

# วิธีการประเมินศักยภาพชีวมวลอย่างง่าย: กรณีศึกษาการประเมินศักยภาพชีวมวลจากไม้ยางพาราสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากใน 3 จังหวัดชายแดนใต้

## A Simple Method of Potential Biomass Feasibility: A Case Study of Potential Rubberwood Biomass Feasibility as Feedstock for a Very Small Biomass Power Plant in the Three Southern Border Provinces

ไชยยะ คงมณี<sup>1</sup> วิชิต จรุงรุ่งโรจน์<sup>2</sup> บัญชา สมบูรณ์สุข<sup>2</sup> ปุรวิชญ์ พิทยาภินันท์<sup>2</sup>  
Chaiya Kongmanee<sup>1</sup>, Vichot Jongrungrat<sup>2</sup>, Buncha Somboonsuke<sup>2</sup>, Purawich Phitthayaphinant<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

<sup>2</sup>หลักสูตรเทคโนโลยีการเกษตรและการพัฒนาชุมชน คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ

<sup>1</sup>Department of Agricultural Economics, Faculty of Economics, Prince of Songkla University

<sup>2</sup>Program in Agricultural Technology and Community Development, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University

E-mail: chaiya.k@psu.ac.th

### บทคัดย่อ

สามจังหวัดชายแดนใต้เป็นพื้นที่หนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตชีวมวลจากไม้ยางพาราเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เสนอวิธีการอย่างง่ายสำหรับประเมินศักยภาพปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพารา (2) ศึกษาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพารา และ (3) ศึกษาแนวทางการจัดหาชีวมวลจากไม้ยางพาราสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยข้อมูลทุติยภูมิแบบอนุกรมเวลารายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ถึง ปี พ.ศ. 2557 และข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลหลัก ซึ่งใช้การเลือกแบบเจาะจง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา การวิเคราะห์เชิงปริมาณ และการวิเคราะห์เนื้อหาที่ปรากฏ ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2558 ถึง ปี พ.ศ. 2572 จังหวัดยะลา นราธิวาส และปัตตานีมีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราเฉลี่ยที่พยากรณ์ได้ระหว่าง 46,192 ถึง 48,820, 43,969 ถึง 47,118 และ 14,838 ถึง 18,351 ตันชีวมวลต่อเดือน ตามลำดับ ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการใช้ชีวมวลจากไม้ยางพาราของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพารา ได้แก่ ราคาไม้ยางพารา ราคายางพารา อายุสวนยางพาราและปริมาณผลผลิตน้ำยาง การแข่งขันระหว่างผู้ใช้ชีวมวลจากไม้ยางพารา และนโยบายรัฐที่เกี่ยวข้อง การจัดหาชีวมวลจากไม้ยางพาราสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากมี 4 ทางเลือก คือ (1) การรับซื้อจากเกษตรกรชาวสวนยาง/กลุ่มเกษตรกรชาวสวนยาง (2) การรับซื้อจากโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา (3) การรับซื้อจากลานรับซื้อไม้ยางพาราของเอกชน และ (4) การรับซื้อจากพ่อค้าคนกลาง

**คำสำคัญ:** ชีวมวล ไม้ยางพารา โรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก วิธีการประเมินชีวมวล สามจังหวัดชายแดนใต้

### Abstract

The three southern border provinces have a potential in rubberwood biomass production to supply a very small biomass power plant. The objectives of this study included (1) to propose a simple method of potential rubberwood biomass feasibility, (2) to find out key factors affecting variation in amount of rubberwood biomass, and (3) to describe supply of rubberwood biomass for a very small biomass power plant. Data used were annual time-series data during 1999 to 2014 and in-depth interview data from key informants. These key informants were selected by the purposive selection technique. The derived data were analyzed using appropriate descriptive statistics, quantitative analysis and manifest content analysis. The



results showed that the amount of remaining rubberwood biomass in Yala, Narathiwat and Pattani provinces ensured that there were enough affordable feedstock to meet demand for rubberwood biomass of a very small biomass power plant. They were forecasted to range between 46,192 to 48,820, 43,969 to 47,118, and 14,838 to 18,351 tons per month, respectively. The key factors affecting variation in amount of rubberwood biomass were farm prices of rubberwood, farm prices of para-rubber, age of para-rubber plantations and rubber latex production, competitions of players in the utilization of rubberwood biomass, and related government policies. The supplies of rubberwood biomass for a very small biomass power plant could be classified into 4 options. They were: (1) para-rubber farmers as well as their groups, (2) rubberwood sawn timber factories, (3) private rubberwood collection centers, and (4) middlemen.

**Keywords:** biomass, rubberwood, very small biomass power plant, method of a biomass feasibility, three southern border provinces

**Paper type:** Research

## 1. บทนำ

ชีวมวลจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าให้ความสนใจและมีความเป็นไปได้ที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าแทนฟอสซิลที่มีราคาผันผวนและมีแนวโน้มต้นทุนการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ชีวมวลจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีศักยภาพเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น เศษไม้ยางพารา ทะลาย/กะลาปาล์ม น้ำมัน กาบ/กะลามะพร้าว แกลบ ฟางข้าว กากอ้อย ชังข้าวโพด เหวง้ามันสำปะหลัง (ซูลีรัตน์ คงเรือง และคณะ, 2554) การนำชีวมวลดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ช่วยลดปริมาณนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลจากต่างประเทศ กระจายความเสี่ยงแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้า และลดภาระการลงทุนในระบบการผลิตและการจำหน่ายไฟฟ้าของรัฐบาล รวมทั้งเป็นการสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรและชุมชน อีกทั้งยังช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (พิศาล บุญเยี่ยมศรี, 2553) นับได้ว่าพลังงานชีวมวลเป็นพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าฟอสซิล (Gujba, Mulugetta & Azapagic, 2010)

รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนาพลังงานชีวมวลอย่างจริงจัง ส่งผลให้ปริมาณการใช้ชีวมวลเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มาตรการที่สำคัญคือการให้ส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานไฟฟ้าชีวมวล โดยเฉพาะโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก ซึ่งการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2552) ได้กำหนดอัตราส่วนเพิ่ม 0.50 และ 0.30 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมงแก่ผู้ผลิตไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เมกะวัตต์ และผู้ผลิตไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตมากกว่า 1 เมกะวัตต์ ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 7 ปี นับจากวันที่เริ่มต้นซื้อขายไฟฟ้า ทั้งนี้หากที่ตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลอยู่ใน 3 จังหวัดชายแดนใต้ (นราธิวาส ปัตตานี และยะลา) จะได้รับส่วนเพิ่มพิเศษอีก 1 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง เป็น 1.50 และ 1.30 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมงสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เมกะวัตต์ และผู้ผลิตไฟฟ้า

ที่มีกำลังการผลิตมากกว่า 1 เมกะวัตต์ ตามลำดับ ส่งผลทำให้จำนวนโรงไฟฟ้าชีวมวลในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ณัฐสิริ ลักษณะอารีย์ (2555) ได้รายงานว่าการใช้ทางปาล์ม เศษไม้ยางพารา และกะลามะพร้าวเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีความคุ้มค่าในการลงทุน ศักยภาพของอุปทานชีวมวลและต้นทุนชีวมวลเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจของผู้ประกอบการในการเลือกที่ตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล (ณัฐสิริ ลักษณะอารีย์, 2555; วราฤทธิ์ ชำนิจ, 2555) ดังนั้นผู้ประกอบการโรงงานไฟฟ้าชีวมวลจะต้องมีการศึกษาศักยภาพชีวมวลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้า โดยพิจารณาถึงความเพียงพอของปริมาณชีวมวลชนิดนั้นต่อการใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี การจัดหาชีวมวล และต้นทุนชีวมวลในพื้นที่ที่ตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจลงทุน

ภาคใต้เป็นภูมิภาคที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้ามากเป็นอันดับ 2 รองจากภาคกลาง (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2558) และเป็นแหล่งปลูกยางพาราที่สำคัญของประเทศ โดยมีพื้นที่ปลูกยางพารามากกว่าร้อยละ 60 ของพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งประเทศ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2559) ดังนั้นแหล่งชีวมวลที่มีศักยภาพและสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลในภาคใต้ได้คือ ชีวมวลจากไม้ยางพารา ซึ่งศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล (2549) ได้รายงานว่ามียางพารามีความเหมาะสมในการใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมีค่าความร้อนสูง 10,365 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และค่าความร้อนต่ำ 8,600 กิโลจูลต่อกิโลกรัม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) ได้รายงานว่า ภาคใต้มีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพารา (1,079,280 ตัน) มากเป็นอันดับที่ 2 รองจากชีวมวลจากปาล์ม น้ำมัน (3,963,790 ตัน) โดยปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราในแต่ละจังหวัดแปรผันตามจำนวนพื้นที่ปลูกยางพาราในจังหวัดนั้น อย่างไรก็ตามสุธีระ ประเสริฐสรรพ (2545) ได้กล่าวว่า การใช้ประโยชน์ชีวมวลจากไม้ยางพารายังคงจำกัดเพียงแค่อุตสาหกรรมในท้องถิ่น เช่น การเผาอิฐ การเผาปูนขาว ซึ่งโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ใช้

ชีวมวลจากไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง จะต้องมีสวนยางพาราล้อมรอบในรัศมี 25 ถึง 35 กิโลเมตร เพื่อความมั่นคงด้านวัตถุดิบ แต่กระนั้นการผลิตชีวมวลจากไม้ยางพารายังต้องเผชิญกับความเสี่ยงทั้งด้านปริมาณและด้านราคา เนื่องจากมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้การจัดหาชีวมวลจากไม้ยางพาราไม่เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ และอาจเกิดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบได้

ปัจจุบันมีงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินศักยภาพปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราอย่างจำกัด และผลผลิตงานวิจัยในแต่ละชั้นก็มีความแตกต่างกัน อันมีสาเหตุมาจากความแตกต่างกันในหลายประการ เช่น ประเภทชีวมวลที่ทำการศึกษา แหล่งข้อมูลที่ใช้อ้างอิง วิธีและหน่วยที่ใช้ในการประเมิน และพื้นที่วิจัย (สวาทรี การ์เวทย์, 2553) ซึ่งอาจมีผลให้การคาดการณ์ศักยภาพชีวมวลจากไม้ยางพาราไม่สอดคล้องกับความต้องการข้อมูลประกอบการตัดสินใจลงทุนของผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวล ตลอดจนไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้กำหนดนโยบายที่เหมาะสมได้ การศึกษานี้จึงมีจุดมุ่งหมายหลักที่จะวางกรอบการประเมินศักยภาพชีวมวลจากไม้ยางพาราอย่างง่าย เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจลงทุนของผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก (กำลังการผลิตไฟฟ้าน้อยกว่า 10 เมกะวัตต์) โดยใช้ 3 จังหวัดชายแดนใต้ประกอบด้วยจังหวัดนราธิวาส ปัตตานี และยะลาเป็นพื้นที่ศึกษา

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้มี 3 ประการ คือ ประการแรก เพื่อเสนอวิธีการอย่างง่ายสำหรับประเมินศักยภาพปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพารา ประการที่ 2 เพื่อศึกษาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพารา และประการสุดท้าย เพื่อศึกษาแนวทางการจัดหาชีวมวลจากไม้ยางพาราสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก ผลการศึกษาที่ได้คาดว่าจะผู้ประกอบการที่สนใจสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากในพื้นที่ศึกษา รวมถึงหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้กำหนดนโยบายพลังงานทดแทนจากชีวมวลที่เหมาะสมต่อไป

## 2. การทบทวนวรรณกรรม

สวาทรี การ์เวทย์ (2553) และ บุษบา พุกษาพันธุ์รัตน์ และคณะ (2555) ได้กล่าวถึงวิธีการประเมินปริมาณชีวมวลจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่สามารถนำไปใช้ผลิตพลังงานได้ โดยเริ่มจากการนำปริมาณผลผลิตทางการเกษตรคูณกับอัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต (Residue to Product Ratio หรือ RPR) เพื่อหาปริมาณชีวมวลทั้งหมดที่เกิดขึ้น ซึ่งอัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิตของไม้ยางพาราในรูปของปีกไม้ ปลายไม้ รากไม้ และซี้เลื่อยมีค่าเท่ากับ 0.12, 0.12, 0.05 และ 0.03 ตามลำดับ หลังจากนั้นจะนำปริมาณชีวมวลทั้งหมดที่เกิดขึ้นคูณกับอัตราส่วนชีวมวลที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ (Surplus Availability Factor หรือ SAF) เพื่อหาปริมาณชีวมวลคงเหลือจากการใช้ประโยชน์ ซึ่ง

อัตราส่วนชีวมวลที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ของเศษไม้ยางพาราและซี้เลื่อยมีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.80 ตามลำดับ

ณัฐฐิติริ ลักษณะอารีย์ (2555) ได้ทำการประเมินปริมาณเศษไม้ยางพาราในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์แนวโน้มผลผลิตยางพาราจากข้อมูลนุกรมเวลารายปีของพื้นที่ปลูกยางพาราและผลผลิตยางพาราย้อนหลัง 15 ปี (พ.ศ. 2540 ถึง พ.ศ. 2554) ด้วยการใช้การถดถอยอย่างง่าย (simple regression) ตามวิธีการกำลังสองน้อยที่สุดแบบธรรมดา (Ordinary Least Squares หรือ OLS) หลังจากนั้นจะนำผลวิเคราะห์แนวโน้มผลผลิตยางพาราในแต่ละปีคูณกับอัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต ซึ่งกำหนดให้ปริมาณเศษไม้ยางพาราจากการตัดแต่งกิ่งและเศษไม้ที่เหลือทิ้งจากการทำเฟอร์นิเจอร์คิดเป็นร้อยละ 25 ของปริมาณผลผลิตยางพาราทั้งหมด

Ratnasingam et al. (2012 และ 2015) ได้ทำการประเมินปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราในประเทศมาเลเซีย โดยเริ่มจากการนำพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมดของประเทศคูณกับอัตราการตัดโค่นยางพาราร้อยละ 3 ต่อปี เพื่อหาพื้นที่ตัดโค่นยางพาราทั้งหมดของประเทศ หลังจากนั้นจะนำพื้นที่ตัดโค่นยางพาราทั้งหมดของประเทศคูณกับค่าเฉลี่ยปริมาณไม้ยางพาราต่อพื้นที่ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 180 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ เพื่อหาปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้น จำแนกเป็น (1) ร้อยละ 40 ของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้น เป็นปริมาณไม้ยางพาราที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งในจำนวนนี้จะถูกนำไปทำไม้แปรรูปเพียงแค่อ้อยละ 30 ของปริมาณไม้ยางพาราที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 70 จะถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง และ (2) ร้อยละ 60 ของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้น เป็นปริมาณเศษวัสดุเหลือใช้จากไม้ยางพาราของโรงงานอุตสาหกรรม

## 3. วิธีศึกษา

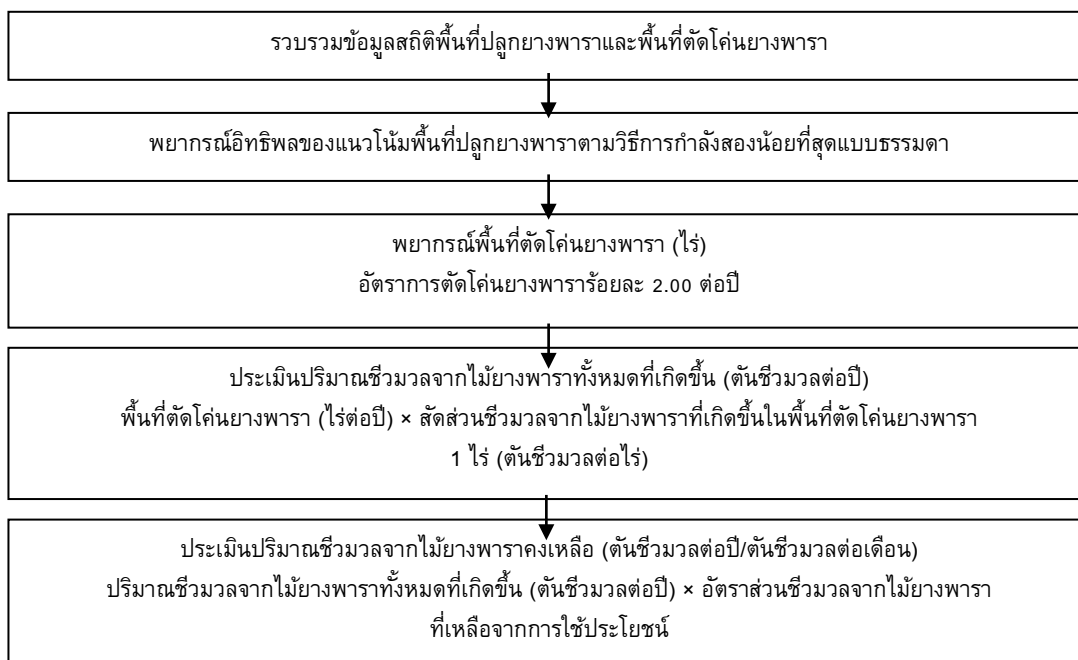
ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย (1) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยเป็นข้อมูลนุกรมเวลารายปีของพื้นที่ปลูกยางพาราและพื้นที่ตัดโค่นยางพาราในจังหวัดยะลา นราธิวาส และปัตตานี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ถึง ปี พ.ศ. 2557 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 16 ปี ซึ่งรวบรวมจากการยางแห่งประเทศไทยในส่วนของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สกย.) เดิมของจังหวัดยะลา นราธิวาส และปัตตานี และศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เพื่อใช้ตอบวัตถุประสงค์ประการแรก และ (2) ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลหลัก (key informants) เพื่อใช้ตอบวัตถุประสงค์ประการที่ 2 และประการสุดท้าย การเลือกผู้ให้ข้อมูลหลักใช้การเลือกแบบเจาะจงโดยมีเกณฑ์ในการเลือก คือ เป็นผู้ที่มีความรู้และความเข้าใจในเรื่องชีวมวลจากไม้ยางพาราในพื้นที่ศึกษาเป็นอย่างดี ประกอบด้วย (2.1) เกษตรกรชาวสวนยางที่ขายหรือเคยขายชีวมวลจากไม้ยางพาราในจังหวัดยะลา นราธิวาส และปัตตานี จังหวัด

ละ 5 ราย รวม 15 ราย (2.2) เจ้าหน้าที่ของการยางแห่งประเทศไทยในส่วนของสภย. เดิมที่เกี่ยวข้องกับนโยบายการปลูกยางพาราและการตัดโค่นต้นยางพาราในจังหวัดยะลา นราธิวาส และปัตตานี จังหวัดละ 2 ราย รวม 6 ราย และ (2.3) ผู้ประกอบการโรงงานที่ใช้ชีวมวลจากไม้ยางพาราในจังหวัดยะลา นราธิวาส และปัตตานี จำนวน 10 ราย ได้แก่ ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากจำนวน 1 ราย ผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราจำนวน 5 ราย ผู้ประกอบการโรงงานผลิตยางแผ่นรมควันจำนวน 2 ราย ผู้ประกอบการโรงงานปลาป่นจำนวน 2 ราย การวิเคราะห์ข้อมูลใช้คำร้อยละ ค่ามัธยฐานเลขคณิต การวิเคราะห์เชิงปริมาณและการวิเคราะห์เนื้อหาที่ปรากฏจากการสัมภาษณ์เชิงลึกและบันทึกการสัมภาษณ์แล้วนำมาสรุป ซึ่งมีการตรวจสอบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล ด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล และด้านผู้วิจัย

#### 4. ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

##### 4.1 วิธีการอย่างง่ายสำหรับประเมินศักยภาพปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราในพื้นที่ศึกษา

ในการประเมินปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพารามีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นไว้ 2 ประการ คือ (1) ข้อมูลที่มีความเบี่ยงเบนอย่างผิดปกติจะถูกตัดออกจากการพยากรณ์ และ (2) ปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราในอนาคตมีความสัมพันธ์กับอิทธิพลของแนวโน้มพื้นที่ปลูกยางพารา พื้นที่ตัดโค่นยางพารา และปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้นในอดีต โดยมีขั้นตอนการประเมินดังภาพที่ 1 และรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 วิธีการอย่างง่ายสำหรับประเมินศักยภาพปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพารา

4.1.1 การประเมินศักยภาพปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้น (ปีกไม้ กิ่งก้านไม้ ชี้เลื้อย และรากไม้) ในพื้นที่ศึกษา โดยทั่วไปการประเมินศักยภาพปริมาณชีวมวลในอนาคตจะใช้การประมาณจากค่าผลผลิตที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน แต่วิธีการดังกล่าวมีความคลาดเคลื่อนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าจริง เนื่องจากการอ้างอิงข้อมูลในอดีตน้อยเกินไป (บุษบา พฤษภาพันธุ์รัตน์ และคณะ, 2555) ดังนั้นการประเมินในครั้งนี้จึงใช้การพยากรณ์อิทธิพลของแนวโน้มตามวิธีการกำลังสองน้อยที่สุดแบบธรรมดา เพื่อให้สมการแนวโน้มที่ประมาณการได้มีค่าประมาณการสัมพันธ์ของตัวแปรตามคุณสมบัติไม้เอนเอียงเชิงเส้นที่ดีที่สุด (Best Linear Unbiased Estimator หรือ BLUE) และทำการประเมินค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Root Mean Squared Error หรือ RMSE) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error หรือ MAE) ค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error หรือ MAPE) และค่า U หรือค่าสัมประสิทธิ์ความไม่เท่าเทียมกัน (Theil's Inequality Coefficient) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

4.1.1.1 ผลพยากรณ์อิทธิพลของแนวโน้มพื้นที่ปลูกยางพาราในพื้นที่ศึกษา กำหนดความสัมพันธ์ในรูปฟังก์ชัน คือ  $Y = f(t)$  โดยที่ Y หมายถึง พื้นที่ปลูกยางพาราในพื้นที่ศึกษา (ไร่) และ t หมายถึง ระยะเวลา (ปี) ผลวิเคราะห์พบว่า สมการแนวโน้มแบบเชิงเส้นสามารถอธิบายตัวแปรที่กำหนดได้ดีกว่าสมการในรูปแบบอื่น และพื้นที่ปลูกยางพาราของทั้ง 3 จังหวัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลพยากรณ์อิทธิพลของแนวโน้มพื้นที่ปลูกยางพาราในพื้นที่ศึกษา

จังหวัด	Y = a + bt			RMSE (ไร่)	MAE (ไร่)	MAPE (ร้อยละ)	U
	a	b	R <sup>2</sup>				
นราธิวาส	938,847.40	5,230.55	0.55	21,967.96	18,481.08	1.92	0.01
ปัตตานี	251,693.60	5,835.79	0.81	13,054.66	10,444.30	3.40	0.02
ยะลา	1,003,373.00	4,366.24	0.68	13,753.12	11,394.26	1.09	0.01

ในช่วงปี พ.ศ. 2558 ถึง ปี พ.ศ. 2572 พื้นที่ศึกษามีพื้นที่ปลูกยางพาราที่พยากรณ์ได้ระหว่าง 2,437,463 ถึง 2,653,519 ไร่ หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.61 ต่อปี (ตารางที่ 2) ยะลาเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 43.24 ของพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา ระหว่าง 1,069,859 ถึง 1,130,986 ไร่ หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.40 ต่อปี รองลงมาคือ

จังหวัดนราธิวาสมีพื้นที่ปลูกยางพารา เฉลี่ยร้อยละ 41.61 ของพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา ระหว่าง 1,022,537 ถึง 1,095,765 ไร่ หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.50 ต่อปี ในขณะที่จังหวัดปัตตานีมีพื้นที่ปลูกยางพาราน้อยที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 15.15 ของพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา ระหว่าง 345,067 ถึง 426,768 ไร่ หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.53 ต่อปี

ตารางที่ 2 ผลพยากรณ์พื้นที่ปลูกยางพาราและพื้นที่ตัดโค่นยางพาราในพื้นที่ศึกษา

หน่วย: ไร่

ปี	จังหวัดนราธิวาส (1)		จังหวัดปัตตานี (2)		จังหวัดยะลา (3)		รวม (1+2+3)	
	พื้นที่ปลูก	พื้นที่ตัดโค่น	พื้นที่ปลูก	พื้นที่ตัดโค่น	พื้นที่ปลูก	พื้นที่ตัดโค่น	พื้นที่ปลูก	พื้นที่ตัดโค่น
2558	1,022,537	20,451	345,067	6,901	1,069,859	18,664	2,437,463	46,016
2559	1,027,767	20,555	350,903	7,018	1,074,225	21,485	2,452,895	49,058
2560	1,032,998	20,660	356,738	7,135	1,078,592	21,572	2,468,328	49,367
2561	1,038,228	20,765	362,574	7,251	1,082,958	21,659	2,483,760	49,675
2562	1,043,459	20,869	368,410	7,368	1,087,324	21,746	2,499,193	49,983
2563	1,048,690	20,974	374,246	7,485	1,091,690	21,834	2,514,626	50,293
2564	1,053,920	21,078	380,082	7,602	1,096,056	21,921	2,530,058	50,601
2565	1,059,151	21,183	385,917	7,718	1,100,423	22,008	2,545,491	50,909
2566	1,064,381	21,288	391,753	7,835	1,104,789	22,096	2,560,923	51,219
2567	1,069,612	21,392	397,589	7,952	1,109,155	22,183	2,576,356	51,527
2568	1,074,843	21,497	403,425	8,068	1,113,521	22,270	2,591,789	51,835
2569	1,080,073	21,601	409,261	8,185	1,117,887	22,358	2,607,221	52,144
2570	1,085,304	21,706	415,096	8,302	1,122,254	22,445	2,622,654	52,453
2571	1,090,534	21,811	420,932	8,419	1,126,620	22,532	2,638,086	52,762
2572	1,095,765	21,915	426,768	8,535	1,130,986	22,620	2,653,519	53,070

4.1.1.2 ผลพยากรณ์พื้นที่ตัดโค่นยางพาราโดยกำหนดอัตราการตัดโค่นยางพาราไว้ร้อยละ 2.00 ต่อปี ซึ่งค่าประมาณการได้จากอัตราการตัดโค่นยางพาราเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2542 ถึง ปี พ.ศ. 2557 ที่พบว่า จังหวัดนราธิวาสและปัตตานีมีอัตราการตัดโค่นยางพาราเท่ากัน คือเฉลี่ยร้อยละ 1.49 ต่อปี ในขณะที่จังหวัดยะลามีอัตราการตัดโค่นยางพาราเฉลี่ยร้อยละ 1.70 ต่อปี กอปรกับผลการสัมภาษณ์เชิงลึกพบว่า การยางแห่งประเทศไทยได้กำหนดพื้นที่ตัดโค่นยางพาราของทั้งประเทศไว้ 400,000 ไร่ต่อปี หรือประมาณร้อยละ 2 ของพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งประเทศ และจากข้อมูลสถิติเห็นได้ว่า พื้นที่ตัดโค่นยางพาราในพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากแนวโน้มราคายางพาราที่ตกต่ำยังคงดำเนินอยู่ต่อไปในระยะปานกลาง และพื้นที่ปลูกยางพาราที่มีอายุมากกว่า 25 ปี มีสัดส่วนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ได้กำหนดสมมติฐานไว้ว่า การตัดโค่นต้นยางพาราเพื่อปลูกทดแทนมีการดำเนินการตามแผนของหน่วยงานภาครัฐที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก และต้นยางพาราที่ตัดโค่นมีอายุมากกว่า 25 ปี และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมากกว่า 10 เซนติเมตร ส่งผลให้สัดส่วนของพื้นที่ตัดโค่นยางพาราต่อพื้นที่ปลูกยางพารามีค่าคงที่

ในช่วงปี พ.ศ. 2558 ถึง ปี พ.ศ. 2572 พื้นที่ศึกษามีพื้นที่ตัดโค่นยางพาราที่พยากรณ์ได้ระหว่าง 46,016 ถึง 53,070 ไร่ หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.04 ต่อปี ยะลาเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ตัดโค่นยางพารามากที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 43.02 ของพื้นที่

ตัดโค่นยางพาราทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา ระหว่าง 18,664 ถึง 22,620 ไร่ หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.45 ต่อปี รองลงมาคือ จังหวัดนราธิวาสมีพื้นที่ตัดโค่นยางพาราเฉลี่ยร้อยละ 41.78 ของพื้นที่ตัดโค่นยางพาราทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา ระหว่าง 20,451 ถึง 21,915 ไร่ หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.50 ต่อปี ในขณะที่จังหวัดปัตตานีมีพื้นที่ตัดโค่นยางพาราน้อยที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 15.20 ของพื้นที่ตัดโค่นยางพาราทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา ระหว่าง 6,901 ถึง 8,535 ไร่ หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.53 ต่อปี

4.1.1.3 ผลประเมินปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้นโดยนำพื้นที่ตัดโค่นยางพาราคูณกับสัดส่วนชีวมวลจากไม้ยางพาราที่เกิดขึ้นในพื้นที่ตัดโค่นยางพารา 1 ไร่ ซึ่งสมาคมธุรกิจไม้ยางพารา (2558) ได้รายงานไว้ในพื้นที่ตัดโค่นยางพารา 1 ไร่ มีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราที่เกิดขึ้นรวม 59 ตันชีวมวล จำแนกเป็น (1) ไม้ยางพาราท่อน 30 ตันชีวมวล (2) ปีกไม้ 12 ตันชีวมวล (3) กิ่ง/ก้านไม้ 9 ตันชีวมวล (4) รากไม้ 5 ตันชีวมวล และ (5) ชี้อ้อย 3 ตันชีวมวล ประเภทของชีวมวลจากไม้ยางพาราที่มีศักยภาพในการใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าประกอบด้วยปีกไม้ กิ่ง/ก้านไม้ ชี้อ้อยและเศษไม้ และดอกและรากไม้คิดเป็นร้อยละ 49.20 ของชีวมวลจากไม้ยางพาราที่เกิดขึ้นต่อไร่ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558)



ในช่วงปี พ.ศ. 2558 ถึง ปี พ.ศ. 2572 พื้นที่ศึกษามีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้นที่พยากรณ์ได้ระหว่าง 1,416,261 ถึง 1,541,573 ตันชีวมวลต่อปี หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.61 ต่อปี (ตารางที่ 3) ยะลาเป็นจังหวัดที่มีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้นมากที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 43.34 ของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา ระหว่าง 623,051 ถึง 658,504 ตันชีวมวลต่อปี หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.40 ต่อปี รองลงมาคือจังหวัดนราธิวาสมีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 41.54 ของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา ระหว่าง 593,071 ถึง 635,544 ตันชีวมวลต่อปี หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.50 ต่อปี ในขณะที่จังหวัดปัตตานีมีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 15.12 ของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา ระหว่าง 200,139 ถึง 247,525 ตันชีวมวลต่อปี หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.53 ต่อปี

4.1.1.4 ผลประเมินปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือโดยนำปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้นทั้งหมดคูณกับอัตราส่วนชีวมวลจากไม้ยางพาราที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ เนื่องจากเป็นวิธีการที่มีความสะดวกและเชื่อถือได้ โดยกำหนดให้อัตราส่วนชีวมวลที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ของเศษไม้ยางพาราและขี้เลื่อยมีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.80 ตามลำดับ (บุษบา พุกษาพันธุ์รัตน์ และคณะ, 2555) ในช่วงปี พ.ศ. 2558 ถึง ปี พ.ศ. 2572 พื้นที่ศึกษามีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายปีที่พยากรณ์ได้ระหว่าง 1,259,984 ถึง 1,371,469 ตันชีวมวลต่อปี หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.61 ต่อปี (ตารางที่ 4) ยะลาเป็นจังหวัดที่มีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายปีมากที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 43.34 ของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายปีในพื้นที่ศึกษา ระหว่าง 554,300 ถึง 585,842 ตันชีวมวลต่อปี หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.40 ต่อปี รองลงมาคือจังหวัดนราธิวาสมีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายปีเฉลี่ยร้อยละ 41.54 ของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายปีในพื้นที่ศึกษา ระหว่าง 527,629 ถึง 565,415 ตันชีวมวลต่อปี หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.50 ต่อปี ในขณะที่จังหวัดปัตตานีมีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายปีน้อยที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 15.12 ของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายปีในพื้นที่ศึกษา ระหว่าง 178,054 ถึง 220,212 ตันชีวมวลต่อปี หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.53 ต่อปี

การตัดโค่นต้นยางพาราเกิดขึ้นทุกเดือน และชีวมวลจากไม้ยางพาราเกิดขึ้นในปริมาณปกติตลอดทั้งปี โดยไม่มีอิทธิพลของความเป็นฤดูกาลในการตัดโค่นต้นยางพาราเข้ามาเกี่ยวข้อง ส่งผลให้อัตราพื้นที่ตัดโค่นยางพาราในแต่ละเดือนมีค่าเท่ากัน คือ ร้อยละ 8.33 ต่อเดือน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551 อ้างโดยบุษบา พุกษาพันธุ์รัตน์ และคณะ,

2555) ในช่วงปี พ.ศ. 2558 ถึง ปี พ.ศ. 2572 พื้นที่ศึกษามีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายเดือนที่พยากรณ์ได้ระหว่าง 104,999 ถึง 114,289 ตันชีวมวลต่อเดือน (ตารางที่ 5) ยะลาเป็นจังหวัดที่มีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายเดือนมากที่สุด ระหว่าง 46,192 ถึง 48,820 ตันชีวมวลต่อเดือน รองลงมาคือจังหวัดนราธิวาสมีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายเดือนระหว่าง 43,969 ถึง 47,118 ตันชีวมวลต่อเดือน ในขณะที่จังหวัดปัตตานีมีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายเดือนน้อยที่สุด ระหว่าง 14,838 ถึง 18,351 ตันชีวมวลต่อเดือน แสดงให้เห็นว่า สามจังหวัดชายแดนใต้ (นราธิวาส ปัตตานี และยะลา) มีศักยภาพปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราเพียงพอต่อความต้องการใช้ชีวมวลจากไม้ยางพาราของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก ซึ่งมีความต้องการในปริมาณ 360 ตันชีวมวลต่อวัน หรือ 10,800 ตันชีวมวลต่อเดือน

ตารางที่ 3 ผลพยากรณ์ปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราทั้งหมดที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา

หน่วย: ตันชีวมวลต่อปี

ปี	จังหวัดนราธิวาส					จังหวัดปัตตานี					จังหวัดยะลา					รวม (1+2+3)
	ปีกไม้	กิ่ง/ ก้านไม้	ชีเลื่อย	รากไม้	รวม (1)	ปีกไม้	กิ่ง/ ก้านไม้	ชีเลื่อย	รากไม้	รวม (2)	ปีกไม้	กิ่ง/ ก้านไม้	ชีเลื่อย	รากไม้	รวม (3)	
2558	245,409	184,057	61,352	102,254	593,071	82,816	62,112	20,704	34,507	200,139	257,814	193,361	64,454	107,423	623,051	1,416,261
2559	246,664	184,998	61,666	102,777	596,105	84,217	63,162	21,054	35,090	203,524	258,862	194,146	64,715	107,859	625,583	1,425,212
2560	247,919	185,940	61,980	103,300	599,139	85,617	64,213	21,404	35,674	206,908	259,910	194,932	64,977	108,296	628,116	1,434,163
2561	249,175	186,881	62,294	103,823	602,172	87,018	65,263	21,754	36,257	210,293	260,958	195,718	65,239	108,732	630,648	1,443,113
2562	250,430	187,823	62,608	104,346	605,206	88,418	66,314	22,105	36,841	213,678	262,006	196,504	65,501	109,169	633,180	1,452,064
2563	251,686	188,764	62,921	104,869	608,240	89,819	67,364	22,455	37,425	217,063	263,054	197,290	65,763	109,606	635,713	1,461,016
2564	252,941	189,706	63,235	105,392	611,274	91,220	68,415	22,805	38,008	220,447	264,101	198,076	66,025	110,042	638,245	1,469,966
2565	254,196	190,647	63,549	105,915	614,307	92,620	69,465	23,155	38,592	223,832	265,149	198,862	66,287	110,479	640,778	1,478,917
2566	255,452	191,589	63,863	106,438	617,341	94,021	70,516	23,505	39,175	227,217	266,197	199,648	66,549	110,916	643,310	1,487,868
2567	256,707	192,530	64,177	106,961	620,375	95,421	71,566	23,855	39,759	230,602	267,245	200,434	66,811	111,352	645,842	1,496,819
2568	257,962	193,472	64,491	107,484	623,409	96,822	72,616	24,205	40,342	233,986	268,293	201,220	67,073	111,789	648,375	1,505,770
2569	259,218	194,413	64,804	108,007	626,442	98,223	73,667	24,556	40,926	237,371	269,341	202,006	67,335	112,225	650,907	1,514,720
2570	260,473	195,355	65,118	108,530	629,476	99,623	74,717	24,906	41,510	240,756	270,389	202,792	67,597	112,662	653,439	1,523,671
2571	261,728	196,296	65,432	109,053	632,510	101,024	75,768	25,256	42,093	244,141	271,437	203,577	67,859	113,099	655,972	1,532,623
2572	262,984	197,238	65,746	109,577	635,544	102,424	76,818	25,606	42,677	247,525	272,485	204,363	68,121	113,535	658,504	1,541,573



ตารางที่ 4 ผลพยากรณ์ปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายปีในพื้นที่ศึกษา

หน่วย: ตันชีวมวลต่อปี

ปี	จังหวัดนราธิวาส					จังหวัดปัตตานี					จังหวัดยะลา					รวม (1+2+3)
	ปีกไม้	กิ่ง/ ก้านไม้	ซี้เลื่อย	รากไม้	รวม (1)	ปีกไม้	กิ่ง/ ก้านไม้	ซี้เลื่อย	รากไม้	รวม (2)	ปีกไม้	กิ่ง/ ก้านไม้	ซี้เลื่อย	รากไม้	รวม (3)	
2558	220,868	165,651	49,082	92,028	527,629	74,534	55,901	16,563	31,056	178,054	232,033	174,025	51,563	96,680	554,300	1,259,984
2559	221,998	166,498	49,333	92,499	530,328	75,795	56,846	16,843	31,581	181,066	232,976	174,732	51,772	97,073	556,553	1,267,947
2560	223,128	167,346	49,584	92,970	533,027	77,055	57,792	17,123	32,106	184,077	233,919	175,439	51,982	97,466	558,806	1,275,910
2561	224,257	168,193	49,835	93,441	535,726	78,316	58,737	17,404	32,632	187,088	234,862	176,146	52,192	97,859	561,059	1,283,873
2562	225,387	169,040	50,086	93,911	538,425	79,577	59,682	17,684	33,157	190,100	235,805	176,854	52,401	98,252	563,312	1,291,837
2563	226,517	169,888	50,337	94,382	541,124	80,837	60,628	17,964	33,682	193,111	236,748	177,561	52,611	98,645	565,565	1,299,800
2564	227,647	170,735	50,588	94,853	543,823	82,098	61,573	18,244	34,207	196,122	237,691	178,268	52,820	99,038	567,818	1,307,763
2565	228,777	171,582	50,839	95,324	546,522	83,358	62,519	18,524	34,733	199,133	238,634	178,976	53,030	99,431	570,071	1,315,726
2566	229,906	172,430	51,090	95,794	549,221	84,619	63,464	18,804	35,258	202,145	239,577	179,683	53,239	99,824	572,324	1,323,689
2567	231,036	173,277	51,341	96,265	551,920	85,879	64,409	19,084	35,783	205,156	240,521	180,390	53,449	100,217	574,577	1,331,653
2568	232,166	174,125	51,592	96,736	554,619	87,140	65,355	19,364	36,308	208,167	241,464	181,098	53,659	100,610	576,830	1,339,616
2569	233,296	174,972	51,844	97,207	557,318	88,400	66,300	19,645	36,833	211,178	242,407	181,805	53,868	101,003	579,083	1,347,579
2570	234,426	175,819	52,095	97,677	560,017	89,661	67,246	19,925	37,359	214,190	243,350	182,512	54,078	101,396	581,336	1,355,542
2571	235,555	176,667	52,346	98,148	562,716	90,921	68,191	20,205	37,884	217,201	244,293	183,220	54,287	101,789	583,589	1,363,506
2572	236,685	177,514	52,597	98,619	565,415	92,182	69,136	20,485	38,409	220,212	245,236	183,927	54,497	102,182	585,842	1,371,469

ตารางที่ 5 ผลพยากรณ์ปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือรายเดือนในพื้นที่ศึกษา

หน่วย: ตันชีวมวลต่อเดือน

ปี	จังหวัดนราธิวาส					จังหวัดปัตตานี					จังหวัดยะลา					รวม (1+2+3)
	ปีกไม้	กิ่ง/ก้านไม้	ชี้เลื่อย	รากไม้	รวม (1)	ปีกไม้	กิ่ง/ก้านไม้	ชี้เลื่อย	รากไม้	รวม (2)	ปีกไม้	กิ่ง/ก้านไม้	ชี้เลื่อย	รากไม้	รวม (3)	
2558	18,406	13,804	4,090	7,669	43,969	6,211	4,658	1,380	2,588	14,838	19,336	14,502	4,297	8,057	46,192	104,999
2559	18,500	13,875	4,111	7,708	44,194	6,316	4,737	1,404	2,632	15,089	19,415	14,561	4,314	8,089	46,379	105,662
2560	18,594	13,946	4,132	7,748	44,419	6,421	4,816	1,427	2,676	15,340	19,493	14,620	4,332	8,122	46,567	106,326
2561	18,688	14,016	4,153	7,787	44,644	6,526	4,895	1,450	2,719	15,591	19,572	14,679	4,349	8,155	46,755	106,989
2562	18,782	14,087	4,174	7,826	44,869	6,631	4,974	1,474	2,763	15,842	19,650	14,738	4,367	8,188	46,943	107,653
2563	18,876	14,157	4,195	7,865	45,094	6,736	5,052	1,497	2,807	16,093	19,729	14,797	4,384	8,220	47,130	108,317
2564	18,971	14,228	4,216	7,904	45,319	6,842	5,131	1,520	2,851	16,344	19,808	14,856	4,402	8,253	47,318	108,980
2565	19,065	14,299	4,237	7,944	45,544	6,947	5,210	1,544	2,894	16,594	19,886	14,915	4,419	8,286	47,506	109,644
2566	19,159	14,369	4,258	7,983	45,768	7,052	5,289	1,567	2,938	16,845	19,965	14,974	4,437	8,319	47,694	110,307
2567	19,253	14,440	4,278	8,022	45,993	7,157	5,367	1,590	2,982	17,096	20,043	15,033	4,454	8,351	47,881	110,971
2568	19,347	14,510	4,299	8,061	46,218	7,262	5,446	1,614	3,026	17,347	20,122	15,092	4,472	8,384	48,069	111,635
2569	19,441	14,581	4,320	8,101	46,443	7,367	5,525	1,637	3,069	17,598	20,201	15,150	4,489	8,417	48,257	112,298
2570	19,536	14,652	4,341	8,140	46,668	7,472	5,604	1,660	3,113	17,849	20,279	15,209	4,507	8,450	48,445	112,962
2571	19,630	14,722	4,362	8,179	46,893	7,577	5,683	1,684	3,157	18,100	20,358	15,268	4,524	8,482	48,632	113,626
2572	19,724	14,793	4,383	8,218	47,118	7,682	5,761	1,707	3,201	18,351	20,436	15,327	4,541	8,515	48,820	114,289

#### 4.2 ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราในพื้นที่ศึกษา

ผลสัมฤทธิ์เชิงลึกสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความแปรปรวนของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราในพื้นที่ศึกษามี 5 ประการ ดังนี้

4.2.1 ราคาไม้ยางพารา เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการตัดสินใจตัดโค่นต้นยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยาง การกำหนดราคาไม้ยางพาราในระดับที่จูงใจจะส่งผลให้เกษตรกรชาวสวนยางตัดสินใจตัดโค่นต้นยางพาราที่มีอายุมากกว่า 25 ปีเร็วขึ้น บุษบา พุกษาพันธุ์รัตน์ และคณะ (2555) ได้รายงานว่าราคาชีวมวลเป็นแรงจูงใจสำคัญที่จะทำให้เกษตรกรมีการเก็บรวบรวมชีวมวลมาขายมากขึ้น หรือน้อยลง หากราคาชีวมวลสูงหรือการเก็บรวบรวมชีวมวลมีความคุ้มค่าในการลงทุน เกษตรกรจะเก็บรวบรวมชีวมวลมาขายมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากราคาชีวมวลต่ำ จะทำให้ชีวมวลถูกปล่อยทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจากต้นทุนการเก็บรวบรวมชีวมวลเพิ่มขึ้น ดังนั้นการกำหนดมาตรฐานของราคาชีวมวลตามชนิดและคุณสมบัติทางเทคนิคของชีวมวล จะทำให้ระบบซื้อขายมีความเป็นมาตรฐาน และส่งเสริมให้มีอุปทานชีวมวลเข้าสู่ตลาดเพิ่มขึ้น

4.2.2 ราคาขายพารา เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อพื้นที่ปลูกยางพาราใหม่และพื้นที่ตัดโค่นยางพารา กล่าวคือ หากราคาขายพาราเพิ่มสูงขึ้น จะส่งผลให้เกษตรกรชาวสวนยางตัดสินใจขยายพื้นที่ปลูกยางพาราใหม่เพิ่มขึ้น เนื่องจากราคายางพารามีอิทธิพลในระดับมากต่อการตัดสินใจปลูกยางพาราของเกษตรกร (เอกพงษ์ หนูพลัม, 2545; เกรียงศักดิ์ รอดเดช, 2551) ดังเช่นผลของราคายางพาราสูงส่งผลต่อการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราใหม่ในช่วงปี พ.ศ. 2545 ถึง ปี พ.ศ. 2555 ในขณะที่ราคายางพาราที่อยู่ในระดับสูง จะมีผลทำให้เกษตรกรชาวสวนยางตัดสินใจชะลอการตัดโค่นต้นยางพาราที่มีอายุมากกว่า 25 ปี ล่าช้าออกไป ซึ่งส่งผลให้อุปทานชีวมวลจากไม้ยางพาราลดลง ในทางกลับกันในช่วงปี พ.ศ. 2557 ถึง ปี พ.ศ. 2558 เป็นช่วงที่ราคายางพาราทดต่ำ ซึ่งมีผลต่อการลดลงของพื้นที่ปลูกยางพาราใหม่ และจูงใจให้เกษตรกรชาวสวนยางตัดสินใจตัดโค่นต้นยางพาราเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อุปทานชีวมวลจากไม้ยางพาราเพิ่มขึ้น

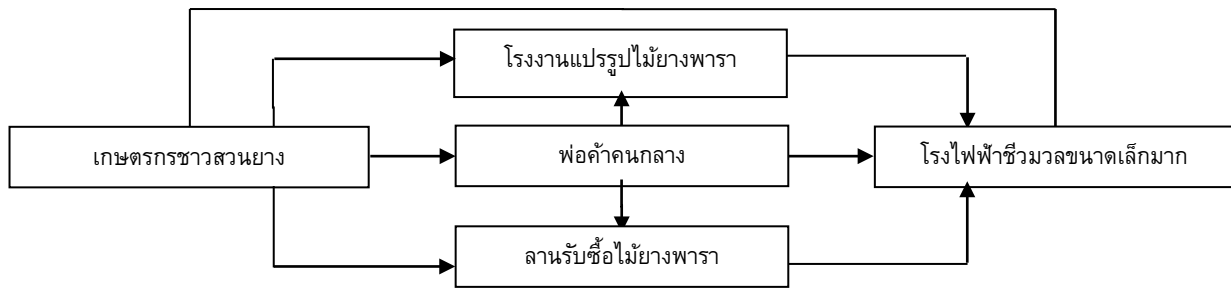
4.2.3 อายุสวนยางพาราและปริมาณผลผลิตน้ำยางสวนยางพาราที่มีอายุมากกว่า 25 ปี จัดเป็นสวนยางพาราที่เหมาะสมแก่การตัดโค่นต้นยางพารา เนื่องจากต้นยางพารามีแนวโน้มให้ผลผลิตต่อไร่ลดลงจนไม่คุ้มค่าต่อการกรีดยางพาราอีกต่อไป และหน้ากรีดยากใช้ไปจนเกือบหมด อย่างไรก็ตามถ้าต้นยางพารายังคงให้ผลผลิตคุ้มค่ากับการกรีดยางพารา และหน้ากรีดยางพารายังคงสามารถใช้งานได้ทั้งในหน้ากรีดยากและหน้ากรีดยางพาราจะชะลอการตัดโค่นต้นยางพาราล่าช้าออกไป

4.2.4 การแข่งขันระหว่างผู้ใช้ชีวมวลจากไม้ยางพารา อุปสงค์ชีวมวลจากไม้ยางพาราในกิจกรรมอื่น ๆ ที่เพิ่มขึ้น ย่อมส่งผลกระทบต่อปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพารา คงเหลือสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวล รวมทั้งการเข้ามาของผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลรายใหม่ ส่งผลให้มีการแข่งขันระหว่างผู้ใช้ชีวมวลจากไม้ยางพาราเพิ่มขึ้น ผู้ใช้ชีวมวลจากไม้ยางพาราเดิมในพื้นที่ศึกษาที่สำคัญประกอบด้วย (1) โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา (2) โรงงานผลิตยางแผ่นรมควัน (3) โรงงานอุตสาหกรรมและโรงแรมที่ใช้ชีวมวลจากไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง และ (4) ผู้ใช้ชีวมวลจากไม้ยางพาราทั่วไป ซึ่งในปัจจุบันพบว่า สภาพการแข่งขันระหว่างผู้ใช้ชีวมวลจากไม้ยางพาราในพื้นที่ศึกษาค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีการตัดโค่นต้นยางพาราเพิ่มขึ้น และมีทางเลือกในชนิดของชีวมวลเพิ่มขึ้น

4.2.5 นโยบายรัฐที่ส่งเสริมหรือเป็นอุปสรรคต่อการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราใหม่ การตัดโค่นต้นยางพาราเพื่อปลูกทดแทน และการควบคุมพื้นที่ปลูกยางพารา ซึ่งการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทยเป็นหน่วยงานหลักของรัฐบาลในการนำนโยบายยางพาราต่าง ๆ ไปสู่การปฏิบัติ ในช่วงปี พ.ศ. 2545 ถึง ปี พ.ศ. 2555 รัฐบาลให้ความสำคัญกับนโยบายส่งเสริมการปลูกยางพารา ซึ่งส่งผลให้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราใหม่ในพื้นที่ศึกษาอย่างต่อเนื่อง และมีการตัดโค่นต้นยางพาราอยู่ในช่วง 200,000 ถึง 300,000 ไร่ต่อปี แต่เมื่อราคายางพาราทดต่ำหลังปี พ.ศ. 2556 รัฐบาลได้เน้นการส่งเสริมการตัดโค่นต้นยางพาราเพื่อปลูกทดแทน ส่งผลให้อุปทานชีวมวลจากไม้ยางพาราเพิ่มขึ้น นอกจากนี้รัฐบาลได้ดำเนินโครงการสร้างมูลภัณฑ์กันชนรักษาเสถียรภาพราคายางพารา โครงการนิคมอุตสาหกรรมยางพารา โครงการสร้างความเข้มแข็งให้แก่เกษตรกรชาวสวนยาง และการพัฒนาตลาดซื้อขายยางพาราล่วงหน้า ซึ่งอาจจะส่งผลให้พื้นที่ปลูกยางพาราใหม่ยังคงขยายตัวในอัตราที่ลดลง ส่วนนโยบายรัฐที่ส่งผลให้พื้นที่ปลูกยางพาราใหม่ลดลง เช่น การส่งเสริมการปลูกทดแทนยางพาราด้วยปาล์มน้ำมันและไม้ผล การจัดเขตพื้นที่เกษตรกรรม (agro-zoning) การปรับลดสัดส่วนการใช้เงินสงเคราะห์เพื่อการปลูกทดแทน ซึ่งเป็นความเสี่ยงต่ออุปทานชีวมวลจากไม้ยางพาราในพื้นที่ศึกษา

#### 4.3 แนวทางการจัดหาชีวมวลจากไม้ยางพาราสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากในพื้นที่ศึกษา

ผลสัมฤทธิ์เชิงลึกสามารถสรุปได้ว่า ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากในพื้นที่ศึกษาสามารถจัดหาชีวมวลจากไม้ยางพาราเพื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 4 ทางเลือก (ภาพที่ 2) ดังนี้



ภาพที่ 2 วิธีการตลาดชีวมวลจากไม้ยางพาราสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก

4.3.1 การรับซื้อจากเกษตรกรชาวสวนยาง/กลุ่มเกษตรกรชาวสวนยางโดยตรง ตามระเบียบของการยางแห่งประเทศไทยในส่วนของสภย. เดิม เกษตรกรชาวสวนยางที่ต้องการตัดโค่นต้นยางพาราและการสงเคราะห์ปลูกแทน จะต้องยื่นขออนุญาตตัดโค่นและได้รับความเห็นชอบจากสภย. ก่อน ดังนั้นในกรณีนี้ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากจะทำการติดต่อกับเกษตรกรชาวสวนยางโดยดูรายชื่อเกษตรกรชาวสวนยางที่ต้องการขายไม้ยางพาราจากบัญชีรายชื่อผู้แจ้งขอสงเคราะห์ที่สภย. ในท้องที่ หรือเกษตรกรชาวสวนยางอาจเป็นฝ่ายติดต่อกับผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากเอง เพื่อตกลงซื้อขายชีวมวลจากไม้ยางพาราที่ต้องการ และกำหนดเวลาในการตัดโค่นยางพารา โดยมีการทำสัญญาและวางมัดจำก่อนทำการโค่นต้นยางพารา

4.3.2 การรับซื้อจากโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา ในกรณีนี้ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากจะทำการติดต่อกับโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา (โรงเลื่อยไม้ยางพารา) เพื่อตกลงซื้อขายเศษไม้ยางพาราที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการแปรรูปไม้ยางพาราในรูปแบบต่าง ๆ ที่ต้องการ ทั้งนี้ชีวมวลจากไม้ยางพาราที่มีอยู่มาจากการรับซื้อจากเกษตรกรชาวสวนยางและพ่อค้าคนกลาง

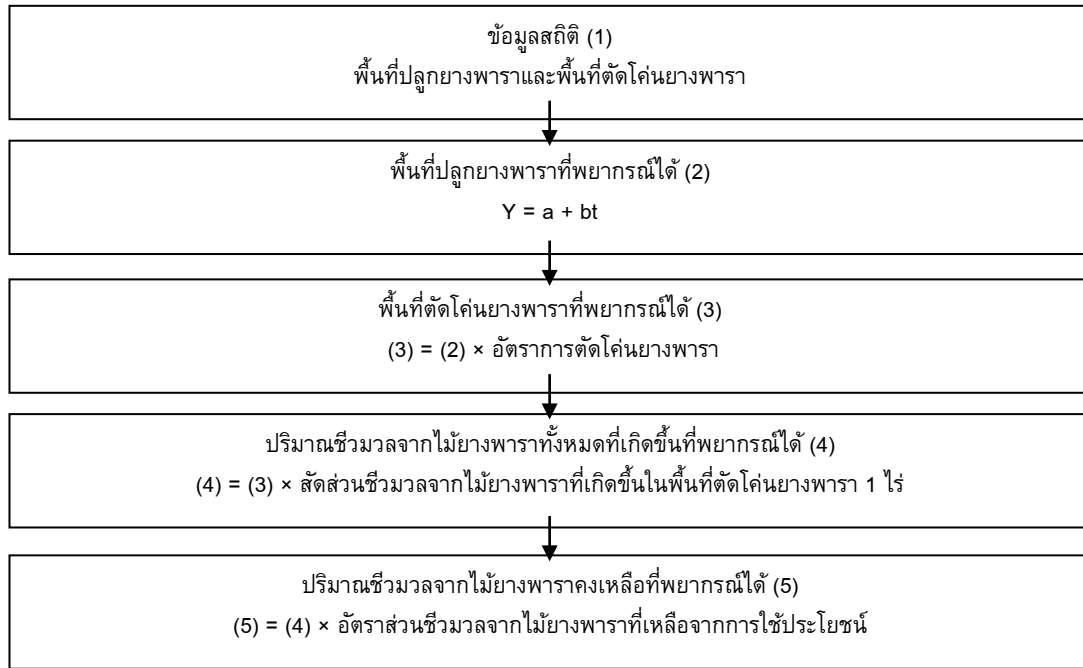
4.3.3 การรับซื้อจากลานรับซื้อไม้ยางพาราของเอกชน ในกรณีนี้ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากจะทำการติดต่อกับลานรับซื้อไม้ยางพารา เพื่อตกลงซื้อขายชีวมวลจากไม้ยางพาราที่ต้องการ ทั้งนี้ชีวมวลจากไม้ยางพาราที่มีอยู่มาจากการรับซื้อจากเกษตรกรชาวสวนยางและพ่อค้าคนกลาง

4.3.4 การรับซื้อจากพ่อค้าคนกลาง ในกรณีนี้ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากจะทำการติดต่อกับพ่อค้าคนกลาง หรือพ่อค้าคนกลางอาจเป็นฝ่ายติดต่อกับผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากเอง เพื่อตกลงซื้อขายชีวมวลจากไม้ยางพาราที่ต้องการ ทั้งนี้ชีวมวลจากไม้ยางพาราที่มีอยู่มาจากการรับซื้อจากเกษตรกรชาวสวนยาง

ชีวมวลจากไม้ยางพาราที่ทำการซื้อขายกันโดยส่วนใหญ่มีราคาอยู่ในช่วง 30-50 สตางค์ต่อกิโลกรัม ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ระยะทางและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ลักษณะของพื้นที่/เส้นทางการขนส่ง ความต้องการขาย (อุปทาน) และความต้องการซื้อ (อุปสงค์) ชีวมวลจากไม้ยางพาราในขณะนั้นและคุณภาพของชีวมวลจากไม้ยางพาราที่ขาย กล่าวคือ หากการขนส่งชีวมวลจากไม้ยางพารามีระยะทางไกล เส้นทางการขนส่งมีความทุรกันดาร ทำให้การขนส่งเป็นไปอย่างลำบากและมีค่าขนส่งสูง ความต้องการขายชีวมวลจากไม้ยางพาราในขณะนั้นมีปริมาณน้อย แต่ความต้องการซื้อชีวมวลจากไม้ยางพารามีปริมาณมาก ชีวมวลจากไม้ยางพารามีสิ่งปนเปื้อนน้อย เช่น ดิน หรือเกษตรกรชาวสวนยางมีการรวมกลุ่มกันขายชีวมวลจากไม้ยางพารา ซึ่งทำให้มีอำนาจการต่อรองราคามากขึ้น ในกรณีเหล่านี้ชีวมวลจากไม้ยางพาราจะมีราคาขายค่อนข้างสูง ในทางตรงกันข้ามหากการขนส่งมีระยะทางใกล้ เส้นทางการขนส่งมีความสะดวก ทำให้มีค่าขนส่งต่ำ ความต้องการขายชีวมวลจากไม้ยางพาราในขณะนั้นมีปริมาณมาก ส่วนความต้องการซื้อชีวมวลจากไม้ยางพารามีปริมาณน้อย ชีวมวลจากไม้ยางพารามีสิ่งปนเปื้อนมาก ในกรณีเหล่านี้ชีวมวลจากไม้ยางพาราจะมีราคาขายค่อนข้างต่ำ

## 5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษานี้นำเสนอวิธีการอย่างง่ายสำหรับประเมินศักยภาพปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพารา ซึ่งมี 5 ขั้นตอนโดยสรุปดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 วิธีการอย่างง่ายสำหรับประเมินศักยภาพปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราโดยสรุป

จังหวัดนราธิวาส ปัตตานี และยะลาที่มีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราเพียงพอต่อความต้องการใช้ชีวมวลจากไม้ยางพาราของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก โดยมีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือที่พยากรณ์ได้ในช่วงปี พ.ศ. 2558 ถึง ปี พ.ศ. 2572 ระหว่าง 104,999 ถึง 114,289 ตันชีวมวลต่อเดือน ซึ่งจังหวัดยะลาที่มีปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราคงเหลือมากที่สุด (46,192 ถึง 48,820 ตันชีวมวลต่อเดือน) รองลงมาคือ จังหวัดนราธิวาส (43,969 ถึง 48,118 ตันชีวมวลต่อเดือน) และ จังหวัดปัตตานี (14,838 ถึง 18,351 ตันชีวมวลต่อเดือน) ตามลำดับ ราคาไม้ยางพารา ราคายางพารา อายุสวนยางพารา และปริมาณผลผลิตน้ำยาง การแข่งขันระหว่างผู้ใช้ชีวมวลจากไม้ยางพารา และนโยบายรัฐที่เกี่ยวข้อง เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพารา ผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากสามารถจัดหาชีวมวลจากไม้ยางพาราผ่านช่องทางการรับซื้อจากเกษตรกรชาวสวนยาง/กลุ่มเกษตรกรชาวสวนยาง โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา ลานรับซื้อไม้ยางพาราของเอกชน และพ่อค้าคนกลาง การศึกษาครั้งนี้มีข้อเสนอแนะแก่หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ควรมุ่งเน้นการนำนโยบาย เช่น การกำหนดเขตพื้นที่เกษตรกรรมที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ปลูกยางพารา การจัดตั้งหน่วยงานเพื่อรับรองและส่งเสริมการปลูกยางพาราให้ได้ตามมาตรฐานของคณะกรรมการรับรองมาตรฐานการปลูกป่า (The Forest Stewardship Council หรือ FSC) เพื่อป้องกันการกัดกร่อนทางการค้าระหว่างประเทศ และมีมาตรการส่งเสริมให้

เกษตรกรชาวสวนยางตัดโค่นต้นยางพาราตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ 400,000 ไร่ต่อปี ทั้งในสวนยางพาราที่มีอายุมากกว่า 25 ปี และสวนยางพาราที่เสื่อมโทรมซึ่งให้ผลผลิตต่ำหรือหน้ากรีดของต้นยางพาราได้รับความเสียหาย เพื่อปลูกยางพาราทดแทน ซึ่งจะเป็นหลักประกันความมั่นคงด้านอุปทานวัตถุดิบในระยะยาวให้กับผู้ประกอบการโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาก

2. ควรกำหนดเขตพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก และจำกัดจำนวนโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กอย่างเหมาะสม และให้สอดคล้องกับศักยภาพชีวมวลในพื้นที่

3. ควรกำหนดให้โรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากมีการรับซื้อวัตถุดิบภายในระยะไม่เกิน 100 กิโลเมตรจากที่ตั้งโรงไฟฟ้า เพื่อป้องกันปัญหาการแย่งชิงวัตถุดิบ และความผันผวนของราคาชีวมวลจากไม้ยางพารา ซึ่งเมื่อนำมารวมกับค่าขนส่งและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ จะมีผลทำให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าสูงขึ้น

4. ควรพัฒนาระบบตลาดไม้ยางพารา เศษไม้ยางพารา และชีวมวลจากไม้ยางพาราประเภทอื่น ๆ มาตรฐาน การซื้อ-ขาย และการกำหนดราคาทั้งในตลาดระดับท้องถิ่นและตลาดกลาง

5. ควรให้ความรู้และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับผลประโยชน์และผลกระทบของโรงไฟฟ้าชีวมวลแก่ประชาชนในพื้นที่อย่างถูกต้องและเพียงพอ

## 6. เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2557). รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย 2557. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2558). ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 17 เมษายน 2559, สืบค้นจาก [http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com\\_content&view=article&id=130%3A2010-05-07-08-10-57&catid=58&Itemid=68&lang=th](http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=130%3A2010-05-07-08-10-57&catid=58&Itemid=68&lang=th)
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2552). การกำหนดส่วนเพิ่มราคาปรับข้อไฟฟ้าสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากกว่าพลังงานหมุนเวียน. สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน 2559, สืบค้นจาก <http://www.pea.co.th/vspp/Documents/VSP/Adder19082552.pdf>
- เกรียงศักดิ์ รอดเดช. (2551). สิ่งจูงใจต่อการตัดสินใจปลูกยางพาราของเกษตรกรอำเภอเขียงของ จังหวัดเขียงราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ฐิติรัตน์ คงเรือง, ปราณีย์ หนูทองแก้ว, จอมภพ แววศักดิ์ และ สุภาวรรณ ภูริวัฒน์ชัยกุล. (2554). การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าแก๊สชีวมวลขนาด 100 kW. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, 14(2), 76-84.
- ณัฐฐิติลักษณ์ อารีชัย. (2555). การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วารสารเกษมบัณฑิต, 13(2), 28-40.
- บุษบา พงษ์พานิชรัตน์, บุญรอด สัจจกุลนุกิจ, วุฒินันท์ หนูแก้ว, ธนวัฒน์ ศรีพนมวรรณ และชัชววัฒน์ ทานะรมณ์. (2555). แนวทางการส่งเสริมมาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลแปรรูปในภาคอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- พิศาล บุญเยี่ยมศรี. (2553). การใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง. **Engineering Today**, 8(88), 69-71.
- วราฤทธิ์ ชำนิจ. (2555). ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลของผู้ประกอบการในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2549). ชีวมวล. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2559). ยางพารา: เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่กรี๊ดได้ ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี 2542-2558. (เอกสารไม่ตีพิมพ์).
- สมาคมธุรกิจไม้ยางพาราไทย. (2558). ปริมาณชีวมวลจากไม้ยางพาราในพื้นที่ตัดโค่นยางพารา. (เอกสารไม่ตีพิมพ์).
- สาวิตรี การ์เวทย์. (2553). การทบทวนและวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบผลงานวิจัยด้านการประเมินศักยภาพแหล่งพลังงานชีวมวล. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. (2545). การศึกษาศักยภาพเชิงพื้นที่ของชีวมวลไม้ยางพาราในภาคใต้เพื่อการผลิตพลังงาน. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2558). รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2558. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- เอกพงษ์ หนูพลับ. (2545). ปัจจัยบางประการที่มีอิทธิพลต่อการปลูกยางพาราของเกษตรกรในอำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- Gujba, H., Mulugetta, Y., & Azapagic, A. (2010). Environmental and economic appraisal of powergeneration capacity expansion plan in Nigeria. **Energy Policy**, 38(10), 5636-5652.
- Ratnasingam, J., Ramasamy, G., Ioras, F., Kaner, J., & Wenming, L. (2012). Production potential of rubberwood in Malaysia: Its economic challenges. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, 40(2), 317-322.
- Ratnasingam, J., Ramasamy, G., Wai, L. T., Senin, A. L., & Muttiah, N. (2015). The prospects of rubberwood biomass energy production in Malaysia. **Bioresources**, 10(2), 2526-2548.