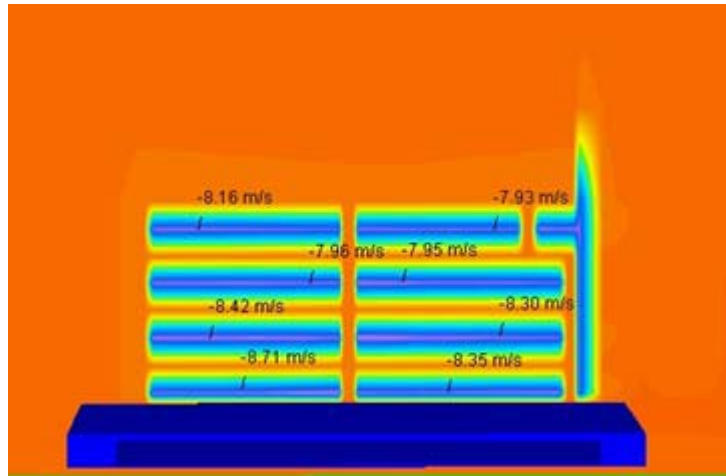
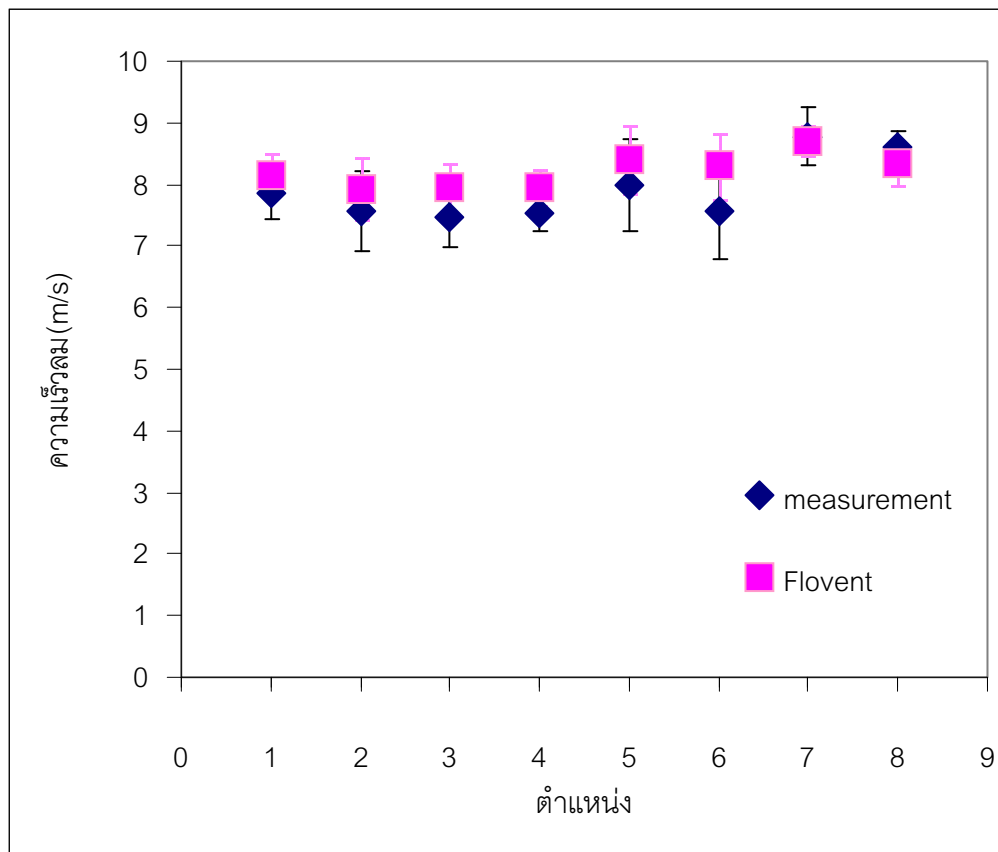




ภาพที่ 6.17 ผลการวัดอัตราเร็วลมผ่านช่องไม้



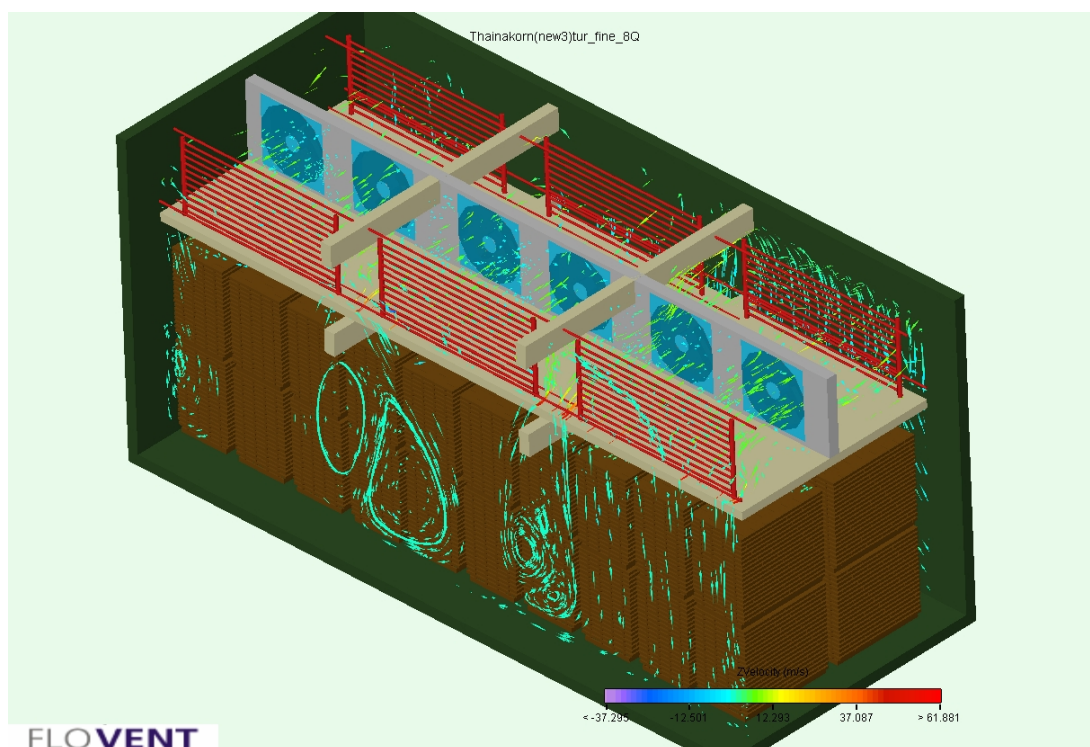
ภาพที่ 6.18 ผลการเปรียบเทียบอัตราเร็วลมจากการวัดและการคำนวณต่อตำแหน่งช่องไม้

6.3.2 การจำลองการไหลของอากาศภายในเตาอบในโรงงาน

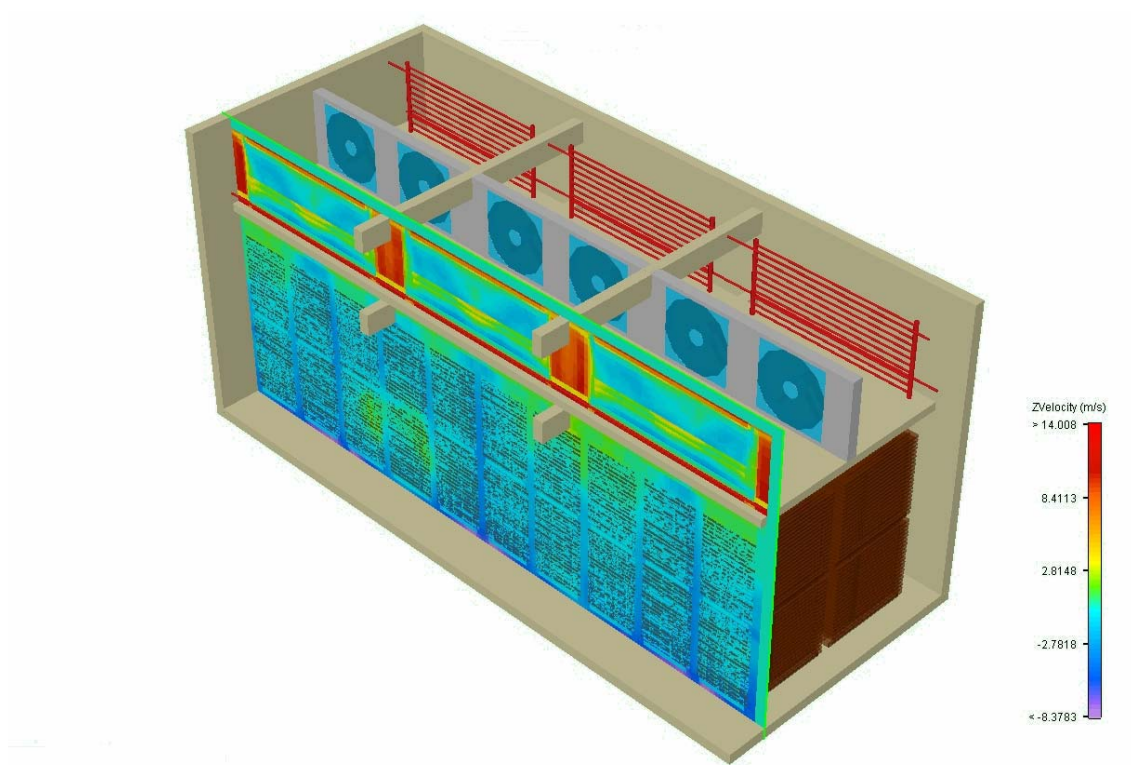
6.3.2.1 การจำลองการไหลของอากาศภายในเตาอบในโรงงานที่ไม่มีแผ่นกั้นลม

การจำลองเตาอบสามารถจำลองส่วนประกอบต่างๆของเตาเช่น พัดลม แผงคอยล์ร้อนผนังเตา พื้นห้องพัดลม คาน ผลจากการจำลองการไหลของอากาศในเตาอบเมื่อไม่มีแผ่นกั้นลมสามารถแสดงให้เห็นรูปแบบและทิศการไหลของลมด้วยแถบลูกศรที่บอกขนาดของอัตราเร็วลมด้วยสีของแถบลูกศร อัตราเร็วลมจะสูงเมื่อออกจากพัดลมและลดลงเมื่อไหลผ่านแผงคอยล์ร้อนจนถึงกองไม้ ลมจะไหลแบบหมุนวนมากเมื่อผ่านคาน จะเห็นได้ว่ามีลมส่วนหนึ่งไหลผ่านช่องว่างบนกองไม้โดยไม่ผ่านกองไม้ซึ่งทำให้เป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน

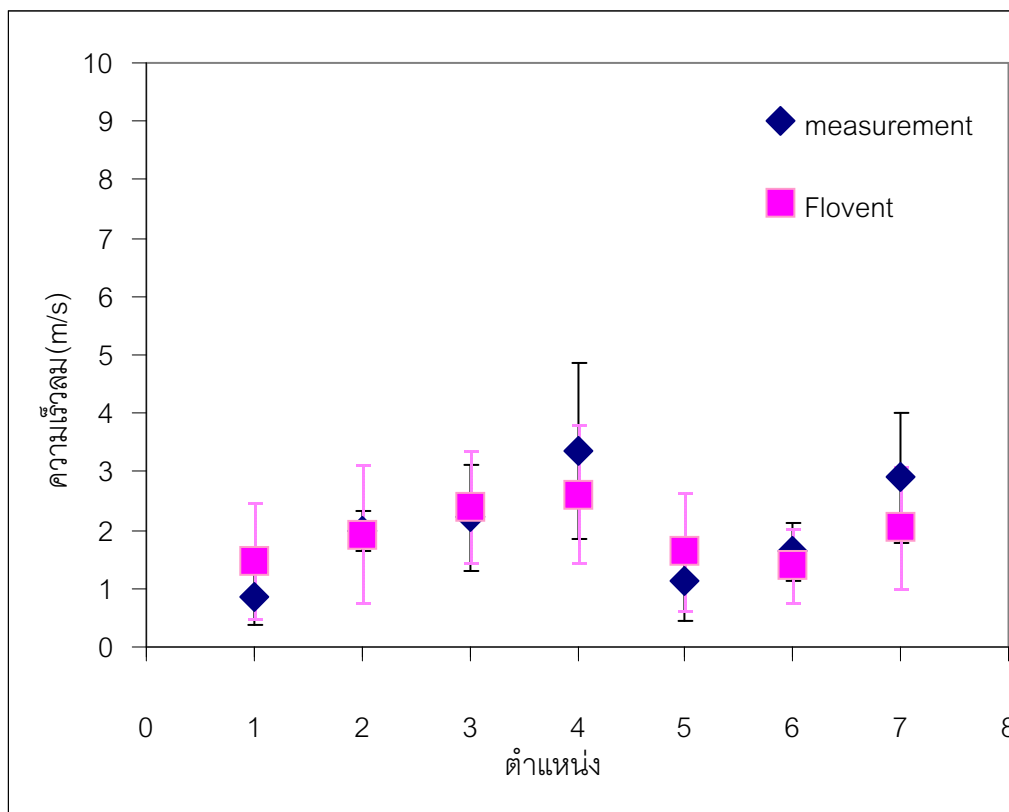
นำค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจาก 7 ตำแหน่งที่วัดจากกองไม้ในภาพที่ 6.9 เปรียบเทียบกับอัตราเร็วลมเฉลี่ยในตำแหน่งเดียวกันจากการจำลองพบว่าค่าใกล้เคียงกันค่าที่ได้มีแนวโน้มที่สอดคล้องกัน (ภาพที่ 6.21) โดยค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการคำนวณในแต่ละตำแหน่งจะอยู่ในช่วงแถบความผิดพลาดของค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการ อัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดทั้งระนาบเท่ากับ 2.06 ± 1.16 m/s ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการคำนวณทั้งระนาบเท่ากับ 2.20 ± 1.28 m/s



ภาพที่ 6.19 ผลจากการจำลองการไหลของอากาศในเตาอบเมื่อไม่มีแผ่นกั้น



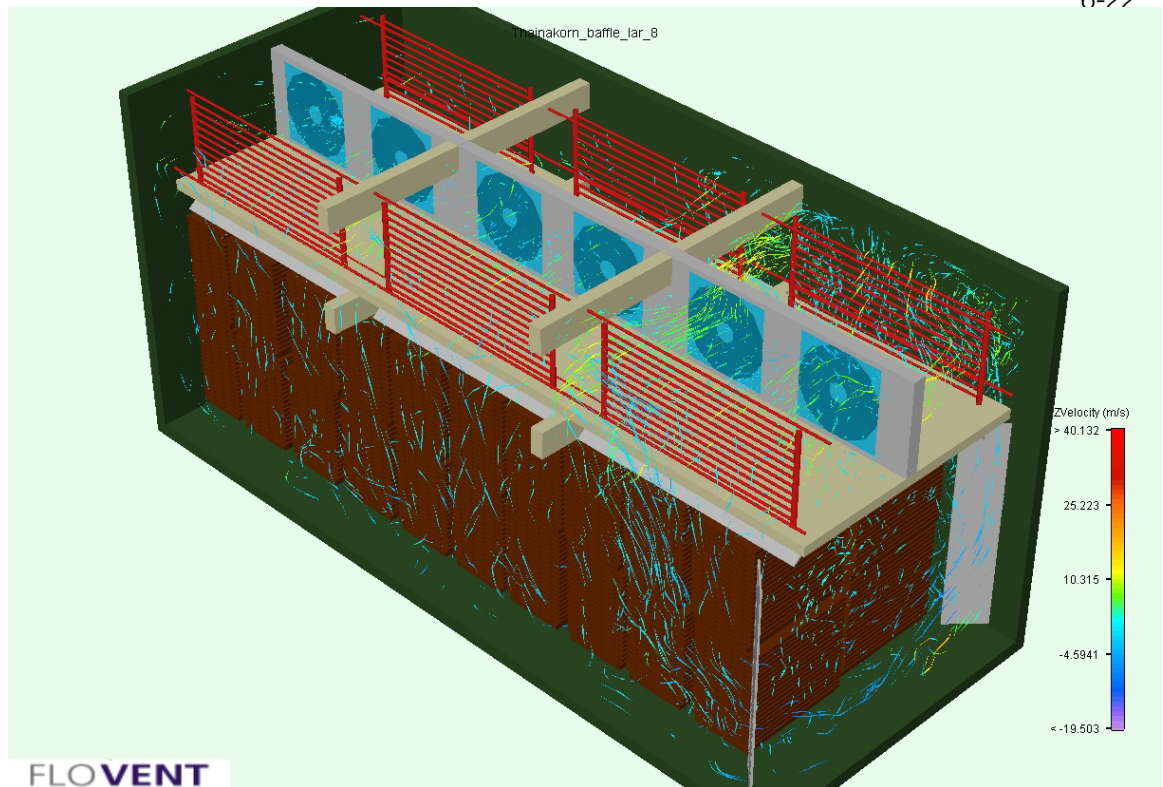
ภาพที่ 6.20 อัตราเร็วลมถูกวัดที่ระนาบลดด้านลมเข้ากองไม้



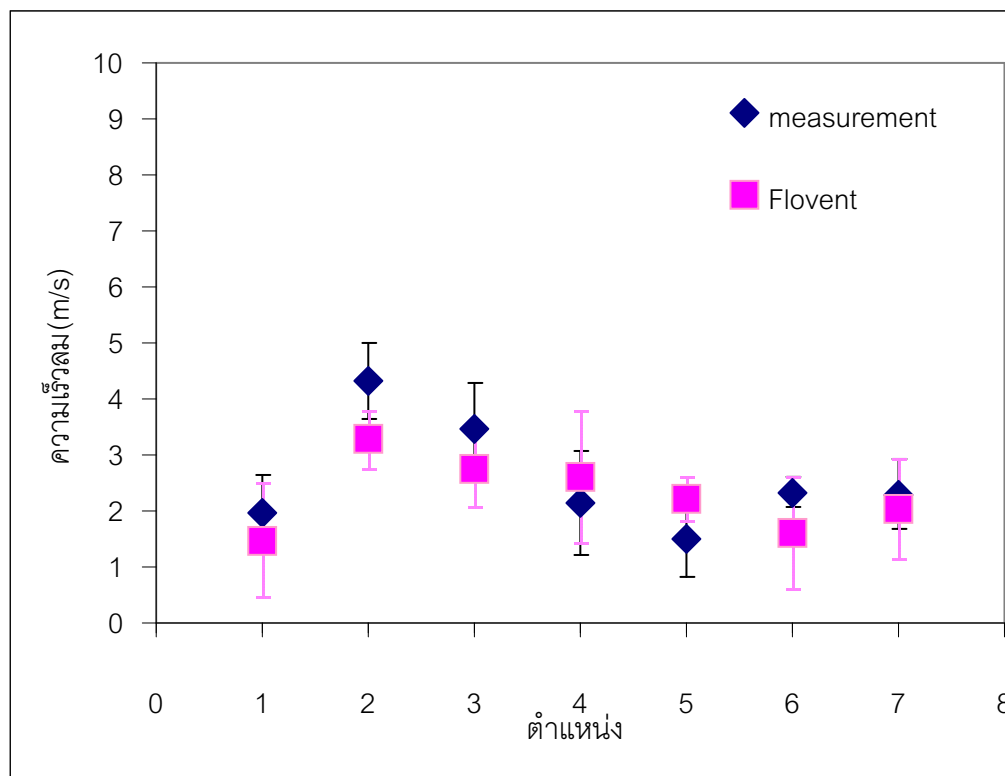
ภาพที่ 6.21 กราฟเปรียบเทียบอัตราเร็วลมที่ได้จากการวัดกับค่าที่ได้จากการจำลองที่ไม่มีแผ่นกั้นลม

6.3.2.2 การจำลองการไหลของอากาศภายในเตาอบในโรงงานที่มีแผ่นกั้นลม

การจำลองเตาอบในโรงงานที่มีแผ่นกั้นลม สามารถเห็นรูปแบบและทิศการไหลของลมด้วยแถบลูกศรที่บอกขนาดของอัตราเร็วลมด้วยสีของแถบลูกศร การไหลของลมจะลดการหมุนวนลงมาก จะเห็นได้ว่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดทั้งระนาบเท่ากับ 2.56 ± 1.07 m/s ในขณะที่ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการคำนวณทั้งระนาบเท่ากับ 2.34 ± 1.08 m/s เมื่อนำค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจาก 7 ตำแหน่งที่วัดจากกองไม้เปรียบเทียบกับอัตราเร็วลมเฉลี่ยในตำแหน่งเดียวกันจากการจำลองพบว่าค่าใกล้เคียงกันค่าที่ได้มีแนวโน้มที่สอดคล้องกัน และเมื่อมีแผ่นกั้นลมอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดทั้งระนาบเพิ่มขึ้น 10.30 % ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลง 8.41 % เช่นเดียวกับผลจากการคำนวณอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดทั้งระนาบเพิ่มขึ้น 6.36 % ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลง 1.90 % ดังนั้นการติดตั้งแผ่นกั้นลมช่วยให้มีอัตราเร็วลมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นและมีการกระจายตัวที่ดีขึ้น



ภาพที่ 6.22 ผลจากการจำลองการไหลของอากาศในเตาอบเมื่อมีแผ่นกั้น



ภาพที่ 6.23 กราฟเปรียบเทียบอัตราเร็วลมที่ได้จากการวัดกับค่าที่ได้จากการจำลองที่มีแผ่นกั้นลม

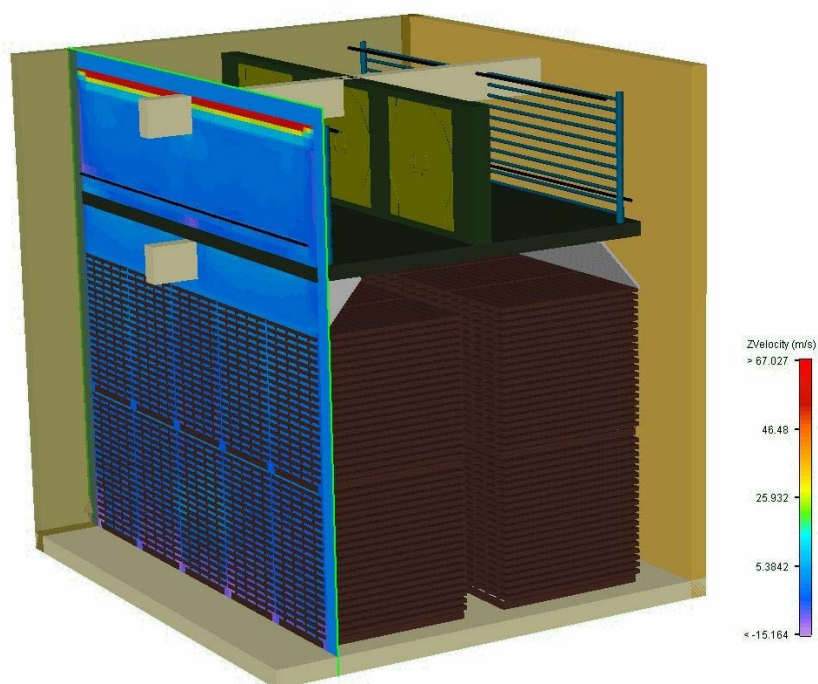
6.3.3 การออกแบบเตาที่มีประสิทธิภาพสูงโดยใช้แบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

ในการศึกษาส่วนที่ผ่านมาเราสามารถใช่วิธีการจำลองการไหลของของไหลด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อจำลองการไหลของอากาศในเตาอบไม้ย่างพารา พบว่าเตาที่ดีอัตราเร็วลมควรมีค่าที่สูงและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำการกระจายของอัตราเร็วลมที่ดีมีผลต่อคุณภาพไม้ช่วยให้ไม้แห้งได้อย่างสม่ำเสมอและลดเวลาในการอบ

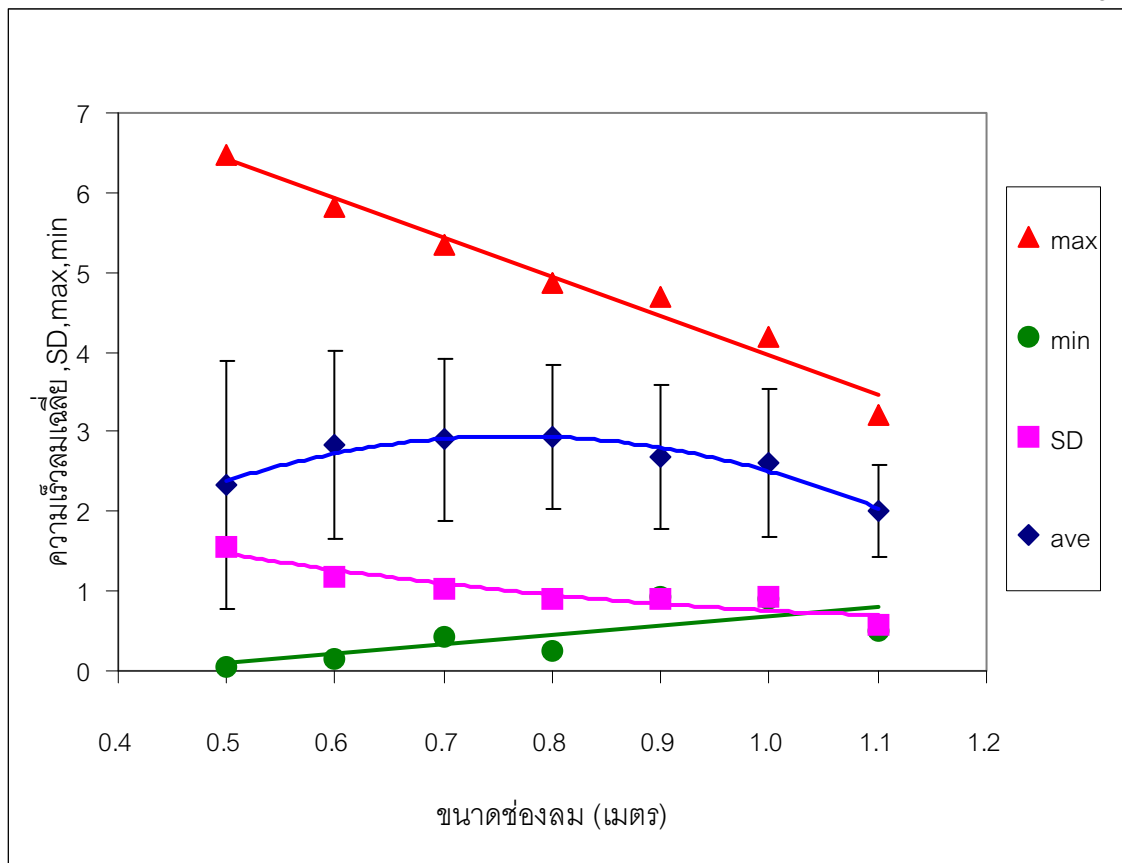
6.3.3.1 การเปรียบเทียบค่าอัตราเร็วลมตามขนาดช่องลม

ค่าอัตราเร็วลมผ่านกองไม้จากระนาบด้านล่างเข้าจำนวน 60 ค่า หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดในแต่ละการทดลอง เปรียบเทียบกับขนาดของช่องลมในภาพที่ 6.25 พบว่าที่ขนาดช่องลมตั้งแต่ 0.70 ถึง 0.80 เมตรให้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 3.00 ± 0.90 m/s และพบว่าถ้าขนาดช่องลมมากกว่า 0.80 เมตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะลดลงและอัตราเร็วลมเฉลี่ยจะลดลงด้วย ในขณะที่ถ้าขนาดช่องลมน้อยกว่า 0.80 เมตร ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยลดลงแต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพิ่มขึ้น ในการออกแบบขนาดช่องลมถ้าให้ขนาดช่องลมเล็กเกินไปลมจะกระจายตัวไม่ดี

อัตราเร็วลมเฉลี่ยลดลงทำให้ไม่แห้งไม่เท่ากันเวลาในการอบยาวนานขึ้นและพื้นที่ที่แคบไม่สะดวกในการทำงาน ถ้าขนาดกว้างมากกว่า 1.00 เมตรไม่ได้ช่วยให้ลมกระจายตัวดีขึ้นอัตราเร็วลมเฉลี่ยลดลงให้ผลเช่นเดียวกันกับขนาดช่องลมเล็กเกินไปและไม่เกิดประโยชน์ในการใช้พื้นที่ จากภาพที่ 6.26 แสดงขนาดช่องลมในโรงงานทั่วไปมีค่าประมาณ 0.50 เมตร และเรียงไม่ตรงกับแนวช่องลม ดังนั้นถ้าหากเรียงไม่ได้ตรงในแนวดิ่งและกองไม้ในเตาได้ขนาด 0.70 ถึง 0.80 เมตรจะได้อัตราเร็วลมสูงสุด



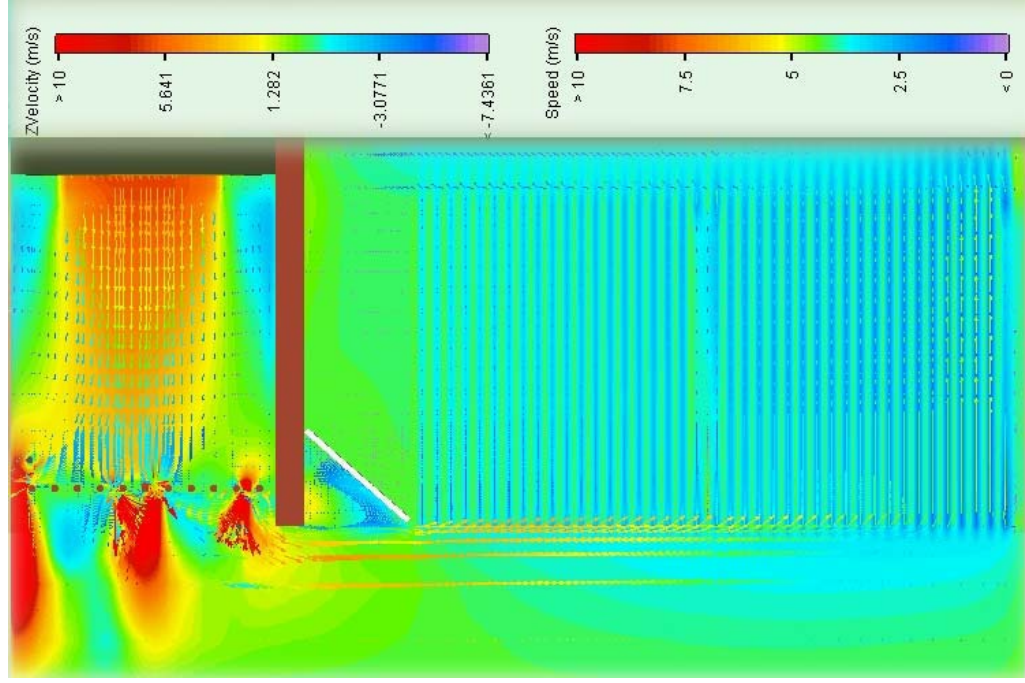
ภาพที่ 6.24 ระบายด้านลมเข้าที่ใช้วัดค่าอัตราเร็วลม



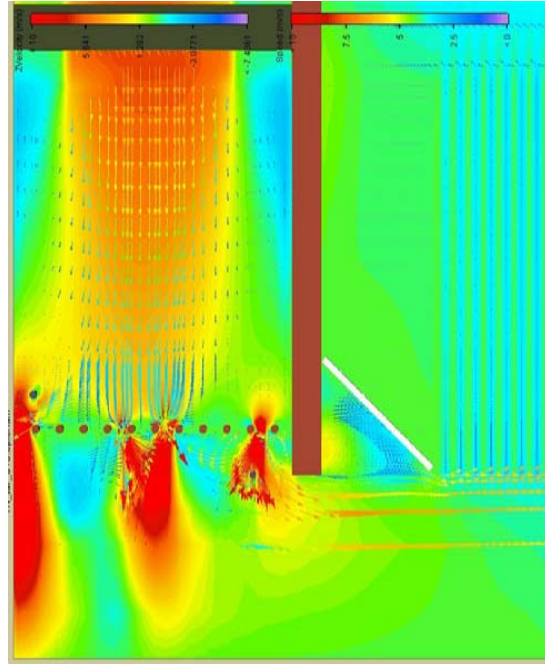
ภาพที่ 6.25 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราเร็วลมตามขนาดช่องลม



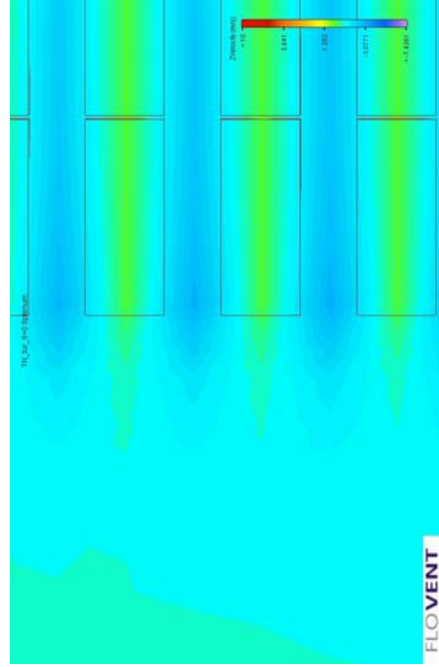
ภาพที่ 6.26 แสดงช่องลมและการกองไม้ในเตาที่โรงงาน



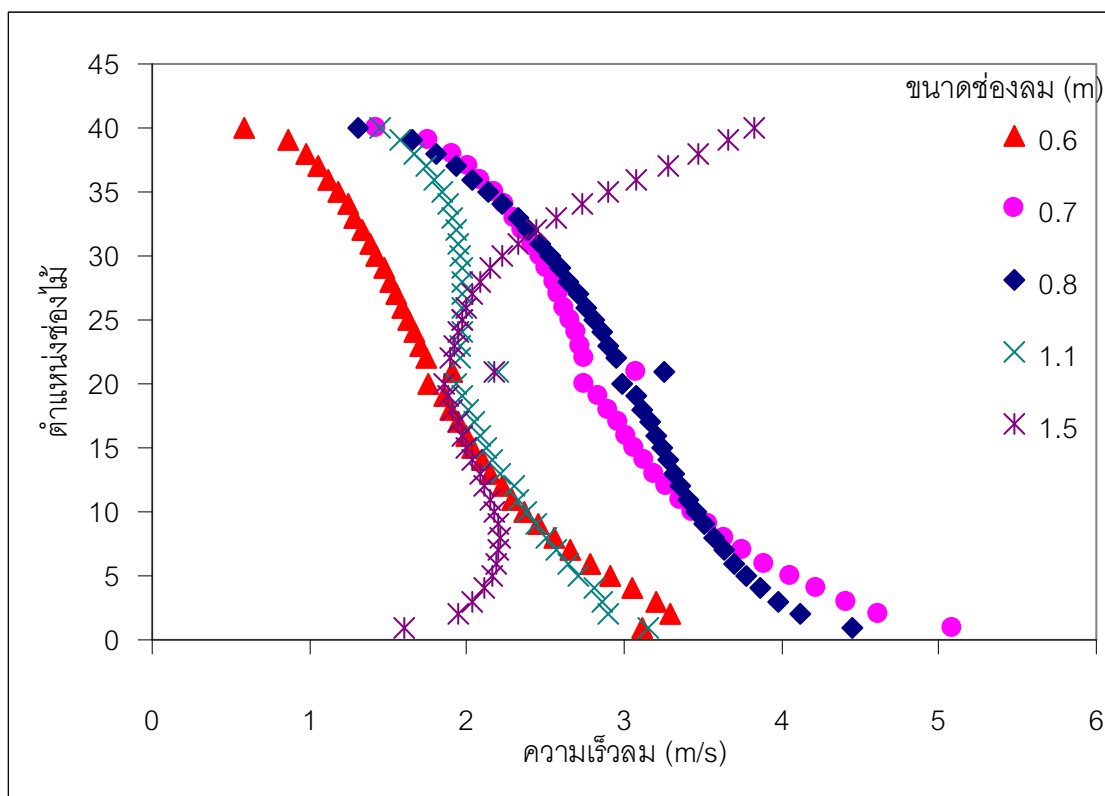
ภาพขยายส่วนบน



ภาพขยายที่ช่องน้ำ



ภาพที่ 6.27 การกระจายของอัตราเร็วลมที่มีความกว้างช่องลม 0.8 เมตรและความสูงช่องลม 1.4 เมตร



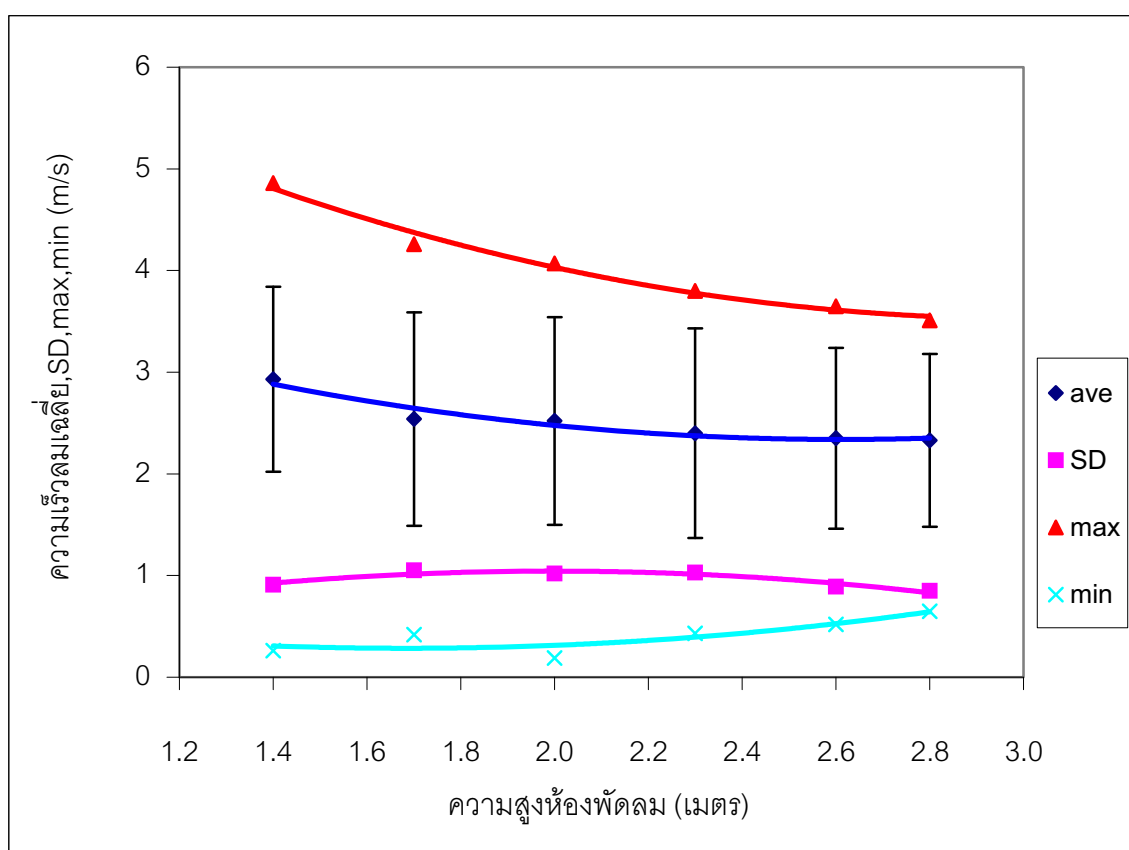
ภาพที่ 6.28 การเปรียบเทียบอัตราเร็วตามขนาดช่องลมนับตำแหน่งช่องไม้

ในภาพที่ 6.27 แสดงการกระจายของอัตราเร็วตามความกว้างช่องลม 0.80 เมตรและความสูงห้องพัดลม 1.40 เมตรลมมีความเร็วสูงเมื่ออยู่ในส่วนห้องพัดลมและค่อยๆลดลงเมื่อลงมาที่ช่องลมจากนั้นจะเพิ่มอีกครั้งเมื่อใกล้กับพื้นและก่อนเข้าช่องไม้เนื่องจากแรงดันเพิ่มขึ้น ในภาพที่ 6.28 เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราเร็วลมที่ขนาดช่องลมทั้ง 5 ค่ากับตำแหน่งช่องไม้ของกองไม้ 2 ชั้นพบว่าอัตราเร็วลมผ่านช่องไม้ของกองไม้ชั้นบนน้อยที่สุดและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึงตำแหน่งช่องไม้ชั้นล่าง ที่ขนาดช่องลม 0.70 และ 0.80 เมตร มีรูปแบบและค่าใกล้เคียงกันมากโดยมีอัตราเร็วลมเฉลี่ย 3.00 m/s ซึ่งเป็นค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดตามผลการทดลองข้างต้น ที่ขนาดช่องลม 0.60 เมตรและ 1.50 เมตร อัตราเร็วลมเฉลี่ยลดลงและการกระจายตัวไม่ดีส่วนที่ขนาดช่องลม 0.9, 1.0 และ 1.10 เมตร การกระจายตัวดีแต่อัตราเร็วลมเฉลี่ยลดลง

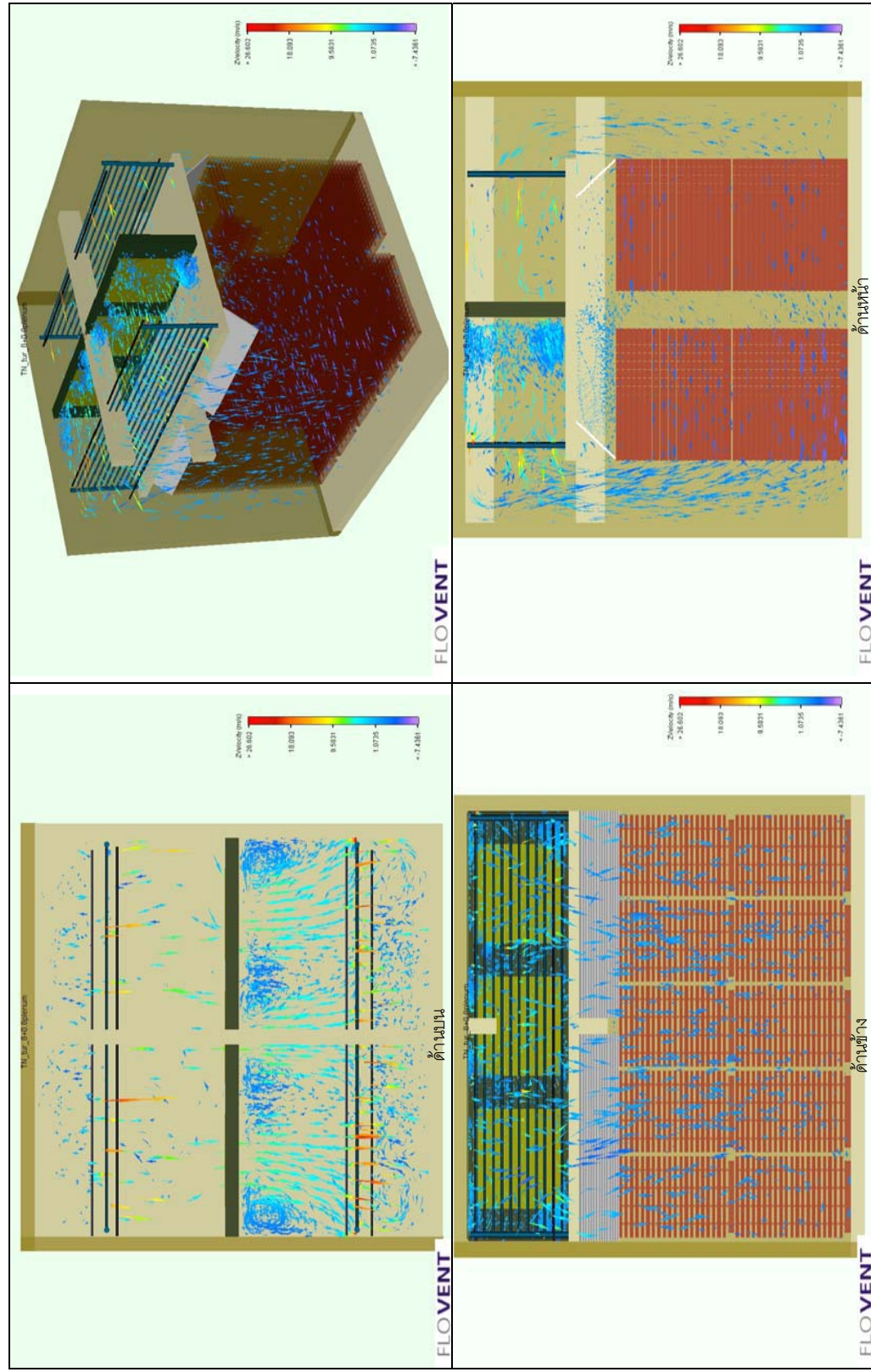
6.3.3.2 การเปรียบเทียบค่าอัตราเร็วลมตามความสูงห้องพัสดุ

เมื่อนำค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดจากกระนาบที่ได้จากการจำลองเปรียบเทียบกับความสูงห้องพัสดุ พบว่าที่ความสูงห้องพัสดุ 1.40 เมตรให้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 2.90 ± 0.90 m/s ที่ความสูงห้องพัสดุ 1.40 เมตรเป็นค่าน้อยที่สุดเนื่องจากเป็นความสูงที่เกิดจากขนาดของพัสดุ ถ้าขนาดความสูงห้องพัสดุมากกว่า 1.40 เมตร จะได้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจะลดลง ในขณะที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นการเพิ่มขนาดความสูงห้องพัสดุเพื่อง่ายต่อการบำรุงรักษาแต่ทำให้อัตราเร็วลมเฉลี่ยลดลงจึงควรให้ขนาดความสูงห้องพัสดุเท่ากับการติดตั้งพัสดุมก็เพียงพอแล้ว

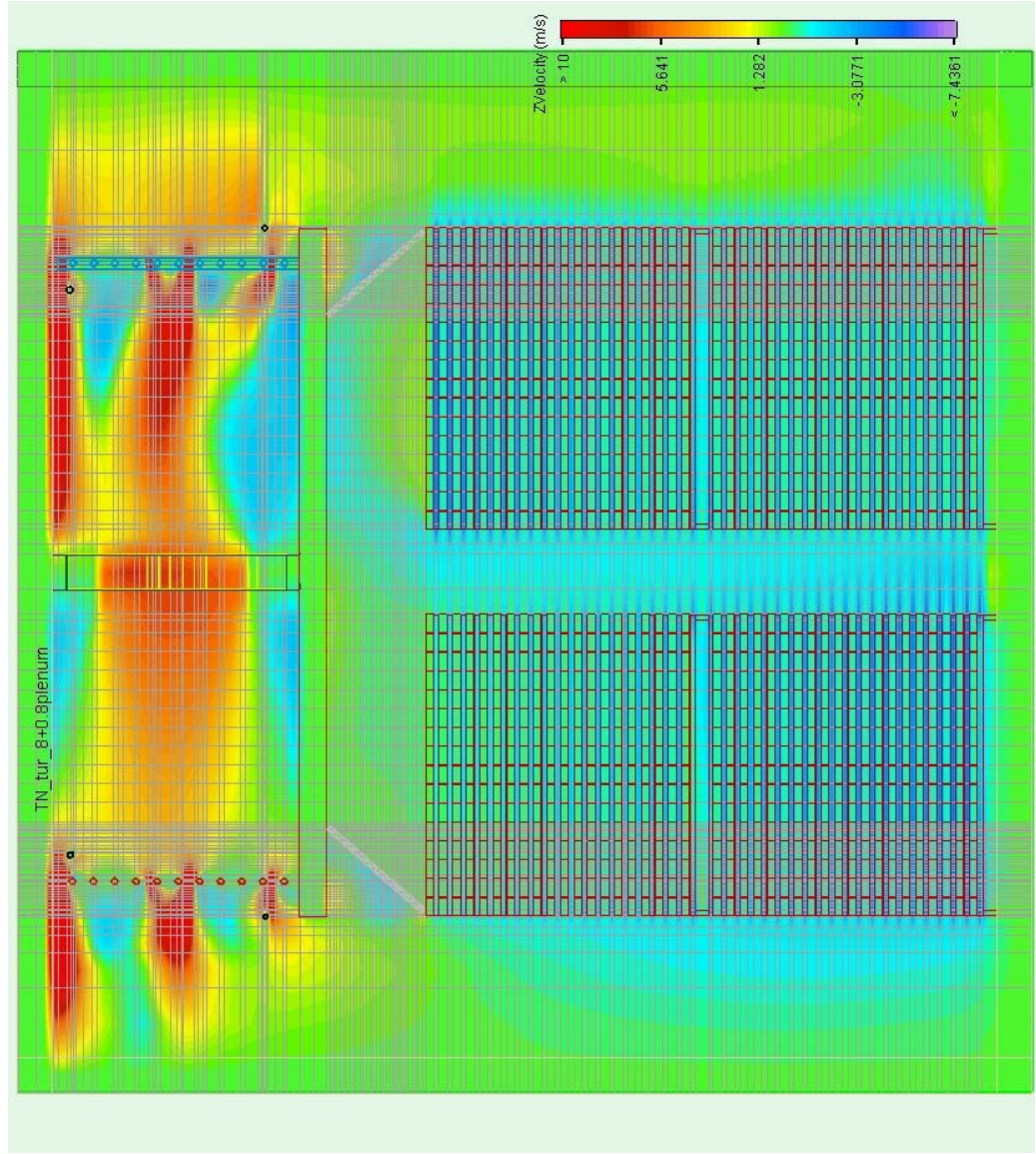
การไหลของลมในเตาที่ขนาดช่องลม 0.80 เมตรและความสูงห้องพัสดุ 1.40 เมตรในภาพที่ 6.30 แสดงให้เห็นการกระจายตัวของอัตราเร็วลมที่สม่ำเสมอมีจุดที่ลมหมุนวนเฉพาะบริเวณที่เป็นมุมอับจากรูปทรงเหลี่ยมของเตา ภาพที่ 6.31 แสดงการแบ่งเซลล์ที่ให้ความละเอียดสูงการคำนวณจึงมีความแม่นยำมาก



ภาพที่ 6.29 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราเร็วลมตามขนาดความสูงห้องพัสดุ



ภาพที่ 6.30 การไหลวนของลมในเตาที่ขนาดช่องลม 0.80 เมตรและความสูงห้องพัดลม 1.40 เมตร



ภาพที่ 6.31 การแบ่งกริดเซลล์ของเตา

3.4 สรุปผลการทดลอง

การใช้แบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาการกระจายตัวของลมในแบบเตาอบไม้ ยางพาราทั้งในห้องปฏิบัติการและเตาอบในโรงงานสามารถอธิบายการไหลของอากาศในเตาได้ทั้งในเชิงคุณภาพที่สามารถเห็นรูปแบบและทิศทางการไหลของลมในเตา และเชิงปริมาณเมื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองกับการวัดอัตราเร็วลมจากการทดลองพบว่าค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มที่สอดคล้องกัน โดยผลจากแบบจำลองเตาอบในห้องปฏิบัติการได้ค่าอัตราเร็วลมที่ผ่านช่องไม้ 8.22 ± 0.28 m/s มีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัด 7.92 ± 0.51 m/s ส่วนผลจากการจำลองการไหลของอากาศในเตาอบเมื่อไม่มีแผ่นกั้นลมอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดเท่ากับ 2.06 ± 1.16 m/s ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการจำลอง 2.20 ± 1.28 m/s การจำลองเตาอบในโรงงานที่มีแผ่นกั้นลม จะเห็นได้ว่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดเท่ากับ 2.56 ± 1.07 m/s ในขณะที่ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการจำลองเท่ากับ 2.34 ± 1.08 m/s สามารถเห็นรูปแบบและทิศการไหลของลมการไหลของลมจะลดการหมุนวนลงมาก นอกจากนี้การใช้แผ่นกั้นลมสามารถเพิ่มอัตราเร็วลมในเตาอบที่โรงงานและทำให้การกระจายตัวของลมกระจายตัวได้ดีขึ้นซึ่งจะช่วยให้ไม้แห้งอย่างสม่ำเสมอจึงลดเวลาอบลงได้ เมื่อมีแผ่นกั้นลมอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดในเตาอบที่โรงงานเพิ่มขึ้น 24.27% ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลง 8.41 % สอดคล้องกับอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการจำลองที่เพิ่มขึ้น 6.36 % ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลง 18.52 %

เมื่อใช้แบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์มาปรับปรุงเตาอบที่มีประสิทธิภาพสูงโดยการปรับเปลี่ยนขนาดช่องลมและห้องพัสดลมแล้ววัดการกระจายตัวของอัตราเร็วลมพบว่าที่ขนาดช่องลมตั้งแต่ 0.70 ถึง 0.80 เมตรให้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 3.00 ± 0.90 m/s ส่วนความสูงของห้องพัสดลมพบว่าที่ความสูง 1.40 เมตรให้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 2.90 ± 0.90 m/s ซึ่งเป็นขนาดความสูงของการติดตั้งพัสดลม ถ้าขนาดความสูงห้องพัสดลมมากกว่า 1.40 เมตร จะได้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจะลดลง ในขณะที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลง

บทที่ 7

การปรับปรุงเตาอบไม้ย่างพาราในโรงงานไม้ย่างพาราแปรรูป

7.1 บทนำ

นับตั้งแต่มีการนำเทคโนโลยีการแปรรูปไม้มาใช้กับไม้ย่างพาราที่อายุมาก มีโรงงานแปรรูปไม้ย่างพาราเกิดขึ้นมากมายกระจายทั่วไปตามแหล่งวัตถุดิบในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออก ขั้นตอนการผลิตประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือการเลื่อย การอัดน้ำยา และการอบ ขั้นตอนการอบไม้ย่างพาราใช้พลังงานถึง 40-70% ของพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมด (ฐานันดรศักดิ์, 2541) กระบวนการอบไม้ย่างพาราในอุตสาหกรรมไม้ย่างพาราโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ยังขาดการนำความรู้ด้านเทคโนโลยีการอบไม้ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่การออกแบบขนาดเตา การเลือกใช้วัสดุทำผนังหรือประตูเตาอบ การติดตั้งระบบควบคุมสภาวะการอบในเตาอบที่เกือบทุกโรงงานมีการควบคุมเตาอบที่ไม่ได้มาตรฐาน การเลือกใช้อุปกรณ์ประกอบภายในเตาเช่น พัดลม คอยล์ร้อน ปัญหาจากการออกแบบเตาที่ไม่ดี ทำให้ลมร้อนที่กระจายตัวภายในเตาไม่สม่ำเสมอ ไม่จึงแห้งไม่เท่ากันและใช้เวลาในการอบนานขึ้น เป็นผลให้มีการใช้พลังงานในการอบมากขึ้น งานวิจัยในส่วนนี้ต้องการที่จะพัฒนาและปรับปรุงเตาอบไม้ย่างพาราให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงกับเตาอบที่ใช้ในโรงอบไม้ย่างพาราทั่วไป ในการศึกษาเริ่มจากการสำรวจและเก็บข้อมูลกระบวนการอบตามสภาพเดิมของโรงงานก่อน จากนั้นจะเสนอวิธีการปรับปรุงในด้านต่างๆพร้อมการตรวจสอบและเก็บข้อมูลผลจากการปรับปรุงอีกครั้ง

7.2 วิธีการทดลอง

ในการทดลองแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือการสำรวจโรงงานเพื่อเก็บข้อมูลของกระบวนการอบของเตาอบในโรงงานเบื้องต้น การปรับปรุงลมและการปรับปรุงระบบควบคุม

7.2.1 การเก็บข้อมูลการอบของเตาอบในโรงงานเบื้องต้น

ได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลกระบวนการอบไม้ย่างพาราในโรงงานไทยนครพาราวิฑู อ.ฉวาง จ. นครศรีธรรมราช การเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. ลักษณะของเตาอบและการติดตั้งอุปกรณ์
2. กระบวนการอบไม้ย่างพารา

7.2.1.1 ลักษณะของเตาอบและการติดตั้งอุปกรณ์

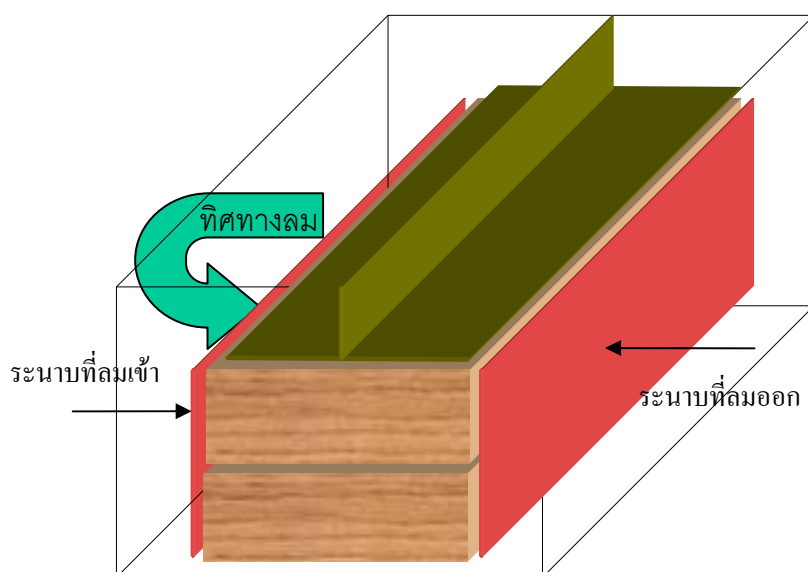
เก็บข้อมูลส่วนประกอบต่างๆของเตาอบที่โรงงาน ลักษณะและขนาดของเตาอบ อุปกรณ์ประกอบเช่น พัดลม ท่อไอน้ำ ท่อสเปร์ย์ หม้อต้มไอน้ำ และระบบควบคุมการอบ

7.2.1.2 กระบวนการอบไม้ยางพารา

การเก็บข้อมูลในกระบวนการอบไม้ยางพาราแบ่งเป็น 2 ส่วนคือตรวจวัดอัตราเร็วลมในเตาและการบันทึกผลการอบใน 1 รอบของการอบ

1) ตรวจวัดอัตราเร็วลมในเตา

ในการทดลองได้วัดค่าอัตราเร็วลมจากเตาอบในโรงงานโดยการวัดอัตราเร็วลมที่ระนาบลมด้านเข้าและออกดังภาพที่ 7.1 ด้วยเครื่องวัดอัตราเร็วลม Testo 445 วัดค่าอัตราเร็วลม 7 ตำแหน่งในแต่ละแถวของกองไม้ จากกองไม้จำนวน 10 แถว ดังภาพที่ 3.9 จะได้อัตราเร็วลมที่ผ่านกองไม้ทั้งหมด 85 จุด วัดซ้ำกัน 5 ครั้ง เฉพาะลมที่ผ่านกองในตำแหน่งที่ 6 และ 7 วัดอัตราเร็วลมเฉลี่ยจาก 5 จุดในการวัดแต่ละซ้ำ ในการวัดอัตราเร็วลมครั้งนี้ยังไม่มีแผ่นกั้นลม



ภาพที่ 7.1 แสดงระนาบที่ตรวจสอบอัตราเร็วลมภายในเตาอบ

2) การบันทึกผลการอบใน 1 รอบของการอบ

บันทึกผลการอบของโรงงานเป็นการอบไม้ขนาด 1.5 นิ้ว จำนวน 2 รอบของการอบ โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกเป็นเทอร์โมคัปเปิลขนาด 5×6.5 mm. Type K(CA), JB-10 ติดตั้งที่ผนังด้านข้างเตาอบตามภาพที่ 7.2 ค่าอุณหภูมิที่เทอร์โมคัปเปิลวัดได้แสดงด้วยเครื่องวัดและควบคุมอุณหภูมิ Shinko DCL-33A R/M,C5 ในภาพที่ 7.3 ซึ่งน้ำหนักไม้ตัวอย่าง 3 ชิ้น บันทึกค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกและน้ำหนักไม้ตัวอย่างทุกๆ 2 ชั่วโมง จนครบรอบของการอบ การติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวเพื่อการเก็บข้อมูลในเบื้องต้นยังไม่นำมาควบคุมสภาวะเตา โดยการควบคุมอุณหภูมิเตาวิธีเดิมของโรงงานคือติดตั้งกระเปาะแห้งไว้ที่ห้องพัสดลม ไม่มีอุณหภูมิกระเปาะเปียกและควบคุมการใช้ไอน้ำด้วยการเปิด-ปิด วาล์วไอน้ำ (manual) ในการอบครั้งนี้บันทึกผลการอบโดยใช้ตารางอบที่ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งเท่ากับ 75°C ในวันที่ 1-4 ต่อมาในวันที่ 4-7 ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งเท่ากับ 80°C ไม่มีการควบคุมค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก และตั้งแต่วันที่ 7 จนถึงสิ้นสุดการอบค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งเท่ากับ 85°C หลังจากไม้แห้งแล้วนำไม้ออกจากเตามาวัดความชื้นไม้ด้วยเครื่องวัดความชื้นไม้แบบสัมผัส GANN รุ่น Hydromette Compact A ดังภาพที่ 7.4 จำนวนไม้ที่วัดความชื้นสุ่มจากกองไม้ทั้งหมด 40 กองกองละ 5 ค่าโดยที่ในแต่ละค่าเป็นค่าความชื้นเฉลี่ยจากการวัดที่ 3 ตำแหน่งของไม้ 1 ท่อนดังภาพที่ 7.5



ภาพที่ 7.2 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกเป็นเทอร์โมคัปเปิลขนาด

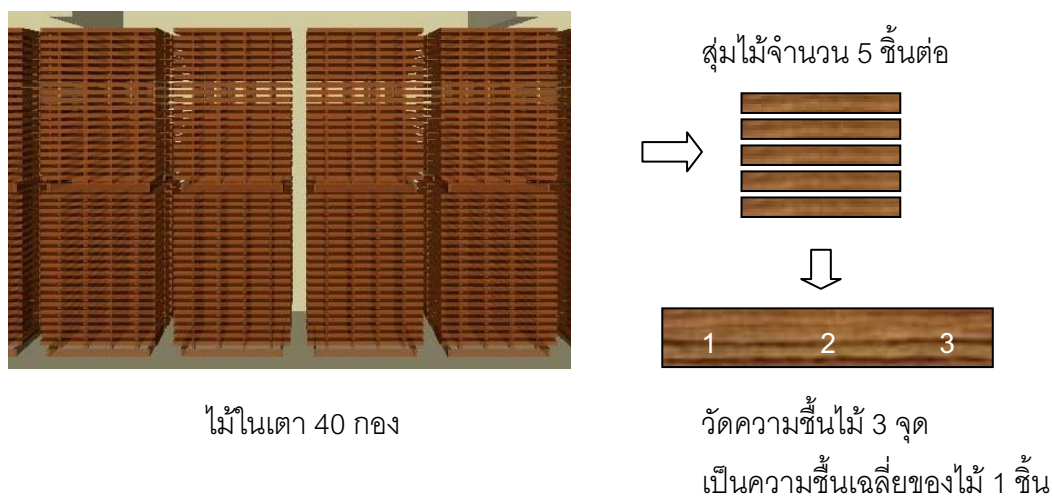
5×6.5 mm. Type K(CA), JB-10



ภาพที่ 7.3 การติดตั้งเครื่องวัดและควบคุมอุณหภูมิ Shinko DCL-33A R/M,C5 และเครื่องนับเวลาการใช้ไอน้ำ NaiS TH648



ภาพที่ 7.4 เครื่องวัดความชื้นไม้แบบสัมผัส GANN รุ่น Hydromette Compact A



ภาพที่ 7.5 วิธีการวัดความขึ้นไม้เมื่ออบเสร็จ

7.2.2 การปรับปรุงลม

จากข้อมูลสภาวะเดิมของเตาอบในโรงงานที่ได้สำรวจในหัวข้อ 7.2.1 พบว่าสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการอบให้สูงขึ้นได้จึงได้เสนอวิธีการปรับปรุงดังนี้

1. การเรียงไม้ที่ถูกต้อง โดยแนะนำให้ใช้ฐานรองรับไม้ (pallet) ที่มีขนาดเท่ากับกองไม้เพื่อรองรับน้ำหนักของไม้ได้ทั้งกอง ไม้คั่น (sticker) ควรมีความยาวเท่ากับฐานหรือเท่ากับความยาวของกองไม้ เรียงไม้คั่น (sticker) ในชั้นแรกให้ตรงกับคานของ pallet และเรียงไม้คั่นในชั้นต่อไปให้ตรงกันในแนวดิ่งเพื่อให้น้ำหนักของไม้ถ่ายลงบนไม้คั่นเท่านั้นจะลดการโก่งของของไม้ ดังภาพที่ 7.6 เรียงไม้ในแต่ละชั้นให้ขบเสมอกันเพื่อง่ายต่อการกองไม้
2. การกองไม้ที่ถูกต้อง โดยจัดกองไม้ให้ชิดกับผนังด้านในและชิดกันกองต่อกองเพื่อลดช่องว่างระหว่างกองช่วยบังคับลมให้ผ่านกองไม้เท่านั้น พร้อมกำหนดเส้นด้านข้างเตาอบดังภาพที่ 7.7 ให้ตรงกับช่องลมและเป็นแนวเพื่อวางกองไม้ให้ตรงกันทุกกอง
3. ติดตั้งแผ่นกั้นลมทั้งด้านบนและด้านหน้า เพื่อลดช่องว่างเป็นการบังคับลมให้ผ่านกองไม้ได้มากที่สุดดังภาพที่ 7.7

ตรวจสอบผลการเรียงไม้การกองไม้ที่ถูกต้องและติดตั้งแผ่นกั้นลมทั้งด้านบนและด้านหน้า โดยการตรวจวัดอัตราเร็วลมในเตาที่ระนาบลมเข้าและลมออก วัดค่าอัตราเร็วลม 7 ตำแหน่งในแต่ละแถวของกองไม้ จากกองไม้จำนวน 10 แถว ดังภาพที่ 3.9 จะได้อัตราเร็วลมที่ผ่านกองไม้ทั้งหมด 85 จุด วัดซ้ำกัน 5 ครั้ง เฉพาะลมที่ผ่านกองในตำแหน่งที่ 6 และ 7 วัดอัตราเร็วลมเฉลี่ยจาก 5 จุด ในการวัดแต่ละซ้ำ



ภาพที่ 7.6 แสดงการเรียงไม้ของโรงงานกับการเรียงไม้ที่ถูกต้อง



ภาพที่ 7.7 แสดงการติดตั้งแผ่นกั้นลมด้านหน้าและด้านหลัง

7.2.3 การปรับปรุงระบบควบคุม

การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการอบจำเป็นต้องมีระบบควบคุมการอบที่ดีสามารถควบคุมสภาวะของอากาศภายในเตาให้เป็นไปตามตารางอบ ระบบควบคุมการอบของโรงงานยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานจึงต้องมีการปรับปรุงดังนี้

1. ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิของอากาศภายในเตา (อุปกรณ์วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก) เป็นเทอร์โมคัปเปิลขนาด 5 x 6.5 mm. Type K(CA), JB-10 ติดตั้งที่ผนังด้านข้างเตาอบตามภาพที่ 7.2 ค่าอุณหภูมิที่เทอร์โมคัปเปิลวัดได้แสดงด้วยเครื่องวัดและควบคุมอุณหภูมิ Shinko DCL-33A R/M,C5 โดยสามารถเก็บข้อมูลไว้ในคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมเก็บข้อมูล JC-300(DCL-300) Monitoring Software รุ่น SWM-JC001M ดังภาพที่ 7.3

2. ติดตั้งโซลินอยด์วาล์วที่ท่อคอยล์ร้อนและท่อสเปร์ย์เพื่อควบคุมการใช้ไอน้ำตามความต้องการ
จริงๆตามตารางอบดังภาพที่ 7.8 และติดตั้งมิเตอร์นับเวลาการใช้ไอน้ำ (Hour Meter NaiS
TH648) ที่ท่อคอยล์ร้อนและท่อสเปร์ย์
3. ติดตั้งหัววัดความชื้นไม้โดยตอกหัววัดเข้าไปในเนื้อไม้จำนวน 6 จุดที่กระจายตำแหน่งวัดทั่วทั้ง
เตา วัดความชื้นไม้ด้านนอกเตาด้วยเครื่องวัดความชื้นไม้แบบตอก GANN รุ่น Hydromette
HT 85 T ดังภาพที่ 7.9 และติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิไม้ด้วยการฝังในไม้จำนวน 2 จุดในเตาดัง
ภาพที่ 7.10
4. แนะนำให้ตากไม้พินให้แห้งก่อนใส่ในเครื่องกำเนิดไอน้ำ

บันทึกผลการอบของโรงงานเป็นการอบไม้ขนาด 1.5 นิ้ว โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ
กระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกเป็นเทอร์โมคัปเปิลขนาด 5 x 6.5 mm. Type K(CA), JB-10
ติดตั้งที่ผนังด้านข้างเตาอบตามภาพที่ 7.2 ค่าอุณหภูมิที่เทอร์โมคัปเปิลวัดได้แสดงด้วยเครื่องวัด
และควบคุมอุณหภูมิ Shinko DCL-33A R/M,C5 ติดตั้งหัววัดความชื้นไม้จำนวน 6 จุด บันทึกค่า
อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกและวัดอุณหภูมิไม้ 2 ชั่วโมง จนครบรอบของการ
อบ บันทึกผลการอบโดยใช้ตารางอบที่ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งเท่ากับ 90°C อุณหภูมิกระเปาะ
เปียกเท่ากับ 60°C จนสิ้นสุดการอบ หลังจากไม้แห้งแล้วนำไม้ออกจากเตามาวัดความชื้นไม้ด้วย
เครื่องวัดความชื้นไม้แบบสัมผัส GANN รุ่น Hydromette Compact A ในภาพที่ 7.4 จำนวนไม้ที่
วัดความชื้นสุ่มจากกองไม้ทั้งหมด 40 กองกองละ 5 ค่าโดยที่ในแต่ละค่าเป็นค่าความชื้นเฉลี่ยจาก
การวัดที่ 3 ตำแหน่งของไม้ 1 ท่อนดังภาพที่ 7.5



ภาพที่ 7.8 การติดตั้งโซลินอยด์วาล์วที่ท่อคอยล์ร้อนและท่อสเปร์ย์



ภาพที่ 7.9 เครื่องวัดความชื้นไม้ การติดตั้งหัววัดความชื้นไม้และจุดวัดความชื้นไม้นอกเตา



ภาพที่ 7.10 การติดตั้งหัววัดอุณหภูมิไม้

7.3 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

7.3.1 การเก็บข้อมูลการอบของเตาอบในโรงงานเบื้องต้น

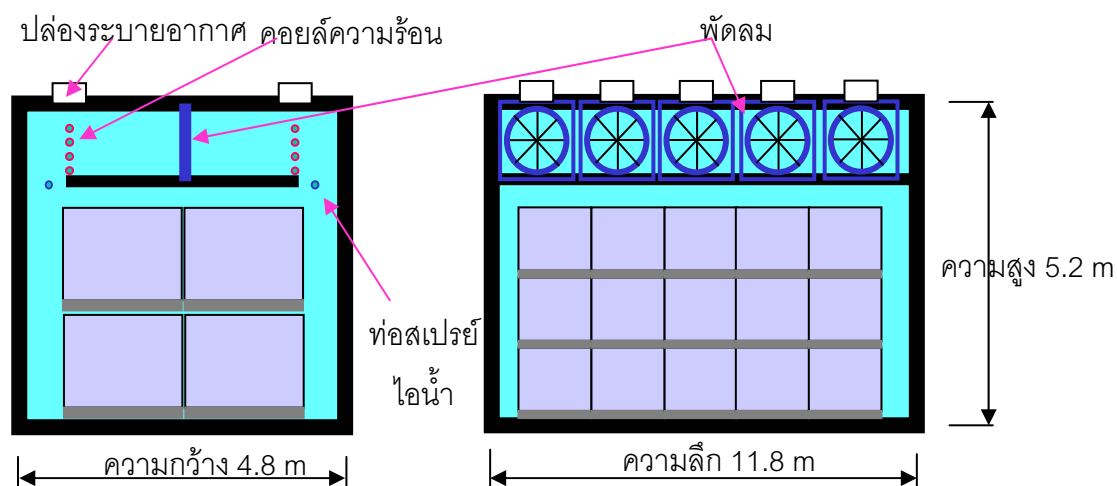
ผลการเก็บข้อมูลของเตาอบในโรงงาน

7.3.1.1 ลักษณะของเตาอบและการติดตั้งอุปกรณ์

1) ลักษณะเตาอบ

ลักษณะเตาอบเป็นรูปแบบทั่วไปที่ใช้อยู่ในภาคใต้ ขนาดกว้าง 4.8 เมตร สูง 5.2 เมตร ลึก 11.8 เมตร ภายในเตาแบ่งเป็นสองส่วนคือห้องพัสดมมีความสูง 1.4 เมตร ติดตั้งพัสดมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เมตร ใบพัด 8 ใบ มีอัตราการไหล $8.0 \text{ m}^3/\text{s}$ (ค่าจากการทดลองที่ 3.2.2) ท่อคอยล์ร้อน 2 ด้าน เป็นท่อขนาด 1.5 นิ้ว 11 แถว ท่อสเปร์ยไอน้ำขนาด 1 นิ้ว 2 ด้าน ปล่องระบาย

อากาศขนาด 0.4 x 0.4 เมตร 6 ชุดอยู่ด้านบนบนเตา ผนังเตาเป็นอิฐสองชั้นฉาบผิวหนาประมาณ 0.2 เมตร



ภาพที่ 7.11 ลักษณะของเตาอบและการติดตั้งอุปกรณ์

2) ลักษณะของการติดตั้งพัดลม

ลักษณะของการติดตั้งพัดลมโดยมอเตอร์ติดตั้งอยู่ภายนอกเตาอบขับเคลื่อนด้วยสายพาน พัดลมหมุนที่อัตราเร็วรอบต่ำ ศูนย์ถ่วงพัดลมและเพลาค่อนข้างดี ทำให้ช่วยลดความเสียหายของตลับลูกปืนและพัดลมได้เป็นอย่างดี แต่ควรตรวจสอบปีกลูกปืนทุกครั้งของการอบ จะทำให้อายุการใช้งานของพัดลมยาวนานขึ้น



ภาพที่ 7.12 ลักษณะของการติดตั้งพัดลม

3) ลักษณะของการติดตั้งคอยล์ร้อนและหม้อต้มไอน้ำ

คอยล์ร้อนจำนวน 11 แถววางในแนวตั้งครีบก้อนข้างสปรกเนื่องจากไม่มีการทำความสะอาดแต่ไม่พบรอยรั่ว สภาพปัจจุบันหม้อต้มไอน้ำอยู่ในตำแหน่งกลางระหว่างเตาอบ 2 กลุ่ม อันเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมและใกล้ที่สุดทำให้เกิดการสูญเสียไอน้ำเนื่องจากความยาวของท่อส่งน้อย แต่จากการตรวจสอบพบว่าไม่สามารถรักษาความดันไอน้ำได้ที่ 5 บาร์ ถ้ามีการอบในเตาอบทุกเตาความดันไอน้ำจะลดลงมาอยู่ที่ 2-3 บาร์ ได้เสนอแนวทางแก้ไขด้วยการตรวจสอบและแก้ไขการรั่วของไอน้ำที่ข้อต่อต่างๆ ตรวจสอบประสิทธิภาพของหม้อต้มไอน้ำซึ่งอาจไม่เหมาะสมกับจำนวนเตา ควรติดตั้งโซลินอยด์วาล์วเพื่อควบคุมการใช้ไอน้ำตามความต้องการจริงๆ ซึ่งในปัจจุบันใช้คนเปิด-ปิดไอน้ำในคอยล์ร้อน ก่อนการอบทุกครั้งรอบต้องไล่ไอน้ำในคอยล์ร้อนทุกครั้ง และควรตากพื้นให้แห้งก่อนนำไปใช้



ภาพที่ 7.13 ลักษณะของคอยล์ให้ความร้อน



ภาพที่ 7.14 หม้อต้มไอน้ำที่ใช้ในโรงงาน

4) ระบบควบคุมการอบของเตา

การควบคุมความร้อนภายในเตาอบดำเนินการโดยใช้คนควบคุมการเปิด-ปิดไอน้ำในคอยล์ร้อนให้ได้ตามค่าที่ตั้งไว้ กระเปาะแห้งก็อยู่บนห้องพัสดลไม้ได้วัดอุณหภูมิของลมที่เข้าหรือออกจากกองไม้และไม่มีการตรวจวัดและควบคุมความชื้นอากาศภายในเตาอบระหว่างการอบ ทำให้ไม่สามารถเร่งการอบโดยที่รักษาคุณภาพไม้ไม่ให้เกิดการเสียหาย เช่นจากการแตกได้ การเปิด-ปิดปล่อยระบายอากาศและสเปรย์ไอน้ำเป็นการควบคุมโดยคน นอกจากนี้เป็นการยากที่จะทำการ Equalizing และ Conditioning ในช่วงท้ายของการอบ ซึ่งในการอบอย่างมีประสิทธิภาพควรติดตั้งอุปกรณ์วัดและควบคุมความชื้นภายในเตาอบให้สมบูรณ์

ตารางที่ 7.1 แสดงระบบควบคุมการอบของเตาในโรงงาน

ลักษณะ	โรงงาน	รูปแบบมาตรฐาน
อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	มีการวัด	มีการวัด
อุณหภูมิกระเปาะเปียก	ไม่มีการวัด	มีการวัด
คอยล์ให้ความร้อน(ตั้งค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งในการควบคุมการปล่อยไอ)	ควบคุมโดยคน	ควบคุมอัตโนมัติ
ปล่อยระบายอากาศ(ตั้งค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกในการควบคุมการเปิดปิด)	ควบคุมโดยคน	ควบคุมอัตโนมัติ
การสเปรย์ไอน้ำ(ตั้งค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกในการควบคุมการปล่อยไอน้ำ)	ควบคุมโดยคน	ควบคุมอัตโนมัติ
การทำ Equalizing/Conditioning	ไม่มีการทำ	มีการทำ



ภาพที่ 7.15 ระบบควบคุมการอบ

7.3.1.2 กระบวนการอบไม้ยางพารา

1) ตรวจวัดอัตราเร็วลมในเตา

จากการวัดอัตราเร็วระนาบลมเข้าและระนาบลมออกในภาพที่ 7.1 อัตราเร็วลมเฉลี่ยที่ผ่านกองไม้จากระนาบลมเข้าและระนาบลมออกเป็น 1.54 เมตร/วินาที จากตารางที่ 7.2 จะเห็นว่าค่าอัตราเร็วลมต่ำสุดมีค่าเพียง 0.28 m/s แสดงว่ายังมีจุดอับลมที่เกิดจากการเรียงไม้ไม่ดี

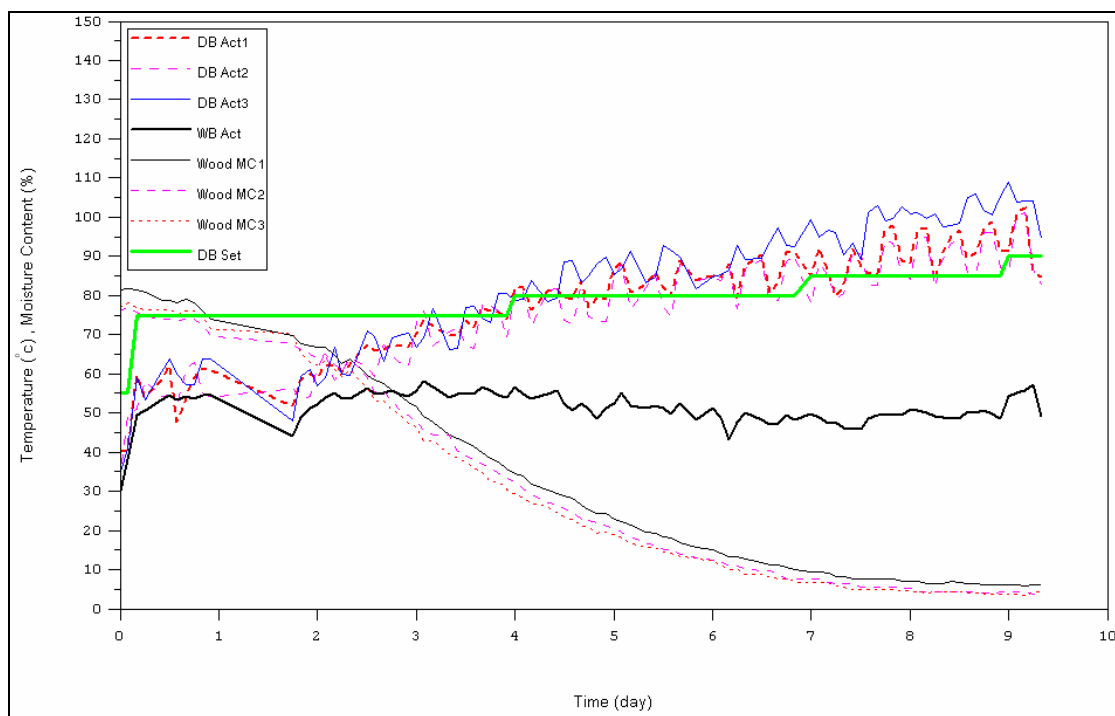
อัตราเร็วลมเฉลี่ยที่ผ่านกองไม้จากระนาบลมเข้าไปยังระนาบลมออกเปลี่ยนแปลงจาก 2.26 m/s เป็น 0.82 m/s ซึ่งลดลง 64 % ค่าอัตราเร็วลมที่เปลี่ยนแปลงไปก่อนเข้ากองไม้และหลังออกจากกองไม้เป็นดัชนีชี้ประสิทธิภาพการจัดเรียงไม้ในกองและการจัดวางกองไม้ในเตาอบควรมีค่าใกล้เคียงกัน โดย การอบที่อุณหภูมิสูงขึ้นต้องให้อัตราเร็วลมที่มากขึ้นเพื่อการพาความชื้นออกจากไม้ได้ปริมาณมากขึ้น

ตารางที่ 7.2 แสดงอัตราเร็วลมเฉลี่ยที่ผ่านหน้ากองไม้เมื่อไม่มีแผ่นกั้นลม

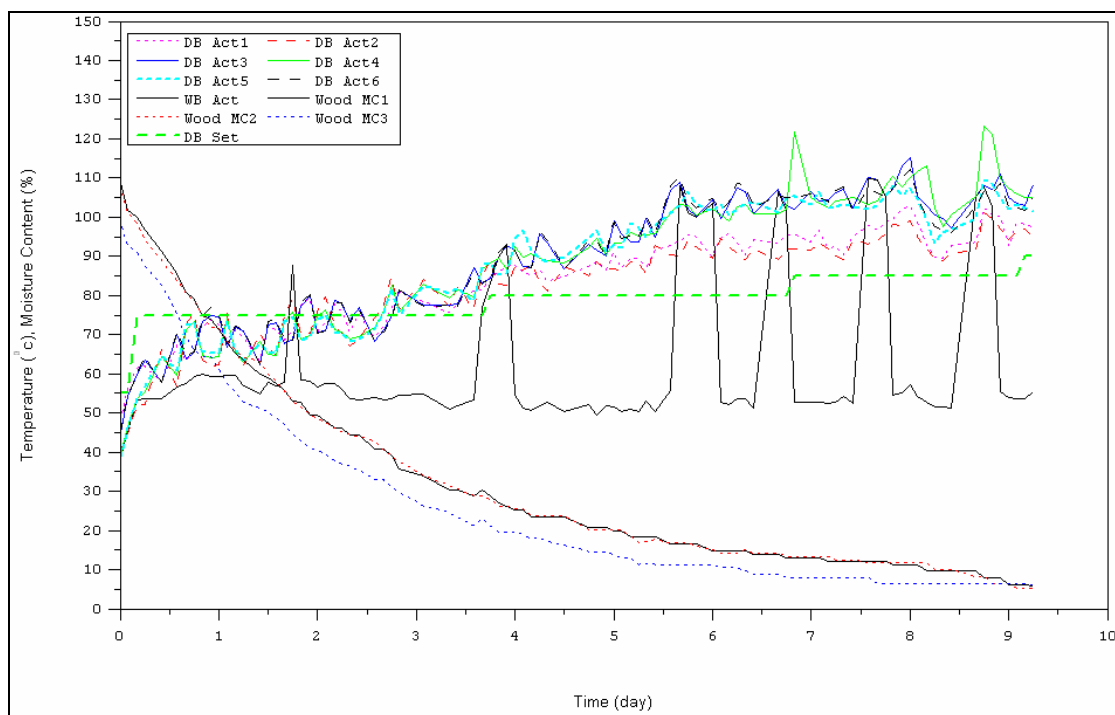
ตำแหน่ง	ระนาบที่ลมเข้า(m/s)				ระนาบที่ลมออก(m/s)			
	Mean	SD	max	min	Mean	SD	max	min
ผ่านกองไม้	2.26	0.89	3.94	0.81	0.82	0.24	1.26	0.82
ผ่านช่องว่าง	2.01	1.14	4.86	0.46	1.42	0.81	4.21	0.28
ทั้งระนาบ	2.07	1.09	4.86	0.46	1.28	0.76	4.21	0.28

7.3.1.3 การบันทึกผลการอบใน 1 รอบของการอบ

ข้อมูลจากการอบไม้ยางพาราขนาด 1.5 นิ้ว ตามตารางอบและวิธีการวัดของโรงงานโดย ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่ตั้งไว้เท่ากับ 75°C ในวันที่ 1-4 จะเห็นว่าไม่สามารถรักษาอุณหภูมิของเตาให้เป็นไปตามตารางอบได้โดยในช่วงแรกปริมาณไอน้ำไม่เพียงพอ ค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก ซึ่งไม่มีการควบคุมอยู่ที่ประมาณ 50-55°C และคงที่ตลอดการอบ อัตราการแห้งของไม้ไม่เท่ากัน เนื่องจากความชื้นเริ่มต้นไม่เท่ากัน ต่อมาในวันที่ 4-7 ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่ตั้งไว้เท่ากับ 80°C ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ขณะนี้เริ่มสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้เนื่องจากโรงงานติดตั้งกระเปาะแห้งไว้บนห้องพัสดม ไม่มีการทำ Equalizing และ Conditioning ใช้เวลาในการอบประมาณ 9-10 วัน

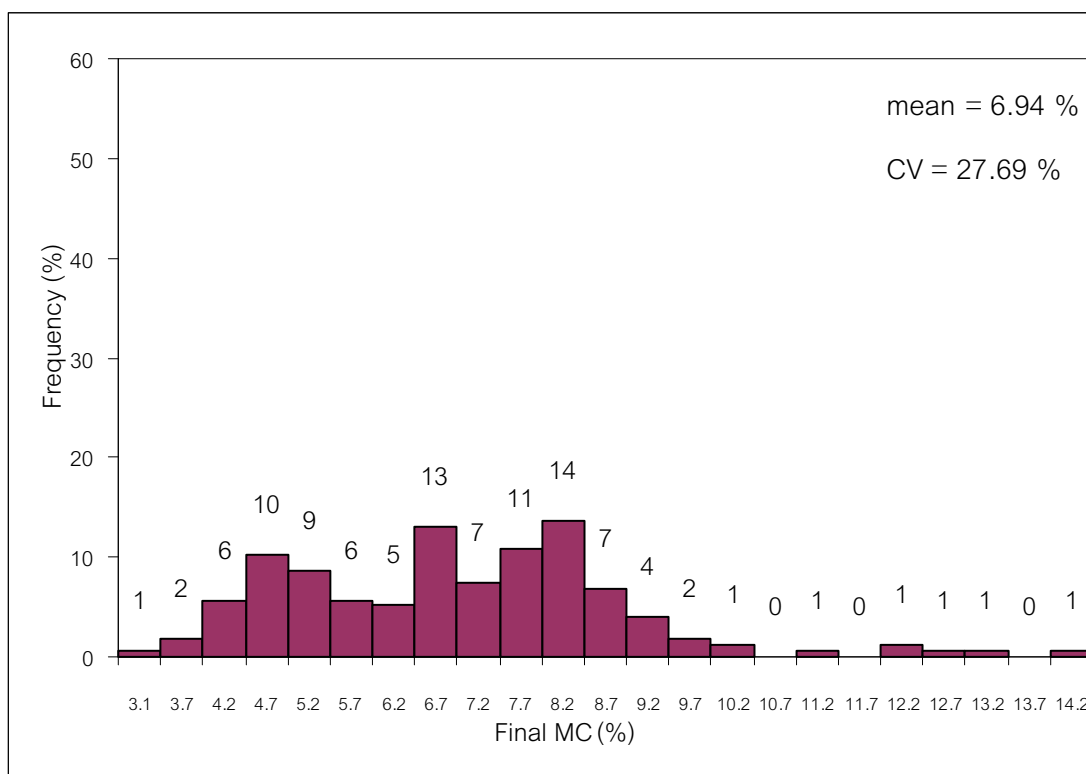


ภาพที่ 7.16 แสดงผลการอบไม้ยางพาราของโรงงานครั้งที่ 1



ภาพที่ 7.17 แสดงผลการอบไม้ยางพาราของโรงงานครั้งที่ 2

การตรวจสอบคุณภาพไม้หลังการอบโดยการวัดความชื้นสุดท้ายของไม้แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของการอบที่เป็นผลมาจากการเรียงไม้ การกองไม้ การกระจายของลมและการเลือกใช้พัคลม



ภาพที่ 7.18 แสดงความชื้นเฉลี่ยสุดท้ายของไม้หลังการอบ

ภาพที่ 7.18 แสดงความชื้นเฉลี่ยสุดท้ายของไม้หลังการอบพบว่าความชื้นเฉลี่ยสุดท้ายหลังการอบมีการกระจายตัวสูงลักษณะการกระจายเป็นแบบเกาส์เซียน (Gaussian distribution) ซ้อนกันอยู่ 2 การกระจาย ซึ่งบอกถึงการกระจายของลมในเตาอบที่ไม่สม่ำเสมอ ความชื้นสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 6.94% ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (Coefficient of Variation, CV) 27.69% ทั้งนี้ เพราะการกระจายของลมในเตาไม่ดีมีช่องว่างที่ทำให้ลมไม่ผ่านกองไม้และการเรียงไม้ในแต่ละกองไม่ดี นอกจากนี้ควรมีการทำ Equalizing ในช่วงท้ายของการอบเพื่อให้ไม่มีค่าความชื้นสุดท้ายใกล้เคียงกัน

7.3.2 การปรับปรุงลม

ในส่วนของอัตราเร็วลมพบว่าพัดลมมีประสิทธิภาพสูงเพียงพอแต่อัตราเร็วลมที่ผ่านเข้าแล้วออกจากกองไม้แตกต่างกันมาก เนื่องจากการจัดเรียงไม้และการกองไม้ไม่มีประสิทธิภาพมีช่องว่างให้ลมผ่านไปโดยที่ไม่ผ่านกองไม้ในปริมาณเท่ากับลมที่ผ่านกองไม้ โดยมีผลจากการปรับปรุงดังต่อไปนี้

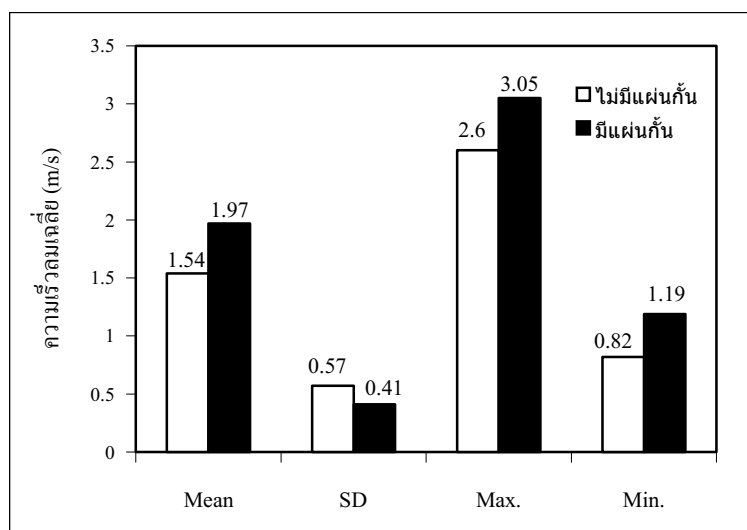
1 การเรียงไม้ หลังจากการแนะนำการเรียงไม้ทางผู้ปฏิบัติยังไม่สามารถจัดเรียงได้ดีเท่าที่ควรเนื่องจากข้อจำกัดด้านแรงงานและไม่ได้เปลี่ยนฐาน (pallet) และไม้คั่น (sticker) ตามข้อเสนอแนะเนื่องจากต้องลงทุนสูงและใช้เวลานาน

2 การกองไม้ เมื่อได้ปฏิบัติตามข้อแนะนำโดยเรียงให้ชิดและเรียงตามแนวเส้นทำให้สามารถวางกองไม้ได้เพิ่มขึ้นอีก 4 กองใน 1 เตา

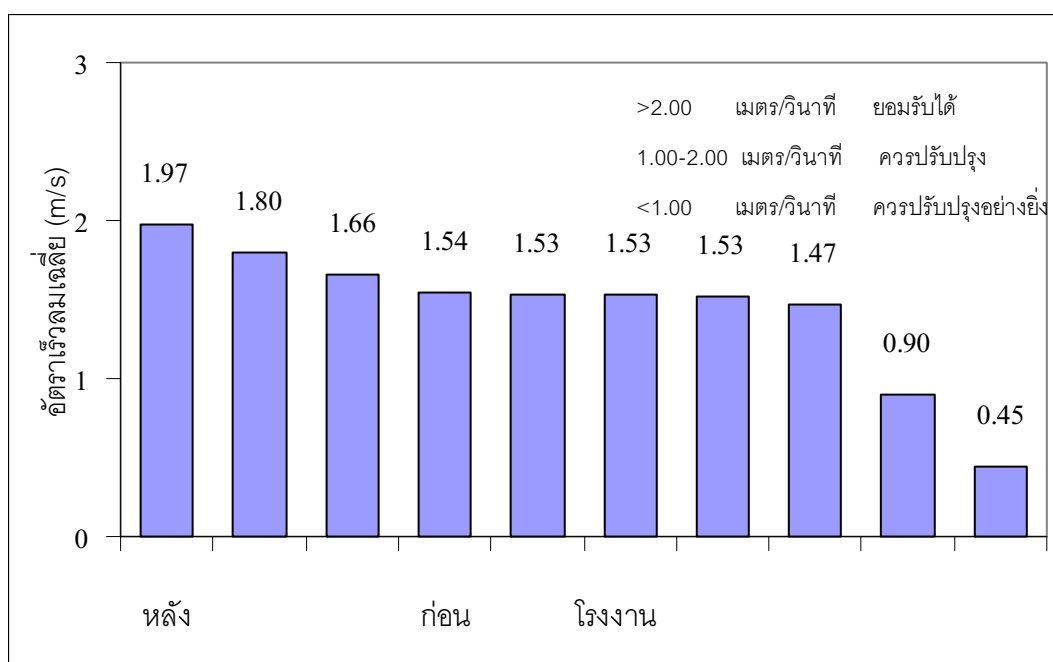
3 การติดตั้งแผ่นกั้นลมทั้งด้านบนและด้านหน้าช่วยให้การกระจายลมดีขึ้น ทำให้อัตราเร็วลมเฉลี่ยผ่านกองไม้ด้านเข้าและออกเพิ่มขึ้นจาก 1.54 m/s เป็น 1.97 m/s ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงจาก 0.57 เป็น 0.41 m/s ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นโดยไม่มีการปรับเปลี่ยนพัดลม ในภาพที่ 7.20 จากการเก็บข้อมูลในโรงงานไม้ยางพาราอีก 8 โรงที่ร่วมโครงการสำรวจเพื่อลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปในจังหวัดสุราษฎร์ธานี เปรียบเทียบอัตราเร็วลมเฉลี่ยเข้าและออกกองไม้ก่อนและหลังการปรับปรุงพบว่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยที่ดีที่สุด และพบว่าอัตราเร็วลมที่เปลี่ยนแปลงจากระนาบลมเข้าไประนาบลมออกจากเดิมที่แตกต่างกันถึง 64% มาเป็น 36% โดยยังสามารถลดการสูญเสียได้อีกหากมีการเรียงไม้ที่ดีและการปิดกั้นลมที่ดีขึ้น

ตารางที่ 7.3 แสดงอัตราเร็วลมเฉลี่ยที่ผ่านหน้ากองไม้เมื่อมีแผ่นกั้นลม

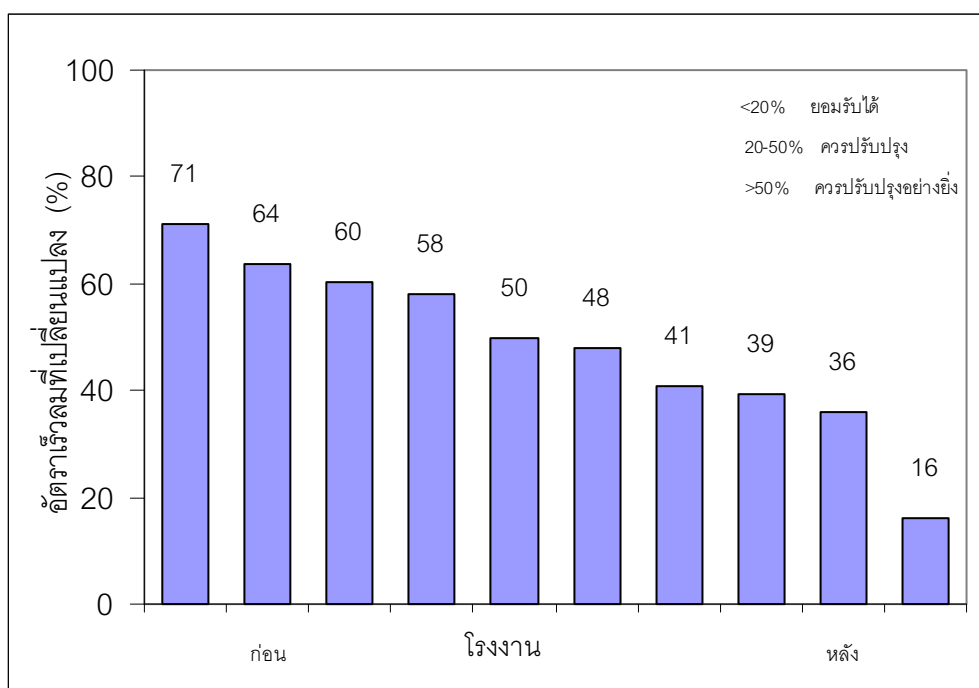
ตำแหน่ง	ระนาบลมเข้า(m/s)				ระนาบลมออก(m/s)				ค่าเฉลี่ย 2 ระนาบ	
	Mean	SD	max	min	Mean	SD	max	min	Mean	SD
ผ่านกองไม้	2.40	0.55	4.05	1.26	1.54	0.27	2.05	1.12	1.97	0.41
ผ่านช่องว่าง	2.58	1.75	6.57	0.51	2.16	2.10	4.82	0.36	2.37	1.90
ทั้งระนาบ	2.52	1.56	6.57	0.51	2.01	1.09	4.82	0.36	2.27	1.33



ภาพที่ 7.19 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยของ 2 ระนาบเมื่อมีแผ่นกันลมกับไม่มีแผ่นกันลม



ภาพที่ 7.20 อัตราเร็วลมเฉลี่ยก่อน-หลังการปรับปรุงและเปรียบเทียบกับโรงงานอื่นอีก 8 โรงงาน



ภาพที่ 7.21 แสดงอัตราเร็วลมที่เปลี่ยนแปลงจากกระนาบลมเข้าไปกระนาบลมออก ก่อน-หลังการปรับปรุงและเปรียบเทียบกับโรงงานอื่นอีก 8 โรงงาน

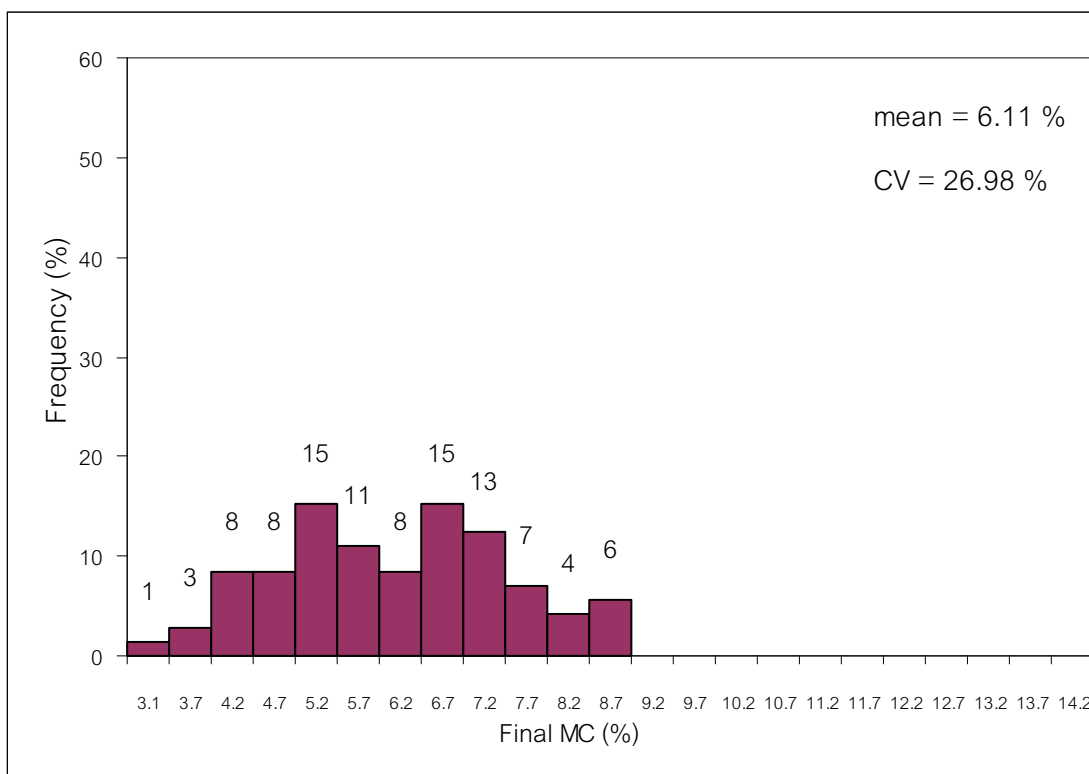
7.3.3 การปรับปรุงระบบควบคุม

จากการปรับปรุงระบบควบคุมการอบของเตาให้เป็นไปตามรูปแบบมาตรฐาน ทำให้วัดอุณหภูมิอากาศในเตาได้แม่นยำขึ้นและทำให้สามารถควบคุมสภาวะในเตาได้ตรงตามตารางอบ การติดตั้งโซลินอยด์วาล์วที่ท่อคอยล์ร้อนและท่อสเปรย์รวมทั้งการตากฟืนให้แห้งก่อนใส่ในเครื่องกำเนิดไอน้ำทำให้ใช้น้ำตามความต้องการจริงๆ ช่วยลดภาระการใช้ไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำจากความดันปกติที่ใช้งานอยู่ในช่วง 2-3 บาร์ก่อนการปรับปรุง สามารถรักษาความดันไอน้ำได้ที่ 5 บาร์ขึ้นไป

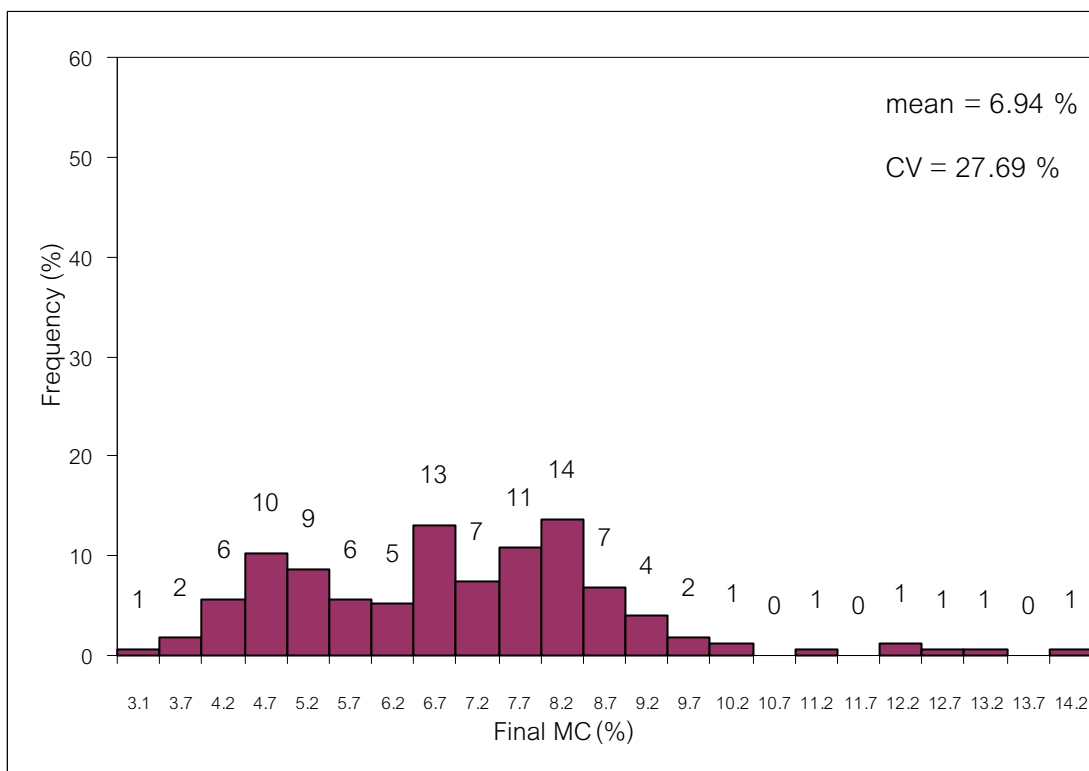
เมื่อการกระจายลมดีขึ้นความชื้นไม้เฉลี่ยสุดท้ายหลังการปรับปรุง ในภาพที่ 7.22 ถึงภาพที่ 7.25 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (Coefficient of Variation, CV) ลดลงจาก 26.98% และ 27.69% เป็น 18.52% และ 12.27% ตามลำดับแม้ยังไม่มีการทำ Equalizing

จากภาพที่ 7.26 แสดงการบันทึกผลการอบไม้ขนาด 1.5 นิ้วที่มีการเพิ่มระบบควบคุมการอบ ติดตั้งเครื่องวัดความชื้นไม้ ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิไม้ในเตาและทำการอบโดยใช้ตารางอบที่ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งเท่ากับ 90°C อุณหภูมิกระเปาะเปียกเท่ากับ 60°C และมีการสเปรย์ในช่วงแรกของการอบ ทำให้อุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิกระเปาะเปียกเพิ่มขึ้นในอัตรา 3.5°C

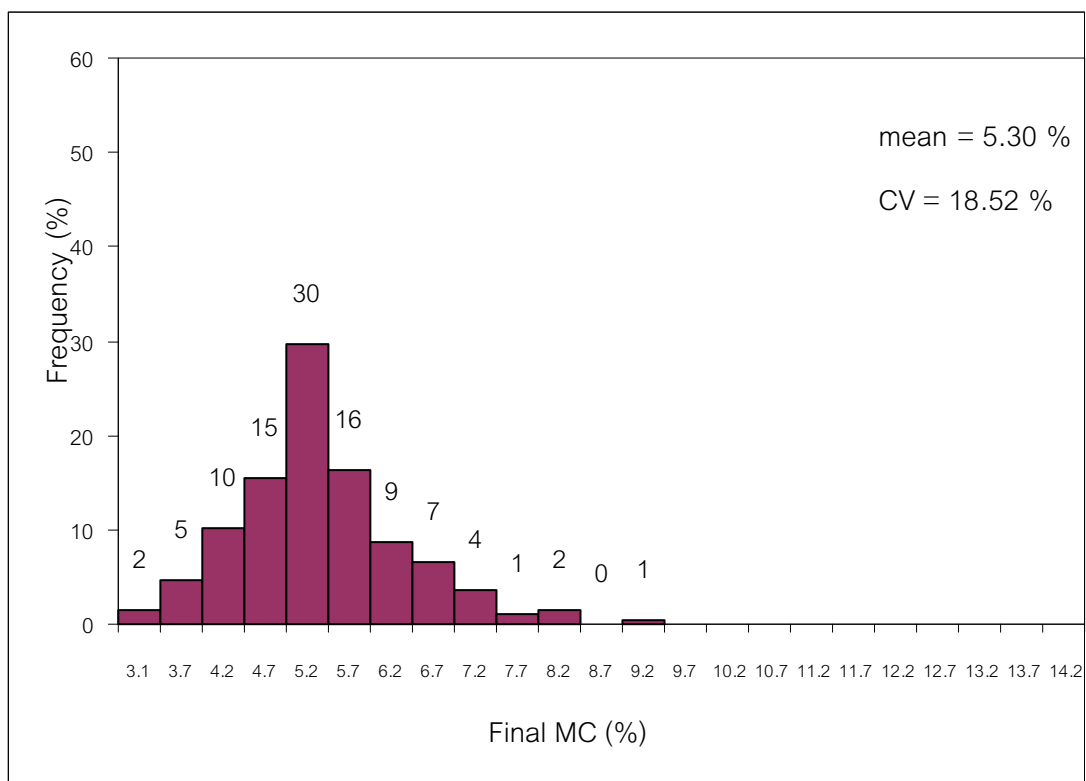
ต่อชั่วโมง อุณหภูมิของไม้ที่วัดทั้ง 2 จุดเพิ่มขึ้นตามไปด้วยในช่วงนี้ไม้ร้อนแล้วทำให้เกิดเชื้อราที่ไม้มีน้อยมาก แต่อัตราการแห้งของไม้ยังต่ำอยู่ที่ 0.42% MC ต่อชั่วโมง ต่อมาอัตราการเพิ่มอุณหภูมิของเตาลดลง เนื่องจากความดันไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำมีไม่เพียงพอ ในช่วงนี้แม้อุณหภูมิของไม้จะสูงแต่ความชื้นในเตายังสูงด้วยอัตราการแห้งของไม้จึงยังต่ำและไม้ไม่เกิดการแตกปลาย จนอุณหภูมิกระเปาะแห้งเพิ่มขึ้นถึง 85°C จึงลดอุณหภูมิกระเปาะเปียกลงมาที่ 65°C เพื่อเริ่มการอบ จะสังเกตได้ว่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิของไม้จะลดลงด้วย จากนั้นอุณหภูมิกระเปาะแห้งจะเพิ่มขึ้นเข้าสู่ค่าที่ตั้งไว้ อุณหภูมิของไม้จะสูงขึ้นเรื่อยๆ และค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกจะอยู่ที่ 60°C ไปตลอดการอบ ความชื้นของไม้ทั้งหมดจะลดลงแต่ค่าทั้ง 6 จุดไม่เท่ากันเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนจากลมร้อนไปยังไม้ไม่สม่ำเสมอ อนึ่งการวัดค่าความชื้นโดยใช้เทคนิควัดค่าความต้านทานของไม้เมื่อไม้มีความต้านทานสูง (>30%) ค่าที่อ่านได้จะไม่ตรงกับ ความชื้นจริงของไม้ จนเมื่อถึงระยะสุดท้ายของการอบความชื้นของไม้จะใกล้เคียงกันอีกครั้ง ในการอบครั้งนี้ไม่สามารถทำ Equalizing และ Conditioning ได้เนื่องจากความดันไอน้ำไม่เพียงพอ เวลาที่ใช้ในการอบลดจาก 9-10 วันลงมาเหลือ 7 วัน ทั้งนี้ น่าจะลดลงมาที่ 5-6 วันได้หากในช่วงแรกความดันของไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำเพียงพอและสังเกตได้ว่าไม้ส่วนหนึ่งแห้งแล้วตั้งแต่วันที่ 5 ของการอบ ค่าพลังงานที่ใช้ในการอบเกิดจาก 2 ส่วนคือท่อคอยล์ร้อนและท่อสเปร์ย์ไอน้ำ พบว่าอัตราการใช้ไอน้ำจากคอยล์ร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิเตาค่อนข้างคงที่เท่ากับ 0.89 ชั่วโมงต่อ 1 ชั่วโมงของการอบ อัตราการใช้ไอน้ำจากท่อสเปร์ย์ไอน้ำในการให้ความชื้นเตาในช่วงแรกเท่ากับ 1.04 ชั่วโมงต่อ 1 ชั่วโมงของการอบ และลดลงเป็น 0.27 ชั่วโมงต่อ 1 ชั่วโมงของการอบ และอัตราการใช้ไอน้ำจากคอยล์ร้อนเป็นปริมาณ 2 เท่าของการใช้ไอน้ำจากท่อสเปร์ย์ไอน้ำ



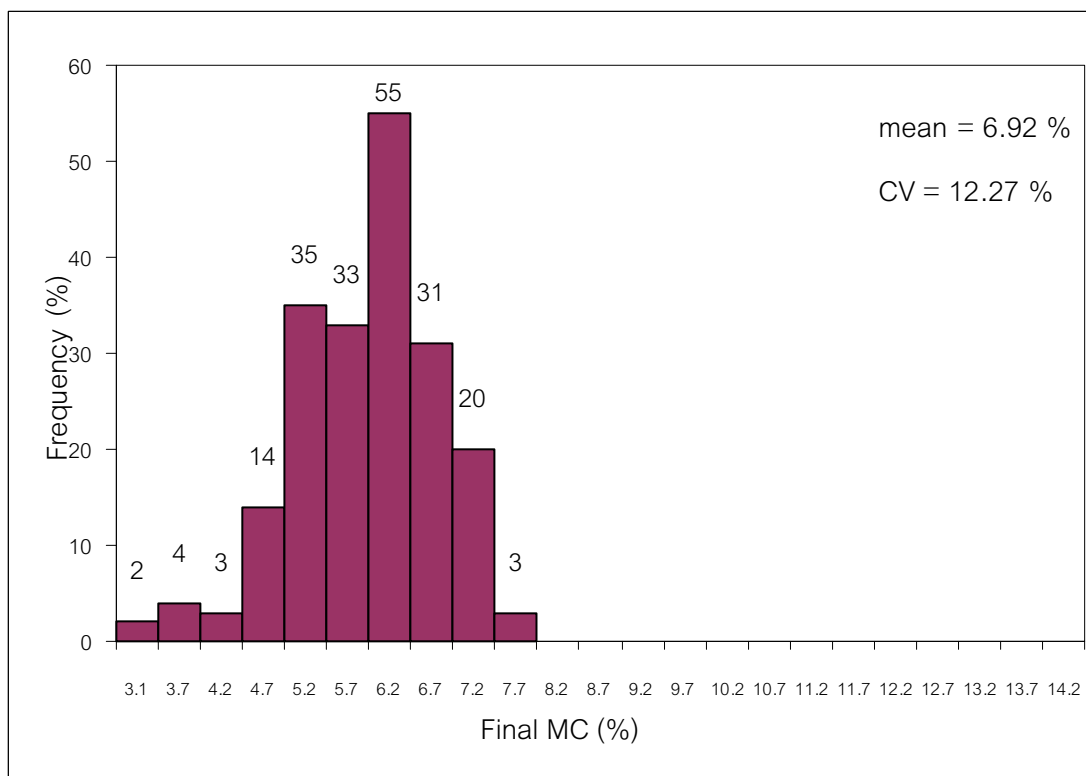
ภาพที่ 7.22 การกระจายความถี่ของไม้เฉลี่ยสุดท้ายก่อนการปรับปรุงครั้งที่ 1



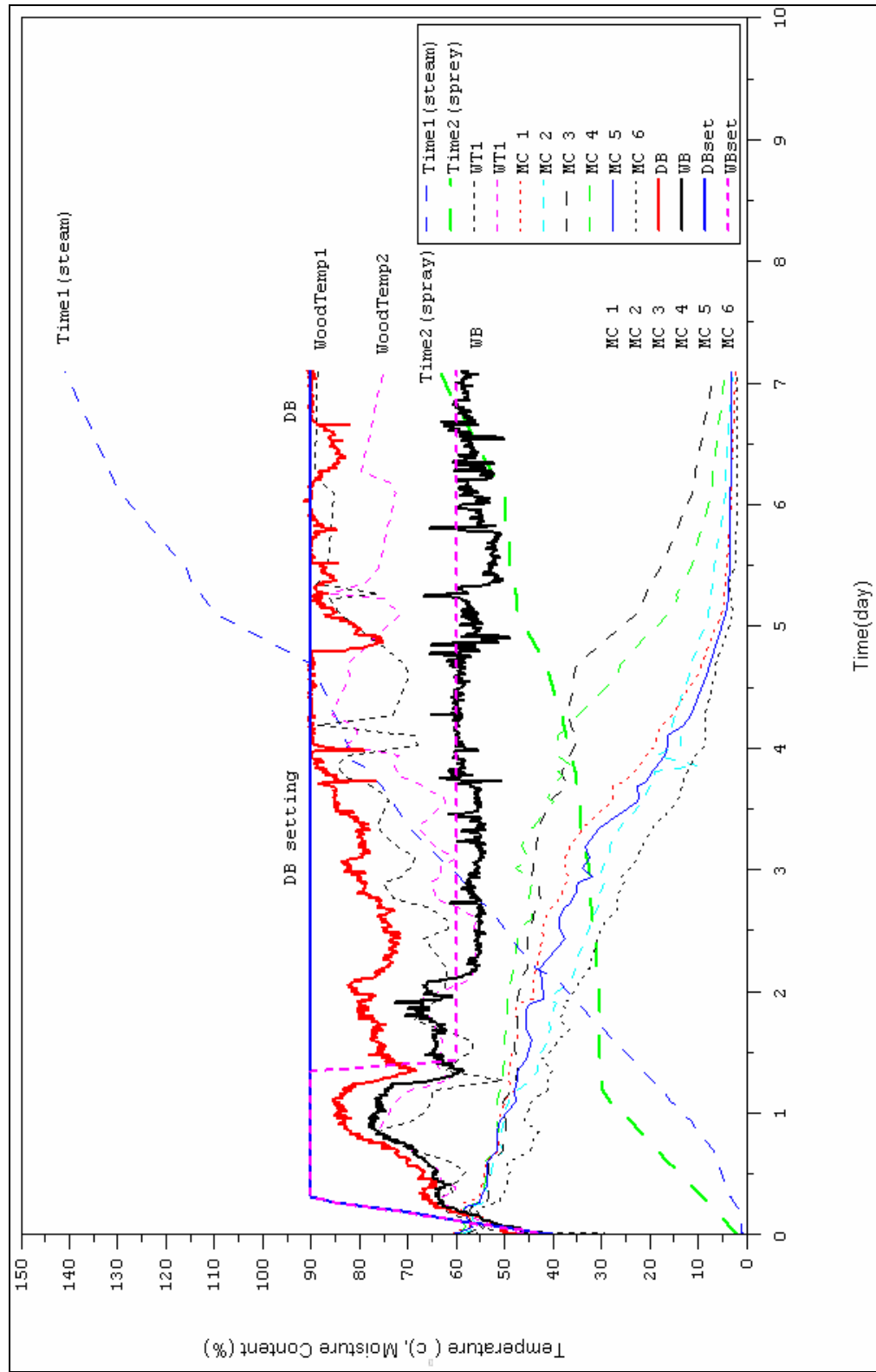
ภาพที่ 7.23 การกระจายความถี่ของไม้เฉลี่ยสุดท้ายก่อนการปรับปรุงครั้งที่ 2



ภาพที่ 7.24 การกระจายความถี่ของไม้เฉลี่ยสุดท้ายหลังการปรับปรุงครั้งที่ 1



ภาพที่ 7.25 การกระจายความถี่ของไม้เฉลี่ยสุดท้ายหลังการปรับปรุงครั้งที่ 2



ภาพที่ 7.26 ผลการอบไม้ยางพาราของโรงงานหลังการปรับปรุง

7.4 สรุปผลการทดลองข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง

7.4.1 การเก็บข้อมูลการอบของเตาอบในโรงงานเบื้องต้น

ลักษณะของเตาอบและการติดตั้งอุปกรณ์จัดได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ทั้งการติดตั้งพัดลม การติดตั้งหม้อต้มไอน้ำและการติดตั้งคอยล์ร้อน การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมยังไม่เป็นไปตามรูปแบบมาตรฐานซึ่งควรปรับปรุงเพิ่มเติมเช่นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เพื่อให้สามารถควบคุมการอบให้เป็นไปตามตารางอบ

ในส่วนของอัตราเร็วลมพบว่าพัดลมให้อัตราเร็วลมในปริมาณที่เพียงพอแล้วแต่การจัดเรียงไม้และการกองไม้ยังไม่ดีพอจึงทำให้อัตราเร็วลมที่ผ่านเข้าแล้วออกจากกองไม้แตกต่างกันมาก ค่าประสิทธิภาพการปิดกั้นลมต่ำมากเนื่องจากมีช่องว่างให้ลมผ่านไปโดยที่ไม่ผ่านกองไม้ในปริมาณเท่ากับลมที่ผ่านกอง

จากการบันทึกผลการอบจะเห็นว่าไม่สามารถรักษาค่าอุณหภูมิของเตาให้เป็นไปตามตารางอบได้โดยในช่วงแรกปริมาณไอน้ำมีไม่เพียงพอ ไม่มีการทำ Equalizing และ Conditioning ใช้เวลาในการอบไม้ขนาด 1.5 นิ้ว ประมาณ 9-10 วัน

คุณภาพไม้ยางพาราจากการวัดความชื้นเฉลี่ยสุดท้ายของไม้มีการกระจายตัวสูง อันเนื่องมาจากการกระจายของลมในเตาไม่ดียังมีช่องว่างให้ลมผ่านไปโดยที่ไม่ผ่านกองไม้และมีการจัดเรียงไม้และการกองไม้ไม่ดี รวมทั้งควรมีการทำ Equalizing เพื่อให้ไม้มีความชื้นสุดท้ายใกล้เคียงกัน

7.4.2 การปรับปรุงลม

การเรียงไม้ของโรงงานยังทำได้ไม่ดีเนื่องจากต้นทุนและความชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน แต่การกองไม้ที่ดีทำให้กองไม้ได้เพิ่มขึ้นอีก 4 กองใน 1 เตา เมื่อติดตั้งแผ่นกั้นลมทั้งด้านบนและด้านล่างทำให้อัตราเร็วลมเฉลี่ยผ่านกองไม้ด้านเข้าและออกเพิ่มขึ้นจาก 1.54 m/s เป็น 1.97 m/s การกระจายตัวของลมสม่ำเสมอขึ้นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงจาก 0.57 m/s เป็น 0.41 m/s อัตราเร็วลมที่ลดลงเมื่อลมไหลเข้าและออกจากกองไม้เพียง 36 % จากเดิมที่แตกต่างกันถึง 64 % หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพของลมดีมากเมื่อเปรียบเทียบกับโรงงานอื่นอีก 8 โรงงาน

7.4.3 การปรับปรุงระบบควบคุม

การติดตั้งระบบควบคุมการอบของเตาตามรูปแบบมาตรฐานสามารถควบคุมสภาวะในเตาได้ตรงตามตารางอบ การติดตั้งโซลินอยด์วาล์วที่ท่อคอยล์ร้อนและท่อสเปรย์รวมทั้งการตากฟืนให้แห้งก่อนใส่ในเครื่องกำเนิดไอน้ำทำให้สามารถรักษาความดันไอน้ำไว้ได้ที่ 5 บาร์

การปรับปรุงเตาอบไม้ยางพาราในโรงงานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการอบได้ โดยลดเวลาในการอบลงมากกว่า 2 วัน ลดการใช้ไอน้ำที่ไม่จำเป็น สามารถเพิ่มอัตราเร็วลมภายในเตาได้ ทำให้ไม้แห้งอย่างสม่ำเสมอขึ้น อเนิงยังสามารถลดเวลาอบได้อีกหากสามารถรักษาความดันไอน้ำเพียงพอและอบที่อุณหภูมิสูงขึ้นและมีการทำ conditioning ในตอนท้ายของการอบ

บทที่ 8

สรุปผลการทดลอง

การลดความชื้นในไม้ยางพาราก่อนการอบ

สภาพอากาศในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงในระหว่างกลางวันและกลางคืน ในช่วง 25-35 องศาเซลเซียสและมีความชื้นในอากาศสูงถึงประมาณ 80%RH ทำให้ไม้ยางพารา ขนาดความหนา 1 นิ้ว 2 นิ้ว และ 3 นิ้วมีความชื้นลดลงจากประมาณ 100% เหลือ 20% ภายในระยะเวลาประมาณ 60 วัน 90 วัน และ 120 วัน ตามลำดับ อันเนื่องการให้ลมเคลื่อนตัวอย่างสม่ำเสมอ ผ่านหน้าไม้ด้วยอัตราเร็ว 3 เมตร/วินาที สามารถลดระยะเวลาดังกล่าวข้างต้นลงได้ประมาณ 50% นอกจากนี้ลมสามารถป้องกันการเกิดราบนผิวไม้ได้ตลอดระยะเวลาการลดความชื้น (เปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ให้ลมเชื้อราเกิดที่ผิวไม้อย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 3-7 ของการทดลอง) และลมช่วยทำให้ การแห้งตัวของไม้ที่มีความหนาแตกต่างกันมีการแห้งของความชื้นในอัตราที่ใกล้เคียงกันมากขึ้น ลมธรรมชาติภายนอกอาคารสามารถนำมาช่วยในการลดความชื้นและป้องกันการเกิดราได้ ในระดับหนึ่งในลักษณะเดียวกับลมซึ่งมีการควบคุมภายในอาคาร อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ไม้ที่ ทำการลดความชื้นภายนอกอาคารถูกเข้าทำลายโดยมอด เนื่องจากการแห้งตัวที่ค่อนข้างช้าเมื่อ เปรียบเทียบกับการอบในเตาอบและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นในช่วงกลางวัน และกลางคืนทำให้ความเค้นตึงที่เกิดจากการแห้งตัวของไม้มีค่าน้อยมากทั้งสามความหนา ของไม้ที่ใช้ทดลอง และไม้ที่มีลมเคลื่อนที่ผ่านจะมีสีเข้มกว่าไม้ที่ไม่มีลมเคลื่อนที่ผ่านทั้งที่ผิวและที่ แกนกลางของไม้ จากความรู้ดังกล่าวข้างต้นผู้ประกอบการสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในช่วง ที่ไม้รอการอบโดยหลายโรงงานพบว่าประสบกับปัญหาการเกิดราบนผิวไม้ก่อนเข้าเตาอบ ซึ่ง สามารถป้องกันได้โดยอาศัยลมธรรมชาติ นอกจากนี้ลมยังทำให้น้ำเคลื่อนตัวออกจากไม้ได้เร็วขึ้น อีกด้วย

การอบไม้ยางพาราความหนา 1 นิ้ว

เทคนิคการอบไม้ยางพาราแบบ ACT ที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 90°C และอุณหภูมิกระเปาะ เปียก 65°C สามารถนำมาใช้ในการอบไม้ยางพาราขนาดความหนา 3 เซนติเมตรได้ โดยมี ระยะเวลาการอบ (ในห้องปฏิบัติการ) ประมาณ 60 ชั่วโมงที่ความเร็วลมผ่านหน้าไม้เท่ากับ 4

เมตร/วินาที โดยระยะเวลาดังกล่าวลดลงจากการอบแบบ CT (ที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 60°C และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 45°C ซึ่งใช้เวลาประมาณ 120 ชั่วโมง) ประมาณ 50% อย่างไรก็ตามการอบแบบ ACT ใช้พลังงานในการอบมากกว่าแบบ CT ประมาณ 20% การบิดตัวของไม้ยางพาราแบบ Bow Crook และ Twist เนื่องจากการอบของแบบ ACT และ CT ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การวางน้ำหนักกดทับประมาณ 300 kg/m² ไม่ได้ทำให้การบิดตัวแบบ Bow และ Crook เปลี่ยนแปลงไปแต่สามารถลดการบิดตัวแบบ Twist ลงได้เล็กน้อย การสเปรย์ไอน้ำในช่วงเริ่มต้นของการอบสามารถลดการแตกที่ปลายของไม้ลงได้ สีของไม้ยางพาราที่ผ่านการอบแบบ ACT และ CT ไม่แตกต่างกันทั้งที่ผิวนอกและที่ใจกลางไม้ ความเค้นตกค้างในไม้ยางพาราลังการอบแบบ ACT มีค่ามากกว่าความเค้นตกค้างในไม้หลังผ่านการอบแบบ CT แต่ประสิทธิภาพการคลายความเค้นที่สภาวะการอบแบบ ACT จะสูงกว่าแบบ CT ทำให้สามารถคลายความเค้นได้รวดเร็วกว่า ดังนั้นการอบแบบ ACT จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ผู้ประกอบการอาจสนใจนำมาประยุกต์ใช้ในการอบไม้ยางพาราความหนา 1 นิ้ว ในโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราด้วยเตาอบที่มีไช้อยู่แล้วโดยที่ไม่จำเป็นต้องมีการดัดแปลงเตาอบและอุปกรณ์ประกอบมากนัก

การอบไม้ยางพาราความหนา 2 นิ้ว

เทคนิคการอบแบบ ACT ซึ่งอบที่อุณหภูมิ 90°C และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 50°C (RH=14.1%) สามารถอบไม้ยางพาราความหนา 2 นิ้วได้โดยที่คุณภาพของไม้ไม่ต่างกัน เมื่อเทียบกับการอบแบบ CT ซึ่งอบที่อุณหภูมิ 70°C และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 50°C (RH=35.6%) โดยการอบแบบ ACT สามารถลดระยะเวลาของการอบและการใช้พลังงานในระหว่างการอบลงได้ประมาณ 47% และ 20% ตามลำดับเมื่อเทียบกับการอบแบบ CT โดยที่สีไม้และการบิดตัวของไม้ในรูปของ BOW และ CROOK มีค่าไม่ต่างกันเมื่อเทียบกับไม้ก่อนอบ มากไปกว่านั้นพบว่าไม่มีการแตกของไม้ที่เกิดจากการอบแบบ ACT เลย ส่วนค่าความเค้นตกค้างในเนื้อไม้ของการอบทั้งสองมีค่าใกล้เคียง ดังนั้นการอบแบบ ACT จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ผู้ประกอบการอาจสนใจนำมาประยุกต์ใช้ในการอบไม้ยางพาราความหนา 2 นิ้ว ในโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราด้วยเตาอบที่มีไช้อยู่แล้วโดยที่ไม่จำเป็นต้องมีการดัดแปลงเตาอบและอุปกรณ์ประกอบมากนัก

เทคนิคการคลายความเค้นในไม้ยางพาราที่ผ่านการอบ

การคลายความเค้นในไม้ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการอบอย่างมีประสิทธิภาพกระทำโดยการทำให้ลดอุณหภูมิของไม้ในเตาลงมา ก่อนที่จะมีการเพิ่มอุณหภูมิและความชื้นภายในเตาอย่างรวดเร็วเพื่อให้สอดคล้องกับค่าความชื้นไม้หลังการอบที่ต้องการ ไม้ที่ผ่านการทำการคลายความเค้นด้วยวิธีดังกล่าวไม่มีความเค้นตกค้างภายในเนื้อไม้ทั้งยังมีความชื้นสม่ำเสมอทั่วทั้งท่อนอีกด้วย

การปรับปรุงเตาอบไม้ยางพาราโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์

การศึกษาการกระจายตัวของลมด้วยการใช้แบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์จำลองเตาอบไม้ยางพาราทั้งในห้องปฏิบัติการและเตาอบในโรงงานสามารถอธิบายการไหลของอากาศในเตาได้ทั้งในเชิงคุณภาพที่สามารถเห็นรูปแบบและทิศทางการไหลของลมในเตา และเชิงปริมาณโดยผลจากแบบจำลองเตาอบในห้องปฏิบัติการได้ค่าอัตราเร็วลมที่ผ่านช่องไม้ 8.22 ± 0.28 m/s มีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัด 7.92 ± 0.51 m/s ส่วนผลจากการจำลองการไหลของอากาศในเตาอบเมื่อไม่มีแผ่นกั้นลมอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดเท่ากับ 2.06 ± 1.16 m/s ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการจำลอง 2.20 ± 1.28 m/s การจำลองเตาอบในโรงงานที่มีแผ่นกั้นลมอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดเท่ากับ 2.56 ± 1.07 m/s ในขณะที่ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการจำลองเท่ากับ 2.34 ± 1.08 m/s นอกจากนี้การใช้แผ่นกั้นลมสามารถลดการหมุนวนลงมากและเพิ่มอัตราเร็วลมในเตาอบที่โรงงานทำให้การกระจายตัวของลมกระจายตัวได้ดีขึ้นซึ่งจะช่วยให้ไม้แห้งอย่างสม่ำเสมอ เมื่อมีแผ่นกั้นลมอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดในเตาอบที่โรงงานเพิ่มขึ้น 24.27% ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลง 8.41 % ซึ่งสอดคล้องกับอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการจำลอง ดังนั้นการจำลองเตาอบไม้ยางพารามีความน่าเชื่อถือสามารถนำมาออกแบบเตาอบไม้ยางพาราได้

เมื่อใช้แบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์มาปรับปรุงลักษณะเตาอบที่มีประสิทธิภาพสูงโดยการปรับเปลี่ยนขนาดช่องลมและห้องพัสดลมแล้ววัดการกระจายตัวของอัตราเร็วลมพบว่าที่ขนาดช่องลมตั้งแต่ 0.70 ถึง 0.80 เมตรให้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 3.00 ± 0.90 m/s ส่วนความสูงของห้องพัสดลมพบว่าที่ความสูง 1.40 เมตรให้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 2.90 ± 0.90 m/s ซึ่งเป็นขนาดความสูงของการติดตั้งพัสดลมถ้าขนาดความสูงห้องพัสดลมมากกว่า 1.40 เมตร จะได้ค่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลงแต่อัตราเร็วลมเฉลี่ยจะลดลง

การปรับปรุงเตาอบไม้ย่างพาราในโรงงานไม้ย่างพาราแปรรูป

จากการสำรวจกระบวนการอบไม้ย่างพาราของโรงงานพบว่า การติดตั้งพัดลม การติดตั้งหม้อต้มไอน้ำ และการติดตั้งคอยล์ร้อนจัดได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แต่การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมยังไม่เป็นไปตามรูปแบบมาตรฐานซึ่งควรปรับปรุงเช่น อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เพื่อให้สามารถควบคุมการอบให้เป็นไปตามตารางอบ

ในส่วนของคุณภาพพบว่าพัดลมให้ความเร็วลมในปริมาณที่เพียงพอแล้ว แต่ความเร็วลมที่ผ่านเข้าแล้วออกจากกองไม้แตกต่างกันมาก ค่าประสิทธิภาพการปิดกั้นลมต่ำมากเนื่องจากมีช่องว่างให้ลมผ่านไปโดยที่ไม่ผ่านกองไม้ในปริมาณเท่ากับลมที่ผ่านกอง และการจัดเรียงไม้และการกองไม้ยังไม่ดีพอ

จากการบันทึกผลการอบจะเห็นว่าไม่มีการทำ Equalizing และ Conditioning ไม่สามารถรักษาอุณหภูมิของเตาให้เป็นไปตามตารางอบได้โดยในช่วงแรกปริมาณไอน้ำมีไม่เพียงพอ ใช้เวลาในการอบไม้ขนาด 1.5 นิ้ว ประมาณ 9-10 วัน

คุณภาพไม้ย่างพาราจากการวัดความชื้นเฉลี่ยสุดท้ายของไม้ไม่มีการกระจายตัวสูง อันเนื่องมาจากการกระจายของลมในเตาไม่ดี ยังมีช่องว่างให้ลมผ่านไปโดยที่ไม่ผ่านกองไม้และมีการจัดเรียงไม้และการกองไม้ไม่ดี รวมทั้งควรมีการทำ Equalizing เพื่อให้ไม้มีความชื้นสุดท้ายใกล้เคียงกัน

การปรับปรุงลม

การเรียงไม้ของโรงงานยังทำได้ไม่ดีเนื่องจากต้นทุนและความชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน แต่การกองไม้ที่ดีทำให้กองไม้ได้เพิ่มขึ้นอีก 4 กองใน 1 เตา เมื่อติดตั้งแผ่นกั้นลมทั้งด้านบนและด้านล่างทำให้อัตราเร็วลมเฉลี่ยผ่านกองไม้ด้านเข้าและออกเพิ่มขึ้นจาก 1.54 m/s เป็น 1.97 m/s การกระจายตัวของลมสม่ำเสมอขึ้นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงจาก 0.57 m/s เป็น 0.41 m/s หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพของลมดีมากเมื่อเปรียบเทียบกับโรงงานอื่นอีก 8 โรงงาน อัตราเร็วลมที่ลดลงเมื่อลมไหลเข้าและออกจากกองไม้เพียง 36 % จากเดิมที่แตกต่างกันถึง 64 %

การปรับปรุงระบบควบคุม

การติดตั้งระบบควบคุมการอบของเตาตามรูปแบบมาตรฐานสามารถควบคุมสถานะในเตาได้ตรงตามตารางอบ การติดตั้งโซลินอยด์วาล์วที่ท่อคอยล์ร้อนและท่อสเปรย์รวมทั้งการตากฟืนให้แห้งก่อนใส่ในเครื่องกำเนิดไอน้ำทำให้สามารถรักษาความดันไอน้ำไว้ได้ที่ 5 บาร์

การปรับปรุงเตาอบไม้ยางพาราในโรงงานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการอบได้ลดการใช้ไอน้ำที่ไม่จำเป็น โดยลดเวลาในการอบลงมากกว่า 2 วัน สามารถเพิ่มอัตราเร็วลมภายในเตาได้ ทำให้ไม้แห้งอย่างสม่ำเสมอขึ้น หนึ่งยังสามารถลดเวลาอบได้อีกหากสามารถรักษาความดันไอน้ำเพียงพอและอบที่อุณหภูมิสูงขึ้นและมีการทำ conditioning ในตอนท้ายของการอบ

บทที่ 9

รายการอ้างอิง

1. กรมป่าไม้. 2542. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย ปี 2542.
2. สุภณศักดิ์ เทพญา.2541.รายงานโครงการวิจัยนำร่องเรื่องข้อกำหนดเทคนิคที่ดีในการอบไม้ยางพาราแปรรูป.ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
3. สันจิติ สิริเชียวสกุล 2546 Private communication บริษัท เอส ดับบลิว ดี แมชชีนเนอรี่ จำกัด, กรุงเทพฯ.
4. หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้และJICA.2549.โครงการวิจัยการปรับปรุงกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปเพื่อให้คำปรึกษากับกลุ่มอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ 1 มิถุนายน 2549.นครศรีธรรมราช.
5. หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้.2549.โครงการเพิ่มขีดความสามารถวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี .มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. นครศรีธรรมราช.
6. Antti, A.L. 1995. Microwave drying of pine and spruce. Holz als Roh-und Werkstoff 53, pp333-338.
7. Bibeau, E. 2000. *Modelling of airflow in wood kilns*. Forest Product Journal, 51(6), 74-81.
8. Boone, R.S., Kozlik, C.J., Bois, P.J. and Wengert, E.M. 1993. Dry Kiln Schedules For Commercial Woods Temperate and Tropical. United States Department of Agricultural (USDA), USA.
9. Forest Products Laboratory. 1999. *Air drying of lumber*. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–117. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
10. Fuller, J. 1995. Conditioning stress development and factors that influence the prong-test. Res. Pap. FPL-RP-537. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
11. Harris, R.A., Schroeder, J.G. and Addis, S.C. 1989. Steaming of red oak prior to kiln-drying: effects on moisture movement. Forest Prod. J. 39(11/12) pp70-72.
12. Haslett, A.N. 1998. Drying radiata pine in New Zealand. FRI-bul-. letin. No.206.
13. Haygreen, J.G. and Bowyer, J.L. 1996.”Forest Products and Wood Science.” Iowa state Univ.Press, Ames.
14. Hunt, R.W.G. 1991. Measuring Colour. 2nd ed. Ellis Hor Wood Limited, London, UK.

15. Jai, S.Y. and Lee, M.C. 1987. High-temperature drying of 3cm rubberwood. Bull., Taiwan For.Res.Inst. New Series 2(1) pp 31-42. (in Chinese with English abstract)
16. Jai, S.Y., Hsiung, J.C. and Hwang, C.Y. 1990. Kiln Schedule for 10 x 10 cm Rubber Wood. Bull., Taiwan For.Res.Inst. New Series 5(3) pp 175-186. (in Chinese with English abstract)
17. Jai, S.Y., Hwang, C.Y. and Hsiung, J.C. 1992. Kiln Schedule for Preventing Brown-stain in Rubber Wood. Bull., Taiwan For.Res.Inst. New Series 7(1) pp 73-91. (in Chinese with English abstract)
18. Nijdam, J.J. and Keey, R.B. 2002. An experimental study of airflow in lumber kilns. Wood Science and Technology 36 pp 19-26.
19. OPEL. 2001. Vacuum-drying of lumber today. OPEL Vacudry GmbH, Stuttgart, Germany.
20. Pang,S, Simpson.I.G and Haslett.A.N. 2001. Cooling and steam conditioning after high-temperature drying of Pinus Radiata board:experimental investigation mathematical modelling. Wood Science and Technology., 35, 487-502.
21. Perre, P. 1999. How to get a revelant material model for wood drying simulation. Cost action E15 “Advances in drying of wood (1999-2003)” 1st workshop “State of the art for kiln drying” in Edinburgh 13/14th, Oct 1999.
22. Plumptre, R.A. and Jayanetti, D.L. 1996. Solar heated timber drying kilns. TRADA Technology Limited for the Oversea Development Administration (ODA), London, UK.
23. Pordage, L.J. and Langrish, T.A.G. 1999. Simulation of the effect of air velocity in the drying of hardwood timber. Drying technology 17(1&2) pp237-256.
24. Pougatch, K., Salcudean, M. and Gartshore, I. 2002. *Modelling of airflow and wood drying inside a kiln*. Forest Product Journal, 53(5), 46-54.
25. Riepen, M. and Paarhuis, B. 1999. *Analysis and optimisation of the airflow distribution in convection kilns: 1st Workshop State of Art for Kiln Drying*. Edingurgh: Netherlands.
26. Simpson, W.T., ed. 1991. Dry Kiln Operator’s Manual. Agric. Handbook AH-188. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, USA.
27. Simpson, W.T. 1997. Effect of air velocity on the drying rate of single eastern white pine boards. Research Note FPL-RN-266. United States Department of Agricultural (USDA), USA.
28. Simpson, W.T. and Liu, J.Y. 1997. An optimization technique to determine red oak surface and internal moisture transfer coefficients during drying. Wood and Fiber Science, 29(4), pp. 312-318.
29. Siau , J.F. 1984. Basic wood–moisture relationships. In: J.F. Siau, Editor, *Transport Process in Wood*, Springer-Verlag, Berlin.
30. Spalding, D.B. and Launder, B.E. 1974. *The numerical computation of turbulent flows*. Comp. Meth. Appl. Mech. Energy, 3, 269-289

31. Theppaya, T. and Prasertsan, S. 2002. Parameters influencing drying behavior of rubber wood as determined from desorption experiment. *Drying technology* 20(2).
32. Wengert, E. 1992. Techniques for equalizing and conditioning lumber. Department of forest, University of Wisconsin, Madison, WI: cooperative extension programs. No.65
33. Wiberg, P. 2001. X-ray CT-scanning of wood during drying. PhD thesis Lulea University of Technology, Sweden.
34. Wiberg, P. and Moren, T.J. 1999. Moisture flux determination in wood during drying above fiber saturation point using CT-scanning and digital image processing. *Holz als Roh-und Werkstoff*, pp. 137-144.
35. Viitaniemi, P., Ranta-Maunus, A., Jamsa, S. and Ek, P. 1994 Pat. Ep-0759137, Method for processing of wood at elevated temperature. VTT, Appl. EP95918005, 11.5.1994. Publ.11.9.1995.12p.

บทที่ 10

ภาคผนวก

บทความสำหรับเผยแพร่



หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้ยางพาราความหนา 1 นิ้ว

สุธน ศรีระโร, ประเวศร์ เคียววานิช, ทวีศิลป์ วงศ์พรต, ณัฐพล วิทยานุกาญ, นิรันดร์ มาแทน, บุญนำ เกียวข้อง



กระบวนการอบไม้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทตามอุณหภูมิของการอบ ดังนี้ คือ 1. Conventional temperature drying (CT) เป็นการอบไม้ที่อุณหภูมิระหว่าง 50-80°C 2. Accelerated Conventional temperature drying (ACT) เป็นการอบไม้ที่อุณหภูมิระหว่าง 80-100°C และ 3. High temperature drying (HT) ซึ่งเป็นการอบไม้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C

การอบไม้ที่ใช้อุณหภูมิในโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการอบแบบ CT อย่างไรก็ตามเตาอบไม้ที่ใช้อุณหภูมิในโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราสามารถที่จะทำการอบแบบ ACT ได้โดยไม่ต้องมีการสร้างเตาอบใหม่หรือปรับเปลี่ยนเตาอบมากนัก ส่วนการอบที่อุณหภูมิสูงแบบ HT เหมาะสำหรับการอบไม้เพื่อใช้ในโรงงานโครงสร้างมากกว่าไม้ที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ เช่น ไม้ยางพารา

งานวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการอบไม้แบบ ACT มาประยุกต์ใช้กับการอบไม้ยางพาราเปรียบเทียบกับการอบไม้ในช่วงอุณหภูมิแบบ CT โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพทั้งในแง่ของเวลาการอบ คุณภาพไม้หลังการอบ และพลังงานการอบประกอบกัน

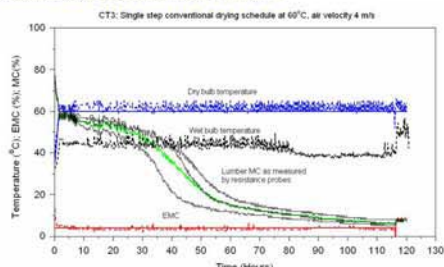
วิธีดำเนินการ

ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองโดยใช้ไม้ยางพาราแปรรูปขนาด หนา 3 เซนติเมตร กว้าง 10 เซนติเมตร และยาว 1 เมตร ที่ผ่านกระบวนการอัดน้ำจนมีความชื้นประมาณ 100% จำนวน 50 ท่อนสำหรับแต่ละสภาวะของการทดลอง เตาอบที่ใช้ในการทดลองสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศแบบอัตโนมัติและสามารถปรับอัตราเร็วรอบของพัดลมได้ มีหัววัดความชื้นในไม้แบบความต้านทานอินทรีย์ที่ใช้ในการอบผลจากเครื่องกำเนิดไอด้วยไฟฟ้า ได้ติดตั้งเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้โดยเครื่องกำเนิดไอน้ำและพัดลม

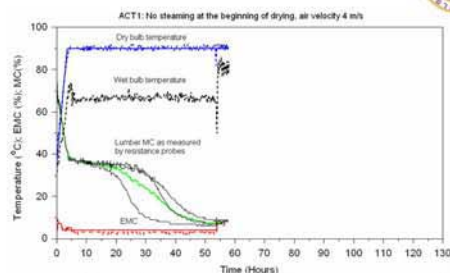


รูปที่ 1 เตาอบไม้ยางพาราแสดงการจัดไม้สำหรับการทดลอง (ซ้าย) และเครื่องกำเนิดไอน้ำด้วยไฟฟ้า (ขวา)

ระยะเวลาและพลังงานที่ใช้ในการอบ



รูปที่ 2 ซี่งแสดงสภาวะการอบไม้ยางพาราที่อุณหภูมิ DBWB 60°C/45°C ซึ่งใช้ระยะเวลาการอบประมาณ 120 ชั่วโมง สำหรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เริ่มต้นที่ 100% ส่วนเส้นประเป็นค่าที่อ่านได้ ค่าความชื้นสัมพัทธ์อ่านได้ จากหัววัดแบบความต้านทานอินทรีย์ได้เป็นค่าที่ช่วงท้ายของการอบและมีความชื้นน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์



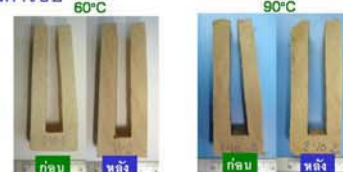
รูปที่ 3 ซี่งแสดงสภาวะการอบไม้ยางพาราที่อุณหภูมิ DBWB 90°C/65°C ซึ่งใช้ระยะเวลาการอบประมาณ 60 ชั่วโมง

อุณหภูมิการอบ (°C)	เครื่องกำเนิดไอน้ำ			พัดลม		
	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	เวลา (hrs)	อัตราการใช้พลังงาน (kW)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	เวลา (hrs)	อัตราการใช้พลังงาน (kW)
60	1298	121	10.8	54	121	0.45
75	1356	83	16.2	39	83	0.47
90	1578	58	27.1	28	58	0.48

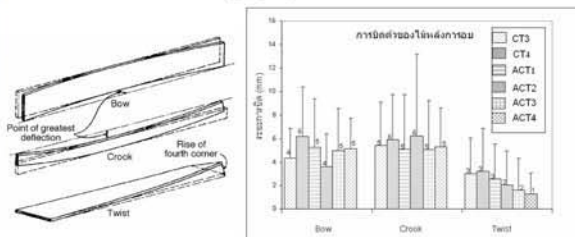
การอบที่อุณหภูมิสูงขึ้นมีการใช้พลังงานในการอบเพิ่มขึ้นประมาณ 20% แต่ในขณะเดียวกันสามารถลดระยะเวลาการอบลงได้ถึง 50% อัตราการใช้พลังงานของพัดลมที่ 740 rpm มีค่าประมาณ 0.4 kW

คุณภาพไม้ยางพาราหลังการอบ

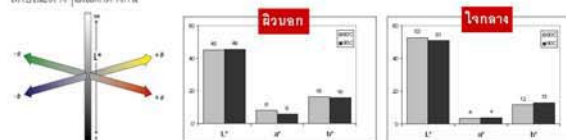
ไม้ที่ผ่านการอบทั้งองอุณหภูมิมีความเค้นตกทั้งในเนื้อไม้ซึ่งสามารถกลายความเค้นดังกล่าวได้โดยการทำ conditioning ในช่วงสุดท้ายของการอบ



รูปที่ 4 Prong test ของไม้ที่ผ่านการอบก่อนและหลังกระบวนการ Conditioning



รูปที่ 5 ภาพแสดงลักษณะการบิดตัวของไม้ที่ผ่านการอบ จากกราฟจะเห็นว่ากระบวนการอบที่ลดอุณหภูมิและการบิดตัวของไม้ในลักษณะต่างๆ ไม่แตกต่างกัน



รูปที่ 6 ระบบการวัดสี CIE L*a*b* ของสีผิวด้านนอกและใจกลางไม้ยางพารา โดยจะสังเกตเห็นได้ว่ามีความสว่างสูงกว่า การอบที่ลดอุณหภูมิไม่ทำให้สีของไม้ยางพาราที่ไม้แตกต่างกัน

สรุปผลงานวิจัย

การอบไม้ที่อุณหภูมิสูง 90°C/65°C สามารถลดระยะเวลาการอบลงได้ 50% เทียบกับการอบที่อุณหภูมิ 60°C/45°C โดยใช้พลังงานเพิ่มขึ้น 20% และเมื่อเทียบของไม้หลังการอบไม้แตกต่างกัน ผู้ประกอบการจึงอาจพิจารณาไปปรับใช้เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตในส่วนนี้ได้





หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้ยางพาราความหนา 2 นิ้ว ศุภณ ศรีระโร, ประเวศร์ เต๋ยวานิช, ทวีศิลป์ วงศ์พรต, ณัฐพล วิทยานุภากร, นิรันดร์ มาแทน, บุญนำ เกี้ยวข้อง



บทนำ

กระบวนการอบไม้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทตามอุณหภูมิของการอบดังนี้ คือ 1. Conventional temperature drying (CT) เป็นการอบไม้ที่อุณหภูมิระหว่าง 50-80°C 2. Accelerated Conventional temperature drying (ACT) เป็นการอบไม้ที่อุณหภูมิระหว่าง 80-100°C และ 3. High temperature drying (HT) ซึ่งเป็นการอบไม้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 100°C

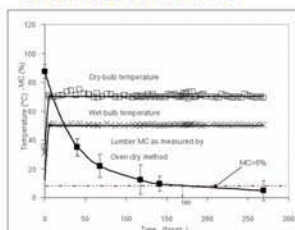
จากผลการสำรวจการอบไม้ยางพาราพบว่าโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราไม่มีตารางการอบไม้ยางพาราเป็นมาตรฐานและขาดข้อมูลด้านงานวิจัยเกี่ยวกับผลของปัจจัยต่างๆ ในระหว่างการอบต่อคุณภาพของไม้ที่ได้ โดยเทคนิคการอบไม้ที่ใช้ในโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราเป็นการอบแบบ CT ซึ่งพบว่าการอบไม้หนา 2 นิ้ว ใช้เวลาในการอบประมาณ 10-12 วัน จึงจำเป็นต้องหาเทคนิคการอบที่มีประสิทธิภาพที่สามารถลดต้นทุนการผลิตในขณะที่ยังคงรักษาคุณภาพของไม้ไว้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นพัฒนากระบวนการอบไม้ยางพาราโดยใช้เทคนิคการอบแบบ ACT โดยเปรียบเทียบกับการอบแบบ CT ทั้งในแง่ของเวลาการอบ พลังงานที่ใช้ในการอบและคุณภาพของไม้หลังการอบ

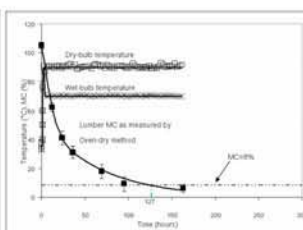
วิธีดำเนินการ

งานวิจัยนี้ทดลองการอบไม้ยางพาราความหนา 2 นิ้ว กว้าง 3 นิ้ว และยาว 1 เมตร จำนวน 42 ท่อน โดยก่อนการอบไม้ยางพาราทุกท่อนจะผ่านการอัดน้ำจนมีความชื้นประมาณ 100% เสาอบที่ใช้ในการทดลองสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศแบบอัตโนมัติและสามารถปรับอัตราเร็วรอบของพัดลมได้ การหาค่าความชื้นในไม้ระหว่างการอบใช้หัววัดความชื้นในไม้แบบความต้านทานและใช้วิธีการอบแห้งผสมผสานกัน ไม้ที่นำไปใช้ในการอบผลิตจากเครื่องกำเนิดไอน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมกันนี้ได้ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้โดยเครื่องกำเนิดไอน้ำและพัดลม

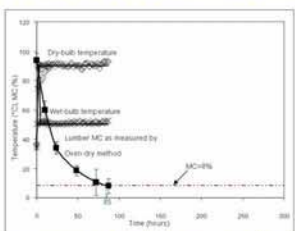
ระยะเวลาที่ใช้ในการอบ



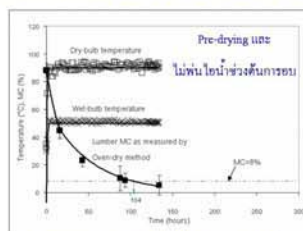
CT: อุณหภูมิ DB 70C / WBD 20C เวลา 180 ชั่วโมง



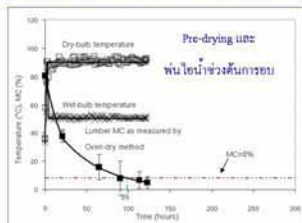
ACT1: อุณหภูมิ DB 90C / WBD 20C เวลา 127 ชั่วโมง



ACT2: อุณหภูมิ DB 90C / WBD 40C เวลา 85 ชั่วโมง



ACT3: อุณหภูมิ DB 90C / WBD 40C เวลา 104 ชั่วโมง

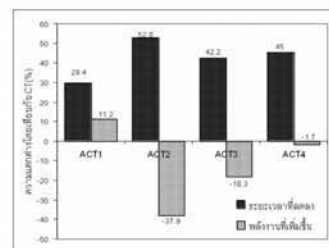


ACT4: อุณหภูมิ DB 90C / WBD 40C เวลา 99 ชั่วโมง

พลังงานที่ใช้ในการอบ

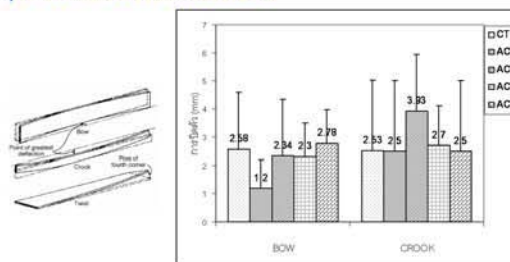
Energy kWh/t	ชนิดไม้เนื้อไม้			พัดลม		
	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	เวลา (hr)	อัตราการใช้พลังงาน (kWh/hr)	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	เวลา (hr)	อัตราการใช้พลังงาน (kWh/hr)
CT	2296	180	12.7	72	180	0.4
ACT1	2946	127	23.4	50.8	127	0.4
ACT2	1437	85	16.9	34	85	0.4
ACT3	1893	104	18.2	42	104	0.4
ACT4	2287	99	23.1	40	99	0.4

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการผลิตไอน้ำร้อนโดยหม้อต้มไอน้ำและสำหรับการทำไอน้ำเพื่อการไหลเวียนของอากาศภายในเตาโดยพัดลมของเตาการอบในรูปแบบต่างๆ สำหรับเตาอบในห้องปฏิบัติการขนาด 15 m³ และพัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร 1ตัว



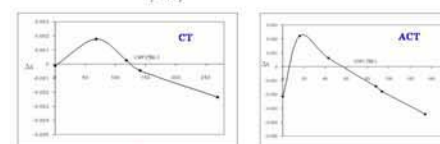
เวลาและพลังงานของการอบแบบต่างๆ โดยเทียบกับการอบแบบ CT

คุณภาพไม้ยางพาราหลังการอบ

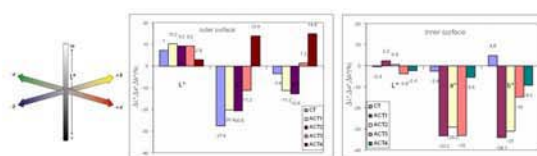


กราฟแสดงการบิดตัวของไม้ยางพาราชนิด Bow และ Crook หลังการอบแบบต่างๆ ซึ่งใกล้เคียงกัน

$$\epsilon = \frac{L_2 - L_1}{L_1}$$



ความแตกต่างในเนื้อไม้ซึ่งวัดค่าในรูปของค่าความเครียดพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน



ระบบการวัด CIE L*a*b* ของผิวด้านนอกและใจกลางไม้ยางพาราหลังอบเปรียบเทียบก่อนอบ การเปลี่ยนแปลงความชื้นของไม้ยางพาราที่อบและหลังอบมีค่าไม่แตกต่างกันสำหรับการอบแบบต่างๆ

สรุปผลการวิจัย

การอบไม้ยางพาราความหนา 2 นิ้ว ที่อุณหภูมิ 90C/ 65 C สามารถลดระยะเวลาของการอบและพลังงานที่ใช้ในระหว่างการอบลงได้ประมาณ 50% และ 20% ตามลำดับเมื่อเทียบกับการอบที่อุณหภูมิ 70C/50C โดยไม้ที่ผ่านกระบวนการอบมีสมบัติไม่ต่างกัน





หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

การปรับปรุงประสิทธิภาพการไหลของอากาศในเตาอบไม้ยางพาราด้วยแบบจำลองพลศาสตร์ของของไหล
Airflow Efficiency improvement of Parawood Drying Kilns using Computational Fluid Dynamics Modelling



ณัฐพล วิทยานุกาญ, ประเวศร์ เตียวนานิช, สุธน ศรีวัชรโร, ทวีศิลป์ วงศ์พรต, นิรันดร์ มาแทน, บุญนำ เกี้ยวทอง

บทนำ

การแห้งของไม้ขึ้นอยู่กับปัจจัยร่วม 3 ปัจจัยคือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และ อัตราเร็วลม ในระหว่างการอบอากาศร้อนเคลื่อนที่ผ่านกองไม้ น้ำพลังงานความร้อน ถ่ายเทให้กับไม้ ไม้ในไม้จึงเคลื่อนที่ออกมาเนื่องจากความร้อน การกระจายของ อัตราเร็วลมจึงมีผลต่อคุณภาพไม้ ถ้าการกระจายของอัตราเร็วลมสม่ำเสมอจะช่วยให้ไม้แห้งได้อย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นเตาที่ดีอัตราเร็วลมควรมีค่าที่สูงและมีค่า เบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำ จากการสำรวจเตาอบไม้ยางพาราในภาคใต้พบว่าโดยทั่วไป จะกองไม้สองแถว แถวละสองชั้น ความกว้างของเตาประมาณ 3.5 ถึง 5.0 เมตร ความสูงเตาประมาณ 5.5 เมตรและความสูงห้องพัดลมประมาณ 1.40 เมตร อัตราเร็วลมเฉลี่ยผ่านกองไม้ไม่เกิน 2 m/s ขนาดเตาอบไม้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับ การได้รับการถ่ายทอดต่อกันมาจากการประสบการณ์ การวิจัยเพื่อออกแบบเตาอบ ไม้ยางพาราที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงจึงควรเริ่ม จากการพัฒนามาตามพื้นฐานเดิมของเตาอบไม้ยางพาราที่ใช้งานอยู่ทั่วไป ใน การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้วิธีการจำลองการไหลของของไหลด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อจำลอง การไหลของอากาศในเตาอบไม้ยางพารา นำมาออกแบบเตาที่มีประสิทธิภาพสูง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สามารถสร้างแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ที่อธิบายรูปแบบการไหลและการกระจายตัวของลมในเตาอบไม้ยางพารา
2. สามารถออกแบบเตาอบที่มีประสิทธิภาพสูงที่เหมาะสมสำหรับโรงงานไม้ยางพาราทั่วไป

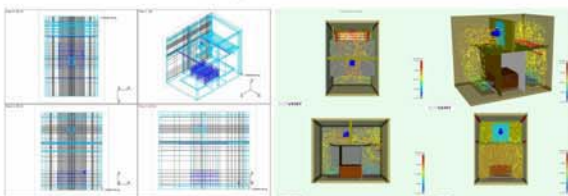
วิธีการทดลอง

ในการศึกษาค้นคว้านี้ได้ทำการปรับปรุงเตาอบไม้ยางพาราโดยใช้แบบจำลองด้วย คอมพิวเตอร์ความถูกต้องของแบบจำลองได้รับการทดสอบกับเตาอบใน ห้องปฏิบัติการและกับเตาอบในโรงงานแล้วจึงใช้แบบจำลองเพื่อหาลักษณะของ เตาอบไม้ยางพาราที่มีประสิทธิภาพสูงโดยการเปรียบเทียบอัตราเร็วลมที่ระนาบ ลมก่อนเข้าช่องไม้ที่ได้จากการวัดที่เตาอบกับผลจากการจำลอง

1. การจำลองการไหลของอากาศภายในเตาอบในห้องปฏิบัติการ

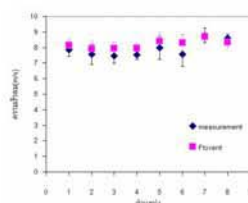


วัดค่าอัตราเร็วลมจากเตาอบในห้องปฏิบัติการและผลการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์



การแบ่งจำนวนเซลล์ของระบบด้วยโปรแกรม Flovent version 6.1 ของเตาอบไม้ในห้องปฏิบัติการ

ผลการจำลองเตาอบในห้องปฏิบัติการ

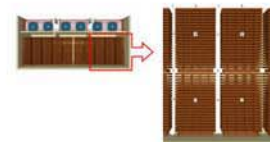


ผลการเปรียบเทียบอัตราเร็วลมจากการวัดและการคำนวณต่อตำแหน่งช่องไม้ ผลจากแบบจำลองได้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการคำนวณ 8.22 ± 0.28 m/s มีค่าใกล้เคียงกับค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัด 7.92 ± 0.51 m/s

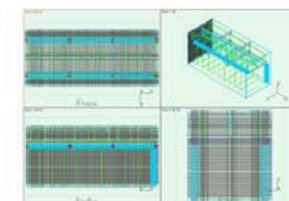
2. การจำลองการไหลของอากาศภายในเตาอบในโรงงาน



วัดค่าอัตราเร็วลมจากเตาอบในโรงงาน ทดลองวัดอัตราเร็วลม 2 กรณี คือ วัดอัตราเร็วลมเมื่อไม่มีแผ่นกั้นลมและมีแผ่นกั้นลม

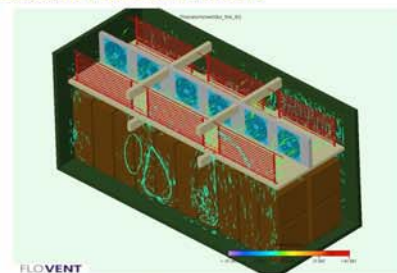


วิธีวัดค่าอัตราเร็วลมจากเตาอบในโรงงาน วัดค่าอัตราเร็วลม 7 ตำแหน่งในแต่ละแถวของกองไม้จากกองไม้จำนวน 10 แถว

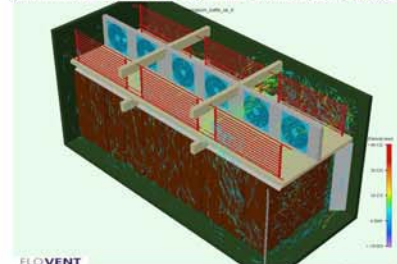


การแบ่งจำนวนเซลล์ของอากาศในเตาอบโรงงาน

ผลการทดลองการจำลองเตาอบในโรงงาน



ผลจากการจำลองการไหลของอากาศในเตาอบเมื่อไม่มีแผ่นกั้นลม

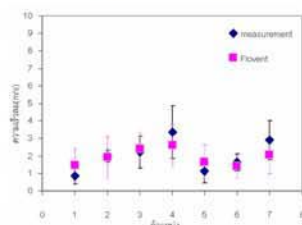


ผลจากการจำลองการไหลของอากาศในเตาอบเมื่อมีแผ่นกั้น

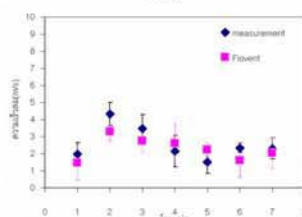




หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ การปรับปรุงประสิทธิภาพการไหลของอากาศในเตาอบไม้ยางพาราด้วยแบบจำลองพลศาสตร์ของไหล Airflow Efficiency improvement of Parawood Drying Kilns using Computational Fluid Dynamics Modelling ณัฐพล วิทยานุกาญ, ประเวศร์ เตียรวานิช, สุธน ศรีวีระ, ทวีศิลป์ วงศ์พรต, นรินทร์ มาแทน, บุญนำ เกียรติขันธ์

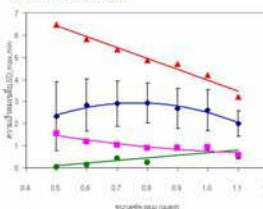


กราฟเปรียบเทียบอัตราเร็วลมที่ได้จากการวัดกับค่าที่ได้จากการจำลองที่ไม่มีแผ่นกั้นลม อัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดทั้งระนาบ 2.1 ± 1.2 m/s อัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการคำนวณทั้งระนาบ 2.2 ± 1.3 m/s

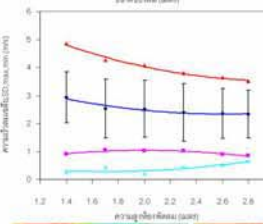


กราฟเปรียบเทียบอัตราเร็วลมที่ได้จากการวัดกับค่าที่ได้จากการจำลองที่มีแผ่นกั้นลม อัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดทั้งระนาบ 2.6 ± 1.1 m/s ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการคำนวณทั้งระนาบ 2.3 ± 1.0 m/s

ผลการทดลอง



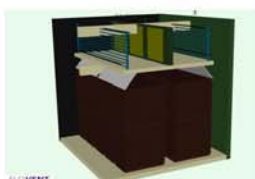
กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราเร็วลมตามขนาดช่องลม ผลการทดลองพบว่าที่ขนาดช่องลมตั้งแต่ 0.70 ถึง 0.80 เมตรให้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 3.0 ± 0.9 m/s



กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราเร็วลมตามขนาดความสูงห้องพัดลม พบว่าที่ความสูงห้องพัดลม 1.40 m ให้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 2.9 ± 0.9 m/s

เมื่อมีแผ่นกั้นลมอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการวัดในเตาอบที่โรงงานเพิ่มขึ้น 24.27% ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลง 8.41 % สอดคล้องกับอัตราเร็วลมเฉลี่ยจากการจำลองที่เพิ่มขึ้น 6.36 % ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลง 18.52 %

3. การออกแบบเตาที่มีประสิทธิภาพสูงโดยใช้แบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์วิธีการทดลอง

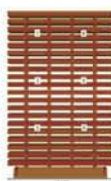
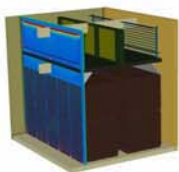


ลักษณะเตาที่ออกแบบ ความกว้าง 4.9 เมตร ความสูง 5.35 เมตร ความสูงห้องพัดลม 1.40 เมตร โดยให้ความลึกเตาดังที่ 5.80 เมตร ติดตั้งแผ่นกั้นลมทั้งสองด้าน

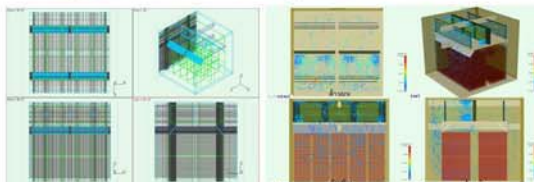


ตัวแปร 2 ค่า

1. ความกว้างของช่องลมด้านข้างกองไม้ มีค่าที่ทำการทดสอบคือ 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 1.1 เมตรที่ความสูงของห้องพัดลม 1.4 เมตร
2. ความสูงของห้องพัดลม มีค่าที่ทำการทดสอบคือ 1.4, 1.7, 2.0 และ 2.8 เมตรที่ความกว้างของช่องลมด้านข้างกองไม้ 0.8 เมตร

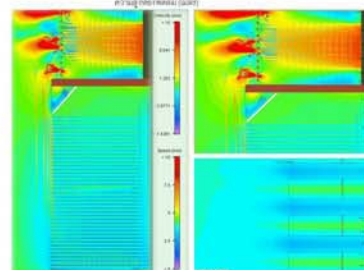


ระนาบด้านลมเข้าที่ใช้วัดค่าอัตราเร็วลม

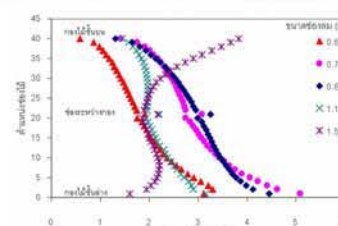


การแบ่งจำนวนเซลล์ของอากาศในเตาอบที่ออกแบบ

การไหลของลมในเตาที่ขนาดช่องลม 0.80 เมตรและความสูงห้องพัดลม 1.40 เมตร



การกระจายของอัตราเร็วลมที่ความกว้างช่องลม 0.8 เมตร และความสูงห้องพัดลม 1.4 เมตร



การเปรียบเทียบอัตราเร็วลมตามขนาดช่องลมกับตำแหน่งช่องไม้

สรุปผลการทดลอง

การใช้แบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาการกระจายตัวของลมในแบบเตาอบไม้ยางพาราทั้งในห้องปฏิบัติการและเตาอบในโรงงานสามารถอธิบายการไหลของอากาศในเตาได้ทั้งในเชิงคุณภาพที่สามารถเห็นรูปแบบและทิศทางการไหลของลมในเตา และเชิงปริมาณเมื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองกับการวัดอัตราเร็วลมจากการทดลองพบว่าค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มที่สอดคล้องกัน

การใช้แผ่นกั้นลมจะลดการหมุนวนลมมากและ สามารถเพิ่มอัตราเร็วลมในเตาอบที่โรงงานและทำให้การกระจายตัวของลมกระจายตัวได้ดีขึ้นซึ่งจะช่วยให้ไม้แห้งอย่างสม่ำเสมอจึงลดเวลาอบลงได้

เมื่อใช้แบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์มาปรับปรุงเตาอบที่มีประสิทธิภาพสูงโดยการปรับเปลี่ยนขนาดช่องลมและห้องพัดลมแล้ววัดการกระจายตัวของอัตราเร็วลมพบว่าที่ขนาดช่องลมตั้งแต่ 0.70 ถึง 0.80 เมตรให้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 3.0 ± 0.9 m/s ส่วนความสูงของห้องพัดลมพบว่าที่ความสูง 1.40 เมตรให้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 2.9 ± 0.9 m/s ซึ่งเป็นขนาดความสูงของการติดตั้งพัดลม ถ้าขนาดความสูงห้องพัดลมมากกว่า 1.40 เมตร จะได้ค่าอัตราเร็วลมเฉลี่ยจะลดลง ในขณะที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เปลี่ยนแปลง

