

# ลักษณะของอุณหภูมิและความเร็วอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

## Temperatures and air velocity characteristic inside greenhouse solar dryer of triangle roof type

ประพันธ์พงษ์ สมศิลา,<sup>1\*</sup> อำไพศักดิ์ ทีบุญมา<sup>2</sup>

Praphanpong Somsila,<sup>1\*</sup> Umphisak Teeboonma<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการกระจายอุณหภูมิและการไหลเวียนของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว โดยการจำลองพลศาสตร์ของไหลภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ผลจากการศึกษา พบว่า ลักษณะการกระจายอุณหภูมิภายในโรงเรือนค่อนข้างสม่ำเสมอในทุกพื้นที่ ยกเว้นตำแหน่งใต้หลังคาที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง อุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนอบแห้งประมาณ 45-65 °C สำหรับการไหลเวียนของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้ง พบว่าการไหลเวียนอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมค่อนข้างสม่ำเสมอ และความเร็วเฉลี่ยภายในโรงเรือนเท่ากับ 0.75 m/s ยกเว้นตำแหน่งใต้หลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่ทิศทางของอากาศมีความปั่นป่วนค่อนข้างมาก

**คำสำคัญ:** อุณหภูมิและความเร็ว, โรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว, การจำลองพลศาสตร์ของไหล

### Abstract

The objective of this research was to study the characteristic of temperatures distribute and air circulates inside greenhouse solar dryer of triangle roof type using computational fluid dynamics method. From the experimental results in this work, it was found that the good temperatures distribution inside greenhouse solar dryer of triangle roof type except under triangle roof area and high temperature. The average temperature inside greenhouse solar dryer 45-65 °C Furthermore, the good circulation of air velocity inside

<sup>1</sup> อาจารย์, สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

<sup>2</sup> อาจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

<sup>1</sup> Lecturer, Department of Mechanical engineering, Faculty of Agriculture and technology, Rajamangala University of Technology Isan, Surin campus, Mueang District, Surin 32000, Thailand.

<sup>2</sup> Lecturer, Department of Mechanical engineering, Faculty of Engineering, Ubonratchathani University, Warinchamrab District, Ubonratchathani 34190, Thailand.

\* Corresponding author: Praphanpong Somsila, Department of Mechanical engineering, Faculty of Agriculture and technology, Rajamangala University of Technology Isan, Surin campus, Mueang District, Surin 32000, Thailand.

greenhouse solar dryer and the average air velocity 0.75 m/s except the under triangle roof which has turbulent flow.

**Keyword:** Temperature and velocity, Greenhouse solar dryer triangle roof type, Computational Fluid Dynamics

## บทนำ

ประเทศไทย ถือเป็นประเทศแห่งการทำเกษตรกรรม ผลผลิตทางการเกษตรออกสู่ตลาดค่อนข้างสูง เนื่องด้วยมีการสนับสนุนจากหน่วยงานต่างๆ ทำให้มีผลผลิตทางการเกษตรมากเกินความต้องการของตลาด ส่งผลทำให้ราคาผลผลิตทางการเกษตรค่อนข้างตกต่ำ และบางส่วนจำหน่ายไม่ทันจึงเกิดการเน่าเสีย การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรโดยการอบแห้งจึงเป็นทางเลือกในการช่วยลดปัญหาทางการเกษตรเหล่านี้ ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นบริเวณเส้นศูนย์สูตรมีแสงแดดตลอดทั้งปี โดยมีความเข้มของแสงแดดค่อนข้างสูงจึงเหมาะสมต่อการอบแห้ง โรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรไทย เนื่องจากช่วยลดต้นทุนในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรได้ค่อนข้างมาก แต่ปัจจุบันโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ของเกษตรกรส่วนใหญ่ ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้มีความสามารถในการอบแห้งในปริมาณมากเพียงอย่างเดียว โดยการออกแบบไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์แต่อย่างใด ผลที่ตามนาคือ ประสิทธิภาพของโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์มีค่าค่อนข้างน้อย ที่ผ่านได้มีนักวิจัยศึกษาเครื่องทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์หลายท่านดังต่อไปนี้คือ มนตรี พจนารถลาวัฒน์<sup>1</sup> ได้ศึกษาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบบังคับการไหลเวียนของอากาศ เครื่องอบแห้งแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนทำความร้อนและส่วนอบแห้ง ส่วนรับความร้อนมีตัวเก็บกักความร้อนโดยใช้หินสีดำเก็บความร้อนมีแผ่นกระจกใสบิดด้านบนทำมุมเอียง 14° กับแนวระดับ ส่วนห้องอบแห้งเป็นแบบชั้น 3 ชั้น ด้านหลังของส่วนห้องอบแห้งติดตั้งพัดลมระบายอากาศ 2 ตัว แต่ละตัวมีอัตราการไหลของอากาศ การศึกษา

พบว่า อัตราการไหลเวียนของอากาศที่ 0.05 m<sup>3</sup>/s และ 0.10 m<sup>3</sup>/s นั้น ใช้เวลาในการอบแห้ง 15 hr และ 19 hr ตามลำดับ แสดงว่าอัตราการถ่ายเทอากาศออกจากตู้อบเป็นปัจจัยหนึ่งในการอบแห้ง การที่อากาศมีอัตราการไหลสูงจะใช้เวลาในการอบแห้งนานกว่าอัตราการไหลเวียนของอากาศต่ำ เนื่องจากอากาศร้อนจะถูกดูดออกจากตู้อบมากเกินไปจนทำให้เกิดการสูญเสียความร้อน โสรจ คีรีเลิศ<sup>2</sup> ทำการทดลองเครื่องอบแห้งกระเทียมโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานจากก๊าซชีววมวล พบว่าสมรรถนะของระบบอบแห้งเป็น 0.68% สุเมิตรา สกุลรัตนกุลชัย และนครชัย คำด้วง<sup>3</sup> ทำการทดลองอบแห้งพริกแดงด้วยตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ตัวตู้อบเป็นโครงเหล็ก หลังคาและด้านข้างของตู้อบเป็นพลาสติก Acrylic ส่วนด้านที่เป็นประตูทำจากไม้อัดทาสีดำด้าน ตัวรับรังสีทำจากไม้อัดทาสีดำด้าน และมีพลาสติก Acrylic ครอบด้านบนวางเอียงทำมุม 14° กับตู้อบ ภายในตู้อบมีชั้นวางตะแกรง 3 ชั้น ผลจากการทดลองพบว่าใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 1-2 วัน โดยพริกแห้งมีสีแดงสม่ำเสมอ เสริม จันทร์ฉาย และยุทธศักดิ์ บุญรอด<sup>4</sup> ได้ทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลมที่ใช้กระจกปิดด้านบน การไหลเวียนอากาศร้อนเป็นแบบบังคับ โดยใช้กล้วยเป็นตัวช่วยในการไหลเวียนมีมวลรวม ผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิของอากาศในห้องอบแห้งมีค่าระหว่าง 40-70 °C ในวันที่อากาศแจ่มใสในช่วงเวลา 10:00-16:00 น. ความชื้นของกล้วยลดลงจาก 65% เหลือ 25% ภายใน 3 วัน โดยแห้งเร็วกว่าการตากแดดตามธรรมชาติ 1-2 วัน และได้กล้วยที่มีคุณภาพดีทั้งในด้านของสีกลิ่นและรสชาติ สุขฤดี นาดกรณกุล และบงกช ประสิทธิ์<sup>5</sup> ได้ทำการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ ที่มีสมรรถนะ

ทางด้านความร้อนสูงร่วมกับความร้อนเสริมจากระบบแก๊สชีวภาพ ผลจากการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพตัวรับรังสีดวงอาทิตย์มีค่าเฉลี่ย 54.90% ประสิทธิภาพของระบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ เมื่อผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นกล้วยน้ำว้า พริก มะม่วงแช่แข็งเท่ากับ 42.8, 33.4 และ 76.9% ตามลำดับ วิศุรีย์ อบรม และคณะ<sup>6</sup> ศึกษาสมรรถนะของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างมีและไม่มีลูกระบายอากาศ จากผลการทดลองพบว่า กรณีมีลูกระบายอากาศจะให้ประสิทธิภาพสูงกว่ากรณีไม่มีลูกระบายอากาศประมาณ 10% และหากความสูงของปล่องระบายอากาศสูงขึ้นไป 2 เมตรจะทำให้การระเหยของน้ำในวัสดุดีขึ้นประมาณ 20% ของกรณีไม่เพิ่มความสูงของปล่องระบายอากาศ ณัฐพล ศรีสิทธิ์โกกุล<sup>7</sup> ได้ทำการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งสมุนไพรและเครื่องเทศ เครื่องอบแห้งดังกล่าวเป็นแบบตู้มีปริมาตร  $1.25 \times 2.44 \times 0.75 \text{ m}^3$  จากผลการทดลองพบว่าเครื่องอบแห้งนี้สามารถอบแห้ง ดอกกระเจียวและพริกจำนวน 200 กิโลกรัมให้แห้งภายในเวลา 3 วัน ผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ได้มีคุณภาพดีและไม่ได้รับความเสียหายจากการเปียกฝน หรือการรบกวนของสัตว์และแมลงต่างๆ สุทธิชัย ภมรสมิต และคณะ<sup>8</sup> ได้ทำการศึกษาสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมรังสีอินฟราเรด ผลการทดลองพบว่า การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมรังสีอินฟราเรดสามารถอบแห้งในระยะเวลาที่สั้น และมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวและการตากแดดโดยตรง ซึ่งจะเห็นผลได้ชัดเจนในกรณีที่ตั้งค่าอุณหภูมิควบคุมภายในห้องอบแห้งสูงกว่า  $50^\circ\text{C}$  โดยคุณภาพของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ อำไพศักดิ์ ที่บุญมา และคณะ<sup>9</sup> ได้ทำการศึกษาการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับอินฟราเรดในขนาดระดับห้องปฏิบัติการ พบว่าการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับอินฟราเรดใช้ระยะเวลาอบแห้งสั้น และให้อัตราการอบแห้งสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงาน

แสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว และการตากแดดโดยตรง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระจายอุณหภูมิ และลักษณะการไหลเวียนของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยม โดยใช้การคำนวณเชิงพลศาสตร์ของไหลภายในโรงเรือน ซึ่งเป็นขอบเขตการศึกษาของงานวิจัยนี้ โดยที่ผลที่ได้จากการศึกษาดังกล่าวอาจจะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบในการศึกษาการออกแบบ และสร้างโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพการอบแห้งสูงในลำดับถัดไป

## ทฤษฎี

### สมการพาความร้อน

สำหรับการพาความร้อนแบบอิสระหรือการพาความร้อนแบบธรรมชาติ (Natural force convection) ที่เกิดขึ้นภายในโรงอบแห้งยาวพาราพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยมนั้น จะถูกควบคุมด้วยสมการความต่อเนื่อง สมการนาเวียร์-สโตกส์ และสมการพลังงาน สามารถเขียนสมการให้อยู่ในรูปอย่างง่าย ดังต่อไปนี้

สมการความต่อเนื่อง

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0$$

สมการโมเมนตัมในแนวแกน x

$$\frac{\partial(\rho u u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho u v)}{\partial y} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \left[ \frac{\partial}{\partial x} \mu \left[ \frac{\partial u}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \mu \left[ \frac{\partial u}{\partial y} \right] \right]$$

สมการโมเมนตัมในแนวแกน y

$$\frac{\partial(\rho u v)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v v)}{\partial y} = -\frac{\partial P}{\partial y} + \left[ \frac{\partial}{\partial x} \mu \left[ \frac{\partial v}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \mu \left[ \frac{\partial v}{\partial y} \right] \right] + (\rho + \rho_0)g$$

สมการพลังงาน

$$\rho C_p \left[ \frac{\partial(uT)}{\partial x} + \frac{\partial(vT)}{\partial y} \right] = \frac{\partial}{\partial x} \left[ k \frac{\partial T}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ k \frac{\partial T}{\partial y} \right]$$

เมื่อ x, y คือ แกนต่างๆ ในพิกัดฉาก

u, v คือ ความเร็วตามแนวแกนพิกัดฉาก x, y ตามลำดับ

$\rho$  คือ ความหนาแน่นของของไหล

P คือ ความดัน

## แบบจำลองพลศาสตร์ของไหลของโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

Figure 1 แสดงลักษณะ Mesh ของโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ขนาด  $1 \times 1.3 \times 1.5 \text{ m}^3$  จะใช้แบบจำลอง 3 มิติ เนื่องจากจะสามารถทำให้ทราบลักษณะที่เกิดขึ้นกับทุกส่วนภายในโรงเรือนอบแห้ง ซึ่งแบบจำลองนั้นเป็นเซลล์ชนิด Tetrahedral สำหรับระเบียบวิธีคำนวณใช้ Density Base แบบ implicit แบบจำลองความปั่นป่วน viscous model กำหนดให้เป็น The RNG k-epsilon model ที่สภาวะ Full Buoyancy Effect นอกจากนี้ยังพิจารณาการแผ่รังสี (Radiation heat transfer) ภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ โดยใช้แบบจำลอง Discrete Ordinates (DO) model ในส่วนของ Operating condition กำหนดค่า Gravity สำหรับแกน y เท่ากับ  $-9.81 \text{ m/s}^2$  อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ทางเข้า และทางออก เท่ากับ  $30 \text{ }^\circ\text{C}$

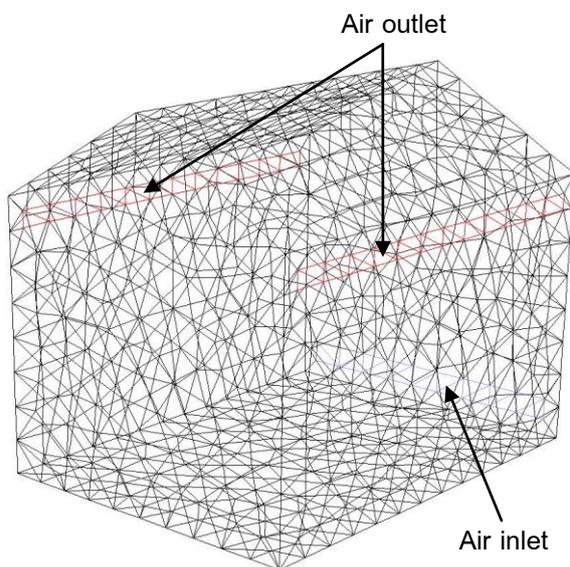


Figure 1 Mesh of greenhouse solar dryer triangle roof type

## ผลการวิจัย

### 1. ผลของการกระจายอุณหภูมิภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาหน้าจั่วสามเหลี่ยม

Figure 2 แสดงลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่วบริเวณตรงกลางของโรงเรือนอบแห้ง พบว่า อุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งมีความสม่ำเสมอของอุณหภูมิไม่ทั่วทุกพื้นที่ภายในโรงเรือนอบแห้ง เนื่องจากการไหลเวียนของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งมีการไหลย้อนกลับที่ผนังด้านหน้า นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนอบแห้งประมาณ  $45\text{-}65 \text{ }^\circ\text{C}$  ขึ้นอยู่กับฟลักซ์ความร้อน

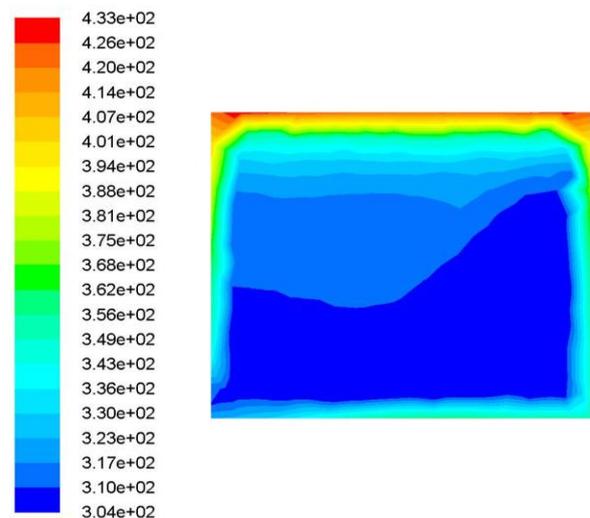


Figure 2 Temperature contour at center of greenhouse solar dryer triangle roof type and  $800 \text{ W/m}^2$  (K)

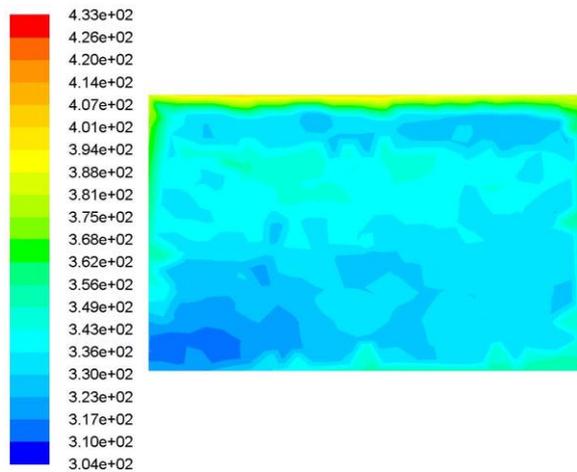


Figure 3 Temperature contour at left wall of greenhouse solar dryer triangle roof type and  $800 \text{ W/m}^2$  (K)

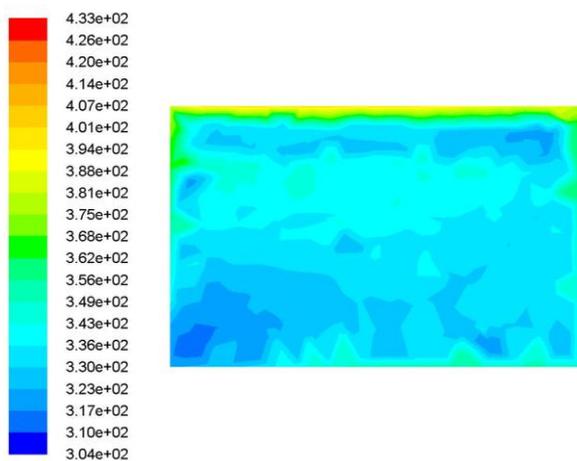


Figure 4 Temperature contour at right wall of greenhouse solar dryer triangle roof type and  $800 \text{ W/m}^2$  (K)

Figure 3 - 4 แสดงลักษณะการกระจายอุณหภูมิภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่ตำแหน่งผนังทางด้านซ้ายและผนังด้านขวา พบว่า ลักษณะของการกระจายอุณหภูมิในทั่วพื้นที่ของบริเวณด้านข้างของผนังโรงเรือนทั้งสองด้านจะมีความสม่ำเสมอของอุณหภูมิในทั้งสองด้าน แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการอบแห้งที่จะทำได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงเนื่องมาจากมีการกระจายตัวของอุณหภูมิที่ด้านข้าง

ของโรงเรือนอบแห้งที่สม่ำเสมอ นอกจากนั้นยังพบว่าบางตำแหน่งของผนังทั้งสองด้านจะมีอุณหภูมิสูงด้วยเช่นกัน และอุณหภูมิที่ ฟลักซ์ความร้อน  $400 \text{ W/m}^2$  และ  $600 \text{ W/m}^2$  มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันเพียงค่าของอุณหภูมิที่น้อยกว่าเพียงเท่านั้น

## 2 ผลความเร็วของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

Figure 5 แสดงลักษณะเวกเตอร์ของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ตำแหน่งตรงกลางของโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ ที่ฟลักซ์ความร้อน  $800 \text{ W/m}^2$  พบว่าเวกเตอร์ของอากาศที่ทางเข้ามีความเร็วมมากกว่าเวกเตอร์ของอากาศที่ทางออก มีการไหลวนของอากาศที่ด้านบนของโรงเรือนอบแห้ง เกิดการไหลย้อนกลับของอากาศใกล้ช่องทางเข้า ตำแหน่งตรงกลาง และผนังด้านหน้าที่ค่อนข้างสูง มีการหมุนวนของอากาศที่ตำแหน่งใกล้ช่องทางเข้า และผนังด้านหน้าที่ตำแหน่งด้านล่างของโรงเรือนอบแห้ง นอกจากนั้นยังพบอีกว่า ความเร็วของอากาศที่ตำแหน่งช่องทางเข้ามีความเร็วอยู่ที่  $1.10 \text{ m/s}$  ความเร็วของอากาศที่ไหลวนที่ผนังทางด้านหน้ามีความเร็วที่  $0.2 \text{ m/s}$  ความเร็วของอากาศที่ไหลย้อนกลับที่ตำแหน่งกลางของโรงเรือนอบแห้งมีความเร็วอยู่ที่  $0.5 \text{ m/s}$

Figure 6 - 7 แสดงลักษณะเวกเตอร์ของอากาศที่ตำแหน่งผนังทางด้านซ้ายและผนังด้านขวา พบว่ามีหมุนวนของอากาศที่ตำแหน่งใกล้ช่องทางเข้า และช่องทางออก มีการไหลย้อนกลับของอากาศที่ใกล้ช่องทางออก ความเร็วของอากาศที่ทางออกมีค่ามากกว่าความเร็วที่ทางออก และมีการลอยตัวของอากาศที่ค่อนข้างสูง นอกจากนั้นยังพบอีกว่าความเร็วของอากาศที่ผนังทั้งสองด้านมีค่าใกล้เคียงกันมาก ความเร็วที่บริเวณช่องทางเข้าของผนังด้านซ้ายมีความเร็วที่  $0.55 \text{ m/s}$  ผนังด้านขวามีความเร็วที่  $0.41 \text{ m/s}$  ความเร็วที่ผนังทั้งสองข้างส่วนหน้าด้านซ้ายที่  $0.41 \text{ m/s}$  ด้านขวาที่  $0.50 \text{ m/s}$  ความเร็วของอากาศที่ไหลย้อนกลับที่บริเวณช่องทางเข้าทั้งสองด้านมีความเร็วเท่ากันที่  $0.30 \text{ m/s}$  และนอกจากนี้ยังพบอีกว่าที่ฟลักซ์ความร้อนที่  $400$

$W/m^2$  และ  $600 W/m^2$  จะมีลักษณะของทิศทางการ  
ความเร็วของอากาศที่คล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกัน  
เพียงค่าของเวกเตอร์

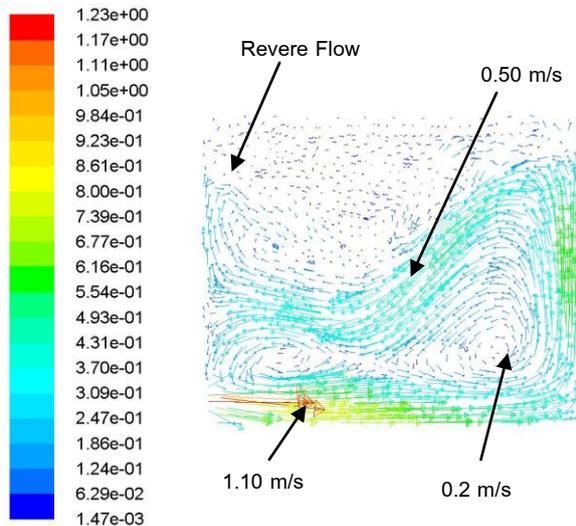


Figure 5 Velocity vector at center of  
greenhouse solar dryer triangle roof  
type and  $800 W/m^2$  (m/s)

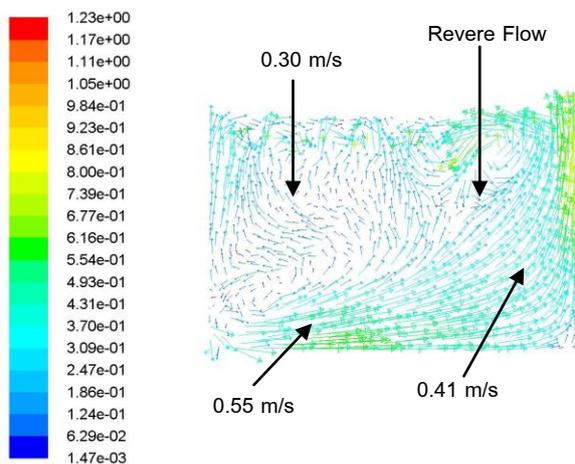


Figure 6 Velocity vector at left wall of  
greenhouse solar dryer triangle roof  
type and  $800 W/m^2$  (m/s)

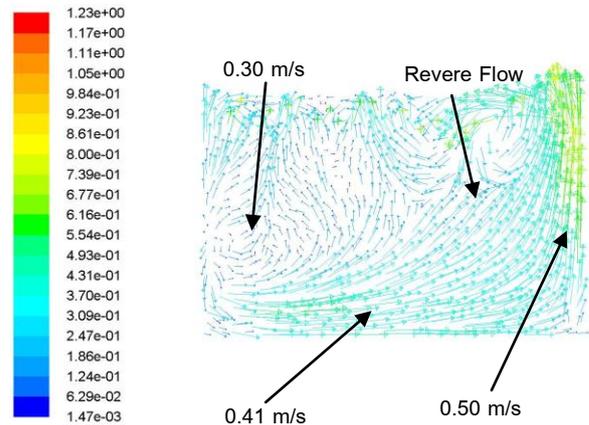


Figure 7 Velocity vector at right wall of  
greenhouse solar dryer triangle roof  
type and  $800 W/m^2$  (m/s)

### การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การกระจายอุณหภูมิและการไหลเวียนของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอในตำแหน่งด้านล่าง และตรงกลางของโรงเรือนอบแห้ง แต่ที่ตำแหน่งบริเวณด้านใต้หลังคาของโรงเรือนมีความปั่นป่วนค่อนข้างสูง เนื่องจากเมื่ออากาศได้รับความร้อนและอุณหภูมิสูงขึ้น จะทำให้ความหนาแน่นของอากาศลดลง และเกิดแรงลอยตัวเพิ่มขึ้นทำให้อากาศลอยขึ้นสูงด้านบนบริเวณใต้หลังคาโรงเรือน แต่โดยโครงสร้างเป็นลักษณะหน้าจั่วสามเหลี่ยม ประกอบกับทางออกของอากาศที่อยู่ตำแหน่งด้านข้าง อากาศจึงมีความปั่นป่วนบริเวณใต้หลังคาค่อนข้างสูง ส่งผลต่อการกระจายอุณหภูมิและการไหลเวียนอากาศค่อนข้างสูง ดังนั้นหากในการศึกษาในลำดับถัดไปจำเป็นต้องมีการแก้ปัญหาความปั่นป่วนของอากาศบริเวณใต้หลังคา เพื่อให้มีความสม่ำเสมอของอุณหภูมิและความเร็วของอากาศในทั่วทุกพื้นที่ ซึ่งผลดังกล่าวคาดว่าจะส่งผลดีต่อการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการอบแห้งของโรงเรือนต่อไป

### สรุปผลการวิจัย

จากลักษณะของการกระจายอุณหภูมิและทิศทางการไหลเวียนของอากาศภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังสามเหลี่ยมหน้าจั่ว พบว่ามีค่าค่อนข้างเท่ากันที่ตำแหน่งด้านล่าง และตรงกลางของโรงเรือนอบแห้ง ยกเว้นที่ตำแหน่งบริเวณส่วนจั่วของหลังคาที่อากาศมีความปั่นป่วนค่อนข้างมาก โดยอุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงเรือนอบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่วเฉลี่ยประมาณ 45 – 65 °C และความเร็วเฉลี่ยภายในโรงเรือนเท่ากับ 0.75 m/s

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- มนตรี พจนารถลาวัฒน์. เครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ที่มีตัวรับรังสีสำหรับเก็บความร้อน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า ปีที่ 5 ฉบับที่ 1, 2534.
- โสจร ศิริเลิศ. การอบแห้งกระเทียมโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานจากก๊าซชีวมวล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ, 2538.
- สุมิตรา สกุรัตน์กุลชัย และนครชัย คำด้วง. การอบแห้งพริกโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์นครปฐม, 2542.
- เสริม จันทร์ฉาย และยุทธศักดิ์ บุญรอด. การพัฒนาเครื่องอบแห้งผลไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับประเทศไทย. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, 11-13 พฤษภาคม 2548.
- สุขฤดี นาถกรณกุล และบงกช ประสิทธิ์. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับแก๊สชีวภาพ. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, 11-13 พฤษภาคม 2548.
- วิฑูรย์ อบรม และคณะ. การศึกษาสมรรถนะตู้อบแห้งแสงอาทิตย์ที่มีลูกระบายอากาศ. [http://www.ptwit.ac.th/ee00/acrobat/PSSDV\(18\).dplf.](http://www.ptwit.ac.th/ee00/acrobat/PSSDV(18).dplf.), 10 ธันวาคม 2550.
- ณัฐพล ศรีสิทธิโกคกุล. การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งเครื่องเทศและสมุนไพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ : มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.
- สุทธิชัย ภมรสมิต ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์ และอำไพศักดิ์ ที่บุญมา. การศึกษาสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมรังสีอินฟราเรด. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 2, 27-29 กรกฎาคม 2549.
- อำไพศักดิ์ ที่บุญมา นรินทร์ หันไชยงูวา และชาคริต โพธิ์งาม. การศึกษาการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และรังสีอินฟราเรด. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2549.