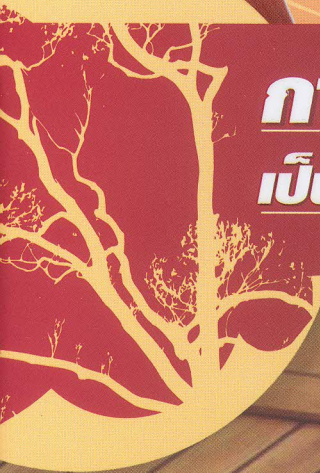


กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้
สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้
พ.ศ. 2551



การเพิ่มมูลค่าไม้สวนป่า เป็นไม้ประสานโครงสร้างอาบนํ้ายา



เรื่อง

การเพิ่มมูลค่าไม้สวนป่าเป็นไม้ประสานโครงสร้างอาคาร

ผู้เรียบเรียง

กลุ่มงานพัฒนาผลผลิตป่าไม้

สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลผลิตป่าไม้

กรมป่าไม้

โทร. 0 2561 4292 ต่อ 490, 491

จำนวน 1,000 เล่ม

จำนวนหน้า 48 หน้า

พิมพ์ที่

โรงพิมพ์ บริษัท สุชุมวิทมีเดีย มาร์เก็ตติ้ง จำกัด

เลขที่ 203/42-44 ซอยพัฒนาการ 63 ถนนพัฒนาการ

แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250

โทรศัพท์ 0 2722 4200-2 แฟกซ์ 0 2322 8702

คำนำ

เมื่อรัฐบาลไทยได้ประกาศยกเลิก การสัมปทานป่าบกทั้งประเทศ ในปี พ.ศ.2532 ทำให้เกิดการขาดแคลนไม้ใช้สอยภายในประเทศ จึงมีการนำไม้เข้าจากต่างประเทศ มาบริโภค ปีละกว่า 4 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่ในปัจจุบันเกิดกระแสการต่อต้านจากทั่วโลก ที่นำไม้จากป่าธรรมชาติหรือป่าที่ไม่ได้รับการจัดการอย่างยั่งยืนมาใช้ประโยชน์ ภาครัฐจึงส่งเสริมการปลูกป่าเศรษฐกิจทั่วประเทศ เพื่อนำไม้จากสวนป่ามาทดแทน ไม้จากป่าธรรมชาติ แต่ไม้จากสวนป่ามีข้อจำกัดในการใช้งาน เนื่องจากมีคุณลักษณะ ยังไม่สมบูรณ์ ได้แก่ มีอายุน้อย (juvenile tree) ลำต้นมีขนาดเล็ก มีกระพี้มากกว่าแก่น ทำให้แปรรูปออกมาได้มีขนาดเล็กและสั้น จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นไม้โครงสร้าง อาคาร ดังนั้นการนำไม้ขนาดเล็กจากสวนป่า มาแปรรูปและคัดขึ้นไม้ที่มีคุณภาพดี ปราศจากตำหนิ แล้วมาผลิตเป็นไม้ประสานโครงสร้าง (glue laminated timber or glulam) โดยใช้กาวที่มีคุณภาพดี และผ่านการอบน้ำยาไม้แล้ว ทำให้ได้ไม้โครงสร้างที่มี ขนาดใหญ่มาใช้งาน ซึ่งจากแนวทางนี้ เป็นการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กจากสวนป่า ได้อย่างคุ้มค่าทางหนึ่ง

หนังสือ “การเพิ่มมูลค่าไม้สวนป่าเป็นไม้ประสานโครงสร้างอาคาร” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยชื่อเรื่องเดียวกัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพ การนำไม้สวนป่าที่มีการปลูกสร้างอย่างแพร่หลายในประเทศไทย มาใช้ประโยชน์ เป็นไม้ประสานอาคารว่ามีความเหมาะสมเพียงไร อย่างไร หรือไม่ โดยใน 2 ปี แรกได้ทำการศึกษาในไม้สวนป่า 4 ชนิด คือ สัก ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส กระถินเทพา และยางพารา

คณะผู้จัดทำ

กันยายน 2551



สารบัญ

กลสมบัติของไม้	6
ไม้ประสาน	11
การอาบน้ำยาไม้	11
ลักษณะและคุณสมบัติของไม้ที่ทำการศึกษา	14
• ไม้สัก	14
• ไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส	16
• ไม้กระถินเทพา	18
• ไม้ยางพารา	20
การผลิตไม้ประสานโครงสร้าง	22
ผลการศึกษา	27
วิจารณ์ผล	44
บทสรุป	46
บรรณานุกรม	48



การศึกษาการเพิ่มมูลค่าไม้อวนป่า เป็นไม้ประสาทรองสร้างอวนน้ำยานี้ มีคำที่เกี่ยวข้องอยู่ 3 คำ คือ

- กลสมบัติของไม้ เพื่อใช้เปรียบเทียบความแข็งแรงของไม้ ทั้งจากไม้จริง และจากไม้ผลิตภัณฑ์แต่ละชุด
- ไม้ประสาทรองเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาเป็นไม้โครงสร้าง
- การอวนน้ำยาไม้เพื่ออวนน้ำยาไม้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตให้มีความทนทานเพิ่มขึ้น

กลสมบัติของไม้

ค่ากลสมบัติเป็นค่าทางวิศวกรรม เพื่อดูคุณสมบัติของวัสดุ ในการถูกแรงภายนอกมากระทำ กลสมบัติไม้เป็นคุณสมบัติของไม้ชนิดต่างๆ ที่แสดงถึงความสามารถในการรับแรง ซึ่งไม้แต่ละชนิดจะรับแรงไม่เท่ากัน แล้วแต่โครงสร้างไม้ และคุณสมบัติกายภาพไม้ที่แตกต่างกัน ค่ากลสมบัติไม้จะบอกถึงความแข็งแรง (strength) ความแข็งตึง (stiffness) ความแข็งแกร่ง (rigidity) ความแข็ง (hardness) และ ความเหนียว (toughness) ของไม้ และค่ากลสมบัติไม้เหล่านี้นอกจากเปรียบเทียบความแข็งแรงของไม้ต่างๆ แล้ว ยังใช้เป็นมาตรฐานกำหนดเป็นไม้เนื้ออ่อน ไม้เนื้อแข็ง และใช้พิจารณาที่จะนำไปใช้ก่อสร้าง ว่าต้องการเป็นไม้แข็งและเหนียว หรือเป็นไม้อ่อนและเปราะเพียงใด

ไม้แปรรูปชิ้นหนึ่ง ประกอบด้วยด้าน 6 ด้าน มีด้านหน้าตัดหัว-ท้าย 2 ด้าน ด้านหน้าตัดจะเห็นเส้นไม้เรียงตัวตามยาวหัว-ท้าย(แนวตั้ง) จึงทำให้ด้านรัศมีและด้านสัมผัสของด้านหน้าตัด เห็นเส้นไม้เป็นแนวนอนตั้งฉาก และจากแนวเส้นที่ขนานและตั้งฉากกับด้านดังกล่าวนี้ จะมีอิทธิพลต่อแนวแรงที่มากระทำ โดยทำให้ไม้มีความต้านทานไม่เท่ากัน เช่น แรงอัดขนานเส้น จะสูงกว่าแรงอัดตั้งฉากเส้น เป็นต้น



แรงที่มากระทำต่อไม้ นั้น แบ่งได้เป็น 4 อย่างใหญ่ๆ คือ การที่แรงทำให้ไม้ยืดยาวออกหรือขาดออกจากกัน เรียกว่า การดึง (tension) แรงที่ทำให้ไม้หดเข้าหากัน เรียกว่า การอัด (compression) และการที่ทำให้ไม้ส่วนหนึ่งในชั้นเดียวกันเคลื่อนที่จากอีกส่วนหนึ่ง เรียกว่า การเฉือน (shearing) ส่วนกรณีไม้ที่รับน้ำหนักแบบคานตง จะถูกแรงทั้งสามนี้กระทำร่วมกัน เรียกว่า การดัด (bending) ไม่ว่าจะเป็นการดัด ดึง อัด หรือ เฉือน ค่ากำลังที่ได้จะแตกต่างกันไปเมื่อกระทำต่อไม้ในทิศทางหรือด้านต่างๆ กัน แรงที่กระทำตามแนวขนานเส้นมักจะสูงกว่าตามแนวตั้งฉากเส้น โดยเฉพาะในการอัด การทดสอบกำลังไม้ที่เป็นมาตรฐานจึงมักต้องกำหนดเกี่ยวกับด้านหรือทิศทางของไม้ไว้

การทดสอบทางกลสมบัติของไม้โดยทั่วไปนั้น มีการทดสอบแรงดัดสถิต (static bending) การเคาะ (impact bending) แรงอัดขนานเส้น (compression parallel to grain: C//G) แรงอัดตั้งฉากเส้น (compression perpendicular to grain: C⊥G) แรงเฉือน (shearing) แรงดึง (tension) ความแข็ง (hardness) และความต้านทานการฉีก (cleavage resistance)

การทดสอบแรงดัดสถิต ค่าต่างๆ ที่ได้จาก **การดัด** คือ มอดุลัสแตกร้าว (modulus of rupture: MOR) เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการหัก หรือค่าแรงประลัยในการดัด เป็นค่าที่ใช้สำหรับคำนวณตัวไม้โครงสร้างที่ต้องรับแรงดึง ในการเปรียบเทียบความแข็งแรงระหว่างไม้ชนิดต่างๆ โดยทั่วไปนิยมใช้ค่านี้เป็นหลัก กรมป่าไม้ได้แบ่ง ไม้เนื้ออ่อนหรือไม้เนื้อแข็ง ออกเป็น 3 ระดับ ตามความแข็งแรงของไม้แห้งที่ความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ค่ามอดุลัสแตกร้าวและความทนทานตามธรรมชาติของไม้ ดังนี้

	มอดุลัสแตกร้าว (กก./ซม. ²)	ความทนทานตามธรรมชาติ (ปี)
ไม้เนื้อแข็ง	สูงกว่า 1,000	สูงกว่า 6
ไม้เนื้อแข็งปานกลาง	600 - 1,000	2 - 6
ไม้เนื้ออ่อน	ต่ำกว่า 600	ต่ำกว่า 2

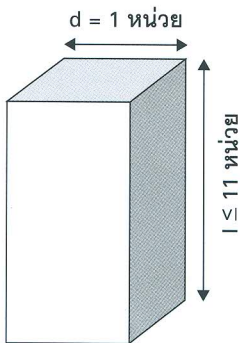


ความเค้นที่ขีดจำกัดคืบรูป (stress at proportional limit: r) หมายถึง ค่าของความเค้นที่ขีดของการได้สัดส่วน ถือกันว่าเป็นความแข็งแรงที่แท้จริงของวัสดุสามารถรับน้ำหนักได้ในระดับนี้ตลอดไป

มอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity: MOE) หรือความแข็งตึง คือค่าบอกความสามารถของไม้ในการต้านทานการเสียรูปหรือการโก่งต่อแรงที่กระทำ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการยืดหยุ่น และชี้ความดื้อหรือความแข็งตึงของไม้

การเคาะ เป็นการวัดค่าความเหนียวของไม้ คือความสามารถในการดูดซับและปลดปล่อยพลังงานโดยการเสียรูป ในทางปฏิบัติสามารถหาค่านี้ได้โดยการวัดพลังงานที่ทำให้ไม้ตัวอย่างแตกหักอย่างทันทีทันใดโดยแรงดัดกระแทก

แรงอัดขนานเสี้ยน คือ ความเค้นที่เกิดจากการอัดทางปลายไม้ เช่น ในกรณีของเสา (column) เสาเข็ม (pole) คร่าวฝา (stud) โครงถัก (truss) เป็นต้น ซึ่งมีอัตราส่วนของความยาว (l) ต่อความหนา (d) (slenderness ratio: $l : d$) ไม่เกิน 11 : 1 ดังรูป



แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน คือความเค้นที่เกิดจากแรงอัดจากทางด้านข้างของชิ้นไม้ ซึ่งมักจะมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของไม้ เช่น ไม้พื้นและไม้หมอนรางรถไฟ

แรงเฉือน เป็นค่าความต้านทานของไม้ในการกระทำให้น้ำไม้ส่วนหนึ่ง เคลื่อนออกจากส่วนหนึ่งที่อยู่ติดกัน

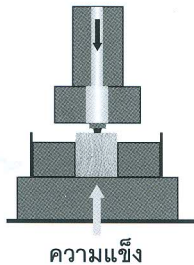
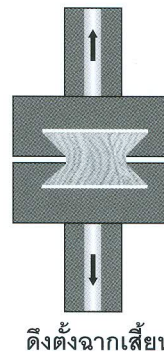
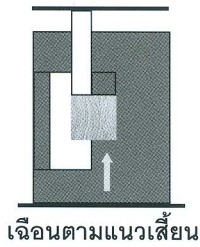
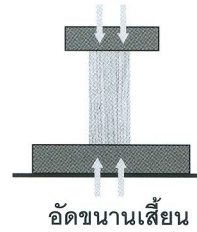
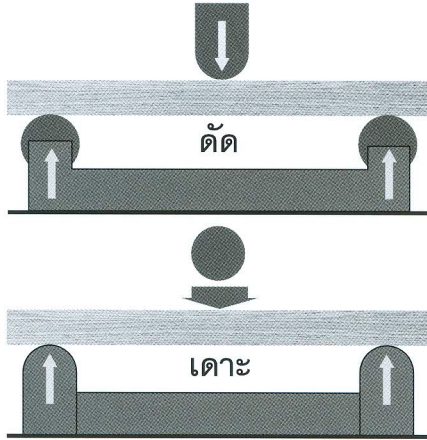
แรงดึง เป็นค่าความแข็งแรงสูงสุดในการดึงให้ชิ้นไม้ขาดออกจากกัน มีทั้งแรงดึงขนานเสี้ยนและแรงดึงตั้งฉากเสี้ยน

ความแข็ง หมายถึง ความแข็งที่ผิวเมื่อถูกกดให้เป็นรอย หรือถูกขูดขีดกัดกราะขูดข่วน

ความต้านทานแรงฉีก เป็นค่าความต้านทานการทำให้ไม้แยกออกจากกัน



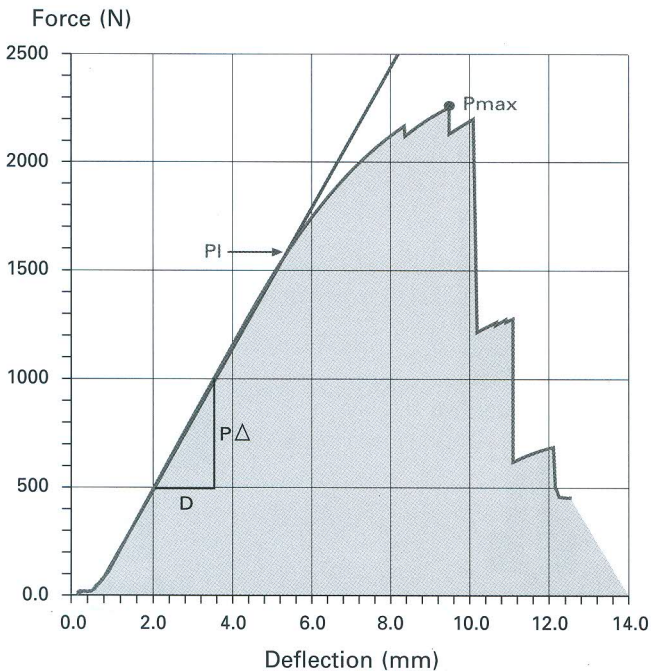
การทดสอบกลสมบัติไม้ รูปแบบต่างๆ



เมื่อไม้หรือวัตถุใดๆ ถูกแรงภายนอกมากระทำ และวัตถุนั้นอยู่ในที่ซึ่งไม่อาจเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรงนั้นได้ ก็จะเกิดแรงต่อต้านภายในขึ้นในไม้หรือวัตถุนั้น ในอัตราที่เท่ากับแรงภายนอกนั้น แรงต่อต้านดังกล่าวนี้เรียกว่าความเค้น (stress) ในเวลาที่ไม่มีความเค้นนั้น การเสียรูปก็จะเกิดขึ้นด้วย ซึ่งเรียกว่าความเครียด (strain) เช่น การโก่งของไม้ในการทดสอบแรงดัด และการหดของไม้ในการทดสอบแรงอัด

เกี่ยวกับคุณสมบัติของไม้นี้ โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่า ไม้ที่หนักกว่าจะมีความแข็งแรง ดื้อ เหนียวและแข็ง มากกว่าไม้ที่เบากว่า ไม้ที่มีเส้นสนจะเหนียวกว่าไม้ที่มีเส้นตรง ดำหนดชนิดต่างๆ ที่ปรากฏอยู่บนไม้ ทำให้ไม้เสียกำลังลงได้เล็กน้อย ตามชนิด ขนาด จำนวนตำแหน่งและการกระจายของตำหนินั้นๆ

ความสัมพันธ์ระหว่างแรง (ความเค้น) กับการเสียรูป (ความเครียด)



ไม้ประสาน

ไม้ประสานหรือไม้ประกบโครงสร้าง หมายถึง แผ่นไม้ตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป ถูกนำมาติดประสานกัน เรียงตามแนวเส้นขนานกับแกนของไม้ประสานที่ประกบกัน ซึ่งการประสานขึ้นอยู่กับชนิด จำนวน ขนาด รูปร่าง และความหนาของแผ่นไม้ ซึ่งโดยทั่วไปไม้ที่นำมาประสานมักมีความหนาไม่เกิน 2 นิ้ว ไม้ประสานถูกนำมาใช้ครั้งแรกที่ยุโรป ในปี ค.ศ. 1890 ต่อมาได้แพร่ขยายไปทั่วโลก Hirizoglu ได้สรุปข้อดีของการใช้ไม้ประสานโครงสร้างไว้ 5 ประการ คือ

- สามารถครอบคลุมด้านในแผ่นไม้แต่ละชั้นได้
- สามารถนำไม้ขนาดเล็กมาใช้เป็นไม้ประสานโครงสร้างขนาดใหญ่ได้
- สามารถทนทานต่อความร้อนและไฟมากกว่าโครงสร้างเหล็กในขนาดเดียวกัน
- สามารถใช้ไม้ที่มีความแข็งแรงต่ำมาประสานเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงได้
- สามารถปฏิบัติ (treated) ต่อไม้แต่ละชั้น เพื่อป้องกันการผุ (decay) ได้

การอาบน้ำยาไม้

การอาบน้ำยาไม้ เป็นวิธีการเพื่อทำให้ยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ซึมแทรกเข้าไปในเซลล์ของเนื้อไม้ได้อย่างเพียงพอแก่ความต้องการในการใช้ประโยชน์ของไม้นั้นๆ เพื่อให้ไม้มีความทนทานต่อการเข้าทำลายของแมลงและเห็ดราดีกว่าที่เป็นอยู่ตามสภาพธรรมชาติ ตลอดจนทำให้ไม้นั้นติดไฟและลุกไหม้ได้ช้าที่สุด หรือ การอาบน้ำยาป้องกันไฟ (fire-retarding treatment) การอาบน้ำยาไม้แบ่งได้เป็น 2 วิธีใหญ่ ตามวัตถุประสงค์และความสำคัญของการใช้ไม้อาบน้ำยา คือ



1. การอาบน้ำยาไม้โดยไม่ใช้กำลังอัด (non-pressure treatment) หรือการอาบน้ำยาไม้โดยวิธีอย่างง่าย (simple treatment) วิธีการและเครื่องมือเครื่องใช้ไม่ยุ่งยากและซับซ้อนมากนัก ราคาไม่แพง สามารถทำได้เองภายในครัวเรือน ได้แก่

1.1 การทาหรือพ่น (brush and spray treatment) ใช้น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ทาลงบนผิวไม้ที่จะใช้อาบน้ำยาด้วยแปรงทาสี หรือใช้เครื่องฉีดพ่นแบบพ่นสี หรือพ่นยาฆ่าแมลง การทาหรือพ่นนี้ต้องทำซ้ำหลายๆ ครั้งเพื่อให้ยาซึมเข้าไปในเนื้อไม้ได้เต็มที่และทั่วทุกส่วนของผิวไม้ ซึ่งการใช้น้ำมันครีโอลิตทาหรือพ่นไม้เสากลมทั้งกระพี้จะช่วยให้มีความทนทานเพิ่มขึ้นจากปกติราว 1-3 ปี

1.2 การจุ่มไม้ในน้ำยา (dipping) นำไม้มาจุ่มหรือชุบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ให้ทั่ว ใช้เวลานานประมาณ 2-3 นาที ใช้สำหรับไม้ที่จะใช้งานชั่วคราว หรือไม้ใช้ในร่มที่ต้องการทาสีหรือน้ำมันชักเงาทับอีกครั้งหนึ่ง ไม้ที่จะอาบน้ำยาต้องเป็นไม้ที่แห้งแล้ววิธีนี้น้ำยาจะซึมเข้าไปได้ดีกว่าวิธีแรก ถ้าใช้น้ำยาร้อนก็จะได้ผลดียิ่งขึ้น

1.3 การแช่ไม้ในน้ำยาเย็น (steeping and cold-soaking) โดยนำเอาไม้มาแช่ลงไปในถังที่บรรจุน้ำยาเย็นที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งอาจจะใช้เวลาในการแช่เพียงวันเดียวหรือหลายวัน หรืออาจเป็นสัปดาห์ ขึ้นกับชนิดและลักษณะของไม้ ชนิดของน้ำยาและความต้องการใช้ไม้อาบน้ำยานั้นๆ

1.4 การต้มไม้ในน้ำยาและแช่น้ำยาเย็น (hot and cold bath) หรือแบบถังเปิด (open-tank treatment) เป็นวิธีการอาบน้ำยาไม้อย่างง่ายที่สามารถซึมเข้าไปในเนื้อไม้ได้ดีกว่าวิธีอื่นๆ

1.5 การดูดซึม (diffusion processes) ใช้ได้ทั้งไม้แห้งและไม้สด โดยปล่อยให้ยาที่มีความเข้มข้นสูงค่อยๆ ซึมเข้าไปในเนื้อไม้



2. การอบนํ้ายาไม้โดยใช้กำลังอัด (wood impregnation) เป็นวิธีการอบนํ้ายาไม้ที่ค่อนข้างจะซับซ้อนและยุ่งยากกว่าวิธีแรก โดยใช้เครื่องมือที่มีอุปกรณ์เฉพาะและทำงานด้วยเครื่องจักร มีถึงหลักสำหรับอัดนํ้ายาไม้ที่คงทนแข็งแรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1-3 เมตร และยาวประมาณ 14-40 เมตรหรือกว่านั้น โดยปกติอัดนํ้ายาไม้จะสามารถต้านทานกำลังอัดได้สูงถึง 18-20 กก./ซม² มีราคาแพงแต่ใช้อบนํ้ายาไม้ได้ผลดีกว่าวิธีอื่นเพราะอัดนํ้ายาเข้าไปในเนื้อไม้ได้ตามความต้องการไม้ที่จะใช้อบนํ้ายาตามวิธีนี้ต้องเป็นไม้ที่ผึ่งหรืออบแห้งดีแล้ว มีความชื้นในเนื้อไม้ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ เหมาะแก่การใช้อบนํ้ายาไม้ท่อนกลมและไม้ที่แปรรูปแล้ว มี 2 วิธี คือ

2.1 การอัดให้นํ้ายาเข้าไปในเนื้อไม้มากที่สุดจนเต็มช่องว่างของเซลล์เนื้อไม้และหุ้มรอบๆ ผนังเซลล์เนื้อไม้ด้วย เรียกว่า การอัดนํ้ายาแบบเต็มเซลล์ (full-cell process) เหมาะกับนํ้ายาพวกผสมกับน้ำ

2.2 การอัดนํ้ายาเข้าไปในเนื้อไม้พอสมควร เพียงให้นํ้ายาหุ้มอยู่โดยรอบผนังเซลล์เนื้อไม้เท่านั้น ส่วนในช่องเซลล์ของเนื้อไม้ยังคงว่างอยู่ เรียกว่า การอัดนํ้ายาแบบไม่เต็มเซลล์ (empty-cell process) เหมาะกับนํ้ายาพวกน้ำมันหรือพวกผสมกับน้ำมัน

การอบนํ้ายาไม้สามารถทำให้ไม้ที่มีความทนทานตามธรรมชาติทำให้มีความทนทานดีขึ้นและสามารถใช้งานได้นานกว่าไม้ที่ไม่ได้อบนํ้ายาถึง 4-5 เท่า ดังนั้นการใช้ไม้อบนํ้ายาทำให้เสียค่าใช้จ่ายเฉลี่ยรายปีน้อยและถูกกว่าการใช้ไม้ไม่อบนํ้ายามาก และลดความต้องการใช้ไม้ของประเทศและการนำเข้าไม้จากต่างประเทศได้



ลักษณะและคุณสมบัติของไม้ที่ทำการศึกษา

ไม้ที่นำมาเป็นไม้ประสาทรองสร้างอานน้ำยา มักเป็นไม้เศรษฐกิจจากสวนป่า โดยในครั้งนี้ จะกล่าวถึง ไม้ประสาทรองสร้างอานน้ำยาจากไม้สวนป่า 4 ชนิด คือ สัก (*Tectona grandis* L.f.), ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.), กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd.) และยางพารา (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll. Arg.)

สัก

สัก อยู่ในวงศ์ LABIATAE มีชื่อการค้าคือ Teak มักขึ้นเป็นหมู่ในป่าเบญจพรรณ ทางภาคเหนือ บางส่วนของภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นไม้ขนาดใหญ่อาจสูงกว่า 20 เมตร มักผลัดใบในฤดูร้อน ลำต้นเปลาตรง สูงชะลูด โคนต้นมีพูพอนต่ำๆ เปลือกสีน้ำตาลปนเทา มีใบเดี่ยวขนาดใหญ่ ดอกขนาดเล็ก สีขาวนวล ออกเป็นช่อใหญ่ตามปลายกิ่ง ผลมีขนาดประมาณ 2 ซม. เปลือกแข็ง ภายในมีเมล็ด 1-2 เมล็ด สำหรับเนื้อไม้เป็นสีเหลืองทองหรือน้ำตาล เสี้ยนตรง เนื้อหยาบ ปลวกมอดมักไม่ทำลาย เนื่องจากมีสารพวกเทคโตควินินอยู่ สามารถเลื่อยผ่าไสกลบ ตบแต่งและชักเงาได้ง่าย ทั้งยังผึ่งและอบให้แห้งด้วยกระแสอากาศได้ดี แห้งเร็ว มีความทนทานตามธรรมชาติสูง ไม้สักใช้ประโยชน์ ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน เครื่องเรือน (furniture) เครื่องมือ เครื่องใช้ งานแกะสลักต่างๆ และการก่อสร้างที่ต้องการไม้ที่ทำงานทนทาน และสวยงาม ส่วนเนื้อไม้ และใบ ทำเป็นสมุนไพรต่างๆ เช่น แก้บวม แก้ไข้ แก้เบาหวาน บัสสาวะพิการ ขับลมในลำไส้ แก้ไตพิการ เปลือก ใช้เข้ายาคุมธาตุ ใบอ่อน ให้สีแดง ใช้ย้อมกระดาษและย้อมผ้า



ตารางที่ 1 ค่าคุณสมบัติของไม้สัก (*Tectona grandis* L.f.)

สกายสมบัติ			
ความแน่น		กก./ม. ³	642 - 650
ความถ่วงจำเพาะ		-	0.63
การหดตัวด้านรัศมี		%	1.05 - 2.52
การหดตัวด้านสัมผัส		%	3.05 - 6.36
กลสมบัติ (ในสภาวะแห้ง)			
แรงดัดสถิต (static bending)	มอดุลัสแตกร้าว (MOR)	MPa	100
	มอดุลัสยืดหยุ่น (MOE)	MPa	10,039
แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain)		MPa	49
แรงเฉือน (shear)		MPa	14.6
ความแข็ง (hardness)		N	4,864
ความเหนียว (toughness)		kg.-m.	1.70
ความทนทานตามธรรมชาติ		ปี	11-18



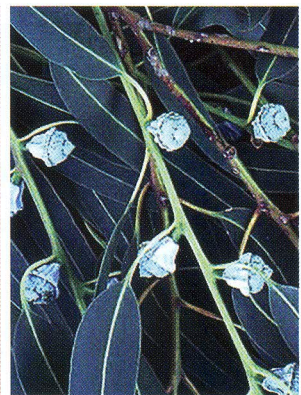
ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส

ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อยู่ในวงศ์ MYRTACEAE มีชื่อทางการค้า คือ Eucalyptus หรือ Ironbark มีถิ่นกำเนิดในออสเตรเลีย นำมาปลูกในประเทศไทย สามารถเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกประเภท ตั้งแต่ที่ริมน้ำ ที่ราบน้ำท่วม ถึงจนกระทั่ง ดินที่เป็นทราย ที่มีความแห้งแล้ง หรือที่มีปริมาณฝนน้อยกว่า 650 มม./ปี ทั้งดินเค็ม ดินเปรี้ยว แต่ไม่ทนทานต่อดินที่มีหินปูนสูง ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส เป็นไม้โตเร็ว มีขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ อาจสูงถึง 24-26 เมตร มีลักษณะเปลือกตรง สูง มีกิ่งก้านน้อย เปลือกเรียบเป็นมัน ใบเป็นรูปใบหอก เป็นคู่ตรงข้ามสลับกัน ออกดอกได้ตลอดปี ผลเมื่อแก่จะแตกออก เมล็ดขนาดเล็กมาก อาจมีถึง 100,000-200,000 เมล็ด/กก. เนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลแดง เนื้อละเอียดเป็นมัน แข็ง เสี้ยนสน บางครั้งบิดไปตามลำต้น ทำให้มักปริแตกง่ายหลังจากการตัดฟันลง ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ใช้ประโยชน์ ในการก่อสร้างทั่วไป เช่น เป็นไม้โครงสร้างบ้าน ทำเสาเข็ม ไม้ค้ำยันเครื่องเรือน ไม้พื้น ไม้ปาร์เกต์ หีบ ลัง ที่รองของ พื้นและไม้ถ่าน ทำชิ้นไม้ดับ สำหรับอุตสาหกรรม เยื่อกระดาษ แผ่นใยไม้อัด แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด แผ่นขึ้นไม้อัดสารแร่ ส่วนใบใช้สกัด น้ำมันหอมระเหย (volatile oil) และใช้ในการย้อมเส้นไหม ไม้ชนิดนี้มีการปลูกสร้าง สวนป่าอย่างแพร่หลายมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก จึงมีปริมาณสูงพอเพียงในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ได้



ตารางที่ 2 ค่าคุณสมบัติของยูคาลิปตัส คามาลดูลินซิส
(*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.)

สกายสมบัติ			
ความแน่น		กก./ม. ³	1,012
ความถ่วงจำเพาะ		-	0.90
ความชื้นที่จุดหมาด		%	27
การหดตัวด้านรัศมี		%	6.42
การหดตัวด้านสัมผัส		%	9.20
การหดตัวด้านยาวตามแนวเส้น		%	0.38
กลสมบัติ (ในสภาวะแห้ง)			
แรงดัดสถิต (static bending)	มอดุลัสแตกกร้าว (MOR)	MPa	103
	มอดุลัสยืดหยุ่น (MOE)	MPa	10,540
แรงอัดขนานเส้น (compression parallel to grain)		MPa	59
แรงเฉือน (shear)		MPa	13
ความแข็ง (hardness)		N	4,864
ความเหนียว (toughness)		kg.-m.	2.33
ความทนทานตามธรรมชาติ		ปี	1.9



กระถินเทพา

กระถินเทพา หรือ Brown salwood อยู่ในวงศ์ LEGUMINOSAE วงศ์ย่อย MIMOSOIDEAE มีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติในรัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งมีสภาพใกล้เคียงกับป่าดิบชื้น ไม้ชนิดนี้มีการเจริญเติบโตดีมากในการทดลองปลูกเป็นสวนป่า อัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงหรือดีกว่าไม้ซ้อ และยูคาลิปตัส ดิกลูปตา ซึ่งไม้ทั้งสองชนิดนี้จัดเป็นไม้โตเร็วมากที่สุดจำพวกหนึ่งในเขตร้อนชื้น ในระยะเวลา 14 ปี ไม้กระถินเทพาอาจจะมีผลสูงถึง 30 ม. และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 40 ซม. กระถินเทพาเจริญเติบโตดีกว่าไม้อื่นๆ ที่ปลูกทดลองเปรียบเทียบกันในพื้นที่ที่ดินไม่ค่อยดีนัก เช่น พื้นที่ที่ถูกรบกวนหรือเกิดไฟไหม้ ที่ดินซึ่งเป็นลูกรัง ที่ซึ่งผ่านการทำไร่เลื่อนลอย ที่ลาดชันที่มีหญ้าคาและสาบเสือขึ้นอย่างหนาแน่น ไม้กระถินเทพาที่ปลูกเป็นสวนปามักจะมีลักษณะดี คือ ลำต้นเปลาตรง และปราศจากกิ่งก้าน มีความสามารถในการผลิตปมที่รากเป็นจำนวนมาก ให้เมล็ดตกมาก ลักษณะเด่นอีกประการหนึ่งคือสามารถขึ้นได้ดีในดินที่มีสภาพเป็นกรดมาก (pH 4.2) กระถินเทพามีใบเทียม (phyllode) คล้ายกระถินณรงค์ เส้นใบขนานกัน อาจมีขนาดโตถึง 25x10 ซม. ช่อดอกยาวประมาณ 10 ซม. สีขาวจนถึงสีครีม ฝักแก่สีน้ำตาลดำและบิดงอ ขั้วมเป็นกระจุก กระพี้มีสีเหลืองอ่อน แก่นสีน้ำตาล ไม้มีเสี้ยนตรงด้านสัมผัสและเสี้ยนสนเล็กน้อย เนื้อไม้เมื่อนำไปใช้ก่อสร้างมีความแข็งแรงทนทานดีปานกลาง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง เช่น ทำเครื่องเรือน วงกบประตู หน้าต่าง ปอกเป็นไม้วีเนียร์ เป็นไม้แบบก่อสร้าง ใช้เป็นไม้พื้นได้ดีเพราะมีความแน่นและค่าความร้อนสูง เป็นวัตถุดิบสำหรับทำเยื่อกระดาษคุณภาพดี เหมาะสำหรับใช้ในบริเวณที่เนื้อไม้ไม่สัมผัสกับพื้นดินโดยตรง และพื้นที่ที่มีการถ่ายเทอากาศดี



ตารางที่ 3 ค่าคุณสมบัติกระถิ่นเทพา (*Acacia mangium* Willd.)

สกายสมบัติ			
ความแน่น		กก./ม. ³	510 - 600
ความถ่วงจำเพาะ		-	0.56
การหดตัวด้านรัศมี		%	1.30 - 1.65
การหดตัวด้านสัมผัส		%	3.05 - 3.15
กลสมบัติ (ในสภาวะแห้ง)			
แรงดัดสถิต (static bending)	มอดุลัสแตกร้าว (MOR)	MPa	107
	มอดุลัสยืดหยุ่น (MOE)	MPa	10,022
แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain)		MPa	57
แรงเฉือน (shear)		MPa	15.6
ความแข็ง (hardness)		N	3,629
ความเหนียว (toughness)		kg.-m.	3.09
ความทนทานตามธรรมชาติ		ปี	ยังไม่มีตัวเลข



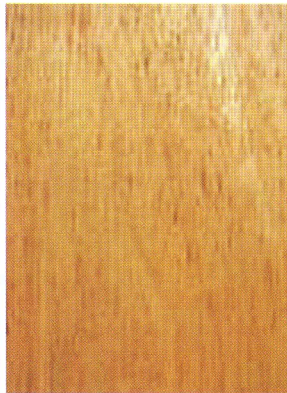
ยางพารา

ยางพารา หรือ Rubberwood อยู่ในวงศ์ EUPHORBIACEAE เป็นไม้ที่มีผู้นำเข้าจากทวีปอเมริกาใต้เพื่อเอาน้ำยาง ขึ้นได้ดีในภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยางพาราเป็นไม้ยืนต้น ควรปลูกในพื้นที่ที่เป็นดินร่วน เหนียวปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร ระบายน้ำและอากาศดี ไม่เป็นดินเค็ม พื้นที่ปลูกไม่ควรอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลเกิน 200 เมตร ปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่าปีละ 1,350 มม. ฝนตกไม่น้อยกว่า 120 วันต่อปี และอุณหภูมิเฉลี่ย 24-27 องศาเซลเซียส ลำต้นกลมตรง ยางพาราจัดเป็นไม้เนื้ออ่อน เนื้อไม้มีสีขาวปนเหลืองอยู่ด้านในกลางลำต้น เปลือกจะมีท่อน้ำยาง ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวถึงขาวปนเหลืองข้นขึ้น ใบเป็นใบประกอบ ใบย่อย 3 ใบ ใบยางจะแตกออกมาเป็นชั้นๆ เรียกว่า “ฉัตร” ยางพาราจะผลัดใบในฤดูแล้งของทุกปี ดอกมีลักษณะเป็นช่อมีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อดอกเดียวกัน มักออกตามปลายกิ่งของยางหลังจากที่ต้นยางพาราผลัดใบ ผลมีลักษณะเป็นพู่โดยปกติจะมี 3 พู่ มีเมล็ดอยู่ภายใน ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่มีสีน้ำตาลและแข็ง เมล็ดมีสีน้ำตาลลายขาวคล้ายสีของเมล็ดละหุ่ง ยาว 2-2.5 ซม. กว้าง 1.5-2.5 ซม.หนัก 3-6 กรัม การใช้ประโยชน์นอกจากจะใช้น้ำยางในอุตสาหกรรมยางแล้วเนื้อไม้ยังใช้ประโยชน์ในการทำไม้อัด (veneer) ไม้แผ่นปาร์ติเกิล ไม้แผ่นเอ็ม ดี เอฟ หรือทำเป็นไม้แปรรูป เพื่อนำไปผลิตเครื่องเรือน วัสดุก่อสร้าง ของเด็กเล่น ฯลฯ



ตารางที่ 4 ค่าคุณสมบัติของไม้ยางพารา (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll. Arg.)

สกายสมบัติ			
ความแน่น	กก./ม. ³	700	
ความถ่วงจำเพาะ	-	-	
การหดตัวด้านรัศมี	%	2.95	
การหดตัวด้านสัมผัส	%	5.58	
กลสมบัติ (ในสภาวะแห้ง)			
แรงดัดสถิต (static bending)	มอดุลัสแตกหัก (MOR)	MPa	95
	มอดุลัสยืดหยุ่น (MOE)	MPa	9,414
แรงอัดขนานเส้น (compression parallel to grain)		MPa	46
แรงเฉือน (shear)		MPa	15.8
ความแข็ง (hardness)		N	5,276
ความเหนียว (toughness)		kg.-m.	2.86
ความทนทานตามธรรมชาติ		ปี	1.9



การผลิตไม้ประสาทรองสร้าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง

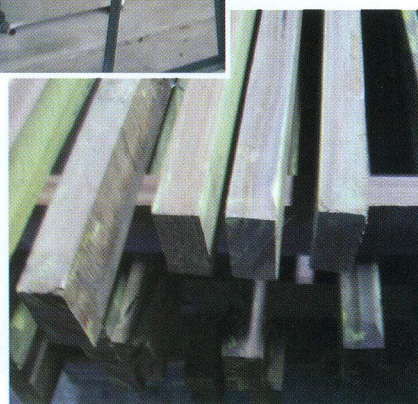
1. ไม้สัก อายุ 21 ปี จากสวนป่าภูสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดเลย
2. ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส อายุ 20 ปี จากสวนป่ามัญจาคีรี อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น
3. ไม้กระถินเทพา อายุ 22 ปี จากสวนปาลาตกระทิง อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา
4. ไม้ยางพารา อายุประมาณ 15 ปี จากสวนของเอกชน ในอำเภอแกลง จังหวัดระยอง

นำมาผึ่งด้วยกระแสอากาศ ที่ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการ ใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่าจังหวัดขอนแก่น จนมีความชื้นเท่ากับบรรยากาศ จากนั้นจึงทำการแปรรูป ให้ได้ขนาดความกว้าง 10 หรือ 5 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร (1 นิ้ว) โดยพยายาม ให้ได้ความยาว 2 เมตร ขึ้นไป และหลีกเลี่ยงตำหนิต่างๆ เช่น ตา รูล ฯลฯ ให้มากที่สุด เมื่อได้จำนวนที่มากตามต้องการจึงทำการขนย้ายไปยังศูนย์ส่งเสริม พัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่าจังหวัดราชบุรี เพื่อเข้าสู่กระบวนการอบน้ำยา และการผลิตเป็นไม้ประสาทรองสร้างขนาดต่างๆ ต่อไป

วิธีการอบน้ำยาไม้

อบน้ำยาไม้ที่จะทำการทดสอบ โดยใช้ยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ Copper Chrome Boron (CCB) ให้มีปริมาณน้ำยาในเนื้อไม้ 8 กก./ม³ ตามมาตรฐานปริมาณน้ำยาที่กำหนด ให้มีในเนื้อไม้ตามลักษณะการใช้งานแบบกลางแจ้งไม้สัมผัสดินของเกลือเคมีละลายน้ำ กับไม้ทดสอบ ขนาดหน้ากว้าง 5 ซม. หนา 2.5 ซม. ยาว 2 ม. โดยมีขั้นตอนการอัดน้ำยาไม้ คือ สูบน้ำยาจากถังภายนอกเข้าถังสำรองน้ำยา กวนน้ำยา เรียงไม้เข้าเครื่อง ทำ สูญญากาศครั้งแรก -70 cmHg นาน 30 นาที อัดความดัน ที่ระดับ 200 ปอนด์/นิ้ว² เปิดเครื่องน้ำยาเข้าถัง รักษาระดับความดันทิ้งไว้ 150 นาที ปล่อน้ำยาออกจากถังอัด ทำสูญญากาศครั้งหลัง -70 cmHg นาน 30 นาที





ขั้นตอนการผลิตไม้ประสานโครงสร้าง

เมื่อนำไม้แปรรูปมาอาน้ำยาตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว นำมาทำเป็นไม้ประสานโครงสร้าง โดยใช้กาว resorcinol เป็นตัวเชื่อมติดไม้เข้าด้วยกัน โดยในครั้งนี้ใช้อัตราส่วนของตัวเร่ง (powder catalyst) กับกาวน้ำ (liquid resin) ในอัตราส่วน 1 : 4 นั่นคือในการผลิตไม้ประสานโครงสร้างขนาด 10x10x400 ซม. 5x20x400 ซม. และ 5x10x200 ซม. ในแต่ละชิ้นใช้อัตราส่วนของตัวเร่งกับกาวน้ำ เท่ากับ 150 : 600, 175 : 700 และ 75 : 300 กรัม ตามลำดับ โดยขั้นตอนการผลิตไม้ประสานโครงสร้างนั้น ทำโดยนำไม้ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปและอาน้ำยาแล้ว มาวางไว้ในระนาบเดียวกัน นำกาว resorcinol ที่ผสมแล้วทาลงบนแผ่นไม้ด้านที่จะประกบกับอีกแผ่นหนึ่งให้ทั่ว แล้วนำแผ่นไม้วางทับลงไปครอบทุกแผ่น นำตัวจับไม้ (clamp) มาจับไม้ในแต่ละช่วงเพื่อให้แผ่นไม้แนบสนิทกัน ไม่บิดขณะทำการอัด ใช้แรงกดไม้ประมาณ 20 ปอนด์/นิ้ว² หรือ 1.40 กก./ซม.² จากนั้นทำการอัดทิ้งไว้จนกว่ากาวบนไม้จะแห้ง ซึ่งใช้เวลาประมาณ 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จึงคลายแผ่นอัดออก จะได้ไม้ประสานที่ต้องการ โดยในการผลิตไม้ประสานครั้งนี้ ใช้ปริมาณกาว resorcinol ประมาณ 300-320 กรัม/ม²



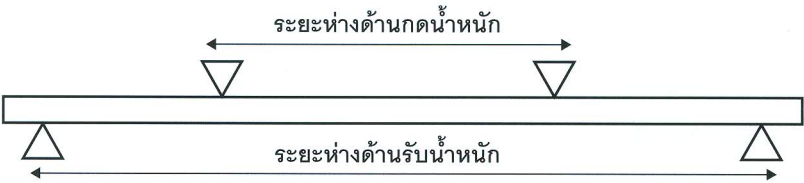
อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ในการศึกษาครั้งนี้ คือ เครื่องทดสอบกำลังไม้ Testometric รุ่น MICO 500 ขนาด 30 ตัน ของสำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ และเครื่องทดสอบ GINIUS OLSEN model AD RECORDER ขนาด 200 ตัน ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีวัสดุสำหรับผลิตไม้ประสาธน์โครงสร้าง คือ กาว resorcinol ตัวจับไม้ (clamp) ถังอาบน้ำยา Copper Chrome Boron (CCB)

จากนั้นนำไม้ประสาธน์อาคารนำไปทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

1. แรงดัดสถิต (static bending strength) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM Designation: D 5456-980 ซึ่งเป็นการทดสอบผลิตภัณฑ์ไม้ประกอบโครงสร้าง (structural composite lumber products) ซึ่งอ้างตามมาตรฐาน ASTM D 198-98 การทดสอบไม้ในลักษณะไม้โครงสร้าง (static test of lumber in structural size) โดยใช้เครื่องทดสอบ GINIUS OLSEN model AD RECORDER ขนาด 200 ตัน สำหรับไม้ประสาธน์โครงสร้าง ขนาด 10x10x400 ซม. โดยการให้แรงกดด้านสัน (A) และด้านแบน (B) อย่างละจำนวน 10 ตัวอย่าง และขนาด 5x20x400 ซม. (C) จำนวน 20 ตัวอย่าง และเครื่องทดสอบกำลังไม้ Testometric รุ่น MICO 500 ขนาด 30 ตัน สำหรับไม้ประสาธน์โครงสร้าง ขนาด 5x20x200 ซม. (D) จำนวน 30 ตัวอย่าง และการทดสอบตัวอย่างไม้จริง (solid wood specimens) โดยเก็บตัวอย่างไม้ตัวอย่างขนาด 5x5x100 ซม. จำนวน 12 ตัวอย่าง (E) โดยใช้วิธีการทดสอบแบบให้น้ำหนัก 4 จุด (four point loading) โดยการทดสอบใช้ระยะห่างด้านรับน้ำหนัก และระยะห่างที่กีดน้ำหนัก ดังนี้





ชุดตัวอย่าง	ระยะห่างด้านรับน้ำหนัก (ซม.)	ระยะห่างด้านกดน้ำหนัก (ซม.)
A,B,C	360	120
D	180	90
E	90	30

โดยใช้ความเร็วน้ำหนักกดเฉลี่ย 0.254 ซม./นาที่ จะได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรง (ความเค้น) กับการเสียรูป (ความเครียด) บันทึกการเสียรูปโดยการอ่าน dial guage จนกระทั่งได้น้ำหนักสูงสุด นำมาพล็อตกราฟ จะสามารถหาค่ามอดุลัสแตกร้าว ความเค้นที่ขีดจำกัดคิณรูป และมอดุลัสยืดหยุ่น บันทึกการเสียรูปของตัวอย่างไม้แต่ละชิ้น

2. ค่าความแน่น (density) นำไม้ที่ผ่านการทดสอบแล้ว มาเก็บตัวอย่างขนาด 2x2x2 ซม.มาชั่งน้ำหนักและวัดขนาดแต่ละด้านเพื่อหาค่าความแน่น

3. ค่าความชื้น (moisture content) นำไม้ตัวอย่างเดียวกับข้อ 2 มาชั่งน้ำหนักขณะทดสอบ นำไปอบในตู้อบโดยใช้อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่นำไปหาความชื้น

4.ค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity)

5.เปรียบเทียบค่าทางสถิติของค่าตัวเลขที่ได้แต่ละค่า



ผลการศึกษา

การศึกษาโครงการวิจัยการเพิ่มมูลค่าไม้สวนป่าเป็นไม้ประสาทรอาน้ำยา ในปีที่ 1-2 ซึ่งศึกษาไม้ประสาทรสร้างจากไม้สวนป่า 4 ชนิด คือ ไม้สัก ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ไม้กระถินเทพา และไม้ยางพารา โดยทำการทดสอบแบบให้น้ำหนัก 4 จุด (four pointed testing) โดยแยกตัวอย่างเป็นชุดต่างๆ ดังนี้

- A : ไม้ประสาทรสร้าง ขนาด 10x10x400 ซม. ซึ่งใช้แผ่นไม้ขนาดความหนา ชั้นละ 2.5 ซม. มาประกบกัน 4 ชั้น และทำการทดสอบด้านสั้น
- B : ไม้ประสาทรสร้าง ขนาด 10x10x400 ซม. ซึ่งใช้แผ่นไม้ขนาดความหนา ชั้นละ 2.5 ซม. มาประกบกัน 4 ชั้น และทำการทดสอบด้านแบน
- C: ไม้ประสาทรสร้าง ขนาด 5x20x400 ซม. ซึ่งใช้แผ่นไม้ขนาดความหนา ชั้นละ 2.5 ซม. มาประกบกัน 8 ชั้น
- D: ไม้ประสาทรสร้าง ขนาด 5x10x200 ซม. ซึ่งใช้แผ่นไม้ขนาดความหนา ชั้นละ 2.5 ซม. มาประกบกัน 4 ชั้น
- E : ตัวอย่างไม้จริง ขนาด 5x5x100 ซม.

เมื่อได้ผลการทดสอบการทดสอบแต่ละค่าแล้ว นำค่าเฉลี่ยของค่ามอดุลัสแตกร้าว ความเค้นที่ขีดจำกัดคั้นรูป และมอดุลัสยืดหยุ่น ของแต่ละชุดตัวอย่าง มาเปรียบเทียบกับค่ากันทางสถิติ ซึ่งจะมีค่าทางสถิติต่างๆ ดังนี้

- ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (non-significant)
- * : แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (significant)
- ** : แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (highly significant)

ได้ผลการศึกษาดังนี้



สัก

ความแข็งแรง หรือมอดุลัสแตกร้าวของ ชุด A, B, C, D และ E มีค่าเท่ากับ 79.3, 80.0, 60.2, 88.5 และ 103.0 เมกะปาสคาล หรือ 808, 816, 614, 902 และ 1,005 กก/ซม.² ตามลำดับ ไม้ประสานโครงสร้างชุด C จะมีค่าความแข็งแรงต่ำกว่าชุดอื่นๆ อย่างชัดเจน และค่าดัดงอของไม้ประสานโครงสร้าง (ชุด A-D) จะมีค่าประมาณ 60-85 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างไม้จริง (ชุด E) ส่วนการเสียรูป ของตัวอย่างทั้ง 5 ชุด จะเป็นการเสียรูปแรงดึงแบบธรรมดา (simple tension) และแบบแรงดึงขวางเสี้ยน (cross grain tension) ซึ่งตัวอย่างไม้จะแตกตามแนวเสี้ยนมากกว่าตามแนวการ

ความเค้นที่ขีดจำกัดคั้นรูปของ ชุด A, B, C, D และ E มีค่าเท่ากับ 48.9, 59.3, 37.9, 62.2 และ 75.2 เมกะปาสคาล หรือ 498, 605, 386, 634 และ 767 กก/ซม.² ตามลำดับ เมื่อเทียบค่ากันแล้ว พบว่า ชุด A-B, A-C, B-D มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคู่อื่นๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและนัยสำคัญยิ่ง เมื่อหาอัตราส่วนของความเค้นขีดจำกัดคั้นรูปเทียบกับค่ามอดุลัสแตกร้าว (r/MOR) ของไม้ตัวอย่าง ทั้ง 5 ชุด อัตราส่วนของค่า r มีค่าประมาณ 60-75 เปอร์เซ็นต์ของค่า MOR จะเห็นว่าช่วงการยืดหยุ่น (elastic range) มีค่าที่สูง ถือว่าตัวอย่างไม้ดังกล่าวมีความเปราะค่อนข้างสูงเล็กน้อย

มอดุลัสยืดหยุ่น หรือความแข็งตึง ของ ชุด A, B, C, D และ E มีค่าเท่ากับ 15,000, 15,270, 15,300, 14,350 และ 13,900 เมกะปาสคาล หรือ 155,000, 155,700, 156,100, 146,300 และ 141,800 กก/ซม.² ตามลำดับ ไม้ประสานโครงสร้าง ชุด A, B, D มีอัตราส่วนระหว่างค่ามอดุลัสแตกร้าวกับมอดุลัสยืดหยุ่น(MOE/MOR) ประมาณ 160-200 ส่วนไม้ประสานโครงสร้างชุด C ซึ่งประกอบด้วยไม้มาประกบกัน 8 ชั้น มีค่าดัดงอประมาณ 250 อาจจะเป็นเพราะการประกบกันมากขึ้นของไม้ประสาน จะทำให้มีค่าความแข็งตึงสูง ส่วนค่าดัดงอของตัวอย่างไม้จริง (E) มีค่าประมาณ 130



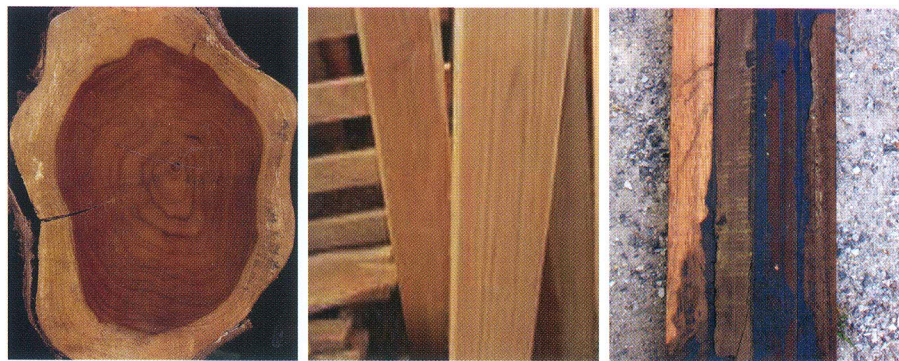
ตารางที่ 5 กลสมบัติของไม้ประสาทรสร้างอาบนํ้ายา (A-D)
และตัวอย่างไม้จริง (E) ของไม้สัก (*Tectona grandis* L.f.)

รูปแบบ การทดสอบ	ความถ่วง จำเพาะ	ความแน่น (kg/m ³)	ความชื้น ขณะ ทดสอบ	ความแข็งแรง		MOE (Mpa)
				MOR (Mpa)	r (Mpa)	
				kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
A	0.56	617	12.1	79.3	48.9	15,000
				808	498	155,000
B	0.55	590	12.0	80	59.3	15,270
				816	605	155,700
C	0.55	581	11.0	60.2	37.9	15,300
				614	386	156,100
D	0.57	643	11.4	88.5	62.2	14,350
				902	634	146,300
E	0.54	602	11.7	103	75.2	13,900
				1,005	767	141,800

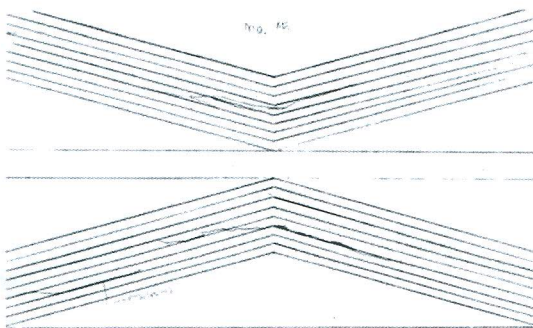
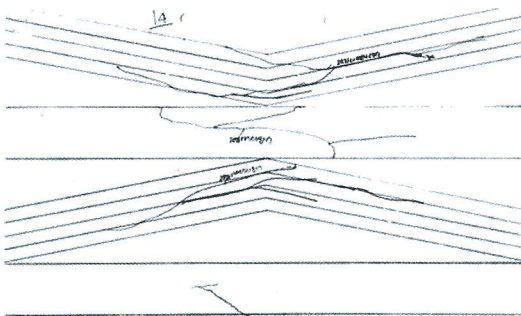
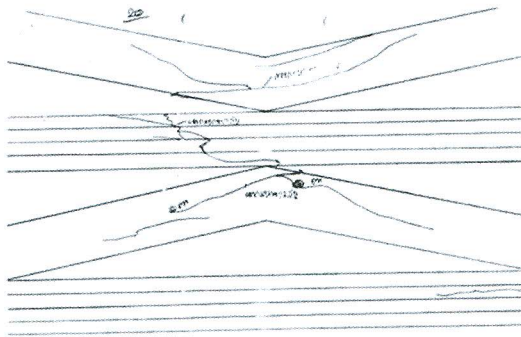


ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลุ่มต่างๆ ของไม้ประสานโครงสร้างอาน้ำยา
และตัวอย่างไม้จริงของไม้สัก (*Tectona grandis* L.f.)

Comparisons	MOR	r	MOE
A-B	ns	ns	ns
A-C	**	ns	ns
A-D	ns	*	ns
A-E	**	**	*
B-C	**	**	ns
B-D	ns	ns	ns
B-E	**	*	*
C-D	**	**	ns
C-E	**	**	*
D-E	*	*	ns



การแตกหักของตัวอย่างชุด A,B,C ของไม้สัก



ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส

ความแข็งแรง หรือมอดุลัสแตกร้าวของชุด A, B, C, D และ E มีค่าเท่ากับ 61.6, 63.8, 67.7, 68.0 และ 106 เมกะปาสคาล หรือ 628, 650, 690, 693 และ 1,080 กก/ซม.² ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว กลุ่มไม้ประสาทรองสร้าง (ชุด A-D) มีค่าดังกล่าวใกล้เคียงกัน และมีค่าประมาณ 60 เปอร์เซนต์ของตัวอย่างไม้จริง การเสียรูปของไม้ประสาทรองสร้างของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส เป็นแบบแรงดึงธรรมดาและแบบแรงดึงตามแนวเส้น เช่นเดียวกับไม้ประสาทรองสร้างจากไม้สัก แต่มักจะแตกตามแนวทวนมากกว่า ซึ่งแรงดังกล่าวเป็นแรงเฉือน (shearing) ที่เกิดตอนปลายของตัวอย่างไม้ที่ไม่ทำการทดสอบ เนื่องจากโครงสร้างของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส มักจะเป็นเส้นสนหรือเส้นขัด ทำให้ไม้ที่มาประกบกันแต่ละชั้น บิดตัวแยกออกจากกัน การติดกาวจึงไม่ค่อยดีนัก

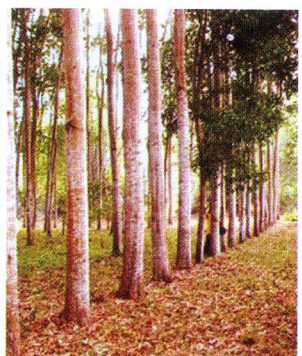
ความเค้นที่ขีดจำกัดคั้นรูปของ ชุด A, B, C, D และ E มีค่าเท่ากับ 52.2, 46.8, 47.8, 51.5 และ 59.8 เมกะปาสคาล หรือ 532, 477, 487, 525, และ 610 กก/ซม.² ตามลำดับ มีเพียงไม้ตัวอย่างชุด B และ E ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการเทียบค่าเฉลี่ยของไม้ตัวอย่างชุดอื่นๆ ไม่มีค่าความแตกต่างทางสถิติ ค่าความเค้นขีดจำกัดคั้นรูปต่อค่ามอดุลัสแตกร้าวของไม้ตัวอย่างชุด A-D มีค่าประมาณ 70-85 เปอร์เซนต์ แสดงว่ามีความเปราะค่อนข้างมาก ส่วนชุด E มีค่าดังกล่าวประมาณ 55 เปอร์เซนต์

มอดุลัสยืดหยุ่น หรือความแข็งดึงของ ชุด A, B, C, D และ E มีค่าเท่ากับ 15,410, 16,550, 16,460, 14,810 และ 12,780 เมกะปาสคาล หรือ 157,100, 168,800, 167,800, 151,000 และ 130,300 กก/ซม.² ตามลำดับ ไม้ประสาทรองสร้าง ชุด A-D มีค่าอัตราส่วนค่ามอดุลัสยืดหยุ่นต่อมอดุลัสแตกร้าว (MOE/MOR) ประมาณ 200-260 ซึ่งสูงกว่าตัวอย่างไม้จริงมาก ตัวอย่างไม้จริงดังกล่าวมีค่าประมาณ 120



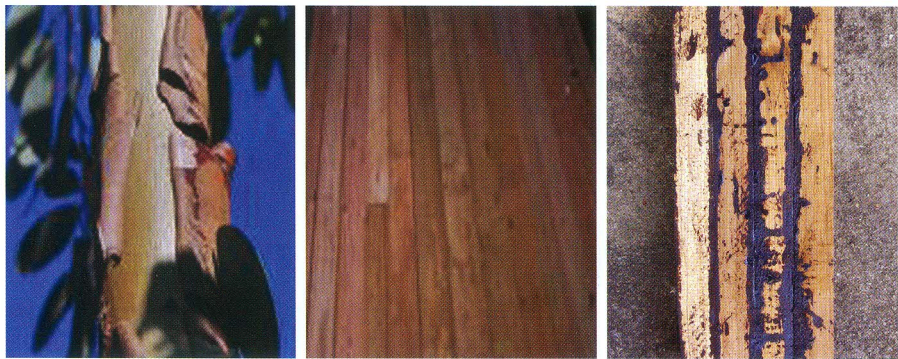
ตารางที่ 7 กลสมบัติของไม้ประสาทรสร้างอานน้ำยาและตัวอย่างไม้จริง
ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.)

รูปแบบ การทดสอบ	ความถ่วง จำเพาะ	ความแน่น (kg/m ³)	ความชื้น ขณะ ทดสอบ	ความแข็งแรง		MOE (Mpa)
				MOR (Mpa)	r (Mpa)	
				kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
A	0.92	1,055	14.4	61.6	52.2	15,410
				628	532	157,100
B	0.92	1,059	14.3	63.8	46.8	65,550
				650	477	168,800
C	0.91	1,080	13.9	67.7	47.8	16,460
				690	487	167,800
D	0.90	1,051	13.7	68.0	51.5	14,810
				693	525	151,000
E	0.88	1,033	14.2	106	59.8	12,780
				1,080	610	130,300

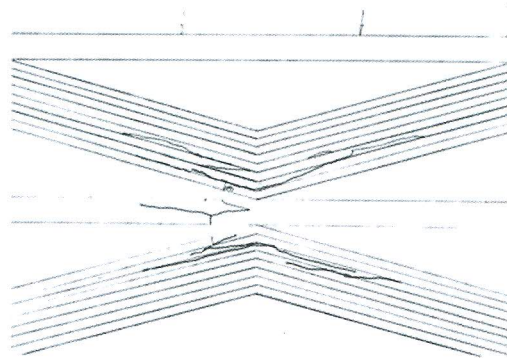
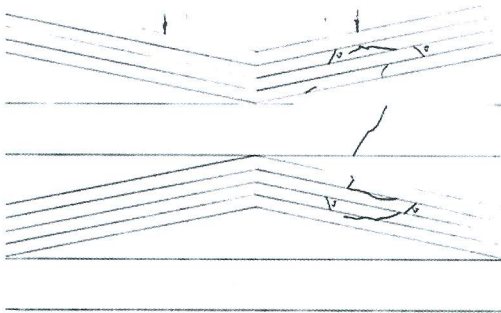
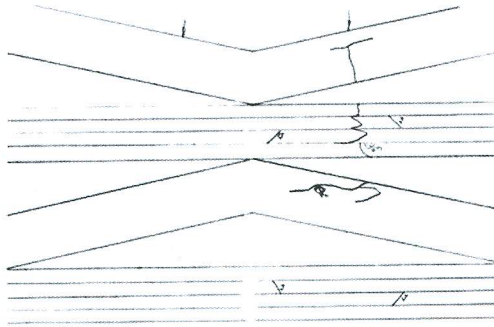


ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลุ่มต่างๆ ของไม้ประสานโครงสร้างอาน้ำยา และตัวอย่างไม้จริงของยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.)

Comparisons	MOR	r	MOE
A-B	ns	ns	ns
A-C	ns	ns	ns
A-D	ns	ns	ns
A-E	**	ns	*
B-C	ns	ns	ns
B-D	ns	ns	*
B-E	**	*	*
C-D	ns	ns	*
C-E	**	ns	**
D-E	**	ns	**



การแตกหักของตัวอย่างไม้ชุด A,B,C ของไม้ยูคาลิปตัส คามาเลเดนซิส



กระถินเทพา

ความแข็งแรง หรือมอดุลัสแตกร้า ชุด A, B, C, D และ E มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 75.1, 71.9, 50.7, 81.4 และ 98.5 เมกะปาสคาล หรือ 766, 733, 517, 830 และ 1,006 กก/ซม² ตามลำดับ ไม้ประสาทรองสร้าง และตัวอย่างไม้จริงของกระถินเทพา มีแนวโน้มความสัมพันธ์เช่นเดียวกับไม้สัก คือ ไม้ประสาทรองสร้าง ชุด C จะมีค่าความแข็งแรงต่ำกว่าไม้กลุ่มอื่นๆ ไม้ประสาทรองสร้าง มีค่าความแข็งแรง ประมาณ 50-80 เปอร์เซนต์ของตัวอย่างไม้จริง ส่วนการเสียรูปของตัวอย่างทั้ง 5 ชุด จะเป็นการเสียรูปแบบแรงดึงธรรมดา และแบบแรงดึงตามเสี้ยน ซึ่งตัวอย่างไม้จะแตกตามแนวเสี้ยนมากกว่าตามแนวการ

ความเค้นที่ขีดจำกัดคั้นรูป ชุด A, B, C, D และ E มีค่านี้ เท่ากับ 56.8, 58.0, 38.5, 44.8 และ 55.0 เมกะปาสคาล หรือ 579, 591, 393, 457, และ 561 กก/ซม² ตามลำดับ ค่าความเค้นที่ขีดจำกัดคั้นรูปของตัวอย่างไม้ประสาทรองสร้างของไม้กระถินเทพา มีค่าประมาณ 55-80 เปอร์เซนต์ของค่ามอดุลัสแตกร้า จะเห็นว่าตัวอย่างไม้ดังกล่าวมีความเปราะสูงเล็กน้อย

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น หรือความแข็งดึง ชุด A, B, C, D และ E เท่ากับ 16,680, 16,060, 17,120, 11,620 และ 11,110 เมกะปาสคาล หรือ 170,000, 163,700, 174,600, 118,500 และ 113,300 กก/ซม² ตามลำดับ ไม้ตัวอย่างชุด A, B และ C จะมีความแตกต่างทางสถิติกับ ชุด D, E อย่างชัดเจน มีอัตราส่วน ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นต่อมอดุลัสแตกร้า (MOE/MOR) ของตัวอย่างชุด A, B, D ประมาณ 140-220 และชุด C ประมาณ 340 ส่วนค่าดังกล่าวของตัวอย่างไม้จริง ประมาณ 110



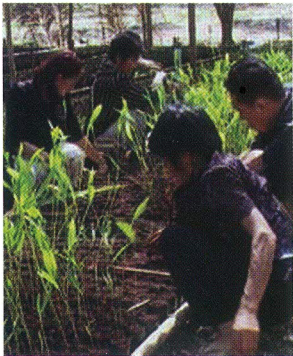
ตารางที่ 9 กลสมบัติของไม้ประสานโครงสร้างอาคารน้ำยาและตัวอย่างไม้จริง
ของไม้กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd.)

รูปแบบ การทดสอบ	ความถ่วง จำเพาะ	ความแน่น (kg/m ³)	ความชื้น ขณะ ทดสอบ	ความแข็งแรง		MOE (Mpa)
				MOR (Mpa)	r (Mpa)	
				kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
A	0.66	765	15.2	75.1	56.8	16,680
				766	579	170,000
B	0.65	752	15.5	71.9	58.0	16,060
				733	591	163,700
C	0.65	758	15.8	50.7	38.5	17,120
				517	393	174,600
D	0.65	750	15.2	81.4	44.8	11,620
				830	457	118,500
E	0.57	683	16.0	98.5	55.0	11,110
				1,005	561	113,300

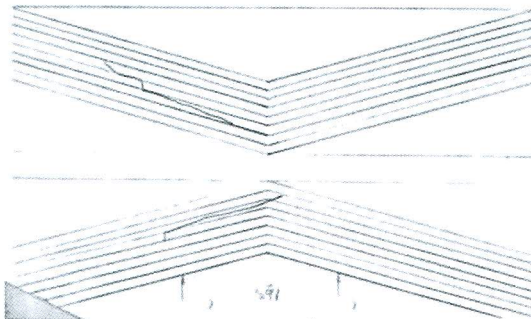
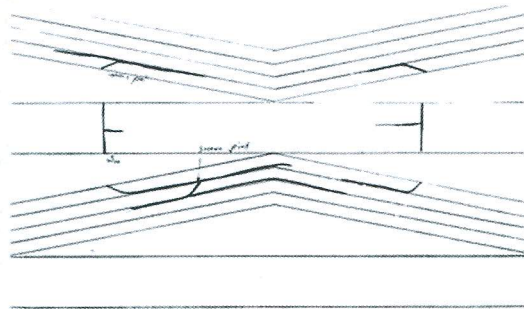
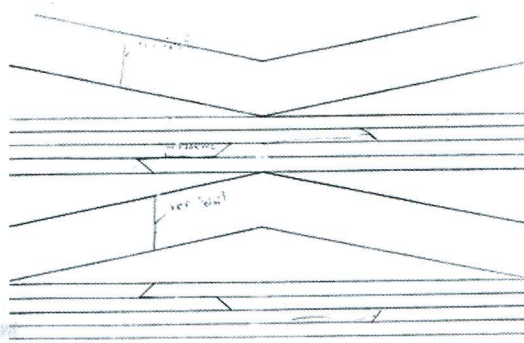


ตารางที่ 10 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลุ่มต่างๆของไม้ประสานโครงสร้างอาคาร
และตัวอย่างไม้จริงของกระดินเทพา (*Acacia mangium* Willd.)

Comparisons	MOR	r	MOE
A-B	ns	ns	ns
A-C	**	**	ns
A-D	ns	**	**
A-E	**	ns	**
B-C	**	**	ns
B-D	ns	**	**
B-E	**	ns	**
C-D	**	ns	**
C-E	**	**	**
D-E	**	ns	ns



การแตกหักของตัวอย่างไม้ชุด A, B, C ของไม้กระถินเทพา



ไม้ยางพารา

ความแข็งแรง หรือมอดุลัสแตกร้าว ชุด A, B, C, D และ E มีค่าเท่ากับ 41.3, 24.5, 33.5, 30.8 และ 64.8 เมกะปาสคาล หรือ 421, 250, 342, 314 และ 661 กก/ซม.² ตามลำดับ มีเพียงชุด C และ D เท่านั้น มีค่าความแข็งแรงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการเตรียมตัวอย่างไม้คู่อื่นๆ มีค่าความแข็งแรงแตกต่างกันทางสถิติ ไม้ประสาธน์ โครงสร้าง ชุด A-D มีค่าความแข็งแรงประมาณ 40-65 เปอร์เซ็นต์ ของตัวอย่างไม้จริง (E) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าไม้ประสาธน์โครงสร้างชนิดอื่นๆ เนื่องจากในการ เตรียมตัวอย่าง ไม้ยางพาราจะใช้ไม้ขนาดสั้นๆ มาต่อกัน ทำให้เกิดรอยต่อจำนวนมาก ซึ่งเป็นจุดอ่อน สำคัญของตัวอย่างไม้ที่ทำให้ความแข็งแรงลดลง ไม้ส่วนใหญ่จะมีการเสียรูปเป็นแบบ แอ้งงอธรรมดา แต่มักจะแตกตามรอยต่อมากกว่าตามแนวเส้น

ค่าความเค้นที่ขีดจำกัดคั้นรูป ชุด A, B, C, D และ E เท่ากับ 21.8, 13.4, 16.9, 20.1 และ 42.5 เมกะปาสคาล หรือ 222, 137, 172, 205, และ 438 กก/ซม.² ตามลำดับ มีเพียงไม้ประสาธน์โครงสร้างชุด A-D, B-C, C-D ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการเปรียบเทียบคู่อื่นๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ค่า r/MOR ของไม้ยางพารา มีค่าประมาณ 50-65 เปอร์เซ็นต์

มอดุลัสยืดหยุ่น หรือความแข็งตึง ชุด A, B, C, D และ E เท่ากับ 12,740, 12,780, 12,260, 9,980 และ 8,200 เมกะปาสคาล หรือ 129,900, 130,300, 125,000, 101,800 และ 83,600 กก/ซม.² ตามลำดับ ไม้ตัวอย่างชุด A, B และ C จะไม่มีความแตกต่าง ทางสถิติภายในกลุ่ม และมีอัตราส่วนค่ามอดุลัสยืดหยุ่นต่อมอดุลัสแตกร้าว (MOE/MOR) ประมาณ 300-500 ส่วนค่าดังกล่าวของตัวอย่างไม้จริง ประมาณ 120



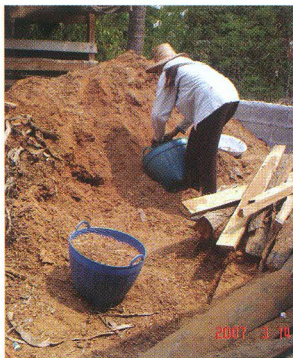
ตารางที่ 11 กลสมบัติของไม้ประสานโครงสร้างอาคารน้ำยาและตัวอย่างไม้จริง
ของไม้ยางพารา (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll. Arg.)

รูปแบบ การทดสอบ	ความกว้าง จำเพาะ	ความหนาแน่น (kg/m ³)	ความชื้น ขณะ ทดสอบ	ความแข็งแรง		MOE (Mpa)
				MOR (Mpa)	r (Mpa)	
				kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
A	0.59	693	17.5	41.3	21.8	12,740
				421	222	129,900
B	0.57	677	17.2	24.5	13.4	12,780
				250	137	130,300
C	0.56	648	16.0	33.5	16.9	12,260
				342	172	125,000
D	0.57	663	16.8	30.8	20.1	9,980
				314	205	101,800
E	0.49	577	16.6	64.8	42.5	8,200
				661	438	83,600

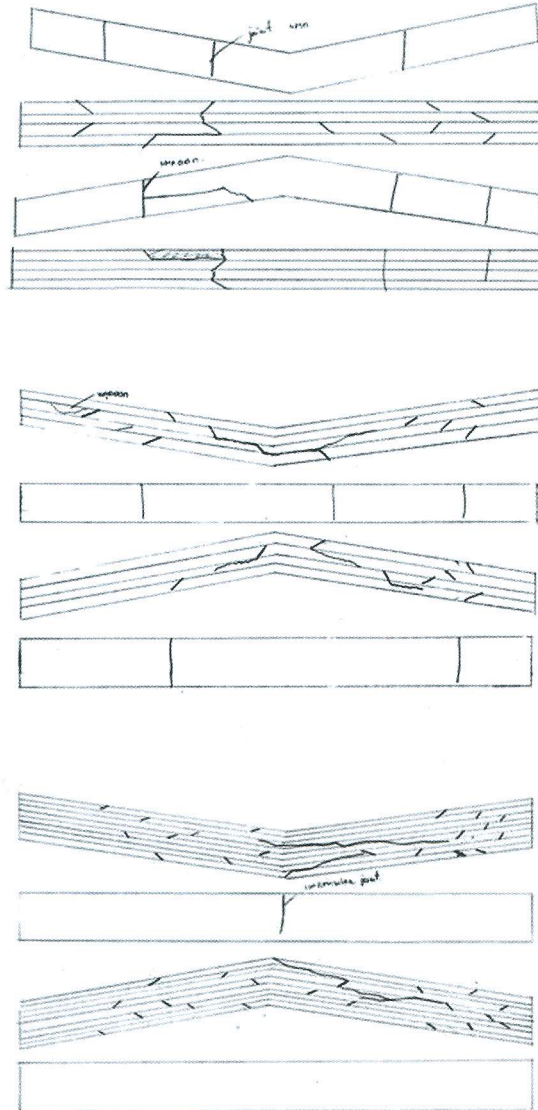


ตารางที่ 12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลุ่มต่างๆ ของไม้ประสานโครงสร้างอาบนํ้ายา และตัวอย่างไม้จริงของยางพารา (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll Arg.)

Comparisons	MOR	r	MOE
A-B	**	**	ns
A-C	**	**	ns
A-D	**	ns	**
A-E	**	**	**
B-C	**	ns	ns
B-D	**	**	**
B-E	**	**	**
C-D	ns	ns	**
C-E	**	**	**
D-E	**	**	*



การแตกหักของตัวอย่างไม้ชุด A, B, C ของไม้ยางพารา



วิจารณ์ผล

จากผลการทดสอบคุณสมบัติของไม้ประสานโครงสร้างขนาดต่างๆ และตัวอย่างไม้จริงของทั้ง 4 ชนิด พอสรุปผลได้ ดังนี้

ค่ามอดุลัสแตกร้าวของไม้ประสานโครงสร้าง เทียบกับตัวอย่างไม้จริงของไม้ทั้งสี่ชนิด มีค่าประมาณ 40-85 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากไม้ที่ได้นำมาทำเป็นไม้ประสานโครงสร้าง ไม่สามารถหลีกเลี่ยงตำหนิเช่น ตา เลี้ยนทแยง และจุดอ่อนต่างๆ ของไม้ เช่น กระพี้ ส่วนปลายของลำต้น ฯลฯ ได้เท่าที่ควร นอกจากนี้ การแปรรูปไม้ที่ไม่ตรงด้านรัศมีหรือด้านสัมผัส การมีรอยต่อ (joint) ในชิ้นไม้ประสาน ความชื้นของไม้ที่ประกบกัน อาจจะมีการแตกต่างกัน ความไม่สม่ำเสมอของกาวที่ทาบนผิวไม้ ก็เป็นสาเหตุที่ทำให้ความแข็งแรงของไม้ประสานโครงสร้างตัวอย่างลดลง

ค่าความเค้นขีดจำกัดคั้นรูปของไม้ประสานโครงสร้างจากไม้ทั้งสี่ชนิด เมื่อเปรียบเทียบค่ามอดุลัสแตกร้าวอยู่ระหว่าง 50-85 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าไม้ประสานโครงสร้างมีช่วงการยืดหยุ่นที่ยาว การอัดการประกบเป็นชิ้นต่างๆ ทำให้ไม้ดังกล่าวเป็นวัสดุมีค่าความเค้นที่ขีดจำกัดคั้นรูปใกล้เคียงกับค่ามอดุลัสแตกร้าว ซึ่งเป็นลักษณะของวัสดุที่เปราะ มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวัสดุวิศวกรรมอื่นๆ เช่น คอนกรีต

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นต่อค่ามอดุลัสแตกร้าว (MOE/MOR) ซึ่งโดยปกติไม้ทั่วไปจะมีค่ามีประมาณ 100 แต่ไม้ประสานโครงสร้างของไม้สัก ไม้ยูคาลิปตัส คามาลูเลนซิส และไม้กระถินเทพา มีค่าดังกล่าว ประมาณ 140-330 ส่วนไม้ประสานโครงสร้างของไม้ยางพารา มีค่าดังกล่าว ประมาณ 300-500 การที่ไม้ประสานโครงสร้างมีค่าดังกล่าวสูงมากๆ แสดงถึงความต้านทานการเสียรูปหรือความแข็งดิ่งที่สูง



อาจจะเป็นการที่กาบเข้าไปแทรกในเนื้อไม้ ชนิดและปริมาณของกาบที่อัด ความหนาและจำนวนชั้นของไม้ที่มาประกบ ตลอดจนการอัดประสานกันเป็นไม้ประสาน ทำให้โครงสร้างไม้เปลี่ยนไปจากเดิมเป็นไม้ประกอบ (composite wood) ซึ่งมีคุณสมบัติ ใกล้เคียงกับวัสดุทางวิศวกรรมอื่นๆ มากขึ้น จะทำให้วัสดุมีความดีหรือความแข็งแรงที่สูง ส่วนไม้จริงจะมีค่าดังกล่าวประมาณ 110-130

ค่ามอดุลัสแตกร้าวในไม้ประสานโครงสร้างชุดต่างๆ พบว่ามักมีค่าดังกล่าว ประมาณ 40-80 เปอร์เซ็นต์ของไม้ตัวอย่างจริง ซึ่งถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อันมีสาเหตุมาจากการที่ไม้ประสานโครงสร้างไม่สามารถหลีกเลี่ยงตำหนิ และจุดอ่อนต่างๆ ของไม้ได้ การที่ไม่ได้ละชั้นอาจจะมีมากขึ้นไม่เท่ากัน การเกิดรอยต่อ ภายในไม้แต่ละชั้นเหล่านี้ ล้วนมีสาเหตุที่ทำให้ไม้ประสานมีค่าความแข็งแรงที่ต่ำ เมื่อเทียบกับตัวอย่างไม้จริงชนิด ที่ขึ้นอายุเดียวกัน

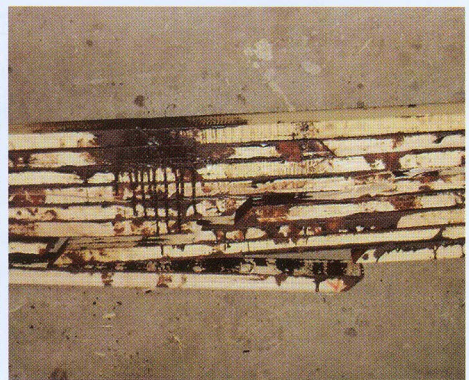
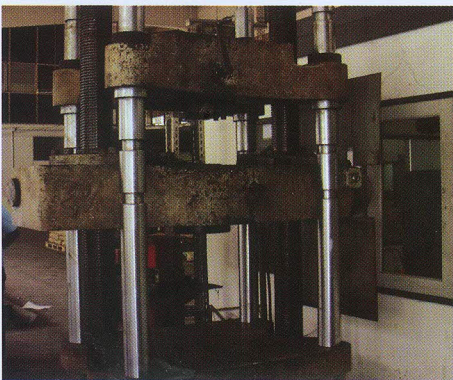


บทสรุป

จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติของไม้ประสาบโครงสร้างอาน้ำยาทั้ง 4 ชนิด มีความแข็งแรง (มอดุลัสแตกร้า) ที่ต่ำกว่าไม้ตัวอย่างไม้จริงของไม้ชนิดเดียวกัน แต่มีค่าความแข็งดิ่งที่สูงกว่ามาก นั่นคือ ไม้ประสาบโครงสร้างจากไม้สัก ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส กระถินเทพา และยางพารามีค่าความแข็งแรง ประมาณ 60-80, 60-70, 50-80 และ 25-40 เมกะปาสคาล ตามลำดับ และตัวอย่างไม้จริงจากไม้ชนิดเดียวกัน มีความแข็งแรง เท่ากับ 103, 106, 99 และ 66 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ส่วนค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของไม้ประสาบโครงสร้างจากไม้สัก ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส กระถินเทพา และยางพารา มีค่าประมาณ 15,000, 16,000, 16,000 และ 13,000 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดงกล่าวของตัวอย่างไม้จริงของไม้ชนิดเดียวกัน อยู่ระหว่าง 8,200-13,900 เมกะปาสคาล เท่านั้น ส่วนอัตราส่วนระหว่าง ความเค้นขีดจำกัดคั้นรูปกับค่ามอดุลัสแตกร้า (r/MOR) ของไม้ประสาบโครงสร้าง มีค่าประมาณ 55-85 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ค่าดงกล่าวของตัวอย่างไม้จริงประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ ตัวเลขดงกล่าวแสดงให้เห็นว่าการที่นำไม้มาทำเป็นไม้ประสาบโครงสร้าง โดยเฉพาะไม้ประสาบโครงสร้างขนาดใหญ่ๆ นั้น จะได้วัสดุที่มีค่าความแข็งแรงลดลง เนื่องจากไม่สามารถหลีกเลี่ยงด้านนี้และจุดอ่อนต่างๆ ได้ แต่จะมีความแข็งดิ่งสูงขึ้นมาก และค่า r/MOR ที่สูงขึ้น ทำให้เป็นวัสดุที่มีความดี ด้านทานการเสีรูปสูง ช่วงการยืดหยุ่นยาว และช่วงการอ่อนตัวสั้น นั่นคือ เป็นวัสดุที่เปราะ มักไม่ปรากฏ การเตือนการเสีรูปล่วงหน้า ซึ่งการนำมาเป็นวัสดุโครงสร้างที่รับน้ำหนักมากๆ อาจจะไม่เหมาะสมนัก แต่สามารถเพิ่มมูลค่าของเศษไม้ ปลายไม้ ที่นำมาผลิตเป็น ไม้ประสาบมาใช้ประโยชน์ได้

เป็นที่น่าสังเกตว่า ในกลุ่มไม้ประสาบโครงสร้างอาน้ำยา (ชุด A-D) ไม้ตัวอย่าง ชุด C เป็นไม้ประสาบโครงสร้างอาน้ำยาที่มีจำนวนชั้น 8 ชั้น ซึ่งมากกว่า ไม้ตัวอย่างชุดอื่นๆ มักจะมีแนวโน้มที่มีความแข็งแรงน้อยกว่าตัวอย่างชุดอื่นๆ ดังนั้น การผลิตไม้ประสาบโครงสร้างอาน้ำยาที่ต้องการมีความแข็งแรงสูงๆ น่าจะลดจำนวน ชั้นของไม้ที่มาประกบกันให้น้อยลง





บรรณานุกรม

1. กลุ่มงานพัฒนาผลผลิตป่าไม้. 2548. ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 111 น.
2. ณรงค์ โทณานนท์, ศิริ เจือวิจิตรจันทร์, สุชาติ ไทยเพชร และศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์. 2528 ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย. กองวิจัยผลผลิตป่าไม้ กรมป่าไม้. 176 น.
3. บุญนำ เกียวข้อง และมยุรี ดวงเพชร. 2542. คู่มือปฏิบัติการเชิงกลของไม้. คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 99 น.
4. พงศ์ โสโน. 2516. กลสมบัติไม้ (อัดสำเนา). กองค้นคว้า กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 12 น.
5. พจน์ อรุณวงศ์ และธีระ วิณิน. 2523. คำบรรยายเรื่องการอาน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้. กองวิจัยผลผลิตป่าไม้ กรมป่าไม้.
6. วิรัช ชื่นวาริน. 2533. สมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 315 น.
7. ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน. 2550. กระถินเทพา. สำนักส่งเสริมการปลูกป่า, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 30 น.
8. สุชาติ ไทยเพชร, เกรียงศักดิ์ เสพยธรรม, ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์, อุทราตัน ภูไพบูลย์, วลัยทอ เพื่องวิจิตร, บุญส่ง สมเพาะ, วิเชียร ปิยาจารย์ประเสริฐ และบางรักษ์ เซษฐสิงห์. 2547. คุณลักษณะไม้ไทย. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 306 น.
9. ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์. 2544. กลสมบัติของไม้และการใช้ประโยชน์ไม้. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 145 น.
10. ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์, บุญส่ง สมเพาะ, วิเชียร ปิยาจารย์ประเสริฐ และบางรักษ์ เซษฐสิงห์. 2550. กลสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส คามาตูเลนซิส. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลผลิตป่าไม้. 9 น.
11. Hiziroglu, S. 2004. Wood Properties. Department of Forest Products. Kasetsart University, Bangkok. 175p.
12. USDA. 1974. Glued Structural Member. /m. Wood handbook: Wood as an Engineering Material. Washington D.C, U.S.A. pp. 1 Q 1- 10-19
13. www.geocities.

