แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการใช้พลังงานชีวมวลในภาคใต้

Mathematical Model for Biomass Energy in Southern of Thailand

พจนีย์ จันทร์ศิริ

Potjanee Junsiri

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Engineering in Chemical Engineering

Prince of Songkla University

2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการใช้พลังงานชีวมวลในภาคใต้

ผู้เขียน นางสาวพจนีย์ จันทร์ศิริ

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

……..

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญานุช แสงวิเชียร)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภวรรณ ฏิระวณิชย์กุล)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทกานต์ ทวีกุล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญานุช แสงวิเชียร)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภวรรณ ฏิระวณิชย์กุล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

……..……

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการใช้พลังงานชีวมวลในภาคใต้

ผู้เขียน นางสาว พจนีย์ จันทร์ศิริ

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี

ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก เช่น ข้าว น้ำตาล ยางพารา น้ำมันปาล์ม และมันสำปะหลัง เป็นต้น ในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเหล่านี้ จะมีวัสดุเหลือใช้ออกมาจำนวนหนึ่ง เช่น กากอ้อย แกลบ กาก ใย ทะลายปาล์ม และ เศษไม้ เป็นต้น เรียกวัสดุเหลือใช้เหล่านี้ว่า ชีวมวลหรือพลังงานหมุนเวียน เนื่องจากหลายปีที่ผ่านมาราคาเชื้อเพลิงจากฟอสซิลสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ชีวมวลกลายเป็นพลังงานทางเลือกอีกชนิดหนึ่งที่จะแข่งขันกับเชื้อเพลิงฟอสซิล ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสำรวจและเก็บข้อมูลการใช้พลังงานจากอุตสาหกรรมหลักในภาคใต้คืออุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อประมาณการใช้พลังงานชีวมวลจากกลุ่มอุตสาหกรรมข้างต้น ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลของทั้งสองอุตสาหกรรมนี้เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมในภาคใต้ ที่ใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงโดยการส่งแบบสอบถามไปยังทั้งสองอุตสาหกรรมนี้แบ่งเป็นโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ จากนั้นได้ทำการโทรศัพท์กลับไปทวนสอบข้อมูลอีกครั้งเพื่อความถูกต้องและน่าเชื่อถือของข้อมูลพร้อมทั้งจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณผลผลิตของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (X_1) และปริมาณผลผลิตของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา (X_6) เป็นตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณการใช้ชีวมวลของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (Y_1) และของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา (Y_2) ตามลำดับโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.808 และ 0.891 ตามลำดับ ดังนั้น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปริมาณการใช้ชีวมวลในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ คือ $Y_1 = 0.164X_1 + 6.786$ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปริมาณการใช้ชีวมวลในอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา คือ $Y_2 = 0.833X_6 + 2.832$

Thesis Title	Mathematical Model for Biomass Energy in Southern of Thailand
Author	Miss Potjanee Junsiri
Major Program	Chemical Engineering
Academic Year	2008

ABSTRACT

There are several kinds of important commercial plants in Thailand for example rice, sugar, rubber, palm oil and cassava. In Southern of Thailand, there are numerous amounts of rubber wood residue and palm oil residue which are biomass or renewable energy; therefore, quantity of used biomass currently ought to be investigated in order to gather data of used biomass and use it as data base to approximate the consumption of biomass energy in the future. Due to continuous raises of fossil fuel prices, give biomass a chance of being competed with fossil fuels. This study is aimed to survey and gather data from main industries which are palm oil and rubber wood processing industries. Mathematical model were developed to estimate biomass energy consumption in this region. This study investigates and gathers the data from two industrial groups in Southern of Thailand. Questionnaires were sent to rubber wood processing factories and palm oil factories. To ensure the completeness and validity of the collected data, phone call enquires to evaluate and verify the obtained data. From the collected data biomass energy obtained from these two selected groups. From this study, the most statistically-significant relationships with biomass consumption for palm oil industril (Y_1) and rubber wood processing industrial (Y_2) are the product of palm oil factories (X_1) and product of rubber wood processing factories (X_6) respectively which have the strongest correlation 0.808 and 0.891 respectively. Therefore, mathematical model of biomass energy consumption for palm oil industry is $Y_1 = 0.164X_1 + 6.786$ and mathematical model of biomass energy consumption for rubber wood processing industry is $Y_2 = 0.833X_6 + 2.832$.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ชญานุช แสงวิเชียร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาแนะนำเสนอแนวคิด ตลอดจนคอยให้กำลังใจที่ดีตลอดมา ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สุภวรรณ ฏิระวนิชย์กุล, ผศ.ดร.สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์ และผศ.ดร.นิกร วงศ์พิสุทธิ์ไพศาล ที่ให้คำปรึกษา ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.จันทกานต์ ทวีกุล ที่ให้ความรู้ด้านพลังงานชีวมวลทำให้ผู้วิจัยมีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานชีวมวลมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมีที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โรงงานอุตสาหกรรมทุกโรงงานที่กรุณาให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยเป็นอย่างดี ขอบคุณเพื่อนๆทุกคนในภาควิชาที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีมาโดยตลอด

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่เป็นกำลังใจสนับสนุนผู้วิจัยตลอดมา และขอกราบขอบพระคุณบุคคลอีกหลายท่านที่ ให้ความช่วยเหลือและมิได้กล่าวนามไว้ ณ โอกาสนี้

พจนีย์ จันทร์ศิริ

สารบัญ

รายการ		หน้า
สารบัญ		(6)
รายการตาราง		(8)
รายการภาพประกอบ		(9)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ		(10)
บทที่ 1	**บทนำ**	1
1.1	ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2	วัตถุประสงค์	4
1.3	ความสำคัญและประโยชน์ของงานวิจัย	4
1.4	ขอบเขตของงานวิจัย	4
บทที่ 2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	6
2.1	ความสำคัญของพลังงาน	6
2.2	สถานการณ์พลังงานของโลก	6
2.3	สถานการณ์พลังงานในประเทศไทย	7
2.4	ชีวมวล	8
2.5	กระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปต่างๆ	10
2.6	แนวโน้มชีวมวลของภาคใต้ในอนาคต	11
2.7	การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น	13
2.8	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	20
3.1	ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และวิธีการสุ่มตัวอย่าง	20
3.2	เครื่องมือวิจัย	20
3.3	วิธีการวิจัย	22
บทที่ 4	**ผลการวิจัย**	26
4.1	ผลการคำนวณกลุ่มตัวอย่างของทั้ง 2 อุตสาหกรรม	26
4.2	ผลการส่งแบบสอบถาม	26

สารบัญ (ต่อ)

รายการ		หน้า
4.3	ผลการตรวจสอบข้อมูลในโรงงานจริง	27
4.4	ข้อมูลจากแบบสอบถาม	28
4.5	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	29
4.6	สรุปปริมาณการใช้พลังงานรวมของทั้งสองอุตสาหกรรม	41
4.7	บทวิจารณ์	42
บทที่ 5	**บทสรุป**	45
5.1	สรุปข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล	45
5.2	สรุปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	45
5.3	ปัญหาและอุปสรรค	47
5.4	ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม		48
ภาคผนวก		50
ภาคผนวก ก.	ผลการสำรวจในโรงงานอุตสาหกรรม	51
ภาคผนวก ข.	ตารางค่าการแปลงหน่วย	61
ภาคผนวก ค.	ตัวอย่างการวิเคราะห์การถดถอยด้วยโปรแกรม SPSS ของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	62
ภาคผนวก ง.	แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัย	66
ภาคผนวก จ.	ตารางสถิติ	69
ภาคผนวก ฉ.	ข้อมูลโรงงาน	72
ภาคผนวก ช.	ตัวอย่างแบบสอบถามข้อมูลการใช้พลังงานและการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม	87
ภาคผนวก ซ.	ตัวอย่างการคำนวณค่าพลังงานจากหม้อไอน้ำ	102
ภาคผนวก ฌ.	ตัวอย่างการคำนวณปริมาณการใช้ชีวมวล	103
ประวัติผู้เขียน		104

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ศักยภาพชีวมวลของประเทศไทยปี 2544/2545	3
1.2	ชีวมวลในประเทศไทย	9
4.1	ผลการตรวจสอบรายชื่อโรงงานอุตสาหกรรม	26
4.2	จำนวนโรงงานที่เหมาะสมสำหรับการศึกษา	27
4.3	รายชื่อโรงงานที่เข้าไปตรวจสอบข้อมูล	28
4.4	ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบในโรงงาน	28
4.5	ตัวแปรเชิงปริมาณที่นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้ชีวมวลทั้ง 2 กลุ่มอุตสาหกรรม	29
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของข้อมูลชุดที่ 1	31
4.7	ค่าสถิติเบื้องต้นของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของข้อมูลชุดที่ 1	31
4.8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Adjusted R Square จากข้อมูลชุดที่ 1	31
4.9	การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยของข้อมูลชุดที่ 1	34
4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของข้อมูลชุดที่ 2	37
4.11	ค่าสถิติเบื้องต้นของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของข้อมูลชุดที่ 2	38
4.12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Adjusted R Square จากข้อมูลชุดที่2	38
4.13	การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยของข้อมูลชุดที่ 2	39
4.14	ปริมาณการใช้พลังงานรวมของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	41
4.15	ปริมาณการใช้พลังงานรวมของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา	42
4.16	การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ชีวมวลจริงในโรงงานกับผลที่คำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของงานวิจัยนี้	43
4.17	การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ชีวมวลจริงในโรงงานกับผลที่คำนวณได้จากสมการของเบญจมาศ และคณะ (2550)	44
5.1	พลังงานชีวมวลที่ใช้ในแต่ละอุตสาหกรรม	45

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่		หน้า
2.1	แนวโน้มสถานการณ์ปาล์มน้ำมันในอนาคต	12
2.2	พื้นที่การปลูกยางพาราตั้งแต่ปี 2536-2550	13
3.1	แผนผังการดำเนินงาน	23
4.1	Histrogram ของตัวแปร Y_1	35
4.2	Normal Probability Plot ของตัวแปร Y_1	36
4.3	Histrogram ของตัวแปร Y_2	40
4.4	Normal Probability Plot ของตัวแปร Y_2	40
ก.1	บริษัท ยูนิวานิช จำกัด (มหาชน)	51
ก.2	กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบของบริษัท ยูนิวานิช จำกัด (มหาชน)	52
ก.3	การลำเลียงทะลายปาล์มสด	52
ก.4	บริษัท สยามโมเดิร์นปาล์มจำกัด	54
ก.5	ใยปาล์มใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อไอน้ำ	54
ก.6	หม้อไอน้ำของบริษัท สยามโมเดิร์นปาล์มจำกัด	55
ก.7	บริษัท ส.จันดี อินเตอร์วู้ด (1999) จำกัด	56
ก.8	ปีกไม้และหม้อไอน้ำของบริษัท ส.จันดี อินเตอร์วู้ด (1999) จำกัด	56
ก.9	บริษัท เอ.พี.เอส.วู้ด โปรดักส์	57
ก.10	หม้อไอน้ำขนาดเล็กของบริษัท เอ.พี.เอส.วู้ด โปรดักส์	58
ก.11	เศษไม้ของบริษัท เอ.พี.เอส.วู้ด โปรดักส์ใช้เป็นเชื้อเพลิง	58
ก.12	บริษัท วู้ดเวิร์คแอดวานซ์ จำกัด	59
ก.13	หม้อไอน้ำขนาด 10 ตันของบริษัท วู้ดเวิร์คแอดวานซ์ จำกัด	60
ก.14	เศษไม้ของบริษัท วู้ดเวิร์คแอดวานซ์ จำกัดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง	60
ค.1	การกำหนดชื่อ และชนิดตัวแปร	62
ค.2	การใส่ค่าของตัวแปร	62
ค.3	เลือกคำสั่งวิเคราะห์แบบ regression	63
ค.4	การเลือกตัวแปรเข้าสมการแบบ stepwise	64
ค.5	เลือกฟังก์ชันสถิติที่ต้องการวิเคราะห์	64
ค.6	การวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูล	65

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

Adjusted R Square	คือ	R Square ที่ได้ปรับค่าแล้วใช้ค่านี้เมื่อในสมการถดถอยมีตัวแปรอิสระ 2 ตัวขึ้นไป
BR		ปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (ton/yr)
BU		ปริมาณวัสดุเหลือทิ้งที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน (ton/yr)
df		Degree of freedom
P		ระดับนัยสำคัญ
EF		Energy Factor สัดส่วนการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงาน
EP		Energy Potential
GJ/yr		จิกะจูลต่อปี
GWh		จิกะวัตต์-ชั่วโมง
ktoe		กิโลตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ
kWh		กิโลวัตต์-ชั่วโมง
MW_e		เมกะวัตต์
P total		ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรชนิดนั้นในรอบปี
R		ค่าที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระทั้งหมด
R Square		สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ
RP		Residue to Product Ratio
SF		Surplus Availability Factor อัตราส่วนระหว่าง ปริมาณชีวมวลที่เหลือใช้ต่อปริมาณชีวมวลทั้งหมด
Sig.		นัยสำคัญของสถิติทดสอบ ที่เปลี่ยนไป
SPSS		Statistical Package for Social Science
Std. Error of the estimate	-	เป็นค่าที่วัดการกระจายของค่าคลาดเคลื่อนรอบๆ เส้นตรง Y และจะมีหน่วยเหมือนตัว แปรตาม
ton/yr		ตันต่อปี
X_1		ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่โรงงานผลิตได้ (ton/yr)
X_2		ปริมาณน้ำมันเมล็ดในปาล์มที่โรงงานผลิตได้ (ton/yr)
X_3		ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงาน (MWh/yr)

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ (ต่อ)

X_4	ปริมาณทะลายปาล์มสด (ton/yr)
X_5	ปริมาณไม้ยางพาราท่อน (ton/yr)
X_6	ปริมาณไม้ยางพาราแปรรูป (ton/yr)
Y_1	ปริมาณชีวมวลที่ใช้ในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (ton/yr)
Y_2	ปริมาณชีวมวลที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา (ton/yr)

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีผลผลิตทางการเกษตรจำนวนมาก ผลผลิตที่สำคัญได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ยางพารา และปาล์มน้ำมัน เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคใต้ของประเทศไทยมีผลผลิตที่สำคัญ คือ ปาล์มน้ำมัน และยางพารา ซึ่งภายหลังจากการเก็บเกี่ยวพืชเกษตรต่างๆเหล่านี้จะมี ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ เช่น กาก ใยปาล์ม กะลาปาล์ม และเศษไม้ยางพาราเกิดขึ้นจำนวนมาก ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆได้มีการใช้ชีวมวลเหล่านี้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานป้อนกลับสู่กระบวนการผลิต

พลังงานจากชีวมวลเป็นพลังงานที่ได้จากสารอินทรีย์ ซึ่งมีที่มาต่างๆกัน เช่น กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล แกลบจากโรงสีข้าว กากมันสำปะหลังจากโรงงานแป้งมัน กากใยปาล์มจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ เป็นต้น ซึ่งชีวมวลเหล่านี้ บางชนิดก็สามารถนำมาใช้งานได้โดยตรง บางชนิดก็ต้องนำมาเข้ากระบวนการลดความชื้น เพื่อให้ได้เชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้ จากสถิติการเกษตรของประเทศไทยโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ข้อมูลที่ปรากฏในตารางที่ 1 แสดงศักยภาพชีวมวลของประเทศไทย ในปีเพาะปลูก 2544/2545 จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการที่จะนำชีวมวลมาใช้เป็นพลังงานทดแทน

ข้อได้เปรียบของการใช้พลังงานชีวมวลเมื่อเทียบกับพลังงานชนิดอื่นๆมีอยู่หลายประการอาทิเช่น ชีวมวลเป็นพลังงานที่ไม่มีวันหมดเพราะวงจรชีวิตของพืชมีระยะสั้น ต่างจากฟอสซิล ซึ่งใช้เวลาหลายพันล้านปีกว่าจะสะสมเป็นเชื้อเพลิงแก๊ส ถ่านหิน หรือน้ำมัน นอกจากนี้ชีวมวลเป็นแหล่งเชื้อเพลิงราคาถูก หากมีการใช้ประโยชน์ในบริเวณที่ไม่ไกลจากแหล่งเชื้อเพลิงมากนักเพราะไม่มีต้นทุนทางด้านการขนส่ง การนำชีวมวลมาใช้จะช่วยสร้างรายได้ให้กับคนในท้องถิ่นอีกด้วย อีกทั้งการผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะไม่ก่อให้เกิดมลภาวะและไม่สร้างสภาวะเรือนกระจก เนื่องจากการปลูกทดแทนทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดการหมุนเวียนและไม่มีการปลดปล่อยเพิ่มเติม ดังนั้นการใช้ชีวมวลเป็นแหล่งเชื้อเพลิงจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจและควรส่งเสริมให้มีการใช้เพิ่มขึ้นในอนาคต

นับวันการใช้พลังงานสำหรับอุตสาหกรรมต่างๆทั่วโลกนั้นมีแนวโน้มจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ในปัจจุบันประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศทั้งในรูปของน้ำมันเชื้อ-

เพลิงและถ่านหิน ทั้งๆที่ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีประชากรมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ซึ่งทำให้ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพสูงในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในอุตสาหกรรมและการผลิตไฟฟ้า สาเหตุที่เรายังไม่สามารถใช้ศักยภาพดังกล่าวได้อย่างเต็มที่นอกเหนือจากการขาดงานวิจัยซึ่งนำไปสู่องค์ความรู้ในเรื่องชีวมวลแล้ว อุปสรรคสำคัญอีกประการหนึ่งในการวางแผน พัฒนาและส่งเสริมการใช้พลังงานชีวมวล ก็เนื่องมาจากการขาดฐานข้อมูลของเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีความทันสมัย ตรงกับสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันอยู่เสมอ

ดังนั้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการใช้พลังงานชีวมวลของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบและแปรรูปไม้ยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทยจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อที่สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประเมิน วางแผน และส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1.1 ศักยภาพชีวมวลของประเทศไทยปี 2544/2545

ชนิด	ผลผลิต (10^6kg)	วัสดุเหลือใช้	ปริมาณวัสดุเหลือใช้ (10^6kg)	ค่าความร้อน (MJ/kg)	พลังงาน (TJ)	เทียบเท่าน้ำมันดิบ (MT)	กำลังไฟฟ้า (MW)
อ้อย	60013	ชานอ้อย	3,615	14.40	52,056.04	1.23	764.21
		ยอดและใบ	17,870.19	17.39	310,762.62	1.02	4,105.92
ข้าว	26514	แกลบ	3,006.42	14.27	42,901.65	1.97	566.83
		ฟางข้าว	8,106.60	10.24	83,011.61	0.43	1,096.78
น้ำมันปาล์ม	4089	ทะลายปาล์ม	1,022.05	17.86	18,253.88	0.03	241.18
		เส้นใย	80.55	17.62	1,419.21	0.00	18.75
		กะลา	7.41	18.46	136.85	2.48	1.81
		ก้านทาง	10,647.76	9.83	104,667.44	0.37	1,382.91
		ทะลายตัวผู้	952.74	16.33	15,558.20	0.12	205.56
มะพร้าว	1396	เปลือก	300.68	16.23	4,880.11	0.04	64.48
		กะลา	84.43	17.93	1,513.83	0.02	20.00
		ทะลาย	57.66	15.40	888.03	0.10	11.73
		ทาง	254.11	16.00	4,065.71	0.26	53.72
มันสำปะหลัง	16868	ต้น	604.14	18.42	11,128.34	0.35	147.03
ข้าวโพด	4466	ซัง	816.88	18.04	14,736.44	0.01	194.71
ถั่วลิสง	129	เปลือก	41.67	12.66	527.50	0.04	6.97
ฝ้าย	36	ลำต้น	116.35	14.49	1,685.94	0.27	22.27
ถั่วเหลือง	292	ลำต้นและใบ	590.97	19.44	11,488.51	0.05	151.79
ข้าวฟ่าง	145	ใบและต้น	117.64	19.23	2,262.18	0.95	45.14
เศษไม้	10268	กิ่งก้าน	2,669.68	14.98	39,991.81	-	528.39
รวมวัสดุเหลือใช้	-	-	48,293.26	-	-	17.10	-
รวม	-	-	-	-	721,935.91		9,630.18

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน (2549)

1.2. วัตถุประสงค์

1.2.1. เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบและแปรรูปไม้ยางพาราในภาคใต้ ที่ใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง

1.2.2. จัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบและแปรรูปไม้ยางพารา

1.3. ความสำคัญและประโยชน์ของงานวิจัย

1.3.1. ด้านการพัฒนาประเทศ

1) สามารถนำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปใช้ในการอ้างอิงหรือวิจัยต่อยอดในเรื่องพลังงานทดแทน ซึ่งจะส่งผลให้ชีวมวลกลายเป็นพลังงานทางเลือกที่สำคัญอีกทางหนึ่งของประเทศได้อย่างยั่งยืน
2) สามารถประเมินศักยภาพการใช้พลังงานชีวมวลได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น
3) สามารถนำข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปแก้ปัญหาที่เกิดจากการใช้ชีวมวลเพื่อส่งเสริมให้มีการใช้ชีวมวลภายในประเทศให้มากขึ้น

1.3.2. ด้านอุตสาหกรรม

โรงงานอุตสาหกรรมสามารถลดต้นทุนในการผลิตและมีผลกำไรได้มากขึ้น เนื่องจากสามารถบริหารจัดการปริมาณชีวมวลอย่างเพียงพอ และมีประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานมากขึ้นจากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของงานวิจัยนี้

1.4. ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจเพื่อต้องการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการใช้ชีวมวลในกลุ่มอุตสาหกรรมหลักในภาคใต้ได้แก่ อุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราและอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ โดยสำรวจข้อมูลจากโรงงานทั้งหมด 112 โรงงานและ 35 โรงงาน สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราและอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบตามลำดับ งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดในระหว่างเดือนพฤษภาคม 2550 ถึง กุมภาพันธ์ 2551

รายงานการวิจัยฉบับนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บท ในส่วนของบทที่ 1 จะเป็นการกล่าวถึงความเป็นมาของปัญหา วัตถุประสงค์ ความสำคัญและประโยชน์ของงานวิจัย ทำให้ทราบถึงความจำเป็นที่ต้องทำงานวิจัยนี้ ในส่วนบทที่ 2 เป็นการอธิบายทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วยทฤษฎีด้านพลังงาน สถิติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวกับชีว-มวลในประเทศไทยเพื่อให้เห็นประโยชน์และความสำคัญของพลังงานชีวมวลมากยิ่งขึ้น ในบทที่ 3 เป็นการอธิบายขั้นตอนการวิจัยอย่างละเอียด ถัดมาในบทที่ 4 เป็นการนำเสนอผลการวิจัย และแสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม พร้อมทั้งอธิบายผลการวิเคราะห์อย่างละเอียดและนำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ รวมถึงเปรียบเทียบปริมาณการใช้ชีวมวลที่คำนวณได้จากแบบจำลองจากงานวิจัยนี้กับปริมาทณชีวมวลที่มีใช้จริงในโรงงานเพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อีกด้วย และในบทที่ 5 เป็นการสรุปผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย การสรุปปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบและอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา การสรุปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของทั้งสองอุตสาหกรรม และสรุปตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณการใช้ชีวมวลของทั้ง 2 อุตสาหกรรม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. ความสำคัญของพลังงาน

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ ในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และเป็นปัจจัยพื้นฐานการผลิต ในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ดังนั้น จึงต้องมีการจัดหาพลังงาน ให้มีปริมาณที่เพียงพอ มีราคาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดี สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้สามารถตอบสนอง ความต้องการขั้นพื้นฐาน ของประชาชน และสามารถตอบสนอง ความต้องการใช้ ในกิจกรรมการผลิตต่างๆ ได้อย่างเพียงพอ

พลังงานที่เราใช้อยู่ในปัจจุบัน อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ พลังงานสิ้นเปลือง และพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานสิ้นเปลือง คือ พลังงานที่ใช้แล้วหมดไปไม่สามารถฟื้นฟูขึ้นใหม่และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหากใช้อย่างไม่ถูกวิธี ได้แก่ น้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ส่วนพลังงานหมุนเวียน คือ พลังงานที่ได้จากไม้ ฟืน แกลบ กากอ้อย ชีวมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ลม และคลื่น (กฤษพนธ์, 2550)

2.2. สถานการณ์พลังงานของโลก

ปัจจุบันประเด็นด้านพลังงานเป็นที่จับตาของทุกประเทศทั่วโลก ในสถานการณ์ที่ความต้องการใช้พลังงานหรืออุปสงค์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่แหล่งผลิตพลังงานยังไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วยสืบเนื่องจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศกำลังพัฒนา เช่น จีนและอินเดีย จึงเป็นที่คาดการณ์กันว่า ในปี 2573 GDP ของโลกจะสูงขึ้นกว่าปัจจุบัน (ปี 2549) ประชากรของโลกจะเพิ่มเป็นกว่า 8,200 ล้านคน ทำให้ความต้องการพลังงานของโลกจะสูงขึ้นกว่าปัจจุบัน โดยที่ความต้องการพลังงานมากกว่าครึ่งจะมาจากประเทศกำลังพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเอเชีย อีกทั้งสถานการณ์ด้านพลังงานยังขึ้นอยู่ กับเสถียรภาพทางเศรษฐกิจและการเมือง ของภูมิภาคผู้ผลิตพลังงานอีกด้วยดังนั้นการแข่งขันเพื่อแสวงหาพลังงานของประเทศต่างๆในโลกจึงยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น หากสถานการณ์เศรษฐกิจโลกเป็นไปตามสถิติและพัฒนาการดังที่เคยเป็นมาเป็นที่คาดการณ์กันว่า ในปี พ.ศ. 2573 ประชากรของโลกจะ เพิ่มขึ้นเป็น 8,200 ล้านคน จาก 6,100 ล้านคนในปี พ.ศ.2543โดยที่โครงสร้างของเศรษฐกิจโลก จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน คณะกรรมาธิการยุโรปได้คาดการณ์ไว้ว่า ในระหว่างปี พ.ศ. 2543 ถึงปี 2573 โดยรวมแล้วทั่วโลกจะมีความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.8 ต่อปีความต้องการดังกล่าว

คำนวณมาจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.1 ต่อปี) และจำนวนประชากร (ที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ต่อปี) โดยมีการคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านโครงสร้างทางเศรษฐกิจความก้าวหน้าของเทคโนโลยี และราคาพลังงานที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2550)

2.3. สถานการณ์พลังงานในประเทศไทย

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ รายงานเศรษฐกิจไทยในปี 2549 ขยายตัวร้อยละ 5.0 อัตราเงินเฟ้อ อยู่ที่ระดับ 4.7 ดุลบัญชีเดินสะพัดเกินดุลเล็กน้อย โดยมีการส่งออกเป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญในปี 2549 สภาวะทางเศรษฐกิจไทยส่งผลต่อภาพรวมการใช้พลังงานของประเทศในปี 2549 โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

การใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้นอยู่ที่ระดับ 1,540 เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวันเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.3 โดยการใช้น้ำมันลดลงจากปีก่อนร้อยละ 2.4 เนื่องจากราคาน้ำมันทรงตัวอยู่ในระดับสูง การใช้ก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.1 การใช้ลิกไนต์ลดลงจากปีก่อนร้อยละ 13.7 ในขณะที่การใช้ถ่านหินนำเข้าเพิ่ม ขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 33.6

ราคาน้ำมันมีการปรับตัวสูงขึ้นและมีความผันผวนมาก ซึ่งมีสาเหตุหลักเนื่องมาจากการแย่งชิงแหล่งพลังงานของโลกระหว่างประเทศมหาอำนาจ เช่น สหรัฐอเมริกา กับจีน อินเดีย และประเทศในกลุ่มโอเปค (เอกสารประกอบการประชุมสมัชชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา ครั้งที่ 6, 2550) จากปัญหาเรื่องน้ำมันในตลาดโลกมีราคาแพงประกอบกับอัตราการใช้น้ำมันของประเทศไทยโดยเฉพาะน้ำมันดีเซลมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วขณะที่การพัฒนาเศรษฐกิจจำเป็นอย่าง ยิ่งที่ต้องใช้พลังงานทำให้แต่ละประเทศจะต้องหาทางบริหารจัดการพลังงานในประเทศให้เพียงพอต่อ ความต้องการและมีปริมาณสำรองในอนาคตซึ่งโดยนโยบายพื้นฐานของแต่ละประเทศนอกจากการเร่งแสวงหาพลังงานใหม่ และการประหยัดพลังงาน ปัจจุบันยังได้มีการพูดถึงพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ พลังงานหมุนเวียนเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความเหมาะสมสำหรับประเทศไทย เนื่องจากสภาพทางภูมิศาสตร์เอื้ออำนวยต่อการใช้พลังงานทดแทนและมีทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลายเกิดทางเลือกในการใช้พลังงานหมุนเวียนและความเหมาะสมในแต่ละท้องถิ่น หากรัฐบาลมีโยบายที่ชัดเจนในการส่งเสริมให้ เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านพลังงานทดแทนแบบครบวงจร เพื่อนำมาทดแทนพลังงานหลักที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จะส่งผลให้ประเทศเกิดความมั่นคงด้านพลังงานมากยิ่งขึ้น (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2550)

2.4. ชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติ และสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ เช่น เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือกากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่หาได้ในประเทศ โดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมมีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก อาทิ แกลบ ฟาง-ข้าว ชานอ้อย ซังข้าวโพด กากใยและกะลาปาล์ม เหง้ามันสำปะหลัง เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 2 รวมถึงมูลสัตว์ ของเสียจากการแปรรูปสินค้าเกษตร น้ำเสียจากชุมชน และขยะ ซึ่งชีวมวลเหล่านี้สามารถนำมาเผาไหม้เพื่อนำพลังงานความร้อนที่ได้ไปใช้ในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งประเทศไทยมีศักยภาพที่จะนำมาผลิตพลังงานเทียบเท่ากับการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 3,000 เมกะวัตต์ (Thailand Energy and Environment Network(TEENET), 2551)

ชีวมวลแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป เช่น แกลบ จะให้ค่าความร้อนสูง เนื่องจากมีความชื้นต่ำ และไม่ต้องผ่านการบดย่อยก่อนนำไปเผาไหม้โดยขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาแกลบสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กและแก้วได้ ส่วนชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิง ที่เผาไหม้แล้วมีปริมาณขี้เถ้าน้อย จึงมีไม่ปัญหาในการจัดการและขี้เถ้าดังกล่าวยังสามารถนำไปใช้ปรับปรุงสภาพดินในไร่อ้อยได้อีกด้วย (Carlos และ Ba Khang, 2007)

หากมองในด้านเศรษฐศาสตร์ เชื้อเพลิงชีวมวลเสียเปรียบเชื้อเพลิงฟอสซิล แต่ถ้านำเรื่องการทำลายสภาวะแวดล้อมมาร่วมด้วย เชื้อเพลิงชีวมวลจะมีข้อได้เปรียบ กล่าวคือ เชื้อเพลิงชีวมวล มีความหนาแน่นน้อยกว่า ให้พลังงาน น้อยกว่า มีน้ำหนักเบากว่าเชื้อเพลิงฟอสซิลและยากในการจัดการกว่า แต่เชื้อเพลิงชีวมวลมีข้อดีด้านสิ่งแวดล้อม คือ มีขึ้นใหม่ทุกปี ไม่ก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจก (การเผาไหม้ของชีวมวลให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เกินกว่าที่พืช ได้ดูดซับไว้ระหว่างการเจริญเติบโต) มีกำมะถันน้อยกว่า(จึงทำให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์น้อยกว่า) และอุณหภูมิ เผาไหม้ต่ำกว่า(ช่วยลดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ได้มากกว่า) อย่างไรก็ตามประโยชน์เหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อชีวมวล ถูกใช้ไปอย่างมีประสิทธิภาพและไม่สร้างมลภาวะต่อสภาพแวดล้อมเท่านั้น ด้วยเหตุผลนี้ควรนำเทคโนโลยีใหม่ๆ ทันสมัยมาทดแทนของเดิมที่มีอยู่ (BLACK & VEATCH (THAILAND), 2000)

ตารางที่ 1.2 ชีวมวลในประเทศไทย

ชนิดชีวมวล	ลักษณะทั่วไป	แหล่งที่มา	การนำไปใช้
แกลบ	มีขนาดเล็ก ยาวไม่เกิน 5 มม. และหนาไม่เกิน 2 มม. มีสีเหลือง	ส่วนใหญ่มาจากโรงสีข้าว	เป็นเชื้อเพลิง ผสมลงในดินเพื่อปรับสภาพดินก่อนเพาะปลูก และใช้โปรยใต้โรงเลี้ยงไก่เพื่อรองรับมูลไก่ เป็นต้น
ฟางข้าว	ขนาดเล็กยาวแต่กลวง	ฟางข้าวจะถูกทิ้งไว้ในนาข้าว	เป็นอาหารสัตว์ คลุมดินเพาะเห็ดฟาง ทำโครงพวงหรีดดอกไม้ และใช้ทำกระดาษ
ใบและยอดอ้อย	มีลักษณะเรียวยาว จะถูกตัดออกจากลำต้นอ้อยก่อนส่งไปโรงงาน	ไร่อ้อยทั่วไป	นำมาเป็นอาหารสัตว์
เหง้ามันสำปะหลัง	ด้านบนมีลักษณะเป็นลำต้นค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลางไม่เกิน 15 มม. ยาวประมาณ 30 ซม. ส่วนอีกด้านหนึ่งมีรูปร่างไม่แน่นอน	ไร่มันสำปะหลังทั่วไป	ปัจจุบันยังไม่ค่อยนำไปใช้งาน จึงมักถูกเผาทิ้ง
กากปาล์ม	มี 3 แบบคือ ใยปาล์มมีลักษณะเป็นขุย, กะลาปาล์มมีลักษณะเป็นคล้ายกะลามะพร้าวแต่มีขนาดเล็กกว่ามาก โตประมาณ 1-2 ซม. และทะลายปาล์มเปล่า	โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบมาตรฐาน	ใยปาล์มนำมาเป็นเชื้อเพลิงส่วนทะลายเปล่านำไปเพาะเห็ด
กากอ้อย	มีลักษณะเป็นขุย	โรงงงานน้ำตาล	ใช้เป็นเชื้อเพลิงและเป็นวัตถุดิบผลิตกระดาษ

ชนิดชีวมวล	ลักษณะทั่วไป	แหล่งที่มา	การนำไปใช้
เศษไม้ยางพารา	ไม้ท่อนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์- กลาง 4 นิ้ว ปีกไม้ ตาไม้ ขี้เลื่อย และขี้กบ	ปีกไม้และขี้เลื่อย จะหาได้จากโรงเลื่อยไม้ยางพารา ตาไม้และขี้กบจะหาได้จากโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา	ขี้เลื่อยจะนำไปเพาะเห็ดทำธูป ใช้คลุมเผาถ่าน เศษไม้อื่นๆจะนำไปเป็นเชื้อเพลิง สำหรับโรงบ่มยางพารา เผาถ่าน

ที่มา : Thailand Energy and Environment Network (2551)

2.5. กระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปต่างๆ

2.5.1. เทคโนโลยีการเผาไหม้ (Combustion Technology)

สำหรับเทคโนโลยีการเผาไหม้จัดเป็นเทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานขั้นปฐมภูมิ ซึ่งพบในอุปกรณ์การเผาไหม้ชนิดต่างๆ เช่น หม้อต้มไอน้ำ หรือ เตาเผา โดยอุปกรณ์เหล่านี้ทำหน้าที่แปรรูปชีวมวลเป็นพลังงานความร้อนหรือไอน้ำ จากนั้นพลังงานความร้อนหรือไอน้ำที่ได้จะถูกแปรรูปด้วยเทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานขั้นทุติยภูมิ ผ่านทาง เครื่องจักรไอน้ำ (Steam engine) กังหันไอน้ำ (Steam turbine) เครื่องยนต์เสตอริ่ง (Stirling engine) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) แปลงรูปพลังงานความร้อนหรือไอน้ำที่ได้ไปเป็นพลังงานกลหรือ พลังงานไฟฟ้า การแปรรูปชีวมวลเป็นพลังงานที่อาศัยกระบวนการเผาไหม้

เทคโนโลยีการเผาไหม้นั้นเป็นกระบวนการการรวมตัวกันของเชื้อเพลิงกับออกซิเจนอย่างรวดเร็วพร้อมเกิดการลุกไหม้และคายความร้อน ในการเผาไหม้ส่วนใหญ่จะไม่ใช้ออกซิเจนล้วนๆ แต่จะใช้อากาศแทนเนื่องจากอากาศมีออกซิเจนอยู่ร้อยละ 21โดยปริมาตร หรือร้อยละ 23 โดยน้ำหนัก เชื้อเพลิงชีวมวลนั้นประกอบด้วยธาตุต่างๆ ดังนี้ คือคาร์บอน (C) ออกซิเจน (O_2) ไฮโดรเจน (H_2) และธาตุอื่นๆ ที่สำคัญได้แก่ ไนโตรเจน (N) และซัลเฟอร์ (S) ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลนั้นมีข้อเสียประการหนึ่งก็คือ จะทำให้เกิดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งเป็นก๊าซที่มีผลกระทบในเชิงลบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปแล้วจะต้องมีการติดตั้งระบบกำจัดก๊าซเสียเหล่านี้กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเผาไหม้ก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศและสิ่งแวดล้อม

2.5.2. กระบวนการไพโรไลซิสและกระบวนการแกสิฟิเคชัน (Pyrolysis and Gasification Technology)

สำหรับกระบวนการไพโรไลซิสและกระบวนการแกสิฟิเคชัน จัดเป็นเทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานขั้นปฐมภูมิในลักษณะเดียวกันโดยเป็นกระบวนการที่แปรรูปชีวมวลให้เป็นผลผลิตในรูปก๊าซ (Product gas) ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H_2) และมีเทน (CH_4) และก๊าซอื่นๆ จากนั้นผลผลิตในรูปก๊าซดังกล่าวที่ได้จะถูกแปรรูปด้วยเทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานขั้นทุติยภูมิอีกครั้งหนึ่ง ผ่านอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆเช่น เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion engines) กังหันขนาดเล็ก (Micro turbine) กังหันก๊าซ (Gas turbine) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cells) ซึ่งจะแปรรูปผลผลิตในรูปก๊าซที่ได้ไปเป็นพลังงานกล พลังงานไฟฟ้า หรือ เชื้อเพลิงขนส่ง

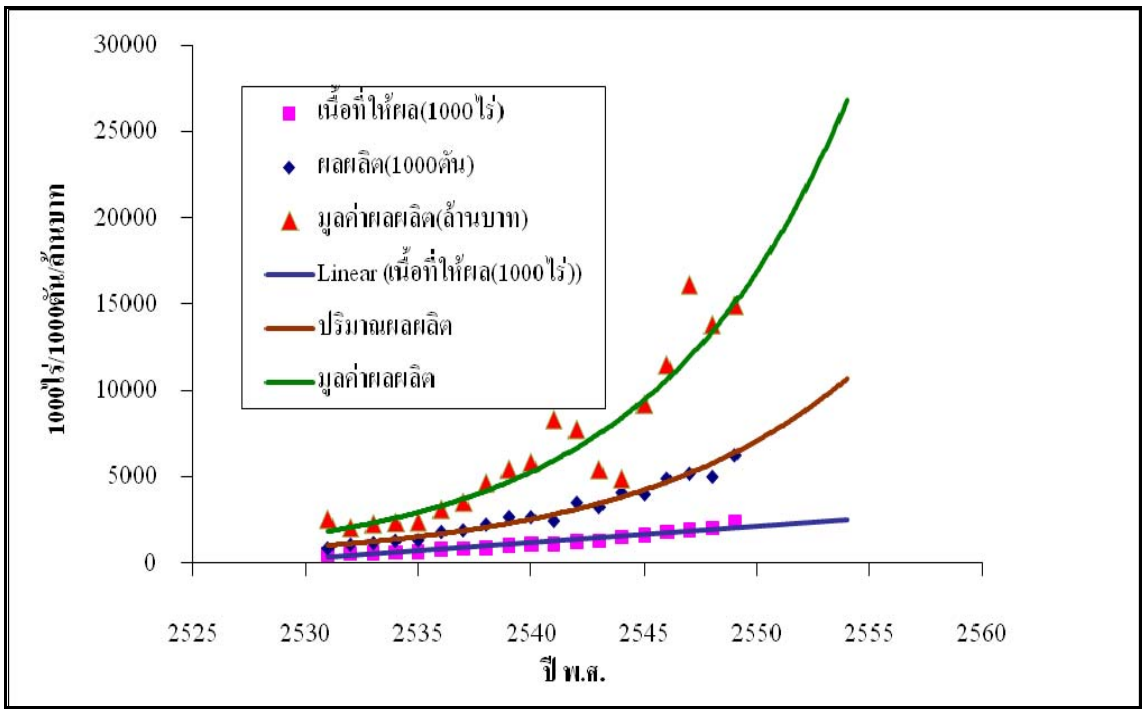
2.5.3. กระบวนการทางชีวเคมี (Biochemical Conversion Process)

สำหรับเทคโนโลยี กระบวนการทางชีวเคมี (Biochemical Conversion Process) จัดเป็นเทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานขั้นปฐมภูมิ ซึ่งเป็นกระบวนการที่แปรรูปชีวมวลเป็นผลผลิตในรูปก๊าซ (Product gas) ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H_2) และมีเทน (CH_4) และก๊าซอื่นๆ จากนั้นผลผลิตในรูปก๊าซดังกล่าวที่ได้จะถูกแปรรูปด้วยเทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานขั้นทุติยภูมิอีกครั้งหนึ่ง ผ่านทางอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆเช่น เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion engines) กังหันก๊าซ (Gas turbine) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) แปลงรูปผลผลิตในรูปก๊าซไปเป็นพลังงานกล พลังงานไฟฟ้า หรือเชื้อเพลิงขนส่ง (ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

2.6. แนวโน้มชีวมวลของภาคใต้ในอนาคต

หลังจากที่ทั่วโลกประสบกับปัญหาน้ำมันแพง พลังงานทดแทนจึงเป็นสิ่งแรกๆที่ทุกคนให้ความสนใจและเข้ามามีบทบาทในการดำเนินชีวิตมากขึ้น ประเทศไทยได้มีการศึกษาศักยภาพของชีวมวลหรือพืชพลังงานอยู่หลายชนิด แต่มีพืชพลังงานชนิดหนึ่งที่รัฐบาลพยายามส่งเสริมให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้น นั่นก็คือ ปาล์มน้ำมัน ที่มีอยู่มากในภาคใต้เพราะมีสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวย ในอดีตที่ผ่านมา ปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่จะผลิตเพื่อเป็นส่วนประกอบของอาหาร เครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมอุปโภคบริโภคต่างๆ แต่เมื่อเกิดปัญหาราคาน้ำมันพุ่งสูงขึ้น ปาล์มน้ำมันจึงเป็นพืชพลังงานอันดับต้นๆที่ทั่วโลกให้ความสำคัญในการพัฒนาในด้านต่างๆ

ไม่ว่าจะเป็น การปรับปรุงสายพันธุ์ การพัฒนาเทคโนโลยีในการสกัดให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และการขยายพื้นที่เพาะปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิต ที่มีความต้องการสูงขึ้นมาก ส่งผลให้ธุรกิจน้ำมันปาล์มมีความเจริญรุดหน้าต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปประเทศไทยมีสัดส่วนการใช้น้ำมันปาล์มเพื่อการบริโภคต่อน้ำมันปาล์มเพื่อผลิตพลังงาน อยู่ที่ 70:30 แต่ปัจจุบันมีการปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้สัดส่วนการปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อเป็นพืชพลังงานเริ่มจะมากกว่าพืชอาหาร ความไม่สมดุลจึงเกิดขึ้น น้ำมันปาล์มเพื่อการบริโภคเริ่มขาดแคลนทำให้ราคาน้ำมันปาล์มแพงขึ้น ส่งผลกระทบตั้งแต่ต้นทุนการผลิตไปจนถึงผู้บริโภคที่ต้องรับภาระค่าครองชีพสูงขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

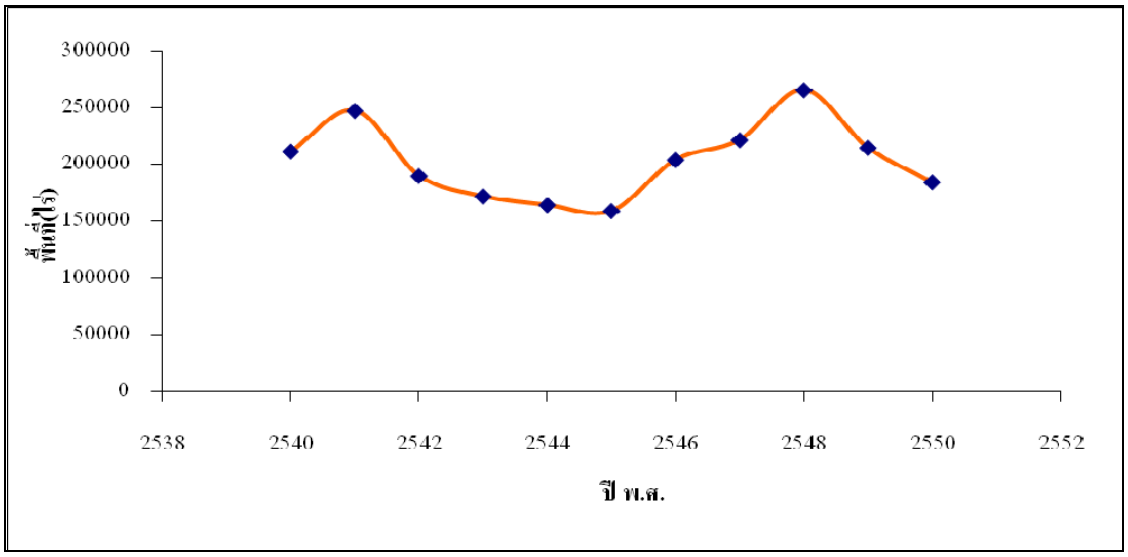


ภาพประกอบที่ 2.1 แนวโน้มสถานการณ์ปาล์มน้ำมันในอนาคต

ที่มา: http://210.246.186.28/palm/linkTechnical/processOilpalm.html

จากภาพประกอบที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอนเนื่องจากลักษณะกราฟเป็นแบบเอกซ์โปเนนเชียล ในขณะที่ปริมาณผลผลิตกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบเชิงเส้น เนื่องจากว่าหลังจากขยายพื้นที่ปลูกให้เพิ่มขึ้น ระยะผลผลิตครั้งแรกนั้นค่อนข้างนาน ประมาณ 3-4 ปี ทำให้ประมาณการได้ว่า เมื่อพื้นที่ปลูกปาล์มมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณผลปาล์มสดที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เมื่อเกษตรกรมีผลผลิตเพิ่มขึ้น

โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบจะมีวัตถุดิบเพิ่มขึ้นทำให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้นและจะมีชีวมวลมากขึ้นตามไปด้วย



ภาพประกอบที่ 2.2 พื้นที่การปลูกยางพาราตั้งแต่ปี 2536 – 2550

ที่มา: http://www.moac.go.th

ตั้งแต่ปี 2538 เป็นต้นมาแนวโน้มพื้นที่ปลูกยางมีสูงขึ้นลงไม่แน่นอนดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.2 คาดว่าน่าจะมีปัจจัยแวดล้อมเกี่ยวข้องหลายอย่าง เช่นสภาพอากาศ หรือกลไกการตลาดที่ทำให้ราคายางผันผวน ในอนาคตแนวโน้มการปลูกยางพาราอาจลดลงเนื่องจากภาวะเศรษฐกิจตกต่ำ

2.7. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น

2.7.1. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Simple Linear Regression)

เป็นการวิเคราะห์ในกรณีตัวแปรตาม (Y) ขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ (X) เพียงตัวเดียว มีสมการรูปทั่วไป คือ

$$Y = a + bX \qquad (2.1)$$

โดยที่ Y คือ ค่าของตัวแปรตาม
X คือ ค่าของตัวแปรอิสระ
a คือ ค่าของ Y เมื่อ X เป็นศูนย์ (Y- intercept)
b คือ ค่าความชันของสมการ หรือ สัมประสิทธ์ความถดถอย

2.7.2. การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression)

เป็นการวิเคราะห์ในกรณีตัวแปรตาม (Y) ขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ (X) หลายตัว มีสมการรูปทั่วไป คือ

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \ldots + b_kX_k \qquad (2.2)$$

โดยที่ Y คือ ค่าของตัวแปรตาม
X คือ ค่าของตัวแปรอิสระ
$b_1, b_2 \ldots b_k$ คือ สัมประสิทธ์ความถดถอยของตัวแปรอิสระ

2.7.3. การคัดเลือกตัวแปรเข้าสมการถดถอย

เทคนิคการคัดเลือกตัวแปรเข้าสมการถดถอยนั้นมีด้วยกันหลายเทคนิค โดยจะต้องทำการทดสอบสมมติฐานเสียก่อนเพื่อดูว่าตัวแปรอิสระใดที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม เทคนิคการเลือกตัวแปรอิสระเพื่อนำมาเข้าสมการถดถอยพหุคูณด้วยโปรแกรม SPSS มีทั้งหมด 5 เทคนิค ดังนี้

1) เทคนิค Enter หรือAll Possible Regressions

เป็นเทคนิคกรคัดเลือกตัวแปร โดยการตั้งสมมติฐานจากสมการความถดถอยที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เลือกสมการที่มีค่า R Square มากที่สุดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่ามาก และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าน้อย

2) เทคนิค Forward

เป็นเทคนิคการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามโดยการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการทีละ 1 ตัวแปร โดยเลือกตัวแปรที่มีความ สัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าสมการก่อน

3) เทคนิค Backward

เป็นเทคนิคการคัดเลือกตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามออกจากสมการทีละ 1 ตัวแปร จนกระทั่งไม่มีตัวแปรอิสระใดถูกคัดออกไป โดยนำตัวแปรอิสระเข้าสมการ แล้วทดสอบสมมติฐานว่าตัวแปรอิสระ ตัวใดที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม และจะตัดตัวแปรอิสระ ตัวนั้นออกจากสมการ 1 ตัวแปร และตรวจสอบว่า จะต้องตัดตัวแปรอิสระตัวใดออกจากสมการอีกหรือไม่ ตรวจสอบจนกระทั่งไม่ต้องตัดตัวแปรอิสระตัวใดออกจากสมการอีก

4) เทคนิค Stepwise

เป็นเทคนิคที่นำเอาวิธีการแบบ Backward กับ Forward มาใช้ร่วมกันคือเลือกตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุด ทำการทดสอบ หากทดสอบแล้วพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยไม่เท่ากับ 0 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม นำตัวแปรนี้เข้าสมการจากนั้นทำการคัดเลือกตัวแปรตัวที่ 2 เข้าสมการ และใช้เทคนิค Backward ในการคัดเลือกว่าควรตัดตัวแปรตัวใดบ้างที่อยู่ในสมการออก โดยการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยกันเองในสมการถดถอย จะทำแบบนี้ไปเรื่อยๆจนกระทั่งไม่สามารถเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการและตัดตัวแปรใดออกจากสมการได้ จึงจะถือว่าได้สมการถดถอยที่เหมาะสม

5) เทคนิค Blockwise

เทคนิคนี้จะทำการจัดตัวแปรเป็นกลุ่มหรือชุดของตัวแปรอิสระและคัดเลือกตัวแปรอิสระจากแต่ละกลุ่ม โดยการจัดกลุ่มตัวแปรนั้น จะอาศัยหลักทฤษฎีหรือหลักจิตวิทยาเข้ามาช่วย เมื่อจัดกลุ่มแล้วก็จะทำการวิเคราะห์ทีละกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะถูกคัดเลือกโดยวิธีการแบบ Stepwise

2.8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พีรวุฒิ และคณะ (2550) ได้ทำการศึกษาการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันปาล์มที่มีอยู่ในหลายจังหวัดในภาคใต้ เป็นพืชที่ยังไม่ใช้เทคโนโลยีตัดแต่งพันธุกรรม (GMO) และเป็นแหล่งโปรตีนราคาถูกโดยมีระดับโปรตีนสูงที่ร้อยละ 14 – 15 และมีความปลอดภัยในการใช้ จึงสามารถใช้ทดแทนรำละเอียดในสูตรอาหารสัตว์ได้สูงถึง ร้อยละ 25 ในสัตว์กระเพาะเดี่ยว ได้แก่ เป็ดเทศ ไก่ไข่ ไก่พื้นเมืองและสุกร สามารถใช้ในสูตรอาหารสัตว์ได้ถึงร้อยละ 20 , 40 , 33 และ 30 ตามลำดับ นอกจากนี้ กากเนื้อในเมล็ดปาล์มมีส่วนประกอบที่เป็นเยื่อใยประมาณร้อยละ 41 – 46 สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารสัตว์กระเพาะรวมได้สูงถึงร้อยละ 70 -79 สามารถลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตร และการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรของประเทศให้มากขึ้น

ประทิน และคณะ (2550) ศึกษา รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลด้าน สถานภาพและศักยภาพของเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพพบว่าประเทศไทยมีแหล่งชีวมวลที่นำมาผลิตเป็นพลังงานก๊าซชีวภาพได้ราว 2,100 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (เทียบเท่า 1,040 ktoe) ในปัจจุบันนำมาใช้ประโยชน์แล้ว ประมาณ ร้อยละ 18 ผ่านระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบต่างๆ กว่า 2,300 แห่ง ผลิต ก๊าซได้ประมาณ 380 ล้านลูกบาศก์เมตร จากชีวมวลหลักๆ คือ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง (ร้อยละ 53) มูลสุกร (ร้อยละ 39) และอื่นๆ (ร้อยละ 8) โดยมากกว่าร้อยละ 70 ของระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้เป็นระบบขนาดเล็กแบบโดมคงที่ซึ่งนิยมใช้ในฟาร์มสุกรและโคนม สำหรับระบบก๊าซชีวภาพขนาดใหญ่ที่นิยม ได้แก่ ยูเอเอสบี โคเวอร์ลากูน ตรึงฟิล์ม ถังกวนสมบูรณ์และเอบีอาร์ มีใช้ในฟาร์ม สุกรขนาดใหญ่และโรงงานอุตสาหกรรม เช่น แป้งมันสำปะหลัง สุรา เบียร์ อาหารทะเล ฆ่าสัตว์และน้ำมันปาล์ม โดยก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ใช้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าและความร้อนทดแทนการใช้น้ำมันเตา

บัณฑิต และคณะ (2550) ได้ทำการประเมินการใช้พลังงานของประเทศไทยในอนาคต ตามแผนการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานหมุนเวียนและส่งเสริมการเพิ่ม ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยวิเคราะห์ผลกระทบต่อภาคเศรษฐกิจที่ใช้ พลังงานขั้นสุดท้ายและของประเทศ โดยใช้แบบจำลอง Longrange Energy Alternatives Planning system (LEAP)โดยใช้ ข้อมูลศักยภาพของ พลังงานหมุนเวียน และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ พลังงานโดยแบ่งตามภาคเศรษฐกิจ ผลการศึกษาในกรณี Business Asusual (BAU) ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2559 พบว่าประเทศไทยมีจะการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจาก 65,573 ktoe ในปี พ.ศ. 2549 เป็น 112,087 ktoe ในปี พ.ศ. 2559 โดยเฉลี่ย

เพิ่มขึ้นปีละประมาณร้อยละ 5.5 ภาคขนส่ง ยังคงเป็นภาคที่ใช้พลังงานมากที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 37 ในปี พ.ศ. 2559 ตามด้วย ภาคอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือน และ ภาคธุรกิจคิดเป็นร้อยละ 36 15 และ 7 ของการใช้พลังงานทั้งประเทศ ตามลำดับ ในกรณี ประหยัดพลังงานนั้นพบว่าประเทศไทยจะมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเพียงปีละประมาณร้อยละ 4.1 โดยภาคขนส่งเป็นภาคที่ประหยัดพลังงานได้มากที่สุดถึง 2,858 ktoe ในปี พ.ศ. 2554 และ 6,798 ktoe ในปี พ.ศ. 2559 คิดเป็นร้อยละ 12.0 และ 16.2 ตามลำดับ ของการใช้พลังงานใน ภาคขนส่งภาคอุตสาหกรรมเป็นภาคที่มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานมากรองจากภาคขนส่ง โดยประหยัดได้ถึง 1,505 ktoe ในปี พ.ศ. 2554 และ 3,880 ktoe ในปี พ.ศ. 2559 คิดเป็นร้อยละ 4.9 และ 9.6 ตามลำดับ ของการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม โดยทั้งประเทศจะสามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 6,654 ktoe และ 14,239 ktoe ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 7.8 และ 12.7 ของการใช้พลังงาน สำหรับ ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในการใช้ไฟฟ้าของทุกภาค เศรษฐกิจ ทำให้สามารถลดความต้องการการใช้ไฟฟ้าลง 11,245 GWh และ 30,725 GWh โดยประหยัดไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 6.3 และ 13.3 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2559 ตามลำดับ ในกรณีประหยัดพลังงาน ดัชนีการใช้พลังงานต่อคนของประเทศไทยมี แนวโน้มลดลงจาก 1.62 ktoe/คน เป็น 1.29 ktoe/คน ในปี พ.ศ. 2559 และการปล่อย CO_2 ต่อประชาการลดลงจาก 4.79 เป็น 3.70 ตันต่อคน ในปี พ.ศ. 2559

ประพันธ์ และคณะ (2550) ได้ทำการกำหนดการศึกษาเบื้องต้นในสิ่งเหลือทิ้งจากพืชชีวมวล 9 ชนิด และจากน้ำเสียอุตสาหกรรม 11 ประเภท ซึ่งผลการศึกษา พบว่า แหล่งพลังงานจากสิ่งเหลือทิ้งในพืชชีวมวล 9 ชนิด และน้ำเสียอุตสาหกรรม 11ประเภทมีศักยภาพสูง 17.1 เมกกะตันน้ำมันดิบต่อปี แบ่งเป็นจากสิ่งเหลือทิ้งจากพืชชีวมวลจำนวน 13.0 เมกะตันน้ำมันดิบต่อปี และจากน้ำเสียอุตสาหกรรมจำนวน 4.1 เมกะตันน้ำมันดิบต่อปี จังหวัด นครราชสีมา เป็นแหล่งที่มีศักยภาพพลังงานจากชีวมวลเหลือทิ้งจากทั้ง 2 แหล่งมากที่สุด 2.1 เมกกะตันน้ำมันดิบต่อปี กี่ศึกษานี้ช่วยให้ประสบผลสำเร็จต่อการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมต่อประเทศไทย

วิชชากร และคณะ (2550)ได้ทำการศึกษาความเหมาะสมของการตั้งโรงไฟฟ้า จากเชื้อเพลิงชีวมวล 5 ชนิด ได้แก่ เศษไม้ แกลบ เหง้ามัน สำปะหลัง กากอ้อย และ กะลาปาล์ม เนื่องจากวัสดุเหล่านี้เป็น ต้องการนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้นี้ อีกทั้งยังหาได้ง่าย และมีเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก จากข้อมูลทุติยภูมิซึ่งได้รวบรวมจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในการ ใช้ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก พื้นที่เก็บเกี่ยวปริมาณผลผลิตของกลุ่ม วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทั้ง 5 ชนิด สามารถนำมาจัดทำสมการ เพื่อพยากรณ์ปริมาณผลผลิตที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้โดยใช้ข้อมูลในช่วงปี 2543-2547 และทำการพยากรณ์ข้อมูลต่อไปจนกระทั่งถึง ปี 2554 ทำให้สามารถประเมินสถานการณ์การนำเศษวัสดุเหลือใช้ ทางการเกษตรเหล่านี้มาใช้เพื่อการ

ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ พบว่ายังมีปริมาณเพียงพอที่จะสามารถนำไปใช้ผลิตไฟฟ้า ได้ถึง 1,999.42 MW และการพยากรณ์ปริมาณชีวมวลในปี พ.ศ. 2554 มีปริมาณมากถึง 2,938.47 เมกะวัตต์ เพื่อเป็นการใช้ ทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า และช่วยลดภาระการลงทุนของภาครัฐในการสร้างโรงไฟฟ้าได้

Prasertsan et al. (2001) ได้ทำการศึกษาศักยภาพของพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทยที่มีการปลูกยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจ ในการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลจากยางพารา โดยจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาราคาสูงสุดของเชื้อเพลิงชีวมวล และกำลังงานที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งโรงไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลจาก GIS ซึ่งจะสามารถระบุพื้นที่ที่เหมาะสม และขนาดของโรงไฟฟ้า โดยตลอดระยะทาง 700 กิโลเมตรของพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทย พบว่าสามารถสร้างโรงไฟฟ้าได้ 8 แห่ง ได้แก่ สุราษฎร์ธานี 2 แห่ง มีกำลังการผลิตรวม 43.8 MW_e, สงขลา 2 แห่ง มีกำลังการผลิตรวม 48.7 MW_e, นครศรีธรรมราช มีกำลังการผลิต 24.5 MW_e , ตรัง มีกำลังการผลิต 24.8 MW_e, ยะลามีกำลังการผลิต 21.9 MW_e และ นราธิวาสมีกำลังการผลิต 22.8 MW_e

Papong et al. (2005) ได้ทำการศึกษาพลังงานหมุนเวียนโดยเน้นที่พลังงานชีวมวลเป็นหลัก ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตชีวมวลขนาดใหญ่ซึ่งในแต่ละปีจะมีชีวมวลประมาณ 60 ล้านตัน และเทคโนโลยีที่ใช้ในการเปลี่ยนรูปชีวมวลให้เป็นพลังงานที่ต้องการนั้นยังต้องการพัฒนาอีกมาก โรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งยังใช้เทคโนโลยีที่ค่อนข้างเก่าจึงทำให้ได้ประสิทธิภาพต่ำ ดังนั้นจึงต้องหาแนวทางมากมายที่จะสนับสนุนให้ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำกระบวนการ Gasification มาแทนที่เทคโนโลยีเก่าที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

Yokoyama et al. (2000) ได้ทำการศึกษาศักยภาพการผลิต และปริมาณการใช้ชีวมวลในประเทศไทย กล่าวว่า ศักยภาพการผลิตชีวมวลในประเทศไทยมีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต เนื่องมาจากปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดชีวมวลมีแนวโน้มจะผลิตได้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะปัจจัยหลายประการเช่น การเพิ่มจำนวนพื้นที่เพาะปลูก การพัฒนาเทคโนโลยีทางเกษตร ซึ่งจะส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เป็นต้น ส่วนความต้องการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคตเช่นกัน เนื่องจากชีวมวลมีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงสมัยใหม่ อีกทั้งยังมีส่วนช่วยรักษาสภาพแวดล้อมเพราะไม่ก่อให้เกิดมลพิษ แต่การนำชีว-มวลมาใช้ก็ต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นประกอบ ได้แก่ แหล่งชีวมวล ปริมาณรวมของชีวมวล และเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากชีวมวล เป็นต้น เนื่องจากชีวมวลบางชนิดมีการผลิตตามฤดูกาล และ/หรือมีเฉพาะบางภูมิภาค ดังนั้นในการพิจารณาถึงความเหมาะสมของการนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้ผลิตพลังงาน จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ด้วย

รังสรรค์ (2541) ได้นำเสนอ เทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากชีวมวล โดยทั่วไปมักอาศัยกระบวนการทางเคมีความร้อน ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การเผาไหม้โดยตรงและการผลิตก๊าซ ซึ่งในปัจจุบันนอกจากจะนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้ผลิตไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวแล้วยังนำมาใช้ผลิตความร้อนร่วมกับการผลิตไฟฟ้าด้วย โดยระบบดังกล่าวเรียกว่าการผลิตพลังงานร่วม นอกจากนี้ยังทำการศึกษาจัดทำแผนแม่บทการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเพื่อสามารถวางแผนพัฒนาชีวมวลให้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไฟฟ้า จากผลการสำรวจ การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน และการศึกษาเบื้องต้น สรุปได้ว่ามีโรงงานตัวแทนประเภทอุตสาหกรรม 4 โรง ซึ่งพิจารณาแล้วเห็นว่ามีศักยภาพเหมาะสมที่จะดำเนินการศึกษาความเหมาะสมเพื่อจัดทำเป็นโครงการนำร่องการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเพื่อขายคืนกลับให้แก่การไฟฟ้าในรูปผู้ผลิตรายเล็ก ได้แก่ โรงงานน้ำตาล โรงสี และโรงงานน้ำมันปาล์ม

จรุภัทร์ และคณะ (2548) ได้ศึกษาเรื่องไม้ยางพาราเป็นผลพลอยได้จากการปลูกยางพารา กล่าวคือหลังจากต้นยางพาราแก่ โดยมีอายุประมาณ 18-23 ปีขึ้นไป ต้นยางพาราจะหมดหน้ากรีด คือหน้ายางเดิมที่ผ่านการกรีดมาแล้วหลายครั้ง จะไม่เรียบและมีความแข็งมากขึ้นทำให้ไม่สามารถกรีดได้ ส่วนหน้ายางที่ยังไม่ผ่านการกรีดมาก่อนจะอยู่สูงจึงจำเป็นต้องโค่นทิ้งเพื่อปลูกทดแทน ไม้ที่ได้จะเป็นวัตถุดิบป้อนเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพารา จากการศึกษาปริมาณและศักยภาพของเศษวัสดุที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมไม้ยางพาราเกิดปีกไม้ เปลือกไม้ เศษไม้ ขี้เลื่อย และฝุ่นไม้ เศษวัสดุเหล่านี้บางส่วนสามารถนำไปหมุนเวียนใช้ในการผลิตและเป็นเชื้อเพลิงเพื่อให้พลังงานความร้อนได้ แต่ยังคงมีอีกบางส่วนที่เผาทิ้งกลางแจ้งซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะ โดยเศษวัสดุส่วนนี้มีศักยภาพด้านพลังงานความร้อนสูงถึง $120 \times 10^6 - 130 \times 10^6$ GJ ต่อปี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1. ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และวิธีการสุ่มตัวอย่าง

3.1.1. ประชากร

ประชากรในงานวิจัยนี้ คือ กลุ่มอุตสาหกรรมหลักในภาคใต้ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราและโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ซึ่งมีจำนวน 112 โรงงานและ 35 โรงงาน ตามลำดับ ระยะเวลาสำรวจอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2550 ถึง กุมภาพันธ์ 2551

3.1.2. การหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

ใช้ตารางสำเร็จรูปของ Krejcie & Morgan (เกียรติสุดา ศรีสุข, 2006) เนื่องจากทราบจำนวนของประชากรที่แน่นอน

3.2. เครื่องมือวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ และเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ เครื่องมือวิจัยจึงแจกแจงได้ดังนี้

3.2.1. แบบสอบถาม

แบบสอบถามเป็นเครื่องมือหลักในงานวิจัยชิ้นนี้ ลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิด ซึ่งคำถามจะครอบคลุมเกี่ยวกับการใช้พลังงานทุกชนิด ในการจัดทำแบบสอบถามมีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาและทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เป็นการศึกษาทฤษฎี เอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร เพื่อสร้างแนวความคิดเกี่ยวกับขอบเขต องค์ประกอบ ของพลังงานที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรม และวิธีวัดตัวแปรชนิดต่างๆ

2) รวบรวมคำถาม

ศึกษาการตั้งข้อคำถามจากตัวอย่างแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและดัดแปลงแบบสอบถามให้เหมาะสม เขียนคำแนะนำและคำชี้แจงให้ผู้ตอบเข้าใจวิธีการตอบและให้ข้อมูลได้ตรงกับสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการ แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ข้อคำถามในแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น ข้อมูลโรงงานทั่วไป เช่น ชื่อ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ ข้อมูลด้านพลังงานไฟฟ้าและพลังงานสิ้นเปลือง ข้อมูลด้านพลังงานชีวมวล และข้อมูลด้านผลผลิตความร้อนและพลังงานไฟฟ้า

3.2.2. โทรศัพท์

ใช้ในการติดต่อสอบถามกับเจ้าหน้าที่ของโรงงานเพื่อทบทวนความถูกต้องของข้อมูล

3.2.3. โปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผล ต่อการใช้พลังงานชีวมวลของกลุ่มอุตสาหกรรม สกัดน้ำมันปาล์มดิบและอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2549 โดยการนำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพจากแบบสอบถามมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) จากโปรแกรม SPSS for Windows Version 15 โดยกำหนดให้ ปริมาณการใช้ชีวมวล เป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) และปัจจัยอื่นๆเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ด้วยการคัดเลือกตัวแปรเข้าสู่สมการถดถอยแบบขั้นบันได (Stepwise)

การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณ เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรระหว่างตัวแปรตาม ซึ่งต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ (ตัวแปรแบบช่วงหรือแบบอัตราส่วน) กับตัวแปรอิสระ ซึ่งมีจำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 2 โดยที่จำนวนตัวแปรทั้งหมดอาจจะเป็นตัวแปรเชิงปริมาณทั้งหมดก็ได้หรือ บางตัวเป็นตัวแปรเชิงปริมาณและบางตัวเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณมีวัตถุประสงค์หลักอยู่ 2 ประการด้วยกันคือ เพื่อศึกษาตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม กล่าวคือ ทำการทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ โดยการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอิสระเพื่อดูรูปแบบความสัมพันธ์และทิศทางพิจารณาว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากน้อยเพียงใด และเพื่อทำการประมาณค่า

ของตัวแปรตามเมื่อทราบค่าตัวแปรอิสระ สามารถคาดเดาหรือพยากรณ์ค่าของตัวแปรตามได้ในอนาคต

3.3. วิธีการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยโดยรวมสาสมารถแสดงได้โดยใช้รูปแบบแผนผังดังแสดงในภาพประกอบที่ 3.1 โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนดังนี้

3.4.1. สำรวจข้อมูลเบื้องต้น

สำรวจรายชื่อกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราและ กลุ่มอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบในภาคใต้ เพื่อให้ได้จำนวนประชากรทั้งหมดที่ต้องการศึกษา จากฐานข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

3.4.2. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล

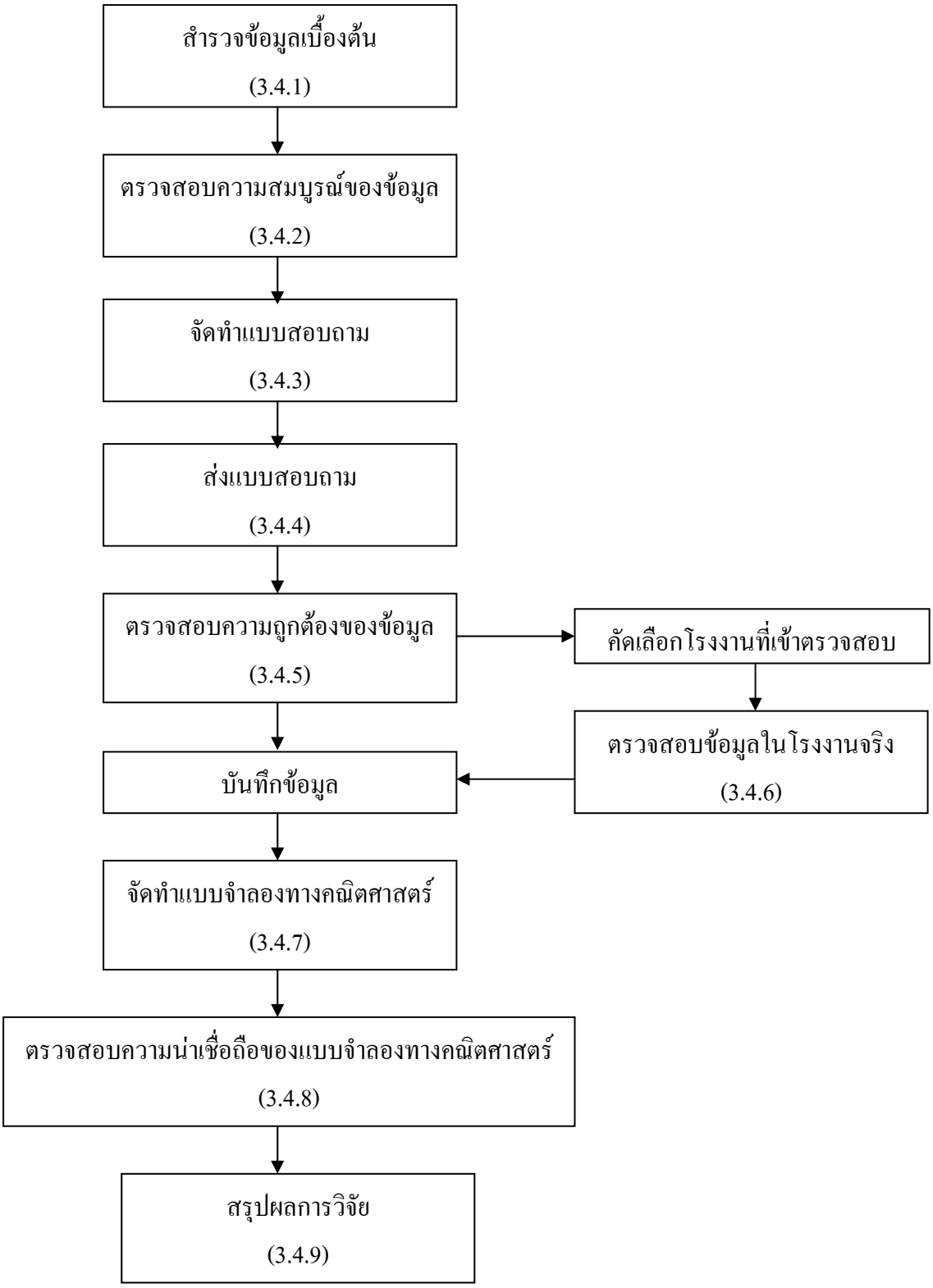
เนื่องจากว่ารายชื่อกลุ่มโรงงานที่ได้มานั้น ยังมีข้อมูลบางส่วนไม่ครบถ้วน เช่น ชื่อโรงงาน ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ หรือยกเลิกกิจการ เป็นต้น จำเป็นต้องทำการคัดออกเพื่อให้ได้จำนวนประชากรที่ต้องการศึกษาอย่างแท้จริง และสามารถกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมได้

3.4.3. จัดทำแบบสอบถาม

ลักษณะของแบบสอบถามจะเป็นแบบปลายเปิดทั้งหมด เพื่อให้ครอบคลุมเกี่ยวกับการใช้เชื้อเพลิงทุกชนิดในโรงงาน จากนั้นส่งแบบสอบถามไปยังกลุ่มโรงงานเป้าหมาย

3.4.4. ส่งแบบสอบถาม

ก่อนที่จะส่งแบบสอบถามตรวจสอบรายชื่อ และที่อยู่ของโรงงานที่จ่าหน้าซองให้ถูกต้องอีกครั้ง โดยแบบสอบถามจะถูกบรรจุอยู่ในซองเอกสารสีน้ำตาลมีตราสัญลักษณ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พร้อมทั้งแนบซองเปล่าติดแสตมป์จ่าหน้าซองถึงผู้วิจัย เพื่ออำนวยความสะดวกในการส่งแบบสอบถามกลับ



ภาพประกอบที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงาน

3.4.5. ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

เมื่อได้รับการตอบแบบสอบถามกลับมา ทำการจัดเก็บข้อมูลลงในเอกสารโดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นข้อมูลทั่วไปของโรงงานเช่น ชนิดอุตสาหกรรม, วัตถุดิบที่ใช้, ผลผลิตที่ได้, ชนิดชีวมวลที่ใช้ เป็นต้น ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่โรงงานกรอกมาให้และตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้องของข้อมูลโดยการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากโรงงานชนิดเดียวกัน สังเกตความผิดปกติของตัวเลขและหน่วยที่ผู้ตอบระบุมา หากพบว่าข้อมูลไม่ครบถ้วน หรือตัวเลขไม่สอดคล้องกับโรงงานอื่นๆในกลุ่มเดียวกัน จะทำการทบทวนข้อมูลกับโรงงานอีกครั้งทางโทรศัพท์ เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.6. ตรวจสอบข้อมูลในโรงงานจริง

หลังจากทำการทบทวนข้อมูลกับทางโรงงานแล้ว จะต้องคัดเลือกตัวอย่างโรงงานเพื่อเข้าไปตรวจสอบข้อมูลอย่างละเอียดเกี่ยวกับการผลิต การได้มาของชีวมวล และลักษณะการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์ อีกทั้งยังเป็นการตรวจสอบข้อมูลซ้ำอีกครั้งเพื่อความถูกต้องและเชื่อถือได้ หลักการคัดเลือกจะพิจารณาจากแบบสอบถามโดยใช้ปริมาณชีวมวลเป็นตัวกำหนดคือ มาก ปานกลาง และน้อย รวมทั้งพิจารณาความร่วมมือของเจ้าหน้าที่ขณะตอบคำถามในขั้นตอนการทบทวนข้อมูลทางโทรศัพท์อีกทางหนึ่งด้วย สำหรับรายละเอียดส่วนนี้แสดงไว้ในบทที่ 4

3.4.7. จัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

นำข้อมูลจากแบบสอบถามมากำหนดเป็นตัวแปรตามและตัวแปรอิสระและวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระเป็นคู่ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันในรูปแบบใด เป็นเชิงเส้นหรือไม่ พร้อมทั้งพิจารณาว่าข้อมูลชุดใดมีค่าสูงหรือต่ำผิดปกติ ตามหลักการทางสถิติต้องตัดชุดข้อมูลชุดนั้นออก ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์โดยละเอียดในขั้นตอนต่อไปการจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้มาจากการวิเคราะห์โปรแกรม SPSS โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R Square) ว่ามีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด และสรุปว่าตัวแปรอิสระตัวใดที่มี ผลต่อปริมาณการใช้ชีวมวลของทั้ง 2 อุตสาหกรรม พร้อมทั้งนำเสนอข้อมูลที่สอดคล้องกับงานวิจัยมาสนับสนุนเพื่อเพิ่มคุณค่าในการใช้ประโยชน์ต่อไป โดยรายละเอียดส่วนนี้แสดงไว้ในบทที่ 4

3.4.8. ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ทำได้โดยการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ชีวมวลจริงของโรงงานตัวอย่างกับปริมาณชีวมวลที่คำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของงานวิจัยนี้และเปรียบเทียบผลการคำนวณของปริมาณชีวมวลที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้วย สำหรับรายละเอียดส่วนนี้แสดงไว้ในบทที่ 4

3.4.9. สรุปผลการวิจัย

ในส่วนนี้เป็นการสรุปภาพรวมการทำงาน และนำเสนอปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะที่ได้จากกงานวิจัยนี้ รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม สำหรับรายละเอียดส่วนนี้แสดงไว้ในบทที่ 5

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1. ผลการคำนวณกลุ่มตัวอย่างของทั้ง 2 อุตสาหกรรม

เมื่อทำการตรวจสอบรายชื่อจากฐานข้อมูลของกรมโรงงานกระทรวงอุตสาหกรรม พบว่า มีโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราทั้งหมดในภาคใต้ 402 โรงงาน และ โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบทั้งหมดในภาคใต้ 75 โรงงาน เบื้องต้นพบว่ามีโรงงานที่ยกเลิกกิจการรวมทั้งโรงงานที่มีข้อมูลและเบอร์โทรศัพท์ติดต่อไม่ครบถ้วน จึงต้องตัดข้อมูลของโรงงานนั้นทิ้งไป เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างโรงงานที่ต้องการศึกษาต้องมาจากกลุ่มประชากรของโรงงานที่สามารถติดต่อได้จริง และกำลังดำเนินการผลิตตามปกติในปัจจุบัน ผลการตรวจสอบจำนวนโรงงานทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจสอบรายชื่อโรงงานอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรม	จำนวนโรงงานทั้งหมด	ยกเลิกกิจการ	ติดต่อไม่ได้, ข้อมูลไม่สมบูรณ์	จำนวนโรงงานที่สามารถติดต่อได้
แปรรูปไม้ยางพารา	402	8	282	112
สกัดน้ำมันปาล์มดิบ	73	-	38	35

เพื่อให้การสรุปผลข้อมูลอยู่ในช่วงความเชื่อมั่น 90% จึงได้กำหนดขนาดกลุ่มโรงงานตัวอย่าง ในกรณีที่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน เมื่อนำค่าประชากร 112 และ 35 ไปเทียบหาขนาดกลุ่มตัวอย่างจากตารางสำเร็จของ Krejcie & Morgan (ตาราง จ.1) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างของโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราโดยการประมาณค่าในช่วงระหว่าง110 และ120 ทำให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 75 โรงงานและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบเท่ากับ 31 โรงงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

4.2. ผลการส่งแบบสอบถาม

การส่งแบบสอบถามไปยังโรงงาน ผู้วิจัยได้จัดส่งตามรายชื่อและข้อมูลติดต่อ ที่ได้มาจากฐานข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม สามารถสรุปผลการส่งแบบสอบถาม แสดงใน

ตารางที่ 4.2 สำหรับข้อมูลจากแบบสอบถามที่ตอบกลับของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบแสดงในตาราง ฉ.2 และข้อมูลจากแบบสอบถามที่ตอบกลับของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราแสดงในตาราง ฉ.5

ตารางที่ 4.2 จำนวนโรงงานที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาและผลการส่งแบบสอบถาม

อุตสาหกรรม	จำนวนโรงงานที่สามารถติดต่อได้	จำนวนโรงงานที่เหมาะสมสำหรับการศึกษา	จำนวนโรงงานที่ส่งแบบสอบถามกลับมา
แปรรูปไม้ยางพารา	112	75	29
สกัดน้ำมันปาล์มดิบ	35	31	28

4.3. ผลการตรวจสอบข้อมูลในโรงงานจริง

เพื่อเป็นการตรวจสอบข้อมูลซ้ำอีกครั้งเพื่อความถูกต้องและเชื่อถือได้ หลักการคัดเลือกจะพิจารณาจากแบบสอบถามโดยใช้ปริมาณชีวมวลเป็นตัวกำหนดคือ มาก ปานกลาง และน้อย รวมทั้งพิจารณาความร่วมมือของเจ้าหน้าที่ขณะตอบคำถามในขั้นตอนการทบทวนข้อมูลทางโทรศัพท์อีกทางหนึ่งด้วย ได้ผลสรุปดังแสดงในตารางที่ 4.3 จากนั้น ติดต่อเจ้าหน้าที่ของโรงงานและทำหนังสือแจ้งความประสงค์ที่จะเข้าไปตรวจสอบข้อมูลให้ชัดเจนก่อนจะเดินทางไปล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์

ตารางที่ 4.3 รายชื่อโรงงานที่เข้าไปตรวจสอบข้อมูล

ชื่อโรงงาน	กลุ่มอุตสาหกรรม	สถานที่ตั้ง	ชีวมวลที่ใช้
บ.วู้ดเวิร์คแอดวานซ์ จำกัด	แปรรูปไม้ยางพารา	สงขลา	ปีกไม้,ขี้เลื่อย
บ.เอ.พี.เอส วู้ด โปรดักส์ จำกัด	แปรรูปไม้ยางพารา	สงขลา	ปีกไม้
บ.ส.จันดีอินเตอร์วู้ด (1999) จำกัด	แปรรูปไม้ยางพารา	นครศรีธรรมราช	ปีกไม้,ขี้เลื่อย
บ.ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด(มหาชน)	สกัดน้ำมันปาล์มดิบ	กระบี่	ใยปาล์ม
บ.ศรีเจริญปาล์มออยล์ จำกัด	สกัดน้ำมันปาล์มดิบ	กระบี่	ใยปาล์ม
บ.สยามโมเดิร์นปาล์มจำกัด	สกัดน้ำมันปาล์มดิบ	กระบี่	ใยปาล์ม

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบในโรงงาน

ชื่อโรงงาน	ชีวมวลที่ใช้	ผลผลิตต่อปี (ton/yr)	ลักษณะการผลิตพลังงาน	หม้อไอน้ำ	
				ขนาด (ton/hr)	ปริมาณไอน้ำ (ton/yr)
บ.วู้ดเวิร์คแอดวานซ์ จำกัด	ปีกไม้	3,420	ความร้อนจากหม้อไอน้ำ	10	21,600
บ.เอ.พี.เอส วู้ด โปร-ดักส์ จำกัด	ปีกไม้	8,949	ความร้อนจากหม้อไอน้ำ	n/a	n/a
บ.ส.จันดีอินเตอร์วู้ด (1999) จำกัด	ปีกไม้	24,700	ความร้อนจากหม้อไอน้ำ	20	13,500
บ.ยูนิวานิชน้ำมันปาล์มจำกัด (มหาชน)	ใยปาล์มและกะลาปาล์ม	341,828	Co-generation	35	182,000
บ.ศรีเจริญปาล์มออยล์ จำกัด	ใยปาล์ม	125,500	Co-generation	35	65,900
บ.สยามโมเดิร์นปาล์ม จำกัด	ใยปาล์ม	100,000	Co-generation	20	100,000

n/a โรงงานไม่สามารถให้ข้อมูลได้

4.4. ข้อมูลจากแบบสอบถาม

งานวิจัยนี้ได้แบ่งข้อมูลจากแบบสอบถามออกเป็นสองส่วนเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ คือส่วนแรกเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพของอุตสาหกรรมแต่ละชนิด ส่วนที่สองเป็นข้อมูลเป็นเชิงปริมาณเกี่ยวกับการผลิตและการใช้พลังงานของโรงงาน ข้อคำถามบางส่วนได้ดัดแปลงมาจากแบบสอบถามของสถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม (ภาคผนวก ช.)จะนำไปวิเคราะห์แบบถดถอยพหุคูณเพื่อจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากแบบสอบถามมีลักษณะตัวแปร 2 ชนิดคือตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม กำหนดให้ปริมาณการใช้ชีวมวล ของแต่ละชนิดอุตสาหกรรม มีหน่วยเป็น ton/yr เป็นตัวแปรตาม แต่จะมีตัวแปรอิสระอยู่หลายตัวเช่น ปริมาณผลผลิตที่ได้ต่อปี, ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้

ต่อปี, ราคาผลผลิต, ปริมาณความร้อนหรือกระแสไฟฟ้าที่ใช้ เป็นต้น ในการเลือกตัวแปรอิสระที่จะนำมาเข้าสมการถดถอย โดยใช้โปรแกรม SPSS กำหนดสัญลักษณ์ย่อของตัวแปรอิสระดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ตัวแปรเชิงปริมาณที่นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้ชีวมวล ทั้ง 2 กลุ่มอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรม	ชื่อ	ชนิดตัวแปร	สัญลักษณ์ย่อ	หน่วย
สกัดน้ำมันปาล์มดิบ	ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบ	ตัวแปรอิสระ	X_1	ton/yr
	ปริมาณน้ำมันเมล็ดในปาล์ม	ตัวแปรอิสระ	X_2	ton/yr
	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้	ตัวแปรอิสระ	X_3	MWh/yr
	ปริมาณทะลายปาล์มสด	ตัวแปรอิสระ	X_4	ton/yr
	ปริมาณชีวมวลที่ใช้	ตัวแปรตาม	Y_1	ton/yr
แปรรูปไม้ยางพารา	ปริมาณไม้ยางพาราท่อน	ตัวแปรอิสระ	X_5	ton/yr
	ปริมาณไม้แปรรูป	ตัวแปรอิสระ	X_6	ton/yr
	ปริมาณชีวมวลที่ใช้	ตัวแปรตาม	Y_2	ton/yr

4.5. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

4.5.1. การวิเคราะห์ความถดถอย (Regression Analysis)

ประเด็นปัญหาการวิจัยในการวิเคราะห์การถดถอย คือ มุ่งต้องการหาคำตอบว่าตัวแปรที่นำมาหาความสัมพันธ์กันนั้น มีรูปแบบ และทิศทางความสัมพันธ์กันอย่างไร มีปริมาณความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด การวิเคราะห์การถดถอย เป็นวิธีหนึ่งที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและนำผลของความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ไปพยากรณ์ ข้อมูลที่จะวิเคราะห์จะต้องมี ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และ ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ เนื่องจากคาดว่ามีตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัวที่มีผลต่อปริมาณการใช้ชีวมวล และตัวแปรที่เกิดขึ้นจริงโดยธรรมชาติจะมีค่า

คลาดเคลื่อนตลอดเวลาไม่มากก็น้อย จึงจำเป็นต้องหาฟังก์ชันคณิตศาสตร์ไปประมาณการเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม (Hypothesis, 2551)

จากตารางที่ 4.5 กำหนดให้ข้อมูลชุดที่ 1 คือ ชุดข้อมูลของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบที่ประกอบด้วยตัวแปร X_1, X_2, X_3, X_4 และ Y_1 และข้อมูลชุดที่ 2 คือ ชุดข้อมูลของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราที่ประกอบด้วยตัวแปร X_5, X_6 และ Y_2 เมื่อกำหนดชนิดตัวแปรและป้อนค่าลงในโปรแกรม SPSS เรียบร้อยแล้ว ทำการวิเคราะห์แบบถดถอยพหุคูณที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) โดยใช้วิธี Stepwise ในการคัดเลือกตัวแปรเข้าสู่สมการเพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดในกรณีที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเอง (วิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงในภาคผนวก ค.) และได้ผลการวิเคราะห์แยกตามชนิดอุตสาหกรรม ดังนี้

4.5.2. อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

ตามหลักการทางสถิติเมื่อพิจารณาข้อมูลชุดที่มีค่าสูงหรือต่ำผิดปกติ ต้องตัดชุดข้อมูลชุดนั้นออก ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์โดยละเอียด และจากการป้อนข้อมูลเชิงปริมาณที่ประกอบด้วยตัวแปร X_1, X_2, X_3, X_4 และ Y_1 จำนวน 18 ชุดข้อมูล ลงในโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของข้อมูลชุดที่ 1

		Y_1	X_1	X_2	X_3	X_4
Pearson Correlation	Y_1	1.000	0.808	-0.262	0.544	0.181
	X_1	0.808	1.000	-0.132	0.476	0.278
	X_2	-0.262	-0.132	1.000	-0.111	-0.153
	X_3	0.544	0.476	-0.111	1.000	0.180
	X_4	0.181	0.278	-0.153	0.180	1.000
Sig. (1-tailed)	Y_1	-	0.000	0.089	0.001	0.178
	X_1	0.000	-	0.251	0.005	0.076
	X_2	0.089	0.251	-	0.287	0.218
	X_3	0.001	0.005	0.287	-	0.180
	X_4	0.178	0.076	0.218	0.180	-

Pearson Correlation เป็นวิธีการวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจะแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 หากตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันมากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าเข้าใกล้ 1 จากตารางที่ 4.6 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตาม Y_1 และตัวแปรอิสระ X_1, X_2, X_3 และX_4 จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Y_1และ X_1 มีค่าเท่ากับ 0.808 ที่ระดับนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งเป็นค่าที่มากที่สุด

Sig. (1-tailed) เป็นการเปรียบเทียบระดับนัยสำคัญหากมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้เบื้องต้น (ในที่นี้กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05) หมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างแน่นอน และจากตารางที่ 4.6 ค่า Sig. (1-tailed) ของ Y_1และ X_1 เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าตัวแปร Y_1 และ X_1 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นโปรแกรมจึงเลือก X_1 เข้าสู่การวิเคราะห์แบบถดถอยในลำดับถัดไป

ตารางที่ 4.7 ค่าสถิติเบื้องต้นของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของข้อมูลชุดที่ 1

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error to the Estimate
1	0.883	0.780	0.767	7.33309

R คือ ค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามหากมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์มาก และจากตารางนี้ R = 0.883

R Square คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ เป็นค่าที่แสดงอิทธิพลของตัวแปรอิสระ X_1 ที่มีต่อตัวแปรตาม สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y_1ได้ 78% ส่วนอีก 22% เกิดจากตัวแปรอื่นๆที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

Adjusted R Square คือ ค่า R Square ที่ปรับค่าแล้ว นำมาพิจารณาเมื่อจำนวนข้อมูลที่นำมาสร้างแบบจำลองมีน้อยกว่า 30

Std. Error to the Estimate คือ ค่าที่แสดงระดับความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการใช้ตัวแปรอิสระมาพยากรณ์ตัวแปรตาม

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Adjusted R Square จากข้อมูลชุดที่ 1

Model	Sum Squares	df	Mean Square	F	Sig.
SSR	3293.958	1	3293.958	60.251	0.000
SSE	914.162	17	53.774		
Total	4154.120	18			

ผลลัพธ์ของตารางที่ 4.8 เป็นการพิสูจน์ว่าค่า Adjusted R Square จากตารางที่ 4.7 มีความเหมาะสมที่จะนำสมการไปใช้ได้มากน้อยเพียงใด ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบความแปรปรวนของค่า Adjusted R Square คือ F-Statistic หรือ F-test ซึ่งมีเงื่อนไขว่าค่า F ที่คำนวณได้จากโปรแกรมจะต้องมากกว่าค่า F ที่เปิดจากตารางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ และ degree of freedom เดียวกัน และค่า Sig. ที่คำนวณได้จากโปรแกรมต้องน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด จึงถือได้ว่าตัวแปรตาม Y_1 ขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ X_1 จริง ผลลัพธ์จากตารางที่ 4.8 อธิบายได้ดังนี้

SSR: Regression Sum Square คือ ความคลาดเคลื่อนของ Y_1 ที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระ X_1 โปรแกรมคำนวณได้ 3293.958 โดยที่ค่า SSR คำนวณได้จากสมการที่ (4.1)

$$\sum_{j=1}^{K} n_j \, (\bar{X}_j - \bar{X})^2 \qquad (4.1)$$

โดยที่ n_j คือ จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

K คือ จำนวนกลุ่ม

$\bar{X}_j$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่ม j

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยรวม

SSE: Residual Sum Square(Error) คือ ความคลาดเคลื่อนของ Y_1 ที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระตัวอื่นๆ โปรแกรมคำนวณได้ 914.162 โดยที่ค่า SSE คำนวณได้จากสมการที่ (4.2)

$$\sum_{j=1}^{K} \sum_{i=1}^{n_j} \left(X_{ij} - \bar{X}_j \right)^2 \qquad (4.2)$$

โดยที่ $\bar{X}_{ij}$ คือ ข้อมูลตัวที่ i ในกลุ่ม j

$\bar{X}_{j}$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่ม j

n คือ จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

K คือ จำนวนกลุ่ม

df : Degree of freedom (องศาอิสระ)

ตัวเลข 1 คือ จำนวนตัวแปรที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการถดถอย

ตัวเลข 17 คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดลบด้วยจำนวนตัวแปรที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการถดถอย

Mean Square คือค่า SSR และ SSE หารด้วย Degree of freedom ของแต่ละตัว ในที่นี้โปรแกรมคำนวณได้ 3293.958 และ 53.774 ตามลำดับ

ค่า F คำนวณได้จากค่า 3293.958 / 53.774 ได้เท่ากับ 60.251

Sig. คือ นัยสำคัญของค่า F ซึ่งโปรแกรมคำนวณได้ 0.000

เมื่อเปิดตารางสถิติ F (ตาราง จ.3) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ Degree of freedom เท่ากับ 17 พบว่าได้ค่า F เท่ากับ 4.45 น้อยกว่าค่า F ที่คำนวณได้จากโปรแกรมคือ 60.251 จึงสรุปได้ว่าตัวแปรตาม Y_1 ขึ้นกับตัวแปรอิสระ X_1 จริงอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยของข้อมูลชุดที่ 1

Model	Unstandardized Coefficient		Standardized Coefficient	
	B	Constant	B	Constant
X_1	0.164	6.786	0.883	-
t	7.762	1.779	-	-
Sig.	0.000	0.093	-	-

ผลลัพธ์ของตารางที่ 4.9 เป็นการทดสอบว่าจำเป็นต้องคงพจน์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย (B) ไว้ในสมการหรือไม่ สถิติที่ใช้คือ t-test โดยมีเงื่อนไขว่าค่า t ที่คำนวณจากโปรแกรมต้องมีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตารางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ และ Degree of freedom

เดียวกัน และค่า Sig. ที่คำนวณได้จากโปรแกรมต้องน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด จึงจะถือได้ว่าค่า B ไม่เท่ากับ 0 จริง และค่า t สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4.3)

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{(n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2/(n-1))}} \tag{4.3}$$

$$D = X_i - X_j \tag{4.4}$$

โดยที่ n คือ จำนวนข้อมูล

X_i คือ ข้อมูลของกลุ่ม i

X_j คือ ข้อมูลของกลุ่ม j

Unstandardized Coefficient หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยที่แสดงอยู่ในรูปทั่วไป

Standardized Coefficient หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยที่แสดงอยู่ในรูปมาตรฐาน

B คือ สัมประสิทธิ์ของสมการถดถอย มีค่าเท่ากับ 0.164

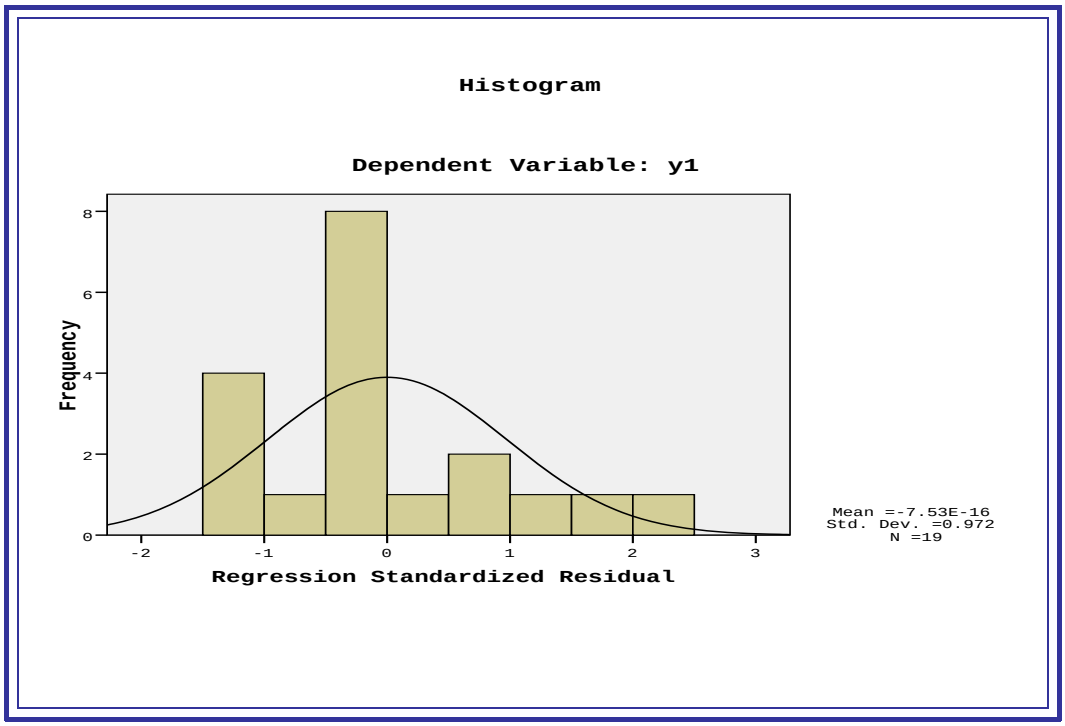
Sig คือ นัยสำคัญของค่า t ซึ่งโปรแกรมคำนวณได้ 0.000

เมื่อเปิดตารางสถิติ t (ตาราง จ.2) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และองศาอิสระเท่ากับ 17 พบว่าได้ค่า t เท่ากับ 2.1098 น้อยกว่าค่า t ที่คำนวณได้จากโปรแกรมคือ 7.762 จึงสรุปได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย (B) ไม่เท่ากับ 0 จริงจึงไม่สามารถตัดพจน์นี้ออกจากสมการได้ ดังนั้นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของข้อมูลชุดที่ 1 เขียนในรูปทั่วไปได้ดังสมการที่ (4.5)

$$Y_1 = 0.164\,X_1 + 6.786 \tag{4.5}$$

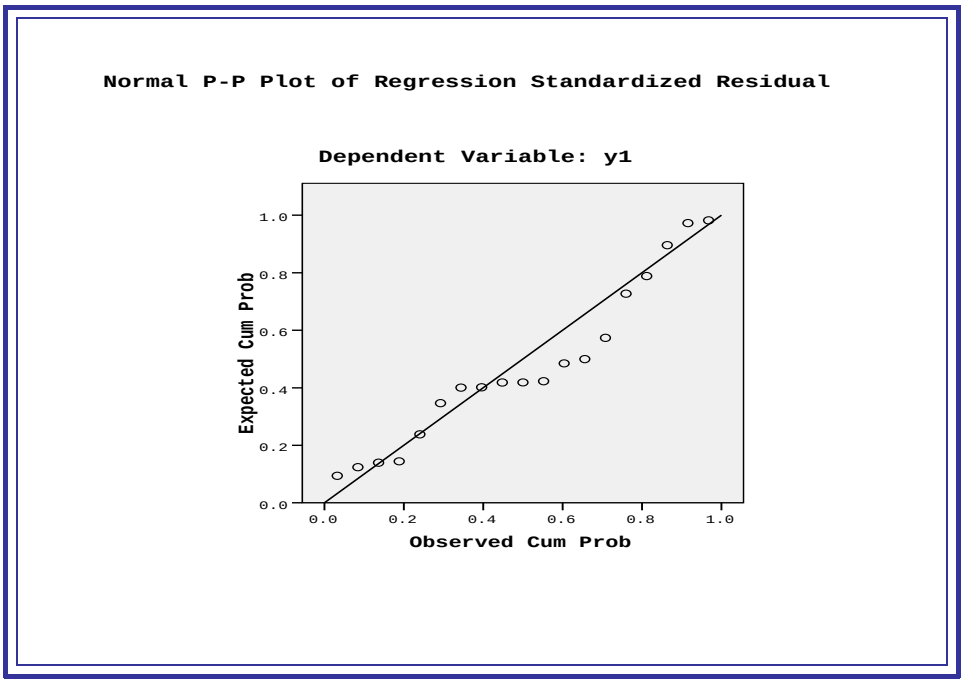
โดยที่ Y_1 คือ ปริมาณการใช้ชีวมวลในโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมัน-ปาล์มดิบ มีหน่วยเป็น ton/yr

X_1 คือ ปริมาณผลผลิตที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมัน-ปาล์มดิบ มีหน่วยเป็น ton/yr



ภาพประกอบที่ 4.1 Histogram ของตัวแปร Y_1

สิ่งที่จำเป็นในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอีกอย่างหนึ่งก็คือ การตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูล เพราะในการทำวิจัยส่วนใหญ่เป็นข้อมูลตัวอย่างต้องอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสรุปลักษณะของประชากรจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลตัวอย่างเพื่อที่จะได้อ้างอิงถึงลักษณะของประชากรต่อไป งานวิจัยนี้ใช้การตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูล 2 วิธี โดยใช้กราฟ Histogram และ Normal Probability Plot จากภาพประกอบที่ 4.1 พบว่าการแจกแจงของตัวแปร Y_1 มีการแจกแจงใกล้เคียงแบบปกติหรือค่อนข้างมีความสมมาตร คือ เบ้ขวาเล็กน้อยเท่านั้น



ภาพประกอบที่ 4.2 Normal Probability Plot ของตัวแปร Y_1

Normal Probability Plot เป็นกราฟที่พล็อตค่าของข้อมูลจริงที่เกิดขึ้นกับค่าที่คาดไว้ (Expected Value) เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ถ้าข้อมูลตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติแล้วค่าที่คาดไว้จะเป็นเส้นตรง ดังนั้นถ้าข้อมูลตัวอย่างมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ ค่าจริงจะอยู่รอบๆเส้นตรงนั้นอย่างสุ่ม จากภาพประกอบที่ 4.2 จะพบว่าค่า Y_1 ส่วนใหญ่จะกระจายอยู่รอบๆเส้นตรงค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่ามีค่าจริงมากกว่าค่าที่คาดไว้ ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่ามีค่าจริงน้อยกว่าค่าที่คาดไว้เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แต่จะมีค่า Y_1 ช่วงแคบๆที่อยู่ใต้เส้นตรงต่ำกว่าช่วงอื่นๆเล็กน้อย อย่างไรก็ตามพอจะสรุปได้ว่าตัวแปร Y_1 มีการแจกแจงแบบปกติ

4.5.3. อุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา

อุตสาหกรรมไม้ยางพาราประกอบด้วยผู้เกี่ยวข้อง 3 กลุ่ม อุตสาหกรรมต้นน้ำ คือ กลุ่มเกษตรกร ผู้ปลูกไม้ยางพารา อุตสาหกรรมกลางน้ำ คือ กลุ่มธุรกิจไม้ยางพาราแปรรูป และอุตสาหกรรมปลายน้ำ คือกลุ่มเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมเครื่องเรือนและผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพารา (กรมโรงงานอุตสาหกรรม Department of Industrial Works, 2551) ผลผลิตที่ได้จากอุตสาหกรรมนี้ คือไม้ยางพาราแปรรูปส่งออก ที่มีลักษณะความกว้าง ความยาว และความสูงแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับการระบุขนาดจากลูกค้าเพื่อนำไปทำเป็นชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ในลำดับถัดไป ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นใช้วิธีวิเคราะห์แบบเดียวกัน โดยมีตัวแปรอิสระ 2 ตัวคือ ปริมาณผลผลิตของโรงงานต่อปี (X_6) และปริมาณวัตถุดิบรับซื้อ (X_5) โดยใช้วิธี Stepwise คัดเลือกตัวแปรเข้าสู่สมการถดถอยเช่นเดียวกัน เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดในกรณีที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเอง จากการป้อนข้อมูลเชิงปริมาณที่ประกอบด้วยตัวแปร X_5, X_6 และ Y_2 จำนวน 9 ชุดข้อมูล ลงในโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของข้อมูลชุดที่ 2

		Y_2	X_6	X_5
Pearson Correlation	Y_2	1.000	0.891	0.857
	X_6	0.891	1.000	0.785
	X_5	0.857	0.785	1.000
Sig. (1-tailed)	Y_2	-	0.001	0.002
	X_6	0.001	-	0.006
	X_5	0.002	0.006	-

อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตาม Y_2 และ ตัวแปรอิสระ X_5 และX_6 จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Y_2 และ X_6 มีค่าเท่ากับ 0.891 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) ซึ่งเป็นค่าที่มากที่สุด

Sig. (1-tailed) เป็นการเปรียบเทียบระดับนัยสำคัญหากมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้เบื้องต้น (ในที่นี้กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05) หมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างแน่นอน และจากตารางที่ 4.10 ค่า Sig. (1-tailed) ของ Y_2 และ X_6

เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าตัวแปร Y_2 และ X_6 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นโปรแกรมจึงเลือก X_6 เข้าสู่การวิเคราะห์แบบถดถอยในลำดับถัดไป

ตารางที่ 4.11 ค่าสถิติเบื้องต้นของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของข้อมูลชุดที่ 2

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error to the Estimate
1	0.891	0.794	0.764	2.45239

R คือ ค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามหากมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์มาก และจากตารางนี้ R = 0.891

R Square คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ เป็นค่าที่แสดงอิทธิพลของตัวแปรอิสระ X_1 ที่มีต่อตัวแปรตาม สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y_2 ได้ 79.4% ส่วนอีก 21.6% เกิดจากตัวแปร X_5 ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

Adjusted R Square คือ ค่า R Square ที่ปรับค่าแล้ว นำมาพิจารณาเมื่อจำนวนข้อมูลที่นำมาสร้างแบบจำลองมีน้อยกว่า 30

Std. Error to the Estimate คือ ค่าที่แสดงระดับความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการใช้ตัวแปรอิสระมาพยากรณ์ตัวแปรตาม

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Adjusted R Square จากข้อมูลชุดที่ 2

Model	Sum or Squares*	df*	Mean Square*	F*	Sig.
SSR	162.159	1	162.159	26.963	0.001
SSE	42.100	8	6.014		
SST	204.259	9			

* คำนวณเช่นเดียวกับผลลัพธ์ของตารางที่ 4.8

ผลลัพธ์ของตารางที่ 4.12 เป็นการพิสูจน์ว่าค่า Adjusted R Square จากตารางที่ 4.11 มีความเหมาะสมที่จะนำสมการไปใช้ได้มากน้อยเพียงใด ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบความแปรปรวนของค่าAdjusted R Square คือ F-Statistic หรือ F-test ซึ่งมีเงื่อนไขว่าค่า F ที่คำนวณได้จากโปรแกรมจะต้องมากกว่าค่า F ที่เปิดจากตารางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ และองศาอิสระเดียวกัน และค่า Sig. ที่คำนวณได้จากโปรแกรมต้องน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด จึงถือได้ว่าตัวแปรตาม Y_2

ขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ X_6 จริง ผลลัพธ์จากตารางที่ 4.12 อธิบายได้ว่า ค่า F ที่โปรแกรมคำนวณได้เท่ากับ 26.963 และ Sig. คือ นัยสำคัญของค่า F ซึ่งโปรแกรมคำนวณได้ 0.001 เมื่อเปิดตารางสถิติ F (ตาราง จ.2) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ Degree of freedom เท่ากับ 8 พบว่าได้ค่า F เท่ากับ 5.32 น้อยกว่าค่า F ที่คำนวณได้จากโปรแกรมคือ 26.963 จึงสรุปได้ว่าตัวแปรตาม Y_2 ขึ้นกับตัวแปรอิสระ X_6 จริงอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยของข้อมูลชุดที่ 2

Model	Unstandardized Coefficient		Standardized Coefficient	
	B	Constant	B	Constant
X_6	0.833	2.832	0.891	-
t	5.193	0.995	-	-
Sig.	0.000	0.353	-	-

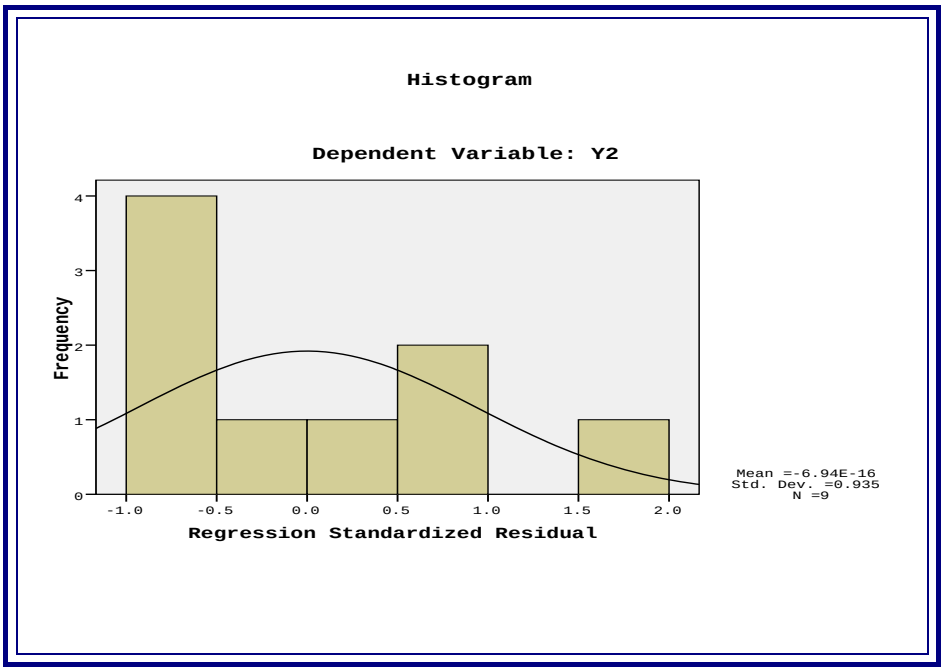
ผลลัพธ์ของตารางที่ 4.13 เป็นการทดสอบว่าจำเป็นต้องคงพจน์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย (B) ไว้ในสมการหรือไม่ สถิติที่ใช้คือ t-test โดยมีเงื่อนไขว่าค่า t ที่คำนวณจากโปรแกรมต้องมีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตารางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ และ Degree of freedom เดียวกัน และค่า Sig. ที่คำนวณได้จากโปรแกรมต้องน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด จึงจะถือได้ว่าค่า B ไม่เท่ากับ 0 จริง เมื่อเปิดตารางสถิติ t (ตาราง จ.1) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ Degree of freedom เท่ากับ 8 พบว่าได้ค่า t เท่ากับ 2.3060 น้อยกว่าค่า t ที่คำนวณได้จากโปรแกรมคือ 5.193 จึงสรุปได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย (B) ไม่เท่ากับ 0 จริงจึงไม่สามารถตัดพจน์นี้ออกจากสมการได้ ดังนั้นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของข้อมูลชุดที่ 2 เขียนในรูปทั่วไปได้ดังสมการที่ (4.6)

$$Y_2 = 0.833\,X_6 + 2.832 \qquad (4.6)$$

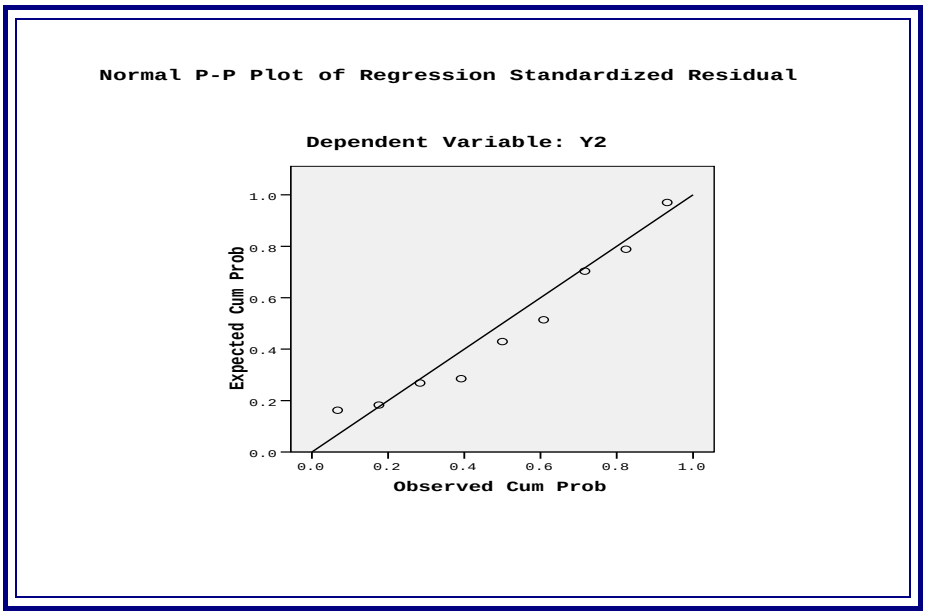
โดยที่ Y_2 คือ ปริมาณการใช้ชีวมวลในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้-ยางพารา มีหน่วยเป็น ton/yr

X_6 คือ ปริมาณผลผลิตที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้-ยางพารา มีหน่วยเป็น ton/yr

เมื่อทดสอบลักษณะแจกแจงของข้อมูลจะเห็นว่า Y_2 มีการแจกแจงแบบปกติดังภาพประกอบที่ 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ



ภาพประกอบที่ 4.3 Histogramของตัวแปร Y_2



ภาพประกอบที่ 4.4 Normal Probability Plot ของตัวแปร Y_2

4.6. สรุปปริมาณการใช้พลังงานรวมของทั้งสองอุตสาหกรรม

4.6.1. อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบมีการใช้ชีวมวลหรือเศษเหลือใช้จากกระบวนการผลิตมาเป็นพลังงานทดแทนได้หลายรูปแบบทั้งพลังงาน ความร้อนและพลังงานไฟฟ้า คิดเป็น 66.4 ktoe/yr และ 8.59 ktoe/yr ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.14 สามารถใช้ทดแทนพลังงานสิ้นเปลืองอื่นๆ เช่น น้ำมันเตา หรือน้ำมันดีเซล ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ อีกทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่าย และเพิ่มผลกำไรให้แก่ผู้ประกอบการอีกด้วย

ตารางที่ 4.14 ปริมาณการใช้พลังงานรวมของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

ชีวมวลที่ใช้ (ton/yr)		ผลผลิตไอน้ำ			พลังงานไฟฟ้าผลิตใช้เอง		
ใยปาล์ม	กะลาปาล์ม	ton/yr	GJ/yr	ktoe/yr	kWh/m	GJ/yr	ktoe/yr
824,030	23,513	211,190	2,803,332	66.4	8,398,287	362,806	8.59

ที่มา : จากผลการสำรวจจำนวน 28 โรงงานของงานวิจัยนี้

4.6.2. อุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา

ชีวมวลจากไม้ยางพาราจะมีแต่ปีกไม้ที่โรงงานใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 4.15 เนื่องจากชีวมวลที่ใช้ในอุตสาหกรรมนี้ส่วนใหญ่จะเป็นปีกไม้ยางพาราที่มีขนาดใหญ่จึงเหมาะในการใช้เป็นเชื้อเพลิงส่วนชีวมวลอื่นๆ คือ เศษไม้และขี้เลื่อยจะถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่นขายให้โรงงานทำไม้อัด หรือ โรงงานทำปาร์ติเคิลบอร์ด โดยผู้ประกอบการให้เหตุผลว่า ได้ผลตอบแทนดีกว่านำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชชากร และคณะ (2550) ดังนั้นปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลรวมของอุตสาหกรรมนี้จึงมีน้อยกว่า ปริมาณที่คาดการณ์ไว้มาก เนื่องจากได้มีการศึกษาศักยภาพของปริมาณชีวมวลจากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราว่ามีเศษวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมชนิดนี้มากมาย และมีศักยภาพสูงในการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลได้ แต่ในความเป็นจริงพบว่า เศษวัสดุเหลือใช้จากไม้ยางพาราเหล่านี้กลายเป็นวัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมอีกกลุ่มหนึ่งดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษวัสดุและเป็นสินค้าส่งออกของประเทศอีกด้วย

ตารางที่ 4.15 ปริมาณการใช้พลังงานรวมของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา

ชีวมวล(ton/yr)	ผลผลิตไอน้ำ		พลังงานความร้อน	
ปีกไม้	ton/d	ton/yr	GJ/yr	ktoe/yr
503,903	1,515	454,500	396,244.6	9.38

ที่มา : จากผลการสำรวจจำนวน 29 โรงงานของงานวิจัยนี้

ชีวมวลจากไม้ยางพาราจะมีแต่ปีกไม้ที่โรงงานใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 4.15 เนื่องจากชีวมวลที่ใช้ในอุตสาหกรรมนี้ส่วนใหญ่จะเป็นปีกไม้ยางพาราที่มีขนาดใหญ่จึงเหมาะในการใช้เป็นเชื้อเพลิงส่วนชีวมวลอื่นๆ คือ เศษไม้และขี้เลื่อยจะถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่นขายให้โรงงานทำไม้อัด หรือ โรงงานทำปาร์ติเคิลบอร์ด โดยผู้ประกอบการให้เหตุผลว่า ได้ผลตอบแทนดีกว่านำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชชากร และคณะ (2550) ดังนั้นปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลรวมของอุตสาหกรรมนี้จึงมีน้อยกว่า ปริมาณที่คาดการณ์ไว้มาก เนื่องจากได้มีการศึกษาศักยภาพของปริมาณชีวมวลจากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราว่ามีเศษวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมชนิดนี้มากมาย และมีศักยภาพสูงในการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลได้ แต่ในความเป็นจริงพบว่า เศษวัสดุเหลือใช้จากไม้ยางพาราเหล่านี้กลายเป็นวัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมอีกกลุ่มหนึ่งดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษวัสดุและเป็นสินค้าส่งออกของประเทศอีกด้วย

4.7. บทวิจารณ์

จากการศึกษาศักยภาพของการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้เป็นพลังงาน ของ เบญจมาศ และคณะ (2550) ได้เสนอสมการที่ใช้คำนวณปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ไว้ดังนี้

$$BU = RP \times P_{tottal} \times EF \qquad (4.7)$$

โดยที่

RP คือ Residue to Product Ratio สำหรับปาล์มน้ำมันใช้ค่า RP = 0.2 และไม้ยางพาราใช้ค่า RP = 0.55

P total คือ ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรชนิดนั้นในรอบปี มีหน่วยเป็น ton/yr

BU คือ ปริมาณวัสดุเหลือทิ้งที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานมีหน่วยเป็น ton/yr

EF คือ Energy factor สัดส่วนการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงาน สำหรับปาล์มน้ำมันใช้ค่า EF = 0.85 และไม้ยางพาราใช้ค่า EF = 0.425

หากต้องการทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองทั้ง 2 ชุด จึงนำสมการที่ (4.7) มาใช้เปรียบเทียบ เนื่องจากสมการที่ได้จากงานวิจัยนี้ ได้ทำการประเมินปริมาณชีวมวลที่นำไปใช้ผลิตเป็นพลังงานจริงในอุตสาหกรรม ในกรณีนี้ ผู้วิจัยคาดว่ายังไม่เคยมีการเก็บสถิติอย่างจริงจัง จึงเป็นการยากที่จะหาข้อมูลจริงมาใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินความน่าเชื่อถือของสมการทั้ง 2 ได้ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยจึงทำการค้นคว้าเพิ่มเติม และได้ทราบปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลจริง จากโรงงานตัวอย่าง 4 โรงงานในปี 2551 และนำมาทดสอบความน่าเชื่อถือของสมการทั้ง 2 สมการ ซึ่งผลจากการคำนวณปริมาณการใช้ชีวมวลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของงานวิจัยนี้แสดงในตารางที่ 4.16 และผลจากการคำนวณปริมาณการใช้ชีวมวลจากสมการของเบญมาศ และคณะ (2550) ดังแสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.16 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ชีวมวลจริงในโรงงานกับผลที่คำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของงานวิจัยนี้

บริษัท	ปริมาณชีวมวล (ton/yr)		% Error
	มีใช้จริง	ผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	
บ.เอเชียนน้ำมันปาล์มจำกัด	18,000 [1/]	18,360	2.00
บ.ไทยทาโลว์แอนด์ออยล์ จำกัด	23,352 [1/]	1,4705	37.03
บ.ระนองพาราวู้ด	4,500 [2/]	1,870	58.44
บ.สตูลไม้ยางพารา จำกัด	10,800 [2/]	4,207.5	61.04

ที่มา : 1/ http://210.246.186.28/palm/linkTechnical/processOilpalm.html

2/ http://www.108wood.com

ตารางที่ 4.17 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ชีวมวลจริงในโรงงานกับผลที่คำนวณได้จากสมการของเบญมาศและคณะ (2550)

บริษัท	ปริมาณชีวมวล (ton/yr)		% Error
	มีใช้จริง	ผลจากสมการของเบญมาศและคณะ (2550)	
บ.เอเชียนน้ำมันปาล์มจำกัด	18,000 [1/]	14,930.79	17.05
บ.ไทยทาโลว์แอนด์ออยล์ จำกัด	23,352 [1/]	24,606.79	5.37
บ.ระนองพาราวู้ด	4,500 [2/]	5,417.332	20.39
บ.สตูลไม้ยางพารา จำกัด	10,800 [2/]	5,000.832	53.70

ที่มา : 1/ http://210.246.186.28/palm/linkTechnical/processOilpalm.html

2/ http://www.108wood.com

ผลลัพธ์ที่ได้จาก 2 สมการแสดงให้เห็นว่าทั้งสองสมการต่างก็มีความคลาดเคลื่อนมาก จึงจำเป็นต้องมีการค้นคว้าเรื่องนี้เพิ่มเติม และรณรงค์ให้ผู้ประกอบการ บันทึกค่าปริมาณการใช้ชีวมวลไว้ในแต่ละช่วงเวลาไว้ตามความเป็นจริง เพราะจากการสำรวจที่ผ่านมา ตัวเลขที่ได้มาเกือบ 40% มาจากการประมาณค่าของผู้ประกอบการทั้งสิ้น เพราะอนาคตอันใกล้นี้พลังงานชีวมวลคงไม่ได้มีบทบาทแค่โรงงานอุตสาหกรรม เท่านั้น แต่อาจส่งผลกระทบถึงความมั่นคงทางพลังงานของประเทศได้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1. สรุปข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล

ปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลที่ใช้ในแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมทำการคำนวณจากปริมาณการใช้ชีวมวลในแต่ละประเภทชีวมวลของแต่ละโรงงานที่ได้รับมาจากแบบสอบถามนำมาคูณกับค่าความร้อนสุทธิของชีวมวลประเภทนั้นๆ ทำให้ได้ค่าพลังงานความร้อนที่ได้ในแต่ละประเภทชีวมวลแล้วนำมารวมกันทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การใช้พลังงานชีวมวลที่ใช้ในแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรม

กลุ่มอุตสาหกรรม	ปริมาณพลังงานชีวมวล (GJ)	ปริมาณพลังงานชีวมวล (ktoe)
สกัดน้ำมันปาล์มดิบ	2,803,332.3	66.4
แปรรูปไม้ยางพารา	396,244.6	9.38

ที่มา : ได้จากผลการสำรวจของงานวิจัยนี้

5.2. สรุปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

5.2.1. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

จากการรวบรวมข้อมูลของแบบสอบถามที่โรงงานตอบกลับมาจำนวน 28 โรงงาน จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้วิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการใช้ชีวมวลในอุตสาหกรรมนี้ คือ ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบต่อปี X_1 (ton/yr) ได้สมการความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นดังสมการที่ (4.5) คือ $Y_1 = 0.164\,X_1 + 6.786$ ซึ่งสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y_1 ได้ 78% หรือ R Square = 0.78 อย่างมีนัยสำคัญ

5.2.2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา

จากการรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามที่ตอบกลับมาของกลุ่มอุตสาหกรรมนี้ จำนวน 29 โรงงาน นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้วิธีวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการใช้ชีวมวลในอุตสาหกรรมนี้ คือ ปริมาณผลผลิตไม้ยางพาราแปรรูปต่อปี X_6 (ton/yr) ได้สมการความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นดังสมการที่ (4.6) คือ $Y_2 = 0.833 X_6 + 2.832$ ซึ่งสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y_2 ได้ 79.4% หรือ R Square = 0.794 อย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับพลังงานทดแทนที่ผ่านๆมาพบว่าภาคใต้ มีศักยภาพสูงในการสร้างโรงไฟฟ้าโดยมีชีวมวลเป็นวัตถุดิบหลัก คือ กากใยปาล์ม กะลาปาล์ม ทะลายปาล์มเปล่า ขี้เลื่อย และปีกไม้ยางพารา ที่ยังหลงเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก และเป็นชีวมวลที่ให้ค่าความร้อนสูงทั้งสิ้น แต่มีข้อจำกัดอยู่หลายประการที่ทำให้โรงไฟฟ้าจากชีวมวล ยังมีอยู่น้อยมากซึ่งต่ำกว่างานวิจัยที่ผ่านมาได้คาดการณ์ไว้ ปัจจัยอันดับต้นๆก็คือ ปริมาณชีวมวลที่มีไม่เพียงพอต่อความต้องการในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อการพาณิชย์

จากผลการสำรวจข้อมูลการใช้พลังงานในโรงงานพบว่าผู้ประกอบการนำชีวมวลที่ได้จากกระบวนการผลิต มาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานความร้อนและกระแสไฟฟ้าใช้ภายในโรงงานเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในการผลิตพลังงานจำนวนมาก โดยเฉพาะทะลายปาล์มเปล่าโรงงานใช้ทำปุ๋ยหมักเพื่อบำรุงต้นปาล์ม อีกส่วนหนึ่งจะขายให้เกษตรกรเพื่อนำไปใช้เพาะเห็ด ส่วนกะลาปาล์มโรงงานใช้ทำเป็นเชื้อเพลิงในปริมาณที่ค่อนข้างน้อยทั้งๆที่กะลาปาล์มมีค่าความร้อนสูงที่สุด แต่จะขายเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์เนื่องจากได้ราคาดีกว่า

ในส่วนอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราชีวมวลที่เกิดขึ้น คือ ปีกไม้และขี้เลื่อย โรงงานใช้ทำเป็นเชื้อเพลิงป้อนเข้าหม้อไอน้ำอยู่แล้ว คือใช้อบแห้งไม้ท่อนและไม้ที่แปรรูปแล้ว แต่โดยทั่วไปใช้วิธีลดความชื้นไม้ท่อนด้วยการตากแดดนาน 1 วัน ชีวมวลส่วนใหญ่จะถูกขายให้กับโรงงานที่ผลิตพาร์ติเคิลบอร์ด หรือโรงงานไม้อัดจะได้ราคาดีกว่า ประกอบกับไม้ยางพารามีความชื้นสูง จำเป็นต้องลดความชื้นก่อนเข้าเตาเผา

5.3. ปัญหาและอุปสรรค

ในการทำงานวิจัยเชิงสำรวจโดยการใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือหลักในการเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่าผู้ประกอบการมักไม่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเท่าที่ควรจึงทำให้ข้อมูลที่ได้น้อยเกินไป และอาจทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อน

เมื่อพิจารณาในส่วนข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามพบว่า ผู้ที่ให้ข้อมูลไม่ใช่ผู้ที่รับผิดชอบในเรื่องพลังงานของโรงงานนั้นๆโดยตรง ทำให้ข้อมูลที่ได้มาคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

ในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราส่วนใหญ่มักไม่มีการบันทึกค่าการใช้พลังงาน เช่น ปริมาณชีวมวล ปริมาณไอน้ำ และพลังงานสิ้นเปลืองอื่นๆ เป็นต้น

5.4. ข้อเสนอแนะ

แบบสอบถามจากกงานวิจัยนี้อาจมีจำนวนข้อคำถามมากเกินไปและอาจมีบางข้อคำถามที่ผู้ตอบอาจไม่เข้าใจจึงทำให้ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ไม่สะดวกในการตอบแบบสอบถาม ดังนั้นควรศึกษาลักษณะการตั้งข้อคำถามให้กระชับและได้ใจความมากยิ่งขึ้น ในส่วนของชุดข้อมูลควรมีชุดข้อมูลอย่างน้อย 30 ชุด เพื่อให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความคลาดเคลื่อนน้อยลงในการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

จากผลการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการใช้ชีวมวลคือ ปริมาณผลผลิตที่มาจากอุตสาหกรรมนั้นๆในแต่ละปี ฉะนั้นในการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้จำเป็นต้องทราบค่านี้ก่อนเสมอ

บรรณานุกรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม Department of Industrial Works. Available at: http://www.diw.go.th/diw/index.asp [Accessed August 22, 2007].

กฤษพนธ์ เพี้ยนศรี. 2550. ฐานข้อมูลศักยภาพจากพลังงานชีวมวล. มหาวิทยลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี : 2-25.

เกียรติสุดา ศรีสุข. 2006. Journal of Measurement and Research in Education. Available at: http://staff1.kmutt.ac.th/~isumalor/hyposthesis%20testing/table3.html [Accessed June 15, 2007].

จรุภัทร์ วัฒนพานิช, สมาน เสนงาม, และ เกริกชัย ทองหนู. 2548. ศักยภาพด้านพลังงานของเศษวัสดุในอุตสาหกรรมไม้ยางพารา. ในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรม เครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19 วันที่ 19-21 ตุลาคม 2548, ภูเก็ต : 1-5.

บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย, บัณฑิต ฟุ้งธรรมสาร, จักรพงศ์ พงศ์ธไนศวรรย์ พิมพ์พร ชาวสวนเจริญ, และ พลังงานในระยะยาว: กรณีศึกษาของโครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียน และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในประเทศไทย. ในการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3 วันที่ 23-25 พฤษภาคม 2550, โรงแรมใบหยกสกาย กรุงเทพฯ : 1-6.

เบญจมาศ ปุยอ๊อก, วิชชากร จารุศิริ, และ จินตนา อุบลวัฒน์. 2550. การศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. ในการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3 วันที่ 23-25 พฤษภาคม 2550, โรงแรมใบหยกสกาย กรุงเทพฯ : 1-6.

ประทิน กุลละวณิชย์, นันทิยา เปปะตัง, อรรณพ นพรัตน์, อรอมล เหล่าปีตินันท์, วรินธร สงคศิริ และภาวิณี ชัยประเสริฐ. 2550. ภาพรวมเชิงสถานภาพและศักยภาพของเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพในประเทศไทย. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. ฉบับพิเศษ 30(4): 693-700.

ประพันธ์ ปิยะกุลดำรง, วีรชัย สุนทรรังสรรค์, และธเนศ อุทิศธรรม. 2550. ศักยภาพพลังงานชีวมวลเหลือทิ้งในประเทศไทย. ในการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3 วันที่ 23-25 พฤษภาคม 2550, โรงแรมใบหยกสกาย กรุงเทพฯ : 1-6.

พีรวุฒิ ชินสร้อย และศยามล พวงขจร . 2550. การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์.

รังสรรค์ สโรชวิกจิต และพิจารณา สมัครการ.2541.ไฟฟ้าจากชีวมวล.วารสารพลังงาน15(1):19-24.

วิชชากร จารุศิริ, เบ็ญจมาศ ปุยอ๊อก, และ จินตนา อุบลวัฒน์. 2550. การศึกษาศักยภาพชีวมวลเศษไม้ยางพารา:กรณีศึกษาโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา. วารสารวิจัยพลังงาน 4(2550): 31-41.

ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2549. การพัฒนาระบบติดตามผลข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2550. รายงานพลังงานประจำปี 2549. กระทรวงพลังงาน.

อุตสาหกรรมไม้ยางพารา. Available at: http://www.108wood.com [Accessed July 16, 2008].

เอกสารประกอบการประชุมสมัชชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา ครั้งที่ 6. 2550. ประเด็นอุบัติใหม่ที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

BLACK & VEATCH (THAILAND). 2000. Thailand Biomass-Based Power Generation and Cogeneration WithinSmall Rural Industries. National Energy Policy Office (NEPO).

Carlos, R. M., and D. Ba Khang. 2004. Characterization of biomass energy projects in Southeast Asia. Biomass and Bioenergy 26(2).

_____http://210.246.186.28/palm/linkTechnical/processOilpalm.html. [Accessed June 19, 2008].

Hypothesis. Available at: http://www.geocities.com/chalong_sri/single_inf.htm [Accessed February 10, 2008].

Papong, S.and et. al. 2005. Overview of Biomass Utilization in Thailand. 20(2): 30-37.

Prasertsan, S.and et. al. 2001. Strategy for optimal operation of a biomass-fired cogeneration power plant. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy 215(1): 13-26.

Thailand Energy and Environment Network(TEENET). Available at: http://teenet.tei.or.th/DatabaseGIS/biomass1.html# [Accessed May 12, 2008].

Yokoyama, S.and et. al. 2000. Biomass energy potential in Thailand. Biomass and Bioenergy 18(5): 405-410.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ผลการสำรวจในโรงงานอุตสาหกรรม

ภาพประกอบ ก.1 บริษัท ยูนิวานิช จำกัด (มหาชน)

ที่อยู่	258 ถ.อ่าวลึก-แหลมสัก ตู้ ปณ. 8-9 อ่าวลึก กระบี่ 81110
ผลผลิต	น้ำมันปาล์มดิบ
ชีวมวลที่ใช้	ใยปาล์ม
ชีวมวลที่ใช้ในปี 2549	53,240 ตัน
ชีวมวลที่เหลือ	กะลาปาล์ม ราคา 2000 บาทต่อตัน ส่วนทะลายปาล์มเปล่าก็จะนำไปทำเป็นปุ๋ยสำหรับใส่ต้นปาล์มที่สวนปาล์มของบริษัทเอง
ผู้ให้ข้อมูล	ธนศักดิ์ ชุมวิสูตร ตำแหน่ง Factory Engineer

ภาพประกอบ ก.2 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบของบริษัท ยูนิวานิช จำกัด (มหาชน)

ภาพประกอบ ก.3 การลำเลียงทะลายปาล์มสด

บริษัท ศรีเจริญปาล์มออยล์ จำกัด

ประเภทผลผลิต	น้ำมันปาล์มดิบ
ประเภทชีวมวลที่ใช้	ใยปาล์ม
ปริมาณการใช้ชีวมวลในปี 2549	1500 ตัน
ประเมินปริมาณการใช้ชีวมวลต่อปี	ปริมาณชีวมวลจะเท่ากับ 13% ของทะลายปาล์มสด
ปริมาณชีวมวลที่เหลือขาย	ทะลายปาล์มเปล่าโดยจะให้ชาวบ้านนำไปเพาะเห็ด

ภาพประกอบ ก.4 บริษัท สยามโมเดิร์นปาล์ม จำกัด

ภาพประกอบ ก.5 ใยปาล์มใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อไอน้ำ

ภาพประกอบ ก.6 หม้อไอน้ำของบริษัท สยามโมเดิร์นปาล์มจำกัด

นอกจากโรงงานใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงแล้ว ยังสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพด้วยเทคโนโลยี A+CSTRTh & A+UASBTh เพื่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โดยออกแบบให้รับน้ำเสียที่อัตรา 750 ลบ.ม./วัน ที่ภาระสารอินทรีย์ 75,000 kg-COD/วัน (น้ำเสียมีค่า COD 100,000 mg/liter และค่า BOD5 70,000 mg/liter) น้ำทิ้งที่ออกจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะถูกส่งไปบำบัดต่อในระบบบ่อผึ่งเดิมของ โรงงานจำนวน 2 บ่อ และน้ำทิ้งสุดท้ายจะถูกนำไปใช้ในพื้นที่การเกษตรรอบโรงงานระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ก่อสร้างสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 20,000 Nm^3/วัน โดยก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ประมาณ 20,000 Nm^3/วัน หรือคิดเป็นร้อยละ 100 จะถูกนำไปป้อนเครื่องยนต์ก๊าซเพื่อผลิตไฟฟ้าที่ขนาดกำลังการผลิต 2.0 MW เป็นปริมาณพลังงานไฟฟ้า 13,200,000 kWh/ปี คิดเป็นมูลค่า 39.6 ล้านบาท/ปี

ภาพประกอบ ก.7 บริษัท ส.จันดี อินเตอร์วู้ด (1999) จำกัด

ที่อยู่ ตั้งอยู่เลขที่ 192 หมู่7 ตำบลฉวาง อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80150 เริ่มประกอบกิจการเมื่อวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2542

ผลผลิต ไม้ยางพาราแปรรูปด้วยวิธีการน้ำยา และอบแห้งด้วยความร้อน(RUBBER WOOD K.D. SAWN TIMBER) ในปัจจุบันบริษัทได้ขยายการส่งออกไปยังประเทศต่าง ๆ ได้แก่ประเทศจีน มาเลเซีย เวียดนาม และไต้หวัน

ชีวมวลที่ใช้ ปีกไม้

ภาพประกอบ ก.8 ปีกไม้และหม้อไอน้ำของบริษัท ส.จันดี อินเตอร์วู้ด (1999) จำกัด

ภาพประกอบ ก.9 บริษัท เอ.พี.เอส วู้ด โปรดักส์ จำกัด

ผลผลิต	เฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา, วีเนียร์
ชีวมวลที่ใช้	เศษไม้
ข้อมูลอื่นๆ	โรงงานนี้มีการใช้ชีวมวลในปริมาณที่น้อย จึงไม่ได้มีการตรวจวัดปริมาณการใช้เพราะใช้ความร้อนในการอัดวีเนียร์เท่านั้น
ชีวมวลที่เหลือ	ขี้เลื่อย จะมีพ่อค้ามารับซื้อถึงโรงงาน ในราคาตันละ 250 บาท
ผู้ให้ข้อมูล	คุณวันเพ็ญ ตำแหน่ง ผู้จัดการโรงงาน

ภาพประกอบ ก.10 หม้อไอน้ำขนาดเล็กของบริษัท เอ.พี.เอส.วู้ด โปรดักส์

ภาพประกอบ ก.11 เศษไม้ของบริษัท เอ.พี.เอส.วู้ด โปรดักส์ใช้เป็นเชื้อเพลิง

ภาพประกอบ ก.12 บริษัท วู้ดเวอร์คแอดวานซ์ จำกัด

ผลผลิต	ไม้ยางพาราแปรรูป
ชีวมวลที่ใช้	เศษไม้และขี้เลื่อย
ชีวมวลที่ใช้ในปี 2549	720 ตัน โดยมีวิธีประเมินปริมาณการใช้ชีวมวลต่อปี คือวัดปริมาณชีวมวลที่ใช้ในแต่ละวันแล้วจึงคิดเป็นต่อปี
ชีวมวลที่เหลือ	ขี้เลื่อย ขายในราคาตันละ 500 บาท
ข้อมูลอื่นๆ	โรงงานจะใช้เศษไม้และขี้เลื่อยผสมกันในสัดส่วน เศษไม้ : ขี้เลื่อย เป็น 3:1 ในการใช้เป็นเชื้อเพลิงป้อนหม้อไอน้ำขนาด 10 ตัน ลดความชื้นของชีวมวลโดยการตากแดดเป็นเวลา 1 วันก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ ในส่วนของผลิตภัณฑ์นั้นจะส่งออกต่างประเทศ 80% และ ขายในประเทศอีก 20%
ผู้ให้ข้อมูล	คุณดำริ ตำแหน่ง วิศวกรโรงงาน

ภาพประกอบ ก.13 หม้อไอน้ำขนาด 10 ตันของบริษัท วู้ดเวิร์คแอดวานซ์ จำกัด

ภาพประกอบ ก.14 เศษไม้ของบริษัท วู้ดเวิร์คแอดวานซ์ จำกัดที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง

ภาคผนวก ข.

ตารางค่าการแปลงหน่วย

ค่าการแปลงหน่วย CONVERSION FACTORS

ปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง (ค่าความร้อนสุทธิ)

ENERGY CONTENT OF FUEL (NET CALORIFIC VALUE)

ประเภท(หน่วย)	กิโล-แคลอรี่ /หน่วย kcal / UNIT	ตันเทียบเท่า น้ำมันดิบ/ ล้านหน่วย toe / 10^6 UNIT	เมกะจูล /หน่วย MJ / UNIT	พันบีทียู /หน่วย 10^3 Btu / UNIT	TYPE(UNIT)
พลังงานเชิงพาณิชย์					COMMERCIAL ENERGY
1. น้ำมันดิบ (ลิตร)	8680	860.00	36.33	34.44	1. CRUDE OIL (litre)
2. คอนเดนเสท (ลิตร)	7900	782.72	33.07	31.35	2. CONDENSATE (litre)
3. ก๊าซธรรมชาติ					3. NATURAL GAS
3.1 ชื้น (ลูกบาศก์ฟุต)	248	24.57	1.04	0.98	3.1 WET (scf.)
3.2 แห้ง (ลูกบาศก์ฟุต)	244	24.18	1.02	0.97	3.2 DRY (scf.)
4. ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม					4. PETROLEUM PRODUCTS
4.1 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ลิตร)	6360	630.14	26.62	25.24	4.1 LPG (litre)
4.2 น้ำมันเบนซิน (ลิตร)	7520	745.07	31.48	29.84	4.2 GASOLINE (litre)
4.3 น้ำมันเครื่องบิน (ลิตร)	8250	817.40	34.53	32.74	4.3 JET FUEL (litre)
4.4 น้ำมันก๊าด (ลิตร)	8250	817.40	34.53	32.74	4.4 KEROSENE (litre)
4.5 น้ำมันดีเซล (ลิตร)	8700	861.98	36.42	34.52	4.5 DIESEL (litre)
4.6 น้ำมันเตา (ลิตร)	9500	941.24	39.77	37.70	4.6 FUEL OIL (litre)
4.7 ยางมะตอย (ลิตร)	9840	974.93	41.19	39.05	4.7 BITUMEN (litre)
4.8 ปิโตรเลียมโค๊ก (กก.)	8400	832.26	35.16	33.33	4.8 PETROLEUM COKE (kg)
5. ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	860	85.21	3.60	3.41	5. ELECTRICITY (kWh)
6. ไฟฟ้าพลังน้ำ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	2236	221.54	9.36	8.87	6. HYDROELECTRIC (kWh)
7. พลังงานความร้อนใต้พิภพ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	9500	941.24	39.77	37.70	7. GEOTHERMAL (kWh)
8. ถ่านหินนำเข้า (กก.)	6300	624.19	26.37	25.00	8. COAL IMPORT (kg.)
9. ถ่านโค๊ก (กก.)	6600	653.92	27.63	26.19	9. COKE (kg.)
10. แอนทราไซท์ (กก.)	7500	743.09	31.40	29.76	10. ANTHRACITE (kg.)
11. อีเทน (กก.)	11203	1110.05	46.89	44.45	11. ETHANE (kg.)
12. โปรเพน (กก.)	11256	1115.34	47.11	44.67	12. PROPANE (kg.)
13. ลิกไนต์					13. LIGNITE
13.1 ลี้ (กก.)	4400	435.94	18.42	17.46	13.1 LI (kg.)
13.2 กระบี่ (กก.)	2600	257.60	10.88	10.32	13.2 KRABI (kg.)
13.3 แม่เมาะ (กก.)	2500	247.70	10.47	9.92	13.3 MAE MOH (kg.)
13.4 แจ้คอน(กก.)	3610	357.67	15.11	14.32	13.4 CHAE KHON (kg.)
พลังงานใหม่และหมุนเวียน					NEW & RENEWABLE ENERGY
1. ฟืน (กก.)	3820	378.48	15.99	15.16	1. FUEL WOOD (kg.)
2. ถ่าน (กก.)	6900	683.64	28.88	27.38	2. CHARCOAL (kg.)
3. แกลบ (กก.)	3440	340.83	14.40	13.65	3. PADDY HUSK (kg.)
4. กากอ้อย (กก.)	1800	178.34	7.53	7.14	4. BAGASSE (kg.)
5. ขยะ (กก.)	1160	114.93	4.86	4.60	5. GARBAGE (kg.)
6. ขี้เลื่อย(กก.)	2600	257.60	10.88	10.32	6. SAW DUST (kg.)
7. วัสดุเหลือใช้ ทางการเกษตร (กก.)	3030	300.21	12.68	12.02	7. AGRICULTURAL WASTE (kg.)
8. ก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตร)	5000	495.39	20.93	19.84	8. BIOGAS (m^3)

รายงานพลังงานของประเทศไทยปี 2549/THAILAND ENERGY SITUATION 2006

หน่วยทั่วไป GENERAL			
1 กิโลแคลอรี่(kcal)	=	4186	จูล(joules)
	=	3.968	บีทียู(Btu)
1 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ(toe	=	10.093	จิกะแคลอรี่(Gcal)
	=	42.244	จิกะจูล(GJ)
	=	40.047 x 10^6	บีทียู(Btu)
1 บาร์เรล(barrel)	=	158.99	ลิตร(litres)
1 ลูกบาศก์เมตรของไม้ (cu.m. of solid wood)	=	600	กิโลกรัม(kg.)
1 ลูกบาศก์เมตรของถ่าน (cu.m. of charcoal)	=	250	กิโลกรัม(kg.)
5 กิโลกรัมของฟืน (kg. of fuel wood)	=	1 กิโลกรัมของถ่าน (kg. of charcoal product)	
1 ลิตรของก๊าซปิโตร-เลียมเหลว (litre of LPG)	=	0.54	กิโลกรัม(kg.)

อัตราแลกเปลี่ยน (ราคาขาย)

EXCHANGE RATE (SELLING)

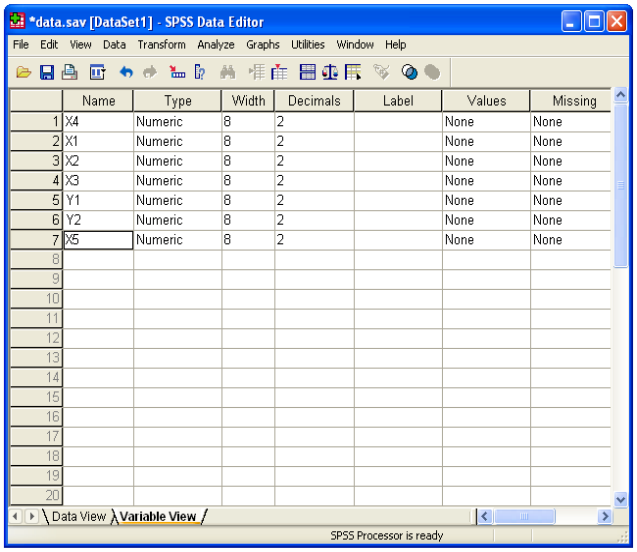
พ.ศ.	บาท / เหรียญสหรัฐ Baht / US$	YEAR
2534	25.49	1991
2535	25.42	1992
2536	25.34	1993
2537	25.17	1994
2538	24.94	1995
2539	25.36	1996
2540	31.37	1997
2541	41.37	1998
2542	37.79	1999
2543	40.16	2000
2544	44.58	2001
2545	43.11	2002
2546	41.63	2003
2547	40.37	2004
2548	40.36	2005
2549	38.03	2006

ที่มา : รายงานพลังงานของประเทศไทยปี2549 (2550)

ภาคผนวก ค.

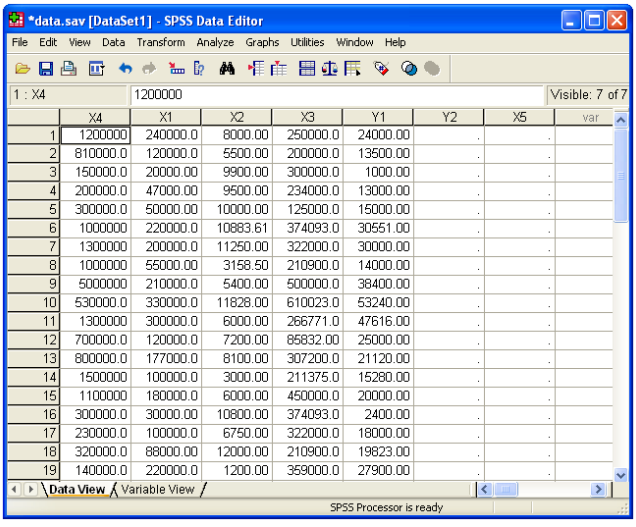
ตัวอย่างการวิเคราะห์การถดถอยด้วยโปรแกรม SPSS ของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

ขั้นที่ 1 เปิดโปรแกรม SPSS กดเลือกแถบ Variable View เพื่อกำหนดชื่อ และชนิดตัวแปร ดังแสดงในภาพประกอบ ค.1



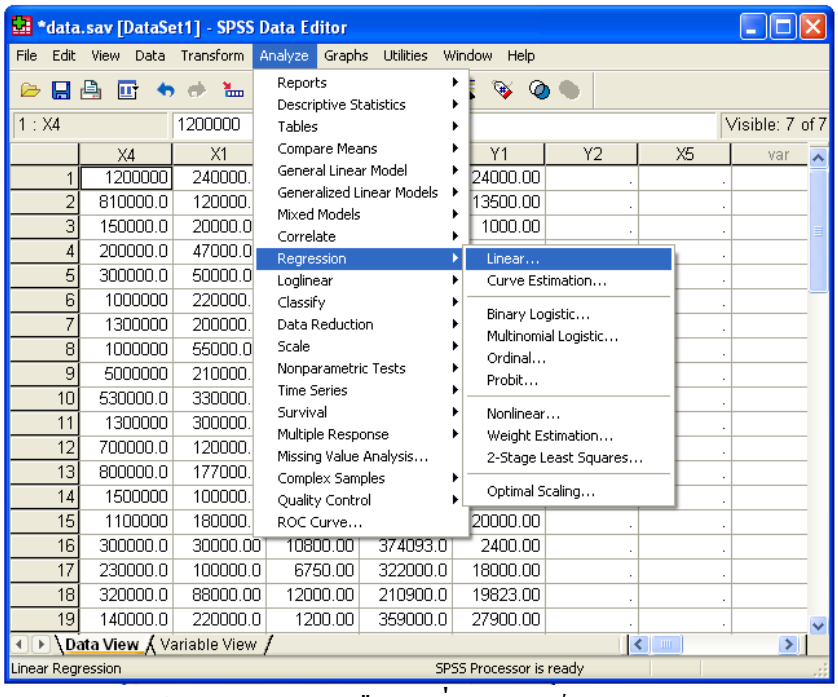
ภาพประกอบ ค.1 การกำหนดชื่อ และชนิดตัวแปร

ขั้นที่ 2 กดกลับไปที่แถบ Data View เพื่อใส่ค่าของตัวแปร แล้วทำการวิเคราะห์แบบถดถอยดังแสดงในภาพประกอบ ค.2



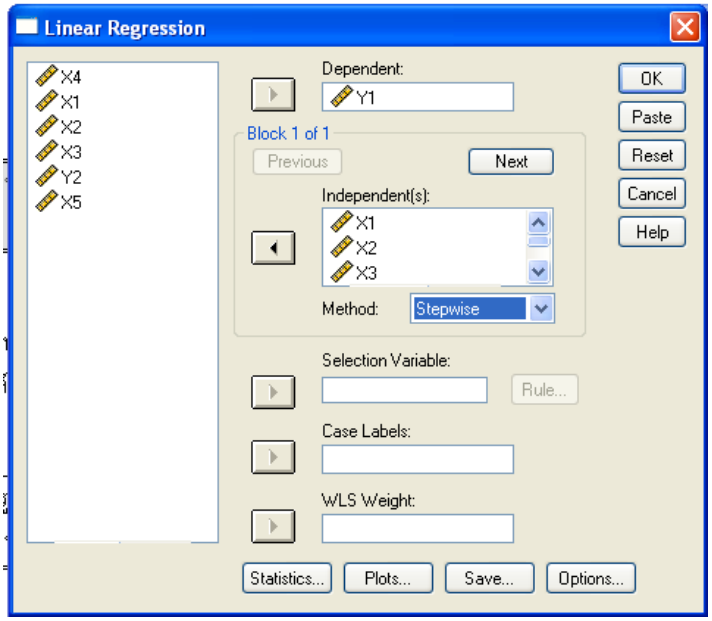
ภาพประกอบ ค.2 การใส่ค่าของตัวแปร

ขั้นที่ 3 เลือกเมนู และคำสั่งตามลำดับดังนี้ Analysis → Regression → Linear จะปรากฏวินโดวส์ของ Linear Regression ดังแสดงในภาพประกอบ ค.3



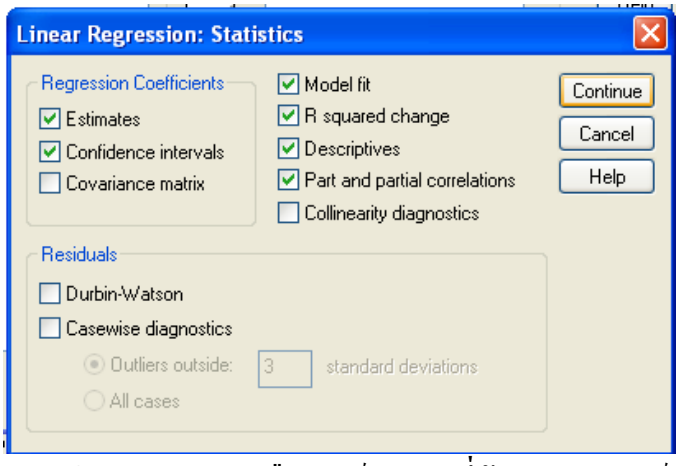
ภาพประกอบ ค.3 การเลือกคำสั่งวิเคราะห์แบบ regression

ขั้นที่ 4 ที่หน้าหลัก เลือกตัวแปรตาม (Y_1) มาไว้ที่บ๊อกซ์ของ Dependent :เลือกตัวแปร X_1 ถึง X_4 ใส่ในช่อง Independent(s) เลือก Method → Stepwise ดังแสดงในภาพประกอบ ค.4



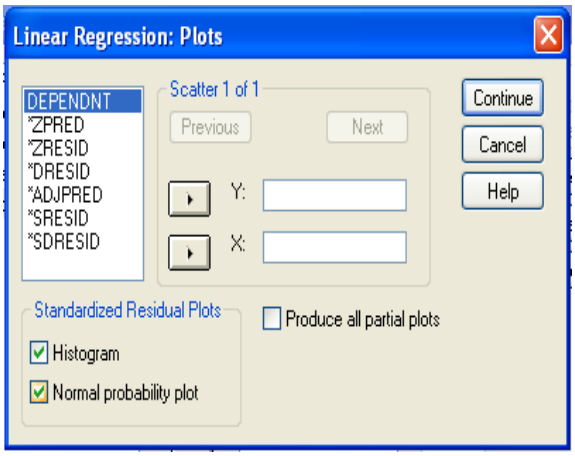
ภาพประกอบ ค.4 การเลือกตัวแปรเข้าสมการแบบ stepwise

ขั้นที่ 5 กดเลือกปุ่ม Statistics เลือกฟังก์ชันสถิติที่ต้องการวิเคราะห์ → Continue ดังแสดงในภาพประกอบ ค.5



ภาพประกอบ ค.5 การเลือกฟังก์ชันสถิติที่ต้องการวิเคราะห์

ขั้นที่ 6 หน้าจอจะกลับมาที่ขั้นตอนที่ 4 อีกครั้ง เลือก→ Plots.. เพื่อวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูล จากนั้น เลือกการพล็อตแบบ Histogram และ Normal probability plot → Continue → OK ดังแสดงในภาพประกอบ ค.6 จะได้หน้าจอแสดงผลลัพธ์ ดังที่ได้อธิบายในบทที่ 4



ภาพประกอบ ค.6 การวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูล

ภาคผนวก ง.

แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัย

แบบสอบถามข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในภาคอุตสาหกรรม ปี 2549

ข้อมูลทั่วไป

ชื่อโรงงาน ……

ที่ตั้งโรงงาน ……

โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....

ที่ตั้งสำนักงาน .....

โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....

ประเภทอุตสาหกรรม

☐ ปาล์มน้ำมัน

☐ อบไม้ยางพารา

☐ ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์

☐ อื่นๆ(ระบุ)…….....

ข้อมูลการผลิต

ผลผลิตหลักที่ 1 ……..... ผลผลิตหลักที่ 2 …….....

วัตถุดิบหลัก…….....ปริมาณต่อปี.....

ปริมาณผลผลิตต่อปี……

เวลาทำงานปกติของโรงงาน ☐ 8 ชั่วโมง ☐ 16 ชั่วโมง ☐ 24 ชั่วโมง ☐ อื่นๆ(ระบุ)…

ชั่วโมงโรงงานดำเนินการผลิต .....วันต่อเดือน.....วันต่อปี .....ชั่วโมงต่อปี

มีหม้อแปลง…….ลูก ขนาด 1……kVA 2. ……..kVA 3……kVA

อัตราไฟฟ้า ☐ ปกติ ☐ TOD ☐ TOU

ช่วงเดือนที่มีการใช้ชีวมวล เดือน.....ถึง เดือน.....

ปัญหาและอุปสรรคในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล

.....

.....

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล

.....

.....

ข้อมูลพลังงานด้านไฟฟ้าและพลังงานสิ้นเปลือง

ชนิดพลังงานที่ใช้	ไฟฟ้า	น้ำมัน		ก๊าซ		ถ่านหิน	น้ำ	อื่นๆ
		เตา	ดีเซล	LPG	NG			
หน่วยหลังงาน	kWh	ลิตร	ลิตร	ล้านบีทียู	กิโลกรัม	ตัน	ลบ.ม.	
ปริมาณ(หน่วยต่อปี)								
มูลค่า(บาทต่อหน่วย)								

ข้อมูลด้านพลังงานหมุนเวียน

ประเภท	ปริมาณการใช้โดยรวมของเชื้อเพลิงทั้งโรงงานต่อปี(หน่วยต่อปี)	วิธีการได้มาของชีวมวล (ซื้อหรือผลิตเอง)	ราคาเฉลี่ยชีวมวลไม่รวมค่าขนส่ง (บาทต่อหน่วย)	ค่าขนส่งชีวมวลเฉลี่ย (บาทต่อหน่วย)
ใยปาล์ม				
ทะลายปาล์ม				
กะลาปาล์ม				
เศษไม้, เปลือกไม้, ฟืน				
ก๊าซชีวภาพ				
อื่น ๆ (โปรดระบุ)				

ข้อมูลผลผลิตด้านความร้อน

ชนิดเครื่องต้นกำลัง	ประเภทชีวมวลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง	ปริมาณติดตั้งของเครื่อง (หน่วยต่อชม.)	หน่วยใช้งาน (ปี)	ชั่วโมงการทำงาน (ชม.ต่อวัน)	ความดัน (bar)	ปริมาณความร้อนที่ผลิตได้ (หน่วยต่อวัน)
1						
2						

ข้อมูลผลผลิตด้านไฟฟ้า

ชนิดเครื่องต้นกำลัง[1/]	กำลังการผลิตติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Installed Capacity) (MW)	ชั่วโมง[2/] การทำงาน (ชม.ต่อวัน)	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยต่อเดือน (kWh/เดือน)	ปริมาณการใช้/ จำหน่ายไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน			
				ขาย		ใช้เอง	
				ขายเข้าระบบกฟผ. (kWh/เดือน)	ขายให้ลูกค้าอื่น ๆ (kWh/เดือน)	ใช้ในโรงไฟฟ้า (kWh/เดือน)	ใช้ในสำนักงานและอื่นๆ (kWh/เดือน)

1/ หากเครื่องต้นกำลังแต่ละชนิดมีมากกว่า 1 เครื่อง โปรดระบุหมายเลขเครื่อง เช่น กังหันแก๊สเครื่องที่ 1 หม้อไอน้ำเครื่องที่ 3 เป็นต้น

2/ ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยต่อหนึ่งวันของเครื่องต้นกำลังในวันที่มีการเดินเครื่องปกติ

ผู้ให้ข้อมูล ลงชื่อ .....

โทรศัพท์.....

ภาคผนวก จ.

ตารางสถิติ

ตาราง จ.1 ตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Krejcie & Morgan

N(ประชากร)	S(ตัวอย่าง)	N(ประชากร)	S(ตัวอย่าง)	N(ประชากร)	S(ตัวอย่าง)
10	10	220	140	1,200	291
15	14	230	144	1,300	296
20	19	240	148	1,400	301
25	24	250	152	1,500	306
30	28	260	155	1,600	310
35	32	270	159	1,700	313
40	36	280	162	1,800	317
45	40	290	165	1,900	320
50	44	300	169	2,000	322
55	48	320	175	2,200	328
60	52	340	181	2,400	331
65	56	360	186	2,600	335
70	59	380	191	2,800	338
75	63	400	196	3,000	341
80	66	420	201	3,500	347
85	70	440	205	4,000	350
90	73	460	210	4,500	354
95	76	480	214	5,000	357
100	80	500	217	6,000	361
110	86	550	226	7,000	364
120	92	600	234	8,000	367
130	97	650	242	9,000	368
140	103	700	248	10,000	370
150	108	750	254	15,000	375
160	113	800	260	20,000	377
170	118	850	265	30,000	379
180	123	900	269	40,000	380
190	127	950	274	50,000	381
200	132	1,000	278	75,000	382
210	135	1,100	285	100,000	384

ที่มา: เกียรติสุดา (2006)

ตาราง จ.2 ตารางการแจกแจง t

ตารางการแจกแจง t

	0.1	0.05	0.025	0.02	0.015	0.01	0.005	0.0025	0.0005
df	0.2	0.1	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.005	0.001
1	3.0777	6.3137	12.7062	15.8945	21.2051	31.8210	63.6559	127.3211	636.5776
2	1.8856	2.9200	4.3027	4.8487	5.6428	6.9645	9.9250	14.0892	31.5998
3	1.6377	2.3534	3.1824	3.4819	3.8961	4.5407	5.8408	7.4532	12.9244
4	1.5332	2.1318	2.7765	2.9985	3.2976	3.7469	4.6041	5.5975	8.6101
5	1.4759	2.0150	2.5706	2.7565	3.0029	3.3649	4.0321	4.7733	6.8685
6	1.4398	1.9432	2.4469	2.6122	2.8289	3.1427	3.7074	4.3168	5.9587
7	1.4149	1.8946	2.3646	2.5168	2.7146	2.9979	3.4995	4.0294	5.4081
8	1.3968	1.8595	2.3060	2.4490	2.6338	2.8965	3.3554	3.8325	5.0414
9	1.3830	1.8331	2.2622	2.3984	2.5738	2.8214	3.2498	3.6896	4.7809
10	1.3722	1.8125	2.2281	2.3593	2.5275	2.7638	3.1693	3.5814	4.5868
11	1.3634	1.7959	2.2010	2.3281	2.4907	2.7181	3.1058	3.4966	4.4369
12	1.3562	1.7823	2.1788	2.3027	2.4607	2.6810	3.0545	3.4284	4.3178
13	1.3502	1.7709	2.1604	2.2816	2.4358	2.6503	3.0123	3.3725	4.2209
14	1.3450	1.7613	2.1448	2.2638	2.4149	2.6245	2.9768	3.3257	4.1403
15	1.3406	1.7531	2.1315	2.2485	2.3970	2.6025	2.9467	3.2860	4.0728
16	1.3368	1.7459	2.1199	2.2354	2.3815	2.5835	2.9208	3.2520	4.0149
17	1.3334	1.7396	2.1098	2.2238	2.3681	2.5669	2.8982	3.2224	3.9651
18	1.3304	1.7341	2.1009	2.2137	2.3562	2.5524	2.8784	3.1966	3.9217
19	1.3277	1.7291	2.0930	2.2047	2.3457	2.5395	2.8609	3.1737	3.8833
20	1.3253	1.7247	2.0860	2.1967	2.3362	2.5280	2.8453	3.1534	3.8496
21	1.3232	1.7207	2.0796	2.1894	2.3278	2.5176	2.8314	3.1352	3.8193
22	1.3212	1.7171	2.0739	2.1829	2.3202	2.5083	2.8188	3.1188	3.7922
23	1.3195	1.7139	2.0687	2.1770	2.3132	2.4999	2.8073	3.1040	3.7676
24	1.3178	1.7109	2.0639	2.1715	2.3069	2.4922	2.7970	3.0905	3.7454
25	1.3163	1.7081	2.0595	2.1666	2.3011	2.4851	2.7874	3.0782	3.7251
26	1.3150	1.7056	2.0555	2.1620	2.2958	2.4786	2.7787	3.0669	3.7067
27	1.3137	1.7033	2.0518	2.1578	2.2909	2.4727	2.7707	3.0565	3.6895
28	1.3125	1.7011	2.0484	2.1539	2.2864	2.4671	2.7633	3.0470	3.6739
29	1.3114	1.6991	2.0452	2.1503	2.2822	2.4620	2.7564	3.0380	3.6595
30	1.3104	1.6973	2.0423	2.1470	2.2783	2.4573	2.7500	3.0298	3.6460
31	1.3095	1.6955	2.0395	2.1438	2.2746	2.4528	2.7440	3.0221	3.6335
32	1.3086	1.6939	2.0369	2.1409	2.2712	2.4487	2.7385	3.0149	3.6218
33	1.3077	1.6924	2.0345	2.1382	2.2680	2.4448	2.7333	3.0082	3.6109
34	1.3070	1.6909	2.0322	2.1356	2.2650	2.4411	2.7284	3.0020	3.6007
35	1.3062	1.6896	2.0301	2.1332	2.2622	2.4377	2.7238	2.9961	3.5911

ที่มา: เกียรติสุดา (2006)

ตาราง จ.3 ตารางแจกแจง F

F-Distributions 95th percentiles																			
n_2 \ n_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.30
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.3	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.50	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.8	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.00	2.3	2.25	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.1	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.96	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.94	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.910	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

ที่มา : เกียรติสุดา (2006)

ภาคผนวก ฉ.

ข้อมูลโรงงาน

ตาราง ฉ.1 รายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

เลขที่	ชื่อโรงงาน	เลขที่	หมู่	ถนน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
1	บริษั ท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด	29	3	เพชรเกษม	คุริง	ท่าแซะ	ชุมพร
2	บริษัท ศรีเจริญ ปาล์ม ออยล์ จำกัด	-	3	เหนือคลอง-เขาดิน	เขาดิน	เขาพนม	กระบี่
3	บริษัท ไทยทาโลว์แอนด์ออยล์ จำกัด	30	4	พระแสง-ชัยบุรี	ไทรขึง	พระแสง	สุราษฎร์ธานี
4	บริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด มหาชน	99/9	2	สิเกา-ควนกุน	กะลาเส	สิเกา	ตรัง
5	บริษัท ประจงกิจปาล์มออยล์ จำกัด	-	5	-	จ.ป.ร.	กระบุรี	ระนอง
6	บริษัท ยูนิวานิช น้ำมันปาล์ม จำกัด	231	9	อ่าวลึก-ปลายพระยา	ปลายพระยา	ปลายพระยา	กระบี่
7	บริษัท ท่าฉางสวนปาล์มน้ำมันอุตสาหกรรม จำกัด	-	7	เอเชีย(ทางหลวง 41)	เสวียด	ท่าฉาง	สุราษฎร์ธานี
8	บริษัท สหอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	98	6	เหนือคลอง-เขาพนม	ห้วยยูง	เมือง	กระบี่
9	บริษัท จิรัสย์ปาล์ม จำกัด	224	3	-	บางสวรรค์	พระแสง	สุราษฎร์ธานี
10	บริษัท ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	142	1	ไร่คอก-ทุ่งทับควาย	ทุ่งไทรทอง	ลำทับ	กระบี่
11	บริษัท สยามโมเดิร์นปาล์ม จำกัด	33/4	2	นาเหนือ-เขาต่อ	นาเหนือ	อ่าวลึก	กระบี่
12	บริษัท เคบีปาล์ม จำกัด	-	5	ตะกั่วป่า-คุระบุรี	บางวัน	คุระบุรี	พังงา
13	ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด	39	1	ห้วยกรวด-เขาแก้ว	คลองยา	อ่าวลึก	กระบี่
14	บริษัท ปาล์มไทยพัฒนา จำกัด	59	9	-	อุใดเจริญ	ควนกาหลง	สตูล
15	บริษัท นามหงส์น้ำมันปาล์ม จำกัด	168	2	เขาพนม-ทุ่งใหญ่	พรุเตียว	เขาพนม	กระบี่
16	บริษัท ไทยอินโดปาล์มออยล์ แฟคทอรี่ จำกัด	145	2	ลำทับ-โคกหาร	ลำทับ	ลำทับ	กระบี่
17	บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด	99	3	-	กะลาเส	สิเกา	ตรัง
18	บริษัท กรีน กลอรี่ จำกัด	23	6	-	เสวียด	ท่าฉาง	สุราษฎร์ธานี

ตาราง ฉ.1 (ต่อ)

เลขที่	ชื่อโรงงาน	เลขที่	หมู่	ถนน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
19	บริษัท ปาล์มน้ำมันธรรมชาติ (ชุมพร) จำกัด	250	12	หมายเลข 41 ชุมพร-สวี	ครน	สวี	ชุมพร
20	บริษัท ทักษิณปาล์ม (2521) จำกัด	53/3	4	สุราษฎร์ธานี - พุกพิน	ท่าข้าม	พุนพิน	สุราษฎร์ธานี
21	บริษัท ท่าชนะน้ำมันปาล์ม จำกัด	182	12	เพชรเกษม	คันธุลี	ท่าชนะ	สุราษฎร์ธานี
22	บริษัท สมอทองน้ำมันปาล์ม จำกัด	-	10	ชุมพร-สุราษฎร์ธานี	ประสงค์	ท่าชนะ	สุราษฎร์ธานี
23	บริษัท เกนนิงเอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด		10		ละงู	ละงู	สตูล
24	ห้างหุ้นส่วนจำกัด บางสวรรค์รุ่งเรืองกิจ	-	3	กระบี่-ขนอม กม.46	บางสวรรค์	พระแสง	สุราษฎร์ธานี
25	บริษัท ปาล์มโมริช จำกัด	82	6	เหนือคลอง-เขาพนม	เขาพนม	เขาพนม	กระบี่
26	บริษัท น้ำมันพืชบริสุทธิ์ จำกัด	82/3	8	กาญจนวนิช	บ้านพรุ	หาดใหญ่	สงขลา
27	บริษัท สวนปาล์มสหมิตร จำกัด	67/5	3	ทางหลวงแผ่นดิน 415	นาเหนือ	อ่าวลึก	กระบี่
28	บริษัท อันดามันน้ำมันปาล์ม จำกัด	39	1	อ่าวลึก-ปลายพระยา	อ่าวลึกใต้	อ่าวลึก	กระบี่
29	บริษัท ทุ่งทองเกษตรกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด	148	5	เพชรเกษม	ทุ่งตะไคร	ทุ่งตะโก	ชุมพร
30	บริษัท ไทยทาโลว์แอนด์ออยล์ จำกัด	11/1	2	ปลายพระยา-พระแสง	บางสวรรค์	พระแสง	สุราษฎร์ธานี
31	บริษัท ตรังน้ำมันปาล์ม จำกัด	168	1	ตรัง-สิเกา กม.19	นาเมืองเพชร	สิเกา	ตรัง
32	บริษัท กาญจนดิษฐ์น้ำมันปาล์ม จำกัด	179	1	-	ท่าอุแท	กาญจนดิษฐ์	สุราษฎร์ธานี
33	บริษัท ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด	258	2	อ่าวลึก-แหลมสัก	อ่าวลึกใต้	อ่าวลึก	กระบี่
34	บริษัท บางสวรรค์ น้ำมันปาล์ม จำกัด	111	5	-	บางสวรรค์	พระแสง	สุราษฎร์ธานี
35	บริษัท สตูลอินดัสตรี้ส์ จำกัด	58	10	-	ละงู	ละงู	สตูล

ตาราง ฉ.2 ข้อมูลดิบที่ได้จากแบบสอบถามของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

เลขที่	รายชื่อโรงงาน	ทะลายปาล์มสด (ton/yr)	น้ำมันปาล์มดิบ (ton/yr)	น้ำมันเมล็ดในปาล์ม (ton/yr)	เวลาทำงานปกติ ชม	จำนวนหม้อแปลง
1	บริษัท ท่าฉางสวนปาล์มน้ำมันอุตสาหกรรมจำกัด	1,200,000	240,000	8,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 100 kVA
2	บริษัท ศรีเจริญปาล์มออยล์ จำกัด	810,000	120,000	5,500	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 500 kVA
3	บริษัท นามหงส์ น้ำมันปาล์มจำกัด	150,000	20,000	9,900	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 630 kVA
4	บริษัท ท่าชนะน้ำมันปาล์ม จำกัด	200,000	47,000	9,500	8	หม้อแปลง 2 ลูก ขนาด 1000 kVA และ 400 kVA
5	บริษัท ศรีไสวปาล์มออยล์กรุ๊ป	300,000	50,000	10,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 500 kVA
6	บริษัท ไทยทาโลว์ แอนด์ ออยล์ จำกัด	1,000,000	220,000	10,883.6	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 630 kVA
7	บริษัท กรีน กลอรี่ จำกัด	1,300,000	200,000	11,250	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 1000 kVA
8	บริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	1,000,000	55,000	3,158.5	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 315 kVA
9	บริษัท ปาล์มน้ำมันธรรมชาติ จำกัด	5,000,000	210,000	5,400	16	หม้อแปลง 2 ลูก ขนาด 630 kVA และ 1250 kVA
10	บริษัท ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	530,000	330,000	11,828	16	หม้อแปลง 2 ลูก ขนาด 1000 kVA และ 1000 kVA
11	บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด	1,300,000	300,000	6,000	24	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 1000 kVA
12	บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์	700,000	120,000	7,200	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 100 kVA
13	บริษัท จิรัสย์ปาล์ม	800,000	177,000	8,100	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 500 kVA
14	บริษัท ทักษิณอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม 1993	1,500,000	100,000	3,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 630 kVA
15	บริษัท สตูลอินดัสตรี จำกัด	1,100,000	180,000	6,000	16	หม้อแปลง 2 ลูก ขนาด 1000 kVA และ 400 kVA
16	บริษัท น้ำมันพืชบริสุทธิ์จำกัด	300,000	30,000	10,800	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 500 kVA
17	บริษัท แสงสิริน้ำมันปาล์ม	230,000	100,000	6,750	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 630 kVA
18	บริษัท สยามโมเดิร์นปาล์ม	320,000	88,000	12,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 1000 kVA
19	บริษัท ยูนิปาล์มอินดัสทรี จำกัด	140,000	220,000	1,200	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 315 kVA
20	บริษัท เอเซี่ยนน้ำมันปาล์ม จำกัด	300,000	170,000	5,500	16	หม้อแปลง 2 ลูก ขนาด 630 kVA และ 1250 kVA

ตาราง ฉ.2 (ต่อ)

เลขที่	รายชื่อโรงงาน	ทะลายปาล์มสด (ton/yr)	น้ำมันปาล์มดิบ (ton/yr)	น้ำมันเมล็ดในปาล์ม (ton/yr)	เวลาทำงานปกติ ชม	จำนวนหม้อแปลง
21	ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด	550,000	210,000	3,200	16	หม้อแปลง 2 ลูก ขนาด 1000 kVA และ 1000 kVA
22	บริษัท ปาล์มไทยพัฒนา จำกัด	1,000,000	220,000	7,900	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 1000 kVA
23	บริษัท สวีอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด	1,000,000	180,000	5,800	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 500 kVA
24	บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด	1,000,000	175,000	4,300	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 1000 kVA
25	บริษัท ท่าชนะน้ำมันปาล์ม จำกัด	500,000	180,000	1,900	16	หม้อแปลง 2 ลูก ขนาด 630 kVA และ 1250 kVA
26	บริษัท ชุมพร อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	1,000,000	240,000	5,000	16	หม้อแปลง 2 ลูก ขนาด 630 kVA และ 1250 kVA
27	บริษัท โอทาโก้ จำกัด	850,000	97,500	4,350	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 500 kVA
28	บริษัท ทวีศิลป์ปาล์มออยล์อินดัสทรีย์ จำกัด	700,000	245,000	4,980	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 100 kVA

ตาราง ฉ.3 ข้อมูลการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

เลขที่	รายชื่อโรงงาน	พลังงานชีวมวลรวม			ผลผลิตไอน้ำ					พลังงานไฟฟ้าผลิตใช้เอง		
		(ton/yr)	(GJ/yr)	(ktoe/yr)	(ton/yr)	ความดัน (bar)	enthalpy (kJ/kg)	(GJ/yr)	(ktoe/yr)	(kwh/m)	(GJ/yr)	(ktoe/yr)
1	บริษัท ท่าฉางสวนปาล์มน้ำมันอุตสาหกรรมจำกัด	24,000.0	422,880.0	10.0	77,840.0	22.0	3,017.6	101,743.0	2.41	250,000.0	10,800.0	0.3
2	บริษัท ศรีเจริญปาล์มออยล์ จำกัด	13,500.0	237,870.0	5.6	65,900.0	20.0	3,103.0	88,668.5	2.10	200,000.0	8,640.0	0.2
3	บริษัท นามหงส์ น้ำมันปาล์มจำกัด	11,000.0	193,820.0	4.6	63,421.0	22.0	3,017.6	82,896.3	1.96	300,000.0	12,960.0	0.3
4	บริษัท ท่าชนะน้ำมันปาล์ม จำกัด	13,000.0	229,060.0	5.4	56,233.0	22.0	3,017.6	73,501.0	1.74	234,000.0	10,108.8	0.2
5	บริษัท ศรีไสวปาล์มออยล์กรุ๊ป	15,000.0	264,300.0	6.3	187,300.0	25.0	3,008.8	244,072.5	5.78	125,000.0	5,400.0	0.1
6	บริษัท ไทยทาโลว์ แอนด์ ออยล์ จำกัด	33,047.0	582,288.1	13.8	73,590.0	20.0	3,103.0	99,015.3	2.34	374,093.0	16,160.8	0.4
7	บริษัท กรีน กลอรี่ จำกัด	30,000.0	528,600.0	12.5	32,964.0	20.0	3,103.0	44,353.1	1.05	322,000.0	13,910.4	0.3
8	บริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	14,000.0	246,680.0	5.8	65,000.0	20.0	3,103.0	87,457.5	2.07	210,900.0	9,110.9	0.2
9	บริษัท ปาล์มน้ำมันธรรมชาติ จำกัด	38,400.0	676,608.0	16.0	144,000.0	20.0	3,103.0	193,752.0	4.59	500,000.0	21,600.0	0.5
10	บริษัท ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	74,257.0	1,308,408.3	31.0	182,000.0	20.0	3,103.0	244,881.0	5.80	610,023.0	26,353.0	0.6
11	บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด	47,616.0	838,993.9	19.9	40,000.0	22.0	3,017.6	52,283.2	1.24	266,771.0	11,524.5	0.3
12	บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์	25,000.0	440,500.0	10.4	43,856.0	22.0	3,017.6	57,323.3	1.36	85,832.0	3,707.9	0.1
13	บริษัท จิรัสย์ปาล์ม	21,120.0	372,134.4	8.8	75,000.0	22.0	3,017.6	98,030.9	2.32	307,200.0	13,271.0	0.3
14	บริษัท ทักษิณอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม 1993	15,280.0	269,233.6	6.4	29,547.0	21.0	3,020.6	38,659.4	0.92	211,375.0	9,131.4	0.2
15	บริษัท สตูลอินดัสตรี จำกัด	20,000.0	352,400.0	8.3	10,000.0	20.0	3,103.0	13,455.0	0.32	450,000.0	19,440.0	0.5
16	บริษัท น้ำมันพืชบริสุทธิ์จำกัด	2,400.0	42,288.0	1.0	33,000.0	25.0	3,008.8	43,002.6	1.02	374,093.0	16,160.8	0.4
17	บริษัท แสงสิริน้ำมันปาล์ม	18,000.0	317,160.0	7.5	105,000.0	25.0	3,008.8	136,826.6	3.24	322,000.0	13,910.4	0.3
18	บริษัท สยามโมเดิร์นปาล์ม	19,823.0	349,281.3	8.3	100,000.0	20.0	3,103.0	134,550.0	3.19	210,900.0	9,110.9	0.2
19	บริษัท ยูนิปาล์มอินดัสทรี จำกัด	27,900.0	491,598.0	11.6	162,000.0	22.0	3,017.6	211,746.8	5.01	359,000.0	15,508.8	0.4
20	บริษัท เอเซี่ยนน้ำมันปาล์ม จำกัด	48,800.0	859,856.0	20.4	45,900.0	20.0	3,103.0	61,758.5	1.46	452,100.0	19,530.7	0.5
21	ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด	56,700.0	999,054.0	23.6	157,600.0	20.0	3,103.0	212,050.8	5.02	600,000.0	25,920.0	0.6
22	บริษัท ปาล์มไทยพัฒนา จำกัด	44,300.0	780,566.0	18.5	80,500.0	20.0	3,103.0	108,312.8	2.56	240,000.0	10,368.0	0.2

ตาราง ฉ.3 (ต่อ)

เลขที่	รายชื่อโรงงาน	พลังงานชีวมวลรวม			ผลผลิตไอน้ำ					พลังงานไฟฟ้าผลิตใช้เอง		
		(ton/yr)	(GJ/yr)	(ktoe/yr)	(ton/yr)	ความดัน (bar)	enthalpy (kJ/kg)	(GJ/yr)	(ktoe/yr)	(kwh/m)	(GJ/yr)	(ktoe/yr)
23	บริษัท สวีอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด	40,800.0	718,896.0	17.0	57,280.0	20.0	3,103.0	77,070.2	1.82	290,000.0	12,528.0	0.3
24	บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด	33,700.0	593,794.0	14.1	20,670.0	21.0	3,020.6	27,044.7	0.64	340,000.0	14,688.0	0.3
25	บริษัท ท่าชนะน้ำมันปาล์ม จำกัด	45,600.0	803,472.0	19.0	69,300.0	22.0	3,017.6	90,580.6	2.14	475,000.0	20,520.0	0.5
26	บริษัท ชุมพร อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	52,100.0	918,002.0	21.7	134,000.0	20.0	3,103.0	180,297.0	4.27	288,000.0	12,441.6	0.3
27	บริษัท โอทาโก้ จำกัด	22,530.0	396,978.6	9.4	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
28	บริษัท ทวีศิลป์ปาล์มออยล์อินดัสทรีย์ จำกัด	39,670.0	698,985.4	16.5	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	รวม	847,543.0	14,933,707.7	353.5	2,111,901.0			2,803,332.3	66.4	8,398,287.0	362,806.0	8.59

n/a โรงงานไม่สามารถให้ข้อมูลได้

ตาราง ฉ.4 รายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา

เลขที่	ชื่อโรงงาน	เลขที่	หมู่	ถนน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
1	บริษัท วนชัยพาเนลอินดัสทรี่ส์ จำกัด	8/8	1	สุราษฎร์ธานี-ทุ่งสง	เขานิพันธ์	เวียงสระ	สุราษฎร์ธานี
2	บริษัท เอส.พี.บี.พาเนล อินดัสตรี้ส์ จำกัด	-	7	ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 41	นาใต้	บ้านนาเดิม	สุราษฎร์ธานี
3	บริษัท ซันพาราเทค จำกัด (มหาชน)	199	5	อ้อมเมือง	มะขามเตี้ย	เมือง	สุราษฎร์ธานี
4	บริษัท แฟนซีวู้ดอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	219	5	สุราษฎร์ธานี-ทุ่งสง	ท่าโรงช้าง	พุนพิน	สุราษฎร์ธานี
5	บริษัท พังงาพาราวู้ดอินดัสทรีส์ จำกัด	47/4	7	เพชรเกษม	ทุ่งมะพร้าว	ท้ายเหมือง	พังงา
6	บริษัท สยามริโซ ผลิตภัณฑ์ไม้ จำกัด	-	3	หนองชรี-พุนพิน	พุนพิน	พุนพิน	สุราษฎร์ธานี
7	บริษัท เอเซียพลายวู้ด จำกัด	206/7	1	เพชรเกษม	ลำใหม่	เมือง	ยะลา
8	บริษัท ไพโอเนียร์วู้ดอินดัสตรี จำกัด	-	7	ทางหลวง 41 ตอนทุ่งสง-เวียงสระ	ปริก	ทุ่งใหญ่	นครศรีธรรมราช
9	บริษัทกรีน รีเวอร์วู้ดแอนด์ลัมเบอร์แมนูแฟคเจอริ่ง ประเทศไทย) จำกัด	222	4	สาธารณประโยชน์	ท่าช้าง	บางกล่ำ	สงขลา
10	บริษัท พาราวีเนียร์ 2002 จำกัด	10	2	-	ในควน	ย่านตาขาว	ตรัง
11	บริษัท ตรัง วู้ด อินดัสตรี จำกัด	161	6	ตรัง-ปะเหลียน	ทุ่งกระบือ	ย่านตาขาว	ตรัง
12	บริษัท สณฑ์ไทยยะลา จำกัด	259		เวฬุวัน	สะเตง	เมือง	ยะลา
13	บริษัท ไทยนครพาราวู้ด จำกัด	308	9	จันดี-สวนขัน	ไสหร้า	ฉวาง	นครศรีธรรมราช
14	บริษัท บ้านส้องพาราวู้ด จำกัด	83	3	ทางหลวงสาย 41	เวียงสระ	เวียงสระ	สุราษฎร์ธานี
15	บริษัท ชูศักดิ์แอนด์พรรณีลีดเดอร์ จำกัด	61	2	ทุ่งสง-นครศรีธรรมราช	ถ้ำใหญ่	ทุ่งสง	นครศรีธรรมราช
16	บริษัท วู้ดเวอร์ค ยูไนเต็ด จำกัด	105	3	-	หนองช้างแล่น	ห้วยยอด	ตรัง
17	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไม้ยางพาราไทยชิ้นส่วน	233	1	ตรัง-ปะเหลียน	ย่านตาขาว	ย่านตาขาว	ตรัง
18	บริษัท เอส ที เอ พารา พลายวู้ด จำกัด	-	1	กาญจนวนิช	พะตง	หาดใหญ่	สงขลา
19	บริษัท ดินไทย จำกัด	78/9	1	เวียงสระ-พระแสง	ทุ่งหลวง	เวียงสระ	สุราษฎร์ธานี
20	บริษัท ซิทตี้ โปรดักส์ (ไทยแลนด์) จำกัด		3	ปาดังเบซาร์	สำนักขาม	สะเดา	สงขลา
21	บริษัท วู้ดเวอร์ค แอดวานซ์ จำกัด	207	5	-	เขามีเกียรติ	สะเดา	สงขลา

ตาราง ฉ.4 (ต่อ)

เลขที่	ชื่อโรงงาน	เลขที่	หมู่	ถนน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
22	บริษัท ทุ่งสงเฟอร์นิเจอร์ จำกัด	-	4	ทุ่งสง-เวียงสระ	นาโพธิ์	ทุ่งสง	นครศรีธรรมราช
23	บริษัท เซาธ์เธินสยามพาราวู้ด จำกัด	180	1	ทุ่งสง-เวียงสระ	ชะมาย	ทุ่งสง	นครศรีธรรมราช
24	บริษัท เขามหาชัยพาราวู้ด จำกัด	13/3	5	นครศรีธรรมราช-นบพิตำ	นาทราย	เมือง	นครศรีธรรมราช
25	บริษัท ชูศักดิ์ยูเนียนพาราวู้ด จำกัด	255	3	ทุ่งสง-สุราษฎร์ธานี	ปริก	ทุ่งใหญ่	นครศรีธรรมราช
26	บริษัท ซีนิท พาราวู้ด จำกัด	34	5	สุราษฎร์ธานี-ตะกั่วป่า	ถ้ำสิงขร	คีรีรัฐนิคม	สุราษฎร์ธานี
27	บริษัท เคโคเฟอร์น จำกัด	105	3	พ่อขุนทะเล	มะขามเตี้ย	เมือง	สุราษฎร์ธานี
28	บริษัท ทุ่งสงพาราวูด จำกัด	216/1	4	ทุ่งสง-สุราษฎร์ธานี	เขาขาว	ทุ่งสง	นครศรีธรรมราช
29	บริษัท ซันสิริ จำกัด		8	-	คลองชะอุ่น	พนม	สุราษฎร์ธานี
30	บริษัท ส.จันดีอินเตอร์วู้ด (1999) จำกัด	192	7	-	ฉวาง	ฉวาง	นครศรีธรรมราช
31	บริษัท แพนสุราษฎร์ จำกัด	146/1	1	สายเอเซีย	เขานิพันธ์	เวียงสระ	สุราษฎร์ธานี
32	บริษัท พรีเมียร์ ทิมเบอร์ จำกัด	-	2	ตรัง-ปะเหลียน	บ้านนา	ปะเหลียน	ตรัง
33	บริษัท บี เอ็น เอส อุตสาหกรรมไม้ จำกัด	79/1	5	รพช. (ท่ากบ-คอนเกลี้ยง)	วัดประดู่	เมือง	สุราษฎร์ธานี
34	บริษัท เซ้าเทอร์นพาราวูด จำกัด	177/4	10		ทุ่งตำเสา	หาดใหญ่	สงขลา
35	สายน้ำมิตรอุตสาหกรรม	2/4	5	คลองแงะ-นาทวี	พังลา	สะเดา	สงขลา
36	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ปาล์มพาราวู้ด	-	7	-	บ้านทำเนียบ	คีรีรัฐนิคม	สุราษฎร์ธานี
37	บริษัท เอส ที เอ กรุ๊ป (1993) จำกัด มหาชน	417/19	1	กาญจนวนิช	พะตง	หาดใหญ่	สงขลา
38	ห้างหุ้นส่วนจำกัด เรนโบว์สุราษฎร์พาราวู้ด	15/4	4	พุนพิน-ตะกั่วป่า	เขาหัวควาย	พุนพิน	สุราษฎร์ธานี
39	บริษัท พรีเมียร์ พาราวู้ด จำกัด	111	7	ต้นชด-นาวง	เขาวิเศษ	วังวิเศษ	ตรัง
40	ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจตน์ แอนด์ แจ๋ว	99	6	เอเซีย 41	ควนศรี	บ้านนาสาร	สุราษฎร์ธานี
41	บริษัท ส.จันดีพระแสงวู้ด จำกัด	56	1	ทางหลวง 4035 (ปลายพรยา-พระแสง))	สาคู	พระแสง	สุราษฎร์ธานี
42	บริษัท ชูศักดิ์พระแสงพาราวู้ด จำกัด	48	2	พระแสง-ปลายพระยา	สาคู	พระแสง	สุราษฎร์ธานี
43	บริษัท พี.อาร์.วู้ด อุตสาหกรรม จำกัด	89/2	7	สายยะลา-โต๊ะปาเก๊ะ	สะเตงนอก	เมือง	ยะลา
44	บริษัท ชัยรัตน์พาราวูด จำกัด	32	6	สายรามัน-ตะโละหะลอ	กายูบอเกาะ	รามัน	ยะลา

ตาราง ฉ.4 (ต่อ)

เลขที่	ชื่อโรงงาน	เลขที่	หมู่	ถนน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
45	บริษัท ซันเทรด พาราวูด จำกัด		9	สาธารณประโยชน์	บางเหรียง	ควนเนียง	สงขลา
46	บริษัท ทุ่งหลวงวู้ดอินดัสตรี้ส์ จำกัด	199	8	บ้านส้อง-พระแสง	ทุ่งหลวง	เวียงสระ	สุราษฎร์ธานี
47	บริษัท ฮองเส็ง ทิมเบอร์ อินดัสทรี (ไทยแลนด์) จำกัด	5/11	5	-	เขามีเกียรติ	สะเดา	สงขลา
48	บริษัท ยูเอ็นวู้ด จำกัด	89/1	7	สายยะลา-สถานีวิทยุ	สะเตงนอก	เมือง	ยะลา
49	บริษัท โรงเลื่อยพฤกษ์พนา จำกัด	20/2	3	บ่อล้อ-ลำทับ	กะปาง	ทุ่งสง	นครศรีธรรมราช
50	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ทีเอสเอ็ม พาราวู้ด	40/5	3	-	พิจิตร	นาหม่อม	สงขลา
51	บริษัท เก้าพาราวู้ด จำกัด	262/2	4	สุราษฎร์ธานี-นาสาร	ขุนทะเล	เมือง	สุราษฎร์ธานี
52	บริษัท ยูเนี่ยน วู้ดเทค จำกัด	59	4	-	ป่าแก่บ่อหิน	ทุ่งหว้า	สตูล
53	บริษัท เอเซียพลายวู้ด จำกัด	206/4		เพชรเกษม	ลำใหม่	เมือง	ยะลา
54	บริษัท ฉันทัช จำกัด	96	7	เพชรเกษม	ปกาสัย	เหนือคลอง	กระบี่
55	บริษัท เซ้าท์เทิร์น เทควู้ด (1993) จำกัด	168/1	-	ยะลา-บ้านเจาะบองอ	เขาตูม	ยะรัง	ปัตตานี
56	บริษัท ชูศักดิ์แอนด์พรรณีลีดเดอร์ จำกัด	422	2	-	ถ้ำใหญ่	ทุ่งสง	นครศรีธรรมราช
57	เรืองอุทัยสุราษฎร์ธานี	39/3	3	พุนพิน - หนองชรี	พุนพิน	พุนพิน	สุราษฎร์ธานี
58	บริษัท ไทยบิลดิ้งโปรดักส์ จำกัด	58/3	3	เพชรเกษม	ทุ่งตำเสา	หาดใหญ่	สงขลา
59	บริษัท ลำไพลพาราวู้ด จำกัด	123	10	เทพา-ลำไพล	ลำไพล	เทพา	สงขลา
60	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชินเฮงหลีพาราวู้ด	137	7	คลองท่อม-ลำทับ	พรุดินนา	คลองท่อม	กระบี่
61	บริษัท เรืองเพชรสงขลา จำกัด	139/3	3	สุขาภิบาล 2	ปริก	สะเดา	สงขลา
62	บริษัท ชูศักดิ์รัษฎาพาราวู้ด จำกัด	93	13	ทุ่งสง-ห้วยยอด	ควนเมา	รัษฎา	ตรัง
63	อันวาร์พาราวูด	101	3	ปาดังเบซาร์	สำนักขาม	สะเดา	สงขลา
64	บริษัท นครศรีพาราวู้ด จำกัด	127/2	1	ทางหลวงสายบ้านนาพรุ-ปากพูน	อินคีรี	พรหมคีรี	นครศรีธรรมราช
65	บริษัท เซนทูรี คลาสสิค วู้ด โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด	88	4	ป่าใหม่-ศาลานางชี	ท่าช้าง	บางกล่ำ	สงขลา
66	บริษัท ไทยซีที ลัมเบอร์ จำกัด	8/5	5	จะนะ-หนองจิก	บ้านนา	จะนะ	สงขลา
67	บริษัท เอเวอร์กรีน พาราวู้ด จำกัด	238/8	1	สะบ้าย้อย-เขาแดง	สะบ้าย้อย	สะบ้าย้อย	สงขลา

ตาราง ฉ.4 (ต่อ)

เลขที่	ชื่อโรงงาน	เลขที่	หมู่	ถนน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
68	บริษัท เอส.อี.พี.เวิร์ลไวด์ จำกัด		8	-	กระโสม	ตะกั่วทุ่ง	พังงา
69	บริษัท อัลฟ่า วู้ด จำกัด		1	-	เขาดิน	เขาพนม	กระบี่
70	บริษัท เอ็ม.วู้ด จำกัด	46	3	วิทยุ-โต๊ะปาเก๊ะ	สะเตงนอก	เมือง	ยะลา
71	บริษัท เอ็กซ่า อินดัสตรีส์ จำกัด	146/30	9	สะเดา-ปาดังเบซาร์	สะเดา	สะเดา	สงขลา
72	บริษัท เอเชียแปซิฟิค พาราวู้ด จำกัด	26/1	5	ตรัง-สิเกา	นาโต๊ะหมิง	เมือง	ตรัง
73	บริษัท เอ.พี.เค.เฟอร์นิชิ่งพาราวู้ด จำกัด		4	-	ควนลัง	หาดใหญ่	สงขลา
74	บริษัท แปลนครีเอชั่นส์ จำกัด	8	8	ตรัง-ปะเหลียน	ทุ่งกระบือ	ย่านตาขาว	ตรัง
75	บริษัท นราพารา จำกัด	64	2	สามแยกตะโละหะลอ-ศรีสาคร	สาวอ	รือเสาะ	นราธิวาส
76	บริษัท ละแมพาราวู้ด จำกัด	268	7	-	ละแม	ละแม	ชุมพร
77	บริษัท ทุ่งสงพาราวูด จำกัด	28	2	ทุ่งสง - สุราษฎร์ธานี	หนองหงส์	ทุ่งสง	นครศรีธรรมราช
78	บริษัท ศิริวัฒนาวู้ด (1999) จำกัด	24/2	1	-	ผดุงมาตร	จะแนะ	นราธิวาส
79	บริษัท เพชรนครพาราวู้ด จำกัด	298	4	-	ห้วยนาง	ห้วยยอด	ตรัง
80	บริษัท พี.พี.เอส.พังงารับเบอร์วู้ด จำกัด	37/8			กระโสม	ตะกั่วทุ่ง	พังงา
81	บริษัท สยามไชน่า พาราวู้ด จำกัด	100	1	-	ทุ่งหมอ	สะเดา	สงขลา
82	บริษัท จิรัสย์ จำกัด	89	3	สายเอเซีย 41	คลองไทร	ท่าฉาง	สุราษฎร์ธานี
83	ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจตน์ แอนด์ แจ๋ว สาขา 1	186	1	-	บางสวรรค์	พระแสง	สุราษฎร์ธานี
84	บริษัท เมกก้าวู้ด จำกัด	91/2	2	คลองเต็ง-เขาวิเศษ	นาท่ามเหนือ	เมือง	ตรัง
85	บริษัท เค.เอส.พี.พาราวู้ด จำกัด	99	11	ยนตรการกำธร	ทุ่งนุ้ย	ควนกาหลง	สตูล
86	บริษัท เอ.พี.เค. เฟอร์นิชิ่งพาราวู้ด จำกัด	198	4	สนามบิน-บ้านกลาง กม.2	ควนลัง	หาดใหญ่	สงขลา
87	บริษัท ไจแอนท์ พาราวู้ด จำกัด	99	3	-	ชุมพล	กิ่งอศรีนครินทร์	พัทลุง
88	บริษัท ลักษมี พาราวู้ด จำกัด		5	สุขยางค์	ตาเนาะแมเราะ	เบตง	ยะลา
89	บริษัท ยะลา เอส.พี.พาราวู้ด จำกัด	-	7	สาธารณประโยชน์	สะเตงนอก	เมือง	ยะลา
90	บริษัท ธันเดอรงมาร์ ตรัง (ไทยแลนด์) จำกัด	416	1	เพชรเกษม	เขาคราม	เมือง	กระบี่

ตาราง ฉ.4 (ต่อ)

เลขที่	ชื่อโรงงาน	เลขที่	หมู่	ถนน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
91	หจก.โรงเลื่อยไม้ยางพาราพิสิษฐ	416	1	เหมทานนท์	เขาคราม	เมือง	กระบี่
92	บริษัท ฉัตรพิศาล จำกัด	100	1	-	ไสไทย	เมือง	กระบี่
93	บริษัท ฉัตรพิศาล จำกัด		1		ไสไทย	เมือง	กระบี่
94	บริษัท ศรีพุธพาราวู้ด จำกัด	103	2	เพชรเกษม	ห้วยยอด	ห้วยยอด	ตรัง
95	บริษัท สณฑ์ไทยยะลา จำกัด			สาย 15	สะเตง	เมือง	ยะลา
96	บริษัท เอสทีเอ กรุ๊ป (1993) จำกัด(น.ส.3 ก เลขที่1322)		1	กาญจนวนิช	พะตง	หาดใหญ่	สงขลา
97	-	874/1		สิโรรส	สะเตง	เมือง	ยะลา
98	ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอส.พี.พี.พาราวู้ด	19/11	1	สุราษฎร์ธานี-กาญจนดิษฐ์	ช้างขวา	กาญจนดิษฐ์	สุราษฎร์ธานี
99	บริษัท บัญชาพาราวู้ด จำกัด	-	3	ยะลา-เบอเส็ง	บุดี	เมือง	ยะลา
100	บริษัท เอกสยามพาราวูด จำกัด	106	7	คลองแงะ-โคกโพธิ์	นาทวี	นาทวี	สงขลา
101	บริษัท ธนกรพาราวู้ด จำกัด	108/1	9	จอมพิบูลย์-เขาใหญ่	ทุ่งปรัง	สิชล	นครศรีธรรมราช
102	บริษัท ขุนทะเลพาราวู้ด จำกัด	398/2	5	สุราษฎร์ธานี-บ้านนาสาร	ขุนทะเล	เมือง	สุราษฎร์ธานี
103	บริษัท เอ.พี.เอส.วู้ด โปรดักส์ จำกัด	417/12	1	กาญจนวนิช	พะตง	หาดใหญ่	สงขลา
104	สุภาพงษ์พาราวู้ด	185/17	4	ซอยสิบ-กงตาก	ทุ่งเตา	บ้านนาสาร	สุราษฎร์ธานี
105	บริษัท ทรีสตาร์ อินดัสตรี จำกัด	94/2	2	คลองเต็ง-วังวิเศษ	นาท่ามเหนือ	เมือง	ตรัง
106	บริษัท แฟนซีวู้ดอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	89/1	10	-	ท่ายาง	ทุ่งใหญ่	นครศรีธรรมราช
107	บริษัท กระบี่วู้ดอินดัสตรี้ส์ จำกัด	37/3	2	เพชรเกษม	บ้านกลาง	อ่าวลึก	กระบี่
108	ต้นยวนพาราวู้ด		2	ถ้ำผึ้ง	ต้นยวน	พนม	สุราษฎร์ธานี
109	บริษัท ปาล์มเอเชีย จำกัด	10/2	3	-	ตำตัว	ตะกั่วป่า	พังงา
110	บริษัท ผลิตภัณฑ์ไม้วุฒิดี จำกัด	35	7	ยะลา-โต๊ะปาเก๊ะ	สะเตงนอก	เมือง	ยะลา
111	บริษัท กัมพล พาราวู้ด (2003) จำกัด	150	3	-	คลองทราย	นาทวี	สงขลา
112	บริษัท นรามุทธากิจ จำกัด	-	7	นราธิวาส-ตันหยงมัส	ตันหยงมัส	ระแงะ	นราธิวาส

ตาราง ฉ.5 ข้อมูลดิบที่ได้จากแบบสอบถามของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา

เลขที่	ชื่อโรงงาน	ชีวมวล ปีกไม้ (ton/yr)	ไม้ท่อนรับซื้อ (ton/yr)	ไม้แปรรูป (f^3/yr)	เวลาทำงานปกติ ชม	จำนวนหม้อแปลง
1	บริษัท วู้ดเวอร์ค ยูไนเต็ดจำกัด	17,908	72,000	1,300,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 100 kVA
2	บริษัท ส.จันดีอินเตอร์วู้ด	11,000	50,00	100,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 500 kVA
3	บริษัท ชูศักดิ์ยูเนี่ยนพาราวู้ด จำกัด	26,280	36,000	600,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 630 kVA
4	บริษัท แฟนซีวู้ดอินเตอร์เนชันแนล	15,552	225,000	2,954,724	8	n/a
5	บริษัท สยามริโซ	17,500	140,000	100,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 500 kVA
6	บริษัท วู้ดเวอร์ค แอดวานซ์	12,045	72,000	180,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 630 kVA
7	บริษัท ซันพาราเทค จำกัด (มหาชน)	19,470	55,000	1,200,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 1000 kVA
8	บริษัท ยูเนี่ยน วู้ดเทค จำกัด	25,000	53,000	1,000,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 315 kVA
9	บริษัท เอ.พี.เอส วู้ด โปรดักส์ จำกัด	21,000	23,200	431,000	16	หม้อแปลง 2 ลูก ขนาด 630 kVA และ 1250 kVA
10	บริษัท พาราวีเนียร์ 2002 จำกัด	11,500	49,000	890,000	16	หม้อแปลง 2 ลูก ขนาด 1000 kVA และ 1000 kVA
11	บริษัท ไทยนครพาราวู้ด จำกัด	15,000	26,000	487,000	24	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 1000 kVA
12	บริษัท ซิทตี้ โปรดักส์ (ไทยแลนด์)	19,800	25,000	367,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 100 kVA
13	บริษัท เอส.อี.พี.เวิร์ลไวด์	30,000	36,000	667,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 500 kVA
14	บริษัท ทุ่งสงเฟอร์นิเจอร์ จำกัด	10,000	150,000	2,400,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 630 kVA
15	บริษัท เซาธ์เธินสยามพาราวู๊ด จำกัด	10,000	35,000	770,000	16	n/a
16	บริษัท ซีนิท พาราวู้ด จำกัด	11,000	30,000	479,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 500 kVA
17	บริษัท เซ้าเทอร์นพาราวูด จำกัด	26,500	33,000	509,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 630 kVA
18	บริษัท เอส ที เอ กรุ๊ป (1993) จำกัด มหาชน	10,000	74,000	1,200,000	16	หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 1000 kVA

ตาราง ฉ.5 (ต่อ)

เลขที่	ชื่อโรงงาน	ชีวมวล ปีกไม้ (ton/yr)	ไม้ท่อนรับซื้อ (ton/yr)	ไม้แปรรูป (ft^3/yr)	เวลาทำงานปกติ ชม	จำนวนหม้อแปลง
19	บริษัท ตรัง วู้ด อินดัสตรี จำกัด	26,300	59,000	100,0000	n/a	n/a
20	บริษัท แพนสุราษฎร์ จำกัด	17,000	49,000	745,000	n/a	n/a
21	บริษัท ดินไทย จำกัด	18,900	40,000	810,000	n/a	n/a
22	บริษัท บ้านส้องพาราวู้ด	15,000	37,000	613,000	n/a	n/a
23	บริษัท ทุ่งหลวงวู้ดอินดัสตรี	16,000	90,000	150,000	n/a	n/a
24	บริษัท พรีเมียร์ พาราวู้ด จำกัด	14,900	n/a	n/a	n/a	n/a
25	บริษัท ชูศักดิ์พระแสงพาราวู้ด	2,400	n/a	n/a	n/a	n/a
26	บริษัท ส.จันดีพระแสงวู้ด	16,848	n/a	n/a	n/a	n/a
27	บริษัท เซ้าท์เทิร์น เทควู้ด (1993) จำกัด	21,000	n/a	n/a	n/a	n/a
28	บริษัท เขามหาชัยพาราวู้ด จำกัด	12,000	n/a	n/a	n/a	n/a
29	บริษัท ซันสิริ จำกัด	15,500	n/a	n/a	n/a	n/a
	รวม	503,903	1,954,800	27,034,524	-	-

n/a โรงงานไม่สามารถให้ข้อมูลได้

ตาราง ฉ.6 ข้อมูลการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา

เลขที่	ชื่อโรงงาน	ชีวมวล (ton/yr)	พลังงานชีวมวลรวม		ผลผลิตไอน้ำ		พลังงานความร้อน	
		ปีกไม้	GJ/yr	ktoe/yr	ton/day	ton/yr	GJ/yr	ktoe/yr
1	บริษัท วู้ดเวอร์ค ยูไนเต็ดจำกัด	17,908	268,259.4	6.350238	170	51,000	43,653.2	1.033358
2	บริษัท ส.จันดีอินเตอร์วู้ด	11,000	164,780	3.900672	45	13,500	11,985.98	0.283732
3	บริษัท ชูศักดิ์ยูเนี่ยนพาราวู้ด จำกัด	26,280	393,674.4	9.319061	37	11,100	4,665.33	0.110438
4	บริษัท แฟนซีวู้ดอินเตอร์เนชันแนล	15,552	232,969	5.514841	48	14,400	12,928.25	0.306037
5	บริษัท สยามริโซ	17,500	262,150	6.205615	96	28,800	25,713.29	0.608685
6	บริษัท วู้ดเวอร์ค แอดวานซ์	12,045	180,434.1	4.271236	72	21,600	19,177.56	0.453971
7	บริษัท ซันพาราเทค จำกัด (มหาชน)	19,470	291,660.6	6.90419	55	16,500	14,501.03	0.343268
8	บริษัท ยูเนี่ยน วู้ดเทค จำกัด	25,000	374,500	8.865164	52	15,600	13,710.06	0.324545
9	บริษัท เอ.พี.เอส วู้ด โปรดักส์ จำกัด	21,000	314,580	7.446738	60	18,000	15,745.19	0.37272
10	บริษัท พาราวีเนียร์ 2002 จำกัด	11,500	172,270	4.077976	235	70,500	63,294.55	1.498309
11	บริษัท ไทยนครพาราวู้ด จำกัด	15,000	224,700	5.319099	78	23,400	20,775.69	0.491802
12	บริษัท ซิทตี้ โปรดักส์ (ไทยแลนด์)	19,800	296,604	7.02121	67	20,100	17,845.79	0.422445
13	บริษัท เอส.อี.พี.เวิร์ลไวด์	30,000	449,400	10.6382	55	16,500	7,990.65	0.189155
14	บริษัท ทุ่งสงเฟอร์นิเจอร์ จำกัด	10,000	149,800	3.546066	69	20,700	14,575.28	0.345026
15	บริษัท เซาธ์เธินสยามพาราวู๊ด จำกัด	10,000	149,800	3.546066	90	27,000	18,584.36	0.439929
16	บริษัท ซีนิท พาราวู้ด จำกัด	11,000	164,780	3.900672	80	24,000	23,506.61	0.556448
17	บริษัท เซ้าเทอร์นพาราวูด จำกัด	26,500	396,970	9.397074	110	33,000	20,713.32	0.490326
18	บริษัท เอส ที เอ กรุ๊ป (1993) จำกัด มหาชน	10,000	149,800	3.546066	66	19,800	29,299.05	0.693567

ตาราง ฉ.6 (ต่อ)

เลขที่	ชื่อโรงงาน	ชีวมวล (ton/y) ปีกไม้	พลังงานชีวมวลรวม GJ/yr	พลังงานชีวมวลรวม ktoe/yr	ผลผลิตไอน้ำ ton/day	ผลผลิตไอน้ำ ton/yr	พลังงานความร้อน GJ/yr	พลังงานความร้อน ktoe/yr
19	บริษัท ตรัง วู้ด อินดัสตรี จำกัด	26,300	393,974	9.326153	n/a	n/a	n/a	n/a
20	บริษัท แพนสุราษฎร์ จำกัด	17,000	254,660	6.028312	n/a	n/a	n/a	n/a
21	บริษัท ดินไทย จำกัด	18,900	283,122	6.702064	n/a	n/a	n/a	n/a
22	บริษัท บ้านส้องพาราวู้ด	15,000	224,700	5.319099	n/a	n/a	n/a	n/a
23	บริษัท ทุ่งหลวงวู้ดอินดัสตรี	16,000	239,680	5.673705	n/a	n/a	n/a	n/a
24	บริษัท พรีเมียร์ พาราวู้ด จำกัด	14,900	223,202	5.283638	n/a	n/a	n/a	n/a
25	บริษัท ชูศักดิ์พระแสงพาราวู้ด	2,400	35,952	0.851056	n/a	n/a	n/a	n/a
26	บริษัท ส.จันดีพระแสงวู้ด	16,848	252,383	5.974412	n/a	n/a	n/a	n/a
27	บริษัท เซ้าท์เทิร์น เทควู้ด (1993) จำกัด	21,000	314,580	7.446738	n/a	n/a	n/a	n/a
28	บริษัท เขามหาชัยพราวู้ด จำกัด	12,000	179,760	4.255279	n/a	n/a	n/a	n/a
29	บริษัท ซันสิริ จำกัด	15,500	232,190	5.496402	n/a	n/a	n/a	n/a
	รวม	503,903	7,548,465	178.6873	1,515	454,500	396,244.6	9.379902

n/a โรงงานไม่สามารถให้ข้อมูลได้

ภาคผนวก ช.

ตัวอย่างแบบสอบถามข้อมูลการใช้พลังงาน และการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

FR-01R4-03

สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ โซนซี ชั้น4 60 ถ.รัชดาภิเษกตัดใหม่ คลองเตย กรุงเทพฯ 10110 โทรสาร. 0 – 2229 – 4283

แบบสอบถามข้อมูลการใช้พลังงาน และการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

ชื่อโรงงาน / บริษัท .....

รหัสสมาชิก ส.อ.ท. ..... กลุ่มอุตสาหกรรม .....

สถานที่ตั้งโรงงาน .....

.....

โทรศัพท์ ..... แฟกซ์ .....

มูลค่าการขายต่อปี .....จำนวนพนักงานทั้งหมดในโรงงาน .....

ผู้ประสานงานรายละเอียดข้อมูล .....ตำแหน่ง .....

โทรศัพท์ .....

กรุณาตอบแบบสอบถามต่อไปนี้ โดยอ้างอิงจากข้อมูลเฉพาะในส่วนของโรงงานผลิต (ไม่รวมถึงข้อมูลของบริษัททั้งหมด)

(1) ประเภทโรงงาน ตามพระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

☐ โรงงานไม่ควบคุม ☐ โรงงานควบคุม ปีที่ .....

(2) ประเภทสินค้า (หรือบริการ) อุตสาหกรรม .....

.....

(3) ปริมาณการผลิต และมูลค่าการผลิต (ผลิตภัณฑ์ หรือบริการ)

ปี \ ผลิตภัณฑ์		(1) ..... หน่วย	(2) ..... หน่วย	(3) ..... หน่วย	(4) ..... หน่วย	(5) ..... หน่วย .....
2543	ปริมาณการผลิต					
	มูลค่า (บาท)					
2544	ปริมาณการผลิต					
	มูลค่า (บาท)					
2545	ปริมาณการผลิต					
	มูลค่า (บาท)					
2546	ปริมาณการผลิต					
	มูลค่า (บาท)					

(4) ข้อมูลการใช้พลังงานต่อปี (Energy Consumption per Year)

ชนิดพลังงานที่ใช้		ไฟฟ้า	น้ำมัน		ก๊าซ		ถ่านหิน	อื่นๆ	
			เตา	ดีเซล	LPG	NG		.....	.....
หน่วยพลังงาน		(kWh)	(ลิตร)	(ลิตร)	(.....)	(.....)	(กิโลกรัม)	(.....)	(.....)
2543	ปริมาณ								
	มูลค่า (บาท)								
2544	ปริมาณ								
	มูลค่า (บาท)								
2545	ปริมาณ								
	มูลค่า (บาท)								
2546	ปริมาณ								
	มูลค่า (บาท)								

(5) รายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าเดือนปัจจุบัน

(5.1) มิเตอร์ไฟฟ้า หมายเลข .....

☐ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) เขต .....

☐ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) จังหวัด .....

(5.2) ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า ☐ กิจการขนาดเล็ก (2) ☐ กิจการขนาดกลาง (3) ☐ กิจการขนาดใหญ่ (4)

(5.3) อัตราการใช้ไฟฟ้า ☐ อัตราปกติ ☐ TOD ☐ TOU

(5.4) หม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดพิกัด..... kVA. แรงดัน .....kV. จำนวน ..... ตัว

ขนาดพิกัด..... kVA. แรงดัน .....kV. จำนวน ..... ตัว

ขนาดพิกัด..... kVA. แรงดัน .....kV. จำนวน ..... ตัว

(5.5) ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าต่อเดือน	อัตราปกติ	TOD	TOU
พลังไฟฟ้าสูงสุด ช่วง On Peak (OP)	.....	.....	..... kW.
พลังไฟฟ้าสูงสุด ช่วง Partial Peak (PP)		.....	kW.
พลังไฟฟ้าสูงสุด ช่วง Off Peak (OF)		.....	kW.
พลังงานไฟฟ้า ช่วง On Peak (OP)	.....	.....	..... kWh.
พลังงานไฟฟ้า ช่วง Off Peak (PP)			kWh.
พลังงานไฟฟ้า ช่วง Off Peak (OF)			..... kWh.
พลังงานไฟฟ้า ช่วง Off Peak (H)			..... kWh.

(5.6) มูลค่าพลังงานไฟฟ้า .....บาท/เดือน

*** กรุณาสำเนา ใบแจ้งหนี้ หรือใบเสร็จค่าไฟฟ้าเดือนล่าสุด แนบมาพร้อมกันนี้ 1 ฉบับ ***

(6) ข้อมูลด้านบุคลากรของโรงงานที่มีความชำนาญในสาขาต่างๆ (โปรดระบุประสบการณ์การทำงาน)

6.1 บุคลากรที่มีความชำนาญในกระบวนการผลิตของโรงงาน หรือสาขาใดสาขาหนึ่งเป็นการเฉพาะ

(6.1.1) ชื่อ ..... ตำแหน่ง .....

หน้าที่รับผิดชอบ .....

.....

ความชำนาญ .....

(6.1.2) ชื่อ ..... ตำแหน่ง .....

หน้าที่รับผิดชอบ .....

.....

ความชำนาญ .....

(6.1.3) ชื่อ ..... ตำแหน่ง .....

หน้าที่รับผิดชอบ .....

.....

ความชำนาญ .....

(6.1.4) ชื่อ ..... ตำแหน่ง .....

หน้าที่รับผิดชอบ .....

.....

ความชำนาญ .....

6.2 บุคลากรที่รับผิดชอบดูแลเกี่ยวกับการจัดการพลังงานในโรงงาน (ทั้งด้านปฏิบัติ และการบริหาร)

(6.2.1) ชื่อ ..... ตำแหน่ง .....

หน้าที่รับผิดชอบ .....

.....

ความชำนาญ .....

(6.2.2) ชื่อ ..... ตำแหน่ง .....

หน้าที่รับผิดชอบ .....

.....

ความชำนาญ .....

(6.2.3) ชื่อ ..... ตำแหน่ง .....

หน้าที่รับผิดชอบ .....

.....

ความชำนาญ .....

(6.2.4) ชื่อ ..... ตำแหน่ง .....

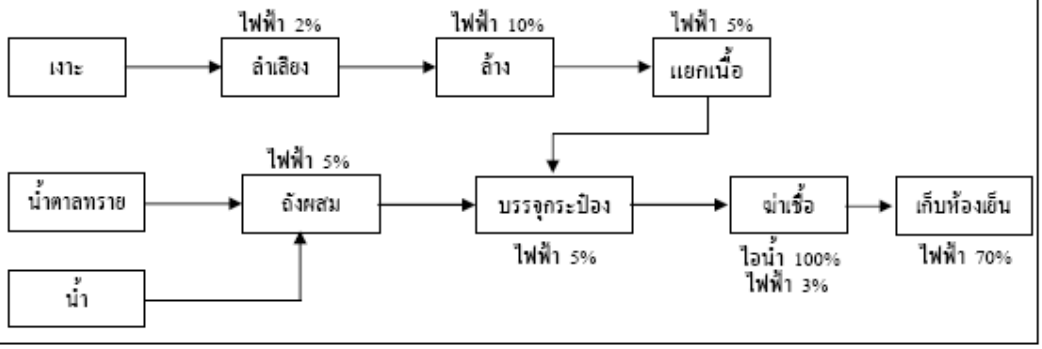
หน้าที่รับผิดชอบ .....

.....

ความชำนาญ .....

(7) แผนผังขบวนการผลิตและสัดส่วนการใช้พลังงาน พอสังเขป

ตัวอย่างการเขียนแผนผังขบวนการผลิต



เขียนแผนผังลงในพื้นที่นี้ หรือแนบเอกสารเพิ่มเติม

(8) กรุณาระบุความต้องการในการจัดอบรมสัมมนาด้านการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน

- ด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพ และการประหยัด พลังงานไฟฟ้า

☐ การจัดการโหลดไฟฟ้า ☐ การแก้ไขตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ☐ ระบบแสงสว่าง
☐ ระบบปรับอากาศ และทำความเย็น ☐ ระบบ Pneumatics, Motor, Pump etc.
☐ อื่นๆ ได้แก่

.....

- ด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพ และการประหยัด พลังงานความร้อน

☐ ระบบเผาไหม้ ☐ ระบบหม้อน้ำ ☐ ระบบเตาเผา และอบความร้อน
☐ ระบบไอน้ำ ☐ ระบบแลกเปลี่ยน / ถ่ายความร้อน
☐ การนำพลังงานที่สูญเสียกลับมาใช้ใหม่
☐ ระบบป้องกันการสูญเสียพลังงาน เช่น ฉนวน , และควบคุมอุณหภูมิต่างๆ
☐ อื่นๆ ได้แก่

.....

- ด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพ และการใช้ พลังงานทดแทนต่างๆ

☐ ระบบ Co-Generation ☐ ระบบก๊าซชีวภาพ
☐ ระบบ Solar Cell, Solar Heater ☐ การผลิตพลังงานจากวัสดุทางการเกษตร
☐ อื่นๆ ได้แก่

.....

- การบริหารจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม

☐ วิศวกรรมคุณค่า VE เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ☐ Energy Management System (EMS)
☐ การเยี่ยมชมโรงงานตัวอย่าง ด้านการอนุรักษ์พลังงานฯ

- ความเชี่ยวชาญ และความชำนาญด้าน การอนุรักษ์พลังงาน ด้านอื่นๆ (กรุณาระบุ)

ได้แก่ .....

.....

.....

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ข้อมูลทั้งหมดที่กรอกในแบบสอบถามนี้เป็นความจริง

ลงนาม ..... ผู้ประสานงาน

(.....)

วันที่ .....

*** หมายเหตุ : ข้อมูลทั้งหมดดังกล่าว จะเป็นประโยชน์ต่อสถานประกอบการของท่าน ในการเข้าร่วมโครงการอนุรักษ์พลังงานฯ การเข้าร่วมอบรมสัมมนา และการได้รับบริการข้อมูลต่างๆ เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจของสถานประกอบการแต่ละแห่งจะไม่ถูกนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับ อนุญาต

แบบสำรวจ (Surveying)

โครงงานวิจัย

การศึกษา และสำรวจความต้องการในการพัฒนาด้านเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันในภาคใต้

Studying and Surveying of Needs for Technology Improvement of Oil Palm Industry in Southern Thailand

---

แบบสำรวจชุดนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความต้องการด้านการพัฒนาเทคโนโลยีของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันในภาคใต้ในกลุ่มของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน และเสนอแนะแนวทางในการศึกษาวิจัยที่ตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มต่อไป

แบบสำรวจประกอบด้วย 5 ส่วนได้แก่

- **ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไป** จำนวน 7 ข้อ (ข้อที่ 1 – 7)
- **ส่วนที่ 2 : ข้อมูลการผลิต และการจัดการของเสีย** จำนวน 17 ข้อ (ข้อที่ 8 – 24)
- **ส่วนที่ 3 : ความต้องการพัฒนาเทคโนโลยี** จำนวน 10 ข้อ (ข้อที่ 25 – 34)
- **ส่วนที่ 4 : ลำดับความต้องการในการ แก้ปัญหา หรือพัฒนาเทคโนโลยี** จำนวน 6 ข้อ (ข้อที่ 35 – 40)
- **ส่วนที่ 5 : ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ**

ขอความกรุณาตอบแบบสำรวจนี้ตามความเป็นจริง ข้อมูลที่ได้รับ จะถูกนำเสนอในภาพรวม และ ไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ตอบแบบสำรวจแต่อย่างใด โดยจะนำไปใช้ในการวิจัยนี้เท่านั้น ขอขอบพระคุณอย่างสูงในความอนุเคราะห์ ข้อมูลของท่าน

ผู้ให้ข้อมูล บริษัท ..... วันที่ให้ข้อมูล ...../...../.....

ชื่อ-สกุล (นาย/นาง/นางสาว)..... ตำแหน่ง .....

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไป

1. **ที่ตั้งบริษัท** เลขที่ ..... หมู่ที่ ..... ซอย ..... ถนน ..... ตำบล ..... อำเภอ ..... จังหวัด ..... รหัสไปรษณีย์ .....

   โทรศัพท์ ..... โทรสาร..... E-mail ..... Website .....

   บริษัทในเครือ ....

2. **ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ** ชื่อ-สกุล ..... ตำแหน่ง .....

3. **เริ่มดำเนินกิจการ** เมื่อวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

4. **ทุนจดทะเบียน** ..... บาท

5. **ผู้ถือหุ้นที่เป็นคนไทย** ❑ มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ❑ น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ โปรดระบุประเทศ .....

6. **ขนาดของสถานประกอบการ** (จำนวนพนักงาน)

   ❑ น้อยกว่า 20 คน ❑ 21 - 50 คน ❑ 51 - 75 คน ❑ 76 - 100 คน

   ❑ 101 - 150 คน ❑ 151 - 200 คน ❑ 201 - 300 คน ❑ 300 คนขึ้นไป

7. **แหล่งของวัตถุดิบ/ปาล์มสด**

   ❑ จากสวนของบริษัทเอง มีที่ตั้งในบริเวณ .....

   ระยะห่างจากโรงงาน ..... กม. คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ ..... ของวัตถุดิบทั้งหมด

   ❑ จากแหล่งรับซื้ออื่น ๆ ได้แก่ ..... มีที่ตั้งอยู่ในบริเวณ ....

   ระยะห่างจากโรงงาน ..... กม. คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ ..... ของวัตถุดิบทั้งหมด

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลการผลิต และการจัดการของ

8. **แหล่งเทคโนโลยี** (เครื่องจักรที่สำคัญ เช่น เครื่องอบ, เครื่องหีบน้ำมัน)

   ❑ นำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศ (ไม่ได้ดัดแปลง) โปรดระบุประเทศ .....

   ❑ นำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศ และได้ดัดแปลงบางส่วนให้เหมาะสม โปรดระบุประเทศ .....

   ❑ สร้างเครื่องจักรเองโดยเลียนแบบเครื่องจักรต้นแบบจากต่างประเทศ โปรดระบุประเทศ .....

   ❑ ออกแบบ และสร้างเครื่องจักรทั้งหมด ☐ โดยบุคลากรของบริษัท ☐ โดยบุคลากรจากภายนอ

9. **ปัญหาที่พบในกระบวนการผลิตปัจจุบัน** โปรดระบุระดับความรุนแรงของปัญหา และรายละเอียดของปัญหา

กระบวนการ	ไม่มี*	ระดับความรุนแรงของปัญหา				รายละเอียด
		มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่มี	
ผลิตน้ำมันปาล์ม						
9.1 การนึ่งทะลายปาล์มด้วยไอน้ำ						
9.2 การทอดผลปาล์ม						
9.3 การย่างผลปาล์ม						
9.4 การนวดแยกผลปาล์มออกจากทะลาย						
9.5 การย่อยผลปาล์ม						
9.6 การบีบน้ำมัน						
9.7 การดักแยกเส้นใย						
9.8 การกรองน้ำมัน						
9.9 การเหวี่ยงแยกน้ำมัน						
9.10 การกำจัดความชื้น						
ผลิตเมล็ดในปาล์ม						
9.11 การกะเทาะเปลือก						
9.12 การแยกเมล็ดในออกจากเปลือก						
9.13 การแยกเศษกะลา						
9.14 การอบเมล็ดใน						
ผลิตน้ำมันเมล็ดในปาล์ม						
9.15 การบดเมล็ดใน						
9.16 การอบเมล็ดในด้วยไอน้ำ						
9.17 การหีบน้ำมันเมล็ดใน						
9.18 การแยกกากเมล็ดในออกจากน้ำมัน						
9.19 การกรองน้ำมันเมล็ดใน						
ผลิตพลังงาน						
9.20 การผลิตพลังงานจากชีวมวล						
9.21 การผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพ						
คุณภาพน้ำมัน						
9.22 เปอร์เซ็นต์ FFA $\leq$5%						
9.23 ความชื้น $\leq$ 0.05%						
9.24 Dirt $\leq$ 0.05%						
9.25 IV $\geq$ 0.05%						

- * ในอุตสาหกรรมของท่านไม่มีกระบวนการดังกล่าว

ปัญหาเพิ่มเติม อื่นๆ : ....

10. กำลังการผลิต

10.1 กำลังการผลิตที่ออกแบบ ..... ตันFFB ต่อ ชั่วโมง **กำลังการผลิตปัจจุบัน** ..... ตัน FFB ต่อ ชั่วโมง

11. ผลิตภัณฑ์ และผลผลิต ต่อวัน

❑ น้ำมันปาล์มดิบ ..... ตัน ❑ น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ..... ตัน ❑ กะลาปาล์ม ..... ตัน

❑ เมล็ดใน ..... ตัน ❑ น้ำมันเมล็ดใน ..... ตัน ❑ อื่นๆ โปรดระบุ .....

12. ระยะเวลาการเดินระบบการผลิต ..... ชั่วโมง /วัน ..... วัน/สัปดาห์ หยุดในช่วง .....

13. พลังงานชีวมวล ที่ใช้ในโรงงานในปัจจุบัน (แหล่งพลังงานที่ใช้ รูปแบบของพลังงานที่ใช้)

❑ ทะลายปาล์มเปล่า □ ความร้อน □ ไฟฟ้า

❑ เส้นใยปาล์ม □ ความร้อน □ ไฟฟ้า

❑ กะลาปาล์ม □ ความร้อน □ ไฟฟ้า

❑ ก๊าซชีวภาพ □ ความร้อน □ ไฟฟ้า

❑ อื่นๆ โปรดระบุ ....

14. หม้อไอน้ำ

14.1 ขนาดของหม้อไอน้ำ **..... ตัน ต่อ ชั่วโมง** ปริมาณไอน้ำที่ผลิตเฉลี่ย **..... ตัน ต่อ ชั่วโมง**

14.2 ประเภทของหม้อไอน้ำ ❑ **หม้อไอน้ำแบบท่อไฟ (Fire Tube)** ❑ **หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ (Water Tube)**

14.3 ปริมาณการผลิตไอน้ำ ต่อ ตันเชื้อเพลิง ..... ตันไอน้ำ ต่อ ตันเชื้อเพลิง

14.4 ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ต่อ ตันFFB ..... ตันไอน้ำ ต่อ ตันFFB

15. ปริมาณน้ำเสีย ..... ลบ.ม./วัน

16. ลักษณะน้ำเสีย

16.1 น้ำเสียที่เข้าบำบัด มีค่า BOD ..... ค่า COD .....

16.2 น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว มีค่า BOD ..... ค่า COD .....

17. ปริมาณตะกอน/ขี้เค้ก .....ลบ.ม./วัน

18. วิธีการจัดการตะกอน/ขี้เค้กจากระบบ

❑ หมักเป็นปุ๋ยใช้ปรับปรุงดินในสวน ❑ ขายฟิลเตอร์เค้ก ❑ เพิ่มมูลค่าก่อนขายโดย .....

19. ระบบแยกน้ำมัน และน้ำออกจากกัน <u>จากน้ำสลัดจ์</u>

❑ ดีแคนเตอร์ (Decanter) ❑ เครื่องแยก 2 เฟส (Separator) ❑ อื่นๆ โปรดระบุ .....

20. ระบบแยกน้ำมันจากน้ำทิ้งครั้งสุดท้าย <u>ก่อนที่จะปล่อยน้ำเสียเข้าระบบบำบัด</u>

❑ บ่อดักน้ำมัน ❑ เครื่องแยก 2 เฟส (Separator) ❑ อื่นๆ โปรดระบุ .....

21. ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในปัจจุบัน

❑ บ่อผึ่งธรรมชาติ จำนวน ..... บ่อ ❑ บ่อเติมอากาศ จำนวน ..... บ่อ

❑ Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) ❑ Completely Stirred Tank Reactor (CSTR)

❑ Cover Lagoon ❑ อื่นๆ โปรดระบุ ....

22. ปริมาณน้ำเสียที่ระบบสามารถรองรับได้ ..... ลบ.ม./วัน

23. ปัจจุบันบริษัทมีระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียหรือไม่ อย่างไร

❑ ไม่มี และไม่สนใจจะติดตั้งระบบ กรุณาตอบเฉพาะข้อที่ 23.1

❑ ไม่มี แต่สนใจจะติดตั้งระบบ กรุณาตอบเฉพาะข้อที่ 23.2

❑ มี และกำลังอยู่ระหว่างการก่อสร้าง กรุณาตอบเฉพาะข้อที่ 23.3 - 23.7

❑ มี และได้ดำเนินการผลิตแล้ว กรุณาตอบเฉพาะข้อที่ 23.3 - 23.8

23.1 สาเหตุที่ไม่สนใจติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

❑ มีปริมาณน้ำเสียน้อย ❑ ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ❑ ขาดเงินลงทุน

❑ อื่นๆ โปรดระบุ .....

23.2 ปัจจุบันอยู่ในขั้นตอน

❑ กำลังศึกษาข้อมูล ❑ กำลังพิจารณาเลือกระบบการผลิต ❑ กำลังพิจารณาหาแหล่งเงินทุน

❑ อื่นๆ โปรดระบุ .....

23.3 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ใช้

❑ Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) ❑ Completely Stirred Tank Reactor (CSTR)

❑ Anaerobic Fixed Film (AFF) ❑ Anaerobic Buffled Reactor (ABR)

❑ Cover Lagoon ❑ อื่นๆ โปรดระบุ ....

23.4 แหล่งที่มาของเทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพ .....

23.5 ผู้เชี่ยวชาญ/ที่ปรึกษา ..... หน่วยงาน .....

23.6 ปีที่ติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพ …… ปีที่เริ่มผลิตก๊าซชีวภาพ ……

23.7 ขนาดของ Digester ……

23.8 เปอร์เซ็นต์ Yield ของก๊าซชีวภาพที่ได้ ..... เปอร์เซ็นต์

24. ปัญหาหรืออุปสรรคของการสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียที่พบมีด้านใดบ้าง (สามารถระบุได้มากกว่า 1ข้อ โปรดเรียงตามลำดับ ความสำคัญ)

..... ด้านเงินลงทุน ..... ด้านข้อมูลของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

..... ด้านผู้เชี่ยวชาญ/ที่ปรึกษา ..... ด้านข้อมูลเรื่อง Clean Development Mechanism (CDM)

..... อื่น ๆ โปรดระบุ .....

ส่วนที่ 3 : ความต้องการพัฒนาเทคโนโลยี

คำชี้แจง : กรุณาตอบแบบสำรวจโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านเลือก

เทคโนโลยี			ระดับความต้องการ (เลือกได้ 1 ข้อ)					รูปแบบที่ต้องการ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)			
			มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่ต้องการ	เอกสาร	ข้อมูล	อบรม/สัมมนา	ที่ปรึกษา	ร่วมวิจัย
25	**การจัดการลานเท**											
	25.1	การออกแบบลานเทเพื่อลดความเสียหายของวัตถุดิบ และลดขั้นตอนในการเคลื่อนย้าย										
26	**เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันปาล์ม**											
	26.1	การพัฒนาเครื่องจักรใหม่เพื่อเพิ่มกำลังการผลิต										
	26.2	การวางผังกระบวนการผลิต										
	26.3	ระบบควบคุมอุณหภูมิภายในเครื่องนึ่งผลปาล์มที่มีแม่นยำสูง										
	26.4	การผลิตน้ำมันปาล์มด้วยกระบวนการทอดผลปาล์มภายใต้สภาพสุญญากาศ เพื่อนำไปผลิตไบโอดีเซล										
	26.5	การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต										
	26.6	การลดของเสียในกระบวนการผลิต										
27	**การบริหารจัดการ**											
	27.1	การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีสะอาด										
	27.2	การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน										
	27.3	การออกแบบวางผังโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม										
28	**ระบบบำบัดน้ำเสีย**											
	28.1	การบำบัดน้ำเสีย										
		28.1.1 การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม										
		28.1.2 การประยุกต์ใช้เชื้อราในการบำบัดน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม										
	28.2	การกำจัดสีน้ำเสีย										
		28.2.1 การกำจัดสีจากน้ำเสียด้วยขบวนการไฟฟ้าเคมี										
		28.2.2 การกำจัดสีน้ำเสียด้วยถ่านกัมมันต์ จากกะลาปาล์ม										

เทคโนโลยี			ระดับความต้องการ (เลือกได้ 1 ข้อ)					รูปแบบที่ต้องการ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)			
			มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่ต้องการ	เอกสารข้อมูล	อบรม/สัมมนา	ที่ปรึกษา	ร่วมวิจัย
29	**การพัฒนาผลิตภัณฑ์**										
	29.1	การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันปาล์ม									
		29.1.1 เครื่องทำเนยเทียมขนาดเล็ก									
		29.1.2 การดัดแปรน้ำมันปาล์มเพื่อใช้แทนโกโก้บัตเตอร์โดยเอนไซม์ ไลเปสที่ถูกตรึง									
		29.1.3 การผลิตโมโนกลีเซอไรด์ และ กรดไขมันจากน้ำมันปาล์มโดยเอนไซม์ไลเปสที่ถูกตรึง									
		29.1.4 การผลิตแวกซ์จากน้ำมันปาล์ม ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหาร									
		29.1.5 การสกัดแคโรทีนอยด์ และวิตามินอี จากน้ำมันปาล์มดิบ									
30	**การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต**										
	30.1	เส้นใยปาล์ม									
		30.1.1 การผลิตปุ๋ยหมักจากเส้นใยปาล์มและกากตะกอนดีแคนเตอร์									
		30.1.2 การหมักเส้นใยปาล์มและตะกอนสลัดจ์เพื่อผลิตกรดคาร์บอกลิซิกโดยใช้ จุลินทรีย์ผสม									
		30.1.3 การนำเส้นใยปาล์มมาทำเป็นวัสดุกันกระแทก									
		30.1.4 การนำเส้นใยปาล์มมาอัดขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์									
		30.1.5 การผลิตโพลีไฮดรอกซีอัลคาโนเอตจากกรดไขมันระเหยง่ายที่ผลิตจากการหมักเส้นใยปาล์ม									
		30.1.6 การปรับปรุงเส้นใยปาล์มเปล่าให้มีสมบัติการไม่ชอบน้ำเพื่อเป็นวัสดุดูดซับน้ำมัน									
		30.1.7 การผลิตเอทานอลจากเส้นใยปาล์มโดยใช้กระบวนการSimulatineous saccharification formentation									

เทคโนโลยี			ระดับความต้องการ (เลือกได้ 1 ข้อ)					รูปแบบที่ต้องการ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)			
			มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่ต้องการ	เอกสารข้อมูล	อบรม/สัมมนา	ที่ปรึกษา	ร่วมวิจัย
30	**การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต (ต่อ)**										
	30.2	กากเมล็ดใน									
		30.2.1 การใช้กากเมล็ดในเป็นอาหารปลานิลแปลงเพศ									
		30.2.2 การผสมกากเมล็ดในในอาหารเสริมสัตว์เคี้ยวเอื้อง									
		30.2.3 การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นอาหารไก่ไข่ ไก่เนื้อ และสุกร									
	30.3	เถ้าปาล์ม									
		30.3.1 การใช้เถ้าปาล์มเป็นส่วนผสมใน Portland cement mortar									
		30.3.2 การใช้เถ้าปาล์มเป็นส่วนผสมในอิฐก่อสร้าง									
	30.4	ทะลายปาล์มเปล่า									
		30.4.1 การผลิตเอทานอลจากทะลายปาล์มเปล่าโดยใช้จุลินทรีย์ผสม									
31	**การผลิตพลังงานจากชีวมวล**										
	31.1	การผลิตพลังงานความร้อนจากชีวมวล ได้แก่ เส้นใยปาล์ม กะลาปาล์ม ทะลายเปล่า และต้นปาล์ม									
	31.2	การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวล ได้แก่ เส้นใยปาล์ม กะลาปาล์ม ทะลายเปล่า และต้นปาล์ม									
	31.3	พัฒนาประสิทธิภาพของเตาเผาเพื่อให้ได้Yieldเพิ่มขึ้น									
32	**การผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย**										
	32.1	การผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม									
	32.2	การผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล									
	32.3	การปรับปรุงระบบก๊าซชีวภาพให้ได้Yieldเพิ่มขึ้น									
	32.4	ระบบกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ออกจากก๊าซชีวภาพ									

เทคโนโลยี			ระดับความต้องการ (เลือกได้ 1 ข้อ)					รูปแบบที่ต้องการ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)			
			มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่ต้องการ	เอกสารข้อมูล	อบรม/สัมมนา	ที่ปรึกษา	ร่วมวิจัย
33	**การผลิตไบโอดีเซล**										
	33.1	การผลิตไบโอดีเซล โดยใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นวัตถุดิบ									
	33.2	การผลิตไบโอดีเซล โดยใช้น้ำมันที่ใช้แล้วเป็นวัตถุดิบ									
	33.3	การออกแบบระบบควบคุมการผลิตไบโอดีเซลระบบผลิตไบโอดีเซลแบบ 2 ขั้นตอน									
	33.4	การออกแบบระบบควบคุมการผลิตไบโอดีเซลระบบผลิตไบโอดีเซลแบบ ต่อเนื่อง									
		การปรับปรุงคุณสมบัติน้ำมันไบโอดีเซลให้ผ่านตามมาตรฐานที่กำหนด									
	33.5	การปรับปรุงกระบวนการผลิตไบโอดีเซลให้ได้Yieldเพิ่มขึ้น									
	33.6	เทคนิคการวิเคราะห์ไบโอดีเซล									
34	**การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล**										
	34.1	การผลิตไบโอโพลิเมอร์โดยใช้ กรีเซอรีนที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล									
	34.2	การผสมกรีเซอรีนในอาหารสัตว์									

ส่วนที่ 4 : ลำดับความต้องการในการ แก้ปัญหา หรือพัฒนาเทคโนโลยี (สามารถระบุได้มากกว่า 1ข้อ)

คำชี้แจง : กรุณาเรียงลำดับความต้องการแก้ปัญหาหรือการพัฒนาเทคโนโลยีในแต่ละด้าน (1 = ความสำคัญมากที่สุด)

---

35. ด้านเทคโนโลยีลานเท

..... วัตถุดิบมีการปนเปื้อนลดลง ..... ปริมาณการสูญเสียวัตถุดิบลดลง

..... การใช้แรงงานจากคนลดลง ..... การใช้พลังงานขนส่งลดลง

..... การขนย้ายรวดเร็วขึ้น ..... อื่น ๆ โปรดระบุ .....

36. ด้านการผลิตน้ำมันปาล์ม

..... การใช้แรงงานจากคนลดลง ..... ปริมาณของเสียลดลง

..... เวลาที่ใช้ในการผลิตลดลง ..... กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น

..... ได้เปอร์เซ็นต์น้ำมันเพิ่มขึ้น ..... อื่น ๆ โปรดระบุ .....

37. ด้านผลิตภัณฑ์จากน้ำมันปาล์ม

..... เพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์ ..... เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่

..... มียอดขายเพิ่มขึ้น ..... อื่น ๆ โปรดระบุ .....

38. ด้านการผลิตพลังงานจากชีวมวล

..... การลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ..... การเพิ่มมูลค่าจากของเสีย

..... การใช้เป็นพลังงานทดแทน ..... การใช้ประโยชน์จาก CDM

..... การผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อจำหน่าย ..... อื่น ๆ โปรดระบุ .....

39. ด้านการผลิตก๊าซชีวภาพ

..... การลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ..... การเพิ่มมูลค่าจากของเสีย

..... การใช้เป็นพลังงานทดแทน . ..... การใช้ประโยชน์จาก CDM

..... การผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อจำหน่าย ..... อื่น ๆ โปรดระบุ .....

40. ด้านการผลิตไบโอดีเซล

..... เพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์ ..... การใช้เป็นพลังงานทดแทนภายในโรงงาน

..... การผลิตไบโอดีเซลเพื่อจำหน่าย ..... อื่น ๆ โปรดระบุ .....

ส่วนที่ 5 : ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ

คำชี้แจง : กรุณาแสดงความเห็น และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา และปรับปรุงรูปแบบการสนับสนุน หรือถ่ายทอดเทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ซ.

ตัวอย่างการคำนวณค่าพลังงานจากหม้อไอน้ำ

การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานเป็นหน่วยเมกะจูลให้คำนวณตามหลักเกณฑ์ดังนี้

1. กรณีไฟฟ้าให้คำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าเป็นหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงแล้วคูณด้วย 3.60
2. กรณีความร้อนจากไอน้ำให้คำนวณปริมาณความร้อนจากไอน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้าเทียบเท่า โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$Es = (h_s - h_w) \times S \times eff$$

โดยที่

E_s หมายถึง ปริมาณความร้อนจากไอน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้าเทียบเท่าหน่วยเป็น MJ/y

h_s หมายถึง ค่า Enthalpy ของไอน้ำที่ใช้ หน่วยเป็น MJ/ton จากตารางไอน้ำทั่วไป

h_w หมายถึง ค่า Enthalpy ของน้ำที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียสและความดันหนึ่งบรรยากาศในที่นี้ให้ใช้ค่าเท่ากับ 113 MJ/ton

S หมายถึง ปริมาณไอน้ำที่ใช้ หน่วยเป็น ตัน/ปี ดูจากเครื่องวัดปริมาณไอน้ำของโรงงานควบคุม

eff หมายถึง ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าเทียบเท่า ในที่นี้ให้ใช้ค่า 0.45

ตัวอย่างข้อมูลจากบริษัท ไทยทาโลว์ แอนด์ ออยล์ จำกัด

หม้อไอน้ำ

อุณหภูมิไอน้ำ	335	^{o}C
ความดันไอน้ำ	20	bar
ปริมาณไอน้ำต่อปี	73,590	ตันไอน้ำ

ค่า Enthalpy ของไอน้ำที่ใช้จากตารางไอน้ำ ที่อุณหภูมิไอน้ำ 335 ^{o}C ความดันไอน้ำ 20 bar เท่ากับ 3,103 KJ/kg หรือ 3,103 MJ/ton

ดังนั้นปริมาณความร้อนจากไอน้ำ = (3,103 -113) x 73,590 x 0.45

= 99,015,345 MJ/y

= 99,015.345 GJ/y

= 99,015.345/42,244 = 2.343 ktoe

ภาคผนวก ฌ.

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณการใช้ชีวมวล

บริษัท	วัตถุดิบรับซื้อ (ton/yr)	ผลผลิตต่อปี(ton/yr)	ชีวมวลที่มีใช้จริง (ton/yr)
บ.เอเชียนน้ำมันปาล์มจำกัด	216,000	91,000	18,000
บ.ไทยทาโลว์แอนด์ออยล์ จำกัด	173,000	150,000	23,352
บ.ระนองพาราวู้ด	8,000	6,500	4,500
บ.สตูลไม้ยางพารา จำกัด	18,000	6,000	10,800

ตัวอย่างข้อมูลจากบริษัทเอเชี่ยนน้ำมันปาล์ม

ปริมาณวัตถุดิบรับซื้อ (P total) 216,000 ton/yr

ปริมาณผลผลิต (X_1) 91,000 ton/yr

ปริมาณชีวมวลที่ใช้จริง 18,000 ton/yr

1. ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของงานวิจัยชิ้นนี้คำนวณปริมาณการใช้ชีวมวลของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (Y_1)

   อ้างอิงจากสมการที่ 4.5 หน้า 34 $Y_1 = 0.164 X_1 + 6.786$

   $= 0.164(91,000) + 6.786$

   $= 6,730.8$ ton/yr

2. ใช้สมการของเบญจมาศ ปุยอ๊อก และคณะ (2550) คำนวณปริมาณวัสดุเหลือทิ้งที่สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานได้ (BU)

   อ้างอิงจากสมการที่ 4.7 หน้า 42 $BU = RP \times Ptotal \times EF$

   $= 0.2 \times 216,000 \times 0.85$

   $= 18,360$ ton/yr

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวพจนีย์ จันทร์ศิริ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4910120026

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2548

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

1. ทุนศิษย์ก้นกุฏิระดับปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2549
2. ทุนผู้ช่วยสอน ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

พจนีย์ จันทร์ศิริ, ชญานุช แสงวิเชียร, สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์ และสุภวรรณ ฏิระวณิชย์กุล.2551. ปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราในภาคใต้. การประชุมวิชาการ ม.อบ.วิจัยครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประเทศไทย.28-29 กรกฎาคม 2551:125-131