ายไฟฟ้าเฉลี่ยต่อ หน่วย สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย
8. อัตราการเพิ่มขึ้นของเชื้อเพลิงเท่ากับ (Escalation rate) 5% ต่อปี (ที่มา : ค่าเฉลี่ยอัตรา น้ำมันดีเซลที่เพิ่มในช่วงปี พ.ศ. 2547 -2549)
9. อัตราการเพิ่มขึ้น (Escalation rate) ของค่าบำรุงรักษาเท่ากับ 3% ต่อปี (จาก Asian Development Outlook 2006
<http://www.adb.org/Documents/Books/ADO/2006/tha.asp>)
10. กำหนดให้มูลค่าซากของเครื่องจักรเท่ากับ 5% ของเงินลงทุนเบื้องต้น
11. ค่าเสื่อมราคาของอาคารและสิ่งปลูกสร้างเป็น 3% ต่อปี (ที่มา: ราคาประเมินค่าก่อสร้าง อาคาร พ.ศ.2550 โดยสมาคมผู้ประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย)

รายละเอียดในการวิเคราะห์และการคำนวณต้นทุนแต่ละประเภทเมื่อกำหนดอายุการใช้ งานของเครื่องจักรในกระบวนการดังตารางที่ 1x ดังนี้

ตารางที่ ข1 รายการและอายุการใช้งานของอาคารและเครื่องจักร

ลำดับ	รายการ	อายุการใช้งาน
1	อาคารผลิตน้ำมันปาล์มดิบ	20-25
2	เครื่องนึ่งปาล์ม	20-25
3	เครื่องนวดปาล์ม	20-25
4	เครื่องบีบน้ำมันปาล์ม	20-25
5	เครื่องกรองแยกน้ำมัน (Clarification Station)	20-25
6	เครื่องสกัดความชื้น	20-25
7	เครื่องกะเทาะกะลา	20-25
	ชุดผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมันประกอบด้วย	
8	อาคารผลิตไบโอดีเซล	20-25
9	ถังเก็บน้ำมันปาล์มดิบ	20-25
10	ถังลดกรดและถังน้ำล้าง	20-25
11	ถังผสมกรดฟอสฟอริก	20-25
12	ถังผสมโซดาไฟ	20-25
13	ถังเก็บไอน้ำ	20-25
14	ถังเก็บน้ำมันปาล์มดิบลดกรดแล้ว	20-25
15	ถังปฏิกรณ์	20-25
16	ถังผสมเมทานอลและ โซดาไฟ	20-25
17	ถังเก็บกลีเซอรอลดิบ	20-25
18	ถังพักน้ำมันหลังกรอง	20-25
19	ถังเก็บไบโอดีเซล	20-25
20	ถังแยกสารอินทรีย์	20-25
21	ถังสารละลายกรดเกลือ	20-25
22	ถังแยกชั้นและทำให้เป็นกลาง	20-25
23	ถังเก็บกลีเซอรอลเหลว	20-25
24	เครื่องกรองแบบผ้า	20-25
25	ถังพักกลีเซอรอลเหลว	20-25
26	ชุดระเหยแอลกอฮอล์และน้ำจากกลีเซอรอล	20-25

ตารางที่ ข1 รายการและอายุการใช้งานของอาคารและเครื่องจักร (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	อายุการใช้งาน
27	หอกลิ้นสูญญากาศ	20-25
28	ถังอุ่นร้อน	20-25
29	ถังเก็บก๊ลิเซอร์อลบรีสุทธิ	20-25
30	เครื่องควบแน่น	20-25
31	ถังเก็บเมทานอล	20-25
32	ถังน้ำล้าง	20-25
33	ถังน้ำร้อน	20-25
34	ถังเติมกรดในน้ำล้างก่อนเข้าระบบบำบัด	20-25
35	ระบบน้ำ	20-25
36	ถังกรองเกลือและถังพัก	20-25
37	ระบบไฟฟ้า	20-25
38	ระบบให้ความร้อน	20-25

ข1. ต้นทุนคงที่ (C_c)

ต้นทุนคงที่ หรือเงินลงทุนเริ่มต้นของโครงการ คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นครั้งแรกของการลงทุนโดยจะไม่เกิดขึ้นอีกเมื่อเริ่มดำเนินการผลิต และไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิต จากวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมันสามารถจำแนกต้นทุนคงที่ได้ดังนี้

- (1) โรงเรือนสำหรับสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (รวมเครื่องจักรและระบบสาธารณูปโภคภายในโรงเรือน)

จำนวน 1 หลัง
มูลค่า 270 ล้านบาท

รวมมูลค่าเงินลงทุนโรงเรือน = $1 \times 270,000,000$ บาท
= 270,000,000.00 บาท

- (2) โรงเรือนสำหรับผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมัน (รวมเครื่องจักรและระบบสาธารณูปโภคภายในโรงเรือน)

จำนวน 1 หลัง
มูลค่า 18.5 ล้านบาท

$$\begin{aligned} \text{รวมมูลค่าเงินลงทุนจากโรงเรือน} &= 1 \times 18,500,000 \text{ บาท} \\ &= 18,500,000.00 \text{ บาท} \end{aligned}$$

(3) ค่าใช้จ่ายในการเตรียมดิน ขุดหลุม

$$\begin{aligned} \text{จำนวน} & 5,829 \text{ ไร่} \\ \text{ค่าใช้จ่าย(เหมาจ่าย)} & 110 \text{ บาท/ไร่} \\ \text{รวมมูลค่าเงินลงทุนจากการเตรียมดิน} &= 5,829 \times 110 \text{ บาท} \\ &= 641,190.00 \text{ บาท} \end{aligned}$$

(4) มูลค่าต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ปลูกรวม 22 ต้น/ไร่ ปลูกรวม 5,829 ไร่

$$\begin{aligned} \text{จำนวน} & 22 \times 5,829 \text{ ต้น} = 128,283 \text{ ต้น} \\ \text{ราคาต้นกล้า} & 70 \text{ บาท/ต้น} \\ \text{รวมมูลค่าต้นกล้าปาล์มน้ำมัน} &= 128,283 \times 70 \text{ บาท} \\ &= 8,979,810.00 \text{ บาท} \end{aligned}$$

(5) ค่าจ้างปลูกรวมต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

$$\begin{aligned} \text{จำนวน} & 5,829 \text{ ไร่} \\ \text{ค่าใช้จ่าย} & 220 \text{ บาท/ไร่} \\ \text{รวมค่าจ้างในการปลูกรวมต้นกล้าปาล์มน้ำมัน} &= 5,829 \times 220 \text{ บาท} \\ &= 1,282,380.00 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\text{รวมมูลค่าต้นทุนคงที่ (มูลค่าปัจจุบัน)} = 299,403,380.00 \text{ บาท}$$

ข2. ต้นทุนในการดำเนินการ (C_o)

ต้นทุนในการดำเนินการ คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อเริ่มดำเนินการผลิต เกิดขึ้นเป็นค่าใช้จ่ายรายปีจากระบบสามารถจำแนกได้ดังนี้

(1) ค่าเช่าที่ดิน

$$\begin{aligned} \text{จำนวนพื้นที่} & 5,829 \text{ ไร่} \\ \text{ค่าใช้จ่ายในการเช่าที่ดิน} & 381.19 \text{ บาท/ไร่/ปี} \\ \text{รวมค่าใช้จ่ายรายปีในการเช่าที่ดิน} &= 5,829 \times 381.19 \text{ บาท} \\ &= 2,221,956.51 \text{ บาท} \end{aligned}$$

(2) ค่าใช้จ่ายในการดูแลแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน (แรงงานในการ ใช้น้ำ ใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช
กำจัดแมลง ตัดแต่งกิ่ง ค่าสารเคมี)

- ค่าแรงงาน

ดูแลรักษา = 596.96 บาท/ไร่

= $5,829 \times 596.96$ บาท

= 3,479,679.84 บาท

เก็บเกี่ยว = 846.22 บาท/ไร่

= $5,829 \times 846.22$ บาท

= 4,932,616.38 บาท

รวม = 8,412,296.22 บาท

- ค่าวัสดุ

ค่าปุ๋ย = 1,634.14 บาท/ไร่

= $5,829 \times 1,634.14$ บาท

= 9,525,402.06 บาท

ค่าสารเคมี = 194.83 บาท/ไร่

= $5,829 \times 194.83$ บาท

= 1,135,664.07 บาท

ค่าอุปกรณ์การเกษตร = 64.59 บาท/ไร่

= $5,829 \times 64.59$ บาท

= 376,495.11 บาท

รวม = 11,037,561.24 บาท

รวมค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน = 19,449,857.46 บาท

(3) ค่าจ้างแรงงานในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

วิศวกรโรงงาน 3 คน

ค่าจ้าง 10,500 บาท/เดือน

รวมค่าแรงรายปี = $3 \times 10,500 \times 12$ = 378,000.00 บาท

ปริมาณแรงงาน 3 คน

ค่าจ้าง	250 บาท/วัน		
รวมค่าแรงรายปี	$= 3 \times 250 \times 300$	$=$	225,000.00 บาท

ค่าจ้างแรงงานในการผลิตไบโอดีเซล

ปริมาณแรงงาน	3 คน		
ค่าจ้าง	8,700 บาท/เดือน		
รวมค่าแรงรายปี	$= 3 \times 8,700 \times 12$	$=$	313,200.00 บาท
รวมค่าจ้างแรงงานทั้งหมด	$= 916,200$		บาท

(4) ค่าสารเคมีที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจำนวน 10,000 ลิตร/วัน หรือ 3,000,000 ลิตร/ปี

	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย		รวมมูลค่า
Methanol	781,000.00 kg	23.54 บาท	$=$	18,384,740.00 บาท
NaOH	53,624.00 kg	22.00 บาท	$=$	1,179,728.00 บาท
H ₃ PO ₄	27,800.00 kg	34.00 บาท	$=$	945,200.00 บาท
น้ำ	2,610,000 kg	0.013 บาท	$=$	33,930.00 บาท
รวมค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีรายปี			$=$	20,543,598.00 บาท

(5) ค่าใช้จ่ายสำนักงาน $= 10,000.00$

รวมต้นทุนในการดำเนินการ (ค่าใช้จ่ายรายปี) $= 43,141,611.97$ บาท

จากข้อมูล C_o สามารถหามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการดำเนินการได้ดังสมการที่ 2
เมื่อ $n = 25, i = 0.075, e = 3\%$

$$P = Fn \times \frac{(1+e)^n}{(1+i)^n}$$

$$= 43,141,611.97 \times \frac{(1+0.03)^{25}}{(1+0.075)^{25}}$$

$$PC_o = 648,432,032.06 \text{ บาท}$$

ข3. ต้นทุนในการซ่อมบำรุง (C_M)

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

(1) โรงเรือน อายุการใช้งาน 25 ปี

มูลค่าโรงเรือนสกัดน้ำมันปาล์มดิบในปีก่อนดำเนินการ = 1,000,000.00 บาท

ค่าซ่อมบำรุงต่อปี 5% ของมูลค่าเริ่มต้น

$$= 0.05 \times 1,000,000.00 = 50,000.00 \text{ บาท}$$

มูลค่าโรงเรือนผลิตไบโอดีเซลในปีก่อนดำเนินการ = 1,000,000.00 บาท

ค่าซ่อมบำรุงต่อปี 5% ของมูลค่าเริ่มต้น

$$= 0.05 \times 1,000,000.00 = 50,000.00 \text{ บาท}$$

(2) พาหนะ อายุการใช้งาน 25 ปี

มูลค่าเริ่มต้น = 400,000.00 บาท

ค่าซ่อมบำรุงต่อปี 5% ของมูลค่าเริ่มต้น

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

(4) เครื่องจักร อายุการใช้งาน 25 ปี

มูลค่าเริ่มต้น $\times$ ค่าซ่อมบำรุง (%)

ชุดสกัดน้ำมันปาล์มดิบ $269,000,000.00 \times 0.10 = 26,900,000.00$ บาท

ชุดผลิตไบโอดีเซล $17,500,000.00 \times 0.10 = 1,750,000.00$ บาท

จากข้อมูลข้างต้นสามารถหาค่าต้นทุนซ่อมบำรุงของเครื่องจักร ได้ดังนี้

เมื่อ $n = 25$, $e = 3\%$ และ $i = 0.075$

$$PC_M = Fn \times \frac{(1+e)^n}{(1+i)^n}$$

$$= 28,770,000 \times \frac{(1+0.03)^{25}}{(1+0.075)^{25}}$$

$$PC_M = 432,422,172.25 \text{ บาท}$$

ข4. ต้นทุนพลังงาน (C_F)

จากตาราง 2ข แสดงความต้องการพลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักรในแต่ละหน่วยการผลิต ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ให้ได้ปริมาณ 3,157,896 ลิตร ซึ่งเพียงพอสำหรับการผลิต ไบโอดีเซล 1 ปี

ตาราง ข2 ปริมาณความต้องการไฟฟ้าของเครื่องจักรในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

Station	Power			
	I(A)	V(V)	P(kW)	P(kWh)
Fruit Reception & Storage	15	380	7.90	3222.35
Sterilizer Station (50 ton/2 h)	65	380	34.22	23169.86
Threshing Station (45 ton/h)	200	380	105.31	39594.91
Pressing Station (15 ton/h)	180	380	94.78	74777.51
Clarification Station	130	380	68.45	27927.05
Storage Tank	13.50	380	7.11	2900.12
Kernel Recovery Station (6 ton/h)	395	380	207.98	76120.15
Raw Water Treatment Plant	30	380	15.80	6444.70
Boiler	240	380	126.37	51557.62
Boiler water Treatment	35	380	18.43	7518.82
Capacitor Bank	420	380	221.14	90225.84
Total				403458.92

(1) ชุมผลิตไบโอดีเซล

ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ = 403,458.92 kWh

ค่าไฟฟ้าในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ปี = 1,278,965 บาท

ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ต่อการผลิตไบโอดีเซล 1 ลิตร = 0.00068 kWh

ปริมาณการผลิตไบโอดีเซลเป็น 3,000,000 ลิตร/ปี

ปริมาณไฟฟ้าในการผลิตไบโอดีเซลต่อปี = 2,040 kWh

ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเริ่มต้น = 3.17 บาท

ค่าไฟฟ้าตลอดปี = 6,467 บาท

รวมค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลตลอดทั้งปี = 1,285,432 บาท

(2) ต้นทุนเชื้อเพลิง

ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ = 77,610 ลิตร

ราคาต่อลิตร = 33.04 บาท

ค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ตลอดทั้งปี = 2,564,235 บาท

มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถคำนวณได้ดังนี้

เมื่อ $n = 25$, $e = 3.13\%$ และ $i = 0.075$

$$PC_F 1 = Fn \times \frac{(1+e)^n}{(1+i)^n}$$

$$= 1,014,622 \times \frac{(1+0.0313)^{25}}{(1+0.075)^{25}}$$

$$PC_F 1 = 19,502,506.18 \text{ บาท}$$

มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงสามารถคำนวณได้ดังนี้

เมื่อ $n = 25$, $e = 5\%$ และ $i = 0.075$

$$PC_F 2 = Fn \times \frac{(1+e)^n}{(1+i)^n}$$

$$= 2,564,235 \times \frac{(1+0.05)^{25}}{(1+0.075)^{25}}$$

$$PC_F 2 = 44,543,149.45 \text{ บาท}$$

ดังนั้น

$$PC_F = PC_F 1 + PC_F 2$$

$$PC_F = 19,502,506.18 + 44,543,149.45$$

$$PC_F = 64,045,655.64 \text{ บาท}$$

ข5. ต้นทุนในการทำลายทิ้ง (C_R)

ต้นทุนในการทำลายทิ้ง คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเปลี่ยนหรือแทนที่เครื่องจักรที่หมดอายุการใช้งานด้วยเครื่องจักรเครื่องใหม่ หรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการกำจัดสิ่งของที่ไม่ต้องการแล้วที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าซากขึ้น ในที่นี้กำหนดว่าเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการนั้นก่อให้เกิดรายรับในรูปของมูลค่าซากหลังหมดอายุการใช้งานทั้งหมด ในที่นี้เกิดขึ้นในปีที่ 25 เมื่อเครื่องจักรหมดอายุการใช้งาน สามารถจำแนกต้นทุนในการแทนที่และทำลายทิ้งได้ดังนี้

(1) เครื่องจักร

ราคาต่อหน่วยเท่ากับมูลค่าการแทนที่แต่เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดอายุโครงการ

ชุดสเก็คน้ำมันปาล์มดิบ ราคาต่อหน่วย = 269,000,000.00 บาท

ชุดผลิตไบโอดีเซล = 17,500,000.00 บาท

(2) อุปกรณ์สำนักงาน = 20,000.00 บาท

มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนที่เกิดจากการเปลี่ยนเครื่องจักรเมื่อสิ้นสุดอายุโครงการ สามารถคำนวณได้ดังนี้

เมื่อ $i = 0.075$, $n=25$

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

$$= 286,520,000 \times \frac{1}{(1+0.075)^{25}}$$

$$PC_R = 46,983,280.40 \text{ บาท}$$

ข6. มูลค่าซากของเครื่องจักร (S)

มูลค่าซาก (Salvage value) คือมูลค่าของทรัพย์สิน ซึ่งถูกจำหน่ายออกไปแยกต่างหากจากที่ดิน ซึ่งไม่มีการพิจารณาที่จะคงการใช้ประโยชน์ในทรัพย์สิน หากไม่มีการปรับปรุงซ่อมแซมหรือดัดแปลงพิเศษใดๆ มูลค่าที่ประเมินอาจเป็นมูลค่าก่อนหรือหลังการหักค่าใช้จ่ายในการขายก็ได้ หากเป็นมูลค่าหลังหักค่าใช้จ่ายขาย มูลค่าที่ได้จะเป็นมูลค่าสุทธิจากการขาย (Net Realizable Value) โดยในที่นี้กำหนด มูลค่าซากของเครื่องจักรเอาไว้ 1 ปี ของอายุการใช้งานของเครื่องจักร จะเกิดขึ้นในปีที่ 25 คือปีที่สิ้นสุดอายุโครงการ และสำหรับอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างในรูปของโรงงาน กำหนดค่าเสื่อมราคาเป็น 3% ต่อปี

สามารถหามูลค่าซากจากสมการ

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

(1) โรงเรือน				
มูลค่าโรงเรือนในปีก่อนดำเนินการ	=	1,000,000.00	บาท	
ค่าเสื่อมราคา 3% ต่อปี	=	30,000	บาท	
(2) พาหนะ				
มูลค่าเริ่มต้น	=	400,000.00	บาท	
มูลค่าซาก $1/25$ ของมูลค่าเริ่มต้น	=	$0.04 \times 400,000.00$	=	16,000.00 บาท
(3) เครื่องจักร				
มูลค่าเริ่มต้น $\times (1/\text{อายุการใช้งาน})$				
ชุดสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	$269,000,000 \times 0.04$	=	10,760,000	บาท
ชุดผลิตไบโอดีเซล	$17,500,000 \times 0.04$	=	700,000.00	บาท

มูลค่าปัจจุบันของมูลค่าซากที่เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดโครงการสามารถคำนวณได้ดังนี้
เมื่อ $i = 0.075$ และ $n = 25$

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

$$S = 11,506,000 \frac{1}{(1 + 0.075)^{25}}$$

$$S = 1,886,743.07 \text{ บาท}$$

จาก $LCC = C_C + C_O + C_M + C_F + C_R - S$

จะได้ $LCC = 299,403,380.00 + 648,432,032.06 + 432,422,172.25 +$
 $64,045,655.64 + 46,983,280.40 - 1,886,743.07$
 $= 1,489,399,778 \text{ บาท}$

ดังนั้นต้นทุนในการผลิตไบโอดีเซล 1 ลิตร มีค่า

$$= \frac{1,489,399,778}{75,000,000}$$

$$= 19.86 \text{ บาท}$$



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

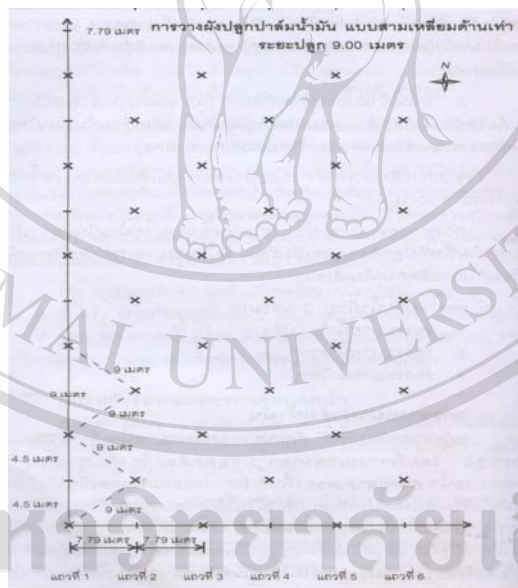
ภาคผนวก ค

เครื่องจักร

ในระบบการผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมันนั้น ได้พิจารณาถึงเครื่องจักรและเครื่องมือที่เกี่ยวข้องในการศึกษา LCA และ LCC โดยแบ่งการพิจารณา ออกเป็นสามช่วงกระบวนการได้แก่ กระบวนการทางการเกษตร การผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมัน และการใช้งานเป็นดังนี้

ค1. เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการทางการเกษตรกรรม

แปลงปลูกปาล์มน้ำมัน พื้นที่ทั้งหมดที่ใช้ในการปลูก 5,845 ไร่ ระยะห่างระหว่างต้น 9x9 เมตร โดยพื้นที่ 1 ไร่ปลูกต้นปาล์มน้ำมันทั้งหมด 22 ต้น แสดงดังรูปที่ ค1



รูป ค1 การวางแผนปลูกต้นปาล์มน้ำมัน

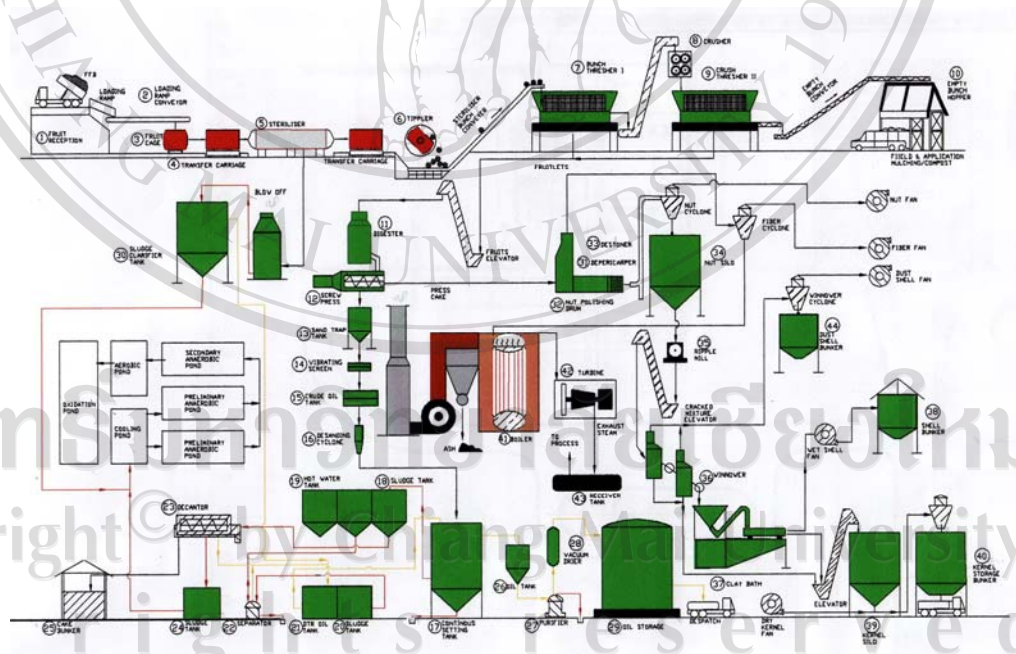
ในการเก็บเกี่ยวผลผลิตนั้นต้องใช้เสียมที่มีขนาดด้ามสั้น-ยาว ตามความสูงของต้นปาล์มน้ำมัน โดยเครื่องมือที่ใช้ แสดงดังรูป ค2



รูป ค2 อุปกรณ์เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน

ค2 เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมัน

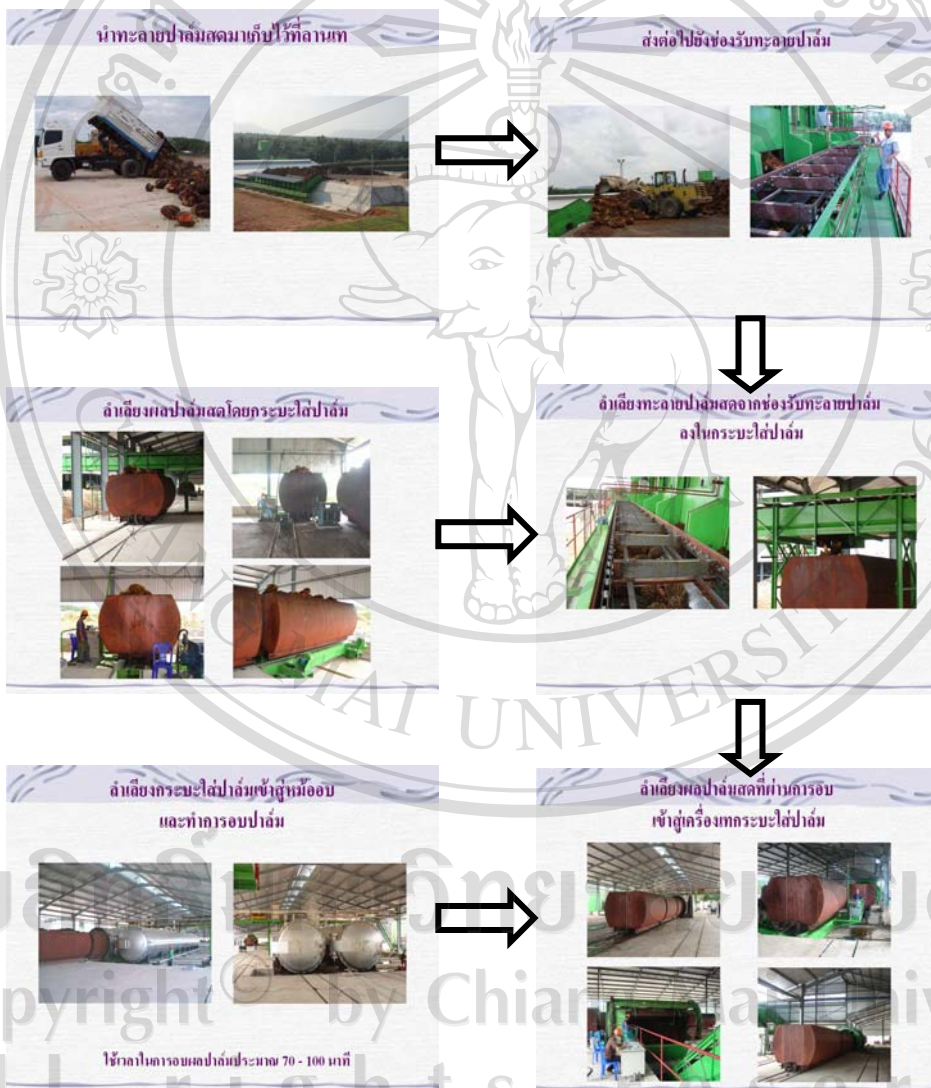
อาคารหรือโรงเรือน อาคารหรือโรงเรือนนี้ เป็นพื้นที่ใช้สำหรับการผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมันเริ่มตั้งแต่การรับผลปาล์มน้ำมัน การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และ Transesterification จนได้ไบโอดีเซลปาล์มน้ำมัน โดยมีรายละเอียดดังรูป ค3

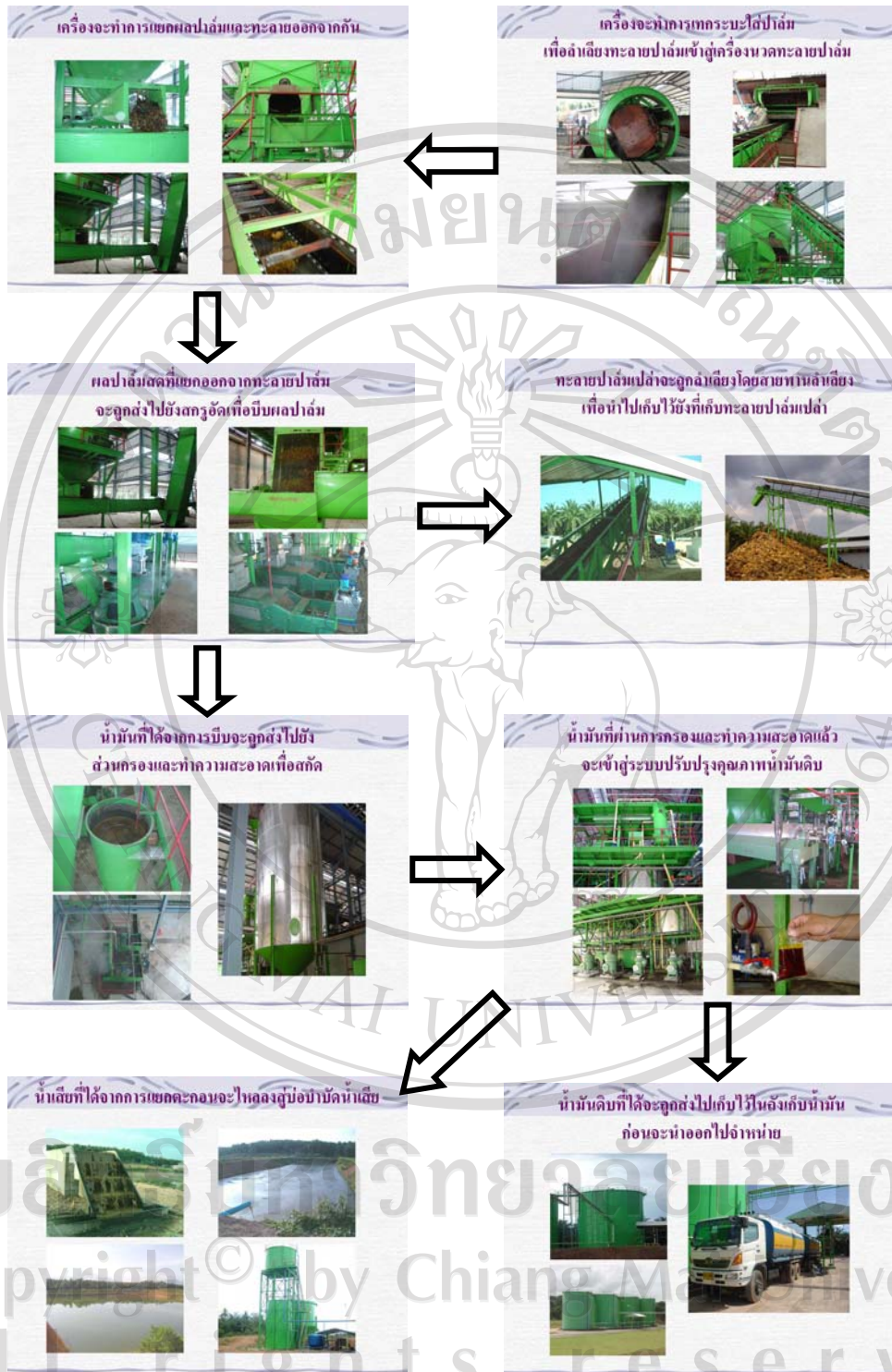


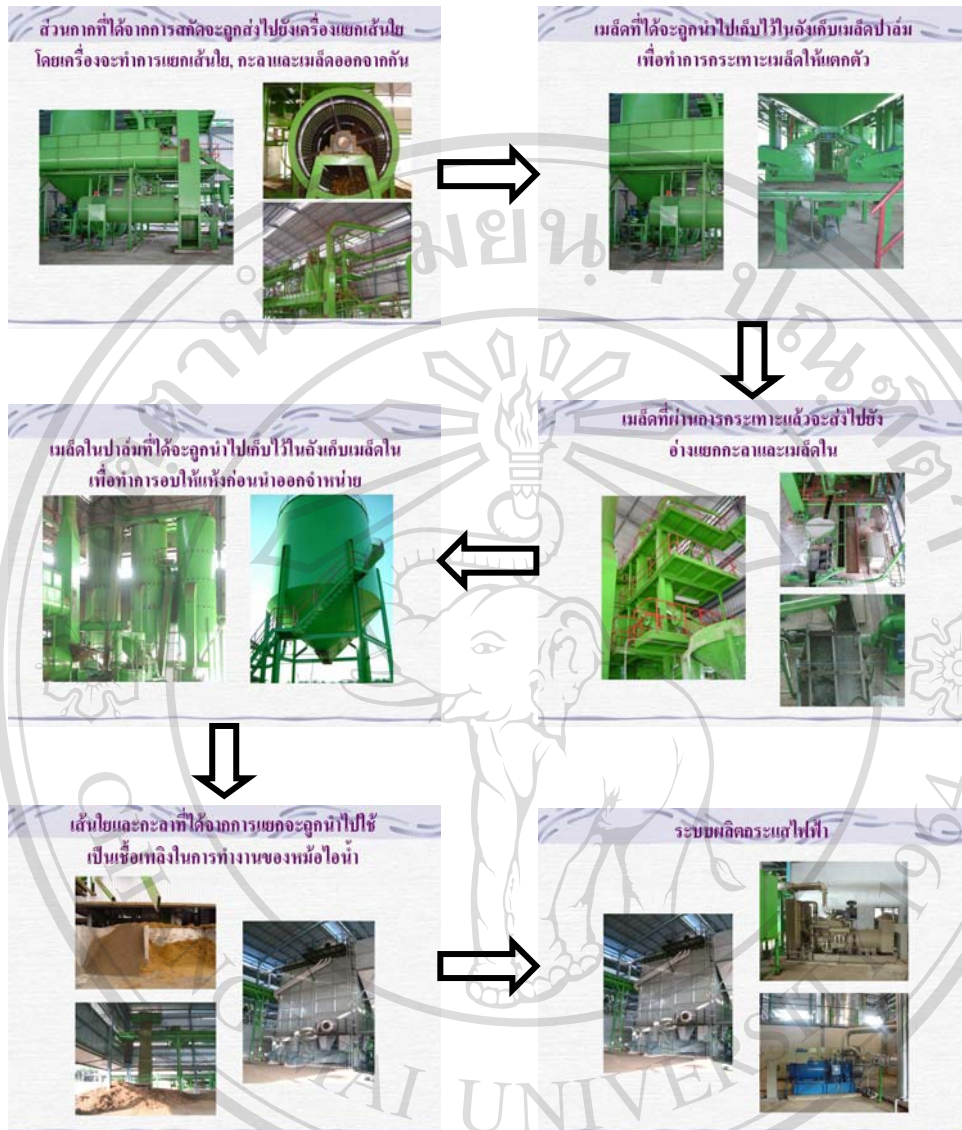
รูป ค3 ฟังก์ชันการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

จากรูป ค3 แสดงให้เห็นถึงภาพรวมของแผนและโครงสร้างโรงงานที่ใช้ในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบและการผลิตไบโอดีเซลโดยพื้นที่ภายในโรงงานนั้นประกอบด้วยเครื่องจักรต่างๆ ดังนี้

เครื่องจักรในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ รายละเอียดเครื่องจักรที่ใช้ในการสกัดน้ำมันปาล์ม ประกอบด้วยเครื่องจักรในขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

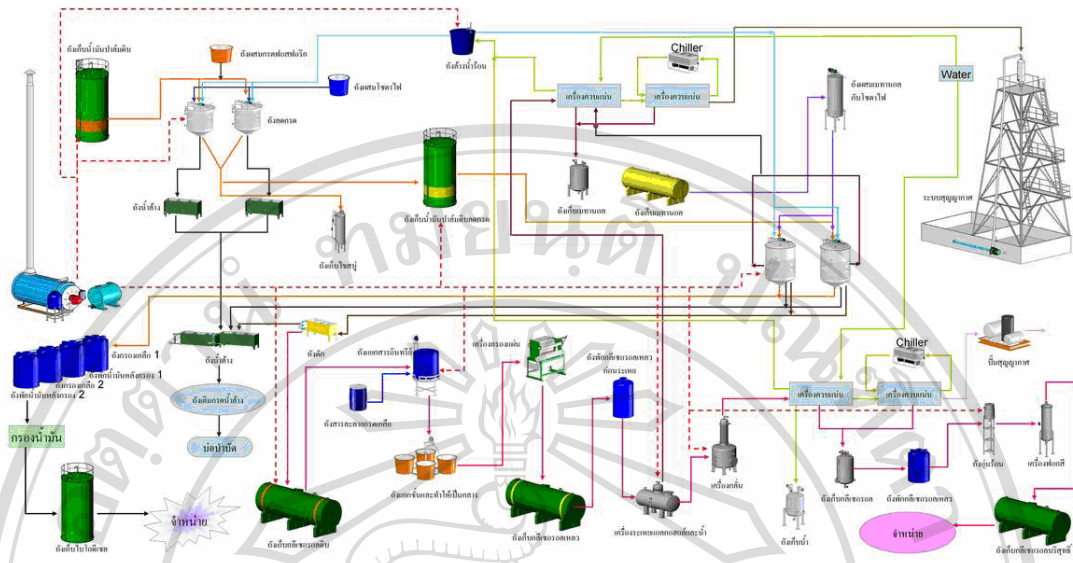






ลิขสิทธิ์และอุปกรณ์ในการผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมัน ในการผลิตไบโอดีเซลนั้นต้องอาศัยกระบวนการหลายขั้นตอนและสารเคมีในการทำปฏิกิริยา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ค4 ฟังกระบวนการผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมัน

อุปกรณ์ในการผลิตไบโอดีเซลปาล์มน้ำมันตามรูป ค4



ถังผสมสารละลายเมทานอล และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ขนาด 1,200 ลิตร ประกอบด้วยระบบปั๊ม วาล์ว และท่อเพื่อทำการสูบสารละลายโซเดียมเมรอกไซด์เข้าสู่ถังปฏิกรณ์



ถังปฏิกรณ์แบบปิด ขนาด 5,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง ประกอบด้วยมอเตอร์และใบกวนอีเทอร์ มีระบบควบคุมอุณหภูมิ และวาล์วระบายอากาศ มีหน้าที่อุ่นน้ำมันปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นวัตถุดิบ สร้างปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันปาล์มน้ำมันกับสารละลายเมทานอลกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่เตรียมไว้ในถังแรก



ถึงพักเพื่อให้กลีเซอรินแยกชั้นออกจากไบโอดีเซล ประกอบด้วย ปั่น วาล์ว และท่อ เพื่อทำการสูบไบโอดีเซล จากถังปฏิกิริยาเข้าสู่ถังแยกเพื่อพักให้เกิดการแยกชั้น ระหว่างไบโอดีเซลและกลีเซอรอล โดยแยกกลีเซอรอลออกจาก ไบโอดีเซลก่อนทำการสูบไบโอดีเซล เข้าสู่ถังล้างต่อไป



ถังพักน้ำมันก่อนกรอง ขนาด 2,000 ลิตร เป็นระบบที่ใช้พัก น้ำมันก่อนเข้าสู่กระบวนการกรอง



เครื่องกรองแบบผ้า ปั่นน้ำมันไบโอดีเซลจากถังพักมา เข้าสู่ระบบการกรอง และเข้าเก็บในถังเก็บไบโอดีเซล



ถังเก็บน้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มลดกรดแล้ว และ ไบโอดีเซล ขนาด 50,000 ลิตร มีระบบอุ่นร้อน เพื่อรอ เคลื่อนย้าย หรือนำไปใช้ต่อไป



ถังเก็บกลีเซอรอล ขนาด 15,000 ลิตร จำนวน 3 ถัง ใช้ สำหรับเก็บกลีเซอรอลดิบ กลีเซอรอลเหลว และกลีเซอรอลบริสุทธิ์เพื่อรอจำหน่าย

Control box กล่องแผงวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องผลิตไบโอดีเซล

ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆของเครื่องผลิต ไบโอดีเซล ใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำงาน ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

- ส่วนควบคุมอุณหภูมิน้ำมันในถังเก็บ
- สวิตช์ควบคุมปั๊มสูบน้ำมันเข้าถังเก็บน้ำมัน และสูบน้ำมันเข้าถังปฏิกรณ์
- สวิตช์ควบคุมปั๊มสูบน้ำไบโอดีเซลออกจากถังปฏิกรณ์ และออกจากถังแยก
- สวิตช์เปิด-ปิด มอเตอร์ใบกวน ของถังปฏิกรณ์
- สวิตช์เปิด-ปิด การทำงานของฮีตเตอร์ ของถังปฏิกรณ์
- สวิตช์เปิด-ปิด การทำงานของฮีตเตอร์ ของถังเก็บน้ำมัน
- สวิตช์ควบคุมปั๊มสูบน้ำสารละลายโซเดียมเมธอกไซด์ เข้า ถังปฏิกรณ์
- ส่วนควบคุมอุณหภูมิในถังปฏิกรณ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ

นางสาวปราณี หนูทองแก้ว

วัน เดือน ปี เกิด

19 ตุลาคม 2524

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเชียรใหญ่
ปีการศึกษา 2542สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาเขตหาดใหญ่)
ปีการศึกษา 2546

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved