

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ

ก

บทคัดย่อภาษาไทย

ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

น

สารบัญ

ช

สารบัญตาราง

ฉ

สารบัญภาพ

ค

อักษรย่อและสัญลักษณ์

ข

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

1

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

8

1.4 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

8

1.5 ขอบเขตการศึกษา

8

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับชีวมวล

10

2.1.1 แหล่งกำเนิดชีวมวล

10

2.1.2 ระบบการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล

11

2.1.3 การใช้ประโยชน์ด้านพลังงานของชีวมวล

12

2.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

14

2.2.1 หลักการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

15

2.2.2 การใช้ประโยชน์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

16

2.3 โลจิสติกส์

2.3.1 ความหมายของโลจิสติกส์

18

2.3.2 กิจกรรมในระบบโลจิสติกส์	20
2.3.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม	22
2.3.4 เทคนิควิธีการเลือกทำเลที่ตั้ง	25
2.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ขั้นตอนการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล	
3.2.1 ศึกษาโลจิสติกส์ของเชื้อเพลิงชีวมวล	28
3.2.2 กำหนดชนิดของชีวมวลที่ศึกษา	30
3.2.3 การรวบรวมข้อมูลแผนที่จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และGoogle Earth	31
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผล	
3.3.1 การประเมินศักยภาพชีวมวลไม้ในเขตพื้นที่ศึกษา	32
3.3.2 การกำหนดเขตพื้นที่ศึกษา	35
3.3.3 การจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	35
3.3.4 การตั้งสมมุติฐานและข้อกำหนดของแบบจำลอง	53
3.4 ขั้นตอนการวิจารณ์ข้อมูลและสรุปผล	54
บทที่ 4 ผลการศึกษาและข้อวิจารณ์	
4.1 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพชีวมวลในเขตพื้นที่ศึกษา	56
4.2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและพลังงานที่ใช้ในระบบโลจิสติกส์ประเภท ขนส่งแบบไม่มีคลังเก็บย่อย	
4.2.1 ผลและการวิเคราะห์การหาปริมาณงานที่ขนส่งด้วยรถบรรทุก	58
4.2.2 ผลและการวิเคราะห์ต้นทุนรวมของชีวมวลเศษไม้ สำหรับการขนส่งด้วยรถบรรทุกแต่ละประเภท	60
4.2.3 ผลและการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยเมื่อขนส่งแบบไม่มีคลังเก็บย่อย	62

4.2.4 ผลและการวิเคราะห์พลังงานต่อหน่วยที่ใช้ไปเมื่อขนส่งแบบไม่มีคลังเก็บย่อย	64
4.2.5 ผลและการวิเคราะห์ความไวเมื่อขนส่งแบบไม่มีคลังเก็บย่อย	64
4.3 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและพลังงานที่ใช้ในระบบโลจิสติกส์ ประเภทขนส่งแบบมีคลังเก็บย่อย	
4.3.1 ผลและการวิเคราะห์การเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมของคลังเก็บย่อยชีวมวล	66
4.3.2 ผลและการวิเคราะห์การหาปริมาณงานที่ขนส่งด้วยรถบรรทุก	68
4.3.3 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนรวมเมื่อขนส่งแบบมีคลังเก็บย่อย	69
4.3.4 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนรวมต่อหน่วยเมื่อขนส่งแบบมีคลังเก็บย่อย	71
4.3.5 ผลการวิเคราะห์พลังงานต่อหน่วยที่ใช้ไปเมื่อขนส่งแบบมีคลังเก็บย่อย	73
4.3.6 ผลและการวิเคราะห์ความไวเมื่อขนส่งแบบมีคลังเก็บย่อย	73
4.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมโลจิสติกส์	75
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	78
5.2 ข้อเสนอแนะ	
5.2.1 แนวทางการทำวิจัยต่อ	79
5.2.2 แนวทางการปรับปรุงอุปกรณ์	80

เอกสารอ้างอิง	81
---------------	----

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การคำนวณหาพื้นที่แปลงเพาะปลูกในพื้นที่ระบบสารสนเทศ

ภูมิศาสตร์ (GIS: Geographic Information System) การหาระยะทางและเวลาการเดินทาง จากตำแหน่งต้นทางไปยังตำแหน่งปลายทางโดย

การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เชื่อมโยงกับ Google Earth และ การคำนวณหาตำแหน่งที่ตั้งคลังเก็บย่อย	83
ภาคผนวก ข การประเมินศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลไม้พื้ และการกำหนด ขอบเขตพื้นที่จัดหาชีวมวล	106
ภาคผนวก ค การประเมินต้นทุนและปริมาณการใช้พลังงานในระบบโลจิสติกส์ และการวิเคราะห์ความไว	115
ภาคผนวก ง ที่มาของข้อมูลที่ใช้ป้อนในแบบจำลอง	131
ประวัติผู้เขียน	142

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ข้อดีและ ข้อจำกัดในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวล	14
3.1 ตารางแสดงจำนวนแปลงเพาะปลูกพืชทั้ง 3 ชนิดในเขตอำเภอฝาง แม่อาฮ และ ไชยปราการ	31
3.2 ตารางแสดงปริมาณชีวมวลในแต่ละช่วงของระยะห่างจากโรงแยกขยะ	35
3.3 ลักษณะของปัญหาและการตั้งสมมุติฐานและข้อกำหนดสำหรับใช้ ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	54
4.1 ศักยภาพชีวมวลไม้ที่สามารถนำมาผลิตเชื้อเพลิงได้	57
4.2 ผลการคำนวณหาปริมาณงานของรถบรรทุก 4 ล้อ, 6 ล้อ และ 10 ล้อ ในเขตพื้นที่ศึกษา	59
4.3 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนรวมของชีวมวลเศษไม้ เมื่อขนส่งด้วยรถบรรทุกแต่ละประเภท	60
4.4 ผลและการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วย เมื่อขนส่งแบบไม่มีคลังเก็บย่อย	62
4.5 ผลการวิเคราะห์ความไวของราคาเชื้อเพลิง ค่าแรงงาน และราคาชีวมวล	65
4.6 ตำแหน่งพิกัดคลังเก็บย่อยชีวมวล	67
4.7 ผลการคำนวณหาปริมาณงานของรถบรรทุก 4 ล้อ จากแหล่งชีวมวลไปคลังเก็บย่อย ในเขตพื้นที่ศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม	68
4.8 ต้นทุนรวมทุกกิจกรรม จากแหล่งชีวมวลไปยังคลังเก็บย่อยและขนส่งจากคลังเก็บย่อย ไปยังโรงแยกขยะ	69
4.9 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนรวมต่อหน่วยเมื่อขนส่งแบบมีคลังเก็บย่อย	71
4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ความไว สำหรับการขนส่งด้วยรถบรรทุกแต่ละชนิด	74
4.11 เงื่อนไขการมีคลังเก็บย่อยเปรียบเทียบกับขนส่งแบบไม่มีคลังเก็บย่อย	76
4.12 การเปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีคลังเก็บย่อย	76
4.13 การเปรียบเทียบต้นทุนและพลังงานต่อหน่วยระหว่างการผลิตมีคลังเก็บย่อยและ	

ไม่มีคลังเก็บย่อย	77
ข.1.1 แสดงข้อมูลพื้นที่ ที่ใช้ในการปลูกพืชแต่ละชนิด	107
ข.1.2 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณไม้ที่ได้จากการตัดแต่งกิ่ง	109
ข.1.3 แสดงปริมาณเศษไม้ที่ได้จากการตัดแต่งกิ่ง	109
ข.2.1 ศักยภาพชีวมวลไม้ที่สามารถนำมาผลิตเชื้อเพลิงได้	114
ค.1.1 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณหาจำนวนรอบขนส่งชีวมวลจากลำไยในแปลงที่ 38	116
ค.1.2 แสดงผลการคำนวณหาจำนวนรอบขนส่งชีวมวลเต็มคันรถ	117
ค.1.3 แสดงผลการคำนวณหาต้นทุนค่าจ้างแรงงานในการขนถ่ายชีวมวล	119
ค.1.4 แสดงผลการคำนวณหาต้นทุนในการจัดซื้อไม้พื้น	120
ค.1.5 แสดงผลการคำนวณต้นทุนในการจัดหาชีวมวลเศษไม้	120
ค.1.6 แสดงผลการคำนวณหาค่าแรงงานในการขับรถขนส่ง	121
ค.1.7 แสดงผลการคำนวณหาค่าเช่ายานพาหนะ	122
ค.1.8 แสดงผลคำนวณหาค่าเชื้อเพลิงดีเซล	122
ค.1.9 แสดงผลการคำนวณหาต้นทุนรวมขนส่งจากต้นทางไปยังปลายทาง	122
ค.1.10 แสดงผลการคำนวณค่าก่อสร้างโกดังเก็บชีวมวล	123
ค.1.11 แสดงผลการคำนวณหาค่าเช่าที่ดิน	124
ค.1.12 แสดงผลการคำนวณหาค่าจัดเก็บชีวมวล	124
ค.1.13 แสดงผลการคำนวณหาค่าใช้จ่ายรวมในการก่อสร้างและจัดเก็บ	124
ค.1.14 แสดงผลการคำนวณหาต้นทุนรวม	126
ค.1.15 แสดงผลการคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานในกิจกรรมโลจิสติกส์	126

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
3.1 การจัดการด้านโลจิสติกส์ในการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์ด้านพลังงานเมื่อไม่มี คลังเก็บย่อย	29
3.2 การจัดการด้านโลจิสติกส์ในการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์ด้านพลังงานเมื่อมี คลังเก็บย่อย	29
3.3 แสดงการขนส่งชีวมวลรูปแบบที่ 1 เมื่อไม่มีคลังเก็บย่อย	30
3.4 แสดงการขนส่งชีวมวลรูปแบบที่ 2 เมื่อมีคลังเก็บย่อย	30
3.5 แบบจำลองการหาแหล่งชีวมวลไม้ที่เหมาะสม	34
3.6 แบบจำลองการหาปริมาณงานขนส่ง	37
3.7 แบบจำลองการจัดหาชีวมวลเศษไม้	39
3.8 แบบจำลองการวิเคราะห์ระบบโลจิสติกส์ของชีวมวล	42
3.9 แบบจำลองการหาต้นทุนโลจิสติกส์กรณีขนส่งแบบไม่มีคลังเก็บย่อย	45
3.10 แบบจำลองการหาตำแหน่งที่ตั้งคลังเก็บย่อย	47
3.11 แบบจำลองการหาปริมาณงานขนส่งในกรณีมีคลังเก็บย่อย	48
3.12 แบบจำลองการหาต้นทุนโลจิสติกส์กรณีขนส่งแบบมีคลังเก็บย่อย	49
3.13 แบบจำลองการหาพลังงานที่ใช้ไปในกิจกรรมโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งแบบไม่มี คลังเก็บย่อย	52
3.14 แบบจำลองการหาพลังงานที่ใช้ไปในกิจกรรมโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งแบบมี คลังเก็บย่อย	53
4.1 ตำแหน่งพิกัดของแหล่งชีวมวล ศักยภาพและขอบเขตพื้นที่ศึกษา	58
4.2 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ต้นทุนรวมของชีวมวลเศษไม้ สำหรับการขนส่งด้วยรถบรรทุก	

แต่ละประเภท	61
4.3 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยกรณีขนส่งแบบไม่มีคลังเก็บย่อย	63
4.4 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์พลังงานต่อหน่วยที่ใช้ไปในกรณีขนส่งแบบไม่มีคลังเก็บย่อย	64
4.5 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของราคาต้นทุนจากการวิเคราะห์ความไวกรณีขนส่งแบบไม่มีคลังเก็บย่อย	65
4.6 ตำแหน่งพิกัดของคลังเก็บย่อยชีวมวลที่คำนวณได้	67
4.7 กราฟแสดงต้นทุนรวมทุกกิจกรรมกรณีขนส่งแบบมีคลังเก็บย่อย	70
4.8 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ต้นทุนรวมต่อหน่วยกรณีขนส่งแบบมีคลังเก็บย่อย	71
4.9 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์พลังงานต่อหน่วยที่ใช้ไปในกรณีขนส่งแบบมีคลังเก็บย่อย	73
4.10 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของราคาต้นทุน จากการวิเคราะห์ความไวกรณีขนส่งแบบมีคลังเก็บย่อย	74
ค.1.1 แสดงผลการคำนวณจำนวนรอบขนส่งชีวมวล	117
ค.2.1 แสดงผลการวิเคราะห์ความไว เมื่อราคาชีวมวลเพิ่มขึ้น 40%	128
ค.2.2 แสดงผลการวิเคราะห์ความไว เมื่อราคาเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 40%	128
ค.2.3 แสดงผลการวิเคราะห์ความไว เมื่อราคาแรงงานเพิ่มขึ้น 40%	129

อักษรย่อและสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
P_r	ปริมาณชีวมวลไม้ของแต่ละแปลง	ตัน
A_r	ปริมาณพื้นที่เพาะปลูกพืชของแต่ละแปลง	ไร่
R_r	เศษกิ่งไม้	ตัน/ไร่
N	จำนวนรอบขนส่งชีวมวล	บาท
W_w	น้ำหนักไม้ทั้งหมดบนรถบรรทุก	บาท/ไร่
W_l	น้ำหนักที่รถบรรทุกสามารถบรรทุกได้	บาท
U	ปริมาณวัตถุดิบที่ขนส่ง	บาท/ตัน
LC	ค่าแรงงาน	บาท
LN	จำนวนแรงงาน	คน
L_A	ค่าแรงงานต่อชั่วโมง	บาท/ชั่วโมง
BC	ต้นทุนจัดซื้อไม้พื้น	บาท
B_A	ค่าไม้พื้นต่อตัน	บาท/ตัน
U	ปริมาณวัตถุดิบที่ขนส่ง	ตัน
C_t	ต้นทุนรวมขนส่งจากต้นทางไปยังปลายทาง	บาท
C_l	ค่าเช่ารถบรรทุกจากต้นทางไปยังปลายทาง	บาท
C_f	ค่าเชื้อเพลิงรถบรรทุกจากต้นทางไปยังปลายทาง	บาท
C_e	ต้นทุนค่าขนส่งต่อหน่วยจากต้นทางไปยังปลายทาง	บาท/ตัน
U	ปริมาณวัตถุดิบที่ขนส่ง	ตัน
T_l	เวลารวมที่ใช้ในกิจกรรมขนส่งจากต้นทางไปยังปลายทาง	ชั่วโมง
C_r	ค่าเช่ารถบรรทุก	บาท/ชั่วโมง
D	ระยะทางขนส่งทั้งหมดรวมไป-กลับ	กิโลเมตร
F	ราคาเชื้อเพลิง	บาท/ลิตร

F_r	อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	กิโลเมตร/ลิตร
T_t	เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากต้นทางไปยังปลายทาง	ชั่วโมง
T_m	เวลาที่ใช้ในการขนย้าย	นาที
v_n	ความเร็วรถบรรทุก	กิโลเมตร/ชั่วโมง
d_i	ระยะทางจากต้นทางไปยังปลายทาง	กิโลเมตร
TC	ต้นทุนรวม	บาท
FC	ต้นทุนคงที่	บาท
VC_1	ต้นทุนผันแปร	บาท
VC_2	ต้นทุนผันแปร(กรณีมีคลังเก็บย่อย)	บาท
HC	ค่าก่อสร้างคลังเก็บย่อย	บาท
LC	ค่าแรงงาน	บาท
BC	ค่าวัตถุดิบ	บาท
MC	ค่าการเก็บรักษา	บาท
X_i, Y_i	พิกัดของแหล่งชีวมวล i	เมตร
W_i	น้ำหนักชีวมวลรวมต่อปีที่จะขนส่งไปยังโรงแยกขยะ	ตัน