

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
1.2 สรุปสาระสำคัญของงานวิจัย	5
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	10
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย	10
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	11
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	12
2.1 หลักการและทฤษฎีของการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์หรือแก๊สซิฟิเคชัน	12
2.2 การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA)	17
2.3 ความหมายและขั้นตอนของการประเมินต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต	27
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	32
3.1 การศึกษาศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็ว	32
3.2 การประเมินวัฏจักรชีวิต	33
3.3 การจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม	35
3.4 ขั้นตอนการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต ของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันจากไม้โตเร็ว	40
3.5 แนวทางการแปลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล	41

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย	
4.1 ไม้โตเร็วในการผลิตกระแสไฟฟ้า	43
4.2 เทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากชีวมวลโดยกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน	45
4.3 การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงาน และต้นทุนที่แท้จริงของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็ว	48
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย	79
5.1 สัดส่วนพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็ว	79
5.2 การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม	80
5.3 ต้นทุนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็ว	81
5.4 แนวทางในการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ต้นทุน และข้อเสนอแนะ	82
บรรณานุกรม	83
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	87
ภาคผนวก ข	98
ภาคผนวก ค	107
ประวัติผู้เขียน	125

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 สมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของเชื้อเพลิงชีวมวล	4
1.2 แสดงค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและการเกิดภาวะโลกร้อน	7
1.3 แสดงค่าใช้จ่าย External cost (\$/kWh) ของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน	8
1.4 แสดงค่าการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตกระแสไฟฟ้าชนิดต่างๆ	8
1.5 แสดงส่วนประกอบของก๊าซของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ จากการเผาไหม้ด้วยระบบแก๊สซิฟิเคชัน	9
2.1 ตัวอย่างแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลบัญชีรายการ	23
3.1 ขั้นตอนการเตรียมกล้าและการเตรียมดิน	36
3.2 ขั้นตอนการการขนส่งไม้เชื้อเพลิง	36
3.3 รายละเอียดของขั้นตอนการแปรรูปไม้	37
3.4 รายละเอียดของการจัดทำบัญชีรายการขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า	38
4.1 ค่าความร้อนและคุณสมบัติทางเคมีของไม้โตเร็วและชีวมวลชนิดต่างๆ	43
4.2 แสดงลักษณะทั่วไปของไม้โตเร็วจากกระถินยักษ์	45
4.3 ข้อมูลเงื่อนไขการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็ว	47
4.4 ผลการเก็บข้อมูลสารเข้าจากขั้นตอนการเพาะปลูกตลอดระยะเวลาโครงการ 10 ปี	50
4.5 ผลการเก็บข้อมูลสารออกจากขั้นตอนการเพาะปลูกต่อ 1 ต้นไม้สด	51
4.6 แสดงค่า normalization and weighting factor วิธี EDIP/UMIP 97	52
4.7 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบประเภทต่างๆ ในรูปของ kg substance equivalent/ตันไม้ของการใช้ ทรัพยากร, วัสดุ และพลังงานต่างๆ ในขั้นตอนการเพาะปลูก	53
4.8 ค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขั้นตอนการเพาะปลูก (Pt/ตันไม้)	54

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.9 ปริมาณการใช้พลังงานในขั้นตอนการเพาะปลูกตลอดระยะเวลาโครงการ 10 ปี	55
4.10 แสดงค่าพลังงานแบ่งตามประเภทของเชื้อเพลิง	55
4.11 แสดงค่าพลังงานที่ใช้ในขั้นตอนการเพาะปลูกต่อการผลิตไฟฟ้าตลอดวัฏจักรชีวิต	56
4.12 แสดงราคาต้นทุนในการผลิตกระแสไฟฟ้าขั้นตอนการเพาะปลูกตลอดวัฏจักรชีวิต	56
4.13 ราคาต้นทุนสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการเพาะปลูกตลอดวัฏจักรชีวิต	57
4.14 ผลการเก็บข้อมูลสารเข้าจากขั้นตอนการขนส่งตลอดวัฏจักรชีวิต	58
4.15 ผลการเก็บข้อมูลสารออกจากขั้นตอนการขนส่งต่อ 1 ตันกิโลเมตร	58
4.16 ผลการวิเคราะห์ประเภทผลกระทบในรูปของ kg substance equivalent ของขั้นตอนการขนส่ง (kg substance equivalent/ตันกิโลเมตร)	59
4.17 ปริมาณผลกระทบที่เกิดแต่ละประเภทของขั้นตอนการขนส่งต่อ 1 ตันกิโลเมตร	60
4.18 ปริมาณการใช้พลังงานในขั้นตอนการขนระยะเวลาโครงการ 10 ปี	61
4.19 แสดงราคาต้นทุนในการผลิตกระแสไฟฟ้าขั้นตอนการขนส่ง	61
4.20 ราคาต้นทุนสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการขนส่ง	62
4.21 ผลการเก็บข้อมูลสารเข้าจากขั้นตอนการแปรรูป	63
4.22 ผลการเก็บข้อมูลสารออกจากขั้นตอนการแปรรูปต่อ 1 ตันไม้สด	63
ผลการวิเคราะห์ประเภทผลกระทบในรูปของ kg substance equivalent ของขั้นตอนการแปรรูป (kg substance equivalent/ตันไม้)	64
4.23 ปริมาณผลกระทบที่เกิดแต่ละประเภทของขั้นตอนการแปรรูป	65
4.24 ปริมาณการใช้พลังงานในขั้นตอนการแปรรูปไม้ตลอดระยะเวลาโครงการ 10 ปี	66
4.25 แสดงราคาต้นทุนในการผลิตกระแสไฟฟ้าขั้นตอนการแปรรูป	66

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า	
4.26	ราคาต้นทุนสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการแปรรูป	67
4.27	ผลการเก็บข้อมูลสารเข้าจากขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า	68
4.28	ผลการเก็บข้อมูลสารเข้าจากขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า	69
4.29	แสดงประเภทของผลกระทบซึ่งอยู่ในรูปของ kg substance equivalent ในขั้นตอนการผลิตไฟฟ้า	70
4.30	แสดงประเภทของผลกระทบซึ่งอยู่ในรูปของ Point: Pt ขั้นตอนการผลิตไฟฟ้า	71
4.31	ปริมาณการใช้พลังงานในขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า ตลอดระยะเวลาโครงการ 10 ปี	72
4.32	แสดงราคาต้นทุนในการผลิตกระแสไฟฟ้าขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า	72
4.33	ราคาต้นทุนสิ่งแวดล้อมขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า	73
4.34	เปรียบเทียบผลกระทบในแต่ละขั้นตอนของการผลิตกระแสไฟฟ้า จำนวน 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง	74
4.35	แสดงการเปรียบเทียบค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมระหว่างการใช้กระแสไฟฟ้าที่ ผลิตจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็วและการใช้กระแสไฟฟ้าจากสายส่งจำนวน 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง	75
4.37	ปริมาณพลังงานที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของ ไม้โตเร็วตลอดวัฏจักรชีวิต	76
4.38	ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของ ไม้โตเร็ว(ไม่รวมต้นทุนสิ่งแวดล้อม)	77
4.39	ตารางเปรียบเทียบต้นทุนสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอนของการผลิตกระแสไฟฟ้า	78
ข1	แสดงข้อมูลการจัดทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของ การผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็ว	96
ข2	EDIP/UMIP 97 normalization and weighting factor	100

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
ข3 ตัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ปี 2550 จำแนกตามชนิดของเชื้อเพลิงพลังงาน	103
ข4 ผลกระทบเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากสายในรูปแบบของ kg substance equivalent	104
ข5 ผลกระทบเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากสายในรูปแบบ ของ Point: Pt	105
ค1 รายการและอายุการใช้งานของอาคารและเครื่องจักร	109
ค2 แสดงรายละเอียดและต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็ว (ไม่รวมต้นทุนสิ่งแวดล้อม)	121
ค3 แสดงต้นทุนสิ่งแวดล้อมจำแนกตามมลพิษของสิ่งแวดล้อม	124

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 การเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ของโรงไฟฟ้าชนิดต่างๆ	6
1.2 ขอบเขตงานวิจัยการผลิตกระแสไฟฟ้าจากไม้โตเร็ว	11
2.1 การเกิดโปรคิวเซอร์ก๊าซจากกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันในเครื่องผลิตก๊าซ	12
2.2 เตาผลิตแก๊สชีววมวลชนิดต่างๆ	16
2.3 แสดงความสัมพันธ์ของอนุกรมมาตรฐานที่เกี่ยวกับการประเมินวัฏจักรชีวิต	19
2.4 กรอบการดำเนินงาน LCA ตามอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040	20
2.5 ขอบเขตของระบบที่กำหนดตามความเหมาะสมเพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมาย	21
2.6 การจำแนกสารตามประเภทของผลกระทบ	24
2.7 แผนภาพการวิเคราะห์ต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต	28
2.8 แสดงหลักการแบ่งต้นทุนย่อยตามกลุ่มต้นทุนหลัก	29
3.1 แสดงขอบเขตของระบบในการศึกษา LCA และ LCC ของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแก๊สซิฟิเคชันของไม้โตเร็ว	34
3.2 ขั้นตอนการเพาะปลูกการเตรียมพื้นที่ การเพาะต้นกล้า ต้นกระถินยักษ์อายุ 1 ปี	35
3.3 ขั้นตอนการแปรรูป ไม้ที่ตัดจากแปลงปลูก ไม้เชื้อเพลิงที่ถูกตัดจากแปลงปลูก	37
3.4 การผลิตกระแสไฟฟ้า การผลิตแก๊สเชื้อเพลิง การผลิตกระแสไฟฟ้า	38
4.1 แสดงปริมาณน้ำฝน (หน่วย มม.) เฉลี่ยทั้งปี ของแต่ละภาค จาก พ.ศ. 2503-2543	45
4.2 เทคโนโลยีในการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงชีววมวลแบ่งตามระดับกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า	46
4.3 แผนผังส่วนประกอบที่สำคัญของคั่นแบบโรงไฟฟ้าชีววมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชน	47
4.4 การจัดทำบัญชีรายการขั้นตอนการเพาะปลูก	50
4.5 สัดส่วนต้นทุนการผลิตการส่ไฟฟ้าจากขั้นตอนการเพาะปลูก	56
4.6 การจัดทำบัญชีรายการขั้นตอนการขนส่ง	58
4.7 การจัดทำบัญชีรายการขั้นตอนการแปรรูปไม้เชื้อเพลิง	62

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.8 แสดงสัดส่วนของต้นทุนในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขั้นตอนการแปรรูป	66
4.9 การจัดทำบัญชีรายการขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า	68
4.10 แสดงสัดส่วนของต้นทุนในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า	73
ก1 แผนผังส่วนประกอบที่สำคัญของต้นแบบโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	90
ก2 อุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้าโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชน	93
ก3 การทำงานของเตาผลิตก๊าซชีวมวล (Gasifier start-up)	95