

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ค
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ฉ
สารบัญ		ช
สารบัญตาราง		ฅ
สารบัญภาพ		ฉ
อักษรย่อและสัญลักษณ์		๗
บทที่ 1 บทนำ		1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย		1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง		4
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย		12
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ		12
1.5 ขอบเขตของโครงการวิจัย		12
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี		13
2.1 ชีวมวล		13
2.2 การประเมินศักยภาพชีวมวล		13
2.3 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์		14
2.4 เทคนิควิธีการเลือกทำเลที่ตั้ง		19
2.5 เทคโนโลยีการของการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงาน		24
2.6 การเปลี่ยนรูปพลังงานของชีวมวล		25
2.7 เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลโดยกักหันไอน้ำ		26
2.8 วัฏจักรแรงคิน		27
2.9 กระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากชีวมวลโดยกระบวนการเคมีความร้อน		28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.10 ไม้โตเร็วและปัจจัยในการเลือกไม้โตเร็วเพื่อเป็นไม้เชื้อเพลิง	31
2.11 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases)	31
2.12 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	38
3.1 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	38
3.2 การผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวมวลในพื้นที่	39
3.3 เชื้อเพลิงไม้โตเร็ว	43
3.4 การขนส่งเชื้อเพลิง	49
3.5 ขั้นตอนการแปรรูปเชื้อเพลิง	49
3.6 ขั้นตอนการผลิตพลังงานไฟฟ้า	51
3.7 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	51
3.8 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	53
3.9 การประเมิน วิเคราะห์และสรุปผลงานวิจัย	54
บทที่ 4 ผลการศึกษาและข้อวิจารณ์	56
4.1 ศักยภาพในพื้นที่	56
4.2 จุดที่ตั้งโรงไฟฟ้า	62
4.3 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	67
4.4 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	78
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	85
5.1 สรุปผล	85
5.2 ข้อเสนอแนะ	87
เอกสารอ้างอิง	88

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	91
ภาคผนวก ก ที่มาของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลของโลจิสติกส์ชีวมวล และปัจจัยในด้านสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการผลิตไฟฟ้าระดับชุมชน ของอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	92
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าชีวมวล	114
ภาคผนวก ค ตารางผลการวิเคราะห์ที่ตั้งและขั้นตอนการวิเคราะห์ทำเลที่ตั้ง	131
ภาคผนวก ง แผนที่อำเภอแม่แจ่มจังหวัดเชียงใหม่	148
ภาคผนวก จ บทความทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่	150
ประวัติผู้เขียน	161

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 สรุปสาระสำคัญของเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 ปัจจัยตัวคูณที่ใช้ในการประเมินศักยภาพพลังงานเชิงพื้นที่	14
2.2 แสดงศักยภาพ และเคมีของชีวมวลชนิดต่างๆ	32
2.3 แสดงศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจก	33
2.4 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	36
3.1 แสดงลักษณะของปัญหา การตั้งสมมติฐาน และข้อกำหนดต่างๆ	43
3.2 การเปรียบเทียบลักษณะทั่วไปของไม้โตเร็ว	45
3.3 ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของกระถินยักษ์ คิดเป็นน้ำหนักสดต่อไร่ ต่อปี	46
3.4 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อระยะทางการขนส่ง 1 กิโลเมตร ในกรณี “รถกระบะ บรรทุก 6 ล้อ ขนาดเล็ก” ขนาดพิกัดรวมบรรทุกไม่เกิน 15 ตัน ที่รูปแบบการบรรทุก ภายใต้สภาพการทำงานสมบุกสมบัน	50
3.5 แสดงต้นทุนการสับ/ย่อยกระถินยักษ์ขนาดต่างๆ	51
3.6 สมมติฐาน และข้อกำหนดต่างๆ ในการวิเคราะห์	52
4.1 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์เทคโนโลยีเผาไหม้โดยตรง	59
4.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยเทคโนโลยีเผาไหม้โดยตรง	59
4.3 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน	61
4.4 แสดงค่าพารามิเตอร์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน	62
4.5 แสดงตัวอย่างผลการหาภาระงานร่วมกับระยะทาง	63
4.6 แสดงค่าพารามิเตอร์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดย Three Stages Gasifier	69
4.7 การวางแผนการจัดหาเชื้อเพลิงในพื้นที่ จาก ชีวมวล และไม้โตเร็ว	77
4.7 ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยี (ทำเลที่ 1)	77
4.9 ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยี Downdraft Gasification (ทำเลที่ 2)	78
4.10 ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยี Rankine steam power (ทำเลที่ 2)	78

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 แสดงรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Manual Approach	15
2.2 แสดงรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Computer Assisted Approach	16
2.3 องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	18
2.4 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย โดย ArcGIS	19
2.5 เทคโนโลยีเพื่อเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงาน	24
2.6 แผนผังการใช้งานระบบไอน้ำ (Steam System)	27
2.7 วงจรแรงดันของการผลิตกระแสไฟฟ้า	27
2.8 วงจรของการผลิตไฟฟ้าบนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเอนโทรปีของน้ำ	28
3.1 แสดงปัจจัยหลักที่มีผลต่อโลจิสติกส์ชีวมวล และสิ่งแวดล้อม ที่มีต่อการผลิตไฟฟ้าระดับชุมชน ของอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	39
3.2 แสดงลักษณะภูมิประเทศของ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	40
3.3 แสดงขั้นตอนการเกิดชีวมวลในพื้นที่	42
3.4 แสดงลักษณะลำต้น ใบ และดอกของกระถินยักษ์	44
3.5 แสดงขั้นตอนกระบวนการได้มาของพลังงานไฟฟ้าจากไม้โตเร็ว	46
3.6 แบบเครื่องหั่นย่อยชนิดจานหมุนที่ใช้ในการแปรรูปไม้เชื้อเพลิง	50
4.1 แสดงปริมาณชีวมวลจากการประเมินในแต่ละหมู่บ้าน	57
4.2 แสดงแหล่งชีวมวลในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	57
4.3 แสดงเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน	60
4.4 แสดงแผนที่ตั้งโรงไฟฟ้า และภูมิทัศน์อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	65
4.5 แสดงแหล่งชีวมวลในพื้นที่ และการวิเคราะห์เส้นทางจาก โปรแกรม ArcGIS	66
4.6 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลในพื้นที่ ของทั้ง 2เทคโนโลยี Downdraft Gasification กับ Rankine steam power (ทำเลที่ 1)	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.7 แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน ขนาด 100 ถึง 500 kW	68
4.8 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลในพื้นที่ โดยเทคโนโลยี Downdraft Gasification จากทำเลที่ 1 และ 2	70
4.9 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลในพื้นที่ โดยเทคโนโลยี Rankine steam power จากทำเลที่ 1 และ 2	71
4.10 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากไม้โตเร็ว ของทั้ง 2 เทคโนโลยี Downdraft Gasification กับ Rankine steam power	73
4.11 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลในพื้นที่ และไม้โตเร็วโดยเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันขนาด 100 kW ในกรณีต่างๆ	74
4.12 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลในพื้นที่ และไม้โตเร็วโดยเทคโนโลยีการเผาไหม้โดยตรงขนาด 50 kW ในกรณีต่างๆ	75
4.13 แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากกรณีการใช้ชีวมวล และไม้โตเร็วของทั้งสองเทคโนโลยี	76
4.14 แสดงการเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลใน พื้นที่ของทั้ง 2 เทคโนโลยี Downdraft Gasification กับ Rankine steam power (ทำเลที่ 1)	79
4.15 แสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลในพื้นที่ โดยเทคโนโลยี Downdraft Gasification จากทำเลที่ 1 และ 2	80
4.16 แสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลในพื้นที่ โดยเทคโนโลยี Rankine steam power จากทำเลที่ 1 และ 2	81
4.17 แสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากไม้โตเร็ว	82
4.18 แสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลและไม้โตเร็วโดย เทคโนโลยี Downdraft Gasification ขนาด 100 kW ในกรณีต่างๆ	83
4.19 แสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลและไม้โตเร็วโดย เทคโนโลยี Rankine steam power ขนาด 50 kW ในกรณีต่างๆ	84

อักษรย่อและสัญลักษณ์

สัญลักษณ์

NPV

ความหมาย

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

 A_m

อัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต

 f_u

เฟลคเตอร์วัสดุที่เหลือยังไม่มีการใช้

LHV

ค่าความร้อน

 X, Y

จุดที่เป็นทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุด

 X_i, Y_i

จุดที่ตั้งของแหล่งลูกค้าหรือแหล่งส่งอำนาจความสะดวก

 W_i

น้ำหนักสินค้ารวมต่อปีที่จะขนไปแหล่งลูกค้าหรือแหล่งส่ง

อำนาจความสะดวก i X_A

ระยะทางบนแกน X ของทำเล A

 Y_A

ระยะทางบนแกน Y ของทำเล A

 X_B

ระยะทางบนแกน X ของทำเล B

 Y_B

ระยะทางบนแกน Y ของทำเล B

LD

คะแนนรวม

 l_i

อัตราค่าขนส่ง หรือจำนวนเที่ยว หรือจำนวนหน่วยของสินค้า

 d_i

ระยะทางระหว่างทำเลที่ตั้งแต่ละแหล่ง

 E_i ปริมาณก๊าซเรือนกระจก x ที่ปล่อยออกมา A_i กิจกรรม i ที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก $EF_{x,i}$ ปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก x ที่เกิดจากกิจกรรม i GWP_x ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจก x R_n ผลตอบแทนในปีที่ n C_n ค่าใช้จ่ายในปีที่ n N

ระยะเวลาโครงการ

 i

อัตราส่วนลด (Discount Rate)

อักษรย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
TIC	ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก	
V_p	ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรแต่ละชนิดในพื้นที่เป้าหมาย	ตัน
W_1	น้ำหนักไม้สด	kg
W_2	น้ำหนักไม้แห้ง	kg
MC_1	ความชื้นไม้สด	%
MC_2	ความชื้นไม้แห้ง	%
A_{PI}	พื้นที่ปลูก	ไร่
I_{PP}	กำลังไฟฟ้าติดตั้ง	kW
H_r	ชั่วโมงการทำงาน	ชั่วโมง/ปี
W_{a2}	น้ำหนักไม้สดต่อหน่วยไฟฟ้า	kg/kWh
W_{p2}	ผลผลิตไม้โตเร็ว	kg/ไร่/ปี
PE_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงไฟฟ้าชีวมวล	tCO ₂ /yr
PET_y	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งชีวมวล	tCO ₂ /yr
$PEFF_y$	ปริมาณการปล่อย CO ₂ จากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล	tCO ₂ /yr
$PE_{EC,y}$	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า	tCO ₂ /yr
GWP_{CH_4}	ศักยภาพของก๊าซในการทำให้โลกร้อนเปรียบเทียบกับ 1 ton CO ₂	
$PE_{Biomass,CH_4,y}$	ปริมาณการปล่อย CH ₄ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล	tCH ₄ /yr
$PE_{WW,CH_4,y}$	ปริมาณการปล่อย CH ₄ จากน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากชีวมวล	tCH ₄ /yr