Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 187-190 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 187-190 (2555)

ขนาดของโรงเรือนที่มีผลต่อประสิทธิภาพการไหลเวียนและอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยม

Para Rubber Triangle Roof of Solar Drying Chamber Size Affecting Air Ventilation Efficiency and Temperature Scatter

ประพันธ์พงษ์ สมศิลา[1] อำไพศักดิ์ ทีบุญมา[2] ปรเมนทร์ มาลีหวล[1] ประทีป ตุ้มทอง[1] และ ธนกร หอมจำปา[1]

Praphanpong Somsila[1], Umphisak Teeboonma[2], Poramain Maleehuan[1], Prateep Tumtong[1] and Thanakorn Homjumpa[1]

Abstract

Triangle gable roof type of para rubber solar drying chamber was popularly used among farmer's of rubber plantation because of the simple structure, easy to built with lower investment cost. However, the air circulation and temperature distribution were not considered in the design and building process. Mold oftenly growth on para rubber sheets. The objective of this research is to study the size of triangle gable roof type of para rubber solar drying chamber that effects air circulation and temperature distribution inside the drying chamber by using computational fluid dynamics method. The dryer sizes of 3 x 4 x 2.5, 3 x 8 x 2.5 and 5 x 10 x 2.5 m with heat flux of 400, 600 and 800 W/m^2 were used for the investigation. The result of the study showed that the maximum air circulation efficiency occurred on size 3 x 4 x 2.5 m at 800 W/m^2 of heat flux and the uniform temperature distribution occurred on size 5 x 10 x 2.5 m using 800 W/m^2 of heat flux. Result of the study may be the benefit used as reference for the design and construction process of the dryer helping to decrease the problem of fungal growth on para rubber sheet surface.

Keywords: para rubber solar drying chamber, size of chamber, heat flux, Computational Fluid Dynamics (CFD)

บทคัดย่อ

โรงเรือนอบแห้งยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยม เป็นชนิดที่เกษตรกรชาวสาวยางพารามีการใช้งานในปริมาณมาก เนื่องจากโครงสร้างของโรงเรือนไม่ซับซ้อน ง่ายในการก่อสร้าง และมีราคาไม่แพงมากนัก แต่พบว่าการออกแบบและสร้างโรงเรือนอบแห้งยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยมของเกษตรกรในขนาดต่างๆ นั้นไม่ได้คำนึงถึงผลลักษณะการไหลเวียนและการกระจายอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนเท่าที่ควร จึงส่งผลทำให้เกิดเชื้อราบนแผ่นยาง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของขนาดโรงเรือนที่มีต่อการไหลเวียนและการกระจายตัวอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยม ด้วยวิธีคำนวณเชิงพลศาสตร์ของไหลภายในโรงเรือน ซึ่งตัวแปรที่ทำการศึกษาประกอบด้วยขนาดของโรงเรือน ได้แก่ 3x4x2.5, 3x8x2.5 และ 5x10x2.5 m และฟลักซ์ความร้อน ได้แก่ 400, 600 และ 800 W/m^2 ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า โรงเรือนที่มีประสิทธิภาพการไหลเวียนอากาศมากที่สุดคือ ขนาด 3x4x2.5 m ที่ฟลักซ์ความร้อน 800 W/m^2 และโรงเรือนที่มีการกระจายอุณหภูมิสม่ำเสมอมากที่สุดคือ ขนาด 5x10x2.5 m ที่ฟลักซ์ความร้อน 800 W/m^2 สำหรับประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยนี้คือ สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการออกแบบและสร้างโรงเรือนอบแห้งยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยมในแต่ละขนาด เพื่อให้ได้โรงเรือนที่มีความเหมาะสมกับปริมาณยางพารา พร้อมกันนั้นยังสามารถช่วยลดปัญหาการเกิดเชื้อราบนแผ่นยางพารา

คำสำคัญ: โรงเรือนอบแห้งยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดโรงเรือน ฟลักซ์ความร้อน การคำนวณเชิงพลศาสตร์ของไหล

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์ 32000

[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Surin campus, Surin 32000

[2] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

[2] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Ubonratchathani University, Ubonratchathani 34190

คำนำ

ยางพาราถือเป็นสินค้าส่งออกลำดับต้นๆ ของประเทศไทย แหล่งผลิตที่สำคัญเมื่อหลายสิบปีที่ผ่านมาคือบริเวณภาคใต้ของประเทศ แต่ปัจจุบันคงปฏิเสธไม่ได้หรอกว่าภาคอีสานและทั่วทุกภาคถือเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประชาชนในภาคอีสานกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก แต่ปัญหาอย่างหนึ่งที่เกษตรชาวสวนยางกำลังประสบอยู่นั้นคือ เชื้อราที่เกิดขึ้นบนแผ่นยาง ถือเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการทำแผ่นยางพารา สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวประการหนึ่งนั้นคือ ประสิทธิภาพการอบแห้งของโรงเรือนอบแห้งยางพาราค่อนข้างต่ำ โดยที่โรงเรือนอบแห้งยางพาราที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดจะเป็นชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยม ที่ผ่านมามีนักวิจัยได้ทำการศึกษางานด้านที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ (สุรจิตร์ และคณะ, 2552) ศึกษาโรงอบยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดเรือนกระจก ขนาด 3 x 6 x 3 m^3 หลังคาโค้ง ใช้วัสดุเมทัลชีส ผนังรอบด้านโปร่งแสง ทำจากแผ่นโพลีคาร์บอเนตใส สามารถบรรจุยางได้ประมาณ 800 แผ่น พบว่าอุณหภูมิภายในมีค่าสูงสุด 45 °C ที่ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยรายชั่วโมงประมาณ 540 W/m^2 ใช้เวลาในการอบแห้งยาง 7 – 15 วัน (ปรีดิ์เปรม, 2552) ศึกษาประสิทธิภาพโรงอบยางแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการสร้างโรงอบแห้งยางแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 2 x 2.5 x 3 m^3 พบว่าในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิภายนอกสูงเกิน 36 °C ภายในโรงอบจะมีอุณหภูมิสูงถึง 49 – 52 °C สามารถอบยางแผ่นดิบให้แห้งได้ภายใน 3 – 4 วัน โดยยางแผ่นดิบที่ได้มีคุณภาพดี มีความชื้นน้อยกว่า 1% สีสวย ไม่ขึ้นรา เหมาะสำหรับพื้นที่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ และพงษ์ศักดิ์ และคณะ (2550) ศึกษาการเปรียบเทียบการอบแห้งยางพาราแผ่นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กับการอบแห้งด้วยการรมควัน โดยการศึกษาห้องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 8.13 x 12.4 x 3.6 m^3 และห้องรมควันขนาด 3 x 10 x 5 m^3 พบว่า การสันดาปเชื้อเพลิงชีวมวลมีผลต่ออุณหภูมิห้องอบแห้งโดยตรงและยังพบอีกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมไม่มีผลกระทบต่อห้องรมควัน ซึ่งอุณหภูมิห้องรมควันมีค่าคงที่เฉลี่ย 57 – 60 °C แต่สำหรับอุณหภูมิภายในห้องอบพลังงานแสงอาทิตย์จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแวดล้อมโดยตรง มีผลทำให้อุณหภูมิภายในห้องแตกต่างกันมาก จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การศึกษาผลของขนาดโรงเรือนอบแห้งยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหน้าจั่วสามเหลี่ยมที่มีต่อการไหลเวียนอากาศนั้นยังไม่มี ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของขนาดโรงเรือนที่มีต่อการไหลเวียนและการกระจายตัวอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยม ด้วยวิธีคำนวณเชิงพลศาสตร์ของไหลภายในโรงเรือน ซึ่งตัวแปรที่ทำการศึกษาประกอบด้วยขนาดของโรงเรือน และฟลักซ์ความร้อน ซึ่งถือเป็นการศึกษาในเบื้องต้นเพื่อนำไปประกอบการศึกษาในขั้นถัดไป

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

แบบจำลองพลศาสตร์ของไหลภายในโรงเรือนอบแห้งยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยมขนาดต่าง ๆ

สำหรับแบบจำลองพลศาสตร์ของไหล ภายในโรงเรือนอบแห้งยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยมนั้น จะใช้แบบจำลอง 3 มิติ ดังแสดงใน Figure1 เนื่องจากจะสามารถทำให้ทราบลักษณะที่เกิดขึ้นกับทุกส่วนภายในโรงเรือน โดยที่จำนวนเซลล์ของขนาด 3x4x2.5 m เท่ากับ 10,480 เซลล์ ขนาด 3x8x2.5 m เท่ากับ 6,291 เซลล์ และขนาด 5x10x2.5 m เท่ากับ 6,622 เซลล์ ซึ่งทั้งสามแบบจำลองนั้นเป็นเซลล์ชนิด Tetrahedral ทั้งหมด สำหรับระเบียบวิธีคำนวณใช้ Density Base แบบ implicit แบบจำลองความปั่นป่วน viscous model กำหนดให้เป็น The RNG k-epsilon model ที่สภาวะ Full Buoyancy Effect นอกจากนั้นยังพิจารณาการแผ่รังสี (Radiation heat transfer) ภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ โดยใช้แบบจำลอง Discrete Ordinates (DO) model ในส่วนของ Operating condition กำหนดค่า Gravity สำหรับแกน y เท่ากับ -9.81 m/s^2 อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ทางเข้า และทางออก เท่ากับ 30 °C (303 K)

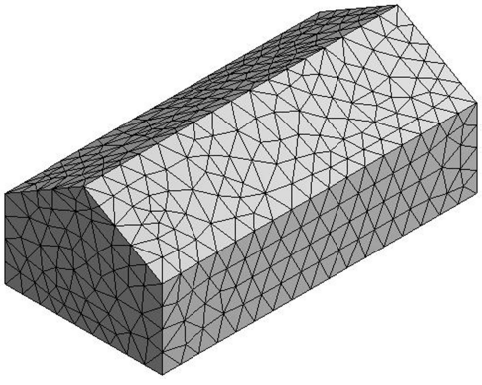

Figure1 Triangle roof type of para solar drying chamber

ผลการวิจัย

1.ลักษณะการไหลเวียนอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยมขนาดต่าง ๆ

Figure 2-4 แสดงเวคเตอร์ความเร็วของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยมหน้าจั่วขนาด 3x4x2.5, 3x8x2.5 และ 5x10x2.5 m ตามลำดับ ที่ฟลักซ์ความร้อน 800 W/m^2 ซึ่งรูปทั้งสามเป็นรูปหน้าตัดบริเวณตรงกลางของโรงเรือน จากรูปพบว่าโรงเรือนอบแห้งขนาด 3x4x2.5 m มีการไหลเวียนอากาศดีที่สุด จะเห็นได้จากความเร็วที่ทางเข้าและทางออกมีค่าค่อนข้างมากถือได้ว่าเป็นความเร็วมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบทั้งสามขนาด และทิศทางของเวคเตอร์ความเร็วมีความสม่ำเสมอทั่วทั้งโรงเรือน รองลงมาคือ ขนาด 3x8x2.5 และ 5x10x2.5 m ตามลำดับ และในทุก ฟลักซ์ความร้อนจะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน

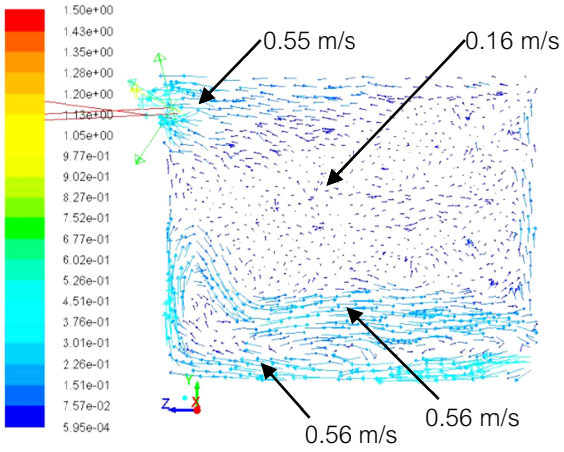

Figure2 Simulation result of velocity vector on size 3x4x2.5 m drying chamber

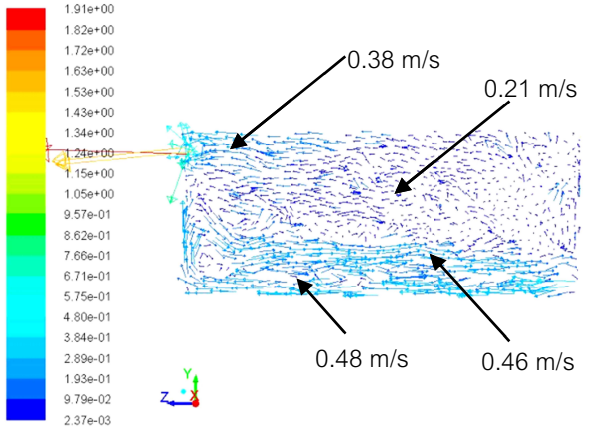

Figure3 Simulation result of velocity vector on size 3x8x2.5 m drying chamber

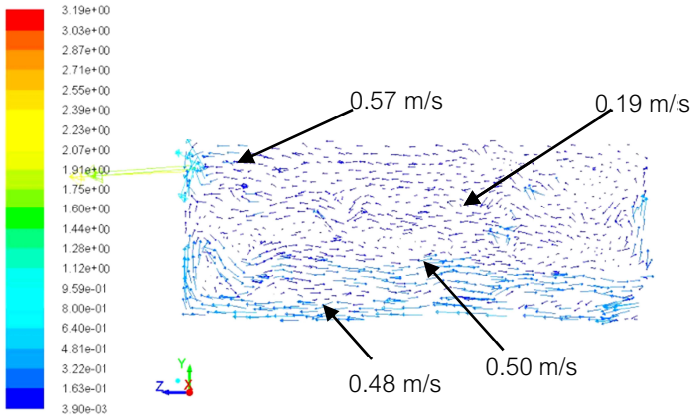

Figure4 Simulation result of velocity vector on size 5x10x2.5 m drying chamber

2.การกระจายตัวของอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยมขนาดต่าง ๆ

Figure 5-7 แสดงการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยมขนาด 3x4x2.5, 3x8x2.5 และ 5x10x2.5 m ตามลำดับ ที่ฟลักซ์ความร้อน 800 W/m^2 ซึ่งรูปทั้งสามเป็นรูปหน้าตัดบริเวณตรงกลางของโรงเรือน จากรูปพบว่าอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งที่มีความสม่ำเสมอกันทั่วทุกพื้นที่มากที่สุดเกิดขึ้นกับโรงเรือนขนาด 5x10x2.5 m รองลงมาคือ ขนาด 3x8x2.5 และ 3x4x2.5 m ตามลำดับ และในทุกฟลักซ์ความร้อนจะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน

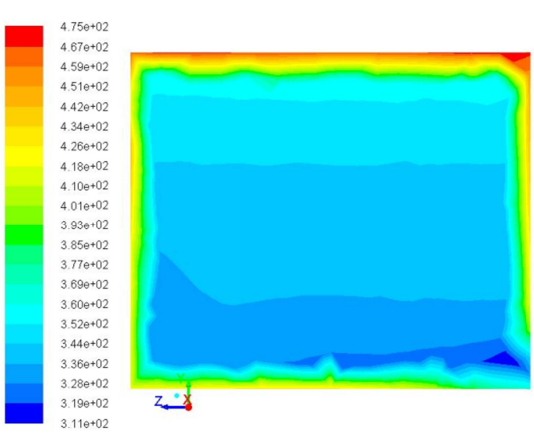

Figure5 Simulation result of temperature contour on size 3x4x2.5 m drying chamber

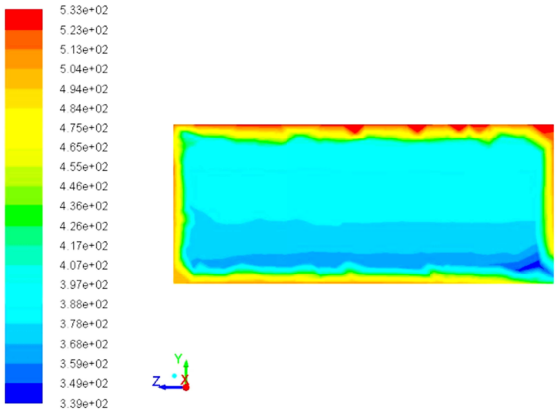

Figure6 Simulation result of temperature contour on size 3x8x2.5 m drying chamber

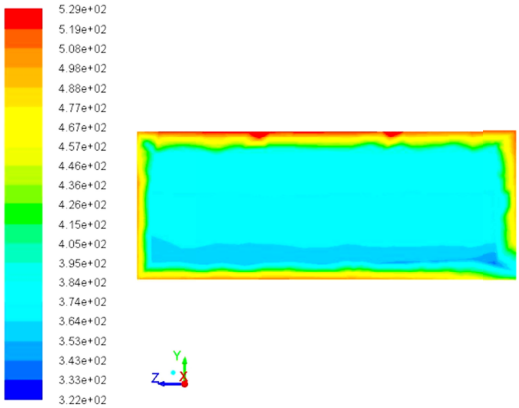

Figure7 Simulation result of temperature contour on size 5x10x2.5 m drying chamber

วิจารณ์ผล

การไหลเวียนของอากาศภายในโรงเรือนดีที่สุดที่ขนาด 3x4x2.5 m เนื่องจากขนาดของพื้นที่รวมที่มีความเหมาะสมที่ทำให้เกิดความแตกต่างของความหนาแน่นของอากาศดีที่สุด เป็นผลทำให้อากาศมีการไหลเวียนในปริมาณสูงและสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ของโรงเรือน สำหรับขนาด 5x10x2.5 m มีการไหลเวียนของอากาศน้อยที่สุด เนื่องจากปริมาณพื้นที่รวมค่อนข้างใหญ่เมื่อเทียบกับปริมาณฟลักซ์ความร้อนที่ได้รับ เป็นผลทำให้ความแตกต่างของความหนาแน่นอากาศน้อยจึงทำให้มีค่าการไหลเวียนน้อยที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ที่สนับสนุนทุนและอุปกรณ์ในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

พงษ์ศักดิ์ อยู่มั่น, ศิริชัย เทพา และพิชัย นามประกาย. 2550. การเปรียบเทียบการอบแห้งยางพาราด้วยการรมควันและอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. 1-7 หน้า. ใน: การประชุมวิชาการ ด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ ครั้งที่ 1. คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ วันที่ 31 สิงหาคม 2550. โรงแรมเดอะทวิน ทาวเวอร์ กรุงเทพฯ.

ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล. 2552. โรงอบยางแผ่นพลังงานแสงอาทิตย์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.live-rubber.com/para-rubber-articles/51-para-rubber/200-2008 (1 มีนาคม 2554)

สุรจิตร์ พระเมือง. 2552. โรงอบแห้งยางพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดเรือนกระจก. ภาควิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.