บทที่ 6

สรุป วิจารณ์และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปวิธีทดลอง

งานศึกษาและจำลองแบบของโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์ ได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็นสองส่วนคือ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการทดสอบโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยก็เพื่อศึกษาออกแบบและทดสอบโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์ขนาดความจุภายใน 30 ลูกบาศก์เมตร ที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการใช้อบไม้เพื่อทำเครื่องเรือน สามารถลดความชื้นออกจากไม้จากเดิมที่มีความชื้น 30%-40% (มาตรฐานแห้ง) ลงมาเหลือเพียง 11%-12% (มาตรฐานแห้ง) ภายในระยะเวลาสั้นและได้ไม้ที่ผ่านการอบมีคุณภาพดีเหมาะสมกับการนำไปทำเครื่องเรือน

การจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ของโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์ ได้จัดสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้คำนวณสภาวะต่างๆที่ได้จากการอบไม้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์ประกอบไปด้วย แบบจำลองย่อยทางคณิตศาสตร์ 3 แบบ คือ แบบจำลองของแผงรับแสงอาทิตย์ แบบจำลองของสภาวะอากาศและแบบจำลองสมดุลย์ของโรงอบไม้

การทดสอบโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อศึกษาสมรรถนะของโรงอบ ฯ ทดสอบและเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หลักการทำงานของโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์ก็คือ อากาศจะถูกดูดโดยพัดลมดูดอากาศผ่านเข้ามายังแผงรับแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลังคาโรงอบไม้ ฯ อากาศซึ่งผ่านแผงรับแสงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและจะถูกพัดลมดูดผ่านกองไม้เพื่อทำขบวนการอบแห้ง ความเร็วลมที่ผ่านกองไม้มีผลต่อคุณภาพไม้เป็นอย่างมาก ถ้าความเร็วลมที่ผ่านกองไม้ช้าหรือเร็วเกินไปจะทำให้ไม้ด้อยคุณภาพ และเกิดตำหนิขึ้นกับไม้ ความเร็วลมที่เหมาะสมคือ 2 เมตรต่อวินาที

การออกแบบโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์เริ่มจากการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการลดความชื้นออกจากไม้ และอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดขนาด

เบื้องต้นของโครงสร้างและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของโรงอบ จากการคำนวณอย่างคร่าว ๆ จะทราบขนาดของประตู ขนาดแผงรับแสงอาทิตย์และโครงสร้างอื่น ๆ ขั้นตอนการก่อสร้างได้แบ่งการก่อสร้างออกเป็นสองส่วน ส่วนที่เป็นฐานรากและโรงอบอาศัยแรงงานและวัสดุในท้องถิ่น งานอีกส่วนหนึ่งได้แก่ โครงสร้างหลังคาแผงรับแสงอาทิตย์ และประตูทางเข้าโรงอบกระทำที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ส่วนประกอบของโรงอบไม้ ฯ เหล่านี้ได้ทดลองประกอบแล้วจึงถอดออกเป็นชิ้นจัดส่งไปยังสถานที่ทดลอง ณ อ.สว่างแดนดิน จ.สกลนคร ทำการติดตั้งและประกอบกับส่วนแรกจนแล้วเสร็จ

การทดลองได้กระทำสองครั้งเพื่อหาสมรรถนะของโรงอบ ในการทดลองแต่ละครั้งได้เก็บข้อมูลเบื้องต้นและข้อมูลระหว่างการอบที่จำเป็นสำหรับการคำนวณหาสมรรถนะของโรงอบ นำผลต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกับผลที่คำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อทำนายพฤติกรรมของโรงอบไม้ ฯ นอกจากนี้ยังได้มีการทดลองเพื่อทดสอบคุณภาพของไม้ภายหลังการอบอีกด้วย

6.2 สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองพบว่า การอบไม้ประดู่หนา 20 มม. ที่ความชื้นเริ่มต้น 25% (มาตรฐานแห้ง) ลงมาที่ 12% (มาตรฐานแห้ง) จะใช้เวลาเพียง 11 วัน ในขณะที่การตากแห้งใช้เวลาถึง 26 วัน ส่วนการทดลองอบไม้ยูคาลิปตัสและไม้เลี่ยนหนา 38 มม.ที่ความชื้นเริ่มต้น 30% (มาตรฐานแห้ง) ลงมาที่ 12% (มาตรฐานแห้ง) จะใช้เวลา 11 วัน การตากแห้งใช้เวลา 36 วัน เป็นที่สังเกตุว่าปริมาตรไม้ทั้งสองครั้งต่างกันแต่ใช้เวลาในการอบไม้เท่ากัน ซึ่งเป็นเพราะว่าการทดลองครั้งแรกเป็นไม้ประดู่ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าไม้ที่อบในครั้งที่สองคือไม้ยูคาลิปตัส โดยที่ความชื้นศูนย์ ไม้ประดู่มีความหนาแน่น 855 kg/m^3 และไม้ยูคาลิปตัสมีความหนาแน่น 705 kg/m^3 ไม้ที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะแห้งช้ากว่าเพราะการเคลื่อนตัวของน้ำยากกว่า สาเหตุอีกประการหนึ่งคือในระหว่างการทดลองอบไม้ครั้งแรกเป็นช่วงฤดู มีเมฆและฝนมาก จึงทำให้ประสิทธิภาพของโรงอบไม้ ฯ ลดลง ข้อมูลการลดความชื้นจากการทดลองใกล้เคียงกับการคำนวณ โดยการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อยู่ในช่วงยอมรับได้ ในการทดลองอบไม้ครั้งที่สองนี้มีไม้ยูคาลิปตัสและไม้เลี่ยนขนาดความหนา 60-70 มม. รวมอยู่ด้วย เพื่อนำไม้เหล่านี้ไปทดสอบคุณภาพ ปรากฏว่าไม้เหล่านี้เกิดการแตกและโก่งอย่างเห็นได้ชัด อันเป็นผลมาจากการควบคุมสภาวะการอบไม่เหมาะสมกับไม้ขนาดความหนาดังกล่าว ซึ่งในการทดลอง

ควบคุมที่ความหนาของไม้เป็น 38 มม.

จากการที่พลังงานความร้อนที่ใช้ในการอบไม้ได้มาจากพลังงานแสงอาทิตย์ ดังนั้น ระยะเวลาในการอบไม้ตลอดจนสภาพของการอบจึงแตกต่างกันตลอดทั้งปี การเลือกระยะเวลาการอบอื่น ๆ ในรอบปีจะเลือกโดยพิจารณาตำแหน่งของดวงอาทิตย์เป็นสำคัญ ระยะเวลาที่เลือกมาคือ อิควินอก (21 มีนาคม และ 21 กันยายน) ซัมเมอร์โซลทิส (21 มิถุนายน) และวินเทอร์โซลทิส (21 ธันวาคม) การคำนวณสมรรถนะของโรงอบไม้ในระยะเวลาต่าง ๆ นี้ใช้ข้อมูลเฉลี่ยของจังหวัดสกลนคร จากผลการคำนวณพบว่า การอบไม้จะได้ผลดีในทุก ๆ ช่วงเวลาของปียกเว้นในช่วงเวลาของซัมเมอร์โซลทิส เพราะความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยบรรยากาศของช่วงเวลาดังกล่าวสูงกว่า 80% ความชื้นสมดุลย์ของไม้อยู่ในระดับสูงกว่าจะนำไปใช้เป็นเครื่องเรือนที่ดีได้ การอบไม้ในช่วงเวลานี้จะต้องใช้เวลานานซึ่งหมายถึงสิ้นค่าใช้จ่ายระหว่างการอบมาก จึงสมควรหลีกเหลี่ยงการอบไม้ในช่วงเวลานี้ (ประมาณเดือนมิถุนายน และกรกฎาคม)

ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่จังหวัดสกลนคร ในช่วงระหว่างการทดลองมีค่าสูงกว่าค่าปริมาณแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 20% จึงมีความเห็นว่าพลังงานแสงอาทิตย์จริงของจังหวัดสกลนครน่าจะสูงกว่าค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยดังกล่าว ดังนั้นการนำโรงอบไม้ไปใช้งานจริงจึงน่าจะใช้เวลาในการอบไม้สั้นกว่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และจะให้สมรรถนะสูงกว่าด้วย

ผลการทดสอบคุณภาพไม้ภายหลังการอบแห้งและตากแห้งสรุปได้ว่า คุณภาพของไม้ใกล้เคียงกัน สำหรับคุณภาพของไม้ด้านการแปรรูปและใช้งานปรากฏว่า ไม้ประดู่และไม้มะค่าที่ผ่านการอบแห้งในโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์มีตำหนิต่าง ๆ น้อย อีกทั้งแปรรูปได้ง่าย ผิวเรียบและเป็นมันกว่าไม้ที่ผ่านการตากแห้ง การไสขึ้นรูปทำได้ง่าย ผู้ใช้งานพอใจกับไม้ที่ผ่านการอบแห้งมาก ส่วนไม้ยูคาลิปตัสมีปัญหาด้านการแปรรูปและการนำไปใช้งานเนื่องจากการโก่ง งอ และแตกของไม้มีมาก สำหรับไม้เลี่ยนก็เกิดปัญหานี้เช่นเดียวกันแต่น้อยกว่า กล่าวโดยสรุปได้ว่า ไม้ที่ผ่านการอบแห้งโดยโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์จะมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าไม้ที่ตากแห้งโดยวิธีธรรมชาติ

การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ไม่สามารถเปรียบเทียบความได้เปรียบเสียเปรียบเชิงเศรษฐศาสตร์ของการอบแห้งและตากแห้งได้ เพราะปัญหาในการจัดหาไม้

สำหรับการทดลองแต่ละครั้งไม่มากพอที่จะทำการทดลองทั้งวิธีการอบไม้ ฯ และการตากไม้ในปริมาณที่เหมาะสมพร้อม ๆกันได้ และระยะเวลาสำหรับการทดลองไม่นานพอที่จะดำเนินการทดลองได้หลายครั้ง การประเมินค่าใช้จ่ายรายปีสำหรับการอบแห้งกระทำโดยการจำลองแบบทางคอมพิวเตอร์ เมื่อใช้โรงอบไม้โดยมีปริมาตรของไม้ในการอบแต่ละครั้งไม่ต่ำกว่า 6 $ม^3$ การใช้งานปีละ 8-12 ครั้ง ไม้ภายหลังการอบมีความชื้น 11%-12%(มาตรฐานแห้ง) ซึ่งเมื่อคิดจากต้นทุนจริง ๆ จะเสียค่าใช้จ่ายในการอบแห้งประมาณ 260-520 บาท/$ม^3$ ราคาการอบแห้งที่โรงงานอุตสาหกรรมรับจ้างอบอยู่ในปัจจุบันคิดราคา 640 บาท/$ม^3$ แต่การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการอบไม้โดยโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์กับการอบไม้โดยโรงงานอุตสาหกรรมยังไม่เด่นชัดนัก เพราะมีปัจจัยอื่น ๆ มาเกี่ยวข้องอีกเช่น ปริมาตรของไม้ที่อบ ขนาดของโรงอบ ขนาดพัดลมที่ต้องเปลี่ยนตามขนาดโรงอบ จำนวนครั้งในการอบต่อปี และความชื้นไม้ภายหลังการอบซึ่งในทางพาณิชย์ต้องการความชื้นของไม้ที่ 6% - 10% (มาตรฐานแห้ง) ซึ่งต้องนำมาพิจารณาด้วย

ผลการเปรียบเทียบผลการทดลองกับผลการคำนวณจากแบบจำลองคณิตศาสตร์พบว่าค่าการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงอบไม้ที่เวลาใด ๆ แตกต่างกันระหว่าง ±40% และความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยเป็น 17% ค่าการเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศภายในโรงอบไม้ที่เวลาใด ๆ แตกต่างกันระหว่าง ± 8°C ความแตกต่างของอุณหภูมิโดยเฉลี่ยเป็น 3°C ส่วนการเปรียบเทียบค่าความชื้นของไม้ในแต่ละเวลาใด ๆ มีค่าใกล้เคียงกันมาก ความแตกต่างไม่เกิน 0.7%

6.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยและพัฒนาต่อไปคือ

6.3.1 ควรจะมีการวิจัยและพัฒนาการใช้พลังงานร่วมระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์กับพลังงานรูปอื่น เช่น ชีวมวล ทั้งนี้เพราะการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวในบางฤดูจะใช้ระยะเวลาการอบไม้นาน ซึ่งเชื่อว่าการใช้พลังงานร่วมดังกล่าวจะช่วยลดเวลาการอบไม้ในช่วงเวลานั้นลงไปได้มาก

6.3.2 ควรจะมีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้โรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์กับไม้หลายหลายชนิด เพื่อที่จะได้ศึกษาถึงลักษณะและค่ากลสมบัติของไม้ภายหลังการอบ ซึ่งจะมี

ประโยชน์สำหรับการกำหนดรูปแบบและสภาวะการอบที่เหมาะสมต่อไป

6.3.3 ควรจะมีการวิจัยและพัฒนานำตัวเก็บสะสมพลังงาน (energy storage) มาใช้กับโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์ด้วย เพื่อเก็บความร้อนในช่วงเวลากลางวันมาใช้งานในเวลากลางคืน ซึ่งจะทำให้โรงอบไม้ ฯ ทำงานได้ต่อเนื่องตลอดเวลา ทำให้ไม้แห้งเร็วขึ้นและสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ได้เต็มที่

6.3.4 ในกรณีที่ไม่มีการอบไม้ภายในโรงอบ อาจจะใช้ประโยชน์โรงอบไม้ในการเก็บรักษาไม้หรือเครื่องเรือนเพื่อคงสภาพความชื้นของไม้ไว้

6.3.5 ในการวิจัยและพัฒนาต่อไป ถ้าสามารถลดขนาดของโรงอบลงให้เหมาะสมกับการใช้งานจะเป็นการดี ซึ่งนอกจากจะได้โรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นแล้วยังลดค่าใช้จ่ายทั้งในการก่อสร้างและระหว่างการอบไม้ลงอีกด้วย