Engng.J.CMU.(2016) 23 (2), 15-24

วารสารวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Engineering Journal
Chiang Mai University

การศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนผลิตแผ่นยางรมควัน โดยระบบเตาเผาและอบแห้งแบบต่าง ๆ

Feasibility Study on Furnace and Drying Systems for Rubber Smoked Sheet

กษมา ศิริสมบูรณ์* และ กรวรรณ พะนาวัน

Kasama Sirisomboon* and Korawan Rotjanapawarothai

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ตำบลสนามจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Nakhon Pathom 73000, Thailand

*E-mail: kasama_jan@yahoo.com, Telephone: 034-259-025, Fax. : 034-219-367

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนของเตาอบแห้งแผ่นยางพารารมควัน โดยพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างเตาอบแห้งยางพารารมควันแบบอุโมงค์ (แบบดั้งเดิม) เตาอบแห้งยางพารารมควันแบบประหยัดพลังงาน และเตาอบแห้งยางพาราแบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผา โดยทำการคำนวณผลตอบแทนจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) ระยะเวลาคืนทุน (PB) และอัตราผลตอบแทนการลงทุน (B/C) ที่กำหนดให้มีอายุการใช้งาน 5 ปี จากผลการคำนวณพบว่า ราคาต้นทุนของเตาอบรมควัน 617,000 บาท 907,000 บาท และ 347,000 บาท ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของเตาอบแต่ละแบบมีค่า 2,403,484 บาท 3,526,415 บาท และ 2,148,692 บาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) เท่ากับ 96%, 95% และ 145% ตามลำดับ มีระยะเวลาคืนทุน (PB) เท่ากับ 11 เดือน 11 เดือน และ 7 เดือน และอัตราผลตอบแทนการลงทุน (B/C) เท่ากับ 1.07 เท่า 1.07 เท่าและ 1.09 เท่าตามลำดับ เมื่อพิจารณาการลงทุนของเตาอบแห้งแผ่นยางพารารมควันทั้ง 3 ประเภท พบว่า เตาอบแห้งแผ่นยางพารารมควันแบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผามีความน่าลงทุนสูงที่สุด เนื่องจากมีระยะเวลาในการคืนทุนที่ต่ำ ส่วนค่า IRR และ B/C สูง สำหรับการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ 5 ตัวแปร ได้แก่ ต้นทุนระบบให้ความร้อน ค่าราคาวัตถุดิบ (น้ำยางสด) ค่าเชื้อเพลิง รายได้จากการขายแผ่นยางรมควัน ดอกเบี้ยเงินกู้ยืมและราคาค่าเช่าที่ดิน พบว่า ราคาน้ำยางสดและรายได้จากการขายแผ่นยางรมควันส่งผลกระทบต่อผลตอบแทนของโครงการมากที่สุด

ABSTRACT

This research aims to study the feasibility of investment of furnace and drying systems for rubber smoked sheet. Three types of furnace and drying system; a traditional tunnel furnace-dryer, an energy efficient dryer and a furnace with solar panel dryer were considered. The net present value (NPV), internal rate of return (IRR), payback period (PB) and benefit cost ratio (B/C) were calculated at the specify useful life for 5 years. The costs of drying systems were 617,000 baht, 907,000 baht, and 347,000 baht respectively. For each case of economically analysis, it was found that NPV were 2,403,484 baht, 3,526,415 baht and 2,148,692 baht. The IRR was 96%, 95%, and 145%, and PB was

Received 21 August 2015
Accepted 14 September 2015

11 months, 11 months, and 7 months, respectively. From the results, a solar cabinet with combustion chamber dryer was the most attractive system due to the shortest payback period, high IRR and B/C. Six parameters such as construction cost of heat source system, raw material cost, fuel cost, income from rip smoke sheet selling, loan interest and land rental cost were analyzed for the project sensitivity. From the results, the returns were mostly affected by raw material cost and income from rubber-smoked sheet selling.

1. บทนำ

กระบวนการอบแห้งแผ่นยางพารารมควันในปัจจุบันนิยมใช้เตาอบแห้งแบบอุโมงค์ที่ต่อเข้ากับเตาเผาที่บริเวณด้านหน้า โดยที่ควันจากการเผาไม้ฟืนและแก๊สร้อนที่ใช้ในการรมควันและลดความชื้นจะไหลเข้าสู่เตาอบทางด้านล่างและไหลออกที่ทางด้านบน ส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานความร้อนที่ผนังและความร้อนสูญเสียไปกับไอเสียที่ยังมีศักยภาพในการกลับมาใช้ได้ใหม่ คุณภาพของแผ่นยางที่อบรมควันมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอทั่วทุกแผ่น เนื่องจากไม่สามารถควบคุมทิศทางการไหลของแก๊สได้ รวมถึงความปลอดภัยของระบบดังกล่าวมีค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเตาเผาอยู่ติดกับห้องอบแห้ง ซึ่งบางครั้งทำให้เกิดไฟไหม้ได้ภายในห้องอบแห้ง จึงได้มีงานวิจัยและพัฒนาเตาอบแห้งแผ่นยางพารารูปแบบต่าง ๆ ขึ้น เพื่อใช้ในการอบแห้งให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีขึ้น ลดราคาค่าใช้จ่ายในกระบวนการอบแห้งโดยได้มีแนวคิดที่จะลดการสูญเสียความร้อนที่เกิดขึ้นให้น้อยที่สุดและส่งเสริมธุรกิจยางพารารมควันให้มีศักยภาพในการแข่งขันและอยู่รอดในตลาดโลก

ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ (2555) ได้ทำการศึกษาเทคโนโลยีเตาอบ-รมควันแผ่นยางพารา ได้ทำการศึกษาการใช้พลังงาน การสูญเสียพลังงานและประสิทธิภาพเตาอบรมควันที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งเตาดังกล่าวได้รับการออกแบบและพัฒนาจาก ฐานิตย์ เมธิยานนท์และคณะ (2556) โดยเตาอบรมควันดังกล่าวมีชุดแลกเปลี่ยนความร้อน ท่อเวียนลมและแก๊สร้อนกลับสู่ห้องเผาไหม้ ห้องดักสะเก็ดไฟ พัดลมจ่ายอากาศ รวมถึงมีการใช้อิฐทนไฟกรุภายในห้องเผาไหม้เพื่อลดการสูญเสียความร้อน จากผลการศึกษาเปรียบเทียบกับเตาดั้งเดิมแบบ สกย. ปี 2538 พบว่า เตาประเภทนี้ทำให้ได้ผลผลิตต่อปีที่เพิ่มสูงขึ้นต่อการอบแห้งโดยเตาอบ 1 ตัว เนื่องจากระยะเวลาในการอบแห้งลดลงและสามารถบรรจุยางต่อรอบในการอบแห้งได้ในปริมาณที่สูงขึ้น คุณภาพของยางพาราแผ่นที่ได้มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งเตามากขึ้น มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพิ่มจาก 25% ของเตาแบบดั้งเดิมเป็น 57% ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตยางแผ่นรมควันมีค่าต่ำลงจาก 1.65 บาท/kg-ยางแห้ง เป็น 1.05 บาท/kg-ยางแห้ง

ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล (2554) ได้ออกแบบและสร้างโรงอบยางแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผา โดยทำการศึกษาระยะเวลาการทำให้แห้งเมื่อใช้ระบบจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลัก จะใช้ความร้อนจากระบบเตาเผาเฉพาะในกรณีที่มีฝนตก ระบบทำอากาศร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์อยู่บริเวณรอบข้างของห้องอบ โดยแผ่นรับความร้อนทำจากพลาสติกใสและโรงอบแห้งทำจากแผ่นสังกะสีที่ทาสีดำเพื่อช่วยในการดูดซับความร้อน อุณหภูมิอากาศร้อนที่ใช้ในการอบแห้งอยู่ที่ 45–50°C จากการศึกษาพบว่า ในสภาพที่มีแดดจัดแผ่นยางจะใช้เวลาในการอบ 3 วัน จากนั้นนำแผ่นยางแห้งไปรมควันอีก 1 วัน จากระบบเดิมที่ใช้ระยะเวลาในการรมควัน 3–4 วัน ส่งผลให้มีการสิ้นเปลืองต้นทุนในการผลิตมากกว่าโรงอบแผ่นยางพารารมควันพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผาถึง 3 เท่า โดยแผ่นยางที่ได้มีสีสวยและคุณภาพดีทำให้จำหน่ายยางแผ่นอบแห้งสูงกว่ายางแผ่นดิบในท้องตลาดเฉลี่ยกิโลกรัมละ 2.38 บาท

ธวัฒน์ชัย เทพนวล และคณะ (2553) ได้ทำการออกแบบและทดสอบโรงอบยางแผ่นดิบโดยใช้พลังงานร่วมระหว่างแสงอาทิตย์และชีวมวล โดยโรงอบยางสร้างจากอิฐบล็อก ผนังห้องอบใช้แกลบเป็นฉนวนความร้อน ห้องเผาไหม้ชีวมวลอยู่ทางด้านหลังของโรงอบ ทางด้านล่างของโรงอบเป็นช่องทางเข้าของแก๊สร้อนและมีหิน

บรรจุอยู่ภายในเพื่อทำหน้าที่สะสมความร้อน ที่ทางด้านบนของช่องปิดด้วยแผ่นโลหะเพื่อใช้ในการเพิ่มการกระจายความร้อน ส่วนหลังคาเป็นวัสดุโปร่งแสงมีแผ่นรับรังสีอยู่ที่ฝ้าเพดานทำหน้าที่เก็บพลังงานแสงอาทิตย์ในเวลาที่มีแดด จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของห้องอบแห้ง (ที่ไม่มีภาระความร้อน) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องอบมีค่าประมาณ 53°C เมื่อเปรียบเทียบกับโรงอบยางรมควันดั้งเดิม (แบบลมร้อน) สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้ในอัตรา 10 kg/h

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ระบบอบแห้งรมควันมีความสำคัญอย่างมากต่อคุณภาพของแผ่นยาง ราคาแผ่นยางรมควันและต้นทุนของการผลิต ในการส่งเสริมให้เกษตรกรมีความสามารถในการพึ่งพาตนเองบนพื้นฐานโครงสร้างทางเศรษฐศาสตร์ในปัจจุบันนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาข้อมูลรอบด้านเพื่อใช้ในการตัดสินใจลงทุน โดยการเปรียบเทียบการลงทุนและผลตอบแทนการลงทุนของการใช้ระบบอบแห้งรมควันแผ่นยางพาราที่แตกต่างกันนั้นยังไม่มีผู้นำมาศึกษาเปรียบเทียบ

งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเตาอบแห้งแผ่นยางพารารมควันสำหรับ 3 ระบบ คือ 1) เตาอบแห้งแผ่นยางพารารมควันแบบอุโมงค์ (แบบดั้งเดิม) 2) เตาอบแห้งแผ่นยางพารารมควันแบบประหยัดพลังงาน และ 3) เตาอบแห้งแผ่นยางพารารมควันแบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผา โดยผลการตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พิจารณาจากระยะเวลาคืนทุน (PB) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนสุทธิ (IRR) นอกจากนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับตัวกับเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นไม่แน่นอนจึงได้วิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensibility Analysis) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ประกอบที่จะลงทุนเพื่อผลิตแผ่นยางรมควัน

2. ระบบอบแห้งและการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

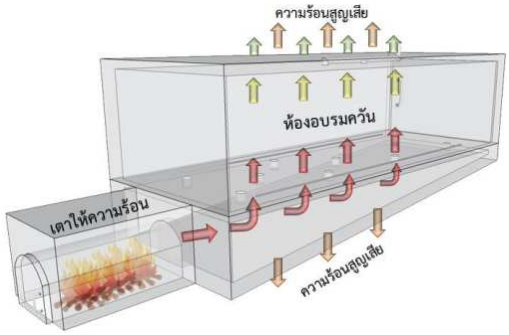
2.1 รายละเอียดของระบบอบแห้ง

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกทำการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนผลิตแผ่นยางรมควัน โดยใช้ขนาดของระบบ ระยะเวลาในการอบรมควันและรายละเอียดราคาและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ จากงานวิจัยที่ผ่านมารวมถึงการสัมภาษณ์จากผู้ประกอบการ

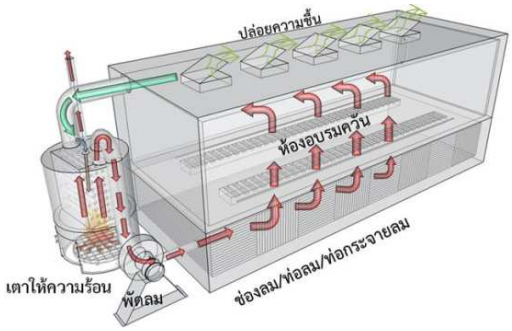
ระบบเตาอบแห้งยางแผ่นรมควันแบบอุโมงค์ (ระบบที่ 1) ในงานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลมาจากโรงอบแผ่นยางธนาดล บ้านในเหมือง ตำบลนาขา จังหวัดชุมพร แสดงในรูปที่ 1 (1) เป็นระบบอบรมควันที่มีห้องเผาไหม้ต่อเข้ากับโรงอบแห้ง โดยโรงอบยางพารามีขนาดเท่ากับ 4 x 10 x 2.5 เมตร เตาเผามีขนาดเท่ากับ 2 x 3 x 2 เมตร ภายในเตาเผาบุด้วยอิฐทนความร้อนจนเต็มทุกด้าน ควันและแก๊สร้อนจากการเผาไหม้ที่เตาเผาทางด้านหน้าจะไหลจะถูกผสมกับอากาศภายนอกก่อนเข้าสู่ด้านล่างของห้องอบแห้งเพื่อรักษาอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งไม่ให้เกิน 50°C จากนั้นจะไหลเข้าสู่ท่อส่งแก๊สร้อนที่จัดวางไว้ใต้พื้นไหลผ่านชั้นเรียงแผ่นยางดิบและไหลออกที่ทางด้านบนของเตา โดยแก๊สร้อนที่เข้าสู่ห้องอบและอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้จะไหลเข้าสู่เตาด้วยหลักการหมุนเวียนอากาศตามธรรมชาติ

ระบบอบแห้งยางแผ่นรมควันแบบประหยัดพลังงาน (ระบบที่ 2) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้รายละเอียดต่าง ๆ จากบทความของ ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ (2555) และสัมภาษณ์จาก คุณธีระ ทัดทอง กลุ่มสหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านในเหมือง เตาเผาของระบบนี้มีลักษณะเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 2.2 เมตร สูง 2.8 เมตร บริเวณห้องเผาไหม้มีการกรุภายในด้วยอิฐทนไฟและมีอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทำหน้าที่ใน 2 ส่วน คือ เพิ่มอุณหภูมิให้อากาศสิ่งแวดล้อมและให้ความร้อนกับแก๊สร้อนที่ออกจากห้องอบ โดยอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะต่อเข้ากับโรงอบขนาด 4 x 10 x 2.5 เมตร ทางด้านหน้า พลังงานดังแสดงในรูปที่ 1 (2)

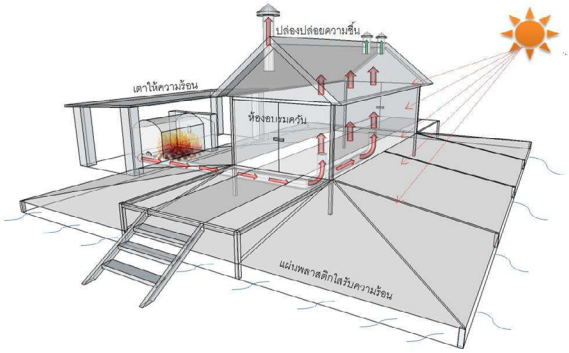
ระบบอบแห้งยางแผ่นรมควันแบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผา (ระบบที่ 3) ดังแสดงในรูปที่ 1 (3) ได้นำข้อมูลและรูปแบบมาจากงานวิจัยของ ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล (2554) โดยระบบให้ความร้อนกับห้องอบแห้งมีด้วยกัน 2 ส่วนคือ เตาเผาไม้ฟืนที่ก่อนอิฐทนความร้อนด้านในทรงสี่เหลี่ยมมีขนาด 1 x 1.5 x 0.80 เมตร และระบบรับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำจากพลาสติกใสขนาด 78 ตารางเมตร ทางด้านล่างมีทรายและหินหนา 0.1 เมตร เป็นตัวกักความร้อน โรงอบมีขนาด 2 x 5 x 3 เมตร ผนังและหลังคาทำจากโครงเหล็กบุด้วยสังกะสีทาสีดำ เพื่อรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ให้มากที่สุดและป้องกันแสงอัลตราไวโอเลตเป็นการป้องกันยางเสื่อมสภาพ



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 1 โครงสร้างและลักษณะการทำงานของ (ก) ระบบอบแห้งยางแผ่นรมควันแบบอุโมงค์ (ข) ระบบอบแห้งยางแผ่นรมควันแบบประหยัดพลังงานและ (ค) ระบบอบแห้งยางแผ่นแบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผาที่ใช้ในงานวิจัยนี้

2.2 ขั้นตอนการผลิตแผ่นยางพารารมควัน

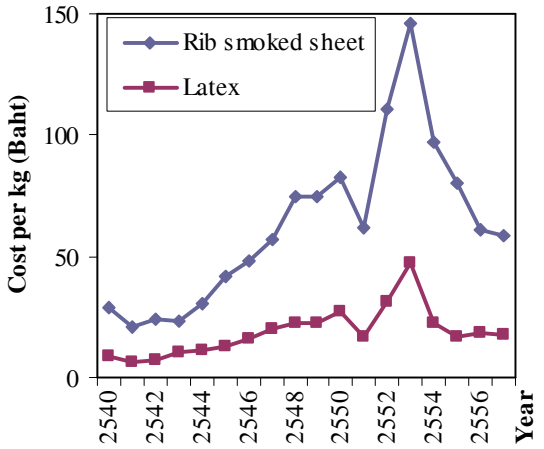
กระบวนการการผลิตแผ่นยางพารารมควันของเตาทั้ง 3 ประเภทมีขั้นตอนเหมือนกัน คือ เริ่มด้วยการน้ำยางลงถังผสมสารเคมีและน้ำที่เตรียมไว้ ใส่แผ่นอลูมิเนียมลงในอ่างเตรียมน้ำยาง หลังจากแผ่นยางมีการแข็งตัว ฉีดน้ำเพื่อล้างกรดและสิ่งสกปรกออกแล้วจึงนำไปแช่ในอ่างน้ำนำเข้าเครื่องรีดแผ่นยาง จากความชื้นเริ่มต้นแผ่นยาง 72–75% หลังจากทำการรีดแผ่นยางให้นำแผ่นยางดิบไปพึ่งที่ชั้นตากแผ่นยางเพื่อช่วยให้แผ่นยางคลายความชื้นออก ความชื้นแผ่นยางหลังตากจะเหลือ 47–48% จากนั้นนำแผ่นยางเข้าห้องอบรมควันที่อุณหภูมิ 50–60°C ใช้เวลาประมาณ 86–120 ชั่วโมง เมื่อออกจากห้องอบรมควันแผ่นยางจะมีความชื้น 5–6% คัดชั้นยางตามเกณฑ์และรอจัดจำหน่าย ในรอบการผลิต 1 ปี จะมีการผลิตตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงมกราคม รวม 9 เดือน ส่วนในระยะเวลา 4 เดือนที่เหลือ ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนจะไม่มีการผลิตเพื่อพักฟื้นหน้ายาง

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาและปริมาณการผลิตแผ่นยางในระบบเตาอบแห้งชนิดต่าง ๆ จากขนาดโรงอบที่แตกต่างกันทำให้แต่ละระบบมีปริมาณน้ำยางดิบเริ่มต้น อัตราการผลิต ปริมาณการใช้ไม้ฟืนและระยะเวลาที่ใช้ในการอบรมควันที่ต่างกัน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 โดยสังเกตได้ว่า ระบบที่ 1 ใช้ระยะเวลาในการผลิตที่ยาวนานกว่าและใช้เชื้อเพลิงในการผลิตต่อรอบมากกว่าระบบอื่น ๆ เนื่องจากระบบมีการสูญเสียความร้อนจำนวนมากทำให้มีประสิทธิภาพในการลดความชื้นและการใช้พลังงานที่ต่ำ โดยระบบที่ 3 มีขนาดโรงอบแห้งที่เล็กกว่าระบบอื่น ๆ จึงส่งผลให้กำลังการผลิตต่อรอบต่ำกว่า และมีผลผลิตที่ได้ต่อปีต่ำกว่าด้วย

ตารางที่ 1 ระยะเวลา ปริมาณการผลิตในหนึ่งรอบการผลิตแผ่นยางพารารมควันของระบบอบแห้งต่าง ๆ

รายการ	ระบบที่		
	1	2	3
ระยะเวลาในการอบรมควัน (day)	5	3	4
ปริมาณไม้ฟืนต่อรอบ (kg)	5,000	1,000	4,000
ปริมาณน้ำยางสด (kg)	6,000	6,000	3,000
น้ำหนักแผ่นยางรมควัน (kg)	2,890	2,970	1,490

2.3 ราคาซื้อน้ำยางสดและราคาขายแผ่นยางพารารมควันชั้น 3



รูปที่ 2 ราคาซื้อน้ำยางดิบ (Latex) และราคาขายแผ่นยางพารารมควันชั้น 3 (Rib smoked sheet) ในปี พ.ศ.2540–2557

รูปที่ 2 แสดงข้อมูลราคาน้ำยางดิบและแผ่นยางรมควันชั้น 3 ใน พ.ศ. 2540–2557 โดยรวบรวมข้อมูลจากสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร (2557) จากข้อมูลพบว่า ในช่วงระยะเวลาที่นำมาพิจารณานั้นราคายางมีการเปลี่ยนแปลงสูงมากคือ ราคาน้ำยางสดมีราคาต่ำสุด 6.25 บาท/กิโลกรัม ในปี 2541 และสูงที่สุดราคาสูงสุด 47.48 บาท/กิโลกรัม ในปี 2553 ซึ่งส่งผลให้ราคาแผ่นยางรมควันชั้น 3 มีราคาต่ำสุดกิโลกรัมละ 20.85 บาทและราคาสูงสุดกิโลกรัมละ 146.06 บาท ในปีเดียวกัน ในงานวิจัยนี้จึงนำราคาเฉลี่ยในช่วงระยะเวลาที่ผ่านคือ

17.38 บาท/กิโลกรัม สำหรับน้ำยางสดและ 59.69 บาท/กิโลกรัม สำหรับแผ่นยางรมควันชั้น 3 มาพิจารณาในด้านต้นทุนและรายได้ตามลำดับ

2.4 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับเตาอบแห้งแผ่นยางพารารมควันทั้ง 3 ประเภท ได้นำข้อมูลต้นทุน รายได้และค่าใช้จ่ายจากการดำเนินการของโครงการแต่ละประเภทของเตาอบแห้งแผ่นยางพารารมควัน มาใช้ในการคำนวณหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการประเมินจะต้องอาศัยเกณฑ์ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ดังนี้ [6]

ระยะเวลาคืนทุน (*PB*) หมายถึง ระยะเวลาที่การลงทุนนั้นใช้ไปในการลงทุน เพื่อให้กระแสเงินสดรับสุทธิที่ได้จากการลงทุนคุ้มค่ากับต้นทุนที่ต้องลงทุนไประยะเวลาคืนทุน

$$\text{Payback} = \frac{\text{I}}{\left(\sum_{i}^{n} C_i\right) / n} \qquad (1)$$

วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (*NPV*) เป็นการหามูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิของโครงการ ถ้า *NPV* มากกว่าศูนย์ หรือมีค่าเป็นบวกเสมอ แสดงว่า โครงการนี้เหมาะสมที่จะลงทุน แต่ถ้า NPV มีค่าน้อยกว่าศูนย์ หรือมีค่าติดลบ แสดงว่าโครงการไม่เหมาะสมต่อการลงทุน

$$\text{NPV} = \sum_{i}^{n} \frac{C_i}{(1+k)^n} - \text{I} \qquad (2)$$

โดย *C* คือ กระแสเงินสดรับสุทธิในแต่ละปี

n คือ อายุโครงการ (ปี)

k คือ อัตราส่วนลดหรืออัตราผลตอบแทนที่ธุรกิจกำหนดไว้ และ

I คือ เงินลงทุนเริ่มแรก

อัตราผลตอบแทนภายใน (*IRR*) หมายถึง อัตราผลตอบแทนที่ทำให้เงินที่ลงทุนมีค่าเท่ากับเงินที่ได้รับกลับคืน ซึ่งอัตราผลตอบแทนภายในนี้จัดว่าเป็น อัตราคิดที่ใช้คำนวณมูลค่าของเงินตรงเวลา เช่นเดียวกับ อัตราดอกเบี้ย

$$\sum_{i}^{n} \frac{C_i}{(1+IRR)^n} - \text{I} = 0 \qquad (3)$$

โดย *IRR* คือ อัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ย

3. ผลการศึกษา

3.1 การประมาณต้นทุนของเตาอบแห้งแผ่นยางพารารมควัน

ตารางที่ 2 แสดงรายการเปรียบเทียบประมาณต้นทุนของเตาอบแห้งยางพารารมควันแบบต่าง ๆ จากข้อมูลพบว่า ระบบอบแห้งด้วยเตาประหยัดพลังงานมีต้นทุนในด้านระบบให้ความร้อน (เตาเผาไม้ฟืน) ที่สูงที่สุด เนื่องจากเป็นระบบที่ค่อนข้างซับซ้อนและมีอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ในขณะที่ระบบเตาแบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผานั้นมีต้นทุนรวมต่ำที่สุด เนื่องจากมีเตาเผาและโรงอบขนาดเล็ก โดยใช้เงินลงทุนรวม 347,000 บาท ในขณะที่เตาอบแห้งแผ่นยางพารารมควัน เตาแบบอุโมงค์และแบบประหยัดพลังงาน ใช้เงินลงทุนรวม 617,000 และ 907,000 บาท ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ราคาต้นทุนสิ่งก่อสร้างและอุปกรณ์สำหรับการผลิตแผ่นยางรมควัน สำหรับระบบอบแห้งรมควันต่าง ๆ (หน่วย: บาท)

รายการ	ระบบที่ 1	ระบบที่ 2	ระบบที่ 3
โรงอบแผ่นยาง	70,000	80,000	50,000
ระบบให้ความร้อน	370,000	650,000	125,000
ชั้นตากแผ่นยางพารา	35,000	35,000	30,000
อุปกรณ์อื่น ๆ	142,000	142,000	142,000
รวม	**617,000**	**907,000**	**347,000**

ตารางที่ 3 รายการเปรียบเทียบรายรับ-รายจ่ายของการผลิตแผ่นยางรมควันโดยใช้ระบบต่าง ๆ ในปีที่ 1 (หน่วย: บาท)

รายการ	ระบบที่ 1	ระบบที่ 2	ระบบที่ 3
รายรับ			
ขายแผ่นยาง	**7,735,824**	**11,814,660**	**5,601,223**
รายจ่าย			
เงินเดือนพนักงาน	648,000	648,000	648,000
น้ำยางสด	5,631,120	9,385,200	3,754,080
ค่าเช่าที่ดิน	40,000	40,000	40,000
ค่าไฟฟ้าและค่าน้ำ	48,000	120,000	48,000
ค่าไม้ฟืน	270,000	90,000	189,000
ค่าขนส่ง	140,000	150,000	135,000
ค่าสารเคมี	192,900	236,400	147,300
ดอกเบี้ยเงินกู้	46,868	116,385	25,938
ค่าซ่อมแซม	25,000	40,000	30,000
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	80,000	12,000	8,000
รวม	**7,074,635**	**10,862,736**	**5,050,068**

3.2 รายได้และค่าใช้จ่ายของโครงการ

ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดด้านรายรับและรายจ่ายในปีที่ 1 ของการผลิตแผ่นยางรมควัน โดยรายได้จะมาจากการมีราคาขายแผ่นยางพารารมควันชั้น 3 ที่ 59.69 บาท/กิโลกรัม และรายจ่ายในการดำเนินการต่าง ๆ จากข้อมูลพบว่า รายจ่ายหลักของการผลิตคือ ค่าน้ำยางสดที่คิดจากการรับซื้อที่ 17.38 บาท/กิโลกรัม โดยค่าใช้จ่ายในส่วนนี้สูงถึง 74–86% ในขณะที่ค่าไม้ฟืน (ราคา 1,000 บาท/ตัน) ที่ใช้นั้นจะเป็นรายจ่ายที่สำคัญของระบบที่ 1 คิดเป็น 3.8% ในขณะที่เตาประหยัดพลังงานมีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เพียง 0.83% เท่านั้น มีค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ประกอบด้วย เงินเดือนพนักงาน 600 บาท/คนต่อรอบของการอบรมควันโดยในแต่ละรอบใช้จำนวน 4 คน ค่าเช่าที่ดิน 800 ตารางวา เป็นเงิน 40,000 บาท/ปี ค่าไฟฟ้าและค่าน้ำที่คิดตามปริมาณการผลิต ค่าขนส่งแผ่นยางพารา ค่าสารเคมีคิดที่ 1,481.48 บาทต่อตัน น้ำยางสด ค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ยธนาคารพร้อมเงินต้นที่คิดจากอัตราดอกเบี้ย 7.475% เปอร์เซ็นต์และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ประกอบด้วย ค่าซ่อมแซม ค่าไม้ไผ่ฯ โดยข้อมูลค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่นั้นได้จากการสอบถามโดยตรงจากผู้ประกอบการ

ในปีแรกเมื่อนำรายได้หักค่าใช้จ่ายแล้วเหลือกำไรของแต่ละระบบเท่ากับ 661,186 บาท, 951,924 บาท และ 551,155 บาท ตามลำดับ เมื่อนำรายจ่ายทั้งหมด (ไม่รวมค่าใช้จ่ายจากการก่อสร้าง) มาคิดเป็นเฉลี่ยต้นทุนในการผลิตแผ่นยางพารารมควันชั้น 3 พบว่า ต้นทุนการผลิตของแต่ละแบบมีค่าแตกต่างกันไม่มากนักคือ ระบบที่ 1 มีต้นทุน 54.58 บาท/กิโลกรัม ในขณะที่ระบบที่ 2 และ 3 มีต้นทุน 54.86 บาท/กิโลกรัม และ 53.79 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ

3.3 ผลตอบแทนการลงทุนในการผลิตแผ่นยางพารารมควันโดยระบบอบแห้งแบบต่าง ๆ

ในการวิเคราะห์ผลการตอบแทนการลงทุนในงานวิจัยนี้ พิจารณาจากอายุโครงการ 5 ปี รายได้และค่าใช้จ่ายสำหรับปีที่ 2–5 เพิ่มขึ้นปีละ 4 % ในทุก ๆ ปีตามอัตราเงินเฟ้อของธนาคารแห่งประเทศไทย ค่าใช้จ่ายจากการกู้เงินสำหรับต้นทุนสิ่งก่อสร้างและอุปกรณ์สำหรับการผลิตที่อัตราดอกเบี้ยคงที่ 7.475% จากธนาคารพาณิชย์สำหรับลูกค้ารายย่อย ณ ที่ระดับอัตราคิดลด 7% โดยคืนเงินต้นพร้อมดอกเบี้ยภายใน 5 ปี

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลตอบแทนการลงทุนในการผลิตแผ่นยางพารารมควันโดยระบบอบแห้งต่าง ๆ

รายการ	ระบบที่ 1	ระบบที่ 2	ระบบที่ 3
NPV	2,403484	3,526,415	2,148,692
IRR	96%	95%	145%
PB	11 เดือน	11 เดือน	7 เดือน
B/C	1.07	1.07	1.09

จากตารางที่ 4 แสดงวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนของการผลิตแผ่นยางพารารมควันโดยเตาอบแห้งชนิดต่างๆ จากข้อมูลพบว่า ระบบที่ 2 เตาแบบประหยัดพลังงานให้ค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present value, NPV) สูง

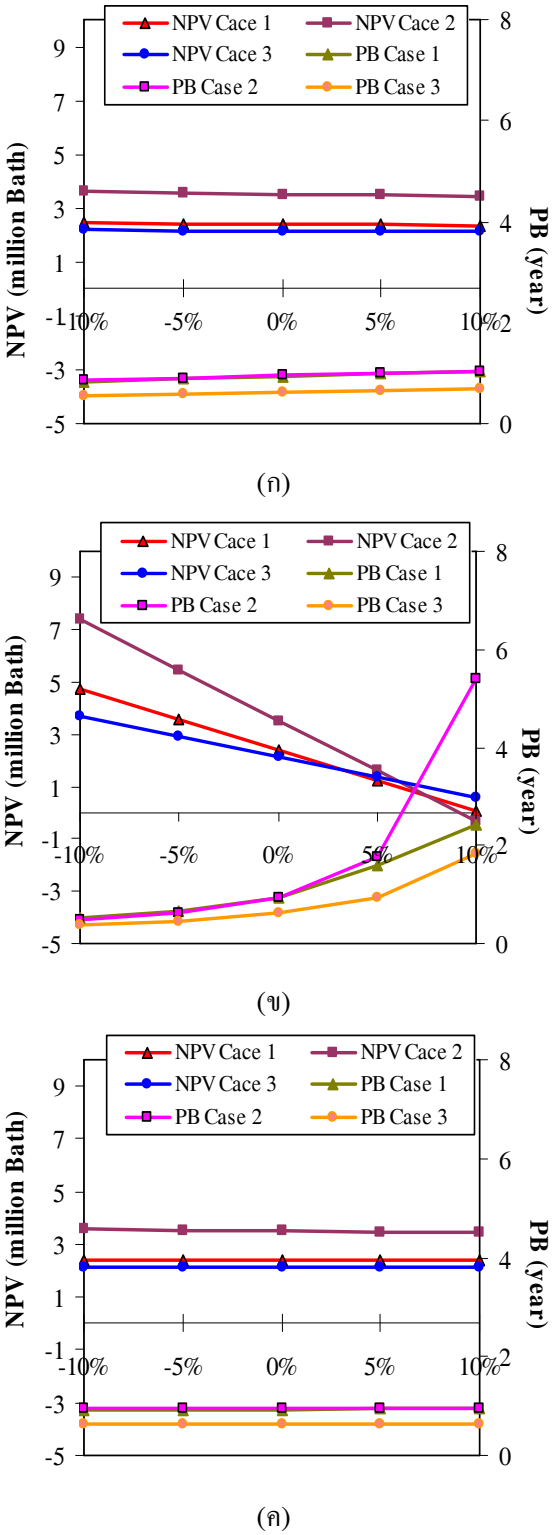
ที่สุดคือ 3,526,415 บาท แต่ระบบที่ 3 นั้นมีอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return, IRR) สูงที่สุดและระยะเวลาคืนทุน (Payback Period, PB) ต่ำที่สุดเท่ากับ 145% และ 7 เดือน ตามลำดับ ในขณะที่ค่าอัตราผลตอบแทนของการลงทุน (Benefit Cost Ratio, B/C) ของแต่ละระบบมีความแตกต่างกันไม่มากนัก

3.4 วิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

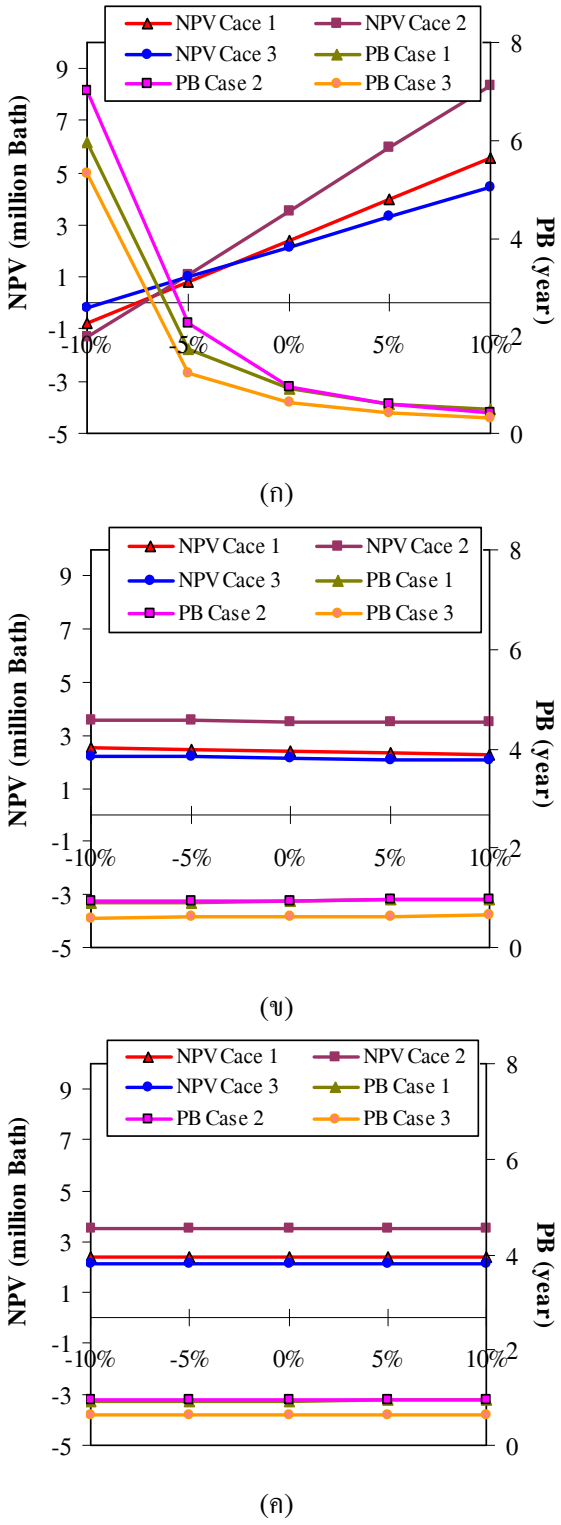
รูปที่ 3 และ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการของเตาอบแห้งยางพาราทั้ง 3 กรณี สำหรับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ต้นทุนเตาความร้อน ราคาน้ำยางดิบ ค่าเชื้อเพลิง รายได้จากการขายแผ่นยางรมควัน ดอกเบี้ยเงินกู้ยืม และราคาค่าเช่าที่ดิน

เมื่อพิจารณาผลกระทบของตัวแปรต่างๆ ของเตาอบแห้งรมควันทั้ง 3 กรณีศึกษา พบว่า ราคาน้ำยางดิบและรายได้จากการขายแผ่นยางรมควันส่งผลกระทบต่อค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิและระยะเวลาในการคืนทุนมากสุด โดยทั้งสองปัจจัยจะส่งผลต่อเตาอบรมควันในระบบที่ 2 มากที่สุด เนื่องจากเป็นระบบที่มีกำลังการผลิตสูงสุดจึงมีค่าใช้จ่ายจากการซื้อน้ำยางสดและรายได้จากการขายแผ่นยางสูงสุดตามไปด้วย

จากการวิเคราะห์พบว่า เมื่อน้ำยางดิบมีราคาเพิ่มสูงขึ้น 8% จะทำให้ผลตอบแทนการลงทุนในระบบที่ 2 เตาแบบประหยัดพลังงานนั้นไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากมีค่า NPV ติดลบและมีระยะเวลาในการลงทุนยาวนานกว่าระยะเวลาโครงการ ขณะที่ระบบอื่น ๆ นั้นยังคุ้มค่าในการลงทุนถึงแม้ว่า ราคาน้ำยางดิบจะเพิ่มถึง 10% สำหรับกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงรายได้จากการขายพบว่าการผลิตโดยใช้เตาอบรมควันแบบที่ 1 และแบบที่ 2 จะไม่น่าลงทุนเมื่อรายได้ลดลงจากเดิมประมาณ 8% และเตาแบบที่ 3 จะไม่น่าลงทุนเมื่อรายได้ลดลง 10% เนื่องจากมีค่า NPV ติดลบ



รูปที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง (ก) ต้นทุนก่อสร้างระบบให้ความร้อน (ข) ราคาน้ำยางดิบ และ (ค) ราคาค่าเชื้อเพลิง



รูปที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง (ก) รายได้จากการขายแผ่นยาง (ข) ดอกเบี้ยเงินกู้ยืม และ (ค) ราคาค่าเช่าที่ดิน

4. สรุปผลการวิเคราะห์

การศึกษาการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตและการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนของการผลิตยางแผ่นรมควันโดยเตาอบรมควัน 3 ประเภทได้แก่ ระบบอบแห้งยางแผ่นรมควันแบบอุโมงค์ ระบบอบแห้งยางแผ่นรมควันแบบประหยัดพลังงานและระบบอบแห้งยางแผ่นแบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผา พบว่า เตาอบแห้งแผ่นยางพารารมควันแบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผามีผลตอบแทนการลงทุนที่ดีกว่าระบบอื่น ๆ เนื่องจากมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในสูง และระยะเวลาคืนทุนต่ำ รวมถึงเป็นระบบที่ใช้เงินลงทุนเริ่มต้นต่ำ แต่อย่างไรระบบอบแห้งรมควันทั้ง 3 แบบยังคุ้มค่าต่อการตัดสินใจลงทุน โดยในการตัดสินใจลงทุนของผู้ประกอบการยังขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ทักษะในการผลิต เงินลงทุนเริ่มต้นของโครงการ รวมถึงความสามารถในการเรียนรู้เทคโนโลยีด้วย

สำหรับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความคุ้มค่าในการลงทุนคือ ค่าราคาวัตถุดิบ (น้ำยางสด) และรายได้จากการขายแผ่นยางรมควัน ถ้าราคาน้ำยางดิบเพิ่มสูงขึ้น 8% ส่งผลให้การลงทุนในระบบอบแห้งรมควันแบบเตาประหยัดพลังงานมีความไม่คุ้มค่าในการลงทุน ในขณะที่ระบบเตาแบบอุโมงค์และเตาแบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผายังมีความคุ้มค่าในการลงทุนถึงแม้ราคายางดิบเพิ่มขึ้น 10% เมื่อพิจารณาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงรายได้จากการขาย พบว่า การผลิตโดยใช้เตาอบรมควันแบบอุโมงค์และแบบเตาประหยัดพลังงานนั้นจะไม่น่าลงทุนเมื่อรายได้ลดลงจากเดิมประมาณ 8% ในขณะที่เตาแบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผาจะไม่น่าลงทุนเมื่อรายได้ลดลง 10%

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร สำหรับเงินทุนสนับสนุนการทำวิจัย ขอขอบคุณ คุณวิโรจน์ โรจนภาวโรทัย สำหรับการ

สนับสนุนงานวิจัย และโรงอบแผ่นยางธนาคลทรัพย์ และกลุ่มสหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านในเหมือง จังหวัดชุมพร ที่อนุญาตให้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลาดำเนินงานในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ฐานิตย์ เมธิยานนท์, ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ และ สราวุฒิ สังวรกาญจน. การออกแบบและประเมินสมรรถนะเตากำเนิดความร้อนและระบบอบ-รมควันแผ่นยางพาราประสิทธิภาพสูง. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย, ครั้งที่ 27, 2556.

[2] ธวัฒน์ชัย เทพนวล, สุวิทย์ เพชรห้วยลึก, ซุลกิพลี กาซอม, พรศักดิ์ สมประสงค์ และ ภรพนา บัวเพชร. การใช้พลังงานของโรงอบยางแผ่นดิบพลังงานร่วมแสงอาทิตย์และชีวมวล. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 2553; 12 (3): 119-128.

[3] ประสาน สถิตเรืองศักดิ์. เทคโนโลยีการอบรมควันยางพาราแบบประหยัดพลังงาน. *วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี*, 2555; 39 (223): 46-51.

[4] ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล. โรงอบยางแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาเผา. *วารสารยางพารา*, 2554; 32 (2): 12-16.

[5] รัตนา สายคณิต. เศรษฐศาสตร์เพื่อการจัดการ (พิมพ์ครั้งที่ 4), กรุงเทพฯ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546; 157-158.

[6] สถาบันวิจัยยาง: กรมวิชาการเกษตร. ราคายา. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.rubberthai.com