



ศักยภาพเชิงพื้นที่สำหรับการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร ในภาคเหนือของประเทศไทย

Potential Areas for Utilization of Biomass Fuels in Electricity Generation and Dehydration of Agricultural Products in the Northern Region of Thailand

กริธา สุขทั้ง^{1,*}, พันธกานต์ เจียรทวีสิน¹, ชัชวาล พงษ์สมบุญ¹, นาวิ นันตะภาพ², ทวีศักดิ์ มหาวรรณ², อัจฉรา จันทรังษ²
สุรเชษฐ์ ชูติมา¹, สุรัชชัย บวรเศรษฐนันท์¹, ยศพงษ์ ลออนวล¹ และ วิศนุรักษ์ เวชสล¹
Kreeta Sukthang^{1,*}, Pantakan Jiartaweessin¹, Chadchawarn Phongsomboon¹, Nawe Nuntapap²,
Taweesak Mahawan², Autchara Junphong², Surachate Chutima¹, Surachai Bovornsethanan¹,
Yossapong Laoonual¹ and Wisanuruk Wechsathol¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถนนประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

¹Department of Mechanical Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi,
Bangkok Thailand 10140

²Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai Thailand 50300

*E-mail: wishsanuruk.wec@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อระบุพื้นที่ในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีศักยภาพสำหรับการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยเพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในแต่ละพื้นที่ ระบบร่วมผลิตความร้อนและกำลังไฟฟ้าจึงถูกนำเสนอเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าและการใช้พลังงานความร้อนในการอบแห้งผลิตภัณฑ์การเกษตรในท้องถิ่น ข้อกำหนดที่ใช้ในการระบุพื้นที่ตามความเหมาะสมประกอบไปด้วย ปริมาณการหมุนเวียนของชีวมวลในแต่ละพื้นที่ ความพร้อมของสายส่งขนาด 22 กิโลโวลต์ และความต้องการกำลังไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่ โดยขนาดกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าที่เป็นไปได้ซึ่งเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ท้องถิ่นถูกนำเสนอโดยแผนภาพดังแสดงในรายงานวิจัยนี้

ABSTRACT

This research was aimed to identify the areas in the northern region of Thailand that have potential for utilizing biomass fuels in electricity generation. In order to improve the efficiency of thermal energy utilization in the areas, the combined heat and power systems (CHP) were proposed for electricity generation as well as heat utilization in dehydration of agricultural products. The criteria for identifying the suitable areas involved the availability of biomass, the availability of 22 kV electrical grids and the electrical power consumption. The possible electrical generating capacities for each local area were presented in the map regimes presented in this article.

1. บทนำ

อ้างอิงข้อมูลปี 2556 ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร [1] ประเทศไทยมีเนื้อที่ทั้งสิ้น 320.70 ล้านไร่ โดยแบ่งเป็นพื้นที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรถึง 149.25 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 47 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยแบ่งเป็นพื้นที่นาข้าว 69.99 ล้านไร่ พื้นที่ปลูกพืชไร่ 31.15 ล้านไร่ พื้นที่เพาะปลูกผลไม้และไม้ยืนต้น 34.91 ล้านไร่ พื้นที่สวนผักและไม้ประดับ 1.39 ล้านไร่ และพื้นที่การเกษตรอื่น ๆ 11.81 ล้านไร่ จากปริมาณการใช้พื้นที่ดังกล่าวจะเห็นได้ว่า เศษวัสดุที่เหลือจากกระบวนการทางเกษตร เช่น ฟางข้าว ชังข้าวโพด หรือแม้กระทั่งเศษไม้ที่เหลือจากการตัดแต่งกิ่งไม้ยืนต้น เช่น ไม้ลำไย จึงมีปริมาณมาก หากสามารถส่งเสริมการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าร่วมกับการใช้ความร้อนในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น ก็จะสามารถสร้างรายได้แก่ท้องถิ่นเป็นจำนวนมาก ทั้งในแง่รายได้จากการขายกระแสไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และรายได้จากสินค้าอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรของท้องถิ่น รวมถึงภาษีท้องถิ่นที่เพิ่มขึ้นทำให้ท้องถิ่นสามารถพัฒนาสาธารณูปโภคได้ด้วยเงินงบประมาณของท้องถิ่นเอง อีกทั้งยังส่งเสริมและเพิ่มสัดส่วนของการใช้แหล่งพลังงานทดแทนในรูปของชีวมวลสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551–2565) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน [2] ที่กำหนดแผนเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศในปี พ.ศ. 2565 ที่กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานทดแทนรวมเท่ากับ 5,608 MW โดยกำหนดให้มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเท่ากับ 3,700

MW ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 66 ของเป้าหมายกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยพลังงานทดแทนตามแผนดังกล่าว

เมื่อพิจารณาพื้นที่ภาคเหนือซึ่งครอบคลุมพื้นที่รวมทั้งสิ้น 106 ล้านไร่ หรือประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่ทั้งประเทศ โดยมีพื้นที่การเกษตรประมาณ 29.2 ล้านไร่ คิดเป็น 1 ใน 5 ของพื้นที่เพาะปลูกโดยรวมของประเทศ เศรษฐกิจของภาคเหนือจะขึ้นอยู่กับภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม และภาคการค้าส่งค้าปลีกในสัดส่วนร้อยละ 19.6, 19.3 และ 16.3 ตามลำดับ โดยพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคเหนือได้แก่ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ลำไย มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง และยางพารา จากงานวิจัยของ พุฒิชชาติ คิดหาทอง และคณะ [3] ซึ่งดำเนินการศึกษาศักยภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศไทย โดยพิจารณาจากพื้นที่การปลูกพืชเศรษฐกิจ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ข้าว อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมัน โดยแบ่งประเภทการถือครองของชีวมวลออกเป็นสองประเภท ได้แก่ ประเภทกระจุกตัว และประเภทกระจายตัว ซึ่งชีวมวลแบบกระจุกตัวจะเป็นชีวมวลจากกระบวนการผลิตระดับอุตสาหกรรม เช่น ชานอ้อย จากโรงงานน้ำตาลและกลบจากโรงสีข้าวเป็นต้น ในขณะที่ชีวมวลแบบกระจายตัวเป็นชีวมวลที่กระจายอยู่ในพื้นที่เพาะปลูก เมื่อพิจารณาความห่างไกลของแหล่งวัตถุดิบชีวมวลจากสายส่งหลักระดับ 115 kV ร่วมด้วย พบว่าศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของชีวมวลประเภทกระจุกตัวของไทยสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ เท่ากับ 1,865 MW ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551–2565) อยู่มาก ในขณะที่ศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของชีวมวลประเภทกระจายตัวของไทย

สามารถผลิตกำลังไฟฟ้า เท่ากับ 6,882 MW ดังนั้นการที่จะส่งเสริมการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551–2565) จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องดำเนินการวางแผนและกระตุ้นการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลประเภทกระจายตัวเพื่อนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม สมมติฐานของงานวิจัยดังกล่าวพิจารณาพืชเศรษฐกิจเพียง 5 ชนิด และยังขาดการลงพื้นที่สำรวจ จึงทำให้ยังไม่มีข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานชีวมวลแต่ละประเภท นอกจากนี้ในทางปฏิบัตินั้นการเชื่อมต่อสายส่งของโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก SPP ที่มีขนาดกำลังการผลิตเกินกว่า 10 MW แต่ไม่เกิน 90 MW จะเชื่อมต่อกับสายส่งขนาด 115 kV ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ในขณะที่โรงไฟฟ้าขนาดเล็กมาก VSPP ที่มีกำลังการผลิตต่ำกว่า 10 MW จะเชื่อมต่อกับสายส่งขนาด 22 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

อ้างอิงจาก คู่มือพลังงานชีวมวล ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน [4] สามารถแบ่งเทคโนโลยีของการใช้พลังงานจากชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้เป็น 3 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ โดยการหมักชีวมวล เช่น หญ้าเนเปียร์ เพื่อผลิตก๊าซมีเทนสำหรับป้อนให้กับเครื่องยนต์ปั่นผลิตกระแสไฟฟ้า ลักษณะที่ 2 คือ เทคโนโลยีการเผาไหม้บนตะแกรงของหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำสำหรับการขับเคลื่อนไอน้ำของระบบผลิตกระแสไฟฟ้า และลักษณะที่ 3 คือ เทคโนโลยีการแปรสภาพเป็นก๊าซของเชื้อเพลิงชีวมวล (Gasification) โดยการเผาไหม้ภายใต้สภาวะอัดอากาศ (Pyrolysis) เพื่อก่อให้เกิดก๊าซเชื้อเพลิงสำหรับป้อนให้แก่เครื่องจักรปั่นผลิตกระแสไฟฟ้า โดยเมื่อพิจารณาถึงขนาดของการลงทุนจะพบว่า เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพและเทคโนโลยีการแปรสภาพเป็นก๊าซของเชื้อเพลิงชีวมวลมีความเหมาะสมสำหรับระบบผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กไม่เกิน 1 MW และขนาด 1–3 MW ในขณะที่เทคโนโลยีการเผาไหม้บนตะแกรงของหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำสำหรับขับเคลื่อนไอน้ำของระบบผลิตกระแสไฟฟ้านั้นต้อง

ใช้เงินลงทุนที่สูงและต้องการผู้เชี่ยวชาญในการดำเนินงาน จึงไม่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าชุมชนขนาดเล็กในกรณีของเป้าหมายเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการเผาไหม้บนตะแกรงของหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำสำหรับขับเคลื่อนไอน้ำของระบบผลิตกระแสไฟฟ้านั้นสามารถให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานความร้อนที่สูง รวมถึงยังเปิดโอกาสให้สามารถนำไอน้ำจากหม้อไอน้ำหรือจากกังหันไอน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตที่ต้องอาศัยพลังงานความร้อนอื่นๆ เช่น การอบแห้งผลิตภัณฑ์การเกษตรในท้องถิ่น หรือแม้กระทั่งการดำเนินการผลิตชีวมวลอัดเม็ด (Biomass Pellets) เป็นต้น

นอกจากศักยภาพของชีวมวลในการเป็นแหล่งพลังงานความร้อนสำหรับกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าแล้ว ชีวมวลยังมีศักยภาพสูงในการใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนสำหรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ [5] ดังต่อไปนี้ อุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล อุตสาหกรรมการแปรรูปมันสำปะหลัง อุตสาหกรรมการสีข้าว อุตสาหกรรมซีเมนต์ อุตสาหกรรมการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา อุตสาหกรรมอบไม้ยางพารา และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์

จากที่กล่าวถึงประโยชน์ของพลังงานจากชีวมวล ซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียนในการผลิตกระแสไฟฟ้า และในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะ อุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์การเกษตร ชีวมวลจึงมีศักยภาพสูงสำหรับการเป็นแหล่งพลังงานในการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจของท้องถิ่น โดยเฉพาะการแปรรูปผลิตภัณฑ์การเกษตรร่วมกับการใช้เป็นแหล่งพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า จากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ [6] แสดงรายได้ต่อหัวของประชากรไทยระหว่างปี พ.ศ. 2538–2554 พบว่า รายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรไทยเพิ่มขึ้นจาก 70,884 บาทต่อคนในปี พ.ศ. 2538 เป็น 164,512 บาทต่อคนในปี พ.ศ. 2554 ในขณะที่ภาคเหนือซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกกว่า 1 ใน 5 ของประเทศและเป็นพื้นที่ซึ่งมีปริมาณชีวมวลมาก รายได้ต่อ

ประชากรในภาคเหนือมีรายรับเพียง 27,438 บาทต่อคน ในปี พ.ศ. 2538 และเพียง 72,925 บาทต่อคนในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งถือว่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของรายได้ต่อประชากรของประเทศอยู่มาก อันนำมาซึ่งปัญหาความเหลื่อมล้ำทางสังคม และปัญหาคุณภาพชีวิตของประชากรในภาคเหนือ

จากรายงานการลงพื้นที่สำรวจการใช้พลังงานในโรงอบแห้งผลิตภัณฑ์การเกษตรในภาคเหนือ ซึ่งจัดทำโดยทีมวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ก่อนหน้าการดำเนินงานวิจัยนี้ โดยยกตัวอย่างการดำเนินการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ไม้ลำไยเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการผลิตน้ำร้อนอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยให้แก๊สตูบแห้งลำไยที่โรงงานผลิตลำไยอบแห้งทั้งเปลือกแห่งหนึ่งในอำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน ซึ่งโรงอบแห้งดังกล่าวมีความสามารถรองรับลำไยสดที่อัตรา 500 ตันต่อวัน ดังนั้นเพื่อรองรับกำลังการผลิตดังกล่าวจึงต้องอาศัยหม้อต้มน้ำร้อน (Hot water boiler) ขนาด 2,300 kW จำนวน 3 ชุด เพื่อผลิตน้ำร้อนขายให้แก่ตูบจำนวน 60 ตู้ ซึ่งการอบแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 56 ชั่วโมง เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นไม้ผืนที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งลำไย จากการเข้าตรวจวัดพบว่าหม้อต้มน้ำร้อนใช้ผืนไม้ลำไยที่ 87–90 ตันต่อวัน โดยมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไม้กิ่งลำไยซึ่งมีค่าความร้อนเท่ากับ 3,600 kcal/kg เพียงร้อยละ 45 ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพการใช้พลังงานความร้อนที่ยังคงสามารถพัฒนาได้ อันแสดงให้เห็นถึงโอกาสและความเป็นไปได้ในการส่งเสริมให้มีการใช้เทคโนโลยีการผลิตความร้อนร่วมกับการผลิตกำลังไฟฟ้า (Combined heat and power, CHP) ในการผลิตความร้อนเพื่อใช้ในการอบแห้งร่วมกับการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชน

โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการศึกษาศักยภาพเชิงพื้นที่ในระดับตำบลของชีวมวลในภาคเหนือ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดแผนยุทธศาสตร์สำหรับการส่งเสริมพลังงานชีวมวลเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชุมชนตามนโยบาย

โรงไฟฟ้าประชารัฐของรัฐบาลร่วมกับการใช้พลังงานความร้อนในการแปรรูปผลิตภัณฑ์การเกษตร อันจะส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มมูลค่าและการลดต้นทุนของสินค้าแปรรูปการเกษตรจากชุมชน รวมถึงพัฒนาความสามารถในการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของชุมชนไปพร้อมกัน ดังเช่นผลสำเร็จของการใช้ชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าและความร้อนในสหราชอาณาจักร ซึ่งนำเสนอโดย A.V. Bridgewater และคณะ [7] ซึ่งกล่าวถึงนโยบายส่งเสริมการขายตัวของปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในโรงไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตพลังงานความร้อนร่วมกับการผลิตกระแสไฟฟ้า รวมถึงสถานะของการใช้ชีวมวลในประเทศกลุ่มสหภาพยุโรปโดยเฉพาะ สวีเดน ฟินแลนด์ และเดนมาร์ก รวมถึง ออสเตรเลีย ซึ่งจะเห็นได้ว่าแนวทางการใช้เทคโนโลยีการผลิตพลังงานความร้อนร่วมกับการผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กเป็นแนวทางที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ รวมถึงมีระยะเวลาคุ้มทุนที่รวดเร็ว นอกจากนี้ H. Liu [8] ยังได้แสดงให้เห็นประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยี การผลิตพลังงานความร้อนร่วมกับการผลิตกระแสไฟฟ้าที่มีผลโดยตรงต่อการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นต้นเหตุสำคัญของปัญหาโลกร้อนจากภาวะเรือนกระจกในปัจจุบัน

2. การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ครอบคลุมการศึกษาและสำรวจในพื้นที่ดำเนินงานของสำนักงานเกษตรจังหวัดเขต 6 อันประกอบด้วย 204 ตำบลของจังหวัดเชียงใหม่ 124 ตำบลของจังหวัดเชียงราย 68 ตำบลของจังหวัดพะเยา 99 ตำบลของจังหวัดน่าน 78 ตำบลของจังหวัดแพร่ 100 ตำบลของจังหวัดลำปาง 51 ตำบลของจังหวัดลำพูน และ 45 ตำบลของจังหวัดแม่ฮ่องสอน รวมทั้งสิ้น 769 ตำบลใน 103 อำเภอของพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานเกษตรจังหวัดเขต 6 ในขณะเดียวกัน ยังครอบคลุมพื้นที่รับผิดชอบของสถานีจ่ายกระแสไฟฟ้าย่อยขนาด 22 kV ทั้งหมดในภาคเหนือของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยได้กำหนดประเภทของ

แนวสายส่ง ออกเป็น 4 ลักษณะ อ้างอิงตามประกาศการรับซื้อกระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 2558 เรื่อง ข้อมูลศักยภาพระบบไฟฟ้าสำหรับการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในแบบ FiT ดังนี้

ระบบสายส่งของกลุ่มสถานีไฟฟ้าหลัก N1 สามารถรับซื้อกระแสไฟฟ้าเพิ่มได้อีก 18.13 MW โดยกลุ่มสถานีไฟฟ้า N1 นี้ประกอบไปด้วยสถานีไฟฟ้าหลักขนาด 115 kV ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยทั้งหมด 4 สถานี คือ สถานีพะเยา 1 สถานีเชียงราย สถานีเทิง และสถานีแม่จัน ซึ่งเชื่อมต่อเป็นแม่ข่ายของสถานีย่อยขนาด 22 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้งหมด 10 สถานี คือ พะเยา 1 เชียงราย 1 แม่ลาว พาน เวียงป่าเป้า ผาง เทิง จุน เชียงของ และแม่จัน ผาดผ่านพื้นที่ทั้งสิ้น 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดพะเยา ลำปาง เชียงใหม่ และเชียงราย

ระบบสายส่งของกลุ่มสถานีไฟฟ้าหลัก N2 สามารถรับซื้อกระแสไฟฟ้าเพิ่มได้อีก 16.54 MW กลุ่มสถานีไฟฟ้า N2 นี้ประกอบไปด้วยสถานีไฟฟ้าหลักขนาด 115 kV ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยทั้งหมด 8 สถานี คือ สถานีแม่จัน สถานีเชียงใหม่ 1 สถานีเชียงใหม่ 2 สถานีเชียงใหม่ 3 สถานีแม่แตง สถานีจอมทอง สถานีลำพูน 1 และสถานีลำพูน 2 โดยเชื่อมต่อกับสถานีย่อยขนาด 22 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้งหมด 27 สถานี คือ แม่สาย เชียงแสน เชียงใหม่ 1 เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 3 เชียงใหม่ 4 พิชสวนโลก (ชั่วคราว) เชียงใหม่ 6 (ชั่วคราว) หายยา (ชั่วคราว) แม่ริม สันกำแพง ดอยสะเก็ด เชียงใหม่ 5 (ฟ้าฮ่าม) (ชั่วคราว) แม่แตง เชียงดาว แม่ฮ่องสอน ปาย (ชั่วคราว) บ้านโฮ่ง ลี้ จอมทอง ป่าซาง สอด ลำพูน 1 ลำพูน 2 ลำพูน 3 นิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ 1 และนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ 2 ซึ่งผาดผ่านพื้นที่ทั้งสิ้น 4 จังหวัด คือ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน และลำพูน

ระบบสายส่งของกลุ่มสถานีไฟฟ้าหลัก N3 สามารถรับซื้อไฟฟ้าเพิ่มได้อีก 11.93 MW กลุ่มสถานีไฟฟ้า N3 นี้ประกอบไปด้วยสถานีไฟฟ้าหลักขนาด 115 kV ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยทั้งหมด 3 สถานี คือ

สถานีลำปาง 1 สถานีลำปาง 2 และสถานีเถิน ซึ่งเชื่อมต่อกับเป็นสถานีย่อยขนาด 22 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้งหมด 6 สถานี คือ ลำปาง 1 ห้างฉัตร ลำปาง 2 แจ่ม ลำปาง 3 (ชั่วคราว) และเถิน ซึ่งผาดผ่านพื้นที่ของจังหวัดลำปาง และจังหวัดลำพูน

ระบบสายส่งของกลุ่มสถานีไฟฟ้าหลัก N4 สามารถรับซื้อไฟฟ้าเพิ่มได้อีก 21.47 MW กลุ่มสถานีไฟฟ้า N4 นี้ประกอบไปด้วยสถานีไฟฟ้าหลักขนาด 115 kV ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยทั้งหมด 2 สถานี คือ สถานีน่าน และสถานีแพร่ ซึ่งเชื่อมต่อกับสถานีย่อยขนาด 22 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้งหมด 5 สถานี คือ สถานีย่อน่าน 1 สถานีย่อนัว สถานีย่อนแพร่ สถานีย่อนเด่นชัย และสถานีย่อนัว ซึ่งผาดผ่านพื้นที่ของจังหวัดแพร่ และจังหวัดน่าน

โดยขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบไปด้วย

1. ดำเนินการเก็บข้อมูลแนวสายส่งกระแสไฟฟ้า และระเบียบขั้นตอนการซื้อ-ขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
2. ดำเนินการเก็บข้อมูลผลผลิตทางการเกษตร ในระดับจังหวัดและอำเภอ จากหน่วยงานส่งเสริมการเกษตรระดับจังหวัด หน่วยงานส่งเสริมการเกษตรระดับอำเภอและตำบล
3. ดำเนินการระบุพื้นที่เป้าหมายระดับตำบลที่มีศักยภาพในการตั้งโรงไฟฟ้าชุมชนและการส่งเสริมการใช้งานระบบ CHP โดยพิจารณาความพร้อมจากปริมาณหมุนเวียนของชีวมวล และความพร้อมของแนวสายส่งกระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งพิจารณาจากความสามารถในการรับซื้อกำลังไฟฟ้าเพิ่มได้ของแต่ละสายส่ง และปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละแนวสายส่ง
4. ลงพื้นที่สำรวจโดยเจาะจงพื้นที่เป้าหมายระดับตำบล เพื่อตรวจสอบและเก็บข้อมูลสถานะการใช้ประโยชน์ชีวมวลในปัจจุบัน เพื่อระบุสัดส่วน

ความสามารถในการนำชีวมวลที่เหลือมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิง

5. ดำเนินการเก็บตัวอย่างเชื้อเพลิงในพื้นที่ เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพทางความร้อนของเชื้อเพลิง โดยพิจารณาจากค่าความร้อนและองค์ประกอบทางเคมีของเชื้อเพลิงโดยการทำ Ultimate analysis
6. ระบุพื้นที่ระดับตำบลที่มีความเป็นไปได้ในการส่งเสริมเพื่อก่อตั้งโรงไฟฟ้าและการส่งเสริมการใช้ระบบ CHP ในโรงอบแห้งชุมชน รวมทั้งระบุขนาดกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ควรส่งเสริมตามความพร้อมของปริมาณชีวมวล หมุนเวียนและความพร้อมของสายส่ง
7. กำหนดให้พื้นที่ที่ขาดความพร้อมด้านสายส่งเป็นพื้นที่ชีวมวลสำรอง โดยอาจกำหนดให้เป็นพื้นที่ส่งเสริมการแปรรูปชีวมวลเป็น Charcoal pellets

3. ผลการวิจัย

จากการลงพื้นที่เพื่อสำรวจศักยภาพของชีวมวลในเขต 8 จังหวัดเป้าหมายในภาคเหนือ พบว่าพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ลำไย มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง และยางพารา ซึ่งการเก็บเกี่ยวพืชแต่ละชนิดจะให้เศษวัสดุเหลือใช้หลังการเก็บเกี่ยวหรือชีวมวลที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. ข้าว ชีวมวลที่เกิดขึ้นจากการเก็บเกี่ยวข้าวมี 2 ชนิด ได้แก่ ฟางข้าว ได้จากขั้นตอนการนวดข้าว ชีวมวลส่วนนี้จะถูกทั้งบนผืนนาหรือถูกเก็บไว้โดยเกษตรกร จึงถือว่าฟางข้าวเป็นชีวมวลประเภทกระจายตัว และแกลบ ซึ่งได้จากขั้นตอนการสีข้าวเปลือกซึ่งจะอยู่ที่โรงสีข้าว ดังนั้นจึงถือว่าเป็นชีวมวลแบบกระจุกตัว

2. ข้าวโพดหวาน ชีวมวลที่ได้จากการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน คือ ลำต้นข้าวโพดหวาน ได้จากขั้นตอนการเก็บเกี่ยวฝักของข้าวโพดหวานออกไปจากต้นแล้ว ซึ่งต้นข้าวโพดจะถูกตัดและทิ้งไว้ที่พื้นที่เพาะปลูกจึงถือว่าต้นข้าวโพดนี้เป็นชีวมวลแบบกระจายตัว ส่วนชังข้าวโพด

จะถูกขายไปพร้อมกับข้าวโพดจึงไม่ถือว่าเป็นชีวมวลที่สามารถรวบรวมมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

3. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ชีวมวลที่ได้จากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มี 2 ชนิด ได้แก่ ชังข้าวโพด ซึ่งเกิดจากขั้นตอนการนำเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ออกจากฝักภายหลังขั้นตอนการอบแห้งในโรงงานอบแห้ง จึงถือว่าชังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นชีวมวลแบบกระจุกตัว ในขณะที่ลำต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หลังจากเก็บเกี่ยวฝักออกแล้วก็จะถูกตัดทิ้งอยู่ในพื้นที่เพาะปลูกเช่นเดียวกับข้าวโพดหวาน จึงนับเป็นชีวมวลแบบกระจายตัว

4. มันสำปะหลัง ชีวมวลที่ได้จากการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังมี 2 ชนิด ได้แก่ เหง้ามันสำปะหลังที่ได้จากขั้นตอนการตัดหัวมันออกจากลำต้นที่โรงงาน จึงถือว่าเป็นชีวมวลแบบกระจุกตัว ส่วนลำต้นมัน มักถูกตัดเป็นท่อนเพื่อใช้เป็นตอปลูกมันต่อไป ส่วนที่เหลือจะถูกตัดทิ้งที่บริเวณพื้นที่เพาะปลูก จึงถือได้ว่าลำต้นมันเป็นชีวมวลประเภทกระจายตัว

5. ลำไย ชีวมวลที่ได้จากการเก็บเกี่ยวลำไย ได้แก่ กิ่งก้าน ซึ่งได้จากขั้นตอนการตัดแต่งกิ่งหลังจากที่ทำการเก็บเกี่ยวผลลำไยจากต้นลำไยแล้ว จึงถือว่าเป็นชีวมวลแบบกระจายตัว ในขณะที่เปลือกและเมล็ดลำไยซึ่งได้จากขั้นตอนการปอกเปลือกแล้วนำมาเมล็ดออกก่อนการอบแห้งที่โรงงานจึงถือว่าเป็นชีวมวลประเภทกระจุกตัว

6. ถั่วเหลือง ชีวมวลที่ได้จากการเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง คือ ขอดใบและลำต้น ได้จากขั้นตอนการเกี่ยวนวดฝักและเมล็ดออกจากลำต้น ถือว่าเป็นชีวมวลประเภทกระจายตัว

7. ยางพารา ชีวมวลที่ได้จากยางพาราได้แก่ ตอ ราก เปลือกไม้ และปึกไม้ ซึ่งชีวมวลที่เกิดขึ้นนี้ได้จากขั้นตอนการตัดต้นยางพาราที่หมดอายุแล้ว ถือเป็นชีวมวลประเภทกระจายตัว ส่วนขี้เลื่อยและเศษไม้ยางพาราจากการแปรรูป เช่น การทำเฟอร์นิเจอร์ ถือว่าเป็นชีวมวลแบบกระจุกตัว

ภายหลังจากรวบรวมข้อมูล เก็บตัวอย่างชีวมวล และการพิจารณาแยกประเภทของชีวมวลตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้สามารถสรุปสัดส่วนความสามารถในการนำชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิง และค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

ชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยเมื่อพิจารณาจาก สัดส่วนที่สามารถในการนำชีวมวลมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เลี้ยงสัตว์ และลำไย เป็นชีวมวลหลักที่น่าสนใจในการ ส่งเสริมการใช้งานเพื่อนำมาเป็นเชื้อเพลิง ร่วมกับค่าความร้อนของเชื้อเพลิง พบว่า ข้าว ข้าวโพด

ตารางที่ 1 ค่าสัดส่วนความสามารถในการใช้งานและค่าความร้อนของชีวมวลต่าง ๆ

ชนิดพืช	ชนิดชีวมวล	ชีวมวล/ผลผลิต (ตัน/ตันผลผลิต)	ชีวมวล/พื้นที่ การเกษตร (ตัน/ไร่)	ค่าความชื้น (%)	สัดส่วนการ นำไปใช้ได้	ค่าความร้อน (kJ/kg)
ข้าว	แกลบ	0.21		12	0.90	13,520
	ฟางข้าว	0.49		10	0.50	12,330
ข้าวโพดหวาน	ซังข้าวโพด	0.24		40	0.00	9,620
	ลำต้นข้าวโพด	1.84		42	0.70	9,830
ข้าวโพดเลี้ยง สัตว์	ซังข้าวโพด	0.24		40	0.60	9,620
	ลำต้นข้าวโพด	1.84		42	0.60	9,830
มันสำปะหลัง	เหง้ามันสำปะหลัง	0.2		40	0.40	5,490
	เปลือกมันสำปะหลัง	0.28		59.4	0.80	1,490
ถั่วเหลือง	ยอด ใบและลำต้น	1.177		10.93	0.40	16,230
ยางพารา	ตอ รากและกิ่งก้านไม้ ยางพารา		5	55	0.05	6,570
	ปลายไม้ยางพารา		12	55	0.05	6,570
	ปีกไม้ยางพารา		12	55	0.05	6,570
	ขี้เลื่อยและเศษไม้ ยางพารา		3	55	0.05	6,570
ลำไย	กิ่ง/ก้าน		0.46	12	0.80	15,690
	เปลือกและเมล็ด	0.13		12	0.90	15,593.59

ตารางที่ 2 ตารางการเพาะปลูกผลผลิตทางการเกษตรทั้ง 8 ชนิด

ผลผลิตทาง การเกษตร	เดือนที่มีการเพาะปลูก/การเก็บเกี่ยว												หมายเหตุ
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
ข้าวเหนียว													ข้าวเหนียวใช้เวลาปลูก 4 เดือน เริ่มปลูกในช่วง พ.ค.-ก.ย.
ข้าวนาปรัง													ข้าวนาปรังใช้เวลาปลูก 3 เดือน เริ่มปลูกในช่วง ม.ค.-มี.ค.
ข้าวโพดหวาน													ข้าวโพดหวานใช้เวลาปลูก 3 เดือน เริ่มปลูกในช่วง พ.ค.-ก.ค.
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์													ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใช้เวลาปลูก 4 เดือน เริ่มปลูกในช่วง มิ.ย.-ก.ย.
ลำไย													ลำไยจะเก็บเกี่ยวช่วง ส.ค.-ก.ย. และตัดแต่งกิ่งช่วง ต.ค.-พ.ย.
มันสำปะหลัง													มันสำปะหลังใช้เวลาปลูก 11 เดือน เริ่มปลูกในช่วง เม.ย.
ถั่วเหลือง													ถั่วเหลืองใช้เวลาปลูก 3 เดือน ปลูก 2 ช่วงคือ ช่วง เม.ย. และ พ.ย.
ยางพารา													ยางพาราจะโค่นเมื่ออายุ 25 ปี หรือยังไม่ค่อยให้ผลผลิตเท่านั้น

เนื่องจากผลผลิตทางการเกษตรและชีวมวลที่ได้จากการเกษตรในภาคเหนือตอนบนทั้ง 8 จังหวัด เป็นไปตามฤดูกาล ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนั้นการบริหารจัดการในเรื่องของชีวมวลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการทางความร้อน เช่น กระบวนการอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร หรือการใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อป้อนให้แก่โรงไฟฟ้าชุมชน จึงควรเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อรองรับชนิดของเชื้อเพลิงที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล

จากประเภทของชีวมวลที่กล่าวมาข้างต้น ทั้งด้านปริมาณผลผลิต สัดส่วนที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงทำให้ทราบว่า เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกในปัจจุบัน รวมถึงพฤติกรรมการใช้ชีวมวลในแต่ละพื้นที่ ศักยภาพในการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงในปัจจุบันของพื้นที่ 8 จังหวัดในภาคเหนือมีปริมาณเทียบเท่าและสามารถทดแทนการนำเข้าน้ำมันดิบได้ถึง 929,388.27 toe (Tons of oil equivalence) โดยจังหวัดเชียงใหม่มีศักยภาพของชีวมวลเท่ากับ 102,973.97 toe จังหวัดเชียงรายมีศักยภาพของชีวมวลเท่ากับ 254,129.00 toe จังหวัดลำพูนมีศักยภาพของชีวมวลเท่ากับ 73,922.768 toe จังหวัดลำปางมีศักยภาพของชีวมวลเท่ากับ 53,990.99 toe จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีศักยภาพของชีวมวลเท่ากับ 24,795.31 toe จังหวัดแพร่มีศักยภาพของชีวมวลเท่ากับ 62,405.27 toe และจังหวัดพะเยามีศักยภาพของชีวมวลเท่ากับ 128,754.88 toe โดยศักยภาพของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทในแต่ละจังหวัดแสดงไว้ในแผนภาพดังรูปที่ 1 ซึ่งรายละเอียดการคำนวณแสดงไว้ในตารางที่ 3-10 จะเห็นได้ว่า เชื้อเพลิงชีวมวลจากข้าวโดยเฉพาะฟางข้าวมีศักยภาพสูงสุด รองลงมาคือ ชีวมวลจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดหวาน โดยลำพูนมีศักยภาพของการใช้ไม้ลำไยเป็นเชื้อเพลิงสูงอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการพิจารณาศักยภาพเชิงพื้นที่สำหรับการส่งเสริมการใช้ชีวมวลเพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงไฟฟ้าในชุมชน และการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีผลิตความร้อนร่วมกับการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยพิจารณาจากความพร้อมของ

สายส่ง ทั้งความสามารถในการรับซื้อไฟฟ้าเพิ่มเติมของสายส่งและกำลังการใช้กระแสไฟฟ้าร่วมกับปริมาณของชีวมวลหมุนเวียนในแต่ละพื้นที่ ทำให้สามารถระบุพื้นที่และขนาดกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ควรส่งเสริมโดยไม่ว่าให้เกิดภาวะการขาดแคลนเชื้อเพลิงชีวมวลในแต่ละพื้นที่อันเป็นการส่งเสริมการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของชุมชนอย่างยั่งยืน โดยสามารถระบุพื้นที่และขนาดการส่งเสริมได้ดังแสดงในรูปที่ 2-9 ซึ่งได้แบ่งพื้นที่ตามความเหมาะสมของขนาดในการส่งเสริมโรงไฟฟ้าชีวมวลชุมชน และการใช้เทคโนโลยีผลิตความร้อนร่วมกระแสไฟฟ้า ออกได้เป็น 8 เขตพื้นที่ ได้แก่

1. ไม่มีข้อมูลชีวมวล คือพื้นที่ที่ไม่พบว่าศักยภาพชีวมวลในแต่ละตำบลมีค่าเท่าไร เนื่องจากไม่ได้รับความร่วมมือด้านข้อมูลและการลงพื้นที่สำรวจ

2. พื้นที่สำรอง/ส่งเสริมไม่เกิน 1 MW คือ พื้นที่สายส่งที่ขาดความพร้อมด้านปริมาณความต้องการกำลังไฟฟ้า นั่นคือมีอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าที่ต่ำ ในขณะที่มีปริมาณชีวมวลพอสมควร หรืออาจขาดแคลนปริมาณชีวมวลหมุนเวียนในบางช่วงของปี จึงกำหนดให้เป็นพื้นที่สำหรับชีวมวลสำรองซึ่งอาจส่งเสริมให้ชุมชนในพื้นที่ดังกล่าวดำเนินการแปรรูปชีวมวลเป็น Biomass Pallets เพื่อจำหน่ายเป็นเชื้อเพลิง และไม่ควรส่งเสริมให้มีโรงไฟฟ้าชุมชนขนาดเกินกว่า 1 MW อย่างเด็ดขาด เมื่อพิจารณาจากความต้องการกำลังไฟฟ้าของพื้นที่ในปัจจุบัน

3. พื้นที่ส่งเสริม 1-3 MW คือ พื้นที่ที่มีสายส่งที่มีความพร้อมทั้งความสามารถในการรับซื้อกระแสไฟฟ้า และอัตราความต้องการกำลังไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 3 MW ในขณะที่มีศักยภาพชีวมวลในพื้นที่เพียงพอต่อการใช้เป็นเชื้อเพลิงไม่เกิน 3 MW จึงกำหนดให้เป็นพื้นที่ส่งเสริม CHP และโรงไฟฟ้าชุมชนขนาด 1-3 MW เพื่อขายกระแสไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

4. พื้นที่ส่งเสริม 3-6 MW คือ พื้นที่ที่มีสายส่งที่มีความพร้อมทั้งความสามารถในการรับซื้อกระแสไฟฟ้า และอัตราความต้องการกำลังไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 3 MW ในขณะที่มีศักยภาพชีวมวลในพื้นที่เพียงพอต่อการใช้เป็น

เชื้อเพลิงไม่เกิน 10 MW จึงกำหนดให้เป็นพื้นที่ส่งเสริม CHP และโรงไฟฟ้าชุมชนขนาด 3-10 MW เพื่อขายกระแสไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อย่างไรก็ตาม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้กำหนดกำลังรับซื้อกระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 8 MW สำหรับสายส่งของแต่ละ Feeder ในภาคเหนือ

5. พื้นที่ส่งเสริม 6-10 MW คือ พื้นที่ที่มีสายส่งที่มีความพร้อมทั้งความสามารถในการรับซื้อกระแสไฟฟ้าและอัตราความต้องการกำลังไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 6 MW ในขณะที่มีศักยภาพชีวมวลในพื้นที่เพียงพอต่อการใช้เป็นเชื้อเพลิงไม่เกิน 10 MW จึงกำหนดให้เป็นพื้นที่ส่งเสริม CHP และโรงไฟฟ้าชุมชนขนาด 3-10 MW เพื่อขายกระแสไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อย่างไรก็ตาม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้กำหนดกำลังรับซื้อกระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 8 MW สำหรับสายส่งของแต่ละ Feeder ในภาคเหนือ

6. พื้นที่ส่งเสริม 10-15 MW คือ พื้นที่ที่มีสายส่งที่มีความพร้อมทั้งความสามารถในการรับซื้อกระแสไฟฟ้าและอัตราความต้องการกำลังไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 3 MW ในขณะที่มีศักยภาพชีวมวลในพื้นที่เพียงพอสำหรับโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่กว่า 10 MW หรือโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก SPP ซึ่งต้องทำสัญญาซื้อขายกระแสไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

7. พื้นที่ส่งเสริม 15-20 MW คือ พื้นที่ที่มีสายส่งที่มีความพร้อมทั้งความสามารถในการรับซื้อกระแสไฟฟ้าและอัตราความต้องการกำลังไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 3 MW ในขณะที่มีศักยภาพชีวมวลในพื้นที่เพียงพอสำหรับโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่กว่า 10 MW หรือโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก SPP ซึ่งต้องทำสัญญาซื้อขายกระแสไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

8. พื้นที่ส่งเสริม 20 MW ขึ้นไป คือ พื้นที่ที่มีสายส่งที่มีความพร้อมทั้งความสามารถในการรับซื้อกระแสไฟฟ้าและอัตราความต้องการกำลังไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 3 MW ในขณะที่มีศักยภาพชีวมวลในพื้นที่เพียงพออย่างเหลือเฟือสำหรับโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่กว่า 10 MW หรือ

โรงไฟฟ้าขนาดเล็ก SPP ซึ่งต้องทำสัญญาซื้อขายกระแสไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

จากรูปที่ 2-9 (โดยอ้างอิงจากข้อมูลพื้นที่บริการ ณ ปัจจุบันที่มีสายส่งบริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) จะเห็นได้ว่า จังหวัดที่มีศักยภาพสูงเพื่อส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกำลังไฟฟ้าและระบบผลิตความร้อนร่วมกับการผลิตกำลังไฟฟ้า ได้แก่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดน่าน และจังหวัดพะเยา ในขณะที่ เชียงใหม่ ในบางพื้นที่มีศักยภาพเพียงพอในการส่งเสริมโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาด 6-10 MW และพื้นที่ในหลายตำบลของจังหวัดน่าน ลำพูน และแม่ฮ่องสอนยังคงมีความต้องการกำลังไฟฟ้าที่ต่ำ ในขณะที่มีปริมาณชีวมวลมากจึงเหมาะสมสำหรับการส่งเสริมให้เป็นพื้นที่แปรรูปชีวมวลเป็น Biomass Pellets

จากการสำรวจเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า พบว่าในกรณีที่กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าต่ำกว่า 3 MW เทคโนโลยีการนำชีวมวลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะสมเป็นแบบ Gasification สำหรับขนาดกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าที่สูงกว่า 3 MW พบว่า สามารถใช้เทคโนโลยีหม้อต้มไอน้ำแบบเผาตรงได้เพื่อใช้ในการผลิตไอน้ำสำหรับป้อนให้กับกังหันไอน้ำและสำหรับใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนในกระบวนการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร [9]

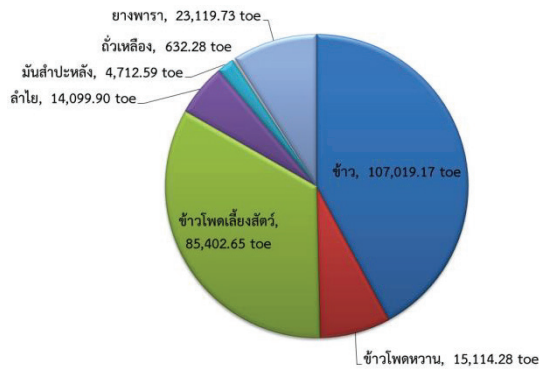
4. สรุป

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการระบุพื้นที่ตามความเหมาะสมของปริมาณชีวมวล ความพร้อมของสายส่ง และความต้องการกำลังไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่ ซึ่งผลสำรวจทำให้สามารถแบ่งเขตพื้นที่ส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าออกเป็น 8 เขตพื้นที่ ได้แก่ ไม่มีข้อมูลชีวมวล พื้นที่สำรอง/ส่งเสริมไม่เกิน 1 MW พื้นที่ส่งเสริม 1-3 MW พื้นที่ส่งเสริม 3-6 MW พื้นที่ส่งเสริม 6-10 MW พื้นที่ส่งเสริม 10-15 MW พื้นที่ส่งเสริม 15-20 MW และพื้นที่ส่งเสริม 20 MW ขึ้น โดยการระบุเขตพื้นที่ในลักษณะดังกล่าวจะสามารถ

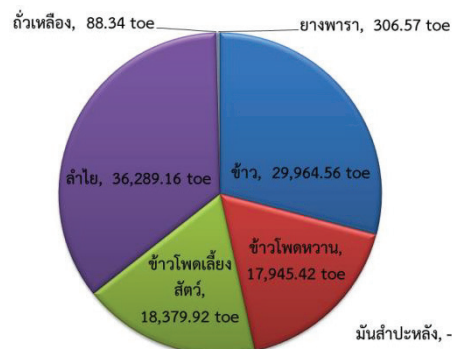
ป้องกันภาวะการขาดแคลนเชื้อเพลิงชีวมวลในท้องถิ่นในอนาคต และก่อให้เกิดการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของท้องถิ่นอย่างยั่งยืน นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในระบบร่วมผลิตพลังงานความร้อนและกระแสไฟฟ้า (CHP) อันจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานชีวมวลสูงขึ้น พร้อมทั้งสามารถลดต้นทุนของอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์การเกษตรในภาคเหนือ

5. กิตติกรรมประกาศ

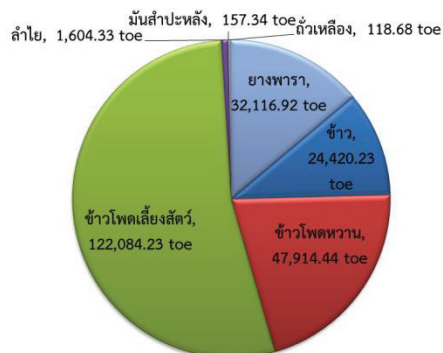
คณะวิจัยขอขอบพระคุณความกรุณาด้านข้อมูลจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และ สำนักงานเกษตรจังหวัดเขต 6 และงบประมาณสนับสนุนงานวิจัยจาก สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ



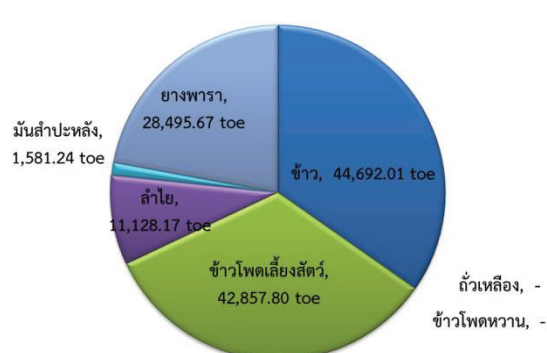
จังหวัดเชียงราย



จังหวัดเชียงใหม่



จังหวัดน่าน



จังหวัดพะเยา



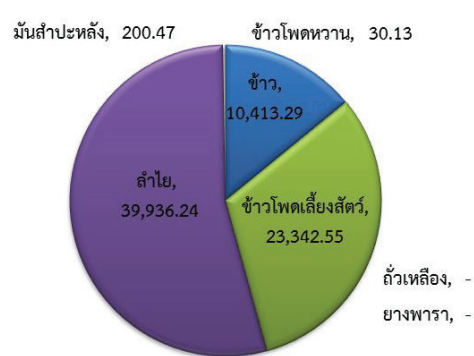
จังหวัดแพร่



จังหวัดแม่ฮ่องสอน



จังหวัดลำปาง



จังหวัดลำพูน

รูปที่ 1 ปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละประเภทใน 8 จังหวัดภาคเหนือเทียบเท่าปริมาณน้ำมันดิบ

ตารางที่ 3 ตารางการคำนวณค่าศักยภาพพลังงานจังหวัดเชียงราย

พืชเศรษฐกิจหลักประจำ จังหวัดเชียงราย			ปริมาณวัสดุเหลือใช้						ศักยภาพพลังงาน		
ชนิด พืช	พื้นที่ เพาะปลูก	ผลผลิต	ชนิด	ประเภท	ชีวมวล/ ผลผลิต	ชีวมวล/ พื้นที่ การเกษตร	สัดส่วน การ นำไปใช้ ได้	ชีวมวล คงเหลือ	ค่าความร้อน	พลังงาน	Ton of Oil Equivalent (toe)
	ไร่	ตันต่อปี			ตัน/ตัน	ตัน/ไร่		ตันต่อปี			
ข้าว	1,365,918	810,763	แกลบ	กระจุกตัว	0.21		0.90	153,234.14	13,520.00	2,071,725,539.38	49,041.89
			ฟางข้าว	กระจายตัว	0.49		0.50	198,636.84	12,330.00	2,449,192,298.16	57,977.28
ข้าวโพด	95,309	63,870	ซัง	กระจุกตัว	0.24		0.00	0.00	9,620.00	0.00	0.00
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		0.70	82,264.84	9,830.00	808,663,350.82	19,142.68
ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์	439,922	294,809	ซัง	กระจุกตัว	0.24		0.60	42,452.44	9,620.00	408,392,457.43	9,667.47
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		0.60	325,468.69	9,830.00	3,199,357,266.11	75,735.19
ลำไย	81,374	41,349	กิ่ง/ก้าน	กระจุกตัว		0.46	0.90	33,688.88	15,690.00	528,578,486.41	12,512.51
			เปลือกและ เมล็ด	กระจายตัว	0.13		0.80	4,300.33	15,593.59	67,057,509.83	1,587.39
มันสำปะ หลัง	60,274	190,455	เหง้ามัน	กระจุกตัว	0.20		0.80	30,472.79	5,490.00	167,295,637.60	3,960.22
			ลำต้นมัน	กระจายตัว	0.28		0.40	21,330.96	1,490.00	31,783,123.86	752.37
ถั่วเหลือง	15,173	3,496	ยอด ใบ และ ลำต้น	กระจายตัว	1.18		0.40	1,645.72	16,230.00	26,710,089.12	632.28
ยางพารา	92,910	12,343	คอ รากและ กิ่งก้านไม้ ยางพารา	กระจายตัว		5.00	0.05	23,227.50	6,570.00	152,604,675.00	3,612.46
			ปลายไม้ ยางพารา	กระจายตัว		12.00	0.05	55,746.00	6,570.00	366,251,220.00	8,669.90
			ปีกไม้ ยางพารา	กระจุกตัว		12.00	0.05	55,746.00	6,570.00	366,251,220.00	8,669.90
			ขี้เลื่อยและ เศษไม้ ยางพารา	กระจุกตัว		3.00	0.05	13,936.50	6,570.00	91,562,805.00	2,167.47

ตารางที่ 4 ตารางการคำนวณค่าศักยภาพพลังงานจังหวัดเชียงใหม่

พืชเศรษฐกิจหลักประจำ จังหวัดเชียงราย			ปริมาณวัสดุเหลือใช้						ศักยภาพพลังงาน		
ชนิดพืช	พื้นที่ เพาะปลูก	ผลผลิต	ชนิด	ประเภท	ชีวมวล/ ผลผลิต	ชีวมวล/พื้นที่ การเกษตร	สัดส่วน การ	ชีวมวล คงเหลือ	ค่าความร้อน	พลังงาน	Ton of Oil Equivalent (toe)
	ไร่	ตันต่อปี			ตัน/ตัน	ตัน/ไร่	นำไปใช้ได้	ตันต่อปี			
ข้าว	382,447	227,007	แกลบ	กระจุกตัว	0.21		0.90	42,904.40	13,520.00	580,067,445.31	13,731.36
			ฟางข้าว	กระจายตัว	0.49		0.50	55,616.81	12,330.00	685,755,276.20	16,233.20
ข้าวโพด	89,348	59,876	ซัง	กระจุกตัว	0.24		0.00	0.00	9,620.00	0.00	0.00
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		0.70	77,119.67	9,830.00	758,086,361.93	17,945.42
ข้าวโพดเลี้ยง สัตว์	94,678	63,447	ซัง	กระจุกตัว	0.24		0.60	9,136.40	9,620.00	87,892,124.03	2,080.58
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		0.60	70,045.70	9,830.00	688,549,214.18	16,299.34
ลำไย	209,434	106,421	กิ่ง/ก้าน	กระจุกตัว		0.46	0.90	86,705.68	15,690.00	1,360,412,056.44	32,203.68
			เปลือกและ เมล็ด	กระจายตัว	0.13		0.80	11,067.83	15,593.59	172,587,131.69	4,085.48
ถั่วเหลือง	2,120	488	ยอด ใบ และลำต้น	กระจายตัว	1.18		0.40	229.94	16,230.00	3,731,983.72	88.34
ขางพารา	1,232	164	ดอ ราก และกิ่งก้าน ไม้ขางพารา	กระจายตัว		5.00	0.05	308.00	6,570.00	2,023,560.00	47.90
			ปลายไม้ ขางพารา	กระจายตัว		12.00	0.05	739.20	6,570.00	4,856,544.00	114.96
			ปีกไม้ ขางพารา	กระจุกตัว		12.00	0.05	739.20	6,570.00	4,856,544.00	114.96
			เปลือกและ เศษไม้ ขางพารา	กระจุกตัว		3.00	0.05	184.80	6,570.00	1,214,136.00	28.74

ตารางที่ 5 ตารางการคำนวณค่าศักยภาพพลังงานจังหวัดน่าน

พืชเศรษฐกิจหลักประจำ จังหวัดพะเยา			ปริมาณวัสดุเหลือใช้						ศักยภาพพลังงาน		
ผลผลิต ตันต่อปี	ชนิด	ประเภท	ผลผลิต ตันต่อปี	ชนิด	ประเภท	ผลผลิต	ชนิด	ประเภท	ผลผลิต	พลังงาน	Ton of Oil Equivalent (toe)
	ไร่	ตันต่อปี			ตัน/ตัน			ตันต่อปี			
ข้าว	311,683	185,004	แกลบ	กระจุกตัว	0.21		38,850.91	0.90	34,965.82	13,520.00	472,737,892.19
			ฟางข้าว	กระจายตัว	0.49		90,652.13	0.50	45,326.06	12,330.00	558,870,363.18
ข้าวโพด	238,560	159,868	ซัง	กระจุกตัว	0.24		38,368.37	0.00	0.00	9,620.00	0.00
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		294,157.49	0.70	205,910.25	9,830.00	2,024,097,713.47
ข้าวโพดเลี้ยง สัตว์	628,874	421,433	ซัง	กระจุกตัว	0.24		101,143.87	0.60	60,686.32	9,620.00	583,802,430.98
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		775,436.35	0.60	465,261.81	9,830.00	4,573,523,618.18
ลำไย	9,259	4,705	กิ่ง/ก้าน	กระจุกตัว		0.46	4,259.14	0.90	3,833.23	15,690.00	60,143,315.94
			เปลือกและ เมล็ด	กระจายตัว	0.13		611.63	0.80	489.30	15,593.59	7,630,013.52
มันสำปะหลัง	2,012	6,359	เหง้ามัน สำปะหลัง	กระจุกตัว	0.20		1,271.74	0.80	1,017.39	5,490.00	5,585,477.14
			ลำต้นมัน	กระจายตัว	0.28		1,780.43	0.40	712.17	1,490.00	1,061,138.92
ถั่วเหลือง	2,848	656	ยอด ใบ และ ลำต้น	กระจายตัว	1.18		772.26	0.40	308.91	16,230.00	5,013,532.84
ขางพารา	129,067	17,146	คอ รากและ กิ่งก้านไม้ ขางพารา	กระจายตัว		5.00	645,332.50	0.05	32,266.63	6,570.00	211,991,726.25
			ปลายไม้ ขางพารา	กระจายตัว		12.00	1,548,798.00	0.05	77,439.90	6,570.00	508,780,143.00
			ปีกไม้ ขางพารา	กระจุกตัว		12.00	1,548,798.00	0.05	77,439.90	6,570.00	508,780,143.00
			ขี้เลื่อยและ เศษไม้ ขางพารา	กระจุกตัว		3.00	387,199.50	0.05	19,359.98	6,570.00	127,195,035.75

ตารางที่ 6 ตารางการคำนวณค่าสัฏภาพพลังงานจังหวัดพะเยา

พืชเศรษฐกิจหลักประจำ จังหวัดพะเยา			ปริมาณวัสดุเหลือใช้						ศักยภาพพลังงาน		
ประเภท ต้นต่อปี	ผลผลิต ต้นต่อปี	ชนิด	ประเภท ต้นต่อปี	ผลผลิต ต้นต่อปี	ชนิด	ประเภท	ผลผลิต ต้นต่อปี	ชนิด	ประเภท	พลังงาน	Ton of Oil Equivalent (toe)
	ไร่	ต้นต่อปี		ต้น/ตัน	ต้นต่อปี		ต้นต่อปี	MJ/year		ตัน/ปี	
ข้าว	570,418	338,581	แกลบ	กระจุกั่ว	0.21		71,101.92	0.90	63,991.73	13,520.00	865,168,151.72
			ฟางข้าว	กระจายตัว	0.49		165,904.48	0.50	82,952.24	12,330.00	1,022,801,106.39
ข้าวโพดเลี้ยง สัตว์	220,767	147,944	ซัง	กระจุกั่ว	0.24		35,506.66	0.60	21,304.00	9,620.00	204,944,462.08
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		272,217.75	0.60	163,330.65	9,830.00	1,605,540,312.98
ลำไย	41,472	21,074	กิ่ง/ก้าน	กระจุกั่ว	0.24	0.46	19,077.12	0.90	17,169.41	9,620.00	165,169,704.96
			เปลือกและ เมล็ด	กระจายตัว	1.84		38,775.25	0.80	31,020.20	9,830.00	304,928,544.53
มันสำปะหลัง	20,224	63,904	เหง้ามัน สำปะหลัง	กระจุกั่ว	0.20		12,780.84	0.80	10,224.67	5,490.00	56,133,440.20
			ลำต้นมัน	กระจายตัว	0.28		17,893.17	0.40	7,157.27	1,490.00	10,664,331.17
ยางพารา	114,514	15,213	คอ รากและ กิ่งก้านไม้ ยางพารา	กระจายตัว		5.00	572,570.00	0.05	28,628.50	6,570.00	188,089,245.00
			ปลายไม้ ยางพารา	กระจายตัว		12.00	1,374,168.00	0.05	68,708.40	6,570.00	451,414,188.00
			ปีกไม้ ยางพารา	กระจุกั่ว		12.00	1,374,168.00	0.05	68,708.40	6,570.00	451,414,188.00
			เปลือกและ เศษไม้ ยางพารา	กระจุกั่ว		3.00	343,542.00	0.05	17,177.10	6,570.00	112,853,547.00

ตารางที่ 7 ตารางการคำนวณค่าศักยภาพพลังงานจังหวัดแพร่

พืชเศรษฐกิจหลักประจำจังหวัดแพร่			ปริมาณวัสดุเหลือใช้						ศักยภาพพลังงาน		
ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก	ผลผลิต	ชนิด	ประเภท	ชีวมวล/ผลผลิต	ชีวมวล/พื้นที่การเกษตร	สัดส่วนการนำไปใช้ได้	ชีวมวลคงเหลือ	ค่าความร้อน	พลังงาน	Ton of Oil Equivalent (toe)
	ไร่	ตันต่อปี			ตัน/ตัน	ตัน/ไร่		ตันต่อปี			
ข้าว	243,658	144,627	แกลบ	กระจุกั่ว	0.21		30,371.70	0.90	27,334.53	13,520.00	369,562,815.25
			ฟางข้าว	กระจายตัว	0.49		70,867.29	0.50	35,433.65	12,330.00	436,896,868.61
ข้าวโพด	95,388	63,923	ซัง	กระจุกั่ว	0.24		15,341.56	0.00	0.00	9,620.00	0.00
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		117,618.61	0.70	82,333.03	9,830.00	809,333,638.05
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	105,101	70,432	ซัง	กระจุกั่ว	0.24		16,903.73	0.60	10,142.24	9,620.00	97,568,331.81
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		129,595.27	0.60	77,757.16	9,830.00	764,352,880.80
ลำไย	391	199	กิ่ง/ก้าน	กระจุกั่ว		0.46	179.86	0.90	161.87	15,690.00	2,539,803.06
			เปลือกและเมล็ด	กระจายตัว	0.13		25.83	0.80	20.66	15,593.59	322,209.23
มันสำปะหลัง	14,125	44,632	เหง้ามันสำปะหลัง	กระจุกั่ว	0.20		8,926.49	0.80	7,141.19	5,490.00	39,205,144.52
			ลำต้นมัน	กระจายตัว	0.28		12,497.09	0.40	4,998.83	1,490.00	7,448,263.34
ถั่วเหลือง	2,608	666	ลำต้น ใบเปลือก	กระจายตัว	1.18		783.45	0.40	313.38	16,230.00	5,086,173.48
ยางพารา	9,887	1,313	ดอก รากและกิ่งก้านไม้ยางพารา	กระจายตัว		5.00	49,435.00	0.05	2,471.75	6,570.00	16,239,397.50
			ปลายไม้ยางพารา	กระจายตัว		12.00	118,644.00	0.05	5,932.20	6,570.00	38,974,554.00
			ปีกไม้ยางพารา	กระจุกั่ว		12.00	118,644.00	0.05	5,932.20	6,570.00	38,974,554.00
			ขี้เลื่อยและเศษไม้ยางพารา	กระจุกั่ว		3.00	29,661.00	0.05	1,483.05	6,570.00	9,743,638.50

■

ตารางที่ 8 ตารางการคำนวณค่าศักยภาพพลังงานจังหวัดแม่ฮ่องสอน

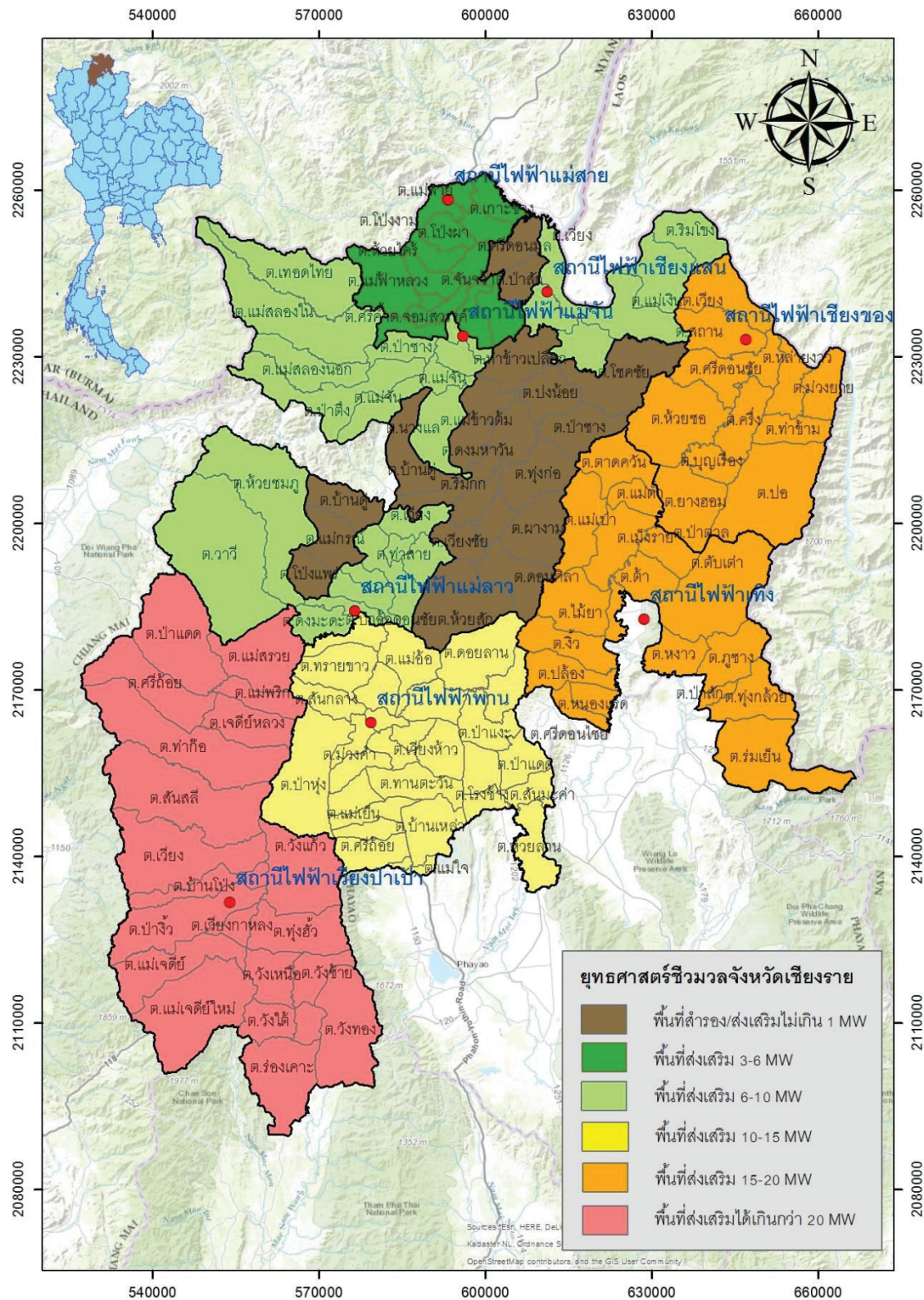
พืชเศรษฐกิจหลักประจำ จังหวัดแม่ฮ่องสอน			ปริมาณวัสดุเหลือใช้						ศักยภาพพลังงาน		
ชนิดพืช	พื้นที่ เพาะปลูก	ผลผลิต	ชนิด	ประเภท	ชีวมวล/ ผลผลิต	ชีวมวล/ พื้นที่ การเกษตร	สัดส่วนการ นำไปใช้ได้	ชีวมวล คงเหลือ	ค่าความร้อน	พลังงาน	Ton of Oil Equivalent (toe)
	ไร่	ตันต่อปี			ตัน/ตัน	ตัน/ไร่		ตันต่อปี			
ข้าว	146,683	87,066	แกลบ	กระจุกตัว	0.21		18,283.87	0.90	16,455.48	13,520.00	222,478,155.56
			ฟางข้าว	กระจายตัว	0.49		42,662.37	0.50	21,331.18	12,330.00	263,013,499.98
ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์	67,152	45,001	ซัง	กระจุกตัว	0.24		10,800.27	0.60	6,480.16	9,620.00	62,339,165.35
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		82,802.08	0.60	49,681.25	9,830.00	488,366,663.03
ลำไย	358	182	กิ่ง/ก้าน	กระจุกตัว		0.46	164.68	0.90	148.21	15,690.00	2,325,446.28
			เปลือกและ เมล็ด	กระจายตัว	0.13		23.65	0.80	18.92	15,593.59	295,015.10
ถั่วเหลือง	19,901	868	ลำต้น ใบ เปลือก	กระจายตัว	1.18		1,021.27	0.40	408.51	19,440.00	7,941,393.86
ยางพารา	66	9	ตอ รากและ กิ่งก้านไม้ ยางพารา	กระจายตัว		5.00	330.00	0.05	16.50	6,570.00	108,405.00
			ปลายไม้ ยางพารา	กระจายตัว		12.00	792.00	0.05	39.60	6,570.00	260,172.00
			ปีกไม้ ยางพารา	กระจุกตัว		12.00	792.00	0.05	39.60	6,570.00	260,172.00
			ชี้น้อยและ เศษไม้ ยางพารา	กระจุกตัว		3.00	198.00	0.05	9.90	6,570.00	65,043.00

ตารางที่ 9 ตารางการคำนวณค่าศักยภาพพลังงานจังหวัดลำปาง

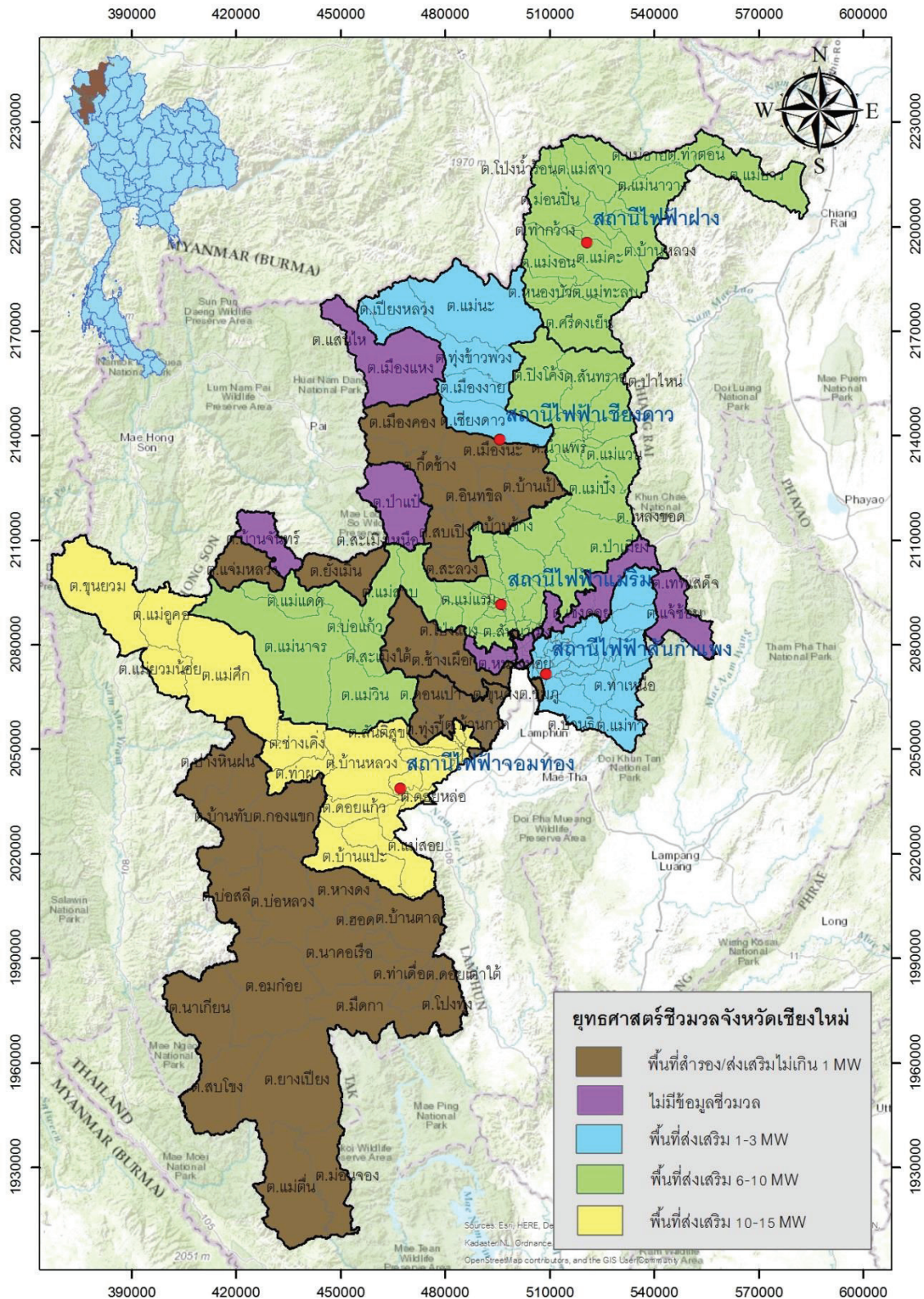
พืชเศรษฐกิจหลักประจำ จังหวัดลำปาง			ปริมาณวัสดุเหลือใช้						ศักยภาพพลังงาน		
ชนิดพืช	พื้นที่ เพาะปลูก	ผลผลิต	ชนิด	ประเภท	ชีวมวล/ ผลผลิต	ชีวมวล/พื้นที่ การเกษตร	สัดส่วนการ นำไปใช้ได้	ชีวมวล คงเหลือ	ค่าความร้อน	พลังงาน	Ton of Oil Equivalent (toe)
	ไร่	ตันต่อปี			ตัน/ตัน	ตัน/ไร่		ตันต่อปี			
ข้าว	263,625	156,479	แกลบ	กระดูกตัว	0.21		32,860.56	0.90	29,574.51	13,520.00	399,847,315.37
			ฟางข้าว	กระจายตัว	0.49		76,674.64	0.50	38,337.32	12,330.00	472,699,180.77
ข้าวโพด	2,431	1,629	ซัง	กระดูกตัว	0.24		390.99	0.00	0.00	9,620.00	0.00
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		2,997.56	0.70	2,098.29	9,830.00	20,626,180.17
ข้าวโพดเลี้ยง สัตว์	155,838	104,433	ซัง	กระดูกตัว	0.24		25,063.92	0.60	15,038.35	9,620.00	144,668,972.64
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		192,156.76	0.60	115,294.05	9,830.00	1,133,340,541.36
ลำไย	2,217	1,127	กิ่ง/ก้าน	กระดูกตัว		0.46	1,019.82	0.90	917.84	15,690.00	14,400,878.22
			เปลือกและ เมล็ด	กระจายตัว	0.13		146.45	0.80	117.16	15,593.59	1,826,951.07
มันสำปะหลัง	22,902	72,366	เหง้ามัน	กระดูกตัว	0.20		14,473.24	0.80	11,578.59	5,490.00	63,566,458.05
			ลำต้นมัน	กระจายตัว	0.28		20,262.53	0.40	8,105.01	1,490.00	12,076,469.17
ถั่วเหลือง	2,083	480	ยอด ใบ และ ลำต้น	กระจายตัว	1.18		564.83	0.40	225.93	16,230.00	3,666,850.04
ยางพารา	1,339	178	คอก รากและ กิ่งก้านไม้ ยางพารา	กระจายตัว		5.00	6,695.00	0.05	334.75	6,570.00	2,199,307.50
			ปลายไม้ ยางพารา	กระจายตัว		12.00	16,068.00	0.05	803.40	6,570.00	5,278,338.00
			ปีกไม้ ยางพารา	กระดูกตัว		12.00	16,068.00	0.05	803.40	6,570.00	5,278,338.00
			ขี้เลื่อยและ เศษไม้ ยางพารา	กระดูกตัว		3.00	4,017.00	0.05	200.85	6,570.00	1,319,584.50

ตารางที่ 10 ตารางการคำนวณค่าศักยภาพพลังงานจังหวัดลำพูน

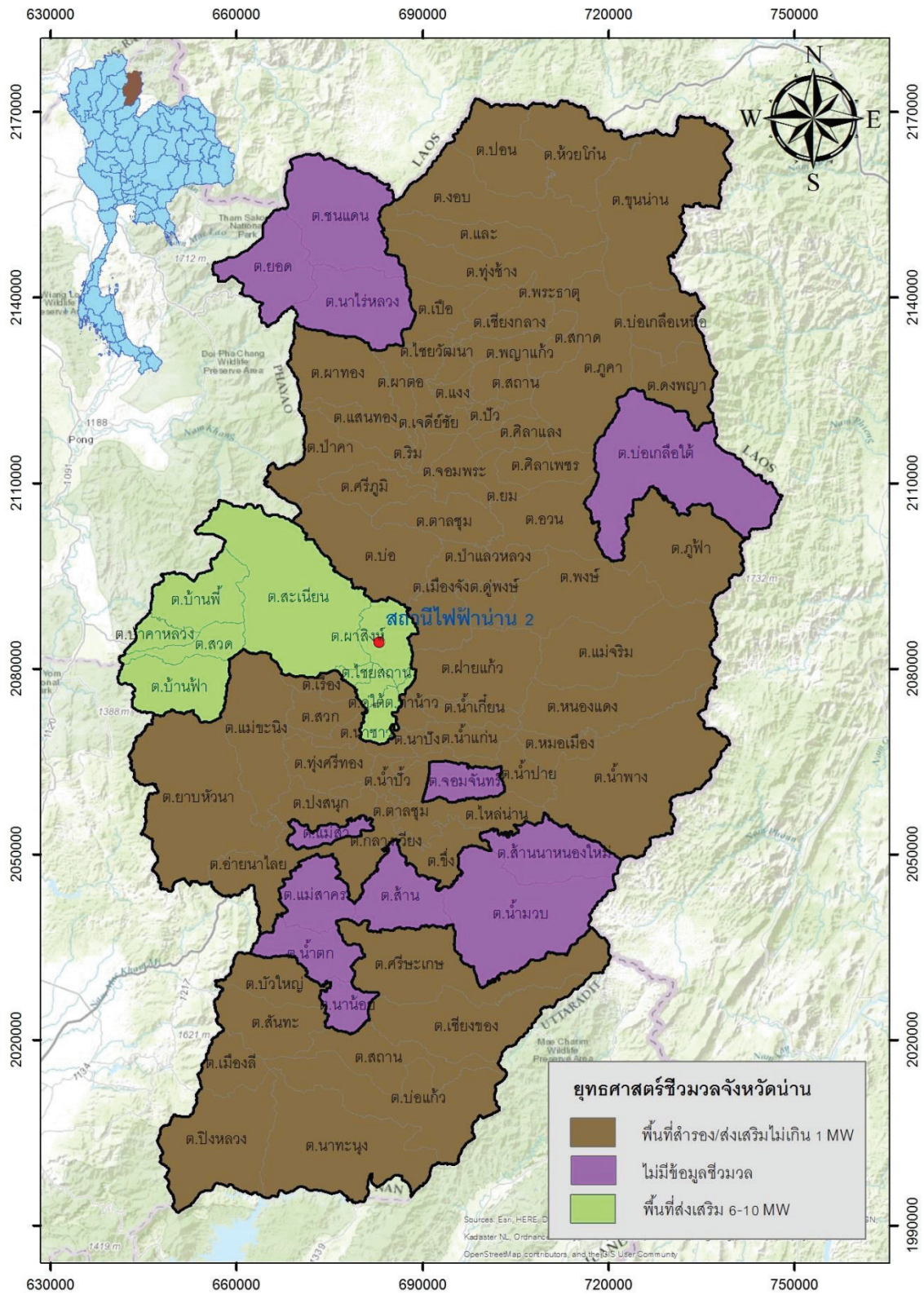
พืชเศรษฐกิจหลักประจำจังหวัดลำพูน			ปริมาณวัสดุเหลือใช้						ศักยภาพพลังงาน		
ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก	ผลผลิต	ชนิด	ประเภท	ชีวมวล/ผลผลิต	ชีวมวล/พื้นที่การเกษตร	สัดส่วนการนำไปใช้ได้	ชีวมวลคงเหลือ	ค่าความร้อน	พลังงาน	Ton of Oil Equivalent (toe)
	ไร่	ตันต่อปี			ตัน/ตัน	ตัน/ไร่		ตันต่อปี			
ข้าว	132,908	78,890	แกลบ	กระจุกตัว	0.21		16,566.83	0.90	14,910.15	13,520.00	201,585,232.78
			ฟางข้าว	กระจายตัว	0.49		38,655.95	0.50	19,327.97	12,330.00	238,313,903.15
ข้าวโพด	150	101	ซัง	กระจุกตัว	0.24		24.12	0.00	0.00	9,620.00	0.00
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		184.96	0.70	129.47	9,830.00	1,272,697.25
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	120,241	80,578	ซัง	กระจุกตัว	0.24		19,338.75	0.60	11,603.25	9,620.00	111,623,236.56
			ลำต้น	กระจายตัว	1.84		148,263.71	0.60	88,958.23	9,830.00	874,459,374.69
ลำไย	230,482	117,117	กิ่ง/ก้าน	กระจุกตัว		0.46	106,021.84	0.90	95,419.65	15,690.00	1,497,134,332.04
			เปลือกและเมล็ด	กระจายตัว	0.13		15,225.19	0.80	12,180.15	15,593.59	189,932,248.02
มันสำปะหลัง	2,564	8,102	เหง้ามัน	กระจุกตัว	0.20		1,620.36	0.80	1,296.28	5,490.00	7,116,601.10
			ลำต้นมัน	กระจายตัว	0.28		2,268.50	0.40	907.40	1,490.00	1,352,024.58



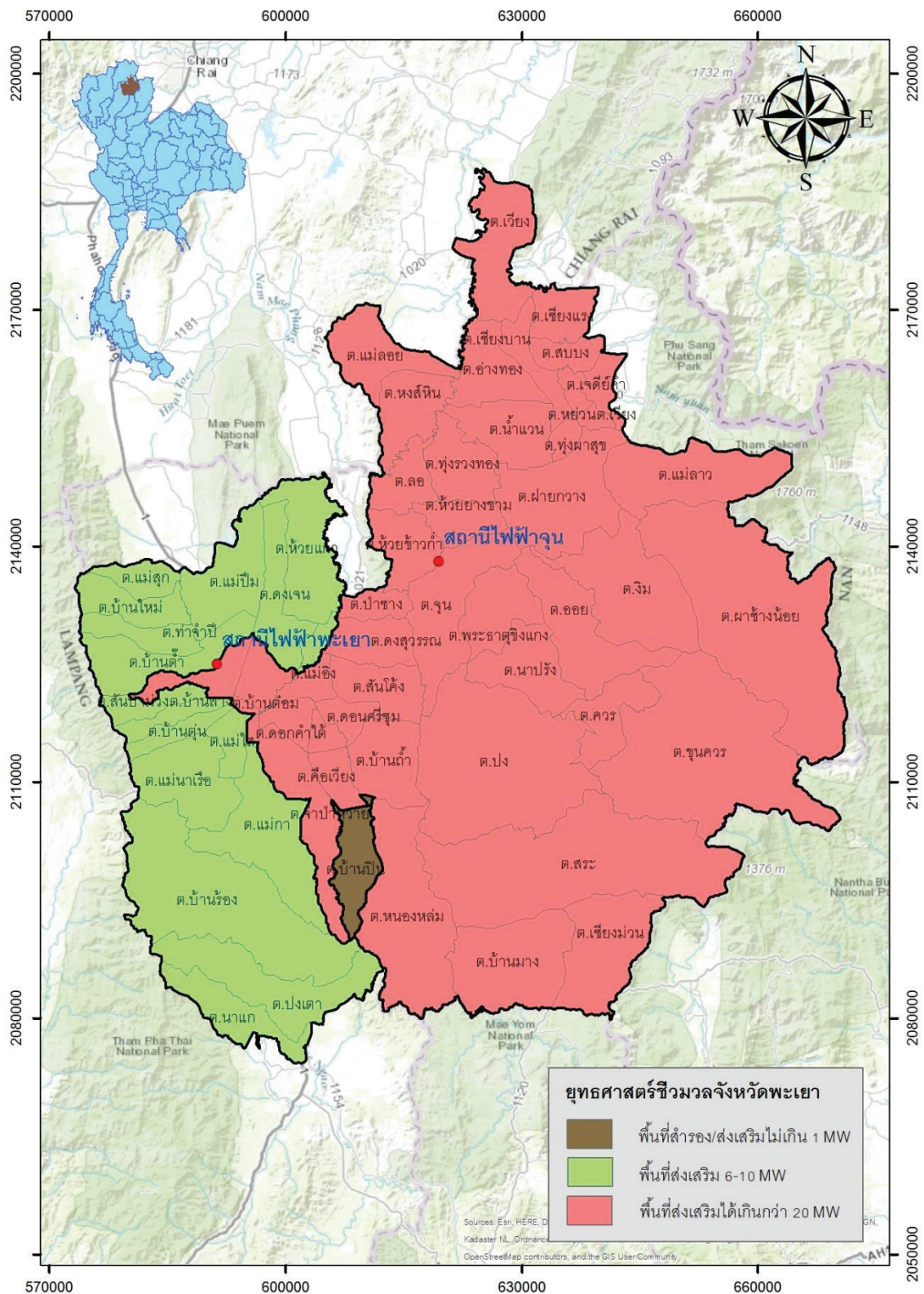
รูปที่ 2 สักภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าของจังหวัดเชียงราย



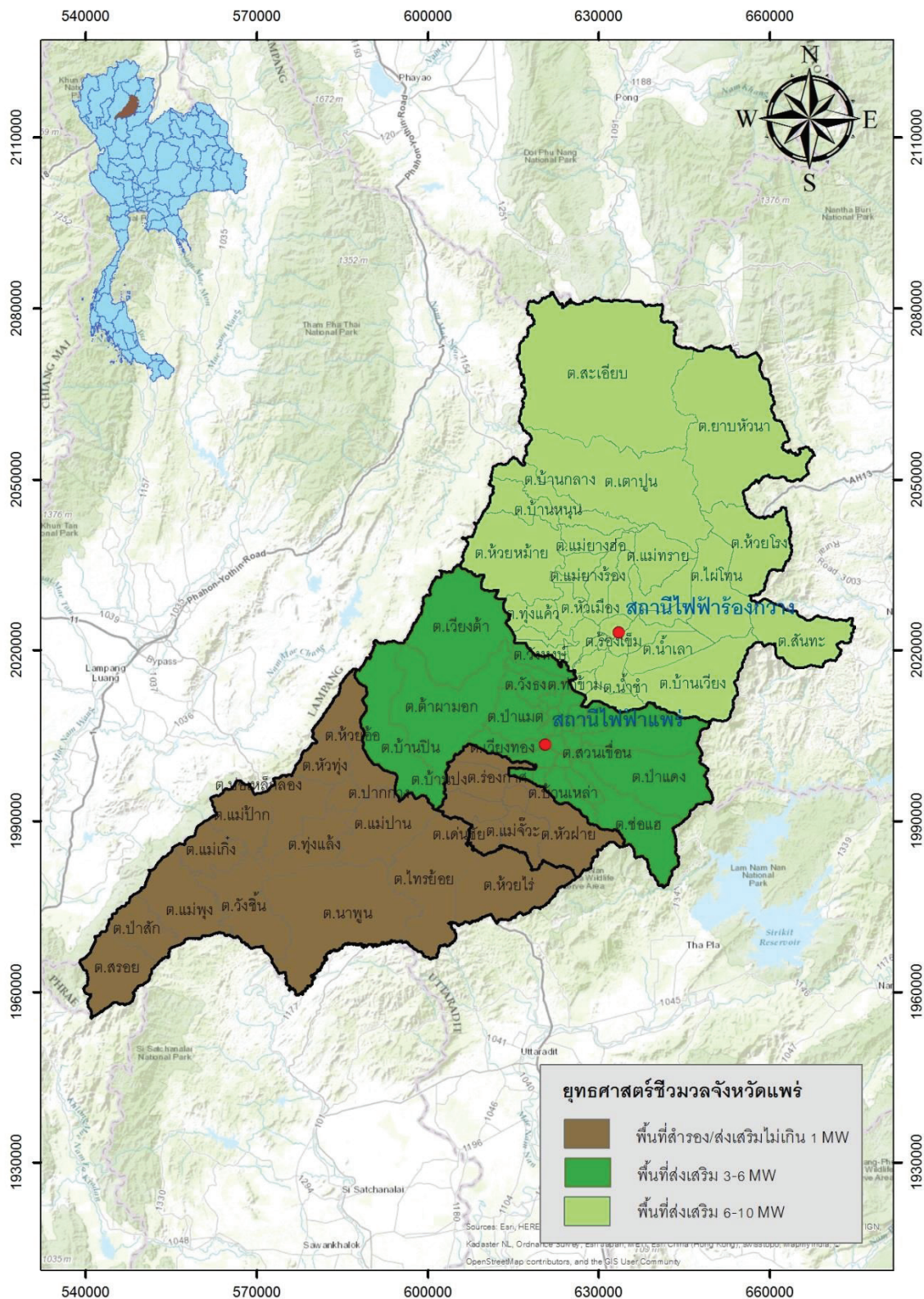
รูปที่ 3 สักภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าของจังหวัดเชียงใหม่



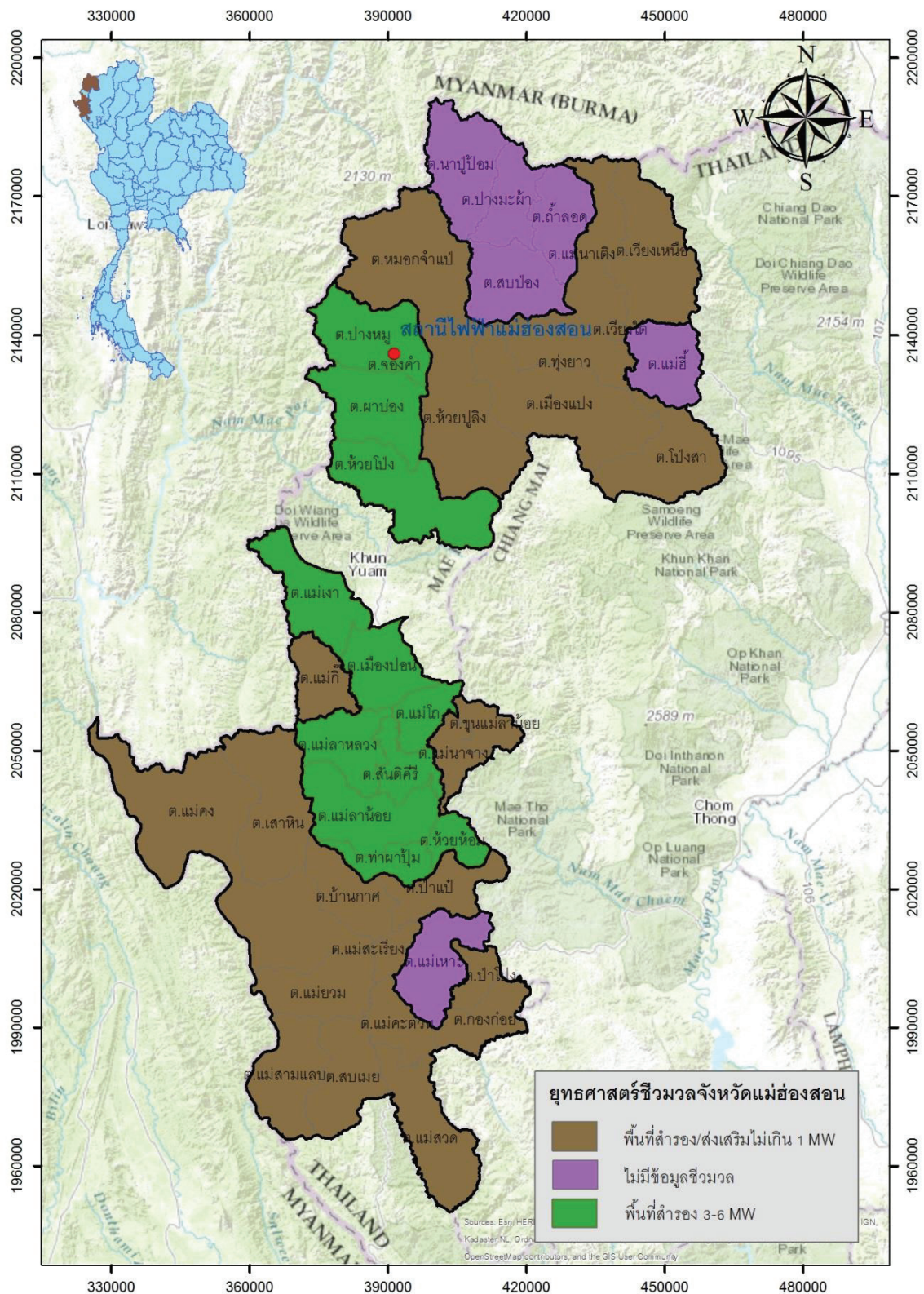
รูปที่ 4 ศักยภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าของจังหวัดน่าน



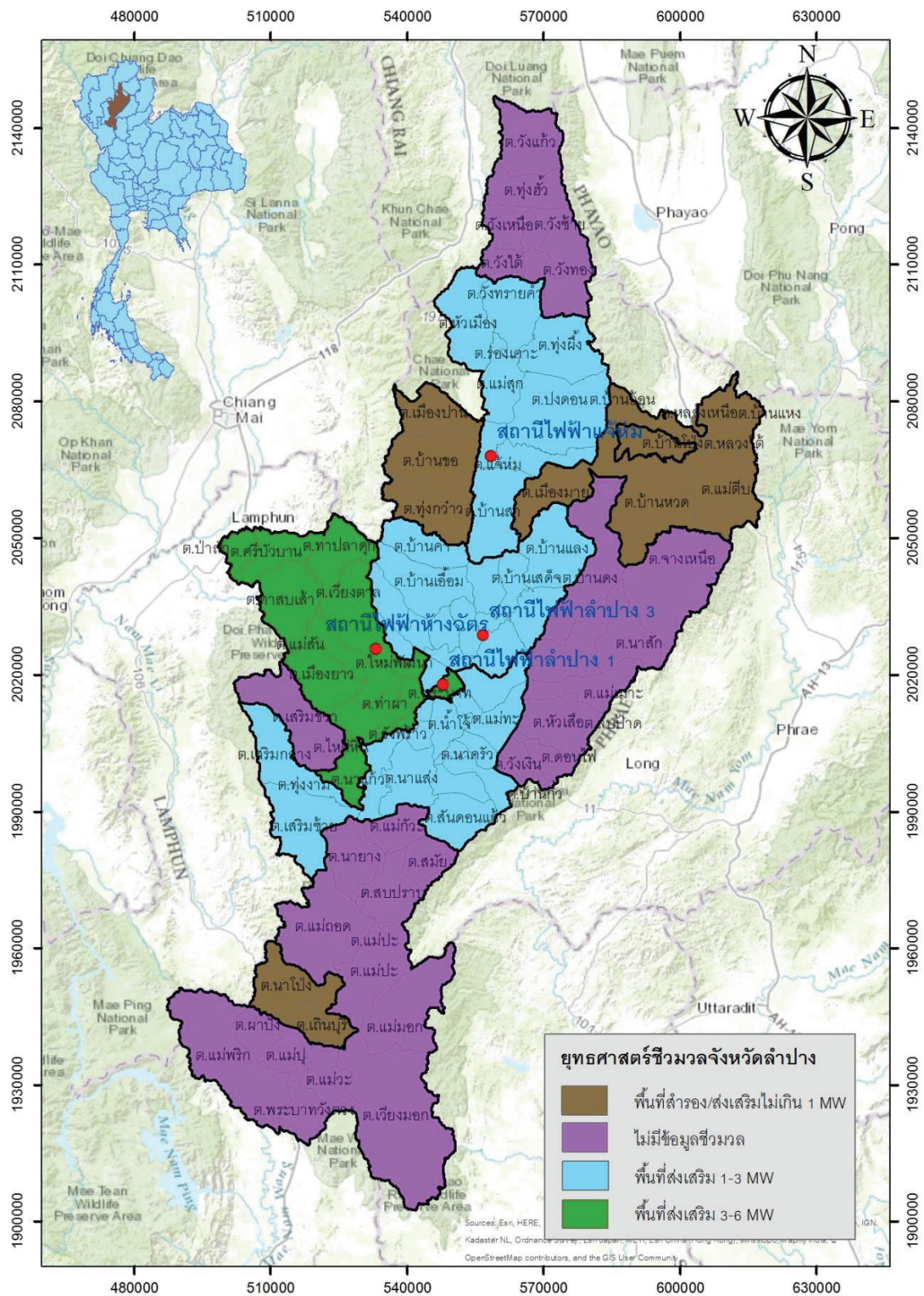
รูปที่ 5 ศักยภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าของจังหวัดพะเยา



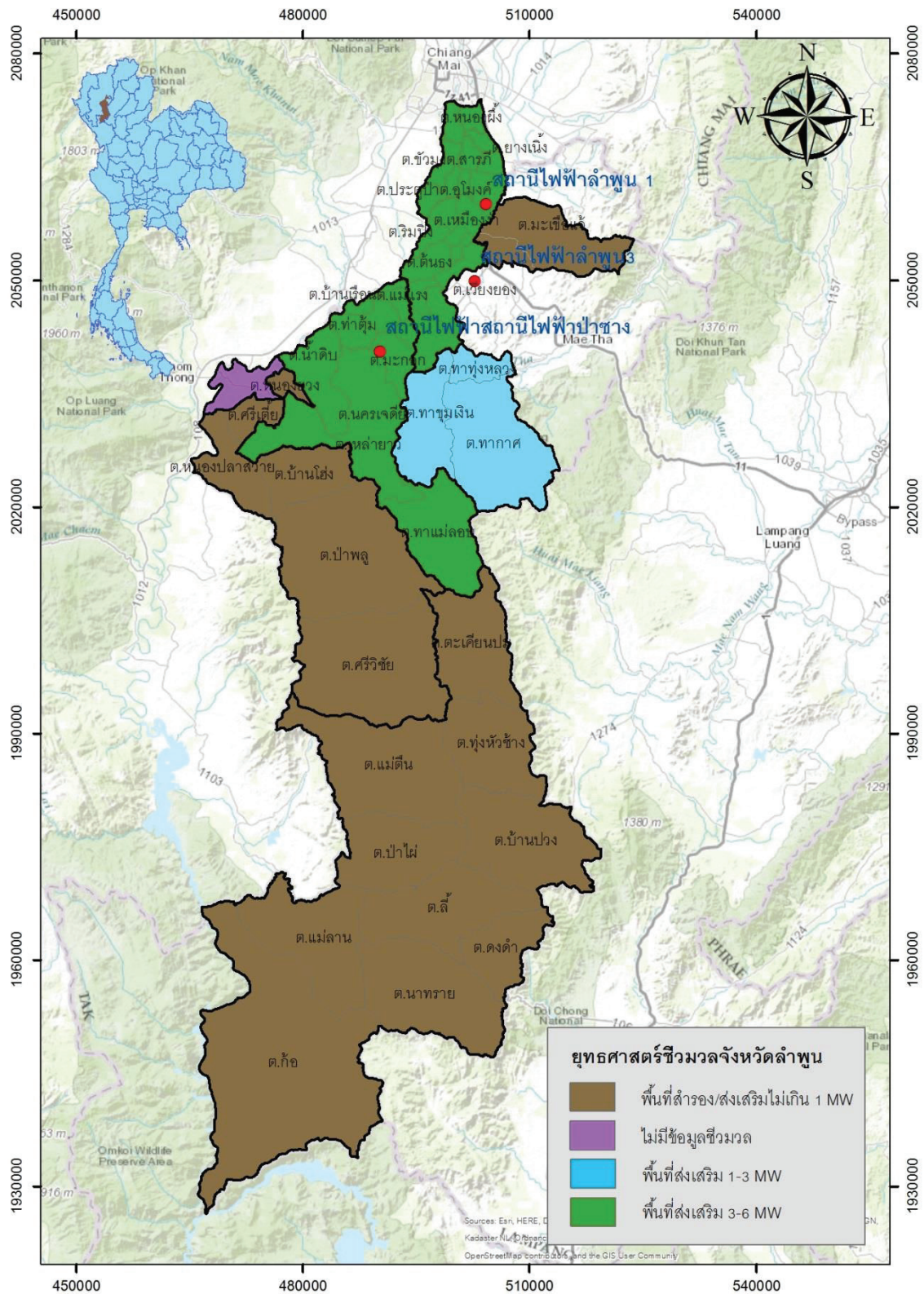
รูปที่ 6 ศักยภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าของจังหวัดแพร่



รูปที่ 7 ศักยภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าของจังหวัดแม่ฮ่องสอน



รูปที่ 8 สักยภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าของจังหวัดลำปาง



รูปที่ 9 สักยภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าของจังหวัดลำพูน

เอกสารอ้างอิง

- [1] ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ISBN 978-616-358-010-8, 2556.
- [2] แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551-2565). กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน.
- [3] พุฒิชัย คิดหาทอง, วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์ และ อัจฉริยา สุริยะวงศ์. การศึกษาศักยภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลสำหรับผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย. *วารสารวิจัยพลังงาน*; 2557; 11(1).
- [4] พลังงานชีวมวล. กลุ่มพลังงานชีวมวล, สำนักวิจัยค้นคว้าพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน.
- [5] การพัฒนาระบบติดตามผลข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ. ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.
- [6] ข้อมูลรายได้อต่อหัวของประชากรไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2538-2554, สำนักงานสถิติแห่งชาติ.
- [7] Bridgwater, A. V., Alcala, A. and Gyftopoulou, M.E. 17-Biomass-based small and micro combined heat and power (CHP) systems: application and status in the United Kingdom, Small and Micro Combined Heat and Power (CHP) Systems: Advanced Design, Performance, Materials and Application. *A volume in Woodhead Publishing Series in Energy*, 2011; 427-458.
- [8] Liu, H. 5-Biomass fuels for small and micro combined heat and power (CHP) systems: resources, conversion and applications, Small and Micro Combined Heat and Power (CHP) Systems: Advanced Design, Performance, Materials and Application. *A volume in Woodhead Publishing Series in Energy*, 2011; 88-122.
- [9] Biomass Combined Heat and Power Catalog of Technologies. U.S. Environmental Protection Agency Combined Heat and Power Partnership, USA, 2007; 30-71.
- [10] รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, 2548.
- [11] คู่มือการพัฒนาและลงทุนเพื่อผลิตพลังงานทดแทนชุดพลังงานชีวมวล. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน.
- [12] สถิติการเกษตรประเทศไทยปี. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558.