

จ. ประเมินผลประโยชน์ทางการเงินในการใช้ห้องอบระบบสุญญากาศ

ในการประเมินผลประโยชน์ทางการเงินผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เคยเก็บในระหว่างศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการนวัตกรรม เรื่อง “การพัฒนาเตาอบไม้ยางพาราคุณภาพสูง” เมื่อปี 2545 มารวบรวมเป็นปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ผลประโยชน์ทางการเงินของห้องอบไม้สุญญากาศดังแสดงในตารางที่ 3 และเปรียบเทียบผลประโยชน์ทางการเงินการลงทุนต่อเดือนของห้องอบสุญญากาศกับห้องอบไม้แบบดั้งเดิมดังแสดงในตารางที่ 4 สรุปได้ว่าห้องอบไม้ด้วยระบบสุญญากาศนี้มีผลประโยชน์ในการลงทุนที่ดีกว่าการใช้ห้องอบไม้แบบดั้งเดิมเล็กน้อยหากกำหนดให้งบดำเนินการในการสร้างโรงงานที่มีกำลังผลิตในการอบไม้ 3,300ลบ.ฟุตต่อเดือนเท่ากับ $(115,930.00 - 16,930) = 99,000$ บาท ซึ่งเทียบเท่าการอบไม้โดยใช้เวลาในสัดส่วนเท่ากับห้องไม้ต่างประเทศในค่าสูงสุดที่ 3.2 เท่า หรือเท่ากับใช้เวลาในการอบ 52.5 ชั่วโมงเป็นเป้าหมาย ซึ่งการลดเวลาการอบให้เหลือ 52.5 ชั่วโมง มีความเป็นไปได้สูงหากมีงบประมาณ และเวลาในการทดสอบ อีกทั้งต้องได้รับการอำนวยความสะดวกด้านบุคลากรช่วยทำงาน การบริหารงานพื้นฐาน การเตรียมไม้ ฯลฯ จากโรงงานที่เป็นสถานที่ทดสอบ

ตารางที่ 3 ปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ผลประโยชน์ทางการเงินของห้องอบไม้สุญญากาศ

ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายต่างๆ			
1. งบลงทุนห้องอบสุญญากาศ	จำนวน (หน่วย)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวมราคา (บาท)
ห้องอบสุญญากาศขนาดความจุไม้ที่ใช้ออบ 300 ลบ.ฟุต	1	4,250,000.00	4,250,000.00
รวมราคาทั้งหมดพร้อมการติดตั้งของเตาอบสุญญากาศผลิตในประเทศ			4,250,000.00
2. งบดำเนินการ ผลิตของการใช้เตาอบสุญญากาศ (ค่าใช้จ่ายรายเดือน)			จำนวนเงิน (บาท)
2.1 ค่าอะไหล่ 2%ต่อปี ของราคาเตาอบ ดังนั้นต่อเดือนเท่ากับ			7,083.33
2.2 ค่าบำรุงรักษา 2% ต่อปี ของราคาเตาอบ ดังนั้นต่อเดือนเท่ากับ			7,083.33
2.3 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2,510บาทต่อรอบ อบไม้ 11 รอบต่อเดือน (ประสิทธิภาพมอเตอร์ 88%)			27,610.00
2.4 ค่าแรง (26 วัน/เดือน) (200 บาท/วัน) (เฉลี่ยคนงาน 2 คนรวมคนงานเรียงไม้)			4,680.00
2.5 ค่าดอกเบี้ยของการลงทุนซื้อเครื่องจักร (5%ต่อปี)			17,708.33
2.6 ค่าเสื่อมราคาของเตาอบสุญญากาศ (10 ปี)			35,416.67
รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตของการใช้ห้องอบสุญญากาศต่อเดือน			99,581.66

3. งบดำเนินการ ผลิตของการใช้ห้องอบแบบดั้งเดิม(ค่าใช้จ่ายรายเดือน)	จำนวนเงิน (บาท)
3.1 ค่าอะไหล่ 3%ต่อปีของราคาเตาอบ (ราคาเตาอบธรรมดา = 500,000.- บาท / เตา)	1,375.00
3.2 ค่าบำรุงรักษา 3%ต่อปีของราคาเตาอบ (ราคาเตาอบธรรมดา = 500,000.- บาท / เตา)	1,375.00
3.3 ค่าไฟฟ้า (11.34 kw x24ชม. ต่อวัน) ใช้เวลาอบไม้จำนวน 25.7วัน เท่ากับห้องอบสุญญากาศ 1 ห้อง	11,890.67
3.4 ค่าแรง (26 วัน/เดือน) (200 บาท/วัน) (เฉลี่ยคนงาน 2 คนรวมคนงานเรียงไม้)	4,680.00
3.5 ค่าดอกเบี้ยของการลงทุนซื้อเครื่องจักร (5%ต่อปี)	2,083.33
3.6 ค่าเสื่อมราคาของห้องอบแบบดั้งเดิม (10 ปี)	4,583.33
รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตของการใช้ห้องอบแบบดั้งเดิม	25,987.33

4. ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิต และผลประโยชน์	หน่วย
4.1 อัตราการผลิตของห้องอบไม้สุญญากาศต่อรอบ (ลบ.ฟุต)	300.00
4.2 อัตราการผลิตของห้องอบไม้แบบดั้งเดิมต่อรอบ (ลบ.ฟุต)	900.00
4.3 จำนวนรอบในการอบไม้ของห้องอบไม้สุญญากาศต่อเดือน (รอบ)	11.00
4.4 จำนวนรอบในการอบไม้ของห้องอบไม้แบบดั้งเดิมต่อเดือน(รอบ)	3.67
4.5 ขนาดของไม้ที่อบกว้าง 2 นิ้ว หรือ 3 นิ้ว หรือ 4 นิ้ว และหนา 1 นิ้ว	-
4.6 จำนวนวันต่อรอบในการอบไม้จากห้องอบไม้สุญญากาศ(วัน)	2.42
4.7 จำนวนวันต่อรอบในการอบไม้จากห้องอบไม้แบบดั้งเดิม(วัน)	7.00
4.8 อัตราการผลิตต่อเดือนของห้องอบไม้สุญญากาศ(ลบ.ฟุต)	3,300.00
4.9 อัตราการผลิตต่อเดือนของห้องอบไม้แบบดั้งเดิม(ลบ.ฟุต)	3,300.00
4.10 จำนวนห้องอบไม้แบบดั้งเดิมที่ใช้เพื่อให้ได้กำลังผลิตเท่ากับห้องอบสุญญากาศ 1 ห้อง (ห้อง)	1
4.11 ห้องอบไม้สุญญากาศใช้เชื้อเพลิงในการต้มน้ำน้อยกว่าเพราะเวลาในการอบน้อยกว่าห้องอบไม้แบบดั้งเดิมคิดเป็นพื้นที่ 103,125 กิโลกรัมจากจำนวนไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ 412,500 กิโลกรัม หรือเหลือพื้นที่มากกว่าเตาอบแบบดั้งเดิมเท่ากับ 92,815 กิโลกรัม ราคาขายเท่ากับ 90 สตางค์ต่อกิโลกรัมทำให้เหลือเงินมากกว่า	83,530
4.12 ห้องอบไม้แบบดั้งเดิมมีไม้สูญเสียจากการขึ้นรา และจากไม้บดจนเฉลี่ยประมาณ 5%ของการอบไม้แต่ละครั้ง แต่ห้องอบไม้สุญญากาศจะประหยัดไม้สูญเสียได้ครึ่งหนึ่ง (2.5%) ของไม้สูญเสียเฉลี่ย หากอบไม้ 3,300 ลบ.ฟุตต่อเดือนคิดเป็นประโยชน์จากการลดความสูญเสียโอกาส 82.5 ลบ.ฟุต x 230 บาทต่อลบ.ฟุตในแต่ละเดือนจึงประหยัดได้	18,975.00

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลประโยชน์ทางการเงินต่อเดือนของห้องอบสุญญากาศกับห้องอบไม้แบบดั้งเดิม

กำไร-ขาดทุน			
รายละเอียด	จำนวน (หน่วย)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวมราคา (บาท)
1. รายรับจากการขายไม้ที่อบจากห้องอบสุญญากาศคิดเป็นไม้ที่อบต่อเดือน 3,300 ลบ.ฟุต	3,300	230.00	759,000.00
2. หักค่าวัสดุเป็นไม้แปรรูปอัดน้ำยากันแมลง โดยจำนวนไม้ ต่อเดือน 3,300 ลบ.ฟุต	3,300	200.00	660,000.00
ก. กำไรเบื้องต้นของการขายไม้ที่ได้จากการอบโดยห้องอบสุญญากาศ			99,000.00
3. ค่าใช้จ่าย และรายได้ที่ได้จากการใช้ห้องอบสุญญากาศเปรียบเทียบกับห้องแบบดั้งเดิม			จำนวนเงิน (บาท)
3. ค่าใช้จ่ายในการผลิตของการใช้ห้องอบสุญญากาศต่อเดือน			(99,581.66)
3.2 บวกผลประโยชน์ที่ได้จากการใช้ห้องอบสุญญากาศเป็นเชื้อเพลิงในการคั้นน้ำ (83,530) และไม้สูญเสีย น้อยกว่า(18,975.00) รวม 102,505บาทเมื่ออบได้ 13รอบ ดังนั้นจึงมีรายได้เพิ่มต่อเดือนเท่ากับ			121,140.00
3.2 บวกผลประโยชน์ที่ได้จากการใช้ห้องอบสุญญากาศในแนวโน้มการอบให้ได้ 52.50 ชั่วโมงต่อรอบทำให้ สามารถอบไม้ได้ ประมาณ 13 รอบต่อเดือน (แทนที่จะเป็น 11 รอบจากการอบ 58 ชั่วโมงต่อรอบ) โดยคิด ประโยชน์จาก กำไรเบื้องต้นจากการขายไม้เพิ่มโดยที่ค่าไฟฟ้า และใช้เชื้อเพลิงเท่าเดิม (300*2*30)			18,000.00
ข. คงเหลือรายได้เพิ่มจากการใช้ห้องอบสุญญากาศหลังหักค่าใช้จ่ายในการผลิต			39,558.34
➤ กำไรเบื้องต้นรวมจากการใช้ห้องอบสุญญากาศ (ก+ข)			138,558.34

หมายเหตุ หากใช้เวลาอบไม้ในสัดส่วนเท่ากับห้องอบไม้ต่างประเทศที่ 3.2 เท่า ซึ่งเท่ากับใช้เวลาในการอบ 52.5 ชั่วโมงเป็นเป้าหมาย หรืออบไม้ 13 รอบต่อเดือน จะพบว่าห้องอบไม้ด้วยระบบสุญญากาศได้ผลตอบแทนในการลงทุนสูงกว่าการใช้ห้องอบไม้แบบดั้งเดิมเล็กน้อย (ประมาณ 4 หมื่นบาท) แต่ห้องอบไม้ด้วยระบบสุญญากาศหากใช้ทดแทนห้องอบไม้แบบดั้งเดิมที่ใช้งานอยู่เพื่อช่วยชาติประหยัดทรัพยากรเชื้อเพลิงได้ประมาณ 1 ล้านบาทต่อกำลังผลิต 3,900ลบ.ฟุตต่อเดือน

บทที่ 4

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการวิจัย

1. ห้องอบไม้หรือเตาอบไม้ด้วยระบบสุญญากาศภายหลังการปรับปรุงแล้วสามารถอบไม้ด้วยวิธี Combination ที่ปริมาตรประมาณ 50ลบ.ฟุตใช้เวลาการอบเพียง 34 ชั่วโมงทำให้ความชื้นในไม้ลดลงจาก 70% เหลือต่ำกว่า 12% โดยมีคุณภาพไม้ที่ยอมรับได้สำหรับอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ซึ่งจะวัดเฉพาะค่าความชื้นในเนื้อไม้ และสังเกตจากการบิดงอของไม้ ซึ่งการอบไม้ในครั้งนี้มีไม้บิดงอและแตกเพียง 5 ท่อนจากไม้ที่อบ 522 ท่อน หรือมีไม้เสียไม่เกินร้อยละ 1

2. การอบไม้ด้วยวิธี Combine ที่ปริมาตร 300ลบ.ฟุต ในเวลา 54 ชั่วโมงแม้ว่าจะวัดความชื้นไม้เฉลี่ยในชิ้นไม้ตัวอย่างมีค่าต่ำกว่าใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการ แต่การกระจายของความชื้นค่อนข้างสูง โดยหลังการอบวัดความชื้นในไม้บางท่อนสูงถึง 30% DB ทำให้ต้องมีการเพิ่มแรงลมในการอบ โดยใช้แรงลมเฉลี่ย 4.5 เมตรต่อวินาที ณ ความดัน 1 บรรยากาศ

3. การอบไม้ภายใต้สภาวะสุญญากาศอย่างต่อเนื่องที่ปริมาตร 300ลบ.ฟุต ในเวลา 58 ชั่วโมง หรือเร็วกว่าห้องอบไม้แบบดั้งเดิม 2.9 เท่า ภายหลังจากปรับปรุงอุปกรณ์ในการกระจายลมให้ได้ความเร็วลมเฉลี่ยที่ 4.5 เมตรต่อวินาที ในการพาความร้อน ณ ความดัน 1 บรรยากาศ เมื่อนำไม้ที่ได้จากการอบมาตรวจสอบพบว่าการกระจายความชื้นในเนื้อไม้ต่ำ ความชื้นทุกค่าที่วัดได้ต่ำกว่า 12%DB มีไม้บิดงอมีน้อยมากไม่เกิน 10 ท่อน และไม้พบไม้แตกเกิน 10 ท่อนซึ่งก็น้อยมาก เมื่อเทียบกับไม้ที่อบจำนวน 3,134 ท่อนในการอบครั้งสุดท้าย จึงขอสรุปว่าในการทดสอบการอบไม้ครั้งสุดท้ายมีไม้บิดงอและไม้แตกที่พิจารณาไม่รวมกันไม่เกิน 0.614% สามารถยอมรับได้สำหรับอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ เป็นวิธีการอบที่ประหยัดพลังงานและมีแนวโน้มในการพัฒนาเวลาอบไม้ให้ลดลงเหลือ 52.5 ชั่วโมง หรือ 3.2 เท่าตามมาตรฐานสูงสุดที่ได้ประเมินโดย Forintek Canada Corp.ประเทศแคนาดาได้ทำการประเมินอัตราความเร็วในการอบของห้องอบสุญญากาศต่อห้องอบแบบดั้งเดิมในปี 2547 ซึ่งมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 2.7 สูงสุดที่ 3.2 เท่า ดังนั้นผลการทดสอบนี้น่าจะยอมรับได้ว่าห้องอบไม้ด้วยระบบสุญญากาศของบริษัทปทุมวัน แอชโซซิเอท จำกัดสามารถเป็นที่ยอมรับได้แม้จะตั้งเป้าหมายในการอบสำหรับงานวิจัยนี้ไว้สูงกว่ามาตรฐานของต่างประเทศที่ใช้ห้องอบสุญญากาศในอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ที่ 48 ชั่วโมง หรือ 3.5 เท่า

4. การวิจัยนี้ทำให้สามารถได้โปรแกรมควบคุมการอบไม้ภายใต้สภาวะสุญญากาศอย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาโปรแกรมให้ดีขึ้นในอนาคต
5. ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอบไม้ภายใต้สภาวะสุญญากาศอย่างต่อเนื่องที่ประเมินได้มีอัตรา 4.92 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อไม้ที่ต้องการอบ 1 ลบ.ฟุตเป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนการผลิตได้ เนื่องจากในอดีตยังไม่เคยมีผู้ใดทำการประเมินพลังงานไฟฟ้าในการอบไม้ยางพาราด้วยระบบสุญญากาศ ค่าที่ได้จึงก่อให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาเตาอบระบบสุญญากาศในอนาคต
6. ในการประเมินผลตอบแทนในการลงทุนพบว่าห้องอบไม้ด้วยระบบสุญญากาศให้ผลตอบแทนในการลงทุนดีกว่าการใช้ห้องอบไม้แบบดั้งเดิมเล็กน้อยหากกำหนดให้โรงงานมีความสามารถในการอบไม้ 3,900 ลบ.ฟุตต่อเดือน โรงงานที่ใช้ห้องอบแบบดั้งเดิมจะมีกำไรรวมหลังจากหักค่าใช้จ่ายในการอบไม้เป็นเงินประมาณ 117,000 บาท ขณะที่โรงงานที่ใช้ห้องอบไม้ระบบสุญญากาศจะมีกำไรรวมหลังจากหักค่าใช้จ่ายในการอบไม้เป็นเงินประมาณ 156,600 บาท หรือมีผลต่างประมาณ สี่หมื่นบาทซึ่งหากใช้เงินผลต่างนี้ลงทุนซื้อห้องอบสุญญากาศใหม่เพื่อการเลิกใช้ห้องอบแบบดั้งเดิม จะต้องใช้เวลาประมาณ 8 ปีจึงจะคืนทุน แต่หากว่าจะขยายการผลิตหรือสร้างโรงงานใหม่การใช้ห้องอบไม้ด้วยระบบสุญญากาศจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด และหากมีหน่วยงานของรัฐสนับสนุนดอกเบี้ย จะช่วยส่งเสริมให้มีการใช้ห้องอบไม้ระบบสุญญากาศมากขึ้นเพราะจะช่วยประเทศในการประหยัดทรัพยากรได้

4.2 ข้อเสนอแนะ

1. การวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในระดับที่สามารถนำผลงาน หรือนำอุปกรณ์การวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้จริงในอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราได้แล้วแม้ผลตอบแทนในการลงทุนในระดับจุลภาคไม่มากหากเปรียบเทียบกับการลงทุนใช้ห้องไม้แบบดั้งเดิมในการอบไม้ แต่จะก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อประเทศในระดับมหภาคเพราะเป็นงานวิจัยที่ตอบสนองต่อนโยบายของรัฐบาลในปี พ.ศ.2548 ที่ต้องการเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่ Value Creation Economy เพราะเป็นโครงการพัฒนาความสามารถในการสร้างเครื่องจักร และอุปกรณ์ในประเทศอันก่อให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ สามารถพึ่งตนเองด้านเทคโนโลยีได้ หรืออาจจะกล่าวได้ว่าสนองพระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียง อีกทั้งยังเป็นการวิจัยที่มีผลทำให้สามารถประหยัดทรัพยากรไม้ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำเพื่อนำไอน้ำไปใช้ในการอบไม้ทำให้เหลือปึกไม้ไปทำประโยชน์อื่นๆ ได้จำนวนมาก จึงควรมีหน่วยงานภาครัฐ

ที่ทำหน้าที่ช่วยผู้วิจัยให้ลดความเสี่ยงในการลงทุนโดยสนับสนุนทางการเงินในลักษณะช่วยเหลือดอกเบี้ยเงินกู้ในการสร้างโรงงานเพื่อนำผลงานวิจัยนี้ไปใช้ในลักษณะโรงงานต้นแบบเพื่อสาธิตการใช้ประโยชน์ได้จริงแก่เจ้าของธุรกิจโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา เนื่องจากตลอด 3 ปีที่ผ่านมาผู้วิจัยพบว่าพฤติกรรมในการดำเนินธุรกิจของเจ้าของธุรกิจแปรรูปไม้ส่วนใหญ่ไม่สนใจการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี และพัฒนาความรู้ของแรงงาน จึงเป็นการยากต่อการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนากระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา และอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์แม้เจ้าหน้าที่ของรัฐจะพยายามส่งเสริมให้ผู้ประกอบการพัฒนาเทคโนโลยีในการแปรรูปไม้เพื่อลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงแต่ก็ยังไม่สามารถสัมฤทธิ์ผลตามเจตนารมณ์

2. แม้การวิจัยนี้จะได้โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ในการอบไม้ที่สามารถอบไม้ได้อัตราความเร็วในการอบไม้ของห้องอบสุญญากาศต่อห้องอบแบบดั้งเดิมเทียบเท่าผลการทดสอบในการของต่างประเทศแล้ว แต่ควรจะมีการวิจัยต่อยอดในรูปแบบหาความสัมพันธ์ของปัจจัยทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับการอบไม้ เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ความชื้นในเนื้อไม้ อุณหภูมิอากาศในเตาอบ ความดันในเตาอบ ความเร็วลม ปริมาณมวลอากาศตลอดเวลาที่ใช้ในการอบ และอื่นๆ โดยหน่วยงานวิชาการภาครัฐที่มีนักวิจัยที่มีประสบการณ์และความสามารถในการอบไม้โดยควรใช้เวลาในการวิจัยอีกไม่เกิน 6 เดือน เนื่องจากเป็นการต่อยอดจากงานวิจัยนี้ และเป้าหมายของงานวิจัยในอนาคตหากมีการทำวิจัยต่อเนื่องในโรงงานต้นแบบควรปรับเวลาที่ใช้เป็นเป้าหมายในการอบไม้ให้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้นโดยปรับให้มีอัตราการอบไม้ได้เร็วกว่าห้องอบไม้แบบดั้งเดิมเป็น 3.2 เท่า หรือ 52.5 ชั่วโมง ด้วยการปรับปรุงอุปกรณ์

3. เนื่องจากการวิจัยนี้มีการสร้างอุปกรณ์วัดและควบคุม ที่สามารถบันทึกผลการอบไม้ได้ แต่โรงงานแปรรูปที่ใช้ห้องอบไม้แบบดั้งเดิมโดยทั่วไปไม่มีการบันทึก และควบคุมค่าที่ควรจะต้องควบคุม เช่น ความชื้นในไม้ในระหว่างอบไม้ ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ควรจะได้มีการสนับสนุนจากหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องสนับสนุนให้มีการนำอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ได้จากการวิจัยนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา ซึ่งจะส่งผลให้โรงงานแปรรูปไม้สามารถพัฒนาคุณภาพไม้ที่ได้จากการอบได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถส่งไม้แปรรูปที่ผ่านการอบไปโรงงานเฟอร์นิเจอร์ในคุณภาพที่สม่ำเสมอ

4. หน่วยงานภาครัฐที่สนับสนุนโครงการวิจัยให้ต่อยอดไปสู่อุตสาหกรรมจริงควรมีบุคลากรที่มีความเข้าใจในธุรกิจ มีประสิทธิภาพในการทำงาน มีประสบการณ์ในงานนวัตกรรม

และมีความเข้าใจในเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้เหมาะสมกับงานวิจัยที่ไม่ทำเพื่อขึ้นห้างโดยใช้เวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี แต่สามารถไปสู่อ้างอิงได้

5. รัฐบาลควรมีผู้บริหารที่มีความรู้ ความเข้าใจในการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีจากงานวิจัยของไทยที่ใช้ได้จริงในระดับอุตสาหกรรม ควรมีผู้นำ หรือผู้บริหารที่เป็นตัวอย่างที่ดีในการใช้เทคโนโลยีภายในประเทศ เป็นตัวอย่างที่ดีในการใช้งบประมาณจากภาษีของราษฎรอย่างประหยัด ควรมีนโยบายส่งเสริมการวิจัยในภาคเอกชนมากกว่าที่เป็นอยู่อย่างเป็นรูปธรรมมากกว่าการเขียนนโยบายแล้วขาดการติดตามหรือทำไม่ได้ เช่นการที่หน่วยงานภาครัฐได้ลงนามข้อตกลงกับธนาคารพาณิชย์ในการส่งเสริมธุรกิจที่ใช้เทคโนโลยีจากงานวิจัยภายในประเทศ แต่ผู้บริหารจากธนาคารโดยเฉพาะผู้ที่ต่อมาเป็นผู้บริหารประเทศขาดการติดตามและเอาใจใส่ในการสนับสนุนส่งเสริมธุรกิจที่ใช้เทคโนโลยีของไทย ขาดการกำกับให้นายธนาคารบริหารด้วยวงจรคุณภาพ (PDCA) ฯลฯ

6. ในการเปรียบเทียบปริมาณไม้ที่ได้จากการทดสอบโดยนักวิจัยจากสถาบันทางการศึกษากับปริมาณที่ทางภาคอุตสาหกรรมวัดได้จริงพึงควรระวังเรื่องของพิถีพิถันของขนาดไม้ที่ภาคอุตสาหกรรมใช้อยู่เนื่องจากปริมาณที่ได้จากภาคอุตสาหกรรมจะน้อยกว่าขนาดจริงประมาณร้อยละ 10 ดังนั้นหากสอบถามข้อมูลจากภาคอุตสาหกรรมแล้วมาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบจากการวิจัยโดยสถาบันทางการศึกษาจะได้ข้อมูลที่ไม่ตรงกัน

บรรณานุกรม

- Anonymous. 2000. **Handbook of Air Conditioning System Design**. McGraw –Hill Book Company New York, N.Y.
- Anonymous. 2002a. **Dryers with Platens**. Available Source: <http://www.opel3.com>, March. 23, 2002.
- Anonymous. 2002b. **Kiln Dryer System**. Available Source: http://www.kilndryersystem.com/contact_us.html, Feb. 2, 2002.
- Anonymous. 2002c. **Radio frequency vs. super steams vacuum**. Available Source: <http://www.woodweb.com>, Nov. 9, 2002.
- Anonymous. 2002d. **VACUTHERM Vacuum Lumber Dryers** . Available Source: <http://www.vacutherm.com>, Nov. 2, 2002.
- Anonymous. 2004. **Superheated Steam Vacuum Drying Process**. Available Source: [http:// www.dekker.com](http://www.dekker.com), Nov.11, 2004
- Garrahan, P. and J. Kidlark, 2001. **Drying Hardwoods**, Northern Hardwood Initiative Industry Resource Manual, Forintek Canada Corp.
- Savard, M., V. Lavoie, and C.Tremblay, 2004. **Technical and Economical Assesment of Superheated Steam Vacuum Drying of Northern Red Oak**. Research Article, Forintek Canada Corp.

Walker, J.C.F. 1993. **Primary Wood Processing.** Chapman & Hall, London

ชาลิต เพ็ชรน้ำสิน. 2545. รายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการนวัตกรรม เรื่อง การพัฒนาเตาอบไม้ยางพาราคุณภาพสูง. สำนักงานคณะกรรมการบริหารกองทุนพัฒนานวัตกรรม

ฐานันดรศักดิ์ เทพญา. 2541. ข้อกำหนดเทคนิคที่ดีในการอบไม้ยางพาราแปรรูป. รายการโครงการวิจัยนำร่อง สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

สุธี วิสุทธิเทพกุล. 2541. ลักษณะและคุณสมบัติของไม้ยางพารา เอกสารการฝึกอบรมเรื่องเทคนิคการเลื่อยแปรรูปและการอบอัดน้ำยาไม้ยางพารา. วันที่ 25-27 พ.ย. 2541 อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา โดยส่วนอุตสาหกรรมเครื่องเรือน สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายงานผลการทดลอง

เรื่อง

การไหลของอากาศภายในเครื่องอบไม้สุญญากาศ

และ

การตรวจสอบ

ความเค้น ความชื้นและการกระจายความชื้นของไม้ยางพาราหลังผ่าน
การอบด้วยวิธีสุญญากาศ 34 ชั่วโมง

รายงานผลการทดลอง

เรื่อง

การไหลของอากาศภายในห้องอบไม้สุญญากาศ

โดย

นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ส่งเมื่อวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ.2547

สารบัญ

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	60
2. วิธีดำเนินการทดลอง	64
3. วิเคราะห์ผลการทดลอง	67
4. สรุปผลการทดลอง	77
5. เอกสารอ้างอิง	77

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพิจารณาการไหลในท่อสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะตามพฤติกรรมของการไหล คือการไหลแบบราบเรียบ (Laminar flows) และการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent flows) โดยเมื่อเทียบการไหลในบริเวณที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของความเร็ว หรือเรียกว่าบริเวณพัฒนาสมบูรณ์ (Fully-developed region) สามารถกล่าวได้ว่าที่ตัวเลขเรย์โนลด์ (Reynolds number, Re) ซึ่งเป็นไปตามสมการที่ (1) หากมีค่าไม่เกิน 40,000 จะเป็นการไหลแบบราบเรียบ อย่างไรก็ตามการใช้งานทางวิศวกรรมจะใช้ค่าตัวเลขเรย์โนลด์ไม่เกิน 20,000 เป็นค่าสูงสุดที่ยอมรับว่าเป็นการไหลแบบราบเรียบ [1]

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad (1)$$

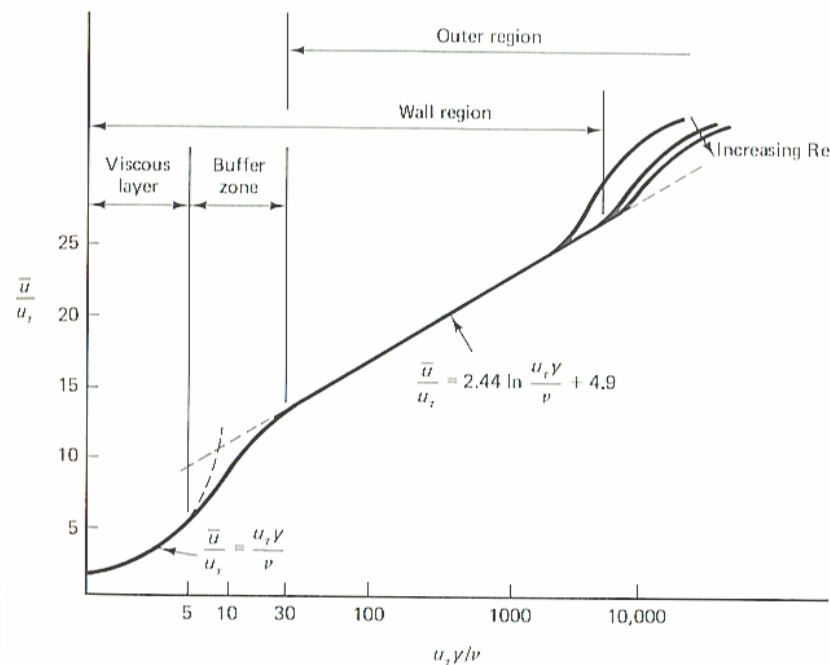
เมื่อ ρ	คือความหนาแน่น (kg/m^3)
V	คือความเร็วเฉลี่ย (m/s)
D	คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (m)
μ	คือค่าความหนืดพลศาสตร์ (kg/m.s)

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการไหลแบบปั่นป่วนในท่อ ซึ่งเหมาะกับการทดลองนี้เท่านั้น โดยละเว้นการกล่าวถึงสมการอนุพันธ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง แต่ขอบรรยายในส่วนการกระจายตัวของความเร็ว (Velocity profile) เพื่อนำไปใช้คำนวณในการทดลองนี้

การกระจายตัวของความเร็วในการไหลแบบปั่นป่วน

ในการศึกษาการกระจายตัวของความเร็วของการไหลแบบปั่นป่วน สามารถแบ่งได้เป็น 2 บริเวณคือ บริเวณใกล้ผนัง (Wall region) และบริเวณนอกผนัง (Outer region) ดังภาพที่ 1 โดยบริเวณใกล้ผนังโครงสร้างการไหลจะมีความซับซ้อนมาก ในปัจจุบันยังไม่มีทฤษฎีที่อธิบายพฤติกรรมของการไหลในบริเวณนี้ได้กระจ่างชัดนัก จึงเป็นส่วนยากต่อการทำนายการไหล ทว่าในบริเวณนอกผนังได้มีทฤษฎีต่างๆอธิบายไว้มากมาย โดยในที่นี้จะขอกล่าวถึง รูปแบบอย่างง่ายซึ่งใช้

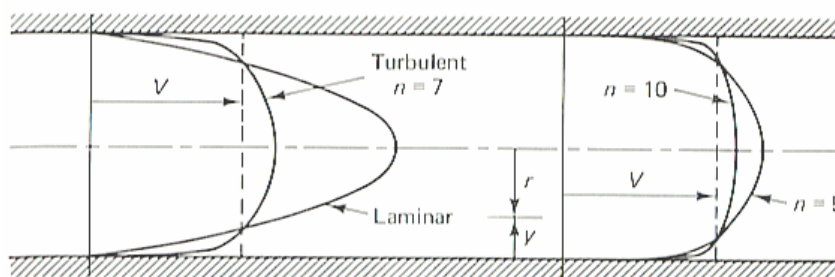
อธิบายการกระจายตัวของความเร็วในการไหลแบบปั่นป่วนในท่อได้ดีพอสมควร นั่นคือการกระจายตัวแบบกฎยกกำลัง (Power-law profile) ซึ่งเขียนได้ดังสมการที่ (2)



ภาพที่ 1 การแบ่งบริเวณการไหลสำหรับการกระจายตัวของการไหลแบบปั่นป่วนในท่อ

$$\frac{u(r)}{u_{max}} = \left(\frac{y}{r_o} \right)^{1/n} \quad (2)$$

เมื่อ	$u(r)$	คือความเร็ว ณ ตำแหน่งใดๆ
	u_{max}	คือความเร็วสูงสุด
	y	คือระยะจากผนังท่อถึงตำแหน่งที่สนใจ
	r_o	คือรัศมีท่อด้านใน
	n	คือตัวเลขจำนวนเต็มระหว่าง 5 ถึง 10



ภาพที่ 2 การกระจายตัวของความเร็วของการไหลแบบปั่นป่วนในท่อ

จากภาพที่ 2 สามารถหาค่าความเร็วเฉลี่ยได้โดยใช้สมการที่ (2) ประกอบ จะได้ว่า

$$V = \frac{\int_0^{r_o} u(r) 2\pi r dr}{\pi r_o^2}$$

$$V = \frac{2n^2}{(n+1)(2n+1)} u_{max} \quad (3)$$

จากสมการที่ 3 สามารถคำนวณค่าความเร็วเฉลี่ยจากความเร็วสูงสุดได้ โดยที่ความเร็วสูงสุดจะอยู่บริเวณกึ่งกลางท่อ และค่า n มีค่าตั้งแต่ 5 ถึง 10 ขึ้นอยู่กับตัวเลขเรย์โนลด์ และค่าความหยาบผิว กรณีสมมุติให้ท่อมีผิวเรียบ ค่า n จะสัมพันธ์กับตัวเลขเรย์โนลด์เท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยไม่สามารถทำนายความเร็วบริเวณใกล้ผนังได้

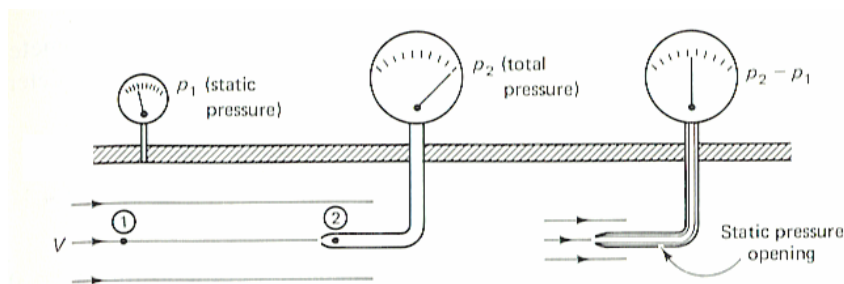
ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของค่า n ที่ตัวเลขเรย์โนลด์ต่างๆ ในท่อผิวเรียบ [2]

Re	4×10^3	10^5	10^6	$> 2 \times 10^6$
n	6	7	9	10

ค่าความเร็วเฉลี่ยในสมการที่ (3) สามารถนำไปใช้ในการคำนวณอัตราการไหลได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามต้องมีการวัดความเร็วสูงสุดด้วย ซึ่งอุปกรณ์ในการวัดความเร็วในท่อที่ราคาไม่แพงนัก มักนิยมใช้ Pitot-static tubes ซึ่งจะได้กล่าวถึงหลักการทำงานดังนี้

หลักการการทำงานของ Pitot-static tubes

Pitot-static tubes เป็นอุปกรณ์วัดความเร็ว ณ ตำแหน่งหนึ่งๆ (Point velocity measurement, u) ที่อาศัยหลักการของสมการเบอร์นูลลี (Bernoulli equation) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 หลักการวัดความดันของ Pitot-static tubes

จากสมการเบอร์นูลลีเขียนได้ดังสมการที่ (4) จากหลักการการทำงานของ Pitot-static tubes โดยทั่วไปไม่พิจารณาความแตกต่างของความสูง ซึ่งเรียก p ว่าความดันสถิตย์ (Static pressure) และเรียก $\frac{1}{2}\rho u^2$ ว่าความดันพลศาสตร์ (Dynamic pressure) โดยเรียกผลรวมของความดันทั้งสองว่าความดันรวม (Total pressure, p_T) หรืออีกชื่อหนึ่งว่า ความดันสแตกเนชั่น (Stagnation pressure)

$$\rho \frac{u_1^2}{2} + p_1 + \rho gh_1 = \rho \frac{u_2^2}{2} + p_2 + \rho gh_2 \quad (4)$$

จากหลักการการทำงานของ Pitot-static tubes สมการที่ (4) สามารถเขียนใหม่ได้ว่า

$$\frac{1}{2}\rho u^2 + p = p_T \quad (5)$$

สมการที่ (5) เป็นสมการสำคัญที่ใช้ในหลักการการทำงานของ Pitot-static tubes เนื่องจาก Pitot-static tubes สามารถวัดผลต่างของความดันรวม และความดันสถิตย์ได้ ซึ่งโดยทั่วไปการวัดผลต่างของความดัน (ΔP) จะใช้มาโนมิเตอร์ (Manometer) หรือเครื่องวัดผลต่างความดัน (Pressure transducer – differential type) เป็นต้น จากสมการที่ (5) ทำให้ Pitot-static tubes สามารถหาความเร็วได้โดยอาศัยผลต่างของความดันรวม และความดันสถิตย์ ดังสมการที่ (6)

$$u = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}} \quad (6)$$

วิธีการดำเนินการทดลอง

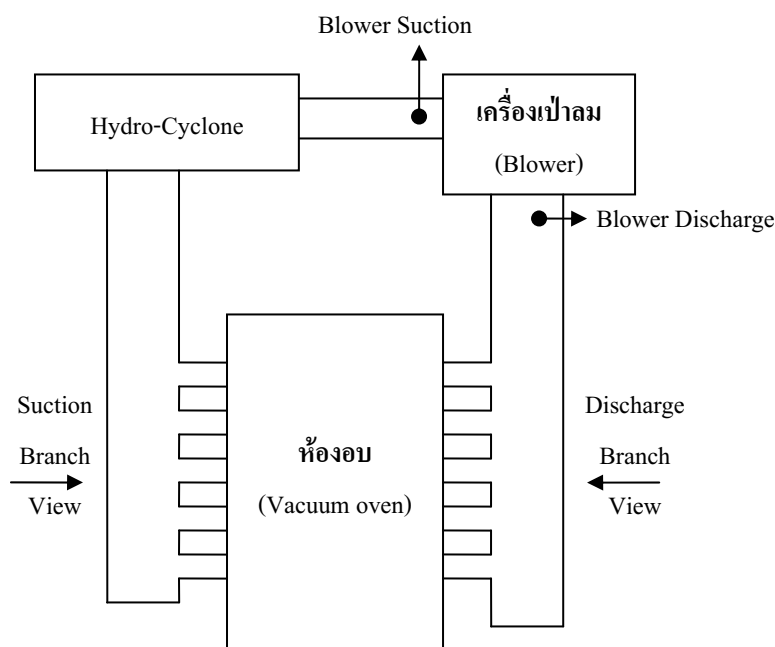
การออกแบบวิธีการทดลองได้ทำร่วมกับผู้ประกอบการ โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดตำแหน่งวัด และพารามิเตอร์ที่ต้องการวัด

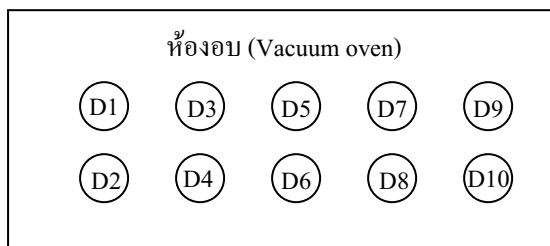
ตำแหน่งในการวัดแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามพารามิเตอร์ที่ต้องการวัดคือ

- 1.1 ตำแหน่งวัดพารามิเตอร์ความเร็ว สำหรับใช้ Pitot-static tubes วัด Dynamic pressure ทางผู้ประกอบการได้ทำหน้าแปลนไว้ในตำแหน่งตั้งฉากผิวท่อในแต่ละท่อที่จะทำการวัด
- 1.2 ตำแหน่งวัดพารามิเตอร์ความดันสถิตย สำหรับใช้ เครื่องวัดความดันสถิตย (Static pressure transducer) ทางผู้ประกอบการได้เตรียมจุดวัดไว้ในตำแหน่งตั้งฉากผิวท่อในแต่ละท่อที่จะทำการวัด ในหน้าตัดเดียวกับตำแหน่งที่วัดความเร็ว

ในแต่ละพารามิเตอร์ทำการวัดทั้งหมด 22 จุด (หรือ 1 จุดวัดทั้ง 2 พารามิเตอร์) แบ่งเป็น 2 จุดที่ด้านทางเข้าและทางออกจากเครื่องเป่าลม, 10 จุดที่แต่ละท่อของท่อแยกเข้าสู่ห้องอบ และ 10 จุดที่แต่ละท่อของท่อแยกออกจากห้องอบ โดยตั้งชื่อเรียกแต่ละจุดวัดไว้ดังภาพที่ 4, 5, 6 และ 7 โดยความดันสถิตยจะถูกเฉลี่ยค่าโดยการต่อสายยางถึงกัน แล้วจึงทำการวัด

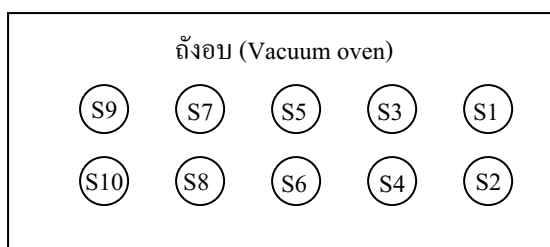


ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งและการกำหนดชื่อจุดที่ทำการวัดที่เครื่องเป่าลม



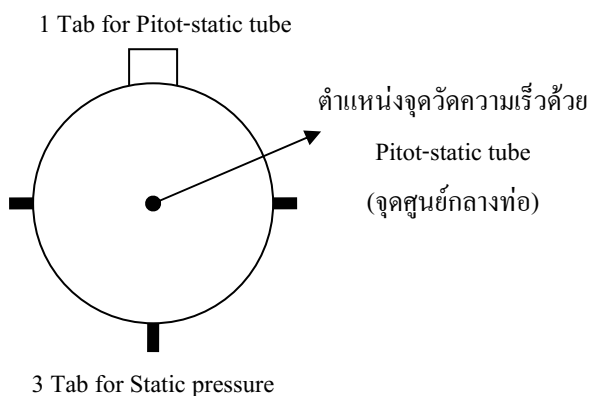
Discharge branch view

ภาพที่ 5 แสดงตำแหน่งและการกำหนดชื่อจุดที่ทำการวัดที่ท่อแยกเข้า 10 ท่อ



Suction branch view

ภาพที่ 6 แสดงตำแหน่งและการกำหนดชื่อจุดที่ทำการวัดที่ท่อแยกออก 10 ท่อ



ภาพที่ 7 แสดงตำแหน่งวัดพารามิเตอร์ต่างๆในแต่ละท่อ
(ทั้ง 22 ท่อ ติดตั้งโดยผู้ประกอบการ)

หมายเหตุ ภาพที่ 5 และ 6 อ้างอิงมุมมองจากภาพที่ 4

2. ขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือวัด และอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

- 2.1 Pitot-static tubes - 1 ชุด
- 2.2 เครื่องวัดผลต่างความดัน (Pressure transducer – differential type) - 1 ชุด
- 2.3 เครื่องวัดความดันสถิตย์ - 1 ชุด
- 2.4 หน้าแปลนสำหรับยึด Pitot-static tubes เข้ากับท่อที่จะทำการวัด - 1 ชุด
- 2.5 ข้อต่อที่ใช้ในงานนิวเมติกส์ เป็นข้อต่อ 3 ทาง - 2 ชุด
- 2.6 สายลมยางสำหรับต่อเข้ากับเครื่องมือวัดความดัน - 2 ชุด
- 2.7 มัลติมิเตอร์ (Multi-meter) 2 ชุด

หมายเหตุ ตารางการสอบเทียบอุปกรณ์ในข้อ 2.2 และ 2.3 ดูได้ในภาคผนวก ก.

3. ขั้นตอนการทดลอง

แบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

3.1 การทดลองที่จุดวัดเครื่องเป่าลม 2 จุด

1. ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆเข้ากับตำแหน่งวัดที่ทางเข้าเครื่องเป่าอากาศ
2. เปิดเครื่องเป่าลมที่อินเวอร์เตอร์แสดงผล 50 Hz
3. เปิดระบบปั๊มดูดอากาศจนกระทั่งความดันในห้องอบเหลือ 880 มิลลิบาร์
4. ปิดระบบปั๊มดูดอากาศ ความดันในห้องอบจะค่อยๆเพิ่มขึ้น
5. จดบันทึกค่าที่อ่านได้จาก มัลติมิเตอร์ ที่ต่อกับเครื่องวัดผลต่างความดัน และเครื่องวัดความดันสถิตย์ เมื่อความดันในห้องอบเพิ่มขึ้นทีละ 5 มิลลิบาร์ จนกระทั่งความดันในห้องอบเป็น 990 มิลลิบาร์
6. กลับไปทำข้อ 3 ถึง 5 โดยปรับอินเวอร์เตอร์ให้แสดงผลเป็น 37.5 และ 25 Hz ตามลำดับ
7. ปิดการทำงานของเครื่องเป่าลม
8. กลับไปทำข้อ 2 ถึง 7 โดยเปลี่ยนจุดวัดตำแหน่งเป็นตำแหน่งทางออกจากเครื่องเป่าอากาศ

3.2 การทดลองที่จุดวัดท่อแยกเข้าและออกจากห้องอบ 20 จุด

1. ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆเข้ากับตำแหน่งวัดที่ D1
2. เปิดเครื่องเป่าลมที่อินเวอร์เตอร์แสดงผล 50 Hz
3. เปิดระบบปั๊มดูดอากาศจนกระทั่งความดันในห้องอบเหลือ 880 มิลลิบาร์

4. ปิดระบบปั๊มดูดอากาศ ความดันในห้องงอบจะค่อยๆเพิ่มขึ้น
5. จดบันทึกค่าที่อ่านได้จาก มัลติมิเตอร์ ที่ต่อกับเครื่องวัดผลต่างความดัน และเครื่องวัดความดันสถิตย์ เมื่อความดันในห้องงอบเพิ่มขึ้นทีละ 5 มิลลิบาร์ จนกระทั่งความดันในห้องงอบเป็น 990 มิลลิบาร์
6. ปิดการทำงานของเครื่องเป่าลม
7. กลับไปทำข้อ 2 ถึง 6 โดยเปลี่ยนจุดวัดตำแหน่งเป็น D2-D10 และ S1-S10 จนครบ

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดลองแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนที่สำคัญคือ ส่วนเครื่องเป่าลม และส่วนท่อแยก โดยในแต่ละส่วนจะพิจารณาถึงความเปลี่ยนแปลงของความดัน และอัตราการไหล เมื่อความดันในห้องงอบเปลี่ยนแปลงในช่วง 880 ถึง 990 มิลลิบาร์ โดยตัวเลขจากการทดลองได้ในภาคผนวก ข.

ตัวแปรที่ใช้ในการแสดงผลการทดลอง

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทความดัน และประเภทอัตราการไหล ซึ่งทั้งหมดใช้ความดันในห้องงอบ (Pressure Vessel, P_v) เป็นความดันอ้างอิงทั้งสิ้น

- ตัวแปรประเภทความดัน ในที่นี้จะใช้เรียกเฉพาะกรณีความดันสถิตย์ที่วัดได้ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ตัวแปรมีหน่วย และตัวแปรไร้หน่วย หน่วยของความดันใช้เป็น มิลลิบาร์ (mBar) สำหรับตัวแปรไร้หน่วย ใช้เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความดันให้เห็นชัดเจนขึ้น เรียกว่า ความดันเทียบ (Relative Pressure, P_r) ซึ่งเทียบกับความดันของถังอบ คำนวณได้ดังนี้

$$P_r = \frac{(P - P_v)}{P_v} \times 100\% \quad (7)$$

เมื่อ P คือความดันสถิตย์ที่วัดได้ ณ ตำแหน่งหน้าตัดใดๆ

ดังนั้นความดันเทียบจึงหมายถึง ความแตกต่างระหว่างความดันที่วัดได้ เทียบกับความดันของถังอบ โดยเทียบเป็นร้อยละของขนาดความแตกต่าง

- ตัวแปรประเภทอัตราการไหล มีชนิดเดียว โดยคำนวณอัตราการไหล (หน่วยเป็น m^3/min) จากความเร็วเฉลี่ยซึ่งคำนวณจากความเร็วที่ตำแหน่งวัดกึ่งกลางของท่อ (ความเร็วสูงสุด) อีกต่อ

หนึ่ง จากผลการทดลองสามารถคำนวณค่าตัวเลขเรย์โนลด์ได้อยู่ในช่วงประมาณ 40,000 – 100,000 จึงเลือกค่าตัวเลขจำนวนเต็ม n เป็น 6 จากสมการที่ (3) จะได้ว่า

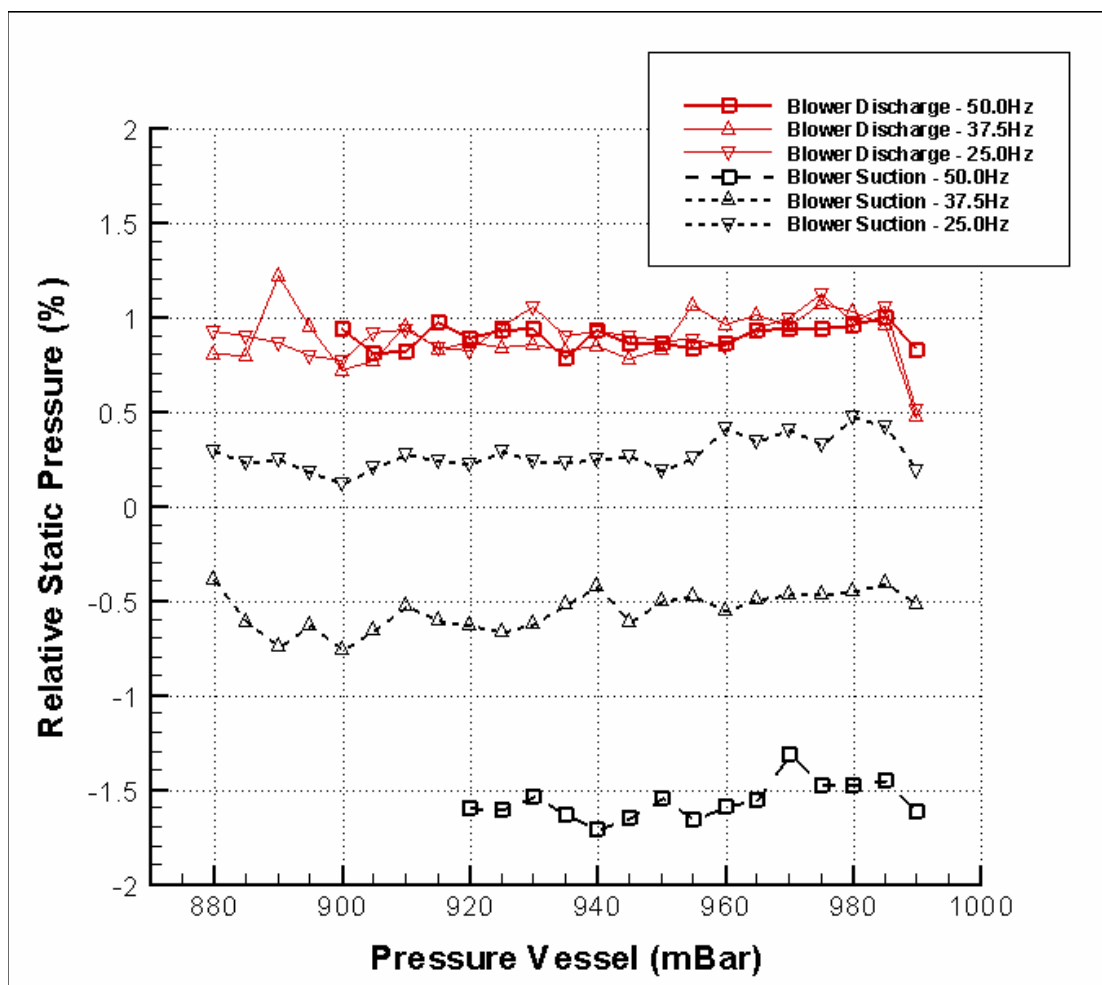
$$V = 0.8u_{max} \quad (8)$$

ทั้งหมดของผลการทดลองนี้ จึงใช้สมการที่ (8) ในการคำนวณอัตราการไหล ($Q = V \cdot A$, เมื่อ A คือพื้นที่หน้าตัดของท่อในตำแหน่งที่สนใจ)

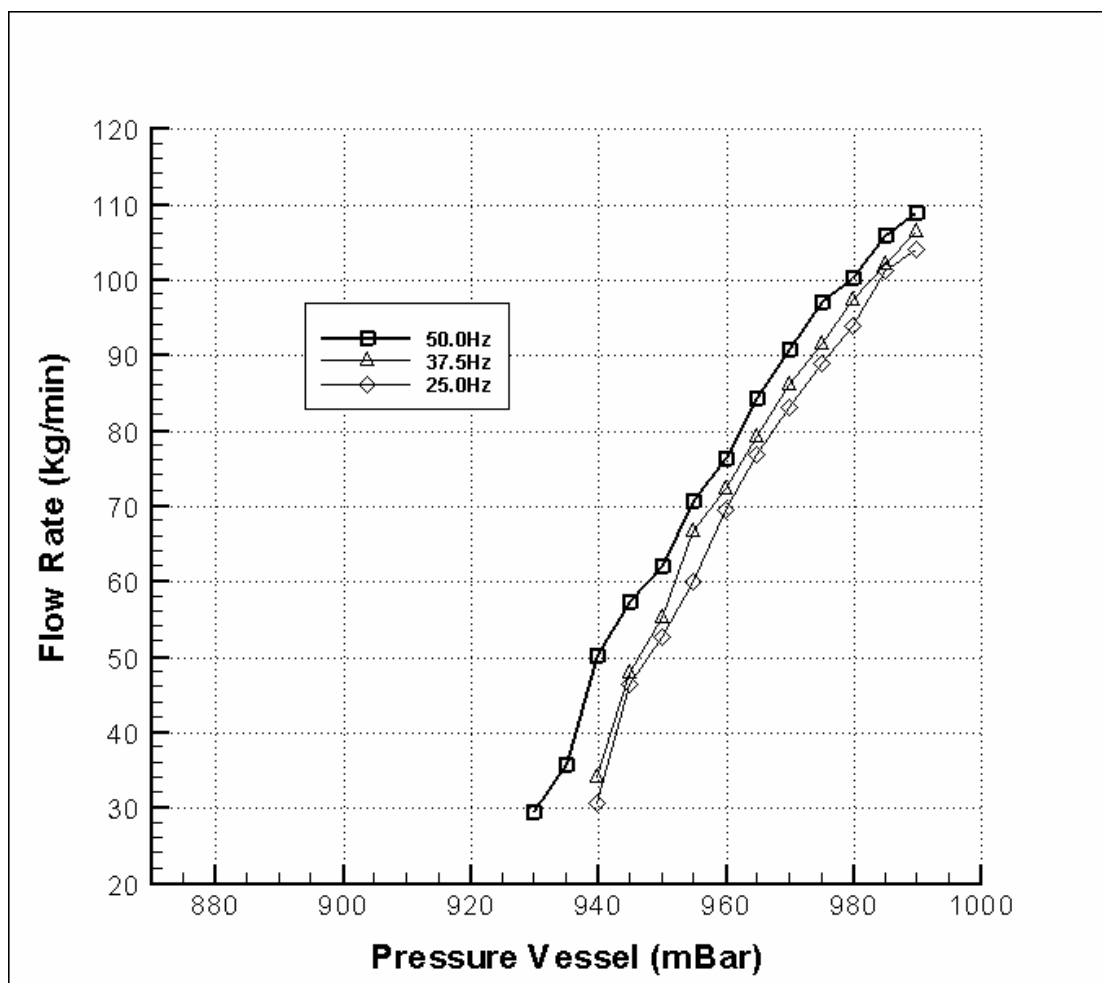
วิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของความดันและอัตราการไหลในส่วนเครื่องเป่าลม

จากภาพที่ 8 เมื่อมีการลดความดันภายในถังอบจาก 990 – 880 mBar พบว่าที่ความถี่ของอินเวอร์เตอร์ต่างๆ ให้คุณลักษณะของกราฟใกล้เคียงกัน โดยค่อนข้างเป็นเส้นตรงแนวนอน ซึ่งหมายถึง การเปลี่ยนแปลงความดันในถังอบ ค่อนข้างเป็นเชิงเส้นเมื่อเทียบกับความดันสถิตยซ์ของเครื่องเป่าอากาศ ทั้งด้านทางเข้า (Blower suction) และด้านทางออก (Blower discharge)

โดยเมื่อความถี่ของอินเวอร์เตอร์ลดลง ความดันตกคร่อมของเครื่องเป่าอากาศก็ลดลงด้วย โดยคงรักษาความดันด้านทางออกให้ใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นไปตามหลักธรรมชาติของเครื่องเป่าอากาศโดยทั่วไป



ภาพที่ 8 ความเปลี่ยนแปลงของความดันเทียบกับความถี่อินเวอร์เตอร์ต่างๆ

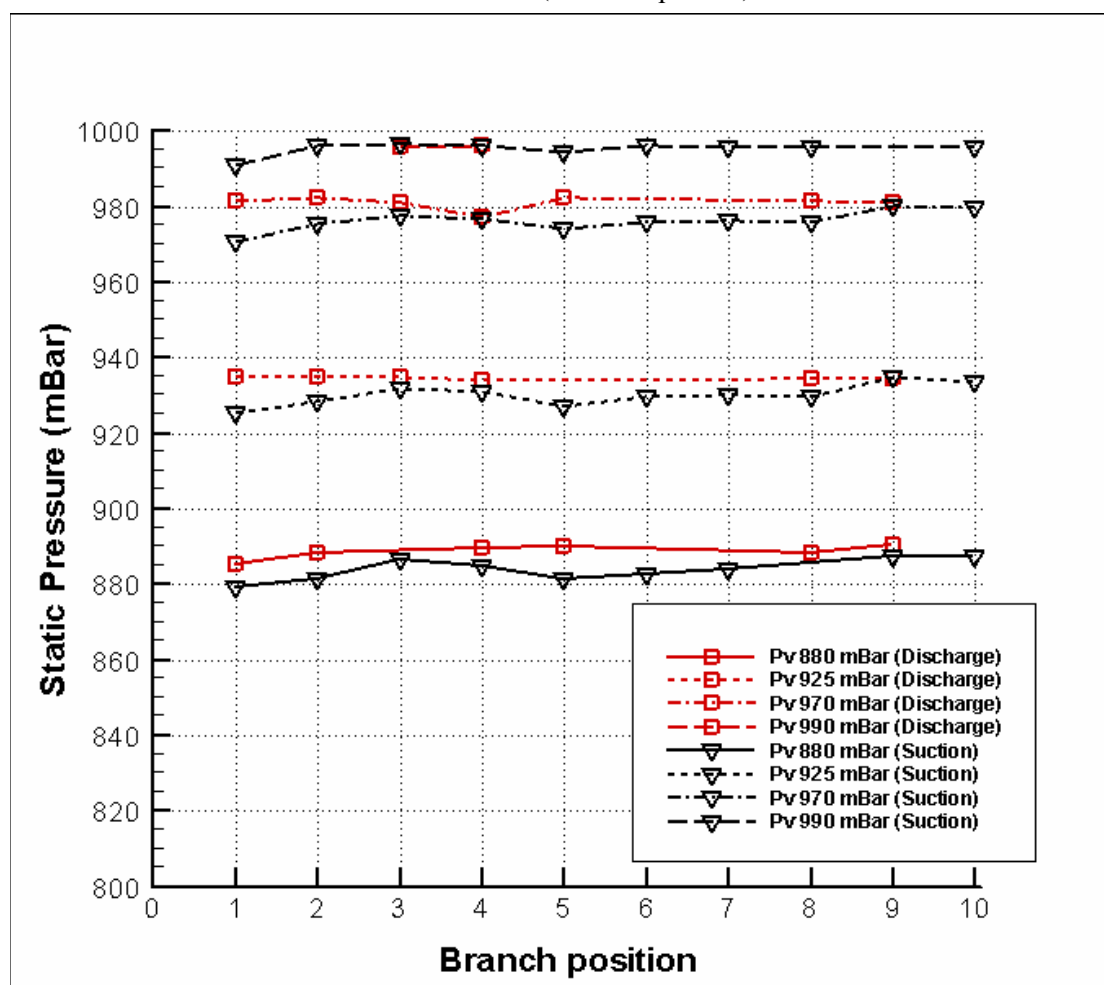


ภาพที่ 9 แนวโน้มของความสัมพันธ์ของอัตราการไหล ที่ความถี่อินเวอร์เตอร์ต่างๆ

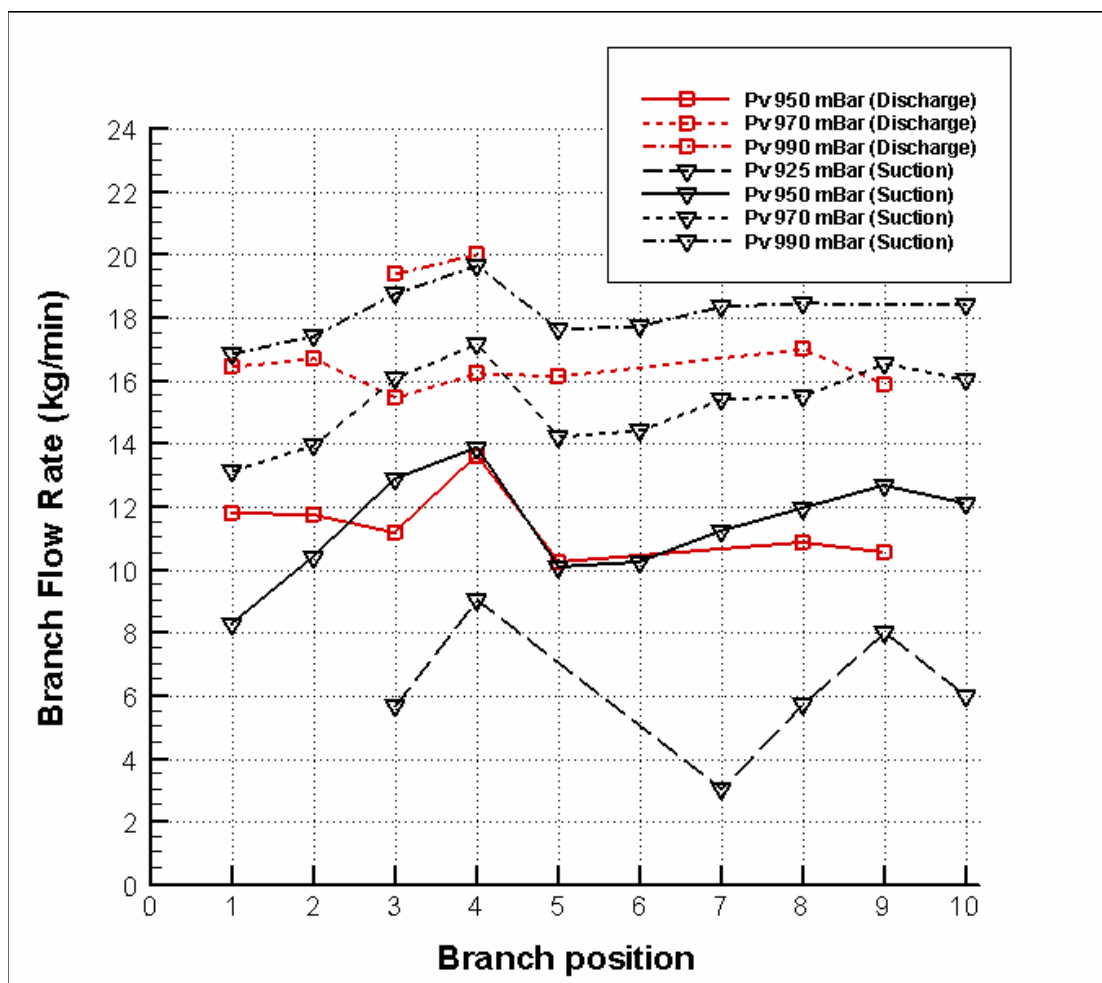
จากภาพที่ 9 ค่าที่แสดงสามารถอ้างอิงเป็นแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงได้ แต่ไม่ใช่ค่าที่แม่นยำ เนื่องจากวิธีการวัดเป็นแบบตำแหน่งเดียวในการทำนายความเร็วเฉลี่ยทั้งหมดที่ตัด ซึ่งปกติบริเวณเครื่องเป่าลมจะมีโครงสร้างการไหลที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อความดันในถังอบเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการไหลเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้เพราะเครื่องเป่าลมเปลี่ยนพลังงานจากมอเตอร์ขับเคลื่อนเป็นพลังงานความดันและความเร็วให้อากาศในระบบ โดยความดันในถังอบเพิ่มขึ้น ทำให้ความดันตกคร่อมของเครื่องเป่าลมเพิ่มมากขึ้น (จากภาพที่ 8) มอเตอร์เครื่องเป่าอากาศจึงต้องการพลังงานสูงขึ้นด้วย ซึ่งมีเหตุผลสอดคล้องกันเป็นอย่างดี ดังนั้นกราฟตามภาพที่ 8 และ 9 จึงแสดงแนวโน้มของคุณลักษณะของเครื่องเป่าอากาศที่น่าเชื่อถือได้

วิเคราะห์การกระจายตัวของความดันและอัตราการไหลในส่วนท่อแยก

เนื่องจากระบบเครื่องอบฯ มีท่อแยกจำนวนมาก ทั้งท่อแยกเข้าห้องอบ (Discharge branch) และท่อแยกออกห้องอบ (Suction branch) จึงทำให้ต้องพิจารณาการกระจายตัวของความดัน และอัตราการไหลในท่อแยกต่างๆ ที่ความดันในถังอบแตกต่างกัน เพื่อทำความเข้าใจในลำดับถัดไป ดังภาพที่ 10 แสดงให้เห็นว่าที่ความดันในถังอบแตกต่างกัน การกระจายตัวของความดันของท่อแยกต่างๆ มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยด้านท่อแยกเข้าห้องอบค่อนข้างกระจายตัวสม่ำเสมอ และด้านท่อแยกออกห้องอบมีการกระเพื่อมของกราฟ ซึ่งเกิดมาจากความดันในแต่ละท่อไม่เท่ากัน โดยท่อที่ 3, 4, 5, 9 และ 10 มีพฤติกรรมแตกต่างจากท่ออื่น ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดในลำดับถัดไป อีกประเด็นที่น่าสังเกตคือ ความดันของท่อแยกทางเข้าห้องอบ จะมากกว่าความดันของท่อแยกออกห้องอบเสมอ ซึ่งเกิดจากการไหลแบบครบรอบ (Close-loop flows)



ภาพที่ 10 การกระจายตัวของความดันบนท่อแยก ที่ความดันห้องอบต่างๆ



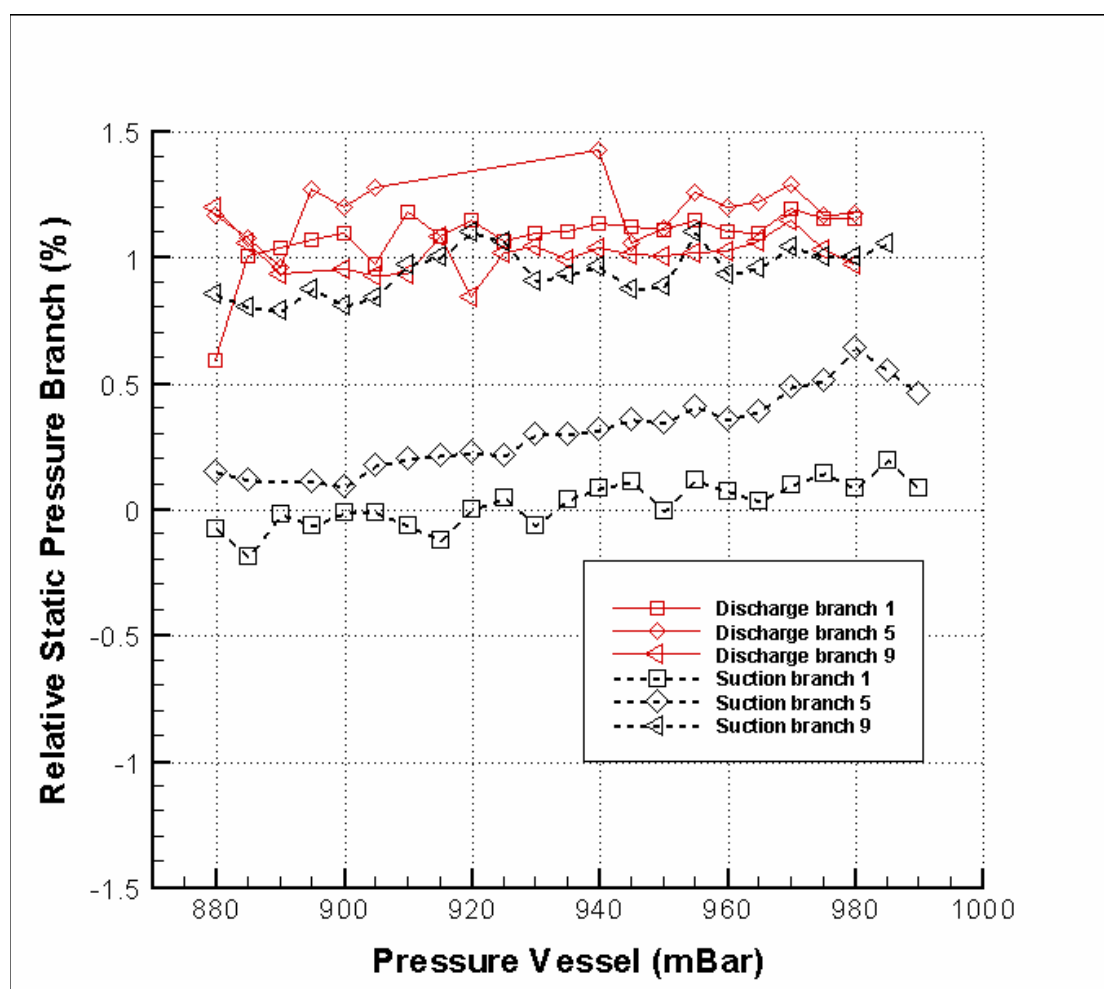
ภาพที่ 11 การกระจายตัวของอัตราการไหลบนท่อแยก ที่ความดันห้องอบต่างๆ

อัตราการไหลของอากาศผ่านท่อแยกอาจจะไม่ต่อเนื่องได้เนื่องจาก ลักษณะรูปทรงของท่อที่แยกไหลแตกต่างกัน โดยท่อเลขที่ (1, 3, 5, 7 และ 9) อยู่ด้านบน และท่อเลขที่ (2, 4, 6, 8 และ 10) อยู่ด้านล่าง และมีค่าต่ำกว่าอัตราการไหลที่ออกจากเครื่องเป่าอากาศมาก เนื่องจากขนาดท่อเล็กกว่าหลายเท่าตัว และมีการแยกไหลตามกฎอนุรักษ์มวล

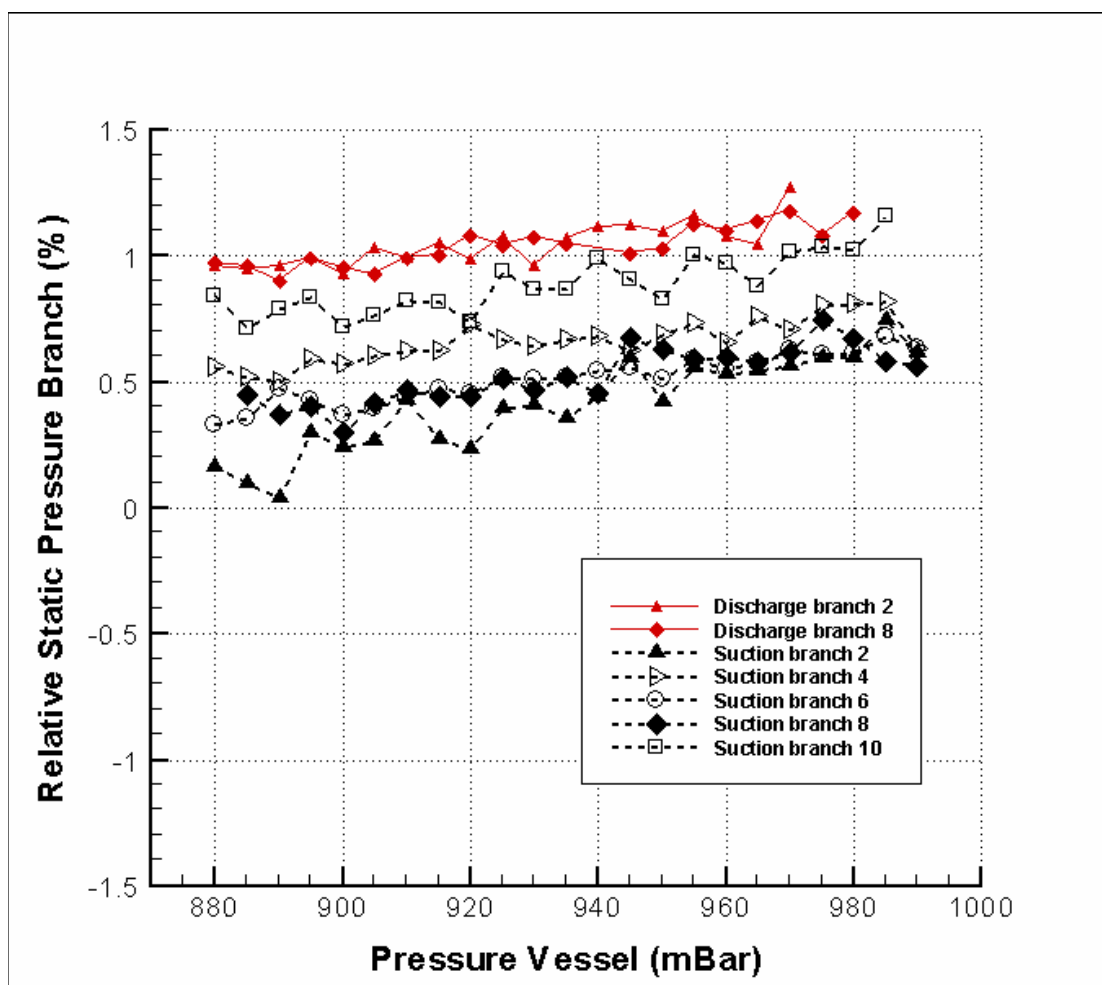
จากภาพที่ 11 พบว่าอัตราการไหลในท่อที่ 4 และ 9 ค่อนข้างสูงกว่าท่ออื่นๆ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้เพราะลักษณะขอบของการจัดเรียงไม้ในถังอบอยู่ในตำแหน่งท่อที่ 4 พอดี และท่อที่ 9 อยู่ด้านในทางด้านบนของท่อที่ 10 ซึ่งอากาศไหลผ่านท่อที่ 10 ไม่สะดวก จึงไหลผ่านท่อที่ 9 แทน โดยจะเห็นได้ชัดเจนขึ้นเมื่อลดความดันในห้องอบลง

วิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของความดันและอัตราการไหลในส่วนท่อแยก

การวิเคราะห์ในส่วนท่อแยกแต่ละท่อจะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ประเภทคือ ท่อแยกเลขคี่ และท่อแยกเลขคู่ ตามลักษณะรูปทรงของท่อแยกที่ต่อเข้ากับถังอบ จากภาพที่ 12 พบว่าที่ท่อแยกเข้ามีความดันเฉลี่ยสูงกว่าท่อแยกออก ทั้งนี้เนื่องมาจากทฤษฎีการไหลที่ของไหลตามธรรมชาติจะไหลจากความดันสูงไปหาความดันต่ำ และสังเกตที่ท่อแยกออกได้ว่า ตัวเลขท่อมากขึ้นจะมีความดันสูงขึ้น เนื่องจากหมายเลขท่อแยกออกที่มากจะอยู่ด้านใน ที่มีกองไม้วางอยู่เต็มการไหลของอากาศควรทำได้ไม่สะดวก ทำให้ความดันที่ท่อแยกเลข 9 สูงกว่าท่อแยกออกหมายเลขอื่น แต่ความดันโดยเฉลี่ยมีค่าต่ำกว่าท่อแยกทางเข้า

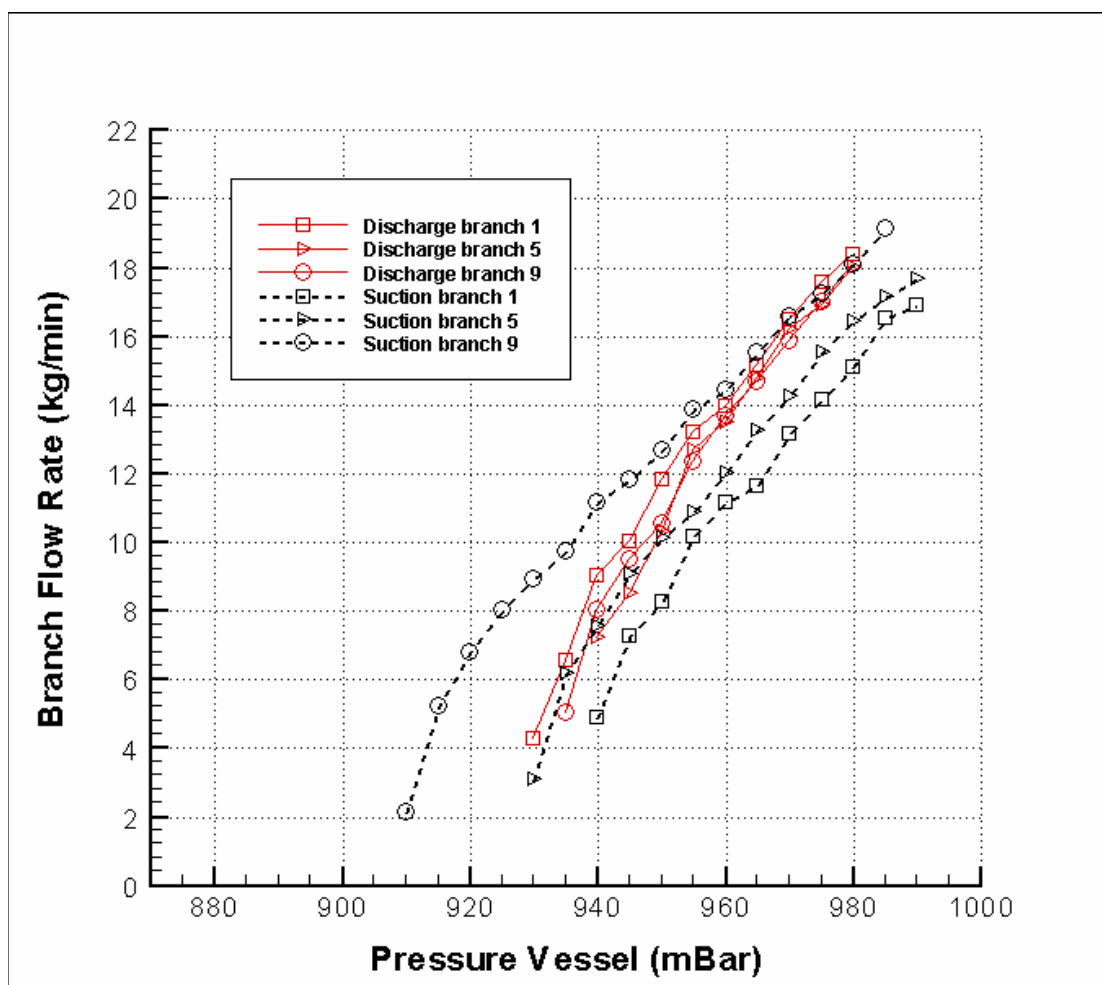


ภาพที่ 12 ความเปลี่ยนแปลงของความดัน ที่ตำแหน่งท่อแยกเลขคี่



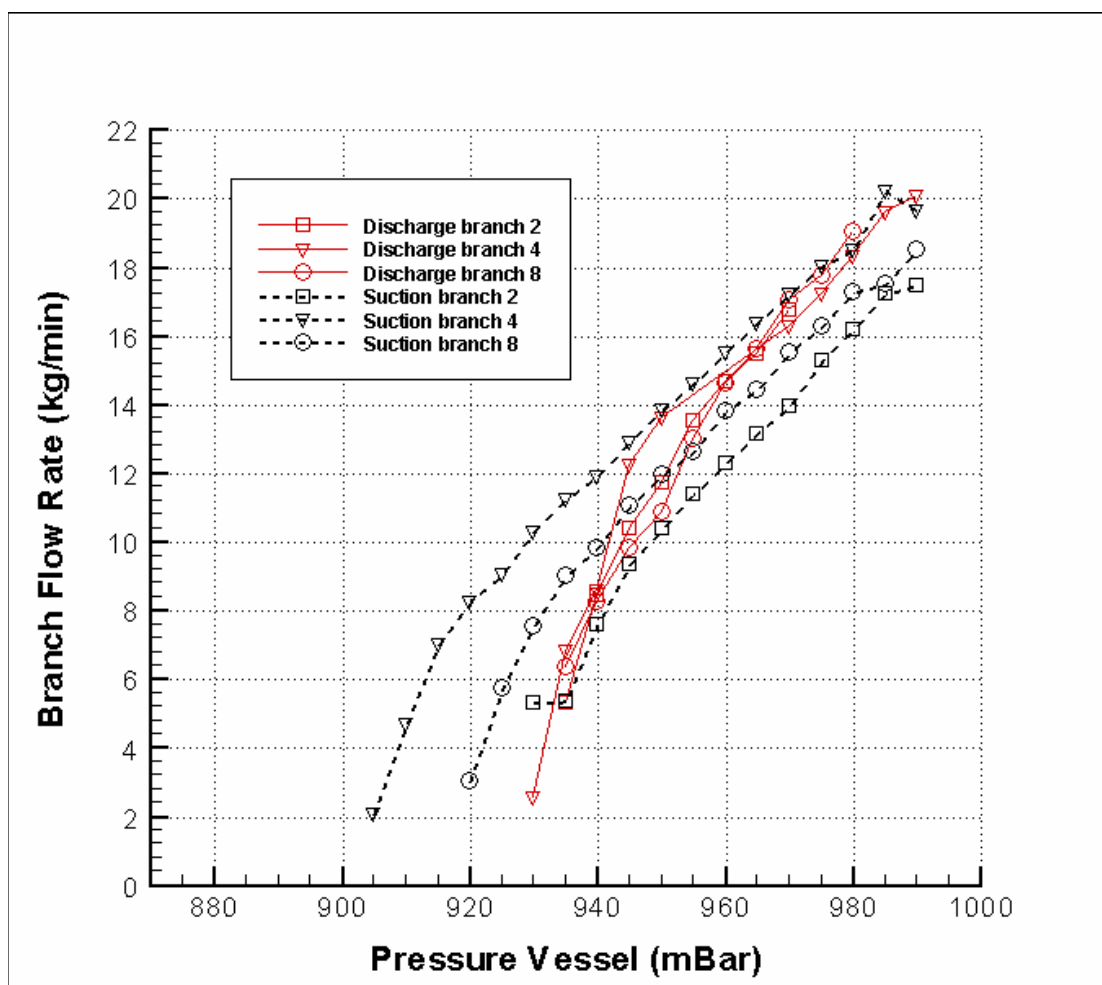
ภาพที่ 13 ความเปลี่ยนแปลงของความดัน ที่ตำแหน่งท่อแยกเลขคู่

จากภาพที่ 13 แสดงคุณลักษณะความเปลี่ยนแปลงของความดันคล้ายกับภาพที่ 12 ทั้งนี้เนื่องจากอยู่ภายในระบบเดียวกัน ซึ่งจุดที่น่าสังเกตคือท่อแยกออกหมายเลข 4 มีความดันในท่อสูงกว่าท่อแยกออกหมายเลข 2, 6 และ 8 ซึ่งตำแหน่งอยู่เรียงกัน ทั้งนี้เป็นไปได้เนื่องจากตำแหน่งของท่อแยกออกหมายเลข 4 อยู่ในตำแหน่งปลายของกองไม้ที่วางเรียงในห้องอบพอดิ อาจทำให้เกิดการไหลที่ซับซ้อนขึ้นในบริเวณนั้น โดยต้องพิจารณาเกี่ยวกับอัตราการไหลในส่วนถัดไป



ภาพที่ 14 ความเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหล ที่ตำแหน่งท่อแยกเลขที่

จากภาพที่ 14 พบว่าท่อแยกเข้าแต่ละท่อไม่มีความเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลมากนักเมื่อเทียบกับท่อแยกออกที่แต่ละท่อเปลี่ยนแปลงไม่เท่ากัน เป็นที่น่าสังเกตว่าท่อแยกออกหมายเลขมากกว่าจะมีอัตราการไหลสูงกว่า ซึ่งเป็นลักษณะที่ผิดปกติเนื่องจากความดันจากในภาพที่ 12 แสดงให้เห็นว่าท่อแยกออกหมายเลข 9 มีความดันสูงขึ้นอย่างมีหลักเหตุผล จึงไม่ควรมียอัตราการไหลที่สูงขึ้นด้วยในท่อนี้ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าเกิดการไหลที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างท่อแยกออกอื่นๆ เช่น การไหลวนภายในระหว่างท่อแยกออกแต่ละท่อ เป็นต้น ทำให้อัตราการไหลซึ่งคำนวณจากความเร็วที่วัดได้ จึงมีค่าค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามเมื่อความดันในห้องอบเพิ่มขึ้น อัตราการไหลก็เพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้เป็นสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของอัตราการไหลที่เครื่องเป่าลม



ภาพที่ 15 ความเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหล ที่ตำแหน่งท่อแยกเลขคู่

จากภาพที่ 15 แสดงคุณลักษณะความเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลที่ท่อแยกเข้าที่ค่อนข้างคงที่ โดยท่อแยกเข้าหมายเลข 4 มีคุณลักษณะแปลกไปจากท่ออื่น เนื่องจากการวางเรียงของกองไม้ในถังอบดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว ซึ่งประเด็นสำคัญของภาพนี้อยู่ที่ความเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของท่อแยกออกหมายเลข 4 ซึ่งมากกว่าท่อแยกออกท่ออื่น ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีบางท่อที่มีอัตราการไหลสูง บางท่อมีอัตราการไหลต่ำ และความเปลี่ยนแปลงของความดันในแต่ละท่อไม่เท่ากัน จึงเป็นเหตุผลสนับสนุนแนวคิด ที่กล่าวว่าเกิดการไหลที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างท่อแยกออกอื่นๆ เช่น การไหลวนภายในระหว่างท่อแยกออกแต่ละท่อ เป็นต้น ทำให้คุณลักษณะความเร็วและความดันของท่อแยกออกแปลกไปจากที่ควรเป็น โดยอีกสมมุติฐานหนึ่งที่น่าจะเป็นไปได้คือ ที่ท่อแยกออก จุดวัด

ความเร็วอยู่ในช่วง Entrance length ไม่สามารถคำนวณอัตราการไหลด้วยสมการที่ (8) ได้ ทำให้ค่าอัตราการไหลที่นำมาแสดงไม่ตรงตามความเป็นจริง

สรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองสามารถสรุปเป็นประเด็นสำคัญได้ 4 ประการดังนี้

1. ผลการทดลองสามารถแสดงคุณลักษณะของเครื่องเป่าลมได้อย่างสมเหตุผล โดยเครื่องเป่าลมพยายามรักษาความดันที่ด้านทางออกไว้ค่อนข้างคงที่
2. ลักษณะการวางกองไม้ในถังอบส่งอิทธิพลมากต่อการกระจายตัว และเปลี่ยนแปลงของความดัน ตลอดจนอัตราการไหลที่ท่อแยกออก
3. ท่อแยกทางเข้า ออกแบบมาให้กระจายความดัน และอัตราการไหลได้ค่อนข้างดี
4. ท่อแยกทางออก อาจเป็นไปได้ว่าพบปัญหาการไหลวนแบบลือกตัว เนื่องจากการกระจายความดัน และอัตราการไหลไม่เหมาะสม ทั้งนี้เกี่ยวข้องกับตำแหน่งการวางเรียงกองไม้ในห้องอบด้วย ซึ่งส่งผลที่ไม่ดีต่อการทำงานในสภาวะความดันต่ำมากๆ หรืออาจเป็นไปได้ว่าตำแหน่งจุดวัดความเร็วที่ท่อแยกออกจากห้องลมอยู่ในช่วง Entrance Length จึงไม่สามารถนำค่าที่วัดได้มาคำนวณและอธิบายในความหมายของอัตราการไหลได้อย่างถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง

1. Shames, Irving H. Mechanics of fluids. Singapore : McGraw-Hill, 1992.
2. Potter, Merle C. and Wiggert, David C. Mechanics of fluids. USA : Prentice-Hall, 1991.

รายงานผลการทดลอง

เรื่อง

การตรวจสอบ

ความเค้น ความชื้นและการกระจายความชื้นของไม้ยางพาราหลัง
ผ่านการอบด้วยวิธีสุญญากาศ 34 ชั่วโมง

โดย

นิสิตคณะวนศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายงาน
การตรวจสอบ
ความเค้น ความชื้นและการกระจายความชื้นของไม้ยางพาราหลัง
ผ่านการอบด้วยวิธีสุญญากาศ 34 ชั่วโมง

โดย

นางสาวหนึ่งฤทัย ศิริจันทร์
นายสิทธิโชค นิลเกตรา

นิสิต
ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์
คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค

การทดลองนี้มีวัตถุประสงคเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการอบไม้ด้วยวิธีสุญญากาศ ในตำแหน่งต่างๆ ของการวางไม้ภายในเตาอบ ซึ่งสิ่งที่ชี้วัดประสิทธิภาพของการอบไม้ก็คือความเค้น ความชื้น และการกระจายความชื้นของไม้หลังผ่านการอบด้วยวิธีดังกล่าว ทั้งนี้ค่าที่ออกมาจะทำให้ทราบว่า การอบไม้ด้วยวิธีสุญญากาศมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงในระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้เพียงใด

สารบัญ	หน้า
คำนำ	82
การเกิดความเค้นในเนื้อไม้	83
การตรวจสอบความเค้นในเนื้อไม้	83
การป้องกันการเกิดความเค้น	84
การจัดความเค้น	84
การสังเกตและแปลความหมาย ของ Prong test	84
อุปกรณ์และวิธีการ	86
ผลการทดสอบ	89
สรุปและวิจารณ์	95
เอกสารอ้างอิง	96
ภาคผนวก	97

ไม้สดเมื่อผ่านการอบ น้ำในบริเวณผิวหน้าไม้จะเกิดการระเหยก่อนและการระเหยของน้ำในเนื้อไม้จะเกิดขึ้นตามชั้นต่างๆตามความหนาของเนื้อไม้จนถึงกึ่งกลางแผ่นไม้ เป็นผลให้เกิดการหดล้นความชื้น (moisture gradient) ขึ้น ตามความหนาของเนื้อไม้

การอบไม้เพื่อให้ไม้แห้งเร็วขึ้นนั้น มีผลทำให้เกิดการลดหลั่นความชื้นสูง ทำให้เกิดความเค้น (Stress) ในเนื้อไม้หรืออาจเกิดตำหนิ เช่น การแตกร้าว การบิดงอ ซึ่งมักเกิดในไม้หนาดั้งแต่ 1/2" ขึ้นไป ความเค้นที่เกิดขึ้นในเนื้อไม้ดังกล่าว จะเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลาจากการแห้งของเนื้อไม้ทั้งชนิดและปริมาณความเค้น จนกระทั่งไม้มีปริมาณความชื้นเท่ากับปริมาณความชื้นสมดุล (Equilibrium Moisture Content, EMC) ที่ต้องการ (ระยะสุดท้ายของการอบแล้วก็ตาม) ความเค้นก็ยังมิอยู่ในเนื้อไม้ เมื่อนำมาเลื่อย ไซกบ หรือตกแต่ง ไม้ นั้นอาจมีการโค้งงอหรือบิดได้ เนื่องจากไม้ที่ผ่านการทำให้แห้งนั้นจะมีการคงรูปอยู่ภายใต้สมดุลของความเค้น เมื่อนำมาเลื่อยหรือไซกบก็จะทำให้สมดุลหมดไป ไม้จะเปลี่ยนรูปจนกระทั่งอยู่ในสภาพที่สมดุลอีกครั้ง ซึ่งไม้อาจอยู่ในสภาพโค้งหรือบิดงอได้ ดังนั้นเกี่ยวกับการอบไม้จะต้องคำนึงถึงความเค้นนี้ด้วย

การทดสอบหาความเค้นในเนื้อไม้ที่อบ มักทำโดยเลื่อยส่วนที่อยู่ตรงกลางของแผ่นชิ้นส่วนของหน้าตัด แล้วเลื่อยตามความหนาแบ่งเป็น 3 ส่วน เอาตรงกลางออก ทำให้มีลักษณะเป็นง่าม การทดสอบโดยวิธีนี้เรียกว่าการทดสอบแบบ **ซี่ส้อม (Prong test)**

การเกิดความเค้นในเนื้อไม้

ความเค้นจากการแห้ง (Drying Stress) เป็นความเค้นที่เกิดขึ้นในเนื้อไม้ ขณะที่ผึ่งหรืออบไม้ให้แห้ง ซึ่งบางครั้งความเค้นที่เกิดขึ้นนี้อาจรุนแรงถึงขั้นที่ทำให้เกิดตำหนิขึ้นในเนื้อไม้ได้ (วิวัฒน์ , 2546) ในระยะแรกของการแห้ง ไม้จะเริ่มแห้งจากผิวนอกเข้าไปหาชั้นใน เมื่อไม้ชั้นนอกมีความชื้นต่ำกว่าจุดหยาบ ก็จะเริ่มมีการหดตัว ส่วนชั้นในถัดเข้าไปยังมีความชื้นสูงกว่าจุดหยาบของไม้ เมื่อเป็นเช่นนี้ ชั้นนอกซึ่งมีการหดตัวจะถูกชั้นในเอาไว้โดยชั้นใน ทำให้มีการหดตัวได้ไม่เต็มที่ ทำให้ชั้นนอกของเนื้อไม้เกิดความเค้นดึง (Tensile stress) อย่างรุนแรงก็จะทำให้เกิดรอยแตกตามแนวเส้นไม้ โดยเฉพาะตามแนวเรย์ ซึ่งเป็นส่วนที่อ่อน ทำให้เกิดตำหนิที่เรียกว่ารอยแตก (Check) ส่วนชั้นใน จะถูกบีบ หรือกด หรืออยู่ในความเค้นอัด (Compressive stress) จึงจะทำให้ไม้คงรูปอยู่ได้ ดังนั้นแรงดึงทั้งหมดจะเท่ากับแรงอัดทั้งหมด เมื่อทำให้ไม้แห้งต่อไปเรื่อยๆ ไม้ชั้นนอกเมื่ออยู่ภายใต้ความเค้นดึงนานๆ เข้าก็จะมีอาการคงรูป หรืออยู่ตัวเนื่องจากแรงดึง (Tension set) เมื่อมีการดำเนินการอบไม้ต่อไป เนื้อไม้ส่วนกลางซึ่งอยู่ระหว่างชั้นในและชั้นนอก เริ่มมีการหดตัวเกิดขึ้นเป็นผลให้เนื้อไม้ส่วนในได้รับความเค้นกดเพิ่มขึ้น ส่วนเนื้อไม้ส่วนกลางนี้เริ่มเกิดความเค้นดึงขึ้น และความเค้นดึงในเนื้อไม้ส่วนนอกเริ่มลดลง เมื่อดำเนินการอบไม้ไปจนกระทั่งถึงความชื้นที่ต้องการ ความเค้นดึงที่เนื้อไม้ส่วนนอก จะค่อยๆลดลงและเปลี่ยนเป็นความเค้นอัด ส่วนเนื้อไม้ชั้นใน ความเค้นอัดค่อยๆลดลงและเปลี่ยนเป็นความเค้นดึง การกระจายความเค้น ในการทดสอบความเค้นขั้นสุดท้ายนี้ เป็นลักษณะของเนื้อไม้ที่เรียกว่า **การแข็งนอก (Casehardening)** การแข็งนอกสามารถขจัดออกไปได้ โดยการให้ไม้แปรรูปอยู่กับอากาศที่มีความชื้นและอุณหภูมิสูงๆ เป็นเวลาสั้นๆตอนใกล้จะเอาไม้ออกจากเตาอบ ถ้าการแข็งนอกถูกแก้มากเกินไป โดยการใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไป เป็นเวลานานเกินไป เนื้อไม้อาจจะเข้าถึงสภาวะที่เรียกว่า **การแข็งนอกกลับทาง (Reverse Casehardening)** ซึ่งเนื้อไม้ชั้นผิวดอนนี้จะเกิดการอยู่ตัวเนื่องจากแรงอัดและอยู่ในความเค้นดึง (วิรัช 2530, ปฤจณ์ 2542 และ William and simpson 1991)

การตรวจสอบความเค้นในเนื้อไม้

การทดสอบความเค้นในเนื้อไม้ที่ผึ่งหรืออบ มักทำโดยการเลื่อยส่วนที่อยู่ตรงกลางของไม้แปรรูปความหนาประมาณครึ่งนิ้ว แล้วเลื่อยตามความหนาออกเป็นสามส่วนเอาส่วนกลางออก ทำ

ให้มีลักษณะเป็นง่าม การทดสอบวิธีนี้เรียกว่าการทดสอบแบบ ชี้ส้อม (Prong Test) ถ้าชี้ของง่ามตรงไม่โค้งเข้าหรือโค้งออกก็แสดงว่าไม้ไม่มีความเค้น ถ้าชี้โค้งเข้าก็แสดงว่าไม้ไม่มีความเค้นในลักษณะที่เรียกว่าการแข็งนอก (Casehardening) ซึ่งเป็นลักษณะที่มักพบในระยะหลังของการอบไม้ ถ้าชี้โค้งออกก็แสดงว่าไม้ไม่มีความเค้นในลักษณะที่เรียกว่า การแข็งนอกกลับทาง (Reverse Casehardening) ซึ่งจะเกิดขึ้นในกรณีที่ส่วนนอกของไม้แห้งดูความชื้นกลับเข้าไปมากเกินไปจนเกินความต้องการ (วิวัฒน์ , 2546)

การป้องกันการเกิดความเค้น

ในการอบไม้ให้แห้งเร็วๆ นั้น เป็นการยากมากในการที่จะไม่ให้เกิดความเค้น ดังนั้นในการอบไม้ จะต้องควบคุมสภาพภายในเตาอบให้มีความเค้นเกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยการให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในเตาสูง และอุณหภูมิต่ำในระยะแรกของการอบ จนกระทั่งด้านในมีความชื้นต่ำกว่าจุดหมาด แล้วจึงค่อยๆ ลดความชื้นสัมพัทธ์ และค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นทีหลัง (ปญจน์ , 2542)

การจัดความเค้น

การที่มีความเค้นในเนื้อไม้ เป็นสาเหตุสำคัญอันหนึ่งที่จะทำให้เกิดตำหนิขึ้น เมื่อนำไม้นั้นมาเลื่อยอีกครั้งหนึ่งเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่นนำไม้มาใช้ทำเครื่องเรือนต่างๆ ดังนั้นไม้ที่นำมาทำผลิตภัณฑ์จะต้องไม่มีความเค้นอยู่เลย หรือมีอยู่เพียงเล็กน้อย โดยไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายในภายหลังได้ (ปญจน์ , 2542)

วิธีการจัดความเค้นนั้นมีอยู่ 2 วิธีด้วยกัน 1) การทำ Equalizing และ Conditioning 2) ทำเฉพาะ Conditioning อย่างเดียว Equalizing เป็นการทำให้ไม้มีความชื้นสม่ำเสมอหมดทั้งแผ่นและให้ไม้ทั้งเตามีความชื้นสม่ำเสมอ ส่วน Conditioning เป็นการทำให้ที่ผิวไม้มีความชื้นเพิ่มจากผิวนอกเข้าไปยังชั้นในๆ เป็นการลดความเค้น

การสังเกตและแปลความหมาย ของ Prong test

1. สภาพหลังจากการตัดใหม่ๆ จะแสดงให้เห็นถึง Stress ที่มีอยู่ในเนื้อไม้ขณะการตัด

ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้ยางพาราของห้องอบไม้ระบบสุญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม”

สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032

- 1.1 ถ้าซี่ส้อมโค้งออก แสดงว่ามี Tensile stress อยู่ทางผิวด้านนอก compressive stress อยู่ทางด้านใน
- 1.2 ถ้าซี่ส้อมโค้งเข้าหากัน แสดงว่ามี Tensile stress อยู่ทางผิวด้านใน compressive stress อยู่ทางด้านนอก
- 1.3 ถ้าซี่ส้อมอยู่ในสภาพตรง แสดงว่าไม่มีความเค้น
2. สภาพหลังจากปล่อยทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง จะแสดงให้เห็นถึงธรรมชาติของ Set หรือ Case-hardening
 - 2.1 ถ้าซี่ส้อมโค้งออก แสดงว่ามี Compression set อยู่ทางด้านนอก Tension set อยู่ทางด้านในเรียกว่ามี Reverse Case-hardening
 - 2.2 ถ้าซี่ส้อมโค้งเข้าหากันแสดงว่ามี Compression set อยู่ทางด้านใน Tension set อยู่ทางด้านนอกเรียกว่ามี Casehardening
 - 2.3 ถ้าซี่ส้อมอยู่ในสภาพตรง แสดงว่าไม่มี Casehardening
3. เปรียบเทียบสภาพของ 1 และ 2 จะแสดงให้เห็นถึงการกระจายของความชื้นในเนื้อไม้ในขณะทำการตัด
 - 3.1 ถ้าซี่ส้อมโค้งเข้า แสดงว่า ด้านนอกแห้งกว่าด้านใน
 - 3.2 ถ้าซี่ส้อมโค้งออก แสดงว่า ด้านนอกชื้นกว่าด้านใน
 - 3.3 ถ้าซี่ส้อมอยู่ในสภาพตรง แสดงว่า ความชื้นด้านนอกเท่ากับด้านใน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

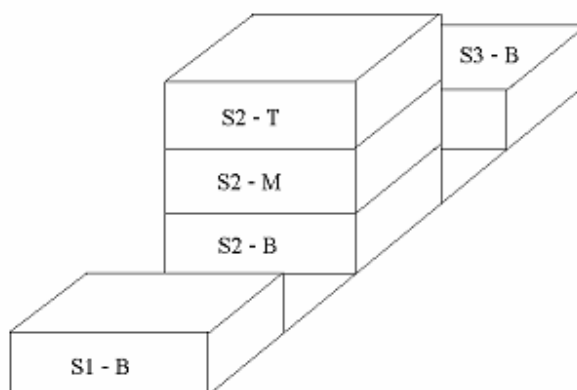
อุปกรณ์การทดสอบ

1. เครื่องเลื่อยต่างๆ
2. ไม้ทดสอบยาวประมาณ 3 ฟุต
3. ตู้อบไฟฟ้า
4. เครื่องชั่ง
5. ไม้บรรทัด เครื่องเขียน และวัสดุอื่นๆ

วิธีการ

การดำเนินการทดสอบ

1. สุ่มไม้ยางพาราที่ผ่านการอบจากเตาอบสุญญากาศจำนวน 3 ชิ้นในกองไม้แต่ละส่วน ดังรูปที่ 1 เพื่อทดสอบหาความชื้น การกระจายความชื้น และความเค้น

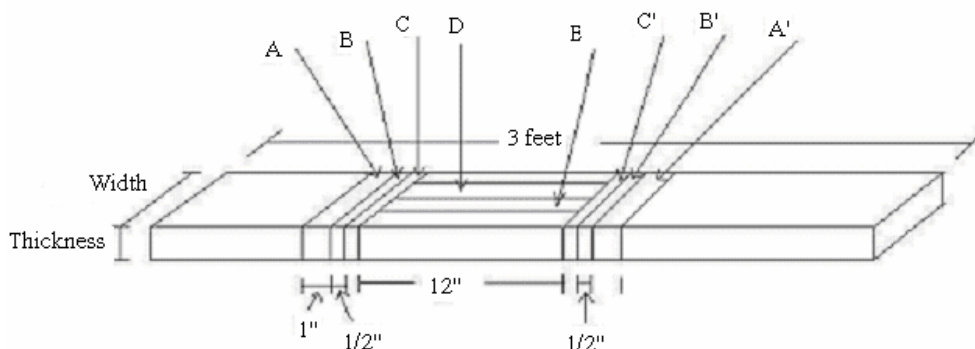


รูปที่ 1 ภาพจำลองการกองไม้ภายในเตาอบ

หมายเหตุตำแหน่งไม้ทดสอบ

- | | | |
|----------------------|-----|----------------------|
| T คือ กองไม้ข้างบน | และ | 1 คือ ใกล้เคียงเตาอบ |
| M คือ กองไม้ตรงกลาง | | 2 คือ กลางเตาอบ |
| B คือ กองไม้ข้างล่าง | | 3 คือ ท้ายเตาอบ |

2. นำไม้แปรรูปสื่อยาวประมาณ 3 ฟุต เป็น นำมาตัดดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 วิธีการตัดไม้เพื่อทดสอบหาความเค้น,ความชื้นและการกระจายความชื้นที่มีอยู่ในไม้ยางพารา

- ชั้นที่ A และ A' ตัดข้างละ 1 นิ้ว นำไปหาความชื้นเฉลี่ยโดยวิธีอบแห้งทั้ง 2 ชั้น โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{M.C.} = [(\text{GW} - \text{ODW}) / \text{ODW}] * 100$$

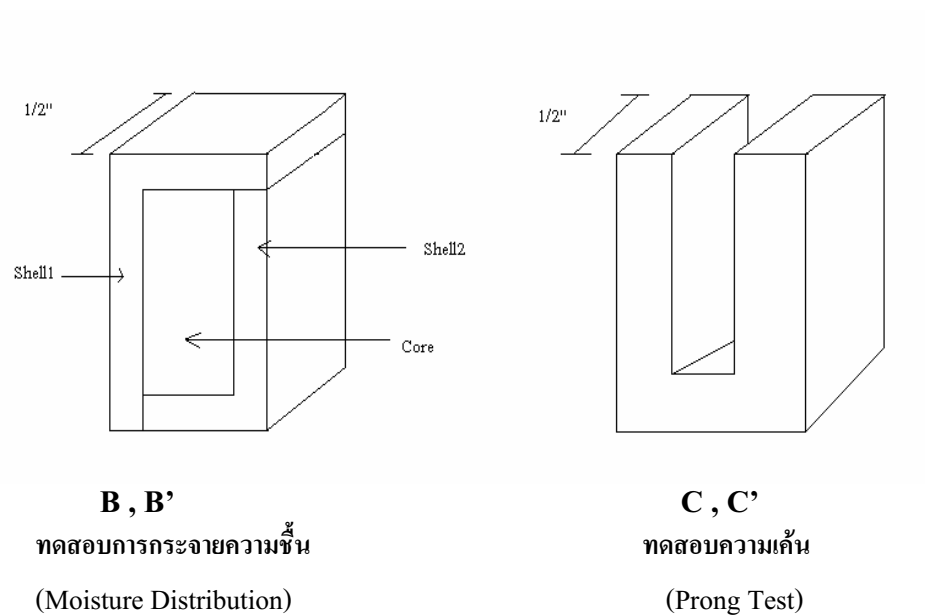
เมื่อ GW. = น้ำหนักสด (g)
 ODW. = น้ำหนักอบแห้ง (g)
 M.C. = ความชื้นในไม้ (%)

- ชั้นไม้ที่ B และ B' ให้ตัดข้างละ 1/2 นิ้ว โดยแบ่งตามความหนาออกเป็น 4 ส่วน และ 2 ส่วนตรงกลางให้เป็น Core ส่วนที่เหลือทั้งด้านบนและด้านล่างให้เป็น Shell 1, Shell 2 ดังรูปที่ 3 นำไปหาการกระจายความชื้น โดยหาความชื้นของทั้ง 3 ส่วนโดยใช้วิธีเดียวกับชั้นที่ A และ A'
- ชั้นไม้ที่ C และ C' ให้ตัดข้างละ 1/2 นิ้ว นำไปทำ **Prong Test** (โดยแบ่งตามความหนาออกเป็น 3 ส่วน เอาส่วนกลางออกทำให้มีลักษณะเป็นง่าม) ดังรูปที่ 3
- ชั้นที่ D และ E ตัดโดยแบ่งความกว้างของไม้ตัวอย่างเป็น 4 ส่วน นำสองส่วนตรงกลางตัดยาว 12 นิ้ว ไปทำ **Prong Test** เช่นเดียวกับชั้นที่ C และ C' ดังรูปที่ 4

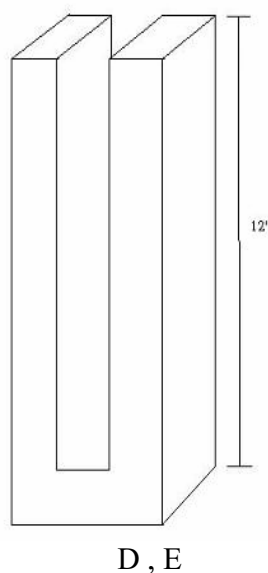
3. สังเกตสภาพของไม้ที่ทำ Prong Test 2 ระยะคือ

- หลังการตัดใหม่ๆ

- หลังจากทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง



รูปที่ 3 การทดสอบการกระจายความชื้น และทดสอบความเค้น



รูปที่ 4 การทดสอบความเค้น (Prong Test) ของชิ้น D และ E

ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบหาค่าความชื้นเฉลี่ย

ตารางที่ 1 แสดงค่าความชื้นเฉลี่ย

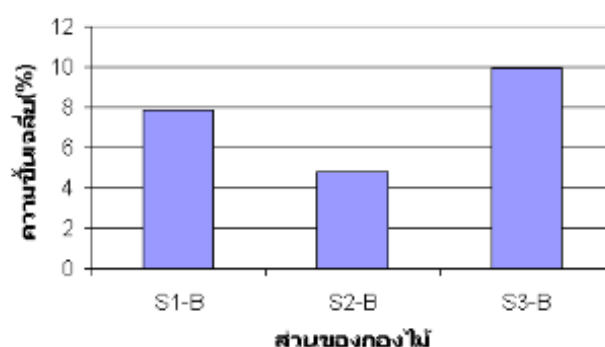
Code	ตำแหน่ง ทดสอบ	น้ำหนัก สด (g)	น้ำหนัก แห้ง (g)	ความชื้นเฉลี่ย (%)	ค่าเฉลี่ยของความชื้น เฉลี่ย (%)
S1 - B1	A	25.26	23.6	7.03	7.85
	A'	25.10	23.03	8.99	
S1 - B2	A	22.40	20.7	8.21	
	A'	22.85	21.13	8.14	
S1 - B3	A	23.92	22.61	5.79	
	A'	25.15	23.09	8.92	
S2 - B1	A	27.66	24.38	13.45	4.80
	A'	23.64	22.78	3.78	
S2 - B2	A	26.31	25.71	2.33	
	A'	25.58	24.67	3.69	
S2 - B3	A	24.88	24.19	2.85	
	A'	26.83	26.13	2.68	
S2 - M1	A	24.20	23.54	2.80	3.37
	A'	23.41	22.83	2.54	
S2 - M2	A	22.55	21.57	4.54	
	A'	23.48	22.57	4.03	
S2 - M3	A	23.61	22.86	3.28	
	A'	25.09	24.35	3.04	
S2 - T1	A	25.06	24.12	3.90	3.89
	A'	22.94	22.15	3.57	
S2 - T2	A	25.44	24.39	4.31	
	A'	22.58	21.6	4.54	
S2 - T3	A	23.23	22.39	3.75	
	A'	23.13	22.4	3.26	

ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้ยางพาราของห้องอบไม้ระบบสุญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม”

สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032

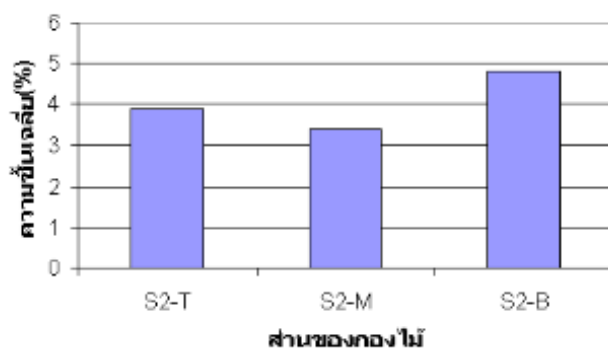
Code	ตำแหน่ง ทดสอบ	น้ำหนัก สด (g)	น้ำหนัก แห้ง (g)	ความชื้นเฉลี่ย (%)	ค่าเฉลี่ยของความชื้น เฉลี่ย (%)
S3 - B1	A	28.19	26.92	4.72	9.92
	A'	27.89	26.8	4.07	
S3 - B2	A	23.52	22.64	3.89	
	A'	20.90	20.16	3.67	
S3 - B3	A	24.88	22.33	11.42	
	A'	26.83	20.36	31.78	
Sample 1					
MC - 1	(1')	32.31	29.57	9.27	
MC - 2	(2')	33.84	30.03	12.69	
Sample 2					
MC - 3	(3')	32.30	29.09	11.03	
MC - 4	(4')	31.39	28.86	8.77	

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ค่าความชื้นเฉลี่ยของไม้ยางพาราที่ผ่านการอบด้วยเตาอบสุญญากาศเป็นเวลา 34 ชั่วโมง มีค่าความชื้นเฉลี่ยต่ำกว่า 12 % ยกเว้นชิ้นทดสอบ S3-B3 มีค่าความชื้นเฉลี่ยสูงกว่า 12 % นำค่าความชื้นเฉลี่ยของไม้แต่ละกองมาหาค่าเฉลี่ยอีกครั้งและนำมาพลอตกราฟได้ดังรูปที่ 5 และ รูปที่ 6



รูปที่ 5 ค่าเฉลี่ยของความชื้นเฉลี่ยของไม้ยางพาราของกองไม้ด้านล่าง ตามตำแหน่งต่างๆ ในเตาอบ

ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้ยางพาราของห้องอบไม้ระบบสุญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม” สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032



รูปที่ 6 ค่าเฉลี่ยของความชื้นเฉลี่ยของไม้ยางพาราของกองไม้ในแนวตั้งที่อยู่บริเวณกึ่งกลางของเตาอบไม้

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความชื้นเฉลี่ยของไม้ยางพาราของกองไม้ด้านล่าง ตามตำแหน่งต่างๆ ในเตาอบ (รูปที่ 5 และ รูปที่ 1 ประกอบ) พบว่า ค่าความชื้นเฉลี่ยของกองไม้บริเวณด้านในสุดของเตาอบมีค่าสูงที่สุด (S3-B) รองลงมาได้แก่กองไม้บริเวณส่วนที่อยู่ด้านหน้าใกล้ประตูเตาอบ (S1-B) และต่ำที่สุดได้แก่กองไม้บริเวณที่อยู่กึ่งกลางเตาอบ (S2-B)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความชื้นเฉลี่ยของไม้ยางพาราของกองไม้ในแนวตั้งที่อยู่บริเวณกึ่งกลางของเตาอบ (รูปที่ 6 และ รูปที่ 1 ประกอบ) พบว่า ค่าความชื้นเฉลี่ยของไม้กองล่างสุดมีค่าสูงที่สุด (S2-B) รองลงมาได้แก่กองไม้บริเวณส่วนที่อยู่ด้านบน (S1-T) และต่ำที่สุดได้แก่กองไม้บริเวณที่อยู่กึ่งกลาง (S2-M)

ผลการทดสอบหาการกระจายความชื้น

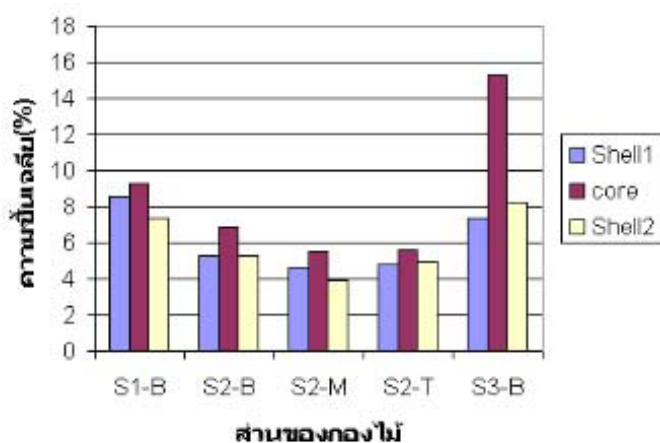
ตารางที่ 2 การทดสอบการกระจายความชื้น

Code	ตำแหน่งทดสอบ	น้ำหนักสด (g)			น้ำหนักแห้ง (g)			%ความชื้น			%ความชื้น		
		Shell 1	Shell 2	Core	Shell 1	Shell 2	Core	Shell 1	Shell 2	Core	Shell 1	Shell 2	Core
S1 - B1	B	3.12	2.81	4.69	2.91	2.61	4.29	7.22	7.66	9.32	8.60	7.33	9.28
	B'	3.66	2.99	5.33	3.39	2.76	4.83	7.96	8.33	10.35			
S1 - B2	B	3.20	2.69	3.75	2.97	2.49	3.42	7.74	8.03	9.65			
	B'	3.23	2.55	3.64	2.99	2.37	3.34	8.03	7.59	8.98			
S1 - B3	B	3.42	3.00	3.74	3.03	2.67	3.46	12.87	12.36	8.09	5.27	5.25	6.90
	B'	3.74	2.71	4.72	3.47	2.54	4.32	7.78	6.69	9.26			
S2 - B1	B	3.46	2.95	2.51	3.22	2.70	2.16	7.45	9.26	16.20			
	B'	4.13	2.84	2.50	3.94	2.72	2.38	4.82	4.41	5.04			
S2 - B2	B	4.66	3.48	2.17	4.45	3.31	2.05	4.72	5.14	5.85	5.27	5.25	6.90
	B'	5.45	3.16	3.42	5.24	3.11	3.27	4.01	1.61	4.59			
S2 - B3	B	4.52	2.49	2.09	4.27	2.37	1.99	5.85	5.06	5.03			
	B'	2.86	2.47	3.33	2.73	2.33	3.18	4.76	6.01	4.72			

Code	ตำแหน่ง ทดสอบ	น้ำหนักสด (g)			น้ำหนักแห้ง (g)			%ความชื้น			%ความชื้น		
		Shell 1	Shell 2	Core	Shell 1	Shell 2	Core	Shell 1	Shell 2	Core	Shell 1	Shell 2	Core
S2 - M1	B	3.52	2.63	3.85	3.37	2.52	3.56	4.45	4.37	8.15	4.63	3.96	5.55
	B'	3.35	2.29	3.52	3.21	2.19	3.36	4.36	4.57	4.76			
S2 - M2	B	2.89	2.32	3.98	2.75	2.21	3.77	5.09	4.98	5.57			
	B'	2.97	2.07	3.46	2.83	1.97	3.28	4.95	5.08	5.49			
S2 - M3	B	3.79	2.33	4.03	3.62	2.32	3.85	4.70	0.43	4.68	4.83	4.97	5.64
	B'	3.67	2.63	4.26	3.52	2.52	4.07	4.26	4.37	4.67			
S2 - T1	B	2.94	2.25	3.47	2.78	2.13	3.27	5.76	5.63	6.12			
	B'	3.25	2.34	3.52	3.09	2.22	3.33	5.18	5.41	5.71			
S2 - T2	B	3.36	2.63	3.76	3.26	2.53	3.56	3.07	3.95	5.62	4.83	4.97	5.64
	B'	3.44	2.66	3.79	3.28	2.54	3.59	4.88	4.72	5.57			
S2 - T3	B	3.29	2.71	3.60	3.12	2.57	3.41	5.45	5.45	5.57			
	B'	3.15	2.25	3.60	3.01	2.15	3.42	4.65	4.65	5.26			
S3 - B1	B	3.67	3.17	3.49	3.47	2.99	3.28	5.76	6.02	6.40	7.35	8.22	15.25
	B'	5.30	3.53	2.92	5.04	3.35	2.76	5.16	5.37	5.80			
S3 - B2	B	4.96	4.29	3.82	4.62	3.99	3.34	7.36	7.52	14.37			
	B'	4.84	4.01	3.69	4.53	3.88	3.24	6.84	3.35	13.89			
S3 - B3	B	3.78	3.35	3.29	3.43	2.97	2.65	10.20	12.79	24.15	7.35	8.22	15.25
	B'	4.96	3.13	2.83	4.56	2.74	2.23	8.77	14.23	26.91			
sample 1													
MC - 1	1	5.13	4.57	6.42	4.72	4.19	5.78	8.69	9.07	11.07			
MC - 2	2	5.86	4.28	5.86	5.43	3.97	5.36	7.92	7.81	9.33	7.35	8.22	15.25
sample 2													
MC - 3	3	4.62	3.67	4.29	4.24	3.38	3.87	8.96	8.58	10.85			
MC - 4	4	5.54	4.47	4.99	5.09	4.09	4.52	8.84	9.29	10.40			

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการกระจายความชื้นของไม้ยางพาราที่ผ่านการอบมีค่าไม่สูงมากนัก ยกเว้น ไม้ยางพารา (ชั้นทดสอบที่ S3-B2 และ S3-B3) ที่สุ่มมาจากกองไม้ด้านล่างที่อยู่บริเวณด้านในสุดของเตาอบ (คูรูปที่ 1 ประกอบ) พบว่า มีค่าการกระจายความชื้นค่อนข้างสูง

นำค่าความการกระจายความชื้นของไม้แต่ละกองมาหาค่าเฉลี่ยอีกครั้งและนำมาพลอตกราฟได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ค่าเฉลี่ยของการกระจายความชื้นของไม้ยางพาราของกะลามะพร้าวแต่ละกอง ตามตำแหน่งต่างๆในเตาอบ

จากรูปที่ 7 ลักษณะการกระจายความชื้นของไม้ยางพาราของกะลามะพร้าวส่วนล่างบริเวณด้านในสุดของเตาอบ (S3-B) มีค่าสูงที่สุด ส่วนกะลามะพร้าวอื่น ๆ มีลักษณะการกระจายความชื้นค่อนข้างสม่ำเสมอ

ผลการทดสอบความเค้น

ตารางที่ 3 แสดงการทดสอบ Prong Test หลังจากตัดใหม่ ๆ

prong test	D	E	C	C'
S1 - B1	โค้งออกเล็กน้อย	ตรง	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าเล็กน้อย
S1 - B2	โค้งออกปานกลาง	โค้งเข้าเกือบมาก	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าเล็กน้อย
S1 - B3	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าปานกลาง
S2 - B1	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าปานกลาง
S2 - B2	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้าเล็กน้อย	ตรง
S2 - B3	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้าน้อยมาก	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าเล็กน้อย

prong test	D	E	C	C'
S2 - M1	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าน้อยมาก	โค้งเข้าเล็กน้อย
S2 - M2	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้ามาก
S2 -M3	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้าเล็กน้อย	ตรง	โค้งเข้าเล็กน้อย
S2 - T1	ตรง	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าเล็กน้อย
S2 - T2	โค้งออกมาก	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าน้อยมาก
S2 -T3	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าเล็กน้อย
S3 - B1	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าเล็กน้อย
S3 - B2	โค้งเข้ามาก	ตรง	โค้งเข้าน้อยมาก	โค้งเข้าปานกลาง
S3 - B3	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าน้อยมาก	โค้งเข้าน้อยมาก	โค้งเข้าน้อยมาก

ผลการทดสอบความเค้น โดยการทำ prong test หลังจากตัดชิ้นทดสอบใหม่ๆ ของไม้ยางพาราที่ผ่านการอบ พบ prong test ส่วนใหญ่มีลักษณะโค้งเข้า แสดงให้เห็นว่าไม้ยางพาราที่ผ่านการอบนี้มีความเค้นหลงเหลืออยู่ในเนื้อไม้

ตารางที่ 4 แสดงการทดสอบ Prong Test หลังจากทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

prong test	D	E	C	C'
S1 - B1	โค้งออกปานกลาง	ตรง	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าเล็กน้อย
S1 - B2	โค้งออกมาก	โค้งเข้าเกือบมาก	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าปานกลาง
S1 - B3	ตรง	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าปานกลาง
S2 - B1	ตรง	ตรง	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าปานกลาง
S2 - B2	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าเล็กน้อย
S2 - B3	โค้งออกเล็กน้อย	ตรง	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้ามาก

ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้ยางพาราของห้องอบไม้ระบบสุญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม”

สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032

prong test	D	E	C	C'
S2 - M1	ตรง	โค้งเข้าน้อยมาก	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าเล็กน้อย
S2 - M2	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้ามาก
S2 -M3	ตรง	โค้งเข้าเล็กน้อยเอียงไปด้านข้าง	ตรง	โค้งเข้าเล็กน้อย
S2 - T1	โค้งออกปานกลาง	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าเล็กน้อย
S2 - T2	โค้งออกมากขึ้น	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าน้อยมาก
S2 -T3	ตรง	โค้งเข้ามาก	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าเล็กน้อย
S3 - B1	โค้งออกเล็กน้อย	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าปานกลาง	โค้งเข้าเล็กน้อย
S3 - B2	ตรง	ตรง	โค้งเข้าเล็กน้อย	โค้งเข้าปานกลาง
S3 - B3	ตรง	โค้งเข้าน้อยมาก	โค้งเข้าน้อยมาก	โค้งเข้าน้อยมาก

ผลการทดสอบความเค้น โดยการทำ Prong test หลังจาก หลังจากทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง พบว่า prong test ส่วนใหญ่มีลักษณะโค้งเข้า แสดงให้เห็นว่าไมยางพาราที่ผ่านการอบนี้มีส่วนใหญ่มีการแข็งนอก (casehardening) เกิดขึ้น

สรุปและวิจารณ์ผลการทดสอบ

ค่าความชื้นเฉลี่ยของไมยางพาราที่ผ่านการอบด้วยเตาอบสุญญากาศเป็นเวลา 34 ชั่วโมง มีค่าความชื้นเฉลี่ยส่วนใหญ่ต่ำกว่า 12 % และมีค่าค่อนข้างต่ำ แสดงว่าการอบไม้ด้วยวิธีสุญญากาศเพื่อให้ได้ความชื้น ประมาณ 12 % อาจใช้ระยะเวลาต่ำกว่า 34 ชั่วโมง แต่การทดลองไม่ได้อบไม้เต็ม **capacity** ของเตาอบนี้อาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่สามารถอบไม้ให้แห้งได้เร็ว และความชื้นไม้หลังการอบมีค่าค่อนข้างต่ำ

ค่าความชื้นเฉลี่ยของกองไม้บริเวณด้านในสุดของเตาอบมีค่าสูงที่สุด (S3-B) รองลงมาได้แก่กองไม้บริเวณส่วนที่อยู่ด้านหน้าใกล้ประตูเตาอบ (S1-B) และค่าที่สุดได้แก่กองไม้บริเวณที่อยู่กึ่งกลางเตาอบ (S2-B) (ดูรูปที่ 1 และ 5) แสดงถึงลักษณะการแห้งของไม้แต่ละกองไม้เท่ากันอาจเนื่องมาจากการกระจายของความร้อนและการหมุนเวียนของกระแสอากาศในเตาอบไม้สม่ำเสมอ

ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไมยางพาราของห้องอบไม้ระบบสุญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม”
สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032

ความชื้นเฉลี่ยของไม้ยางพาราของกองไม้ในแนวตั้งที่อยู่บริเวณกึ่งกลางของเตาอบ(รูปที่ 6 และ รูปที่ 1 ประกอบ) พบว่า ค่าความชื้นเฉลี่ยของกองไม้ล่างสุดมีค่าสูงที่สุด (S2-B) รองลงมาได้แก่กองไม้บริเวณส่วนที่อยู่ด้านบน (S1-T) และต่ำที่สุดได้แก่กองไม้บริเวณที่อยู่กึ่งกลาง (S2-M) เช่นเดียวกันแสดงถึงลักษณะการแห้งของไม้แต่ละกองไม้เท่ากันอาจเนื่องมาจากการกระจายของความร้อนและการหมุนเวียนของกระแสอากาศในเตาอบไม้สม่ำเสมอ ส่วนกองไม้บริเวณที่อยู่กึ่งกลางมีค่าความชื้นเฉลี่ยต่ำที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกองไม้นี้ปะทะกระแสอากาศโดยตรง

ลักษณะการกระจายความชื้นของไม้ยางพาราของกองไม้ด้านล่างบริเวณด้านในสุดของเตาอบ (S3-B) มีค่าสูงที่สุด ส่วนกองไม้อื่น ๆ มีลักษณะการกระจายความชื้นค่อนข้างสม่ำเสมอ แสดงถึงลักษณะการกระจายของความร้อนและการหมุนเวียนของกระแสอากาศในเตาอบไม้สม่ำเสมอ โดยเฉพาะบริเวณด้านในสุดของเตาอบ

จากการทดสอบความเค้น โดยการทำ prong test ส่วนใหญ่มีลักษณะโค้งเข้า หรือ เกิด casehardening แสดงให้เห็นว่าไม้ยางพาราที่ผ่านการอบนี้มีความเค้นหลงเหลืออยู่ในเนื้อไม้ ดังนั้นก่อนนำไม้ออกจากเตาอบควรทำ Equalizing และ Conditioning ก่อน

เอกสารอ้างอิง

ปญญ์ ศรีอรุณ . 2542. การผึ่งและการอบไม้. โครงการเผยแพร่ความรู้ทางวนผลิตภัณฑ์, ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 144 น.

วิรัช ชื่นวาริน . 2533 . สมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อไม้ ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 315 น.

วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัดน์ . 2546 . เอกสารประกอบการสอนวิชา 305372 ปฏิบัติการเทคโนโลยีการอบไม้, ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

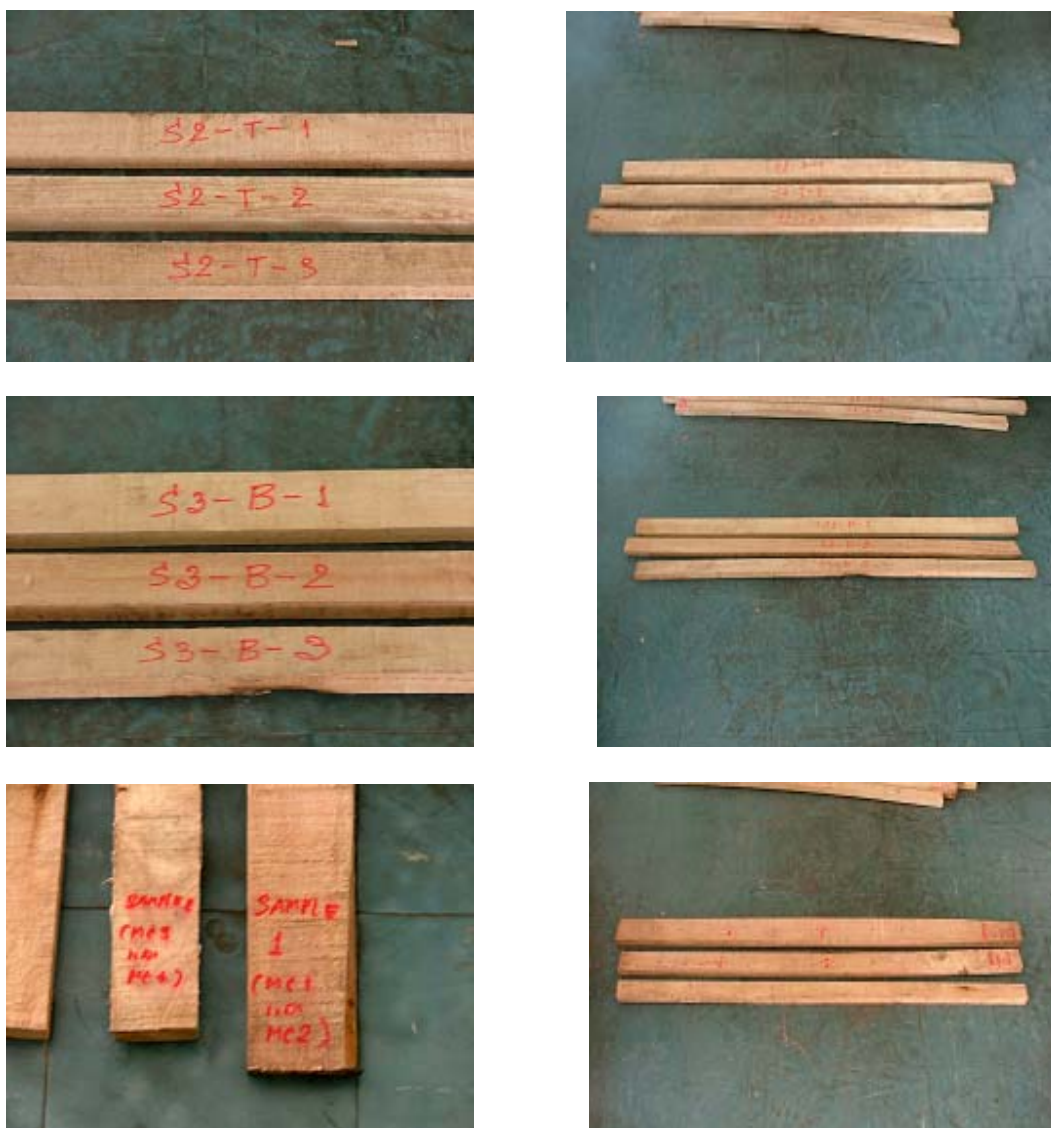
William T. Simpson . 1991 . Dry Kiln Operator's Manual , United State Department of Agriculture , Forest Service , Forest Product Laboratory , Madison University of Wisconsin . 124 -129 p.

ภาคผนวก



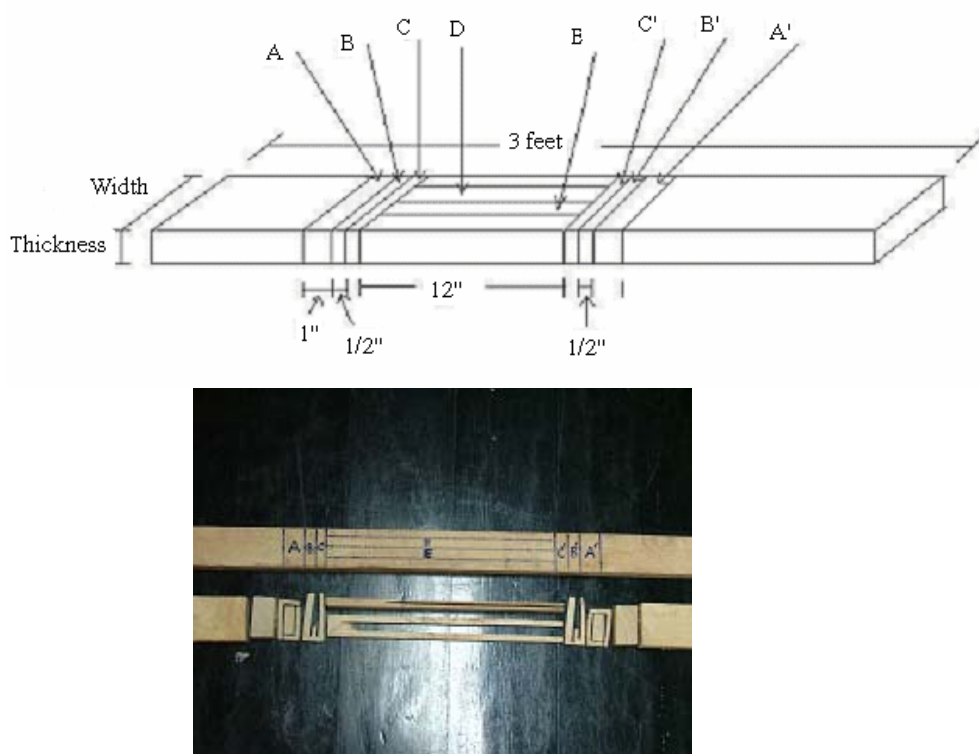
ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้ยางพาราของห้องอบไม้ระบบสุญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม”

สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032



รูปผนวกที่ 1 แสดงไม้ที่นำมาทดสอบ

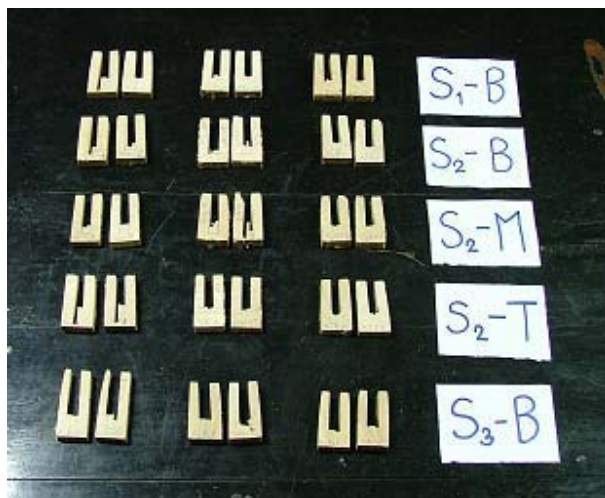
ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้ยางพาราของห้องอบไม้ระบบสุญญากาศที่ใช้ระบบ
คอมพิวเตอร์ควบคุม” สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032



รูปผนวกที่ 2 แสดงวิธีการตัดไม้เพื่อทดสอบหาความโค้ง,ความชื้นและการกระจายความชื้นที่มีอยู่ในไม้

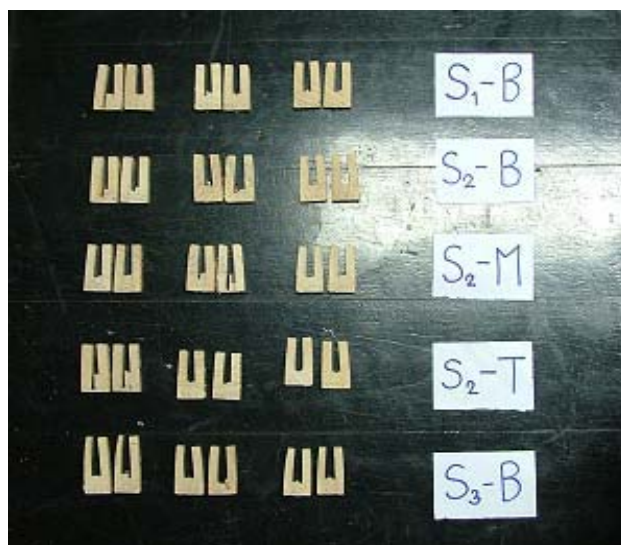


รูปผนวกที่ 3 การทดสอบการกระจายความชื้น



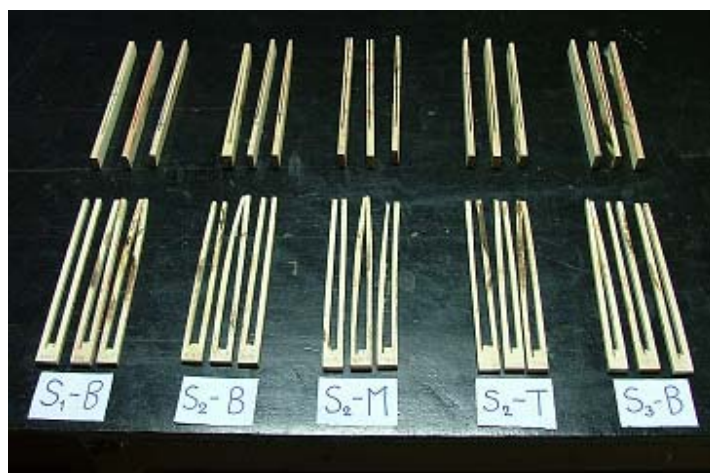
C, C'

รูปผนวกที่ 4 การทดสอบความเค้นหลังจากตัดใหม่ ๆ



C, C'

รูปผนวกที่ 5 การทดสอบความเค้นหลังจากทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง



D, E

รูปผนวกที่ 6 การทดสอบความเค้นหลังจากตัดใหม่ ๆ



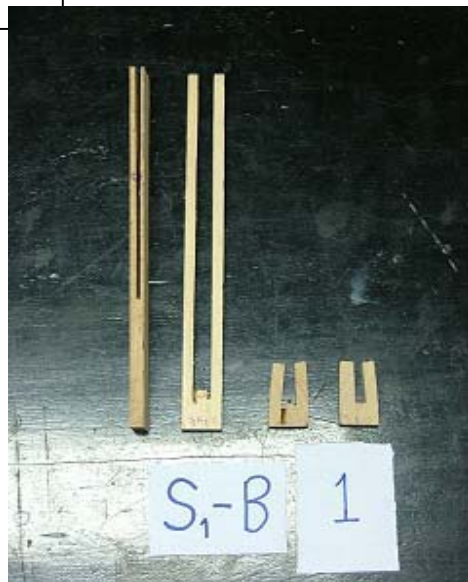
D, E

รูปผนวกที่ 7 การทดสอบความเค้นหลังจากทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

Code : S1 – B1



หลังจากตัดใหม่ฯ



ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 8 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S1-B1

Code : S1 – B2



หลังจากตัดใหม่ฯ



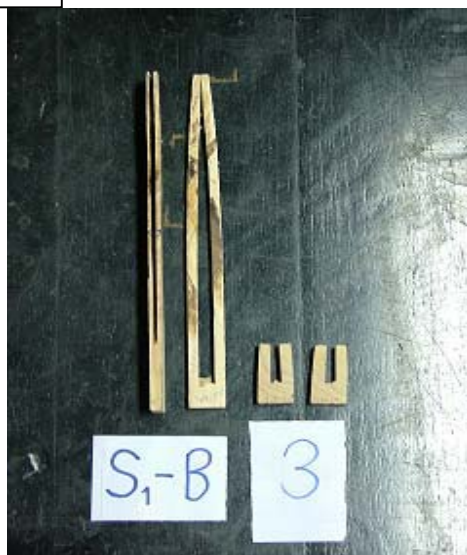
ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 9 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S1-B2

Code : S1 – B3



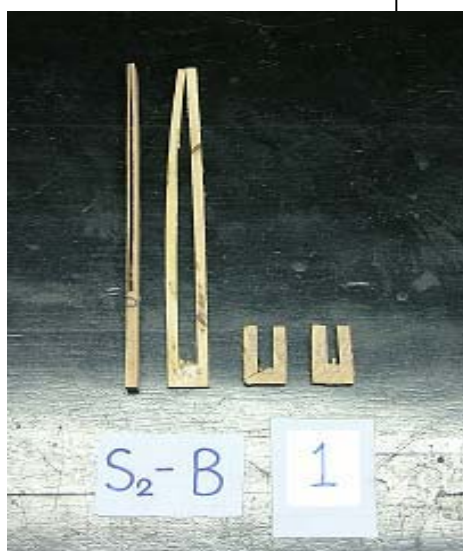
หลังจากตัดใหม่ ๆ



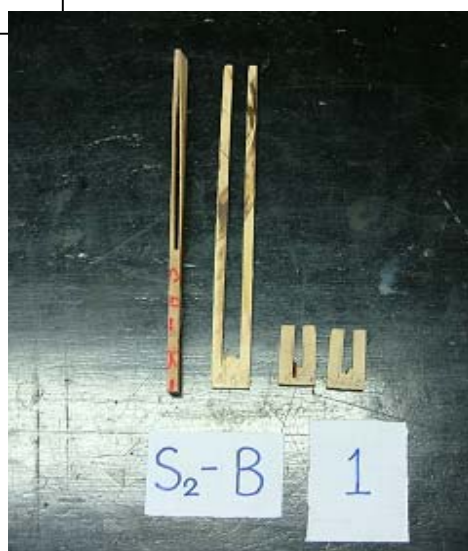
ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 10 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S1-B3

Code : S2 – B1



หลังจากตัดใหม่ ๆ



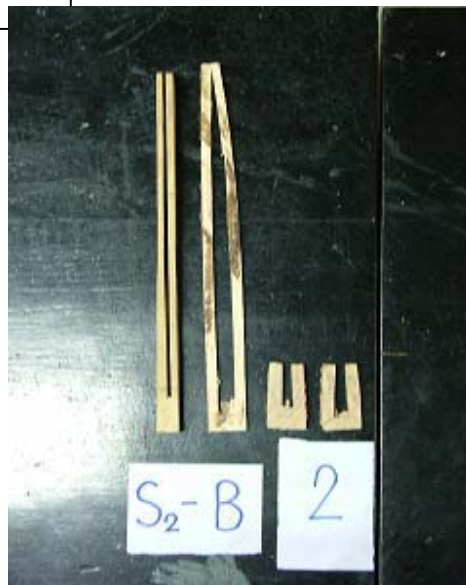
ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 11 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S2-B1

Code : S2 – B2



หลังจากตัดใหม่ ๆ



ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 12 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S2-B2

Code : S2 – B3



หลังจากตัดใหม่ ๆ



ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 13 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S-B3

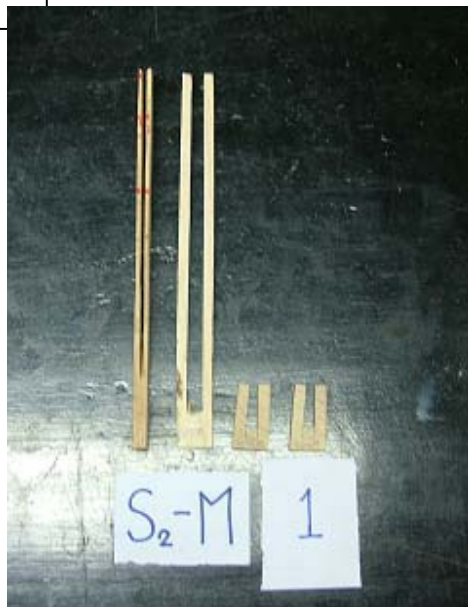
ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้อย่างพาราของห้องอบไม้ระบบสุญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม”

สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032

Code : S2 – M1



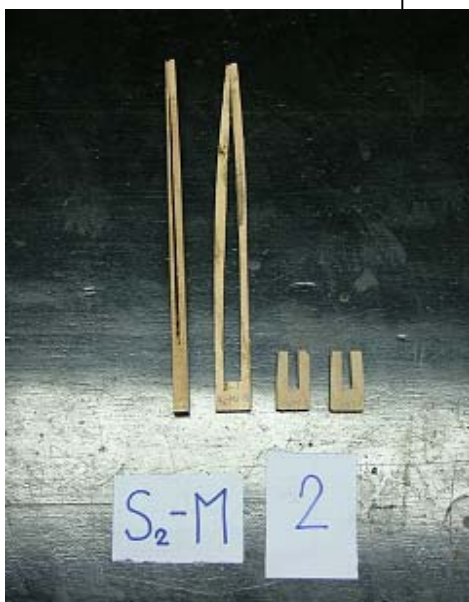
หลังจากตัดใหม่ ๆ



ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 14 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S1-M1

Code : S2 – M2



หลังจากตัดใหม่ ๆ



ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 15 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S2-M2

ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้ยางพาราของห้องอบไม้ระบบสุญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม”

สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032

Code : S2 – M3



หลังจากตัดใหม่ ๆ



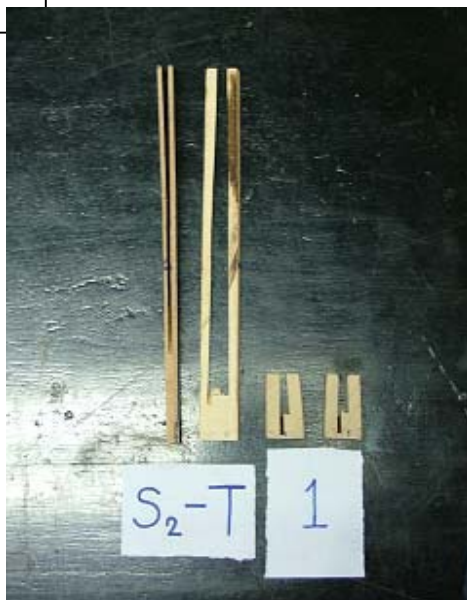
ทิ้งไว้ในที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 16 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S2-M3

Code : S2 – T1



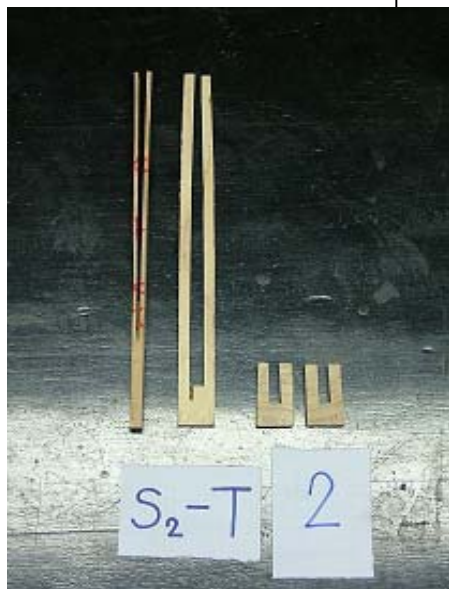
หลังจากตัดใหม่ ๆ



ทิ้งไว้ในที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 17 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S1-T1

Code : S2 – T2



หลังจากตัดใหม่



ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 18 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S2-T2

Code : S2 – T3



หลังจากตัดใหม่



ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 19 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S2-T3

Code : S3 – B1



หลังจากตัดใหม่



ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 20 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S3-B1

Code : S3 – B2



หลังจากตัดใหม่



ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 21 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S3-B2

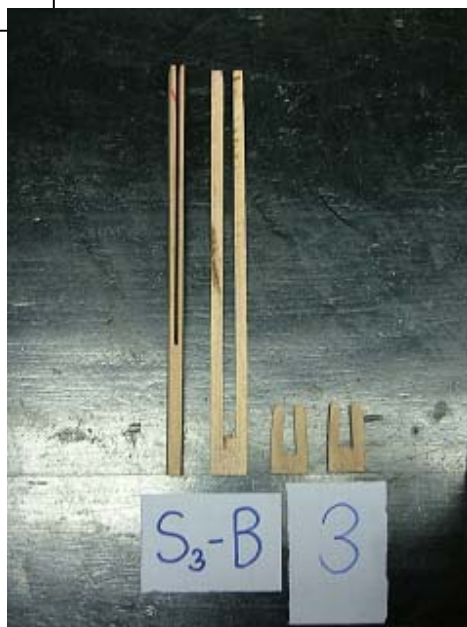
ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้อย่างพาราของห้องอบไม้ระบบสุญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม”

สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032

Code : S3 – B3



หลังจากตัดใหม่ ๆ



ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง

รูปผนวกที่ 22 การทดสอบ Prong test ของชิ้นทดสอบ S3-B3

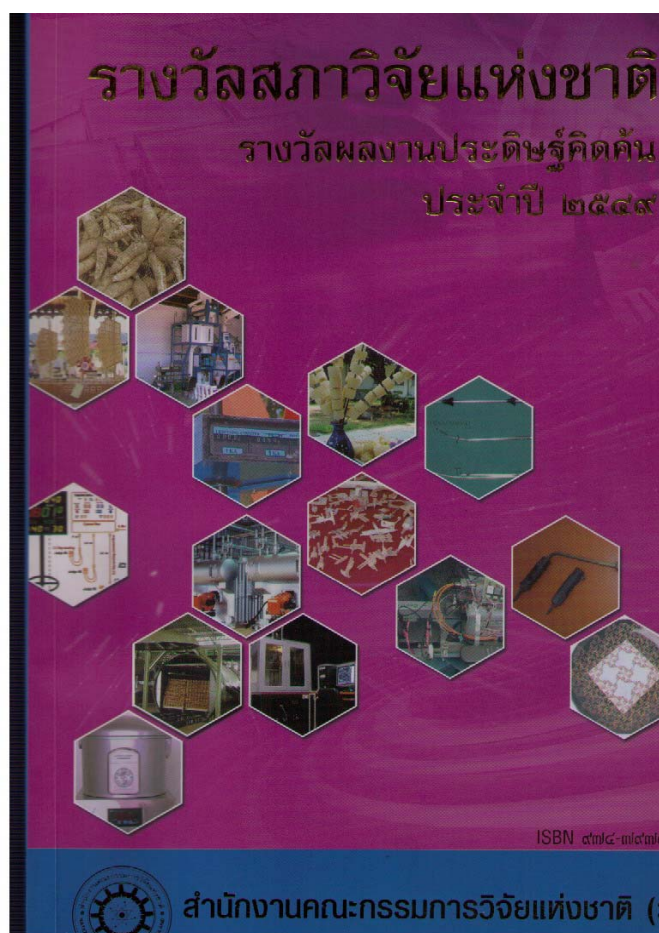
ภาคผนวก ข

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ภายใต้การสนับสนุนจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ใน 2 รูปแบบคือ

1. จัดพิมพ์ผลงานแจกในหนังสือรางวัลสภาวิจัยแห่งชาติ รางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้น ประจำปี ๒๕๔๕ แสดงในภาพผนวกที่ ข1 ข2 และข3
2. จัดให้แสดงผลงานในรูปแบบนิทรรศการ แสดงในภาพผนวกที่ ข4 ข5 และเอกสารเกี่ยวกับห้องอบสุญญากาศสำหรับไม้ยางพาราที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมที่ใช้สำหรับแจกผู้เยี่ยมชม นิทรรศการ



ภาพผนวกที่ ข1 หนังสือเผยแพร่ผลงานประดิษฐ์คิดค้นที่ได้รับรางวัลสภาวิจัยแห่งชาติ

ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้ยางพาราของห้องอบไม้ระบบสุญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม” สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032



ภาพผนวกที่ ข2 หนังสือเผยแพร่ผลงานประดิษฐ์คิดค้นที่ได้รับรางวัลสภาวิจัยแห่งชาติ

ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้ยางพาราของห้องอบไม้ระบบสุญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม”

สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032



ภาพผนวกที่ ข3 หนังสือเผยแพร่ผลงานประดิษฐ์คิดค้นที่ได้รับรางวัลสภาวิจัยแห่งชาติ

ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้ยางพาราของห้องอบไม้ระบบสูญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม”

สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032



ภาพผนวกที่ ข4 การจัดแสดงผลงานประดิษฐ์คิดค้นที่ได้รับรางวัลสภาวิจัยแห่งชาติ



ภาพผนวกที่ ข5 การจัดแสดงผลงานประดิษฐ์คิดค้นที่ได้รับรางวัลสภาวิจัยแห่งชาติ

ชื่อโครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพการอบไม้อย่างพาราของห้องอบไม้อบบสุญญากาศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม”

สัญญาโครงการเลขที่ RDG4750032



ห้องอบสูญญากาศสำหรับไม้ยางพาราที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม

สนับสนุนการวิจัยโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) และสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (สนช.)

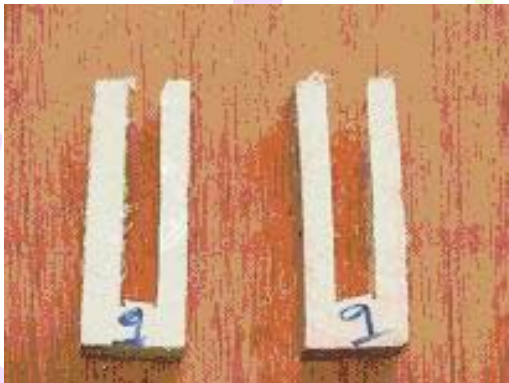


ข้อดี

- ใช้พื้นที่สำหรับเป็นเชื้อเพลิงหม้อไอน้ำน้อยกว่ามากทำให้กำไรเพิ่ม
- ควบคุมความร้อนได้สม่ำเสมอทำให้สูญเสียจากไม้บดงน้อย
- ความชื้นในไม้ที่ได้จากการอบสม่ำเสมอกรณีที่มีการอบปรับสภาพ
- ไม้มีความเค้นในเนื้อไม้ต่ำทำให้สามารถผลิตเฟอร์นิเจอร์ที่มีคุณภาพ
- ไม้ไม่ขึ้นราเพราะเป็นระบบปิดและสามารถให้ความร้อนจากไอน้ำมาเชื้อราเมื่อเริ่มการอบไม้
- มีโปรแกรมอบไม้ที่แน่นอนเพราะใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม
- มีเครื่องมือวัดความชื้นในเนื้อไม้ในระหว่างอบไม้

ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

“สามารถอบไม้ยางที่มีความหนา 1 นิ้ว หนากว้าง 2 นิ้ว หรือ 3 นิ้ว หรือ 4 นิ้ว ในปริมาตร 300ลบ.ฟุต ภายใน 58 ชั่วโมง หรืออบไม้ได้เร็วกว่าห้องอบไม้แบบดั้งเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันถึง 2.9 เท่า”

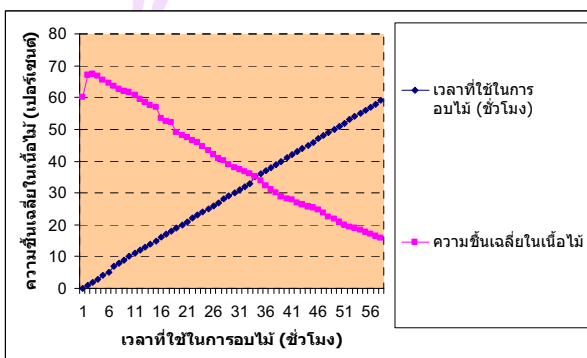


ภาพจอคอมพิวเตอร์ที่สามารถอ่านค่าความชื้นในเนื้อไม้ และค่าที่สำคัญในการอบไม้ต่างๆทุกชนิด

ภาพการทดสอบความเค้นในเนื้อไม้

ผู้สนใจต้องการทราบข้อมูลดังต่อไปนี้

- ☐ การขอนัดทดสอบอบไม้ในปริมาตร 300ลบ.ฟุต
- ☐ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ
- ☐ คุณภาพของไม้
- ☐ ฯลฯ



ภาพแสดงผลการทดสอบอบไม้

สามารถติดต่อสอบถามได้ที่หัวหน้า
โครงการวิจัยที่หมายเลขโทรศัพท์ 09-140 3076