# กำลังรับแรงของไม้เต็งและไม้ยางที่ความชื้นแตกต่างกัน

# STRENGTH OF SHAREA OBTUSE WOOD & DIPTEROCAPUS WOOD IN VARIED MOISTURE CONTENT.


นาย ณรงค์ฤทธิ์ ทองช้อย

นาย ทศพล แก้วอินทร์

นาย นพดล พิมพ์พิชิฐวาร


โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

# กำลังรับแรงของไม้เต็งและไม้ยางที่ความชื้นแตกต่างกัน

# STRENGTH OF SHAREA OBTUSE WOOD & DIPTEROCAPUS WOOD IN VARIED MOISTURE CONTENT.


นาย ณรงค์ฤทธิ์ ทองช้อย

นาย ทศพล แก้วอินทร์

นาย นพดล พิมพ์พิสิฐถาวร


โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# STRENGTH OF SHAREA OBTUSE WOOD & DIPTEROCAPUS WOOD IN VARIED MOISTURE CONTENT.

MR. NARONGRIT THONGCHOY

MR. THODSAPON KAEW-IN

MR. NOPPADOL PIMPISITTHAVORN

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT

FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ใบรับรองโครงงานพิเศษ**

---

**หัวข้อโครงงานพิเศษ** กำลังรับแรงของไม้เต็งและไม้ยางที่ความชื้นแตกต่างกัน

**นักศึกษา** นาย ณรงค์ฤทธิ์ ทองช้อย รหัสนักศึกษา 53010427

นาย ทศพล แก้วอินทร์ รหัสนักศึกษา 53010577

นาย นพดล พิมพ์พิสิฐถาวร รหัสนักศึกษา 53010785

**อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์ แหลมทอง เหล่าคงถาวร

**หลักสูตร** วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

**ปีการศึกษา** 2556

| คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ | ลายมือชื่อ |
|---|---|
| ผศ. สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์<br>ผศ.ดร. นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช<br>รศ. แหลมทอง เหล่าคงถาวร | |

**วัน/เดือน/ปี ที่สอบ** 25 มีนาคม 2557 **เวลาสอบ** 10.00-11.00 น.

**สถานที่สอบ** ณ อาคาร CCA ห้อง 301

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(.....)

รศ.สุพจน์ ศรีนิล

ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ 31 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อโครงงานพิเศษ** | กำลังรับแรงของไม้เต็งและไม้ยางที่ความชื้นแตกต่างกัน |
| **นักศึกษา** | นาย ณรงค์ฤทธิ์ ทองช้อย รหัสนักศึกษา 53010427 |
| | นาย ทศพล แก้วอินทร์ รหัสนักศึกษา 53010577 |
| | นาย นพดล พิมพ์พิสิฐถาวร รหัสนักศึกษา 53010785 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | รองศาสตราจารย์ แหลมทอง เหล่าคงถาวร |
| **หลักสูตร** | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา |
| **ปีการศึกษา** | 2556 |

## บทคัดย่อ

ไม้เป็นวัสดุธรรมชาติ ที่มีกำลังรับแรงแปรผันตามสภาพแวดล้อม แต่ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษากำลังรับแรงของไม้เศรษฐกิจที่สัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม ดังนั้นโครงงานพิเศษนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของไม้เต็งและไม้ยางในสภาวะความชื้นที่แตกต่างกัน โดยเก็บตัวอย่างไม้เต็ง และไม้ยางมาทดสอบในห้องปฏิบัติการ ซึ่งในไม้แต่ละชนิดมีการจำแนกตัวอย่างออกเป็น 2 ประเภท คือตัวอย่างไม้ที่แช่น้ำ และตัวอย่างไม้ที่ไม่แช่น้ำ และได้ทำการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของไม้ 5 ด้านตามมาตรฐาน ASTM ประกอบด้วย 1.) แรงอัดขนานเสี้ยน 2.) แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน 3.) แรงดัด 4.) แรงเฉือนขนานเสี้ยน 5.) แรงดึง จากผลการศึกษาพบว่าไม้ที่ไม่ได้แช่น้ำจะมีกาลังสูงกว่าไม้ที่แช่น้า นั่นหมายความว่า ความชื้นในเนื้อไม้จะส่งผลให้กำลังรับแรงของไม้มีค่าลดลง ดังนั้น ผู้ออกแบบหรือผู้ที่จะนาไม้ไปใช้งานควรคำนึงถึงผลกระทบของความชื้นที่ส่งผลให้กาลังรับแรงของไม้ลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| บทที่ | เรื่อง | หน้า |
|---|---|---|
| | ปกใน (ภาษาไทย) | ก |
| | ปกใน (ภาษาอังกฤษ) | ข |
| | หน้าอนุมัติ | ค |
| | บทคัดย่อ (ภาษาไทย) | ง |
| | บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) | จ |
| | กิตติกรรมประกาศ | ฉ |
| | สารบัญ | ช |
| | สารบัญตาราง | ฌ |
| | สารบัญรูป | ญ |
| 1 | บทนำ | |
| | 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ | 1 |
| | 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| | 1.3 ขอบเขตการศึกษา | 2 |
| | 1.4 สมมติฐานที่ใช้ในการศึกษา | 2 |
| | 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| 2 | วรรณกรรมปริทัศน์ | |
| | 2.1 บทนำ | 3 |
| | 2.2 โครงสร้างของเนื้อไม้ | 3 |
| | 2.3 การจำแนกประเภทของเนื้อไม้ | 4 |
| | 2.4 คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้ | 5 |
| | 2.5 ตำหนิของไม้ | 6 |
| | 2.6 ประเภทของไม้และกลสมบัติของไม้ | 7 |
| | 2.7 การแบ่งคุณภาพชั้นไม้ | 8 |
| | 2.8 มาตรฐานไม้ | 10 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | เรื่อง | หน้า |
|---|---|---|
| | 2.9 ลักษณะภูมิศาสตร์ของแหล่งวัสดุที่นำมาทดสอบ | 12 |
| | 2.9.1 ลักษณะภูมิศาสตร์ภาคเหนือ | 12 |
| | 2.9.2 ลักษณะภูมิศาสตร์ภาคตะวันออก | 14 |
| 3 | **วิธีการดำเนินการ** | |
| | 3.1 แผนผังการดำเนินการ | 17 |
| | 3.2 อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ | 18 |
| 4 | **ผลการศึกษา** | |
| | 4.1 บทนำ | 32 |
| | 4.2 ปัจจัยทางด้านความชื้นที่ส่งผลต่อค่ากำลังรับแรงของไม้ | 33 |
| | 4.3 การเปรียบเทียบค่ากลสมบัติต่างๆ ของไม้ 2 ภูมิภาค | 34 |
| 5 | **สรุปและข้อเสนอแนะ** | |
| | 5.1 สรุปผลการวิจัย | 42 |
| | 5.2 ข้อเสนอแนะ | 43 |
| **เอกสารอ้างอิง** | | 44 |
| **ภาคผนวก** | | |
| | **ภาคผนวก ก. ตารางบันทึกผล** | ผก 1 |
| | **ภาคผนวก ข. ตารางค่ามาตรฐานต่าง ๆ ที่ใช้อ้างอิง** | ผข 1 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | เรื่อง | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | การแบ่งประเภทของไม้ตามแรงดัดและความทนทานของไม้นั้นๆ | 4 |
| 2.2 | ปริมาณน้ำยาที่ใช้อาบของไม้ | 5 |
| 2.3 | ค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ (มาตรฐาน วสท. 1002-16 และกฎกระทรวง ฉบับที่ 6-2527) | 8 |
| 2.4 | ขนาดของตาไม้ที่ยอมให้ตามมาตรฐาน วสท. 1002-16 | 9 |
| 2.5 | ขนาดรอยแตกของไม้ที่ยอมให้ตามมาตรฐาน วสท. 1002-16 | 10 |
| 4.1 | แสดงค่าเฉลี่ยกลสมบัติต่างๆ ของไม้เต็งภาคเหนือกับภาคตะวันออก | 33 |
| 4.2 | แสดงค่าเฉลี่ยกลสมบัติต่างๆ ของไม้ยางภาคเหนือกับภาคตะวันออก | 34 |
| 4.3 | แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลสมบัติต่างๆ ของไม้เต็ง (ไม่แช่น้ำ) ภาคเหนือกับภาคตะวันออก | 34 |
| 4.4 | แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลสมบัติต่างๆ ของไม้ยาง (ไม่แช่น้ำ) ภาคเหนือกับภาคตะวันออก | 35 |
| 4.5 | แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลสมบัติต่างๆ ของไม้เต็ง (แช่น้ำ) ภาคเหนือกับภาคตะวันออก | 35 |
| 4.6 | แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลสมบัติต่างๆ ของไม้ยาง (แช่น้ำ) ภาคเหนือกับภาคตะวันออก | 35 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


| รูปที่ | เรื่อง | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | แสดงส่วนต่างๆ ในหน้าตัดไม้ | 4 |
| 2.2 | แสดงตำหนิต่างๆ ในเนื้อไม้ | 6 |
| 2.3 | แสดงทิศทางที่แรงกระทำต่อไม้ | 8 |
| 3.1 | แสดงแผนผังการดำเนินการของโครงงานพิเศษ | 17 |
| 3.2 | แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบหาความชื้นและการหดตัว | 18 |
| 3.3 | แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบหาแรงอัดขนานเสี้ยน | 19 |
| 3.4 | แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบหาแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน | 20 |
| 3.5 | แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบหาแรงเฉือนขนานเสี้ยน | 21 |
| 3.6 | แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบหาแรงดัด | 22 |
| 3.7 | แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบหาแรงดึง | 23 |
| 3.8 | แสดงตัวอย่างไม้ทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ | 24 |
| 3.9 | แสดงการเตรียมตัวอย่างทดสอบแรงเฉือนขนานเสี้ยนของไม้ (1) | 24 |
| 3.10 | แสดงการเตรียมตัวอย่างทดสอบแรงเฉือนขนานเสี้ยนของไม้ (2) | 25 |
| 3.11 | แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบแรงเฉือนขนานเสี้ยนที่ใช้ | 25 |
| 3.12 | แสดงการเตรียมตัวอย่างทดสอบแรงดึงของไม้ (1) | 26 |
| 3.13 | แสดงการเตรียมตัวอย่างทดสอบแรงดึงของไม้ (2) | 26 |
| 3.14 | แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบแรงดึงที่ใช้ | 27 |
| 3.15 | แสดงการแช่ชิ้นตัวอย่างไม้ที่ใช้ทดสอบ | 27 |
| 3.16 | แสดงอุปกรณ์ทดสอบแรงเฉือนขนานเสี้ยนของไม้ | 28 |
| 3.17 | แสดงอุปกรณ์ทดสอบแรงดึงของไม้ | 28 |
| 3.18 | แสดงการทดสอบแรงอัดของไม้ขนานกับแนวเสี้ยน | 29 |
| 3.19 | แสดงการทดสอบแรงอัดของไม้ตั้งฉากกับแนวเสี้ยน | 29 |
| 3.20 | แสดงการทดสอบแรงเฉือนของไม้ขนานกับแนวเสี้ยน | 30 |
| 3.21 | แสดงการทดสอบแรงดัดของไม้ | 30 |
| 3.22 | แสดงการทดสอบแรงดึงของไม้ | 31 |
| 4.1 | แสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดขนานเสี้ยนของไม้เต็งและไม้ยาง | 36 |
| 4.2 | แสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้เต็งและไม้ยาง | 36 |
| 4.3 | แสดงการเปรียบเทียบกำลังรับดัดของไม้เต็งและไม้ยาง | 37 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | เรื่อง | หน้า |
|---|---|---|
| 4.4 | แสดงการเปรียบเทียบกำลังรับเฉือนขนานเสี้ยนของไม้เต็งและไม้ยาง | 37 |
| 4.5 | แสดงการเปรียบเทียบกำลังรับดึงของไม้เต็งและไม้ยาง | 38 |
| 4.6 | แสดงตัวอย่างหลังการการทดสอบแรงอัดของไม้ขนานกับแนวเสี้ยน | 39 |
| 4.7 | แสดงตัวอย่างหลังการการทดสอบแรงอัดของไม้ตั้งฉากกับแนวเสี้ยน | 39 |
| 4.8 | แสดงตัวอย่างหลังการการทดสอบแรงเฉือนของไม้ขนานกับแนวเสี้ยนแสดงตัวอย่าง | 40 |
| 4.9 | หลังการการทดสอบแรงดึงไม้ | 40 |
| 4.10 | แสดงตัวอย่างหลังการการทดสอบแรงดัดของไม้ | 41 |


สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของไม้เต็งและไม้ยาง(ภาคเหนือกับภาคตะวันออก) โดยให้มีปริมาณความชื้นที่แตกต่างกันซึ่งคุณสมบัติที่จะนำไม้มาทดสอบมีดังนี้

1.) แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (ระหว่างไม้ที่ไม่แช่น้ำและไม้ที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 15 วัน)

2.) แรงอัดขนาดเสี้ยน (ระหว่างไม้ที่ไม่แช่น้ำและไม้ที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 15 วัน)

3.) แรงดัด (ระหว่างไม้ที่ไม่แช่น้ำและไม้ที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 15 วัน)

4.) แรงดึง (ระหว่างไม้ที่ไม่แช่น้ำและไม้ที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 15 วัน)

5.) แรงเฉือนขนานเสี้ยน (ระหว่างไม้ที่ไม่แช่น้ำและไม้ที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 15 วัน)

### 1.4 สมมติฐานที่ใช้ในการศึกษา

1.) กำลังรับแรงของไม้ที่สภาวะแห้งมีค่ามากกว่าสภาวะเปียกชื้น

2.) ไม้ชนิดเดียวกัน แต่อยู่ต่างภูมิภาคกัน จะมีค่ากำลังการรับแรงที่แตกต่างกันด้วย

### 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.) ทำให้ทราบความสามารถในการรับแรงของไม้เต็งและไม้ยางในสภาวะความชื้นที่ต่างกัน

2.) ทำให้ทราบความสามารถในการรับแรงของไม้เต็งและไม้ยางในภูมิภาคที่แตกต่างกัน

3.) พัฒนาความรู้การใช้วัสดุไม้เป็นโครงสร้างอาคารในภูมิอากาศที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

# วรรณกรรมปริทัศน์

## 2.1 บทนำ

ไม้ (Wood) เป็นผลผลิตอันยิ่งใหญ่จากธรรมชาติ และวัตถุดิบที่มีค่าอย่างยิ่งนับตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ มนุษย์เริ่มรู้จักใช้ไม้ในป่ามาประดิษฐ์เครื่องมือในการล่าสัตว์ จวบจนปัจจุบันนี้มนุษย์รู้จักนำไม้มาประกอบโครงสร้างสำหรับรับน้ำหนักได้ตามที่ต้องการ นำไม้ไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย เช่น เฟอร์นิเจอร์ เครื่องเรือน ฯลฯ

ในไทยไม้ซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ไม้ใบแคบ (ไม้เนื้ออ่อน) เป็นไม้ที่ไม่ค่อยมีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ และมีความแข็งแรงต่ำ ตัวอย่างของไม้ใบแคบ ได้แก่ ยาง สนเขา สนหางกระรอก กะบาก ไม้ประเภทนี้ไม่ค่อยได้ใช้ในงานก่อสร้าง และไม้ใบกว้าง (ไม้เนื้อแข็ง) เป็นไม้ที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพลมฟ้าอากาศ และมีความแข็งแรงสูงกว่าไม้เนื้ออ่อน ตัวอย่างของไม้ใบกว้าง ได้แก่ เต็ง มะค่า ตะเคียน สัก ไม้ประเภทนี้นิยมใช้ในงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่

## 2.2 โครงสร้างของเนื้อไม้

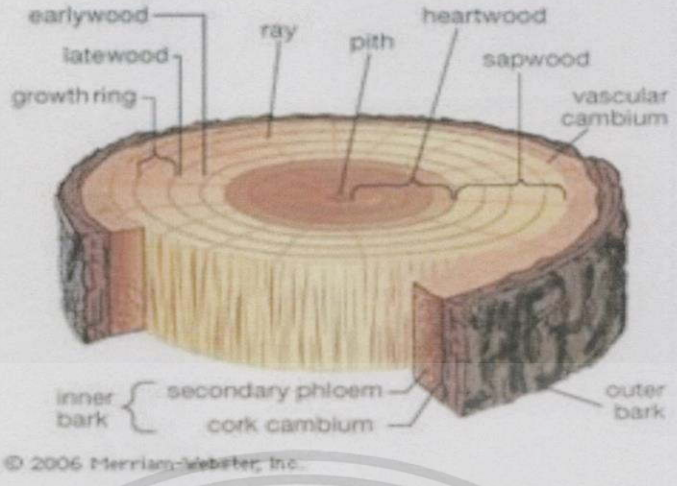
การเจริญเติบโตของต้นไม้จำเป็นต้องอาศัย 3 ส่วนประกอบ ได้แก่

1.) ราก ทำหน้าที่ดูดสารอาหารจากดินไปสู่ใบ และยังทำหน้าที่ยึดลำต้นกับพื้นไม่ให้ต้นไม้ล้มอีกด้วย

2.) ลำต้น ทำหน้าที่ลำเลียงสารอาหารจากรากไปสู่ใบ และยังเป็นโครงสร้างของต้นไม้ให้เชิดชูเรือนยอดไปรับแสงอาทิตย์ เพื่อช่วยในการสังเคราะห์แสงอีกด้วย

3.) พุ่มใบ ทำหน้าที่ปรุงอาหารด้วย การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) โดยใช้สารสีเขียวที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) แล้วส่งสารอาหารนั้นมายัง เยื่อเจริญ (Cambium) ซึ่งอยู่บริเวณลำต้น ส่งผลให้ลำต้นมีการเจริญเติบโตโดยการเจริญเติบโตของไม้ จะเกิดขึ้นที่บริเวณเนื้อไม้รอบลำต้นที่เยื่อเจริญเห็นชั้นๆไปในแต่ละปี ต้นไม้บางต้นโตเร็วเนื่องจาก ดินดี อากาศดี ส่วนหนาของชั้นที่เจริญนี้อาจเป็นปีละ 3.2-12.7 มิลลิเมตรก็มี แต่ถ้าต้นไม้อยู่ในที่แล้ง ไม่มีทั้งดินและอากาศอาจจะงอกเพียง 6.4-12.7 มิลลิเมตร ในระยะเวลานานถึง 10-15 ก็มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.1 แสดงส่วนต่างๆ ในหน้าตัดของไม้

**2.3 การจำแนกประเภทของไม้**

ในปัจจุบันนี้ เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกันจึงมีการแยกประเภทของไม้ตามหนังสือของกรมป่าไม้ที่ กส. 0702/6679 ลงวันที่ 3 พ.ค. 2517 เรื่องข้อกำหนดเกี่ยวกับไม้ที่ใช้ในการสร้างในส่วนราชการกรมป่าไม้ ซึ่งมีใจความสำคัญดังต่อไปนี้

1.) ให้แบ่งไม้ออกเป็น 3 ประเภท โดยถือเอาค่าความแข็งแรงในการดัดของไม้แห้ง และความทนทานตามธรรมชาติของไม้นั้นๆ เป็นเกณฑ์ ดังในตารางที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1** การแบ่งประเภทของไม้ตามแรงดัดและความทนทานของไม้นั้นๆ

| ประเภทของไม้ | ความแข็งแรง (ksc) | ความทนทาน (ปี) |
|---|---|---|
| ไม้เนื้อแข็ง | สูงกว่า 1,000 | สูงกว่า 6 |
| ไม้เนื้อแข็งปานกลาง | 600-1,000 | 2-6 |
| ไม้เนื้ออ่อน | ต่ำกว่า 600 | ต่ำกว่า 2 |

สำหรับไม้ที่มีความทนทานต่ำ หากได้อาบน้ำยาเสียก่อน โดยมีปริมาณน้ำยาตามที่ได้ระบุไว้ในข้อที่ 2 ก็สามารถเลื่อนชั้นขึ้นไปตามค่าความแข็งแรงได้

2.) สำหรับงานก่อสร้างถาวร หากมีการกำหนดในรายละเอียดแบบแปลนว่า ให้มีการใช้ไม้เนื้อแข็งปานกลางหรือไม้เนื้ออ่อนได้ จะต้องผ่านการอาบน้ำยาซึ่งมีปริมาณตัวยาเป็นกิโลกรัมต่อหน่วยปริมาตรเป็นลูกบาศก์เมตรของไม้ที่อาบ หรือไม่ต่ำกว่าที่กำหนดเสียก่อน ดังแสดงในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.2** ปริมาณน้ำยาที่ใช้อาบของไม้ (หน่วยกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ; $kg/m^3$)

| การใช้งาน | ยาประเภทน้ำมัน | ยาประเภทเกลือ | ยาประเภทเกลือ |
|---|---|---|---|
| ใช้ในร่ม | - | - | 5.6 |
| ใช้กลางแจ้ง | 96 | 4.8 | 8.0 |
| ใช้ในที่แฉะชื้น | 128 | 6.4 | 12.0 |
| ใช้ในน้ำจืด | 192 | 10.0 | 16.0 |
| ใช้ในน้ำทะเล | 320 | - | 24.0 |

3.) ไม้ที่ใช้จะต้องไม่มีตำหนิที่จะทำให้ไม้เสียกำลังอย่างรุนแรง กระพี้ไม้ทุกชนิดก็ไม่ให้มีติด เว้นแต่จะเป็นไม้ที่ผ่านการอาบน้ำมันตามข้อ 2 มาแล้ว

4.) ในข้อที่ 2 ให้บังคับใช้เฉพาะในท้องที่กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ นนทบุรี เชียงใหม่ และลำปาง นอกเหนือจากจังหวัดดังกล่าวนี้ เมื่อใดมีโรงงานอาบน้ำยาไม้เกิดขึ้นในจังหวัดใดแล้ว ให้ถือปฏิบัติตามกำหนดนี้สำหรับท้องที่ในจังหวัดนั้นๆ

**2.4 คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้**

ไม้เต็ง เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นเป็นหมู่ตามป่าแดงทั่วไปยกเว้นภาคใต้ลักษณะเนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลอ่อนเมื่อแรกตัด เมื่อทิ้งไว้นานจะเป็นสีน้ำตาลแก่แกมแดง เสี้ยนสับสน เนื้อหยาบแต่สม่ำเสมอ แข็งแรง เหนียว และทนทานมาก แห้งแล้วเลื่อยและไสกบตกแต่งได้ยาก มีน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 1,040 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำหมอนรางรถไฟ เครื่องมือกสิกรรม โครงสร้างอาคาร เช่น ตง คาน วงกบประตูหน้าต่าง โครงหลังคา เสา เป็นต้น

ไม้ยาง เป็นต้นไม้สูงใหญ่ ไม่มีกิ่งที่ลำต้น มักขึ้นเป็นหมู่ในป่าดิบชื้น และที่ต่ำชุ่มชื้นบริเวณใกล้เคียงแม่น้ำลำธารในป่าดิบ และป่าอื่นๆทั่วไป ต้นยางชนิดนี้สามารถเผาเอาน้ำมันยางได้ (แต่เป็นคนละชนิดกับต้นยางพารา) ลักษณะเนื้อไม้เป็นสีแดงเรื่อหรือสีน้ำตาลหม่น เสี้ยนมักตรง เนื้อหยาบแข็งปานกลาง ถ้าใช้ในร่มจะทนทานดี เลื่อยและไสกบตกแต่งได้ดี มีน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 640-720 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป ในงานก่อสร้างนิยมใช้เป็นไม้ฝา ไม้คร่าว ฝ้าเพดาน และคร่าวฝา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ตำหนิของไม้

ไม้ที่ผ่านการแปรรูปมาแล้ว ก่อนที่จะนำไปใช้ในงานก่อสร้างจะต้องตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นไม้ ไม่ให้มีตำหนิมากเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด เพราะถ้าเกินก็จะส่งผลต่อการรับกำลังของไม้เมื่อนำไปใช้งาน โดยทั่วไปตำหนิของไม้อาจเกิดจาก 2 สาเหตุหลักๆ คือ

1. ด้านชีววิทยา เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย ปลวก มอด เพรียง
2. ด้านฟิสิกส์ เช่น รอยร้าว รอบปริ ตาไม้ การบิด การโก่งของไม้

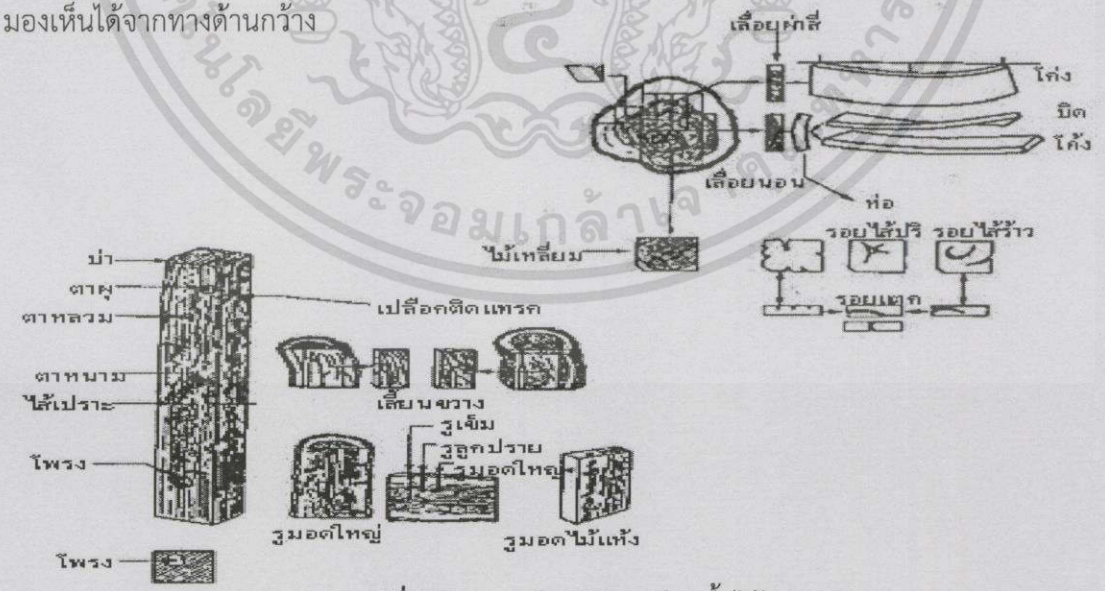
ตาไม้ (Knots) คือส่วนที่กิ่งไม้ยื่นออกมาจากลำต้น และขนาดของตาไม้จะมีผลเสียต่อการรับกำลังในงานก่อสร้าง โดยอาจมีผลเสียน้อยในด้านการรับแรงอัดถ้าเกิดอยู่ในไม้เสา แต่ถ้าอยู่ในคานจะมีผลต่อการต้านทานแรงดัดของคานเป็นอย่างมาก

รอยปริ (Checks) คือรอยแตกของไม้ตามแนวเสี้ยน และแนวรัศมีตามขวางกับเส้นวงปี ซึ่งเกิดจากการหดตัวของไม้ที่มีความชื้นไม่เท่ากัน พบมากที่บริเวณปลายไม้ และจะไม่ค่อยมีผลต่อการรับแรงอัด แต่จะมีผลเสียต่อกำลังต้านทานแรงเฉือนกับแรงดึงตั้งฉากเสี้ยน

รอยร้าว (Shakes) คือรอยแตกของไม้ตามแนวยาวระหว่างรอบของเส้นวงปี รอยแตกนี้จะเกิดขึ้นในขณะที่วงปีกำลังจะงอกขึ้นมาใหม่แล้วมีลมพัดแรงให้ต้นไม้โยกไปมา ทำให้วงปีเก่ากับวงปีใหม่เกาะติดกันได้ไม่สนิท

การบิด (Twist) คือการเสียรูปของไม้โดยการบิดเป็นเกลียว เนื่องจากไม้เสียความชื้น มักเกิดในไม้ที่มีแนวเสี้ยนไม่สม่ำเสมอ ซึ่งอาจมีการโค้งหรือการโก่งรวมอยู่ด้วยอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้ง 2 อย่างเลยก็ได้

การโก่ง (Spring) คือการเสียรูปของไม้จากการโค้งตัวตามความยาวของแผ่นไม้ ซึ่งจะมองเห็นได้จากทางด้านกว้าง




รูปที่ 2.2 แสดงตำหนิต่างๆ ในเนื้อไม้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 ประเภทของไม้และกลสมบัติของไม้

ไม้ที่เรานำมาใช้ในงานก่อสร้างมีอยู่หลายชนิด และหลายประเภท ซึ่งการรับกำลังก็จะแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการเลือกใช้ไม้ให้ถูกต้องตามลักษณะของงานก่อสร้างนั้นๆ จะก่อให้เกิดความปลอดภัย และเหมาะสมกับประเภทของงานนั้น ในที่นี้ขอกล่าวถึงมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ที่ได้แบ่งชนิดไม้ไว้ 5 ประเภทคือ ไม้เนื้ออ่อนมาก ไม้เนื้ออ่อน ไม้เนื้อปานกลาง ไม้เนื้อแข็ง และไม้เนื้อแข็งมาก และได้กำหนดกลสมบัติต่างๆ ของไม้ที่จำเป็นต่อการออกแบบงานโครงสร้าง กลสมบัติของไม้ที่จะต้องนำมาพิจารณาในการเลือกใช้งาน มีดังนี้

1.) น้ำหนักไม้ (Weight) ไม้ที่เหมาะสำหรับนำมาใช้ในงานวิศวกรรมก่อสร้าง ควรผ่านการผึ่งหรืออบให้เหลือความชื้นประมาณ 12-15 % โดยน้ำหนัก เพื่อลดปัญหาการบิดตัว หดตัว และแตกปริในภายหลัง

2.) ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) เป็นกลสมบัติที่แตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ โดยทั่วไปไม้ที่มีน้ำหนัก และความถ่วงจำเพาะสูง มักเป็นไม้ที่ให้กำลังสูงกว่าไม้ที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำ

3.) หน่วยแรงดัด (Bending Stress) เป็นกลสมบัติที่ใช้ออกแบบโครงสร้างประเภทคาน เพื่อให้สามารถกำหนดหน้าตัดที่เหมาะสมที่จะนำมารองรับน้ำหนักบรรทุก

4.) โมดูลัสแตกหัก (Modulus of Rupture) เป็นค่าหน่วยแรงดัดของไม้ที่วัดเมื่อถูกแรงดัดประลัยกระทำจนถึงขั้นแตกหัก ซึ่งค่าประลัยที่ได้นี้ก็จะนำไปใช้ในการพิจารณาตามกำหนดค่าหน่วยแรงดัดที่ วสท. อนุญาตให้ใช้ได้

5.) โมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elastic) เป็นกลสมบัติในด้านการต้านทานต่อการโก่งตัวของคานในแนวดิ่ง โดยทั่วไปไม้ที่มีความชื้นมากจะโก่งตัวมากกว่าไม้ที่ผึ่งแห้งดีแล้วเมื่อรับน้ำหนักบรรทุกเท่ากัน

6.) หน่วยแรงอัดขนานตามแนวเสี้ยน (Compressive Stress Parallel to Grain) เป็นกลสมบัติที่ใช้พิจารณาในการออกแบบโครงสร้างคานที่ต้องรับแรงอัด เช่น เสา โดยที่การรับแรงของเสาจะเปรียบเสมือนมีเสากลวงเล็กๆ ของเซลล์ไม้หลายๆ เซลล์ช่วยกันยันซึ่งกันและกัน ทำให้รับกำลังได้ดี

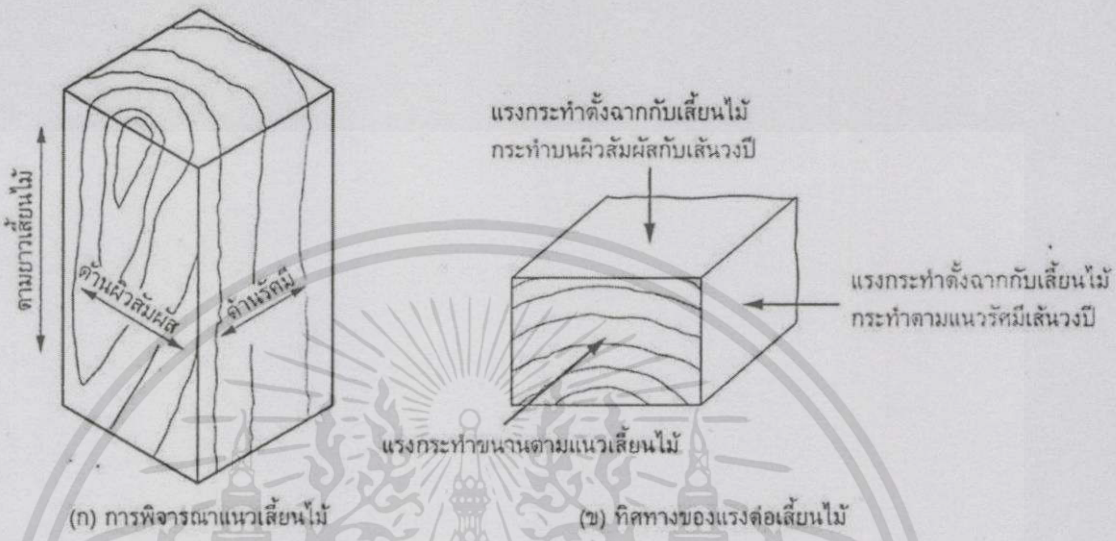
7.) หน่วยแรงอัดตั้งฉากกับแนวเสี้ยน (Compressive Stress Perpendicular to Grain) เป็นกลสมบัติที่ใช้พิจารณาในการออกแบบโครงสร้างคานที่ต้องรับแรงอัดเป็นจุด เพื่อตรวจสอบการยุบตัวของเสี้ยนไม้ให้อยู่ในขอบเขตยืดหยุ่นที่ยอมให้เท่านั้น

8.) หน่วยแรงดึงขนานกับเสี้ยน (Tensile Stress Parallel to Grain) เป็นกลสมบัติที่ให้ค่าสูงสุดของไม้ในการออกแบบโครงสร้างไม้ โดยให้ใช้ค่าหน่วยแรงดึงขนานกับแนวเสี้ยนเหมือนกับหน่วยแรงดัดตามที่ วสท. อนุญาต

9.) หน่วยแรงดึงตั้งฉากกับแนวเสี้ยน (Tensile Stress Perpendicular to Grain) เป็นกลสมบัติที่ไม่ค่อยได้ใช้ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.) หน่วยแรงเฉือนขนานกับแนวเสี้ยน (Shearing Stress Along Grain) เป็นกลสมบัติในการต้านทานการแยกออกจากกันของคานไม้ระหว่างครึ่งบนกับครึ่งล่าง โดยจะมีค่ามากที่สุดที่จุดกึ่งกลางความลึกที่ปลายคาน




รูปที่ 2.3 แสดงทิศทางที่แรงกระทำต่อไม้

ตารางที่ 2.3 ค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ (มาตรฐาน วสท. 1002-16 และกฎกระทรวงฉบับที่ 6-2527)

| ประเภทของไม้ | หน่วยแรงดัดหรือแรงดึงขนานเสี้ยน ($kg/cm^2$) | โมดูลัสยืดหยุ่น ($kg/cm^2$) | หน่วยแรงอัด ($kg/cm^2$) | | หน่วยแรงเฉือนขนานเสี้ยน ($kg/cm^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ขนานเสี้ยน | ตั้งฉากกับเสี้ยน | |
| ไม้เนื้ออ่อนมาก | 60 | 78,900 | 45 | 12 | 6 |
| ไม้เนื้ออ่อน | 80 | 94,100 | 60 | 16 | 8 |
| ไม้เนื้อปานกลาง | 100 | 112,300 | 75 | 22 | 10 |
| ไม้เนื้อแข็ง | 120 | 136,300 | 90 | 30 | 12 |
| ไม้เนื้อแข็งมาก | 150 | 189,000 | 110 | 40 | 15 |

## 2.7 การแบ่งคุณภาพชั้นไม้

ไม้แปรรูปที่จะนำมาใช้ในงานก่อสร้าง เราเรียกว่า Timber โดยจะต้องเป็นไม้ก่อสร้างที่ดี ปราศจากตัวมอด มีหน้าเรียบ เลื่อยได้เหลี่ยมฉาก เมื่อไสแล้วต้องไม่เล็กกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อสร้างมาตรฐานตาม วสท. จะแบ่งได้ 4 ประเภท คือ ไม้ก่อสร้างชั้น1 , ไม้ก่อสร้างชั้น2 , ไม้ก่อสร้างชั้น3 และไม้ด้อยคุณภาพ

ในการเปรียบเทียบชั้นมาตรฐานนั้น ให้ยึดมาตรฐานไม้ก่อสร้างชั้น 2 เป็นเกณฑ์

1.) ไม้ก่อสร้างชั้น 1 มาตรฐานกำหนดให้มีตำหนิได้เพียงครึ่งหนึ่งของไม้ก่อสร้างชั้น 2 แต่ไม่ยอมให้มีตาหลุด ตาผุ และมุมของเสี้ยนขวางจะต้องไม่ชันกว่า 1 ใน 20 กับแนวขอบไม้ทางยาว

2.) ไม้ก่อสร้างชั้น 3 มาตรฐานกำหนดยอมให้มีตำหนิได้ถึง 1.5 เท่าของไม้ก่อสร้างชั้น 2 และมุมของเสี้ยนขวางยอมให้ชันได้ถึง 1 ใน 12 กับแนวขอบของไม้ทางยาว

3.) ไม้ด้อยคุณภาพ เป็นไม้ที่มีคุณภาพต่ำกว่าไม้ก่อสร้างชั้น 3 ไม่สมควรนำมาใช้ในงานก่อสร้างโครงสร้าง แต่อาจนำมาเป็นไม้แบบหรือค้ำยันงานเล็กน้อยได้โดยมาตรฐานของไม้ก่อสร้างชั้น 2 กำหนดให้มีตำหนิได้ไม่เกินดังนี้

**ตาไม้** ขนาดของตาไม้ให้ถือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางที่กว้างที่สุดและแคบที่สุดเป็นหลัก โดยที่ผลบวกของเส้นผ่านศูนย์กลางของตาทั้งหมดที่อยู่ในช่วง 0.25 ของความยาวคานที่จะต้องไม่เกินขนาดความกว้างของไม้ที่มีตา ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4

**ตารางที่ 2.4** ขนาดของตาไม้ที่ยอมให้ตามมาตรฐาน วสท. 1002-16

| ขนาดไม้ (cm.) | ความกว้างสูงสุดของรอยแตกหรือรอยร้าว(cm.) | |
|---|---|---|
| | บนหน้าแคบและ ¼ จากแต่ละขอบของหน้ากว้าง | บนครึ่งกลางของหน้ากว้าง |
| 7.50 | 1.90 | 1.90 |
| 10.00 | 2.50 | 2.50 |
| 15.00 | 3.75 | 3.75 |
| 20.00 | 4.40 | 5.00 |
| 25.00 | 5.00 | 6.25 |
| 30.00 | 5.30 | 7.50 |
| 35.00 | 5.60 | 8.10 |
| 40.00 | 6.25 | 8.75 |

***หมายเหตุ :*** ตาหลุด ตาผุ รูมอดที่ไม่มีตัว ยอมให้มีได้ขนาดเดียวกันกับตาดีซึ่งยึดแน่นกับเนื้อไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เสี้ยนขวาง** มุมของเสี้ยนขวางจะต้องไม่ชันกว่า 1 ใน 15 กับแนวขอบของไม้ทางยาว

**กระพี้** ยอมให้มีได้สำหรับไม้ที่ใช้ในการก่อสร้างชั่วคราว แต่ถ้าเป็นไม้ที่ใช้ในงานก่อสร้างถาวรจะยอมให้มีกระพี้บนหน้าไม้ทั้ง 4 หน้าได้ไม่เกิน 15 % หรือต้องผ่านการอบน้ำยากันผุก่อนนำไปใช้งาน

**รอยแตกรอยร้าว** ความกว้างของรอยแตกรอยร้าววัดที่ปลายไม้ตามแนวดิ่ง ยอมให้ได้ไม่เกินค่าที่กำหนด ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.5

**ตารางที่ 2.5** ขนาดรอยแตกของไม้ที่ยอมให้ตามมาตรฐาน วสท. 1002-16

| ขนาดไม้ (cm.) | ความกว้างสูงสุดของรอยแตกหรือรอยร้าว(cm.) | |
|---|---|---|
| | ไม้เปียก | ไม้แห้ง |
| 8.70 | 4.80 | 6.25 |
| 10.00 | 6.25 | 6.75 |
| 15.00 | 9.50 | 12.50 |
| 20.00 | 11.25 | 16.40 |
| 25.00 | 15.60 | 20.25 |
| 30.00 | 18.75 | 25.40 |
| 35.00 | 21.90 | 28.90 |
| 40.00 | 25.40 | 32.75 |

## 2.8 มาตรฐานไม้

ไม้ก่อสร้างทั่วไปเป็นไม้แปรรูปมีหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดหน้าตัดและความยาวแตกต่างกันออกไปขนาดของหน้าตัดนิยมที่จะระบุเป็นนิ้วคือ “ขนาดเดิม” (Nominal Size) ซึ่งโดยทั่วไปมักมีขนาดใหญ่กว่าขนาดจริงเล็กน้อยทั้งนี้อาจเป็นเพราะต้องเสียเนื้อไม้ไปกับความกว้างของใบเลื่อยในการแปรรูปไม้หรืออาจเกิดจากการไสแต่งให้เรียบขนาดจริงของไม้เรียกว่า “ขนาดไสแต่งแล้ว” (Dressed Size)

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยหรือเรียกย่อว่า ว.ส.ท. ได้กำหนดขนาดมาตรฐานของไม้แปรรูปไว้โดยกำหนดว่าขนาดเดิมของไม้เมื่อแต่งไสแล้วจะต้องเล็กลงไปไม่มากกว่า 0.95 ซม. สำหรับไม้ทุกชนิดที่มีความกว้างหรือความหนาเดิมไม่เกิน 15 ซม. และจะเล็กลงไม่เกิน 1.27 ซม. สำหรับไม้ทุกชนิดที่มีความกว้างหรือความหนาเกิน 15 ซม. ขึ้นไปขนาดเดิมขนาดไสแต่งแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้ไม้แต่ละขนาดให้เหมาะสมกับงานผู้เลือกอาจพิจารณาได้ตามหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

1) ไม้กระดานสำหรับทำเป็นพื้น ฝาผนัง ฝาเพดาน และส่วนประกอบของอาคารอื่นๆ เช่น เชิงชายควร มีขนาดเดิมดังต่อไปนี้

ความหนา : 1/2", 3/4", 1"

ความกว้าง : 2", 3", 4", 5", 6", 8"

2) ไม้สำหรับคาน ตง อะเส จันทัน แป และโครงสร้างหลังคาควรมีขนาดเดิมดังต่อไปนี้

ความหนา: 1", 1.5", 2", 2.5"

ความกว้าง : 3", 4", 5", 6", 8", 10", 12"

3) ไม้เสาควรมีขนาดเดิมเป็น 4"x4", 5"x5", 6"x6", 8"x8"หรือ10"x10"

แต่ถ้าเป็นมาตรฐานของไม้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกระทรวง อุตสาหกรรม หรือ มอก. 421-2525 มาตรฐานของไม้แปรรูปนั้นมีมิติหรือขนาดเป็นมิลลิเมตร ดังนี้

1.) ขนาด ไม้แปรรูปตามมาตรฐานนี้ มีขนาดดังต่อไปนี้

ความหนา : 12, 16, 19, 22, 25, 32, 38, 44, 50, 63, 75, 88, 100, 113, 125, 138, 150 และ 200

ความกว้าง : 25, 38, 50, 63, 75, 88, 100, 113, 125, 150, 175, 200, 225,250, 275, 300, 350 และ400 (ยกเว้นไม้สักสี่เหลี่ยม ให้ถือตามขนาดไม้สักเหลี่ยมแปรรูปมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไม้สักแปรรูปมาตรฐานเลขที่ มอก. 422)

ความยาว : สำหรับไม้สักเริ่มตั้งแต่ 0.3 เมตร และให้มีความยาวเพิ่มขึ้นช่วงละ 0.15 เมตร ส่วนไม้กระยาเลยเริ่มตั้งแต่ 0.3 เมตร และให้มีความยาวเพิ่มขึ้นช่วงละ 0.3 เมตร

2.) การเรียกชื่อขนาด ให้เรียกชื่อขนาดไม้เรียงลำดับดังนี้

ความหนา x ความกว้าง x ความยาว

3.) การแปรรูป ต้องแปรรูปให้ส่วนยาวของไม้แปรรูปขนานกับความยาวของท่อนซุง ด้านทั้งสี่ด้านต้องเรียบเป็นแนวเส้นตรง มีขนาดสำเสมอกันตลอดความยาวของแผ่น และภาคตัดขวางหัวท้ายของไม้ต้องเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.9 ลักษณะภูมิศาสตร์ของแหล่งวัสดุที่นำมาทดสอบ

### 2.9.1 ลักษณะภูมิศาสตร์ภาคเหนือ

ภาคเหนือมีเนื้อที่ประมาณ 93,691 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยพื้นที่ 9 จังหวัด ได้แก่ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน และอุตรดิตถ์

ที่ตั้งและขอบเขตภาคเหนือ

ทิศเหนือ ดินแดนที่อยู่เหนือสุดของภาคคือ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศพม่าและลาว มีเทือกเขาแดนลาว แม่น้ำสายและแม่น้ำรวกกั้นเขตแดน

ทิศตะวันออก ดินแดนที่อยู่ทางตะวันออกสุดคือ อำเภอปัว จังหวัดน่าน มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศลาว มีเทือกเขาหลวงพระบางกั้นเขตแดน

ทิศตะวันตก ดินแดนที่อยู่ทางตะวันตกสุดคือ อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศพม่า มีแม่น้ำเมยและแม่น้ำสาละวินกั้นเขตแดน

ทิศใต้ ดินแดนที่อยู่ทางทิศใต้คือ อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์

ลักษณะภูมิประเทศของภาคเหนือ

1.) เขตทิวเขา ประกอบด้วย

- ทิวเขาแดนลาว เป็นพรมแดนกั้นระหว่างไทยกับพม่า
- ทิวเขาถนนธงชัย เป็นพรมแดนกั้นระหว่างไทยกับพม่า มียอดเขาที่สูงที่สุดของประเทศไทยคือ ดอยอินทนนท์ สูง 2,565 เมตร
- ทิวเขาผีปันน้ำ ประกอบด้วยทิวเขาจอมทอง ขุนตาล ที่ปันน้ำลง 2 ทาง คือ แม่น้ำโขงและแม่น้ำเจ้าพระยา โดยวางตัวในแนวเหนือใต้
- ทิวเขาหลวงพระบาง เป็นพรมแดนกั้นระหว่างไทยกับลาว

2.) เขตที่ราบหุบเขา มีลักษณะเป็นที่ราบแคบๆ อยู่ระหว่างแนวเทือกเขาและหุบเขา มีแม่น้ำไหลผ่าน มีดินอุดมสมบูรณ์

3.) เขตแอ่งที่ราบ เป็นที่ตั้งถิ่นฐานสำคัญของชุมชนทางภาคเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะภูมิอากาศของภาคเหนือ

ภูมิอากาศส่วนใหญ่ของภาคเหนือเป็นแบบสะวันนา คือ อากาศร้อนชื้นสลับกับฤดูแล้ง อุณหภูมิเฉลี่ยประจำปีอยู่ระหว่าง 24-27 องศาเซลเซียส มี 3 ฤดูคือ ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน จังหวัดที่มีอุณหภูมิต่ำสุดคือ เชียงราย จังหวัดที่มีอุณหภูมิสูงสุดคือ อุตรดิตถ์ จังหวัดที่มีสถิติฝนตกมากที่สุดคือ เชียงราย จังหวัดที่มีสถิติฝนตกน้อยที่สุดคือ ลำปาง

ปัจจัยควบคุมอุณหภูมิของภาคเหนือ

1.) ละติจูด ตั้งอยู่ในละติจูดสูง สภาพอากาศหนาวเย็นกว่าภาคอื่น

2.) ความสูงของพื้นที่ ส่วนใหญ่จะมีเทือกเขาสูง มีอากาศหนาวเย็นมากโดยเฉพาะในฤดูหนาว

3.) ระยะไกลจากทะเล ตั้งอยู่ไกลจากทะเล ทำให้ร้อนอบอ้าวและมีฝนตกน้อยในฤดูร้อน

4.) ทิศทางลมประจำได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตะวันตกเฉียงใต้และดีเปรสชันจากทะเลจีนใต้ทำให้ฝนตกมากและรับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากประเทศจีนทำให้มีอากาศหนาวเย็น

ทรัพยากรธรรมชาติในภาคเหนือ

1.) ทรัพยากรดิน จะมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่สูง มีความลาดชันมากและมีการตัดไม้ทำลายป่า จึงก่อให้เกิดการชะล้างและพังทลายของหน้าดินได้ง่าย ดินที่พบตามแม่น้ำต่างๆคือ ดินอัลลูเวียน เหมาะในการทำนา และดินลาน ตะพักลำน้ำ เหมาะในการทำไร่

2.) ทรัพยากรน้ำ แม่น้ำในภาคเหนือเป็นแม่น้ำสายสั้นๆ ประกอบด้วยหลายสาย และมีทะเลสาบน้ำจืดที่ใหญ่ที่สุดในภาคคือ กว๊านพะเยา มีการสร้างเขื่อนเพื่อการชลประทานขนาดเล็กจำนวนมากและใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น

- เขื่อนสิริกิตติ์ กั้นแม่น้ำน่าน เป็นเขื่อนดินขนาดใหญ่ที่สุด อยู่ในจังหวัดอุตรดิตถ์
- เขื่อนกิ่วลม กั้นแม่น้ำวัง อยู่ในจังหวัดลำปาง
- เขื่อนแก่งเสือเต้น อยู่ในจังหวัดแพร่
- เขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่

3.) ทรัพยากรป่าไม้ ภาคเหนือเป็นภาคที่มีป่าไม้อุดมสมบูรณ์มากที่สุด ส่วนใหญ่เป็นป่าดิบเขา ป่าสนเขา และป่าเบญจพรรณ จังหวัดที่มีเนื้อที่ป่ามากที่สุดคือจังหวัดเชียงใหม่ ส่วนจังหวัดที่มีเนื้อที่ป่าน้อยที่สุดคือจังหวัด ลำพูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 ลักษณะภูมิศาสตร์ภาคตะวันออก

ภาคตะวันออกมีพื้นที่ประมาณ 34,380 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วย 7 จังหวัด ปราจีนบุรี สระแก้ว ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด

ที่ตั้งและขอบเขตของภาคตะวันออก

ทิศเหนือ ติดต่อกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดินแดนที่อยู่เหนือสุดคือ อำเภอประจันตะคาม จังหวัดปราจีนบุรี

ทิศตะวันออก ติดต่อกับประเทศกัมพูชา ดินแดนที่อยู่ทางตะวันออกสุดคือ อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด

ทิศตะวันตก ติดต่อกับกรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ อ่าวไทย ดินแดนที่อยู่ทางตะวันตกสุดคือ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

ทิศใต้ ติดต่อกับอ่าวไทย ดินแดนที่อยู่ทางใต้สุดคือ อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด

ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันออก

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปจะเป็นทิวเขา ที่ราบลุ่มแม่น้ำ ที่ราบลุ่มชายฝั่ง

1.) เขตภูเขา ได้แก่ ทิวเขาจันทบุรี ตั้งอยู่ตอนกลางของภาค วางตัวในแนวตะวันออก-ตะวันตก มียอดเขาสูงที่สุดคือ ยอดเขาสอยดาวใต้ และทิวเขาบรรทัด วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ มียอดเขาที่สูงที่สุดคือ เขาตะแบงใหญ่ เป็นยอดเขาที่กั้นพรมแดนไทย-กัมพูชา

2.) เขตที่ราบลุ่มแม่น้ำ เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำอยู่ทางตอนบนของภาค อยู่ระหว่างเทือกเขาสันกำแพงและเทือกเขาจันทบุรี

3.) เขตที่ราบชายฝั่งทะเล ตั้งแต่เทือกเขาจันทบุรีไปจนถึงอ่าวไทยเป็นที่ราบชายฝั่งแคบๆ ที่มีภูมิประเทศสวยงาม และมีแม่น้ำหลายสายไหลผ่าน

ภาคตะวันออกมีพรมแดนติดต่อกับประเทศกัมพูชาที่จังหวัดสระแก้วจันทบุรี และตราด มีสันปันน้ำของเทือกเขาบรรทัดที่จังหวัดจันทบุรี และตราดเป็นพรมแดนธรรมชาติ และมีพรมแดนที่เป็นเรขาคณิต คือพรมแดนที่กำหนดขึ้นเป็นเส้นตรงลากเชื่อมจุดต่างๆ เรียกพื้นที่นี้ว่า ฉนวนไทย คือพรมแดนไทย-กัมพูชา ซึ่งเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรีต่อกับที่ราบต่ำเขมร มักจะมีปัญหาการล่วงล้ำดินแดนอยู่เสมอ ตั้งอยู่ที่จังหวัดสระแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่น้ำสายสำคัญของภาคตะวันออก

1.) แม่น้ำบางปะกง หรือแม่น้ำปราจีนบุรี เป็นแม่น้ำสายที่ยาวที่สุดของภาคตะวันออกมีต้นกำเนิดอยู่ที่เทือกเขาสันกำแพง และเทือกเขาจันทบุรี และไหลลงทะเลที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

2.) แม่น้ำระยอง มีต้นกำเนิดที่จังหวัดชลบุรี ไหลลงทะเลที่จังหวัดระยอง

3.) แม่น้ำเวฬุ มีต้นกำเนิดที่เทือกเขาจันทบุรี และไหลลงทะเลที่จังหวัดจันทบุรี

ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก

ภาคตะวันออกมีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 515 กิโลเมตร มีลักษณะภูมิประเทศที่สวยงาม เช่น

1.) อ่าว เช่น อ่าวอุดม อ่าวสัตหีบ อ่าวระยอง

2.) แหลม ได้แก่ แหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี แหลมสารพัดพิษ จังหวัดตราด

3.) เกาะ ได้แก่ เกาะช้าง,เกาะกูด จังหวัดตราด เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง

ลักษณะภูมิอากาศภาคตะวันออก

ลักษณะภูมิอากาศของภาคตะวันออกคล้ายคลึงกับภาคใต้ คือ

1.) ทางตอนบนของภาคจาก ปราจีนบุรี สระแก้ว ชลบุรี ฉะเชิงเทรา จะมีภูมิอากาศแบบสะวันนา

2.) ทางตอนล่างคือจันทบุรีและตราด จะมีลักษณะอากาศแบบร้อนชื้นแบบมรสุม คือ มีฝนตกชุก อากาศร้อนชื้น จังหวัดที่มีฝนตกมากที่สุดคือ ตราด และจังหวัดที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือ ชลบุรี

ปัจจัยที่ควบคุมอุณหภูมิของภาคตะวันออก

1.) ลมพายุ ได้รับอิทธิพลจากพายุดีเปรสชันจากทะเลจีนใต้ทำให้ฝนตกหนัก

2.) ได้รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดจากอ่าวไทย ทำให้ฝนตกหนักในภาคนี้ ส่วนลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือไม่ค่อยมีผลต่อภาคตะวันออกมากนัก เนื่องจากมีทิวเขาสันกำแพงและพนมดงรักเป็นแนวกั้นไว้ อากาศจึงไม่ค่อยหนาวเย็น

3.) การวางตัวของแนวเทือกเขาจันทบุรีและเทือกเขาบรรทัดจะกั้นทิศทางของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้ฝนตกชุกในจังหวัดจันทบุรีและตราด

4.) ระยะใกล้ไกลจากทะเล ทางตอนบนของภาคอยู่ห่างจากทะเลมีผลทำให้อากาศร้อน ส่วนทางตอนล่างของภาคจะได้รับลมทะเลทำให้อากาศเย็นสบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรัพยากรธรรมชาติของภาคตะวันออก

1.) ทรัพยากรดิน ดินส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเป็นดินปนทราย ระบายน้ำได้ดี ไม่อุดมสมบูรณ์ บริเวณที่มีน้ำทะเลท่วมถึงจะเป็นดินโคลนหรือดินเหนียว ส่วนดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินบะซอลต์ หินปูนในบริเวณที่สูงเหมาะแก่การปลูกพืชสวน เช่น เงาะ ทุเรียน มังคุด เป็นต้น ส่วนบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำมีดินอัลลูเวียนที่เหมาะกับการทำนา

2.) ทรัพยากรน้ำ ภาคตะวันออกมีฝนตกชุกยาวนานและมีแม่น้ำสายสั้นๆหลายสายค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ แต่ยังมีการขาดแคลนน้ำจืดในเขตอุตสาหกรรมและแหล่งท่องเที่ยว เช่น จังหวัดจันทบุรี

3.) ทรัพยากรป่าไม้พื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกจะเป็นป่าดงดิบ ป่าดิบเขา ป่าสนเขา ป่าชายเลน ป่าเบญจพรรณ จังหวัดที่มีพื้นที่ป่ามากที่สุดคือ จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดที่มีพื้นที่ป่าน้อยที่สุดคือ จังหวัดชลบุรี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



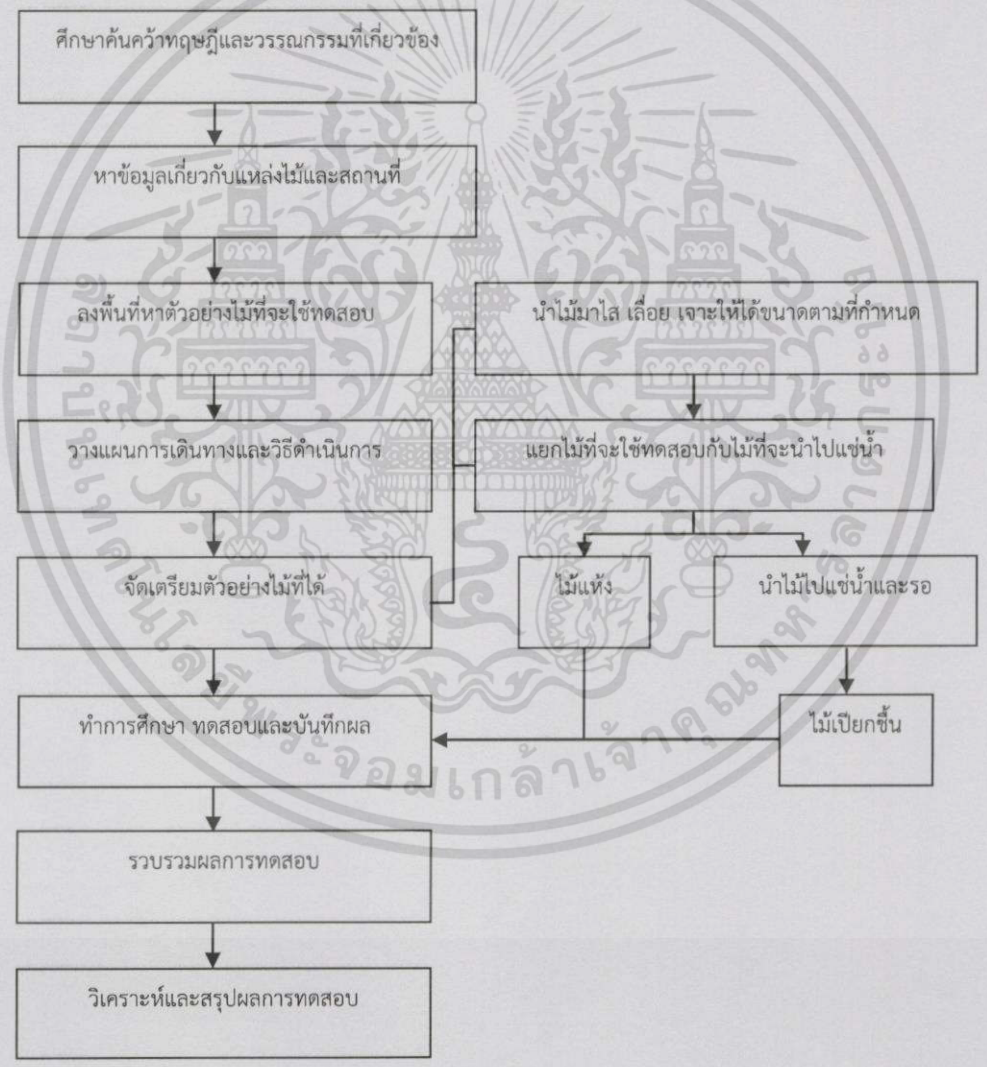
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# วิธีดำเนินการ

## 3.1 แผนผังการดำเนินงาน

คณะผู้จัดทำโครงงานพิเศษได้ดำเนินการวางแผนการจัดทำโครงงานพิเศษนี้ โดยเริ่มดำเนินงานตั้งแต่ เดือนมิถุนายน 2556 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2557 โดยมีแผนการดำเนินงานดังรูปที่ 3.1




**รูปที่ 3.1** แสดงแผนผังการดำเนินการของโครงงานพิเศษ

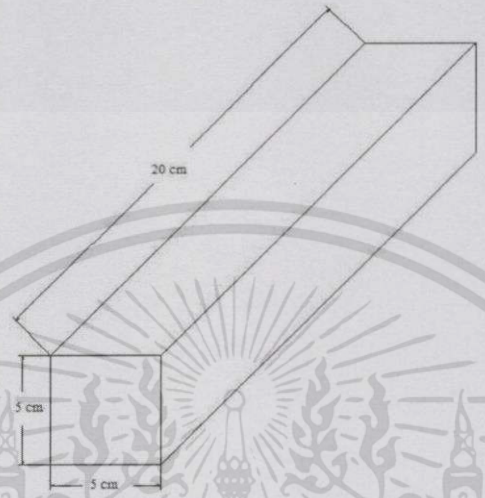


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 อุปกรณ์และวิธีทดสอบ

**1.) การหาค่าความชื้นของไม้ ( Moisture Content of Wood )**

เตรียมไม้เต็งและไม้ยางชนิดละ 3 ท่อน/ภูมิภาค/ความชื้น ขนาด 5x5x20 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.2




**รูปที่ 3.2** แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบหาความชื้นและการหดตัว

<u>วิธีการทดสอบ</u>

1) ใช้ปากกาเคมีเขียนหมายเลขและชนิดของไม้บนชิ้นไม้ตัวอย่าง และทำการวัดขนาดแต่ละด้านด้วย Vernier caliper ละเอียดถึงระดับ 0.01 มิลลิเมตรและจดบันทึกลงในตารางบันทึกผลการทดลอง
2) ชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างให้ละเอียดถึงระดับ 0.1 กรัม
3) นำตัวอย่างเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
4) เมื่อครบกำหนดนำชิ้นตัวอย่างไม้ออกจากเตาอบ ทิ้งชิ้นตัวอย่างไว้ประมาณ 30 นาที จากนั้นทำการวัดแต่ละด้าน ชั่งน้ำหนักและบันทึกผลการทดลอง
5) คำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของไม้ จากสมการที่ (3.1)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักหลังอบ}} \qquad (3.1)$$



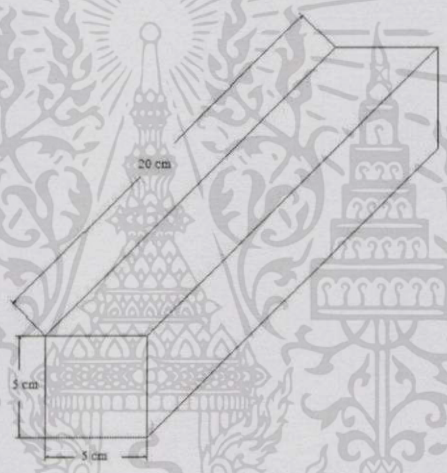
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ให้นำไม้แต่ละท่อนมาเปรียบเทียบกัน เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของไม้ จากสมการดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหดตัว} = \frac{(\text{ขนาดก่อนอบ} - \text{ขนาดหลังอบ}) \times 100}{\text{ขนาดหลังอบ}} \qquad (3.2)$$

**2.) การหาแรงอัดของไม้ขนานกับแนวเสี้ยน (Compression Test of Wood Parallel to Grain)**

เตรียมไม้เต็งและไม้ยางชนิดละ 3 ท่อน/ภูมิภาค/ความชื้น ขนาด 5x5x20 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.3




**รูปที่ 3.3** แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบหาแรงอัดขนานเสี้ยน

<u>วิธีการทดสอบ</u>

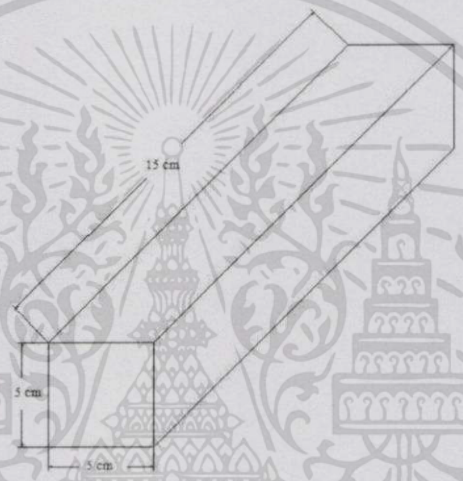
1) วัดขนาดหน้าตัดของไม้ 3 แห่ง คือ ปลายทั้งสองด้าน และกึ่งกลางของชิ้นไม้ให้ละเอียดระดับ 0.01 มิลลิเมตร และนำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดไม้
2) ชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างให้ละเอียดถึงระดับ 0.1 กรัม
3) นำไม้วางบน Lower Bearing Plate ของเครื่องทดสอบในลักษณะตั้งขึ้นเหมือนเสา
4) ติดตั้ง Dial Gauge เข้ากับชุดทดสอบแรงอัด โดยปรับเข็มDial Gauge ให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ออกแรงกดทีละน้อย พร้อมทั้งบันทึกการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักที่กดลงทุกๆ 500 กิโลกรัม ให้น้ำหนักต่อไปจนชิ้นไม้ตัวอย่างถึงจุดวิบัติ และบันทึกค่า Ultimate Load

**3.) การแรงอัดของไม้ตั้งฉากกับแนวเสี้ยน (Compression Test of Wood Perpendicular to Grain )**

เตรียมไม้เต็งและไม้ยางชนิดละ 3 ท่อน/ภูมิภาค/ความชื้น ขนาด 5x5x15 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.4




**รูปที่ 3.4** แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบหาแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน

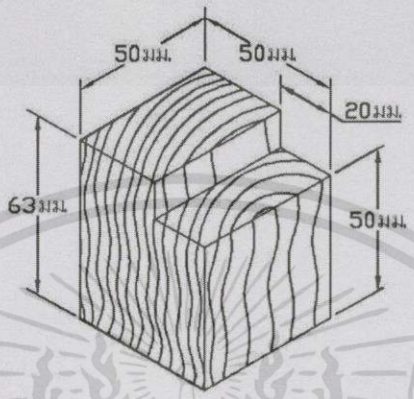
<u>วิธีการทดสอบ</u>

1) วัดขนาดพื้นที่ด้านที่ใช้ในการรับแรงกดของไม้ที่จะทดสอบให้ละเอียดระดับ 0.01 มิลลิเมตร
2) ชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างให้ละเอียดถึงระดับ 0.1 กรัม
3) นำPlateขนาดใกล้เคียงกับหน้าตัดไม้ จากนั้นนำไม้วางบน Bearing Plate ของเครื่องทดสอบในลักษณะวางนอน
4) ติดตั้ง Dial Gauge เข้ากับชุดทดสอบแรงอัด โดยปรับเข็มDial Gauge ให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์
5) ออกแรงกดทีละน้อย พร้อมทั้งบันทึกการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักที่กดลงทุกๆ 500 กิโลกรัม
6) บันทึกลักษณะความเสียหายของชิ้นตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.) การทดสอบแรงเฉือนขนานเสี้ยนของไม้ ( Shear Test of Wood Parallel to the Grain )**

เตรียมไม้เต็งและไม้ยางชนิดละ 3 ท่อน/ภูมิภาค/ความชื้น ขนาด 5x5x6.3 เซนติเมตรและบากไม้เซาะร่องตามขวาง 2 แนว ดังรูปที่ 3.5




**รูปที่ 3.5** แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบหาแรงเฉือนขนานเสี้ยน

วิธีการทดสอบ

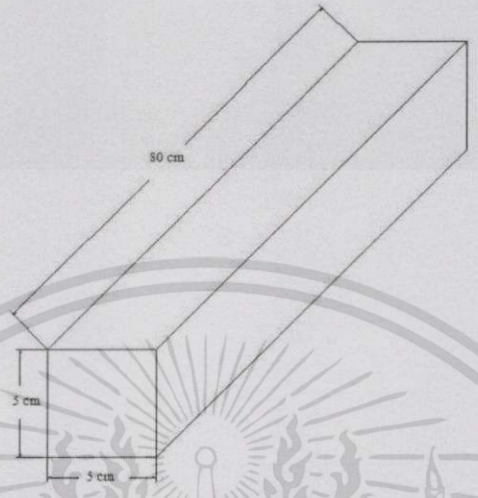
1) วัดขนาดของไม้ที่จะทดสอบให้ละเอียดระดับ 0.01 มิลลิเมตร
2) ชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างให้ละเอียดถึงระดับ 0.1 กรัม
3) ประกอบอุปกรณ์ทดสอบแรงเฉือนเข้ากับเครื่องทดสอบ
4) นำชิ้นไม้ตัวอย่างประกอบเข้ากับอุปกรณ์ทดสอบ
5) เลื่อนแท่งกดลงมาอย่างช้าๆ จนกระทั่งผิวของหัวกดตัวบนสัมผัสกับ Shearing compression plate พอดี พร้อมกับปรับเครื่องทดสอบให้อ่านค่าน้ำหนักเริ่มต้นที่ศูนย์
6) เพิ่มแรงกดชิ้นตัวอย่างจนกระทั่งชิ้นตัวอย่างถึงจุดวิบัติ
7) บันทึกค่าแรงสูงสุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) การทดสอบแรงดัดของไม้ ( Flexure Test of Wood )

เตรียมไม้เต็งและไม้ยางชนิดละ 3 ท่อน/ภูมิภาค/ความชื้น ขนาด 5x5x80 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.6




**รูปที่ 3.6** แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบหาแรงดัด

วิธีการทดสอบ

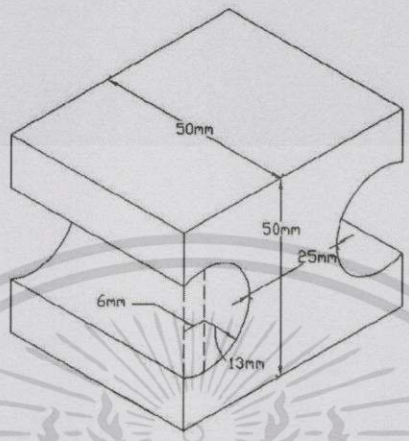
1) วัดขนาดหน้าตัดของไม้ 3 แห่ง คือ ปลายทั้งสองด้าน และกึ่งกลางของชิ้นไม้ให้ละเอียดระดับ 0.01 มิลลิเมตร
2) ชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างให้ละเอียดถึงระดับ 0.1 กรัม
3) จัดระยะห่างระหว่าง support ให้มีขนาดความยาว 70 เซนติเมตร แล้ววางชิ้นไม้ตัวอย่างลง support
4) ติดตั้ง Dial Gauge เข้ากับชุดทดสอบแรงอัด โดยปรับเข็มDial Gauge ให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์
5) ออกแรงกดไม้ที่กึ่งกลางของชิ้นไม้และออกแรงกด บันทึกค่าแรงที่กดและค่า Deflection ที่อ่านได้จาก Dial Gauge ทดสอบจนไม้ถึงแรงกดประลัย ( Ultimate Load )



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) การทดสอบแรงดึงของไม้ ( Tensile Test of Wood )

เตรียมไม้เต็งและไม้ยางชนิดละ 3 ท่อน/ภูมิภาค/ความชื้น ขนาด 5x5x6.5 เซนติเมตรและบากไม้เซาะร่อง ดังรูปที่ 3.7

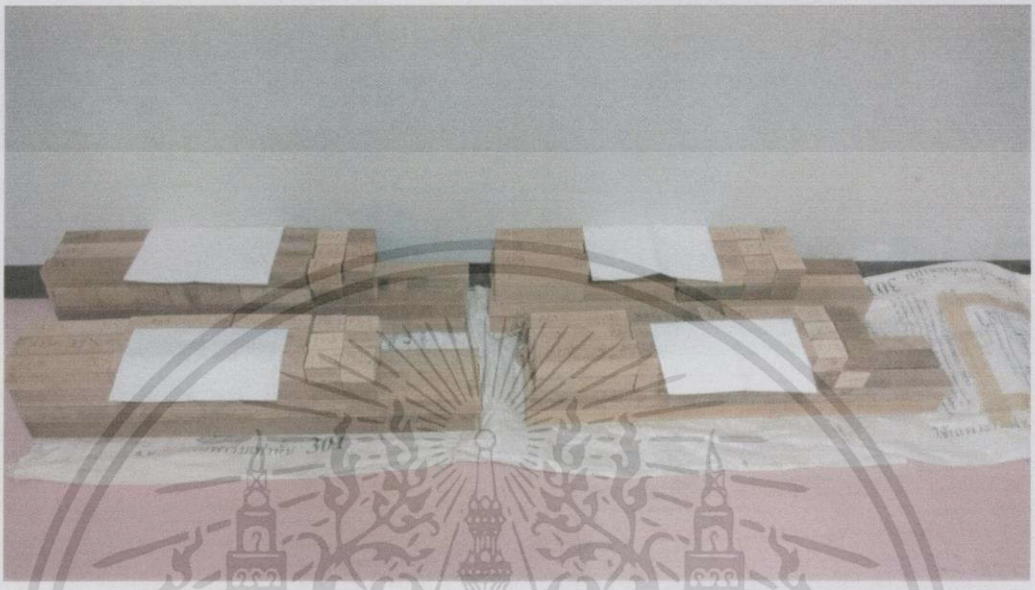



**รูปที่ 3.7** แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบรับแรงดึง

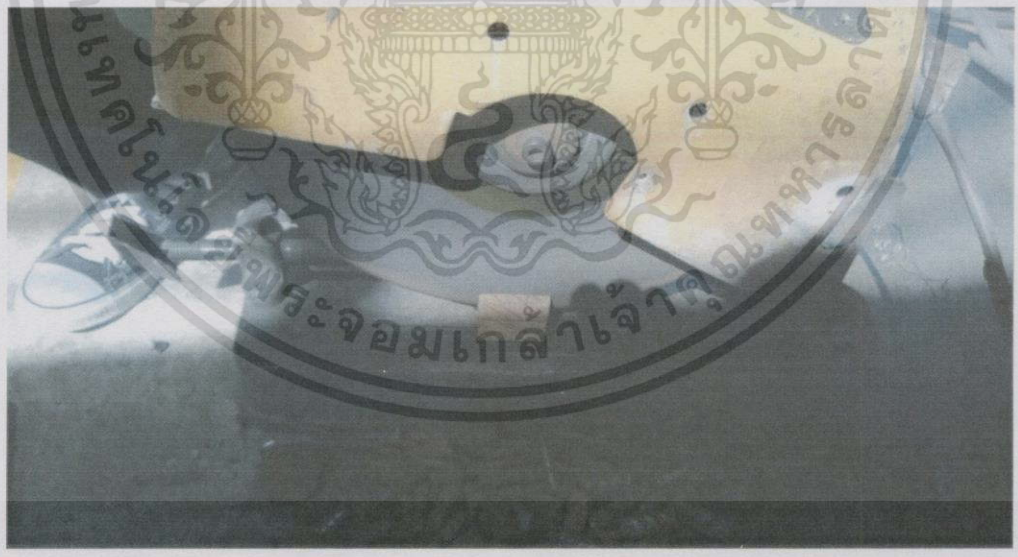
<u>วิธีการทดสอบ</u>

1) วัดขนาดหน้าตัดที่เล็กที่สุดของ ชิ้นตัวอย่างที่จะทดสอบแรงดึง โดยวัดให้ละเอียดระดับ 0.01 มิลลิเมตร
2) ประกอบอุปกรณ์ทดสอบแรงเฉือนเข้ากับเครื่องทดสอบ
3) นำชิ้นไม้ตัวอย่างประกอบเข้ากับอุปกรณ์ทดสอบ
4) เพิ่มแรงกดชิ้นตัวอย่างจนกระทั่งชิ้นตัวอย่างถึงจุดวิบัติ
5) บันทึกค่าแรงสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

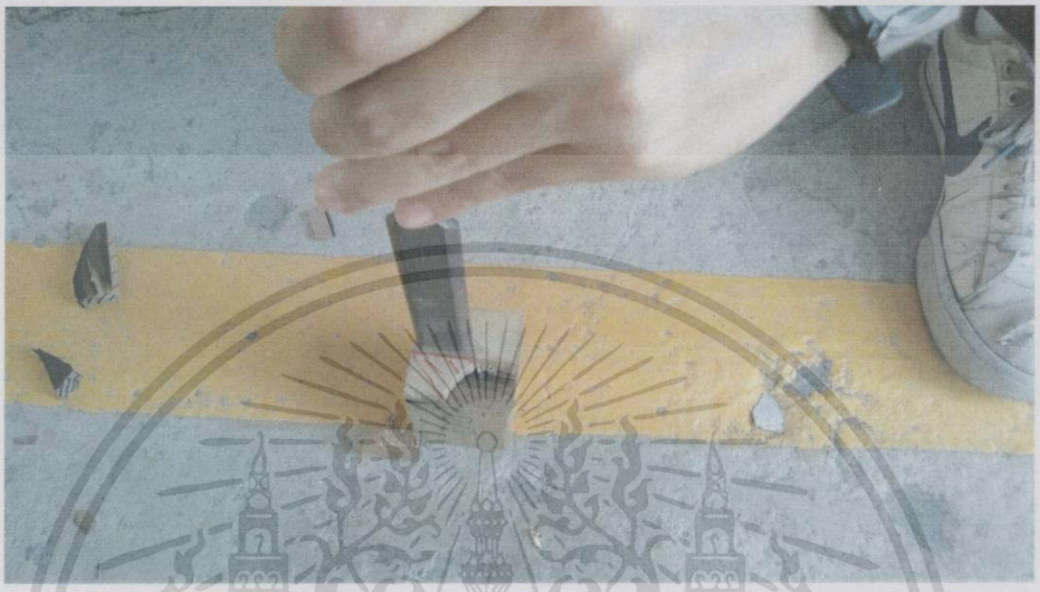


**รูปที่ 3.8** แสดงตัวอย่างไม้ทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ



**รูปที่ 3.9** แสดงการเตรียมตัวอย่างทดสอบแรงเฉือนขนานเสี้ยนของไม้ (1)

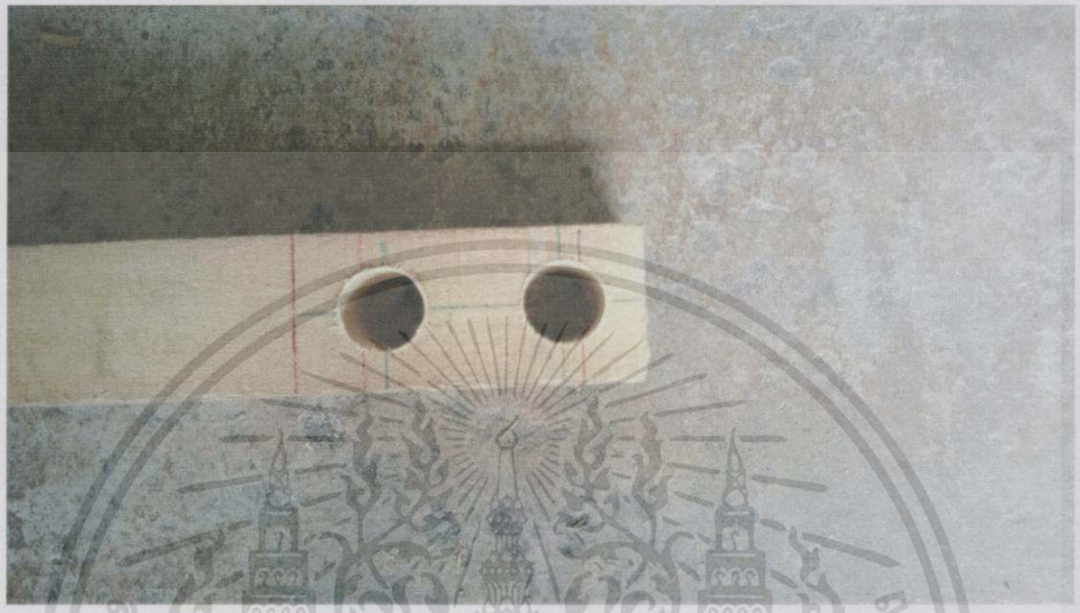
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แสดงการเตรียมตัวอย่างทดสอบแรงเฉือนขนานเสี้ยนของไม้ (2)

**รูปที่ 3.11** แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบแรงเฉือนขนานเสี้ยนที่ใช้

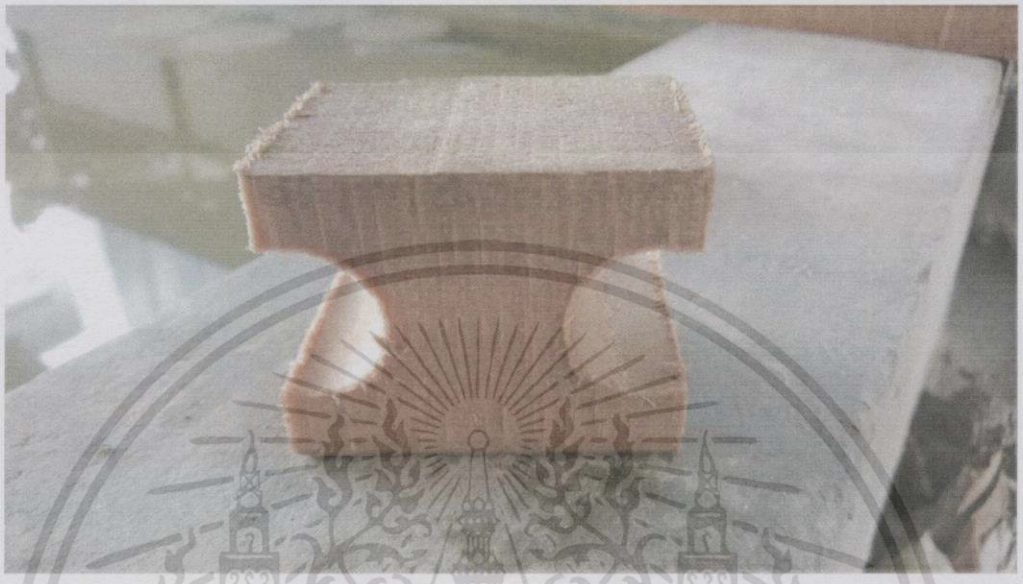
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 3.12** แสดงการเตรียมตัวอย่างทดสอบแรงดึงของไม้ (1)

**รูปที่ 3.13** แสดงการเตรียมตัวอย่างทดสอบแรงดึงของไม้ (2)

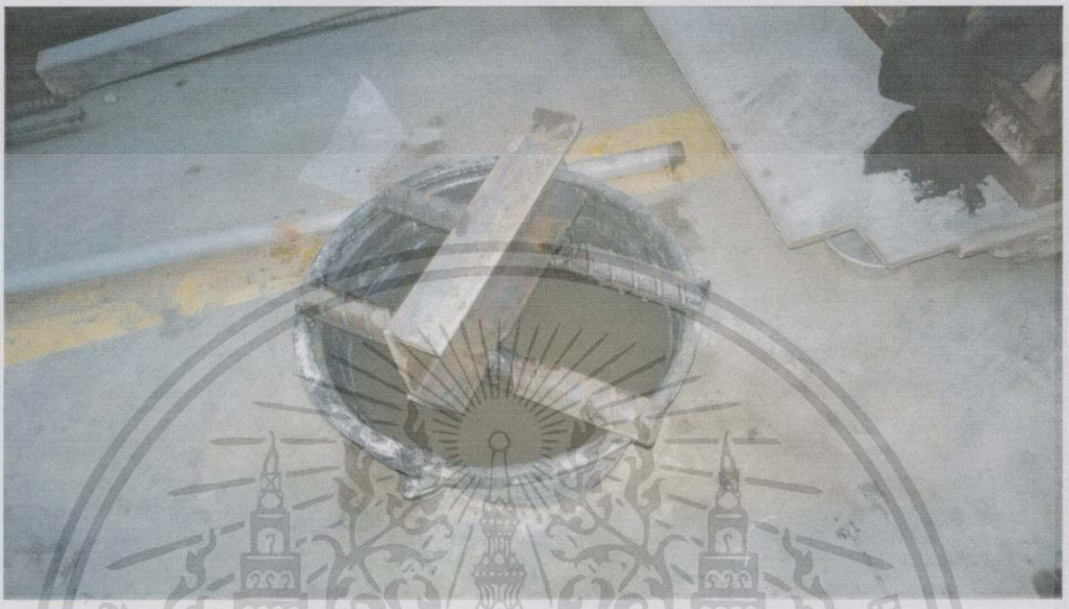
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 3.14** แสดงตัวอย่างไม้ทดสอบแรงดึงที่ใช้

**รูปที่ 3.15** แสดงการแช่ชิ้นตัวอย่างไม้ที่ใช้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 3.16** แสดงอุปกรณ์ทดสอบแรงเฉือนขนานเสี้ยนของไม้

**รูปที่ 3.17** แสดงอุปกรณ์ทดสอบแรงดึงของไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.18 แสดงการทดสอบแรงอัดของไม้ขนานกับแนวเสี้ยน

รูปที่ 3.19 แสดงการทดสอบแรงอัดของไม้ตั้งฉากกับแนวเสี้ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.20 แสดงการทดสอบแรงอัดของไม้ตั้งฉากกับแนวเสี้ยน

รูปที่ 3.21 แสดงการทดสอบแรงดัดของไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22 แสดงการทดสอบแรงดึงของไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# ผลการศึกษา

## 4.1 บทนำ

จากการศึกษาเรื่อง “กำลังรับแรงของไม้” พบว่ามีหลายปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้ไม้มีรูปร่างลักษณะหรือคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป และอาจจะส่งผลต่อกำลังรับแรงของไม้ให้มีค่าเปลี่ยนแปลงไป อาทิเช่น ไม้มีตำหนิ ขนาดของไม้ที่ใช้ทดสอบ ความชื้นในเนื้อไม้ เป็นต้น

ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ทำการทดสอบ โดยเน้นไปที่ปัจจัยทางด้านความชื้นของเนื้อไม้เป็นหลัก ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้ทำการแบ่งไม้ตัวอย่างที่ได้ออกเป็น 2 ชุดใหญ่ คือ ไม้ที่แช่น้ำกับไม่ได้แช่น้ำ และได้ทำการทดสอบหาค่ากลสมบัติต่างๆของไม้ ดังต่อไปนี้

1. กำลังรับแรงอัดขนานเสี้ยน
2. กำลังรับแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน
3. แรงดัด
4. แรงเฉือนขนานเสี้ยน
5. แรงดึง

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากทดสอบมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกัน จะสามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์ต่างๆได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ปัจจัยทางด้านความชื้นที่ส่งผลต่อค่ากำลังรับแรงของไม้
- การเปรียบเทียบค่ากลสมบัติต่างๆ ของไม้ 2 ภูมิภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ปัจจัยทางด้านความชื้นที่ส่งผลต่อค่ากำลังรับแรงของไม้

ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการทดสอบและวิเคราะห์ถึงปัจจัยทางด้านความชื้นว่าจะส่งผลต่อกำลังการรับแรงของไม้ไปในทางใด ซึ่งผลที่ได้เป็นไปตามตารางที่ 4.1 กับ 4.2

**ตารางที่ 4.1** แสดงค่าเฉลี่ยกลสมบัติต่างๆของไม้เต็งภาคเหนือกับภาคตะวันออก

| | | ค่ากำลังรับแรงเฉลี่ยของไม้เต็งที่ได้จากการทดสอบ (ksc) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แรงอัดขนานเสี้ยน | แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน | แรงดัด | แรงเฉือนขนานเสี้ยน | แรงดึง |
| ภาคเหนือ[1] | ไม่แช่น้ำ | 387.64 | 90.21 | 576.75 | 27.75 | 25.49 |
| | แช่น้ำ[3] | 271.89 | 47.15 | 208.11 | 22.46 | 12.72 |
| | กำลังที่ลดลง (%) | 29.86 | 47.73 | 63.92 | 19.06 | 50.10 |
| ภาคตะวันออก[2] | ไม่แช่น้ำ | 401.29 | 152.00 | 616.22 | 21.88 | 26.92 |
| | แช่น้ำ[3] | 274.99 | 41.67 | 221.87 | 17.86 | 18.06 |
| | กำลังที่ลดลง(%) | 31.47 | 72.59 | 64.00 | 18.37 | 32.91 |

หมายเหตุ [1] ไม้จากภาคเหนือที่ทดสอบ เป็นไม้ที่นำมาจากจังหวัดเชียงใหม่

[2] ไม้จากภาคตะวันออกที่ทดสอบ เป็นไม้ที่นำมาจากจังหวัดชลบุรี

[3] ทำการแช่น้ำเป็นระยะเวลา 15 วัน

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.2** แสดงค่าเฉลี่ยกลสมบัติต่างๆของไม้ยางภาคเหนือกับภาคตะวันออก

| | | ค่ากำลังรับแรงเฉลี่ยของไม้ยางที่ได้จากการทดสอบ (ksc) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แรงอัดขนานเสี้ยน | แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน | แรงดัด | แรงเฉือนขนานเสี้ยน | แรงดึง |
| ภาคเหนือ[1] | ไม่แช่น้ำ | 340.43 | 82.55 | 520.32 | 16.77 | 11.41 |
| | แช่น้ำ[3] | 272.81 | 53.10 | 173.61 | 12.75 | 7.58 |
| | กำลังที่ลดลง(%) | 26.40 | 35.68 | 66.63 | 23.97 | 33.57 |
| ภาคตะวันออก[2] | ไม่แช่น้ำ | 343.93 | 123.50 | 572.34 | 14.49 | 12.91 |
| | แช่น้ำ[3] | 231.87 | 39.87 | 333.11 | 11.91 | 10.76 |
| | กำลังที่ลดลง(%) | 31.56 | 67.72 | 41.80 | 17.81 | 16.65 |

หมายเหตุ [1] ไม้จากภาคเหนือที่ทดสอบ เป็นไม้ที่นำมาจากจังหวัดเชียงใหม่

[2] ไม้จากภาคตะวันออกที่ทดสอบ เป็นไม้ที่นำมาจากจังหวัดชลบุรี

[3] ทำการแช่น้ำเป็นระยะเวลา 15 วัน

## 4.3 การเปรียบเทียบค่ากลสมบัติต่างๆ ของไม้ 2 ภูมิภาค

หลังจากที่ได้ทราบว่าความชื้นมีผลทำให้กำลังรับแรงของไม้ลดลงแล้ว ทางคณะผู้จัดทำได้นำผลการทดลองของไม้เต็งและไม้ยางทั้ง 2 ภูมิภาค (ทั้งแช่น้ำและไม่แช่น้ำ) มาเปรียบเทียบกำลังรับแรงของไม้ที่ได้กัน ผลที่ได้เป็นไปตามตารางที่ 4.3 ถึงตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.3** แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลสมบัติต่างๆของไม้เต็ง (ไม่แช่น้ำ) ภาคเหนือกับภาคตะวันออก

| | เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ย (%) | ค่ากำลังรับแรงเฉลี่ยของไม้เต็งที่ได้จากการทดสอบ (ksc) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แรงอัดขนานเสี้ยน | แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน | แรงดัด | แรงเฉือนขนานเสี้ยน | แรงดึง |
| ภาคเหนือ[1] | 13.39 | 387.64 | 90.21 | 576.75 | 27.75 | 25.49 |
| ภาคตะวันออก[2] | 8.03 | 401.29 | 152.00 | 616.22 | 21.88 | 26.92 |

หมายเหตุ [1] ไม้จากภาคเหนือที่ทดสอบ เป็นไม้ที่นำมาจากจังหวัดเชียงใหม่

[2] ไม้จากภาคตะวันออกที่ทดสอบ เป็นไม้ที่นำมาจากจังหวัดชลบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.4** แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลสมบัติต่างๆของไม้ยาง (ไม่แช่น้ำ) ภาคเหนือกับภาคตะวันออก

| | เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ย (%) | ค่ากำลังรับแรงเฉลี่ยของไม้ยางที่ได้จากการทดสอบ (ksc) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แรงอัดขนานเสี้ยน | แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน | แรงดัด | แรงเฉือนขนานเสี้ยน | แรงดึง |
| ภาคเหนือ[1] | 16.07 | 340.43 | 82.55 | 520.32 | 16.77 | 11.41 |
| ภาคตะวันออก[2] | 14.51 | 343.93 | 123.50 | 572.34 | 14.49 | 12.91 |

หมายเหตุ [1] ไม้จากภาคเหนือที่ทดสอบ เป็นไม้ที่นำมาจากจังหวัดเชียงใหม่

[2] ไม้จากภาคตะวันออกที่ทดสอบ เป็นไม้ที่นำมาจากจังหวัดชลบุรี

**ตารางที่ 4.5** แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลสมบัติต่างๆของไม้เต็ง (แช่น้ำ)ภาคเหนือกับภาคตะวันออก

| | เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ย (%) | ค่ากำลังรับแรงเฉลี่ยของไม้เต็งที่ได้จากการทดสอบ (ksc) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แรงอัดขนานเสี้ยน | แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน | แรงดัด | แรงเฉือนขนานเสี้ยน | แรงดึง |
| ภาคเหนือ[1] | 53.02 | 271.89 | 47.15 | 208.11 | 22.46 | 12.72 |
| ภาคตะวันออก[2] | 50.37 | 274.99 | 41.67 | 221.87 | 17.86 | 18.06 |

หมายเหตุ [1] ไม้จากภาคเหนือที่ทดสอบ เป็นไม้ที่นำมาจากจังหวัดเชียงใหม่

[2] ไม้จากภาคตะวันออกที่ทดสอบ เป็นไม้ที่นำมาจากจังหวัดชลบุรี

**ตารางที่ 4.6** แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลสมบัติต่างๆของไม้ยาง (แช่น้ำ) ภาคเหนือกับภาคตะวันออก

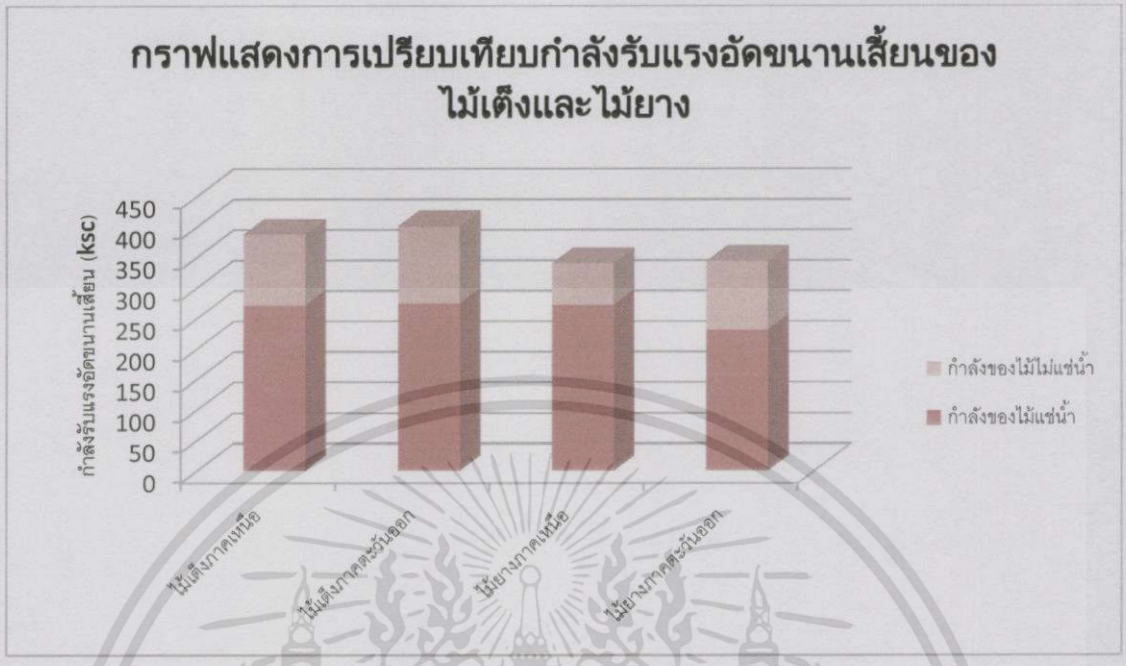
| | เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ย (%) | ค่ากำลังรับแรงเฉลี่ยของไม้ยางที่ได้จากการทดสอบ (ksc) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แรงอัดขนานเสี้ยน | แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน | แรงดัด | แรงเฉือนขนานเสี้ยน | แรงดึง |
| ภาคเหนือ[1] | 67.17 | 272.81 | 53.10 | 173.61 | 12.75 | 7.58 |
| ภาคตะวันออก[2] | 55.72 | 231.87 | 39.87 | 333.11 | 11.91 | 10.76 |

หมายเหตุ [1] ไม้จากภาคเหนือที่ทดสอบ เป็นไม้ที่นำมาจากจังหวัดเชียงใหม่

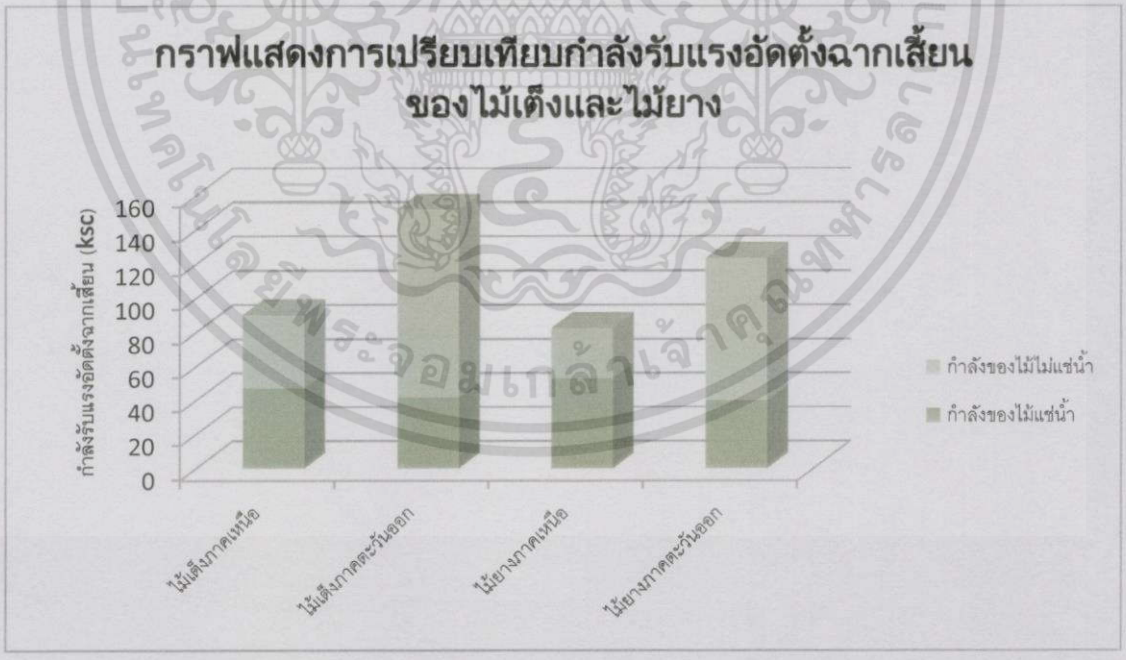
[2] ไม้จากภาคตะวันออกที่ทดสอบ เป็นไม้ที่นำมาจากจังหวัดชลบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อนำค่าที่ได้จากตารางทั้งสี่ มาทำการพล็อตออกมาเป็นกราฟแท่ง จะได้ออกมาดังรูปที่

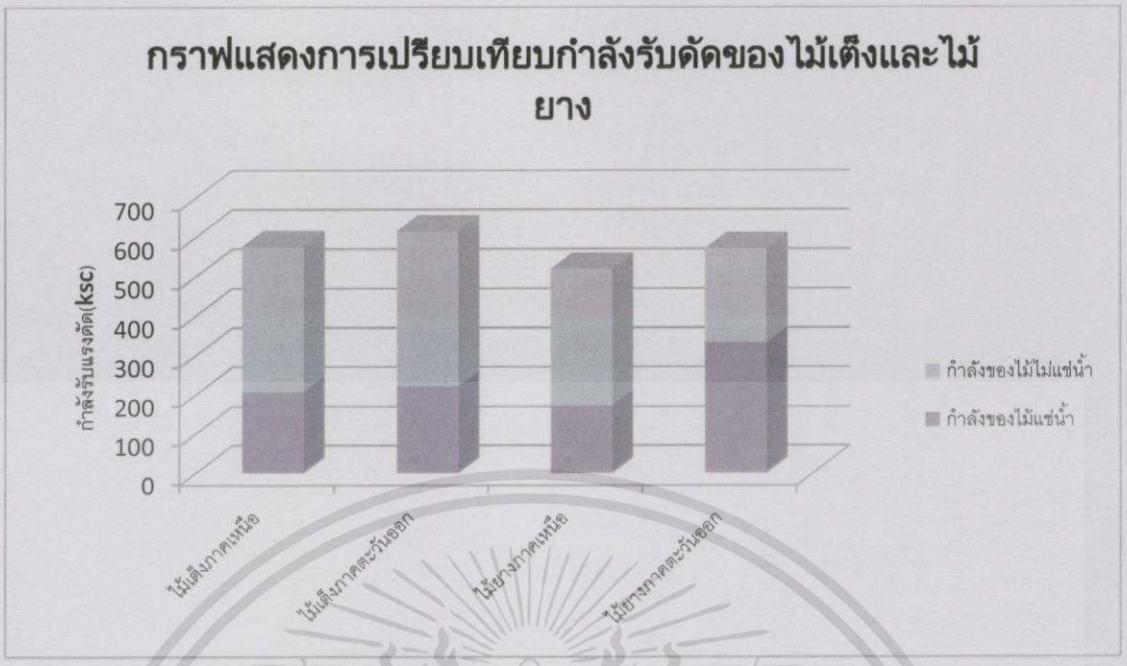



รูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดขนานเสี้ยนของไม้เต็งและไม้ยาง

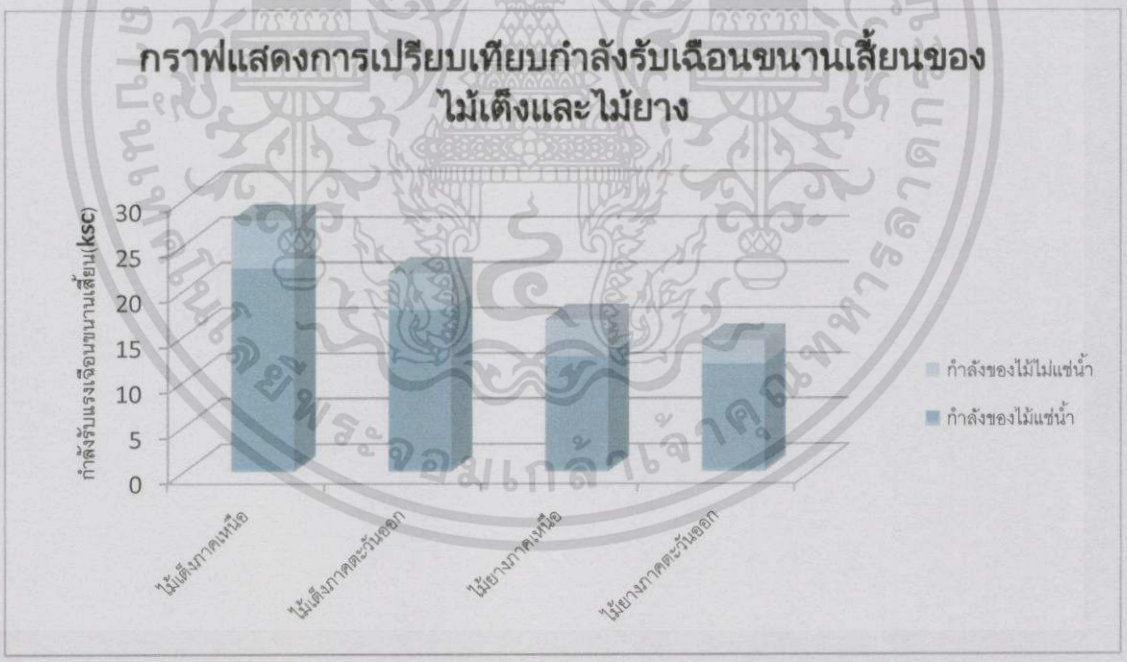



รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้เต็งและไม้ยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

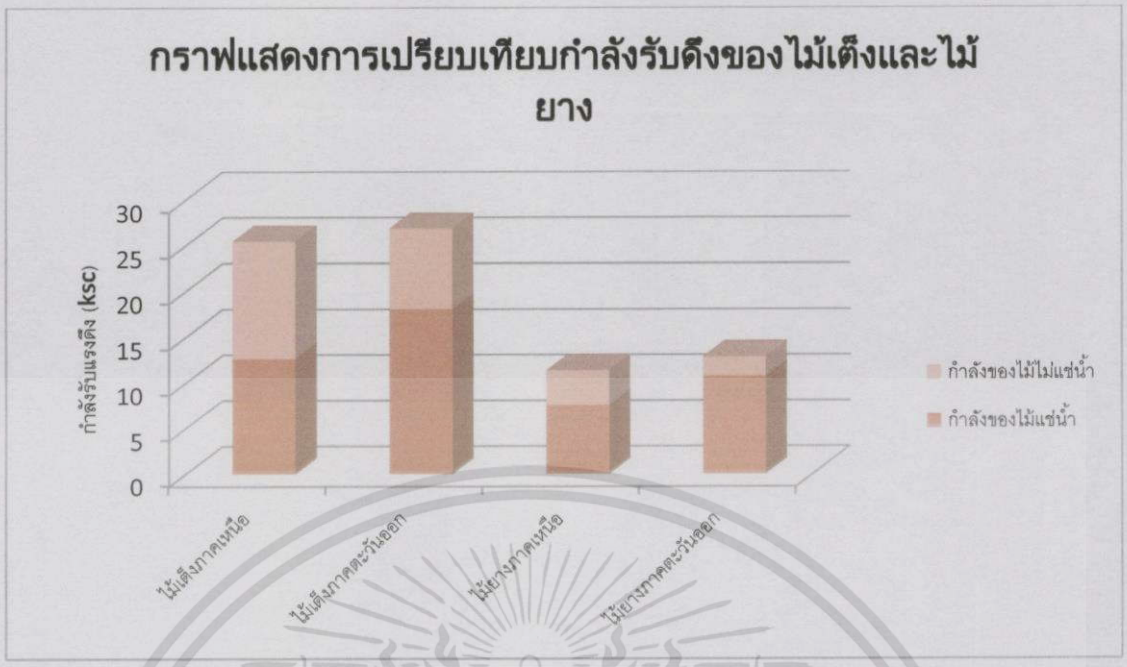



รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบกำลังรับดัดของไม้เต็งและไม้ยาง




**รูปที่ 4.4** แสดงการเปรียบเทียบกำลังรับเฉือนขนานเสี้ยนของไม้เต็งและไม้ยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.5** แสดงการเปรียบเทียบกำลังรับดึงของไม้เต็งและไม้ยาง

จากตารางทั้งห้าจะเห็นได้ว่า ทั้งไม้เต็งและไม้ยางที่มาจากภาคตะวันออก จะมีกำลังการรับแรงที่ได้โดยรวม (อย่างน้อย 3 ใน 5 ของกำลังรับแรงที่ทำการทดสอบ) สูงกว่าไม้ที่มาจากภาคเหนืออยู่ จะสังเกตได้ว่า เป็นเพราะค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของไม้ที่มาจากภาคตะวันออกมีค่าน้อยกว่าไม้ที่มาจากภาคเหนืออยู่เล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.6** แสดงตัวอย่างหลังการทดสอบแรงอัดของไม้ขนานกับแนวเสี้ยน

**รูปที่ 4.7** แสดงตัวอย่างหลังการทดสอบแรงอัดของไม้ตั้งฉากกับแนวเสี้ยน

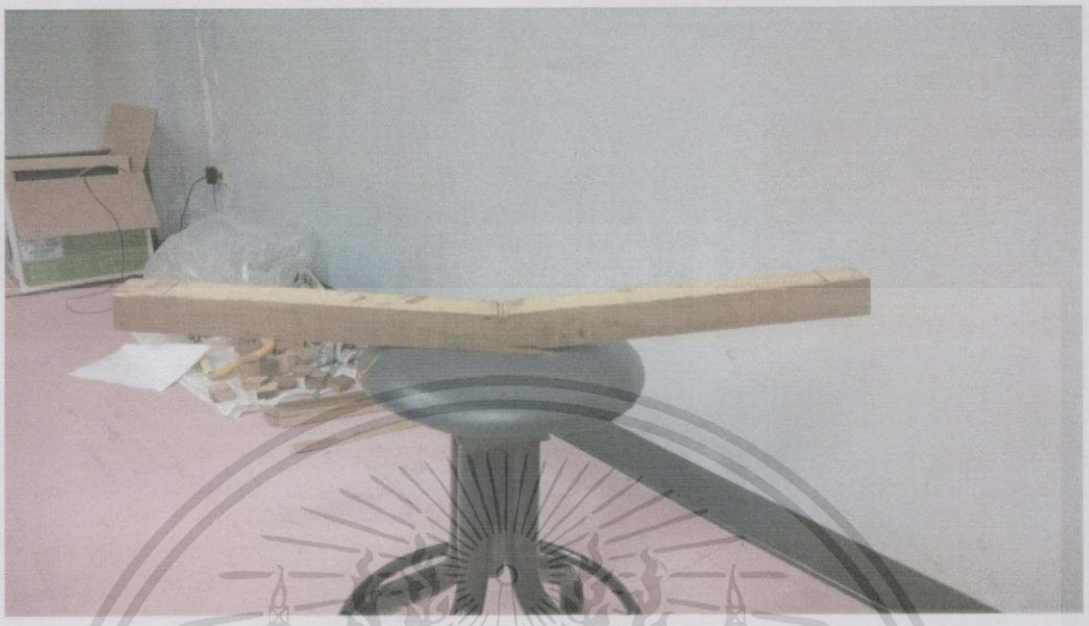
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่างหลังการทดสอบแรงเฉือนของไม้ขนานกับแนวเสี้ยน

รูปที่ 4.9 แสดงตัวอย่างหลังการทดสอบแรงดึงของไม้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงตัวอย่างหลังการทดสอบแรงดัดของไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของไม้ในปริมาณความชื้นที่แตกต่างกันโดย ใช้ไม้เต็งและไม้ยางจากภาคเหนือและภาคตะวันออก จะเห็นได้ว่า ไม้ที่ไม่ได้แช่น้ำจะมีกำลังสูงกว่าไม้ที่แช่น้ำ นั่นหมายความว่า ความชื้นในเนื้อไม้จะส่งผลให้กำลังรับแรงของไม้มีค่าลดลง ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

- ความชื้นมีผลต่อกลสมบัติของไม้เต็งภาคเหนือ ในด้านแรงดัดมากที่สุด (ลดลง 63.92%) และในด้านแรงเฉือนขนานเสี้ยนน้อยที่สุด (ลดลง 19.06%)
- ความชื้นมีผลต่อกลสมบัติของไม้เต็งภาคตะวันออก ในด้านแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนมากที่สุด (ลดลง 72.59%) และในด้านแรงเฉือนขนานเสี้ยนน้อยที่สุด (ลดลง 18.37%)
- ความชื้นมีผลต่อกลสมบัติของไม้ยางภาคเหนือ ในด้านแรงดัดมากที่สุด (ลดลง 66.63%) และในด้านแรงเฉือนขนานเสี้ยนน้อยที่สุด (ลดลง 23.97%)
- ความชื้นมีผลต่อกลสมบัติของไม้ยางภาคตะวันออก ในด้านแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนมากที่สุด (ลดลง 67.72%) และในด้านแรงดึงน้อยที่สุด (16.65%)

และเมื่อนำผลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกันระหว่างไม้ 2 ภูมิภาค ผลปรากฏว่า ไม้เต็งที่มาจากภาคเหนือจะมีกำลังรับแรงโดยรวมต่ำกว่าไม้เต็งที่มาจากภาคตะวันออกอยู่เล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากไม้เต็งที่มาจากภาคเหนือมีความชื้นตามธรรมชาติที่สูงกว่าภาคตะวันออก ในทำนองเดียวกันไม้ยางที่มาจากภาคเหนือที่มีความชื้นตามธรรมชาติสูงกว่าไม้ยางจากภาคตะวันออก ก็จะมีกำลังรับแรงโดยรวมที่ต่ำกว่าไม้ยางที่มาจากภาคตะวันออกเช่นกัน และเมื่อนำไม้เต็งกับไม้ยางที่ได้จากทั้ง 2 ภาคไปทำการแช่น้ำเพื่อเพิ่มความชื้นในเนื้อไม้และเปรียบเทียบกำลังรับแรงที่ได้ ผลปรากฏว่า กำลังรับแรงโดยรวมของไม้เต็งที่มาจากภาคเหนือหลังจากนำไปแช่น้ำแล้วจะมีกำลังลดลงจากไม้ที่ยังไม่ได้แช่ และมีค่าน้อยกว่ากำลังรับแรงโดยรวมของไม้เต็งจากภาคตะวันออกหลังแช่น้ำ เช่นเดียวกันกับไม้ยางจากภาคเหนือหลังจากแช่น้ำแล้วจะมีค่ากำลังรับแรงโดยรวมน้อยกว่าไม้จากภาคตะวันออก ทั้งนี้ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ไม้เต็งและไม้ยางที่มาจากภาคเหนือจะสามารถรับน้ำเพิ่มเข้าไปได้มากกว่าไม้ที่มาจากภาคตะวันออก

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความชื้นในเนื้อไม้ ไม่ว่าจะเป็นผลมาจากธรรมชาติ เช่น ลักษณะภูมิอากาศ อิทธิพลจากลมมรสุม ชนิดของดิน อุทกภัย เป็นต้น และผลมาจากลักษณะการนำไม้ไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาน เช่น ส่วนของโครงสร้างที่ต้องสัมผัสกับน้ำหรือได้รับผลกระทบจากอุทกภัย เป็นต้น จะส่งผลต่อกำลังรับแรงของไม้ด้วย ดังนั้น ผู้ออกแบบหรือผู้ที่จะนำไม้ไปใช้งานควรคำนึงถึงผลกระทบของความชื้นที่ส่งผลให้กำลังรับแรงของไม้ลดลงด้วย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบที่ได้ ทำให้ทราบแนวโน้มและพฤติกรรมกำลังการรับแรงของไม้เต็งและไม้ยางของภาคเหนือกับภาคตะวันออก แต่ในขณะเดียวกัน ก็ทำให้ทราบถึงปัญหา และผลกระทบต่างๆ ในระหว่างการทดลอง ที่อาจทำให้ผลการทดสอบบางค่าไม่สอดคล้องกับค่าทางทฤษฎี ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้สรุปมา กรณีมีผู้สนใจนำโครงงานพิเศษนี้ไปต่อยอด ได้ดังนี้

- การเตรียมตัวอย่างควรมีขนาดที่สม่ำเสมอและมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมากที่สุด
- เครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบควรเตรียมให้ตรงตามมาตรฐานกำหนด
- ควรเพิ่มตัวอย่างทดสอบให้ครบทุกภูมิภาคของประเทศไทย
- ควรมีการเปลี่ยนน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อป้องกันน้ำเน่าเสีย
- ควรเพิ่มจำนวนตัวอย่างไม้ให้มากกว่านี้
- ควรระบุแหล่งที่มาของไม้ให้ได้แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


[1] กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย. (2551). มาตรฐานการทดสอบไม้. กรุงเทพฯ: (ม.ป.ท.).

[2] ทวี หวังนิเวศน์กุล. วัสดุวิศวกรรมก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.

[3] ทีมงานทรูปลูกปัญญา (นามแฝง). (2552). ลักษณะสภาพทางภูมิศาสตร์ของภาคต่างๆ. ค้นเมื่อ 17 มกราคม 2557, จาก http://www.trueplookpanya.com/new/cms_detail/knowledge/2112-00/.

[4] ทรงกลด จารุสมบัติ. คุณสมบัติทางกลของไม้. ค้นเมื่อ 19 สิงหาคม 2556,จาก http://www.baannatura.com/th/mat/content/detail/115.html.

[5] ธิติ กลุ่มเหรียญทอง และคณะ. (2549). กำลังรับแรงของไม้ที่ความชื้นแตกต่างกัน. รายงานโครงการ CE 2005-06 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[6] พงศ์พัน วรสุนทรโรสถ. และ วรพงศ์ วรสุนทรโรสถ. (2555). วัสดุก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.

[7] วินิต ช่อวิเชียร. (2553). การออกแบบโครงสร้างไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: (ม.ป.ท.).

[8] สุพจน์ ศรีนิล. และ แหลมทอง เหล่าคงถาวร. (2554). ปฏิบัติการทดสอบวัสดุวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มีน เซอร์วิส ซัพพลาย.

[9] สุพจน์ ศรีนิล. และ แหลมทอง เหล่าคงถาวร. (2554). วัสดุวิศวกรรมก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มีน เซอร์วิส ซัพพลาย.

[10] Niti (นามแฝง). (2554). ลักษณะภูมิศาสตร์ภาคใต้. ค้นเมื่อ 17 มกราคม 2557, จาก http://thaigeo.blogspot.com/2011/08/blog-post_8757.html.

[11] Niti (นามแฝง). (2554). ลักษณะภูมิศาสตร์ภาคเหนือ. ค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2556, จาก http://thaigeo.blogspot.com/2011/08/blog-post_24.html.

[12] Niti (นามแฝง). (2554). ลักษณะภูมิศาสตร์ภาคใต้. ค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2556, จาก http://thaigeo.blogspot.com/2011/08/blog-post_6246.html.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

## ตารางบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ไม้เต็งจากภาคเหนือและไม้ยางจากภาคตะวันออกที่ไม่แช่น้ำ

## ตาราง ก-1 แสดงความค่าความชื้น

| ชนิดของไม้ | ด้าน A(mm) | | | ด้าน B (mm) | | | ด้าน C (mm) | | | น้ำหนัก (gm) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนอบ | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| เต็ง 1 | 48.30 | 48.18 | 48.22 | 46.60 | 46.58 | 46.62 | 204.68 | 204.70 | 204.66 | 333.31 | 333.34 | 333.30 |
| เต็ง 2 | 48.00 | 48.02 | 47.94 | 47.74 | 47.72 | 47.66 | 206.30 | 206.36 | 206.30 | 344.01 | 344.02 | 344.04 |
| เต็ง 3 | 48.20 | 48.24 | 48.12 | 44.78 | 44.72 | 45.00 | 203.80 | 203.86 | 203.80 | 319.12 | 319.13 | 319.10 |
| ยาง 1 | 49.30 | 49.32 | 49.24 | 45.34 | 45.34 | 45.26 | 205.52 | 205.56 | 205.56 | 332.23 | 332.28 | 332.19 |
| ยาง 2 | 51.96 | 51.28 | 52.02 | 49.00 | 49.06 | 49.00 | 203.34 | 203.30 | 203.28 | 377.17 | 378.00 | 377.42 |
| ยาง 3 | 52.86 | 52.82 | 52.74 | 49.86 | 49.88 | 49.80 | 201.88 | 201.86 | 201.88 | 382.85 | 382.89 | 382.74 |
| หลังอบ | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| เต็ง 1 | 46.36 | 46.34 | 46.36 | 43.54 | 43.56 | 43.58 | 203.14 | 203.16 | 203.16 | 294.07 | 294.10 | 294.12 |
| เต็ง 2 | 46.78 | 46.76 | 46.78 | 45.26 | 45.20 | 45.24 | 205.90 | 205.12 | 205.90 | 301.67 | 301.66 | 301.69 |
| เต็ง 3 | 45.80 | 45.80 | 45.82 | 42.76 | 42.78 | 42.76 | 203.06 | 203.08 | 203.10 | 282.90 | 282.89 | 282.91 |
| ยาง 1 | 45.92 | 45.94 | 45.88 | 43.90 | 43.96 | 43.88 | 204.22 | 204.26 | 204.20 | 289.50 | 289.51 | 289.50 |
| ยาง 2 | 49.82 | 49.84 | 49.90 | 45.70 | 45.76 | 45.68 | 202.76 | 202.78 | 202.74 | 322.32 | 322.35 | 322.31 |
| ยาง 3 | 50.80 | 50.82 | 50.68 | 46.58 | 46.54 | 46.56 | 201.04 | 201.00 | 201.08 | 332.56 | 332.51 | 322.57 |

## ตาราง ก-2 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้น และ เปอร์เซ็นต์การหดตัว

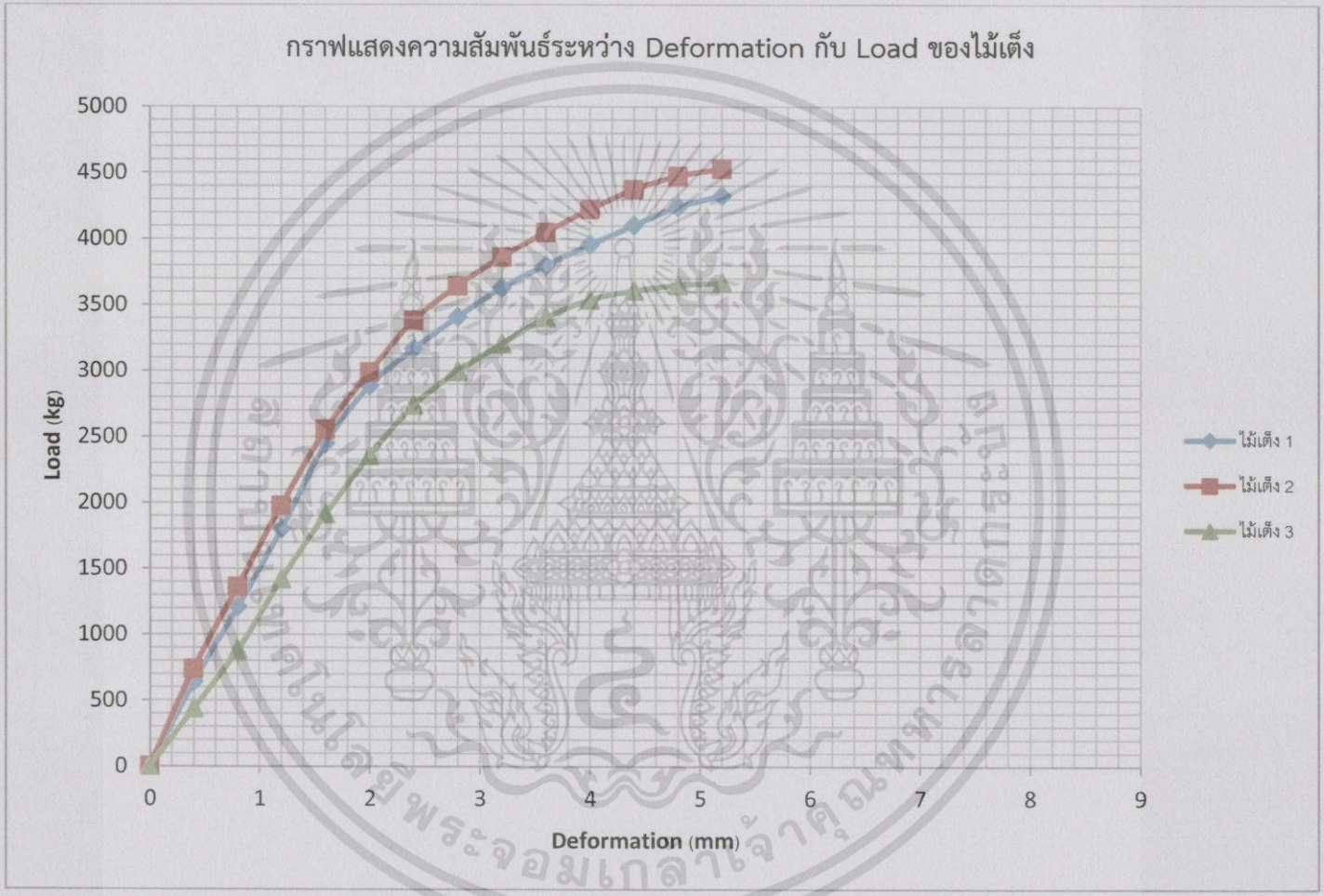
| ชนิดของไม้ | การหดตัวด้าน A (%) | | | | การหดตัวด้าน B (%) | | | | การหดตัวด้าน C (%) | | | | ความชื้น (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย |
| เต็ง 1 | 4.18 | 3.97 | 4.01 | 4.06 | 7.03 | 6.93 | 6.98 | 6.98 | 0.76 | 0.76 | 0.74 | 0.75 | 13.34 | 13.34 | 13.32 | 13.34 |
| เต็ง 2 | 2.61 | 2.69 | 2.48 | 2.59 | 5.48 | 5.58 | 5.35 | 5.47 | 0.19 | 0.60 | 0.19 | 0.33 | 14.04 | 14.04 | 14.04 | 14.04 |
| เต็ง 3 | 5.24 | 5.33 | 5.02 | 5.20 | 4.72 | 4.53 | 5.24 | 4.83 | 0.36 | 0.38 | 0.34 | 0.36 | 12.80 | 12.81 | 12.79 | 12.80 |
| ยาง 1 | 7.36 | 7.36 | 7.32 | 7.35 | 3.28 | 3.14 | 3.14 | 3.19 | 0.64 | 0.64 | 0.67 | 0.65 | 14.76 | 14.77 | 14.75 | 14.76 |
| ยาง 2 | 4.30 | 2.89 | 4.25 | 3.81 | 7.22 | 7.21 | 7.27 | 7.23 | 0.29 | 0.26 | 0.27 | 0.27 | 17.02 | 17.26 | 17.10 | 17.13 |
| ยาง 3 | 4.06 | 3.94 | 4.06 | 4.02 | 7.04 | 7.18 | 6.96 | 7.06 | 0.42 | 0.43 | 0.40 | 0.41 | 15.12 | 15.15 | 18.65 | 16.31 |

## ตาราง ก-3 แสดงค่าแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน

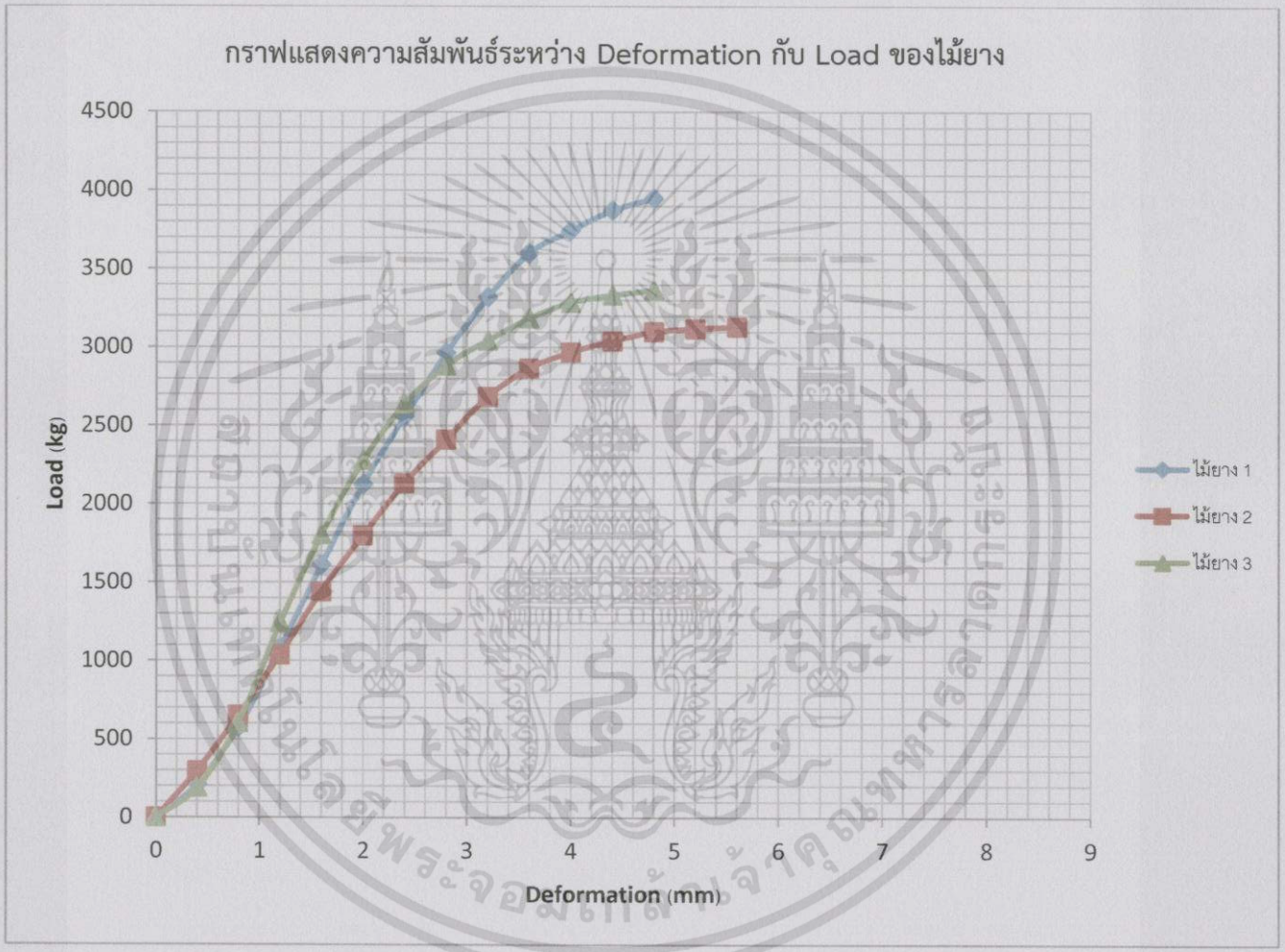
| Type of Wood | Dimention (mm) | | | Weight of specimen (gm) | Defects |
|---|---|---|---|---|---|
| | b | d | Length | | |
| เต็ง 1 | 48.60 | 50.10 | 154.42 | 273.48 | |
| เต็ง 2 | 47.86 | 48.52 | 152.60 | 262.07 | |
| เต็ง 3 | 48.18 | 48.74 | 152.66 | 261.63 | |
| ยาง 1 | 44.72 | 51.06 | 156.08 | 254.11 | |
| ยาง 2 | 47.88 | 49.38 | 154.72 | 291.68 | |
| ยาง 3 | 45.20 | 48.92 | 153.52 | 242.30 | |
| P.S. หน้าตัดเล็กที่ใช้รองเวลารับแรง = | | | 50 x | 53.00 | mm |

**ตาราง ก-4 แสดงการผลการทดสอบแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน**

| Deformation (mm) | Load (kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เต็ง 1 | เต็ง 2 | เต็ง 3 | ยาง 1 | ยาง 2 | ยาง 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.4 | 640 | 739 | 439 | 209 | 295 | 189 |
| 0.8 | 1208 | 1361 | 883 | 576 | 651 | 603 |
| 1.2 | 1800 | 1975 | 1418 | 1083 | 1036 | 1243 |
| 1.6 | 2447 | 2551 | 1912 | 1612 | 1439 | 1805 |
| 2.0 | 2884 | 2987 | 2355 | 2127 | 1796 | 2278 |
| 2.4 | 3164 | 3380 | 2738 | 2559 | 2131 | 2639 |
| 2.8 | 3408 | 3643 | 2995 | 2964 | 2408 | 2884 |
| 3.2 | 3630 | 3862 | 3204 | 3319 | 2683 | 3044 |
| 3.6 | 3799 | 4048 | 3403 | 3601 | 2866 | 3185 |
| 4.0 | 3954 | 4223 | 3538 | 3744 | 2969 | 3285 |
| 4.4 | 4102 | 4373 | 3607 | 3872 | 3040 | 3332 |
| 4.8 | 4242 | 4475 | 3648 | 3948 | 3099 | 3365 |
| 5.2 | 4325 | 4529 | 3667 | | 3119 | |
| 5.6 | | | | | 3130 | |
| 6.0 | | | | | | |




รูปที่ ก-1 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้เต็งภาคเหนือ (ไม่แช่น้ำ)




รูปที่ ก-2 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้ยางภาคเหนือ (ไม่แช่น้ำ)

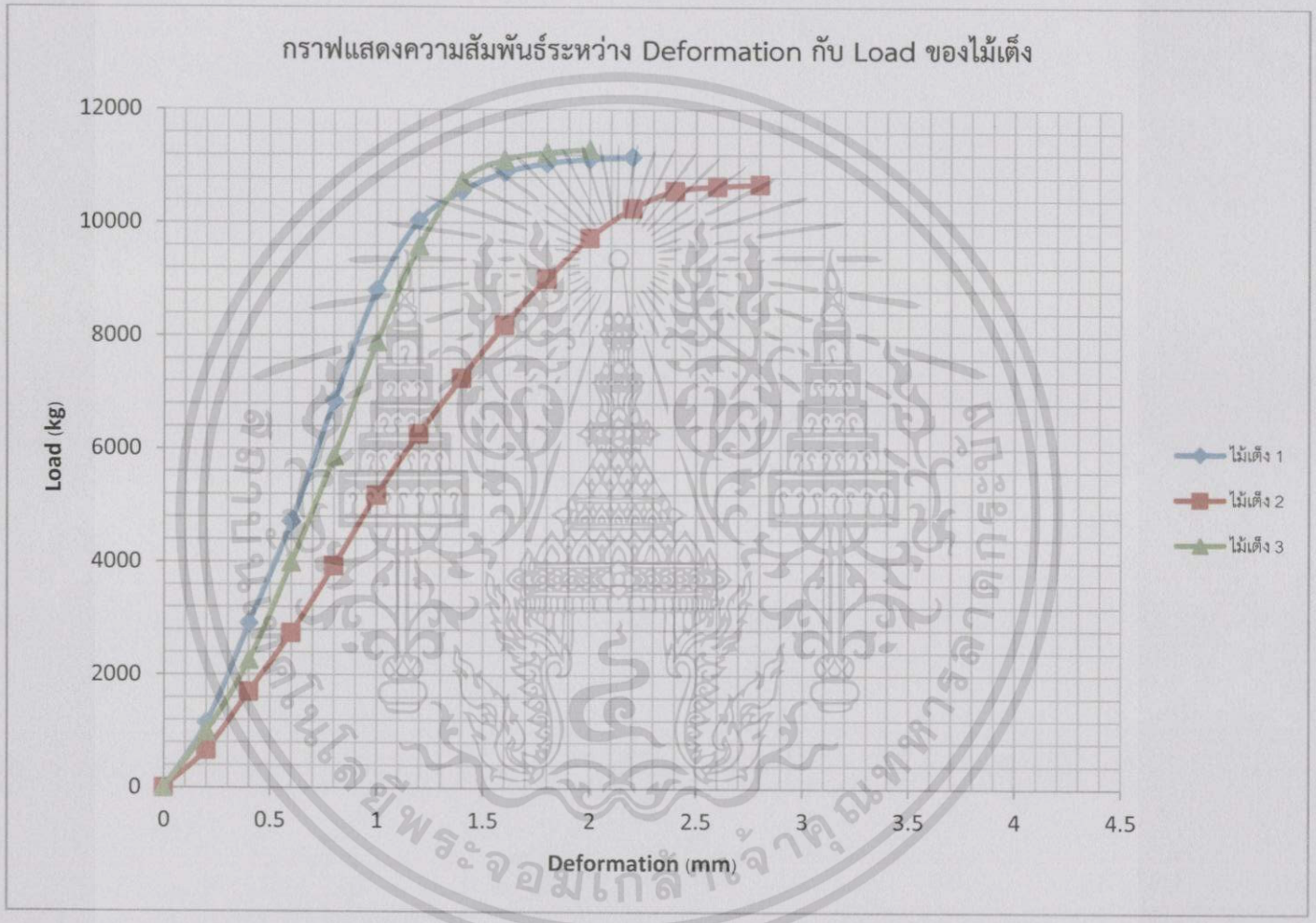
**ตาราง ก-5 แสดงค่าแรงอัดขนานเสี้ยน**

| Type of Wood | Dimention (mm) | | Weight of specimen (gm) | Gauge Length (cm) |
|---|---|---|---|---|
| | b | d | | |
| เต็ง 1 | 44.48 | 46.38 | 306.40 | 20.66 |
| เต็ง 2 | 43.34 | 48.00 | 309.25 | 20.37 |
| เต็ง 3 | 46.40 | 47.74 | 323.52 | 20.17 |
| ยาง 1 | 48.22 | 50.46 | 315.79 | 20.26 |
| ยาง 2 | 45.00 | 48.80 | 327.67 | 20.26 |
| ยาง 3 | 49.52 | 51.54 | 372.20 | 20.67 |

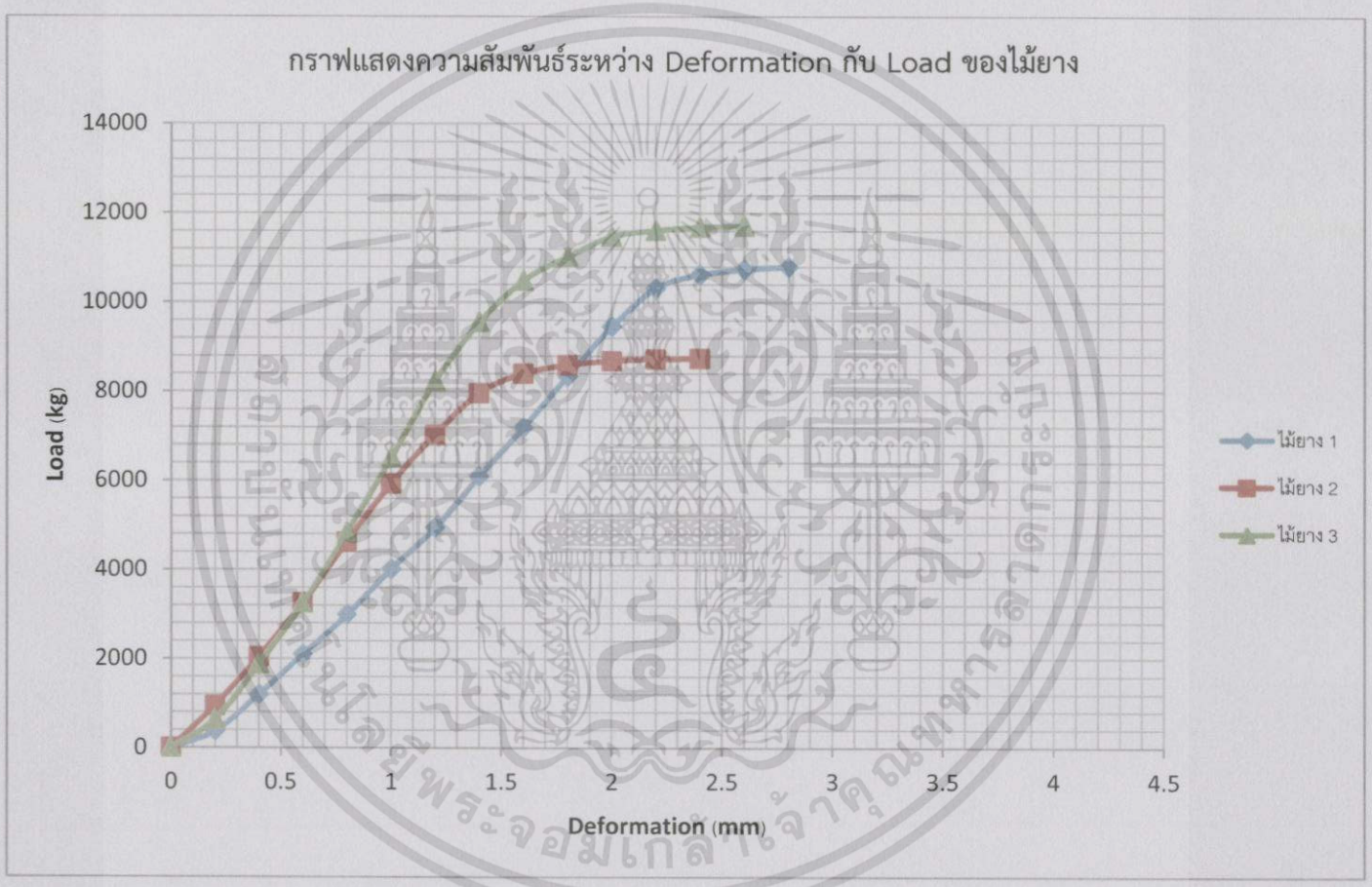
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตาราง ก-6 แสดงการผลการทดสอบแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน

| Deformation (mm) | Load (kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เต็ง 1 | เต็ง 2 | เต็ง 3 | ยาง 1 | ยาง 2 | ยาง 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 1151 | 668 | 997 | 374 | 946 | 639 |
| 0.4 | 2911 | 1696 | 2262 | 1197 | 2041 | 1878 |
| 0.6 | 4707 | 2736 | 3987 | 2098 | 3255 | 3248 |
| 0.8 | 6849 | 3922 | 5866 | 2987 | 4618 | 4841 |
| 1.0 | 8806 | 5175 | 7886 | 4011 | 5918 | 6509 |
| 1.2 | 10031 | 6263 | 9582 | 4938 | 7015 | 8229 |
| 1.4 | 10557 | 7250 | 10732 | 6090 | 7957 | 9552 |
| 1.6 | 10884 | 8190 | 11111 | 7190 | 8396 | 10486 |
| 1.8 | 11048 | 9011 | 11237 | 8333 | 8592 | 11022 |
| 2.0 | 11121 | 9733 | 11294 | 9452 | 8681 | 11470 |
| 2.2 | 11158 | 10255 | | 10317 | 8726 | 11609 |
| 2.4 | | 10564 | | 10614 | 8738 | 11680 |
| 2.6 | | 10642 | | 10738 | | 11711 |
| 2.8 | | 10679 | | 10795 | | |
| 3.0 | | | | | | |




รูปที่ ก-3 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยนของไม้เต็งภาคเหนือ (ไม่แช่น้ำ)



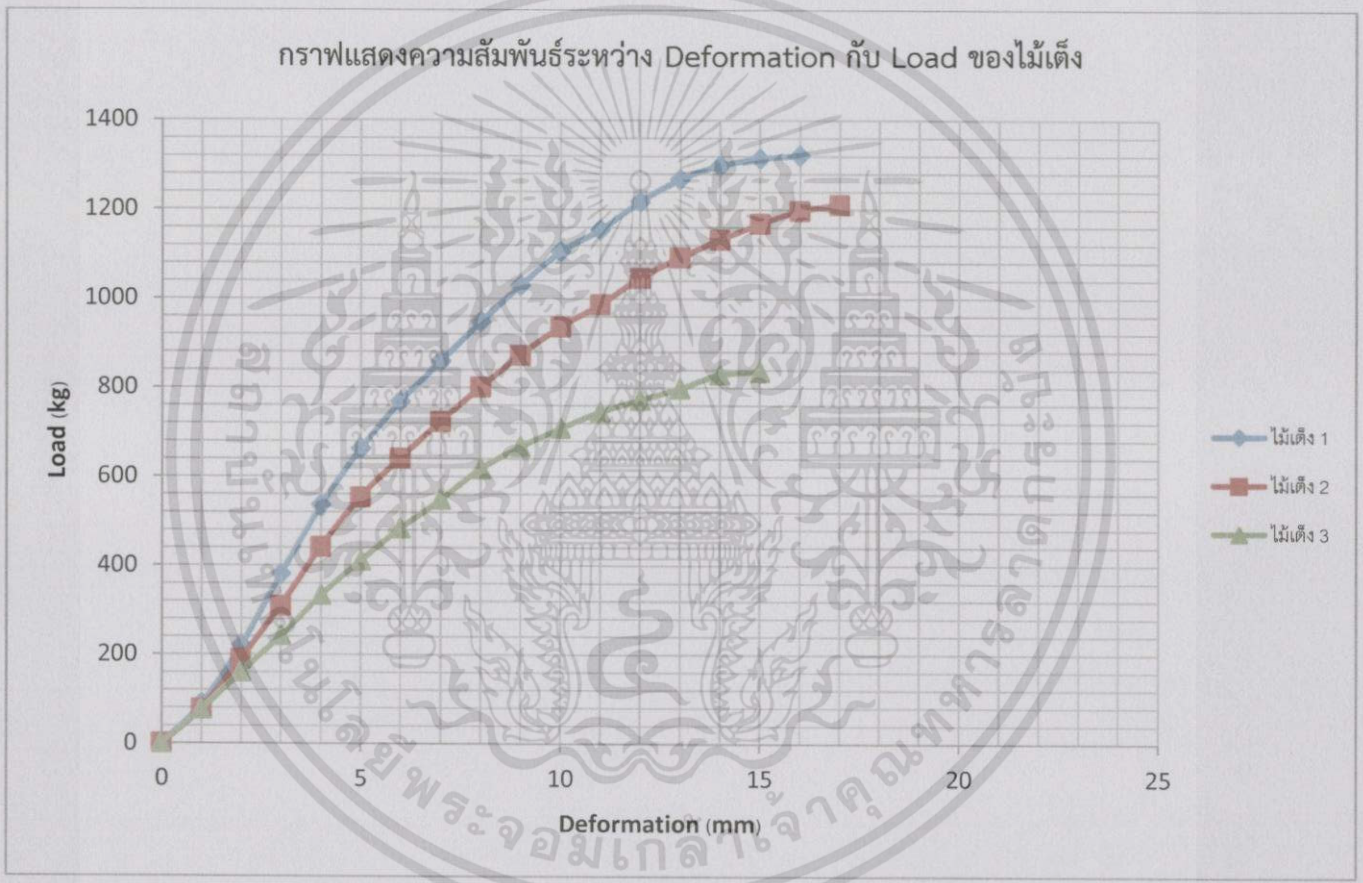

รูปที่ ก-4 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยนของไม้ยางภาคเหนือ (ไม่แช่น้ำ)

## ตารางที่ ก-7 แสดงค่าแรงดัด

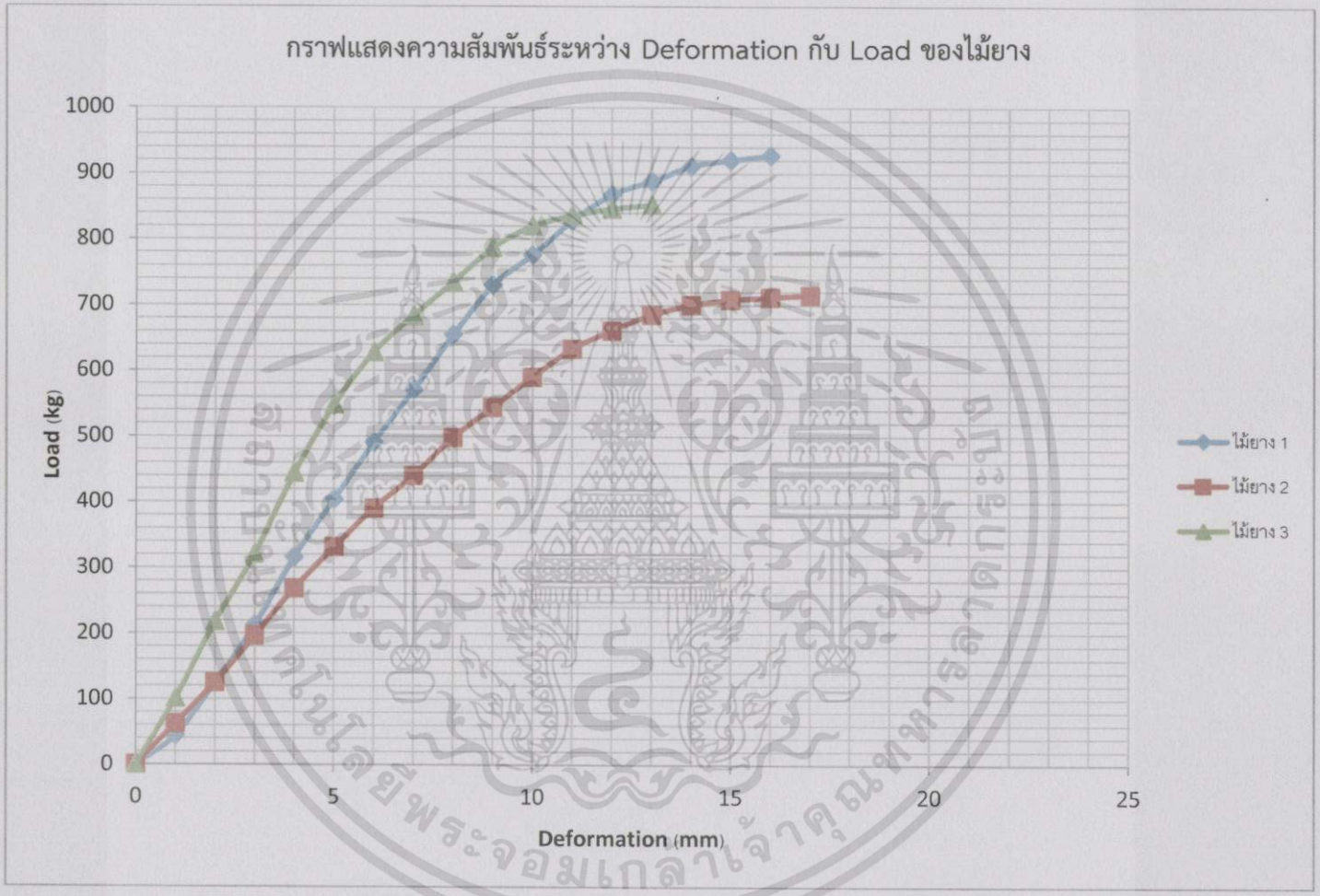
| Specimen Size | Type of wood | เต็ง | | | ยาง | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | Width,b (cm) | 4.598 | 4.582 | 4.734 | 4.810 | 4.500 | 4.600 |
| | Depth,d (cm) | 4.858 | 4.845 | 4.908 | 5.017 | 4.840 | 4.810 |
| | Span of Specimen,L (cm) | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| | Span of Support (cm) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Weight (gm) | | 1306 | 1295 | 1507 | 1510 | 1279 | 1093 |
| Load at Proportional Limit (kg) | | 600 | 560 | 420 | 490 | 380 | 570 |
| Center Deflection at Proportional Limit (cm) | | 0.45 | 0.50 | 0.51 | 0.59 | 0.58 | 0.52 |
| Maximum Load (kg) | | 1321 | 1211 | 836 | 927 | 715 | 852 |
| Center Deflection at Maximum Load (cm) | | 1.6 | 1.7 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.3 |
| Stress in Outer Fiber at P.L. (ksc) | | 663.51 | 624.78 | 441.97 | 485.67 | 432.58 | 642.70 |
| Modulus of Rupture (ksc) | | 1460.83 | 1351.09 | 879.73 | 918.81 | 813.92 | 960.67 |
| Modulus of Elasticity (ksc) | | 327386 | 275101 | 188342 | 175016 | 164368 | 274087 |

**ตารางที่ ก-8 แสดงการผลการทดสอบแรงดัด**

| Deformation (mm) | Load (kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เต็ง 1 | เต็ง 2 | เต็ง 3 | ยาง 1 | ยาง 2 | ยาง 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 89 | 77 | 76 | 44 | 62 | 101 |
| 2 | 221 | 189 | 160 | 125 | 125 | 218 |
| 3 | 381 | 309 | 242 | 212 | 196 | 321 |
| 4 | 535 | 441 | 333 | 316 | 268 | 444 |
| 5 | 662 | 553 | 411 | 404 | 331 | 548 |
| 6 | 768 | 640 | 483 | 491 | 390 | 628 |
| 7 | 859 | 723 | 548 | 571 | 440 | 684 |
| 8 | 947 | 800 | 617 | 655 | 498 | 735 |
| 9 | 1029 | 872 | 666 | 730 | 544 | 787 |
| 10 | 1105 | 936 | 708 | 776 | 590 | 820 |
| 11 | 1154 | 986 | 745 | 828 | 633 | 836 |
| 12 | 1217 | 1046 | 772 | 868 | 661 | 846 |
| 13 | 1267 | 1092 | 798 | 888 | 685 | 852 |
| 14 | 1298 | 1132 | 829 | 911 | 700 | |
| 15 | 1314 | 1168 | 836 | 920 | 708 | |
| 16 | 1321 | 1197 | | 927 | 712 | |
| 17 | | 1211 | | | 715 | |




รูปที่ ก-5 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงดัดของไม้เต็งภาคเหนือ (ไม่แช่น้ำ)




รูปที่ ก-6 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงดัดของไม้ยางภาคเหนือ (ไม่แช่น้ำ)

ตารางที่ ก-9 แสดงค่ารับแรงดึง

| Specimen | Weight (gm) | Dimension (cm) | | Area ($cm^2$) | Max.Load (kg) | Tensile Strength (ksc.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | | | |
| เต็ง 1 | 83.06 | 3.200 | 4.800 | 15.36 | 453.6 | 29.531 |
| เต็ง 2 | 87.60 | 2.500 | 4.900 | 12.25 | 249.6 | 20.376 |
| เต็ง 3 | 81.64 | 2.900 | 4.800 | 13.92 | 369.6 | 26.552 |
| ยาง 1 | 72.92 | 2.300 | 4.600 | 10.58 | 109.3 | 10.331 |
| ยาง 2 | 66.62 | 2.700 | 4.800 | 12.96 | 161.6 | 12.469 |
| ยาง 3 | 70.13 | 2.600 | 4.800 | 12.48 | 142.7 | 11.434 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Average Tensile Strength of เต็ง | | 25.486 | ksc | |
| Average Tensile Strength of ยาง | | 11.411 | ksc | |

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ ก-10 แสดงค่ารับแรงเฉือน

| Type of Specimen | Dimension (cm) | | Shearing Area ($cm^2$) | Maximum Load (kg) | Shearing Stress (ksc) |
|---|---|---|---|---|---|
| | b | d | | | |
| เต็ง 1 | 4.600 | 4.900 | 22.54 | 676.6 | 30.018 |
| เต็ง 2 | 4.650 | 5.000 | 23.25 | 567.7 | 24.417 |
| เต็ง 3 | 4.650 | 4.650 | 21.62 | 623.1 | 28.817 |
| ยาง 1 | 4.600 | 5.000 | 23.00 | 362.5 | 15.761 |
| ยาง 2 | 4.700 | 4.850 | 22.80 | 391.9 | 17.192 |
| ยาง 3 | 4.600 | 4.950 | 22.77 | 395.2 | 17.356 |

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## ไม้เต็งและไม้ยางจากภาคเหนือที่แช่น้ำ (15 วัน)

### ตารางที่ ก-11 แสดงค่าความชื้น

| ชนิดของไม้ | ด้าน A(mm) | | | ด้าน B (mm) | | | ด้าน C (mm) | | | น้ำหนัก (gm) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนอบ | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| เต็ง 1 | 48.78 | 48.78 | 48.76 | 50.40 | 50.36 | 50.34 | 203.92 | 203.92 | 203.92 | 459.22 | 460.00 | 459.38 |
| เต็ง 2 | 46.10 | 45.98 | 46.00 | 49.90 | 49.86 | 49.90 | 205.84 | 205.82 | 205.84 | 418.56 | 418.78 | 419.11 |
| เต็ง 3 | 49.60 | 49.58 | 49.60 | 49.60 | 49.60 | 49.60 | 204.30 | 204.30 | 204.30 | 462.96 | 463.11 | 463.23 |
| ยาง 1 | 45.80 | 45.80 | 45.80 | 49.82 | 49.78 | 49.80 | 201.26 | 201.28 | 201.28 | 460.17 | 460.21 | 459.98 |
| ยาง 2 | 45.54 | 45.56 | 45.56 | 51.80 | 51.80 | 51.86 | 203.50 | 203.50 | 203.50 | 473.50 | 472.69 | 473.12 |
| ยาง 3 | 50.70 | 50.72 | 50.72 | 52.58 | 52.60 | 52.60 | 202.50 | 202.50 | 202.48 | 519.16 | 518.76 | 519.21 |
| หลังอบ | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| เต็ง 1 | 46.26 | 46.20 | 46.22 | 46.68 | 46.70 | 46.72 | 203.70 | 203.70 | 203.72 | 299.80 | 299.85 | 299.88 |
| เต็ง 2 | 42.90 | 42.92 | 42.92 | 48.00 | 48.00 | 48.00 | 205.30 | 205.30 | 205.30 | 275.22 | 275.18 | 275.21 |
| เต็ง 3 | 47.02 | 47.00 | 47.00 | 47.44 | 47.40 | 47.40 | 203.02 | 203.02 | 203.00 | 301.41 | 301.50 | 301.49 |
| ยาง 1 | 44.06 | 44.10 | 44.12 | 46.48 | 46.50 | 46.50 | 201.20 | 201.20 | 201.20 | 274.17 | 274.10 | 274.17 |
| ยาง 2 | 43.70 | 43.72 | 43.68 | 47.40 | 47.40 | 47.42 | 203.40 | 203.40 | 203.40 | 281.66 | 281.61 | 281.64 |
| ยาง 3 | 47.72 | 47.70 | 47.70 | 50.38 | 50.40 | 50.40 | 202.00 | 202.04 | 202.04 | 313.23 | 313.27 | 313.24 |

## ตารางที่ ก-12 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้น และ เปอร์เซ็นต์การหดตัว

| ชนิดของไม้ | การหดตัวด้าน A (%) | | | | การหดตัวด้าน B (%) | | | | การหดตัวด้าน C (%) | | | | ความชื้น (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย |
| เต็ง 1 | 5.45 | 5.58 | 5.50 | 5.51 | 7.97 | 7.84 | 7.75 | 7.85 | 0.11 | 0.11 | 0.10 | 0.10 | 53.18 | 53.41 | 53.19 | 53.26 |
| เต็ง 2 | 7.46 | 7.13 | 7.18 | 7.25 | 3.96 | 3.88 | 3.96 | 3.93 | 0.26 | 0.25 | 0.26 | 0.26 | 52.08 | 52.18 | 52.29 | 52.18 |
| เต็ง 3 | 5.49 | 5.49 | 5.53 | 5.50 | 4.55 | 4.64 | 4.64 | 4.61 | 0.63 | 0.63 | 0.64 | 0.63 | 53.60 | 53.60 | 53.65 | 53.62 |
| ยาง 1 | 3.95 | 3.85 | 3.81 | 3.87 | 7.19 | 7.05 | 7.10 | 7.11 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 67.84 | 67.90 | 67.77 | 67.84 |
| ยาง 2 | 4.21 | 4.21 | 4.30 | 4.24 | 9.28 | 9.28 | 9.36 | 9.31 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 68.11 | 67.85 | 67.99 | 67.98 |
| ยาง 3 | 6.24 | 6.33 | 6.33 | 6.30 | 4.37 | 4.37 | 4.37 | 4.37 | 0.25 | 0.23 | 0.22 | 0.23 | 65.74 | 65.60 | 65.75 | 65.70 |

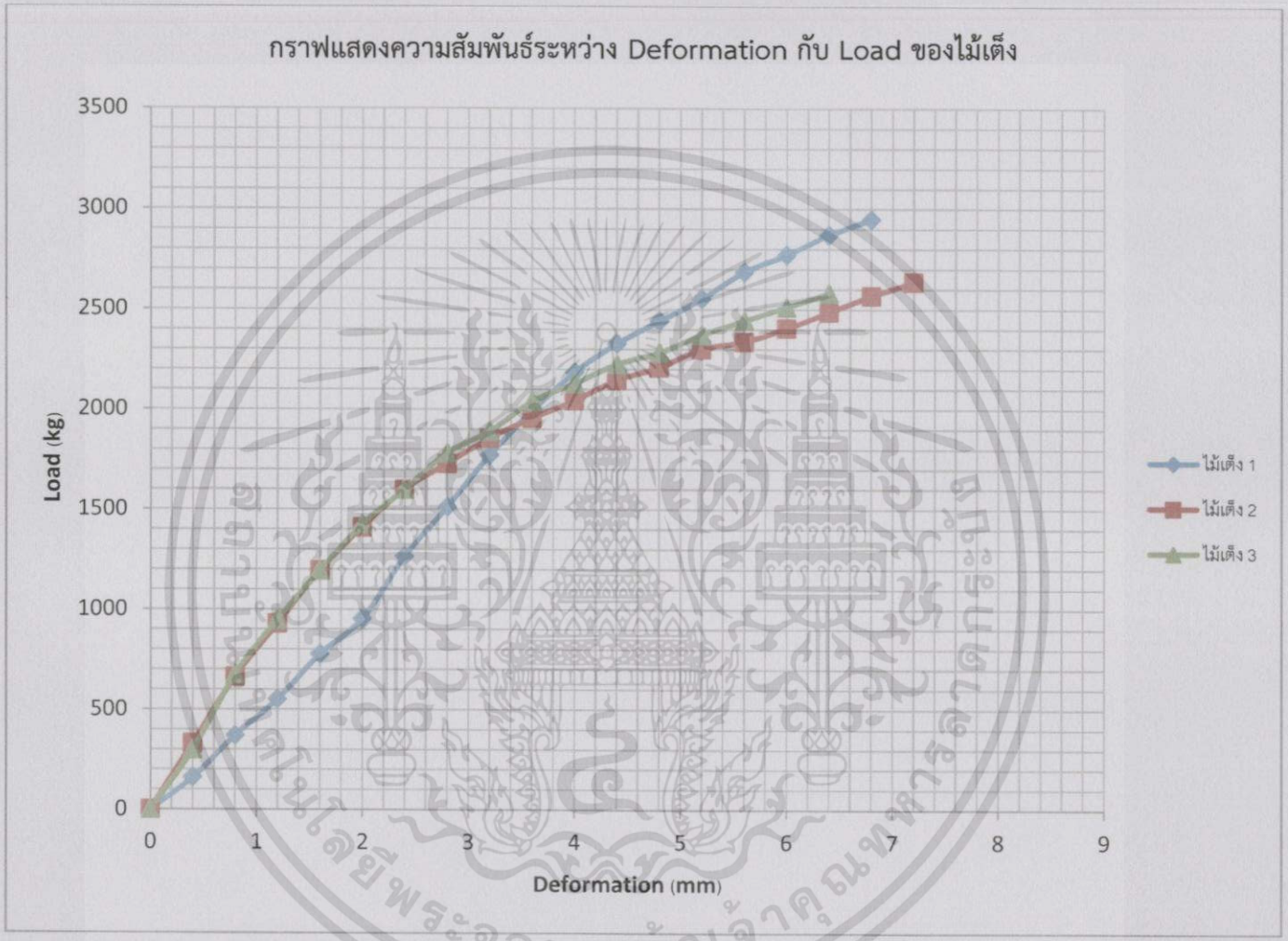


## ตารางที่ ก-13 แสดงค่าแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน

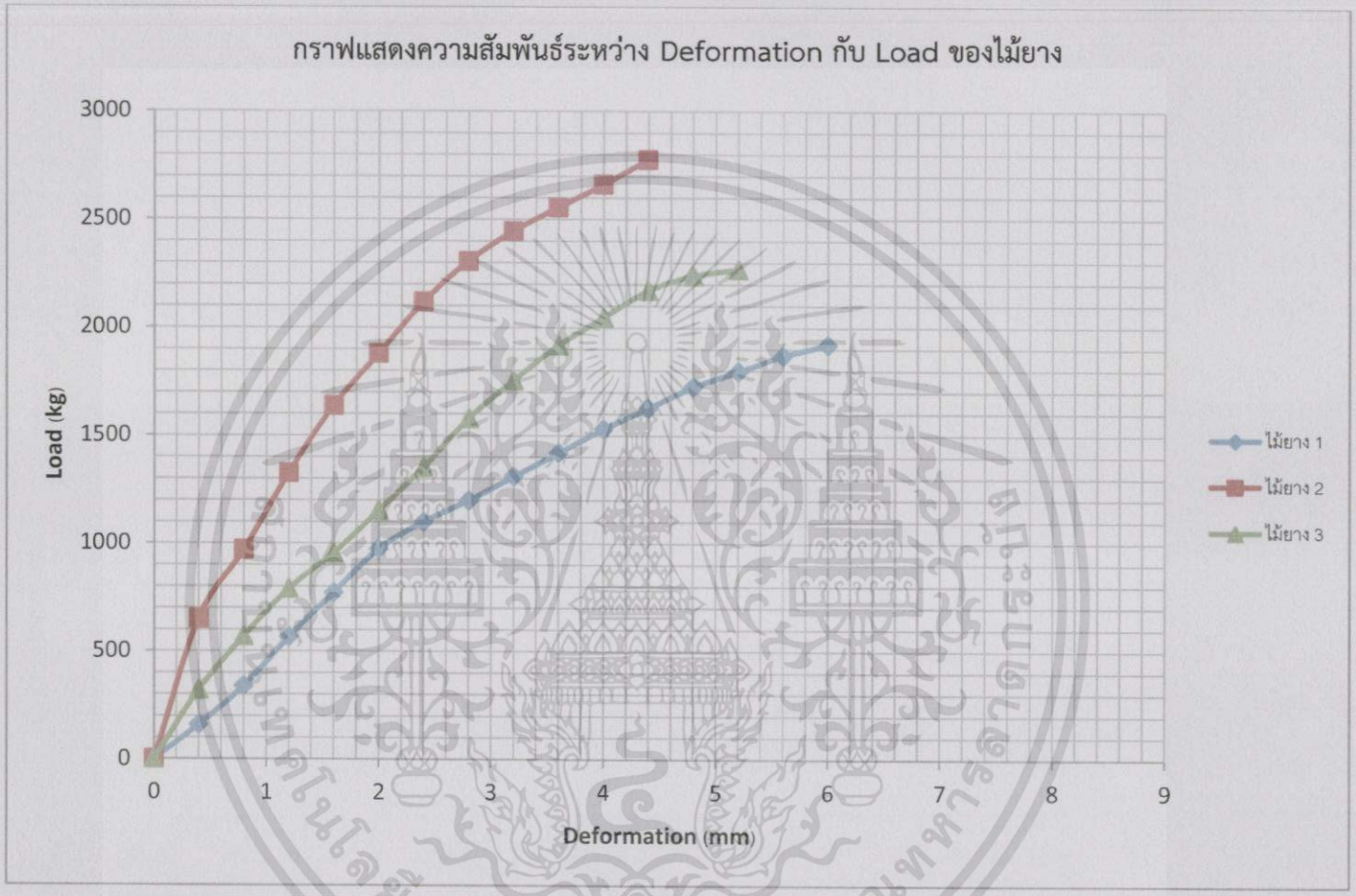
| Type of Wood | Dimention (mm) | | | Weight of specimen (gm) | Defects |
|---|---|---|---|---|---|
| | b | d | Length | | |
| เต็ง 1 | 49.12 | 51.80 | 151.00 | 347.69 | |
| เต็ง 2 | 45.26 | 49.42 | 152.86 | 308.04 | |
| เต็ง 3 | 46.58 | 49.82 | 153.06 | 308.18 | |
| ยาง 1 | 47.36 | 49.18 | 153.62 | 325.86 | |
| ยาง 2 | 50.90 | 51.72 | 157.18 | 392.26 | |
| ยาง 3 | 49.90 | 51.20 | 155.10 | 363.93 | |
| P.S. หน้าตัดเล็กที่ใช้รองเวลารับแรง = | | | 50 x | 53.00 | mm |

## ตารางที่ ก-14 แสดงผลการทดสอบแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน

| Deformation (mm) | Load (kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เต็ง 1 | เต็ง 2 | เต็ง 3 | ยาง 1 | ยาง 2 | ยาง 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.4 | 159 | 330 | 298 | 158 | 650 | 319 |
| 0.8 | 369 | 662 | 675 | 338 | 969 | 569 |
| 1.2 | 550 | 928 | 947 | 566 | 1326 | 789 |
| 1.6 | 775 | 1193 | 1193 | 771 | 1637 | 955 |
| 2.0 | 953 | 1409 | 1426 | 973 | 1879 | 1152 |
| 2.4 | 1264 | 1599 | 1599 | 1099 | 2118 | 1353 |
| 2.8 | 1512 | 1727 | 1781 | 1198 | 2306 | 1579 |
| 3.2 | 1771 | 1854 | 1890 | 1310 | 2445 | 1755 |
| 3.6 | 1992 | 1954 | 2039 | 1419 | 2555 | 1917 |
| 4.0 | 2185 | 2043 | 2129 | 1530 | 2661 | 2046 |
| 4.4 | 2328 | 2144 | 2224 | 1627 | 2777 | 2171 |
| 4.8 | 2440 | 2209 | 2283 | 1726 | | 2239 |
| 5.2 | 2552 | 2300 | 2372 | 1797 | | 2269 |
| 5.6 | 2685 | 2337 | 2442 | 1869 | | |
| 6.0 | 2770 | 2404 | 2510 | 1920 | | |
| 6.4 | 2870 | 2485 | 2580 | | | |
| 6.8 | 2947 | 2566 | | | | |
| 7.2 | | 2635 | | | | |




รูปที่ ก-7 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้เต็งภาคเหนือ (แช่น้ำ 15 )




รูปที่ ก-8 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้ยางภาคเหนือ (แช่น้ำ 15 )

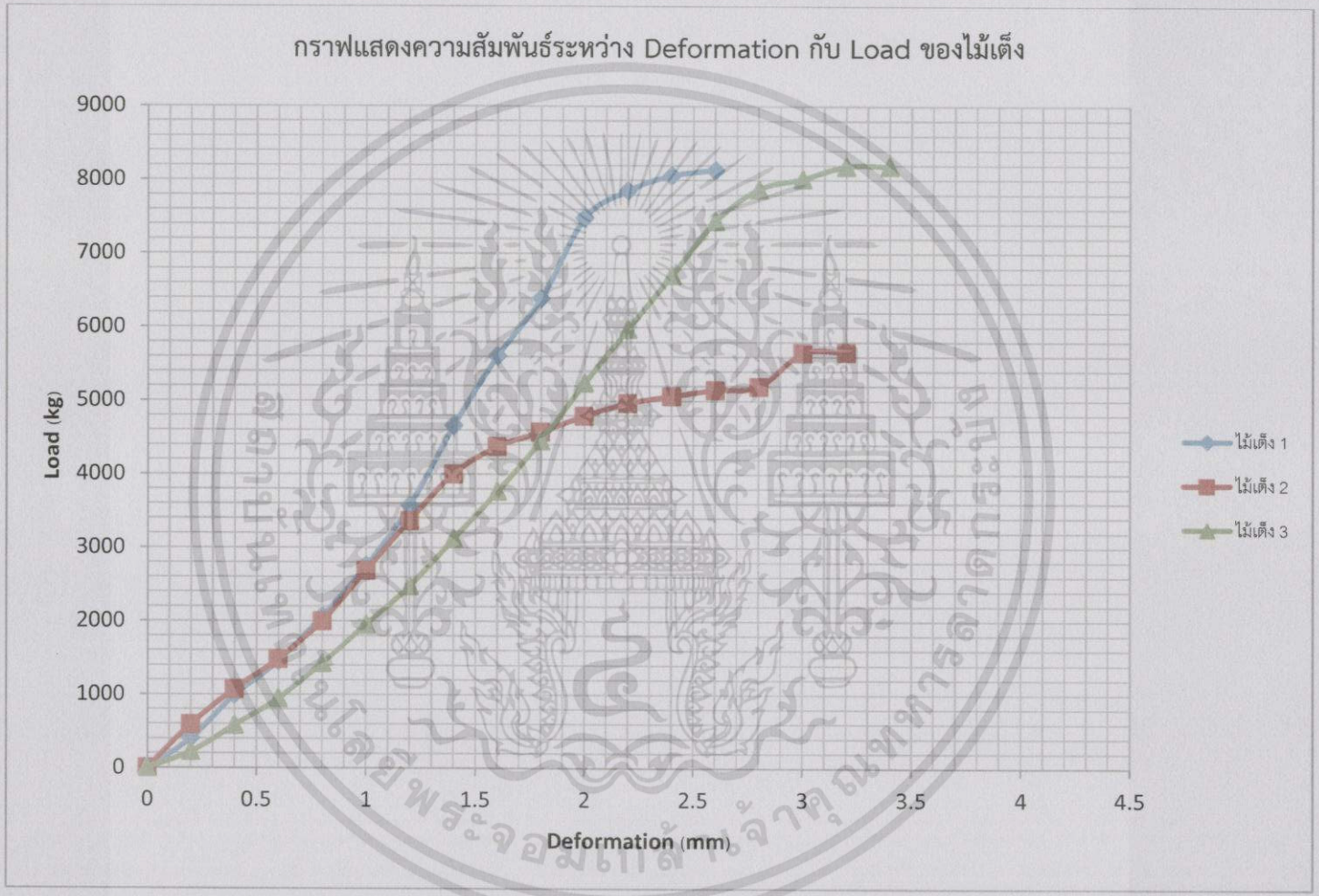
ตารางที่ ก-15 แสดงค่าแรงอัดขนานเสี้ยน

| Type of Wood | Dimention (mm) | | Weight of specimen (gm) | Gauge Length (cm) |
|---|---|---|---|---|
| | b | d | | |
| เต็ง 1 | 47.32 | 48.90 | 458.45 | 20.36 |
| เต็ง 2 | 46.00 | 48.86 | 428.19 | 20.63 |
| เต็ง 3 | 49.10 | 49.36 | 444.21 | 20.36 |
| ยาง 1 | 45.68 | 49.86 | 449.40 | 20.29 |
| ยาง 2 | 49.00 | 51.30 | 475.62 | 20.39 |
| ยาง 3 | 51.46 | 52.82 | 542.87 | 20.61 |

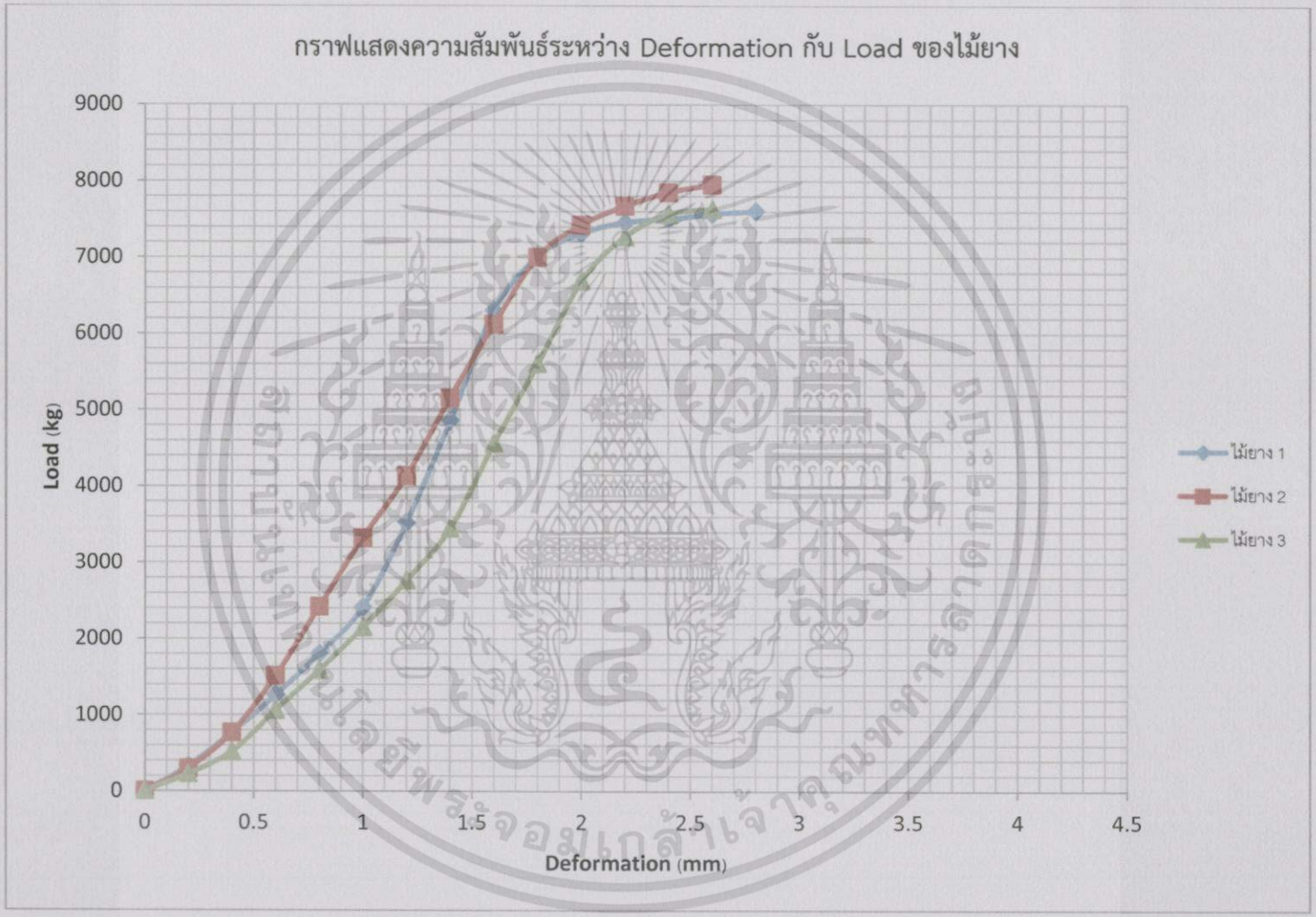
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## ตารางที่ ก-16 แสดงบันทึกผลการทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยน

| Deformation (mm) | Load (kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เต็ง 1 | เต็ง 2 | เต็ง 3 | ยาง 1 | ยาง 2 | ยาง 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 400 | 588 | 220 | 326 | 295 | 223 |
| 0.4 | 988 | 1071 | 580 | 764 | 766 | 517 |
| 0.6 | 1453 | 1480 | 945 | 1261 | 1513 | 1060 |
| 0.8 | 2063 | 1995 | 1425 | 1801 | 2418 | 1587 |
| 1.0 | 2749 | 2684 | 1951 | 2412 | 3319 | 2147 |
| 1.2 | 3571 | 3361 | 2477 | 3522 | 4132 | 2765 |
| 1.4 | 4657 | 3997 | 3119 | 4860 | 5155 | 3445 |
| 1.6 | 5606 | 4370 | 3764 | 6301 | 6122 | 4563 |
| 1.8 | 6385 | 4570 | 4450 | 7012 | 6999 | 5607 |
| 2.0 | 7481 | 4789 | 5239 | 7315 | 7421 | 6690 |
| 2.2 | 7852 | 4963 | 5973 | 7456 | 7669 | 7270 |
| 2.4 | 8058 | 5059 | 6703 | 7500 | 7849 | 7566 |
| 2.6 | 8131 | 5144 | 7439 | 7567 | 7953 | 7628 |
| 2.8 | | 5193 | 7872 | 7601 | | |
| 3.0 | | 5651 | 8012 | | | |
| 3.2 | | 5658 | 8184 | | | |
| 3.4 | | | 8186 | | | |




รูปที่ ก-9 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยนของไม้เต็งภาคเหนือ (แช่น้ำ 15 )



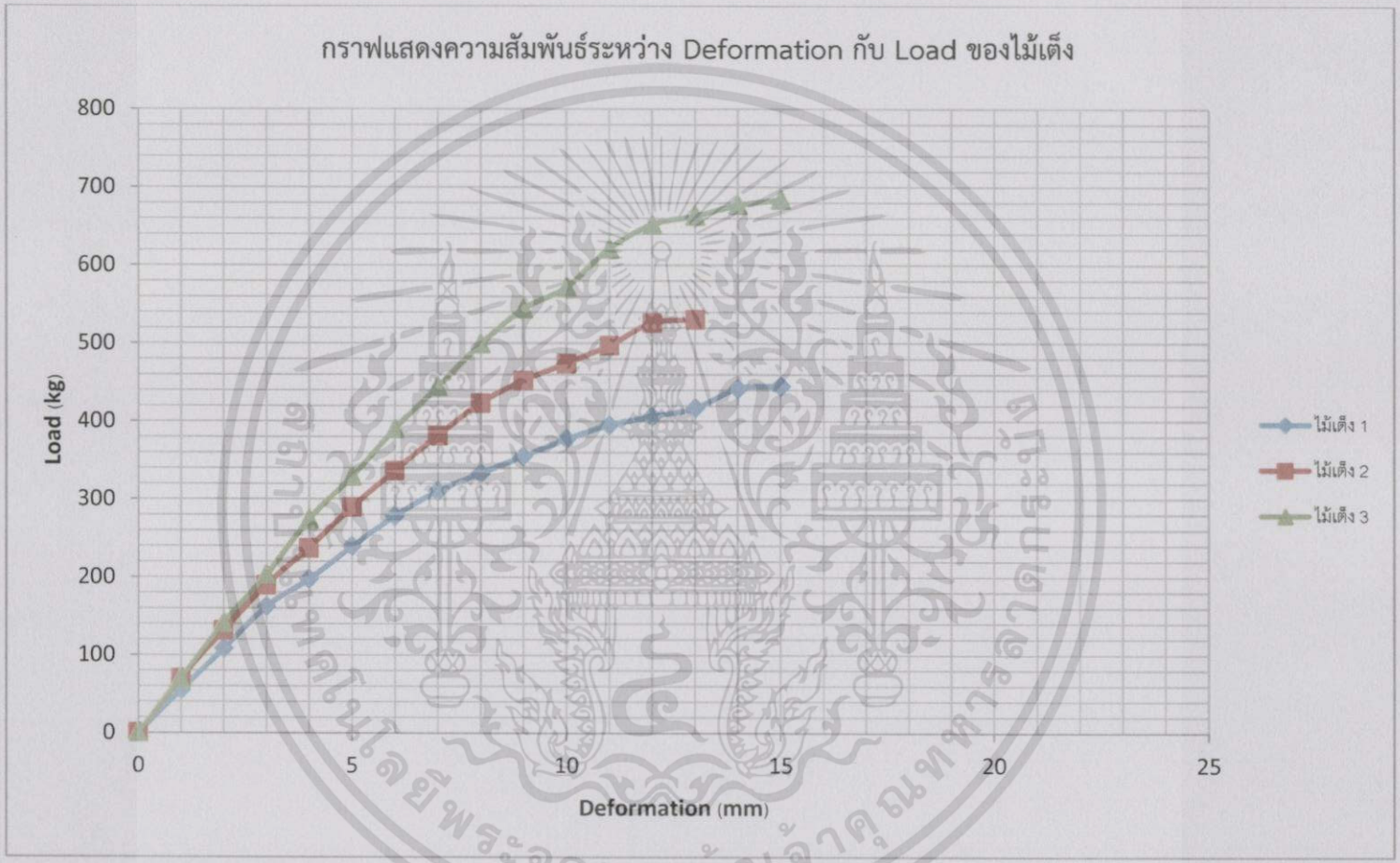

รูปที่ ก-10 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงขนานเสี้ยนของไม้ยางภาคเหนือ (แช่น้ำ 15 )

## ตารางที่ ก-17 แสดงค่าแรงดัด

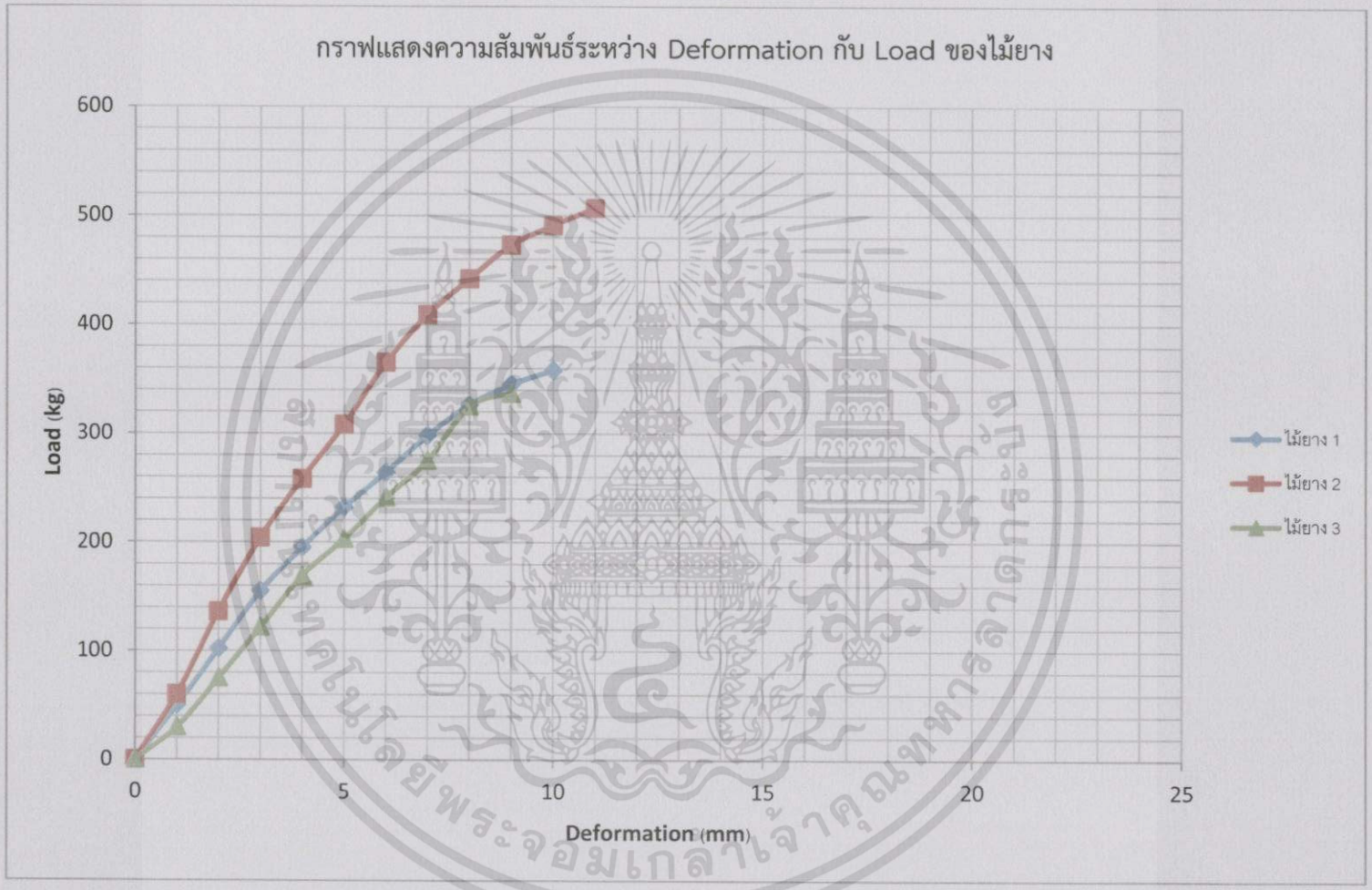
| Specimen Size | Type of wood | เต็ง | | | ยาง | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | Width,b (cm) | 4.550 | 4.890 | 4.972 | 4.868 | 4.808 | 4.612 |
| | Depth,d (cm) | 4.942 | 4.900 | 5.164 | 5.044 | 5.206 | 5.220 |
| | Span of Specimen (cm) | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| | Span of Support (cm) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Weight (gm) | | 1649 | 1613 | 1787 | 1932 | 2218 | 1921 |
| Load at Proportional Limit (kg) | | 160 | 185 | 290 | 175 | 200 | 175 |
| Center Deflection at Proportional Limit (cm) | | 0.29 | 0.29 | 0.43 | 0.35 | 0.29 | 0.41 |
| Maximum Load (kg) | | 445 | 530 | 684 | 358 | 507 | 337 |
| Center Deflection at Maximum Load (cm) | | 1.5 | 1.3 | 1.5 | 1.0 | 1.1 | 0.9 |
| Stress in Outer Fiber at P.L. (ksc) | | 172.78 | 189.08 | 262.47 | 169.56 | 184.18 | 167.10 |
| Modulus of Rupture (ksc) | | 480.53 | 541.70 | 619.06 | 346.87 | 466.89 | 321.80 |
| Modulus of Elasticity (ksc) | | 128592 | 141934 | 127564 | 103933 | 130126 | 83284 |

**ตารางที่ ก-18 แสดงบันทึกผลการทดสอบค่าแรงดัด**

| Deformation (mm) | Load (kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เต็ง 1 | เต็ง 2 | เต็ง 3 | ยาง 1 | ยาง 2 | ยาง 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 55 | 70 | 70 | 50 | 60 | 30 |
| 2 | 108 | 131 | 141 | 102 | 136 | 75 |
| 3 | 162 | 189 | 203 | 155 | 204 | 122 |
| 4 | 197 | 237 | 274 | 195 | 258 | 169 |
| 5 | 239 | 289 | 329 | 232 | 308 | 203 |
| 6 | 278 | 336 | 390 | 264 | 365 | 241 |
| 7 | 310 | 381 | 444 | 298 | 409 | 275 |
| 8 | 333 | 423 | 499 | 326 | 442 | 325 |
| 9 | 355 | 452 | 544 | 345 | 473 | 337 |
| 10 | 377 | 474 | 572 | 358 | 491 | |
| 11 | 395 | 497 | 621 | | 507 | |
| 12 | 406 | 526 | 652 | | | |
| 13 | 417 | 530 | 663 | | | |
| 14 | 442 | | 677 | | | |
| 15 | 445 | | 684 | | | |




รูปที่ ก-11 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงดัดของไม้เต็งภาคเหนือ (แช่น้ำ 15 )




รูปที่ ก-12 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงดัดของไม้ยางภาคเหนือ (แช่น้ำ 15 )

ตารางที่ ก-19 แสดงค่าแรงดึง

| Specimen | Weight (gm) | Dimension (cm) | | Area ($cm^2$) | Max.Load (kg) | Tensile Strength (ksc.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | | | |
| เต็ง 1 | 104.67 | 2.700 | 4.860 | 13.12 | 169.7 | 12.932 |
| เต็ง 2 | 109.14 | 2.510 | 4.920 | 12.35 | 161.3 | 13.062 |
| เต็ง 3 | 107.30 | 2.840 | 5.070 | 14.40 | 175.3 | 12.175 |
| ยาง 1 | 111.04 | 2.620 | 5.180 | 13.57 | 123.5 | 9.100 |
| ยาง 2 | 120.54 | 2.580 | 5.200 | 13.42 | 66.5 | 4.957 |
| ยาง 3 | 109.61 | 2.710 | 5.010 | 13.58 | 118.0 | 8.691 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Average Tensile Strength of เต็ง | | 12.723 | ksc | |
| Average Tensile Strength of ยาง | | 7.583 | ksc | |

ห้องสมุดวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## ตารางที่ ก-20 แสดงค่าแรงเฉือน

| Type of Specimen | Dimension (cm) | | Shearing Area ($cm^2$) | Maximum Load (kg) | Shearing Stress (ksc) | P.S. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | b | d | | | | |
| เต็ง 1 | 4.790 | 5.200 | 24.91 | 549.1 | 22.045 | |
| เต็ง 2 | 4.970 | 5.220 | 25.94 | 672.1 | 25.906 | |
| เต็ง 3 | 4.750 | 5.000 | 23.75 | 461.4 | 19.427 | |
| ยาง 1 | 4.900 | 5.310 | 26.02 | 353.8 | 13.598 | |
| ยาง 2 | 4.740 | 5.220 | 24.74 | 267.6 | 10.815 | รับแรงเฉือนได้ไม่เต็มพื้นที่หน้าตัด |
| ยาง 3 | 4.870 | 4.960 | 24.16 | 334.2 | 13.836 | |

## ไม้เต็งและไม้ยางจากภาคตะวันออกที่ไม่แช่น้ำ

ตารางที่ ก-21 แสดงความค่าความชื้น

| ชนิดของไม้ | ด้าน A(mm) | | | ด้าน B (mm) | | | ด้าน C (mm) | | | น้ำหนัก (gm) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนอบ | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| เต็ง 1 | 51.38 | 51.38 | 51.40 | 48.66 | 48.64 | 48.64 | 199.10 | 199.10 | 199.10 | 491.99 | 491.82 | 491.91 |
| เต็ง 2 | 51.64 | 51.60 | 51.60 | 48.94 | 48.94 | 48.94 | 200.10 | 200.10 | 200.10 | 490.18 | 490.10 | 490.11 |
| เต็ง 3 | 52.78 | 52.78 | 52.80 | 49.42 | 49.42 | 49.40 | 190.02 | 190.00 | 190.00 | 487.67 | 487.65 | 487.60 |
| ยาง 1 | 46.00 | 46.00 | 46.00 | 46.78 | 46.80 | 46.80 | 197.22 | 197.20 | 197.20 | 328.52 | 328.46 | 328.60 |
| ยาง 2 | 45.78 | 45.80 | 45.80 | 46.00 | 46.00 | 46.02 | 192.42 | 192.40 | 192.40 | 311.18 | 311.33 | 311.20 |
| ยาง 3 | 46.34 | 46.34 | 46.32 | 45.30 | 45.30 | 45.30 | 197.28 | 197.30 | 197.30 | 330.49 | 330.47 | 330.52 |
| หลังอบ | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| เต็ง 1 | 49.60 | 49.60 | 49.60 | 47.84 | 47.84 | 47.86 | 198.92 | 198.92 | 198.90 | 458.21 | 458.18 | 458.51 |
| เต็ง 2 | 49.70 | 49.72 | 49.72 | 47.62 | 47.60 | 47.60 | 199.96 | 199.98 | 199.96 | 452.92 | 452.83 | 452.94 |
| เต็ง 3 | 50.12 | 50.10 | 50.10 | 48.18 | 48.18 | 48.18 | 189.78 | 189.80 | 189.80 | 449.02 | 449.55 | 449.32 |
| ยาง 1 | 44.48 | 44.50 | 44.50 | 43.88 | 43.92 | 43.92 | 196.76 | 196.76 | 196.76 | 283.12 | 283.17 | 282.97 |
| ยาง 2 | 44.56 | 44.56 | 44.56 | 44.12 | 44.10 | 44.10 | 191.98 | 191.96 | 191.96 | 274.89 | 275.10 | 274.92 |
| ยาง 3 | 44.88 | 44.90 | 44.90 | 43.40 | 43.40 | 43.40 | 197.00 | 197.00 | 196.98 | 289.11 | 289.22 | 289.20 |

## ตาราง ก-22 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้น และ เปอร์เซ็นต์การหดตัว

| ชนิดของไม้ | การหดตัวด้าน A (%) | | | | การหดตัวด้าน B (%) | | | | การหดตัวด้าน C (%) | | | | ความชื้น (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย |
| เต็ง 1 | 3.59 | 3.59 | 3.63 | 3.60 | 1.71 | 1.67 | 1.63 | 1.67 | 0.09 | 0.09 | 0.10 | 0.09 | 7.37 | 7.34 | 7.28 | 7.33 |
| เต็ง 2 | 3.90 | 3.78 | 3.78 | 3.82 | 2.77 | 2.82 | 2.82 | 2.80 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 8.23 | 8.23 | 8.21 | 8.22 |
| เต็ง 3 | 5.31 | 5.35 | 5.39 | 5.35 | 2.57 | 2.57 | 2.53 | 2.56 | 0.13 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 8.61 | 8.48 | 8.52 | 8.53 |
| ยาง 1 | 3.42 | 3.37 | 3.37 | 3.39 | 6.61 | 6.56 | 6.56 | 6.57 | 0.23 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 16.04 | 15.99 | 16.13 | 16.05 |
| ยาง 2 | 2.74 | 2.78 | 2.78 | 2.77 | 4.26 | 4.31 | 4.35 | 4.31 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 13.20 | 13.17 | 13.20 | 13.19 |
| ยาง 3 | 3.25 | 3.21 | 3.16 | 3.21 | 4.38 | 4.38 | 4.38 | 4.38 | 0.14 | 0.15 | 0.16 | 0.15 | 14.31 | 14.26 | 14.29 | 14.29 |

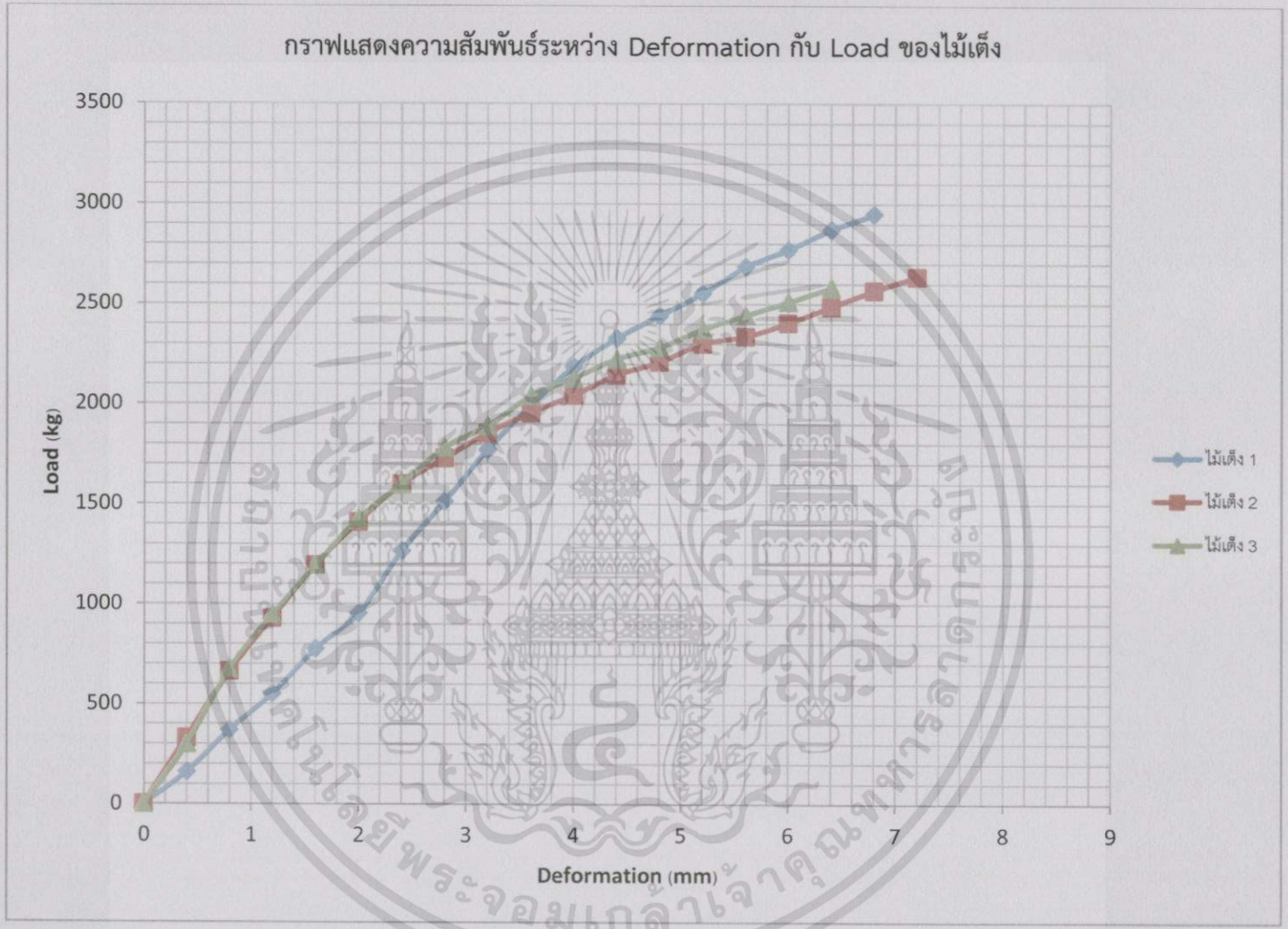


## ตารางที่ ก-23 แสดงค่าแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน

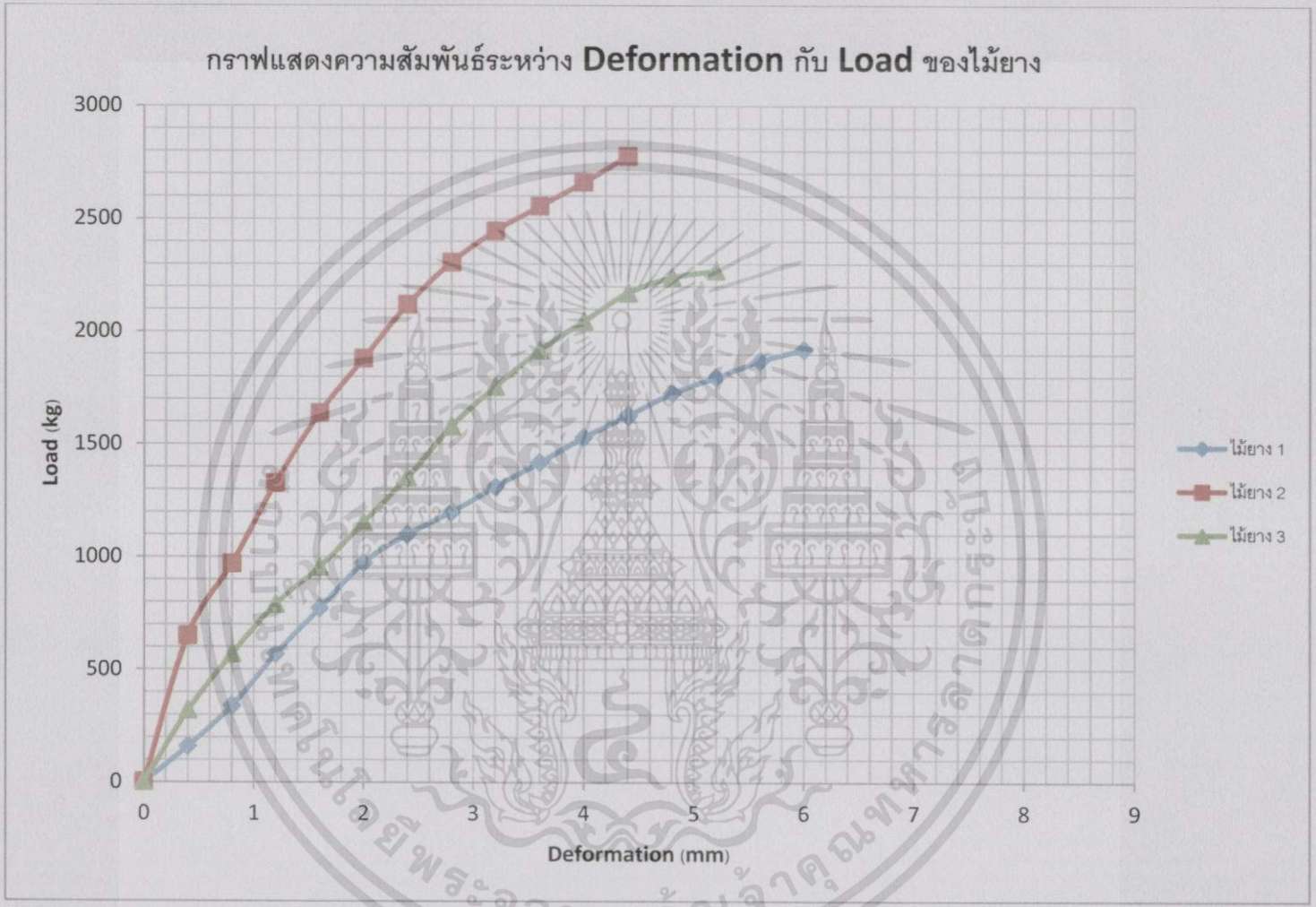
| Type of Wood | Dimention (mm) | | | Weight of specimen (gm) | Defects |
|---|---|---|---|---|---|
| | b | d | Length | | |
| เต็ง 1 | 42.80 | 49.10 | 150.68 | 298.56 | |
| เต็ง 2 | 48.22 | 49.30 | 153.52 | 267.07 | |
| เต็ง 3 | 48.02 | 48.64 | 152.64 | 261.85 | |
| ยาง 1 | 45.82 | 46.30 | 148.84 | 281.25 | |
| ยาง 2 | 46.30 | 48.72 | 155.40 | 272.90 | |
| ยาง 3 | 46.54 | 49.16 | 154.12 | 267.00 | |
| P.S. หน้าตัดเล็กที่ใช้รองเวลารับแรง = | | | 50 x | 53.00 | mm |

ตารางที่ ก-24 แสดงบันทึกผลการทดสอบค่าแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน

| Deformation (mm) | Load (kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เต็ง 1 | เต็ง 2 | เต็ง 3 | ยาง 1 | ยาง 2 | ยาง 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.4 | 1117 | 640 | 489 | 632 | 731 | 322 |
| 0.8 | 1975 | 1185 | 967 | 1550 | 1200 | 727 |
| 1.2 | 2859 | 1788 | 1506 | 2415 | 1875 | 1139 |
| 1.6 | 3715 | 2299 | 2081 | 3206 | 2511 | 1522 |
| 2.0 | 4428 | 2796 | 2656 | 3892 | 3195 | 1987 |
| 2.4 | 4908 | 3272 | 3179 | 4297 | 3686 | 2385 |
| 2.8 | 5335 | 3826 | 3619 | 4582 | 4001 | 2646 |
| 3.2 | 5675 | 4246 | 3983 | 4845 | 4233 | 2863 |
| 3.6 | 5908 | 4523 | 4145 | | 4413 | 3025 |
| 4.0 | 6077 | 4789 | 4250 | | 4536 | 3173 |
| 4.4 | | 4938 | 4340 | | 4597 | 3270 |
| 4.8 | | 5058 | 4412 | | | 3312 |
| 5.2 | | 5112 | | | | |




รูปที่ ก-13 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดตั้งฉากกับเสี้ยนของไม้เต็งภาคตะวันออก (ไม่แช่น้ำ)




รูปที่ ก-14 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดตั้งฉากกับเสี้ยนของไม้ยางภาคตะวันออก (ไม่แช่น้ำ)

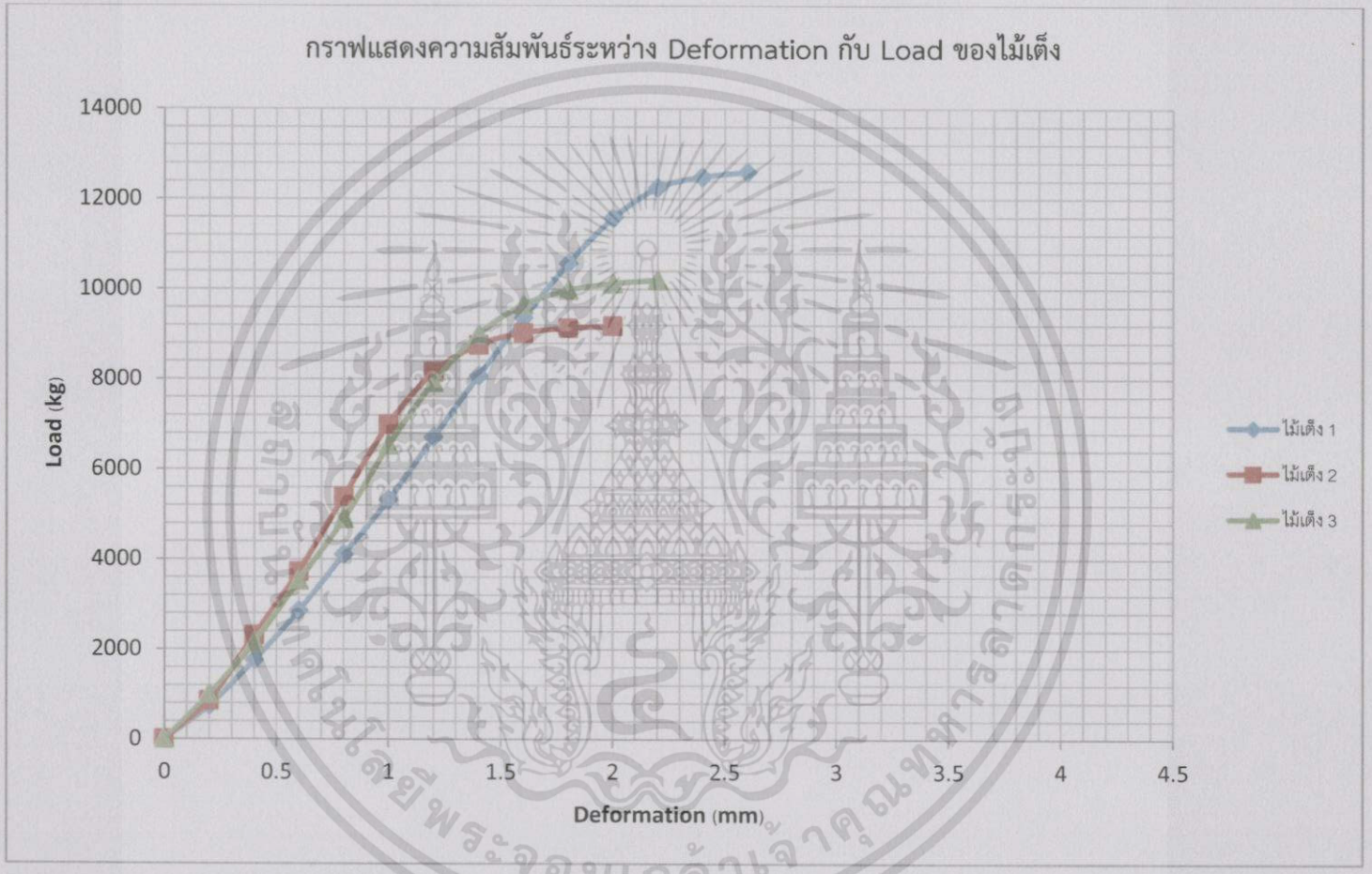
ตารางที่ ก-25 แสดงค่าแรงอัดขนานเสี้ยน

| Dimention (mm) | | Weight of specimen (gm) | Gauge Length (cm) |
|---|---|---|---|
| b | d | | |
| 46.22 | 50.20 | 415.65 | 19.86 |
| 43.94 | 47.20 | 402.63 | 20.52 |
| 44.88 | 47.88 | 411.09 | 20.27 |
| 43.70 | 46.20 | 292.40 | 20.08 |
| 45.12 | 47.14 | 307.83 | 20.26 |
| 47.26 | 50.18 | 321.73 | 20.47 |

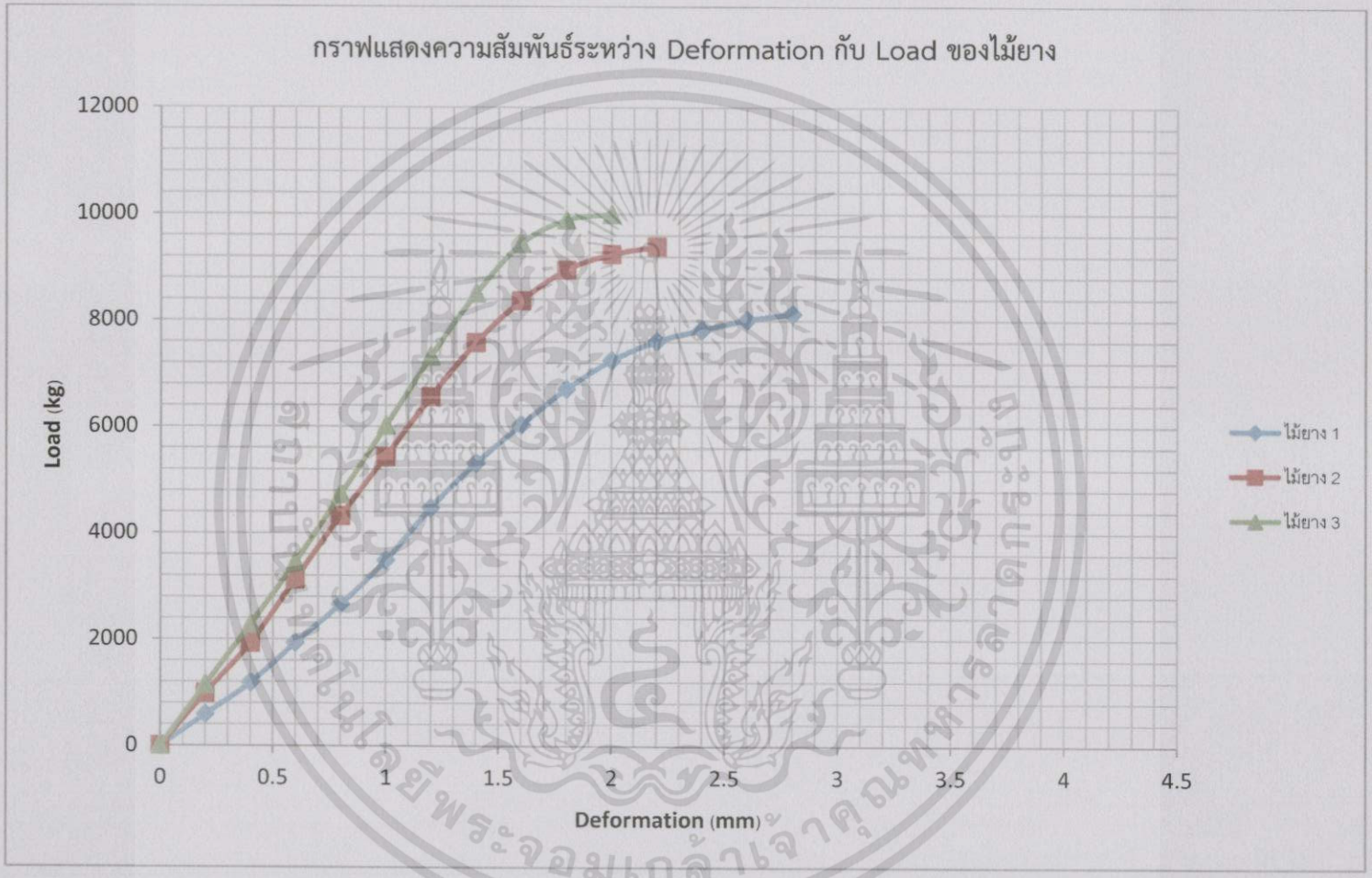
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ ก-26 แสดงบันทึกผลการทดสอบค่าแรงอัดขนานเสี้ยน

| Deformation (mm) | Load (kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เต็ง 1 | เต็ง 2 | เต็ง 3 | ยาง 1 | ยาง 2 | ยาง 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 746 | 852 | 998 | 587 | 985 | 1150 |
| 0.4 | 1752 | 2301 | 2150 | 1182 | 1925 | 2285 |
| 0.6 | 2854 | 3722 | 3524 | 1932 | 3121 | 3452 |
| 0.8 | 4103 | 5386 | 4894 | 2661 | 4315 | 4730 |
| 1.0 | 5314 | 6989 | 6529 | 3485 | 5428 | 6014 |
| 1.2 | 6705 | 8147 | 7923 | 4475 | 6553 | 7322 |
| 1.4 | 8073 | 8754 | 8991 | 5312 | 7574 | 8505 |
| 1.6 | 9356 | 9026 | 9650 | 6033 | 8365 | 9441 |
| 1.8 | 10568 | 9130 | 9975 | 6712 | 8947 | 9882 |
| 2.0 | 11573 | 9175 | 10125 | 7246 | 9238 | 9990 |
| 2.2 | 12249 | | 10200 | 7609 | 9384 | |
| 2.4 | 12488 | | | 7823 | | |
| 2.6 | 12596 | | | 8012 | | |
| 2.8 | | | | 8125 | | |




รูปที่ ก-15 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดขนานกับเสี้ยนของไม้เต็งภาคตะวันออก (ไม่แช่น้ำ)



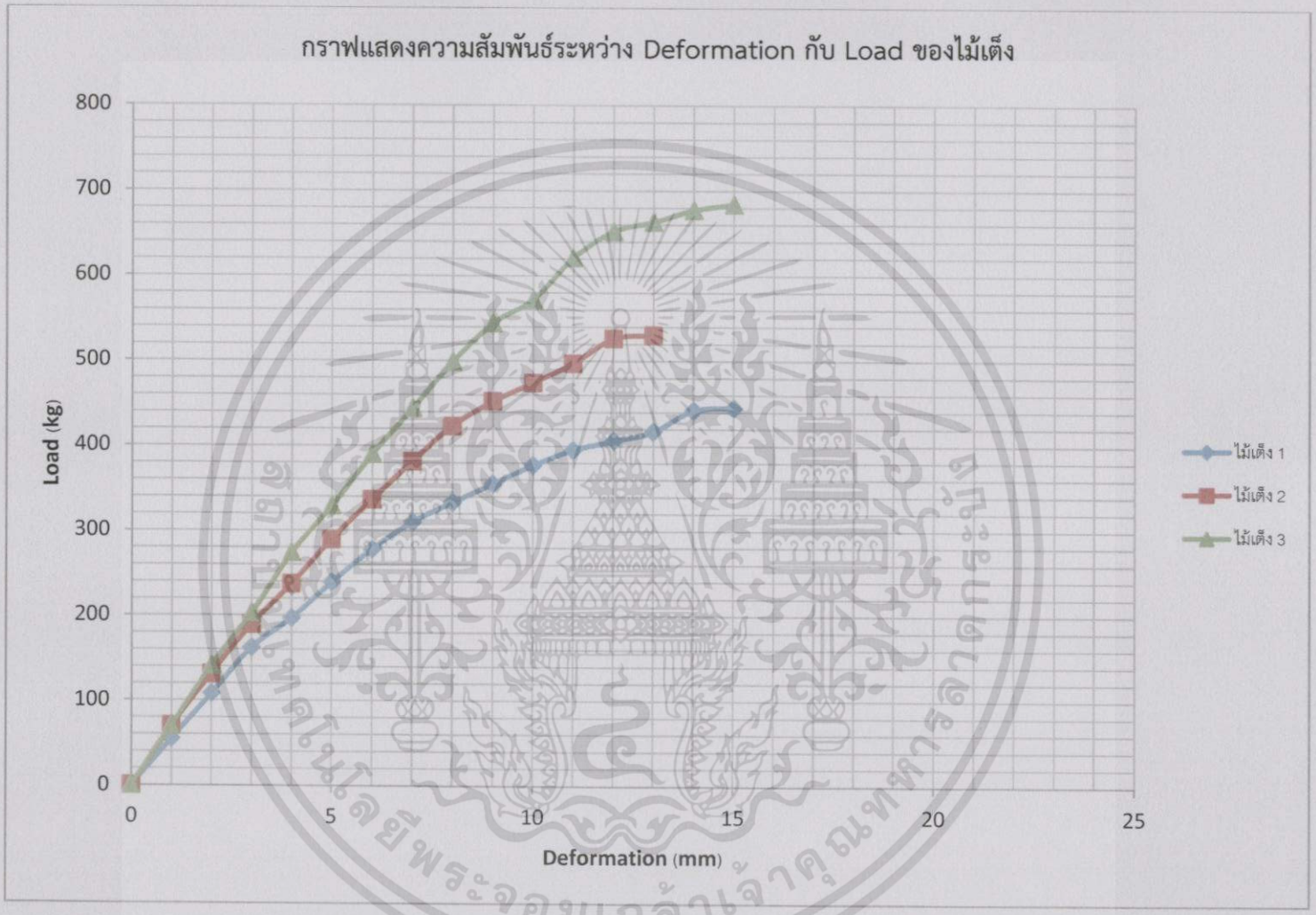

รูปที่ ก-16 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดขนานกับเสี้ยนของไม้ยางภาคเหนือ (ไม่แช่น้ำ)

ตารางที่ ก-27 แสดงค่าแรงดัด

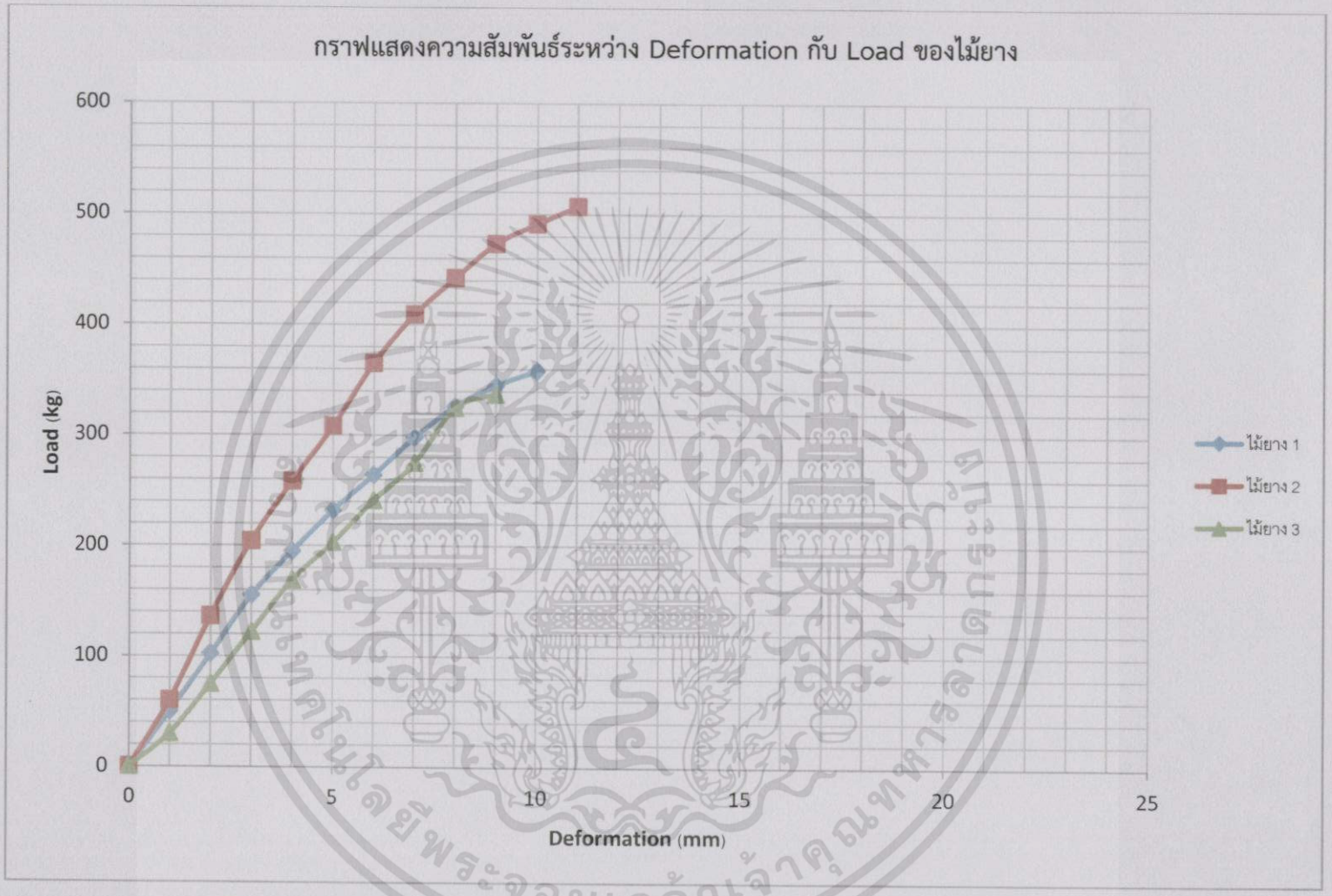
| Specimen Size | Type of wood | เต็ง | | | ยาง | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | Width,b (cm) | 4.730 | 4.590 | 4.658 | 4.632 | 4.656 | 4.550 |
| | Depth,d (cm) | 4.998 | 4.852 | 4.878 | 4.634 | 4.928 | 4.836 |
| | Span of Specimen (cm) | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| | Span of Support (cm) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Weight (gm) | | 1843 | 1704 | 1701 | 1529 | 1404 | 1311 |
| Load at Proportional Limit (kg) | | 600 | 570 | 560 | 560 | 450 | 500 |
| Center Deflection at Proportional Limit (cm) | | 0.66 | 0.56 | 0.48 | 0.59 | 0.48 | 0.49 |
| Maximum Load (kg) | | 796 | 808 | 826 | 668 | 735 | 676 |
| Center Deflection at Maximum Load (cm) | | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 1.2 | 0.9 |
| Stress in Outer Fiber at P.L. (ksc) | | 609.37 | 633.00 | 606.30 | 675.60 | 477.57 | 563.85 |
| Modulus of Rupture (ksc) | | 808.43 | 897.30 | 894.29 | 805.89 | 780.04 | 762.33 |
| Modulus of Elasticity (ksc) | | 197046 | 248497 | 276205 | 265831 | 216257 | 253813 |

ตารางที่ ก-28 แสดงบันทึกผลการทดสอบค่าแรงดัด

| Deformation (mm) | Load (kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เต็ง 1 | เต็ง 2 | เต็ง 3 | ยาง 1 | ยาง 2 | ยาง 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 111 | 109 | 165 | 91 | 43 | 115 |
| 2 | 195 | 210 | 275 | 187 | 125 | 210 |
| 3 | 284 | 315 | 379 | 289 | 204 | 305 |
| 4 | 371 | 416 | 481 | 383 | 292 | 413 |
| 5 | 464 | 516 | 572 | 471 | 362 | 502 |
| 6 | 549 | 603 | 641 | 566 | 420 | 562 |
| 7 | 628 | 679 | 710 | 628 | 505 | 613 |
| 8 | 698 | 749 | 776 | 668 | 576 | 659 |
| 9 | 755 | 787 | 826 | | 637 | 676 |
| 10 | 782 | 808 | | | 683 | |




รูปที่ ก-17 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงดัดของไม้เต็งภาคเหนือ (ไม่แช่น้ำ)




รูปที่ ก-18 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงดัดของไม้ยางภาคเหนือ (ไม่แช่น้ำ)

ตารางที่ ก-29 แสดงค่าแรงดึง

| Specimen | Weight (gm) | Dimension (cm) | | Area ($cm^2$) | Max.Load (kg) | Tensile Strength (ksc.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | | | |
| เต็ง 1 | 92.17 | 2.590 | 4.632 | 12.00 | 404.3 | 33.700 |
| เต็ง 2 | 90.24 | 2.232 | 4.400 | 9.82 | 256.7 | 26.138 |
| เต็ง 3 | 96.08 | 3.098 | 4.492 | 13.92 | 291.0 | 20.911 |
| ยาง 1 | 87.04 | 2.244 | 4.802 | 10.78 | 192.8 | 17.892 |
| ยาง 2 | 84.98 | 2.920 | 4.758 | 13.89 | 133.9 | 9.638 |
| ยาง 3 | 80.52 | 2.270 | 4.644 | 10.54 | 118.2 | 11.212 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Average Tensile Strength of เต็ง | | 26.917 | ksc | |
| Average Tensile Strength of ยาง | | 12.914 | ksc | |

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ ก-30 แสดงค่าแรงเฉือน

| Type of Specimen | Dimension (cm) | | Shearing Area ($cm^2$) | Maximum Load (kg) | Shearing Stress (ksc) |
|---|---|---|---|---|---|
| | b | d | | | |
| เต็ง 1 | 4.554 | 4.732 | 21.55 | 459.5 | 21.323 |
| เต็ง 2 | 4.500 | 4.746 | 21.36 | 428.5 | 20.064 |
| เต็ง 3 | 4.746 | 4.934 | 23.42 | 568.2 | 24.265 |
| ยาง 1 | 4.650 | 5.032 | 23.40 | 334.7 | 14.304 |
| ยาง 2 | 4.766 | 4.908 | 23.39 | 331.3 | 14.163 |
| ยาง 3 | 4.508 | 5.140 | 23.17 | 347.8 | 15.010 |

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## ไม้เต็งและไม้ยางจากภาคตะวันออกที่แช่น้ำ 15 วัน

### ตารางที่ ก-31 แสดงความค่าความชื้น

| ชนิดของไม้ | ด้าน A(mm) | | | ด้าน B (mm) | | | ด้าน C (mm) | | | น้ำหนัก (gm) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนอบ | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| เต็ง 1 | 45.72 | 45.70 | 45.70 | 49.02 | 49.00 | 49.02 | 202.42 | 202.40 | 202.40 | 434.95 | 434.98 | 434.97 |
| เต็ง 2 | 48.60 | 48.60 | 48.60 | 50.60 | 50.56 | 50.60 | 200.00 | 200.00 | 200.02 | 463.17 | 463.16 | 463.17 |
| เต็ง 3 | 46.06 | 46.08 | 46.06 | 49.84 | 49.84 | 49.84 | 202.88 | 202.88 | 202.90 | 452.60 | 452.60 | 452.60 |
| ยาง 1 | 45.38 | 45.40 | 45.40 | 51.62 | 51.62 | 51.60 | 204.90 | 204.90 | 204.90 | 456.89 | 456.84 | 456.85 |
| ยาง 2 | 51.20 | 51.20 | 51.18 | 52.68 | 52.70 | 52.70 | 204.00 | 204.02 | 204.02 | 529.14 | 529.14 | 529.12 |
| ยาง 3 | 45.80 | 45.80 | 45.80 | 51.22 | 51.20 | 51.22 | 203.14 | 203.16 | 203.16 | 466.58 | 466.58 | 466.57 |
| หลังอบ | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| เต็ง 1 | 41.90 | 41.90 | 41.90 | 47.46 | 47.44 | 47.44 | 202.10 | 202.12 | 202.12 | 292.92 | 292.90 | 292.90 |
| เต็ง 2 | 47.66 | 47.66 | 47.66 | 46.78 | 46.74 | 46.76 | 199.26 | 199.26 | 199.24 | 308.41 | 308.40 | 308.37 |
| เต็ง 3 | 42.90 | 42.88 | 42.90 | 48.36 | 48.38 | 48.38 | 202.44 | 202.44 | 202.44 | 296.93 | 296.92 | 296.93 |
| ยาง 1 | 43.94 | 43.94 | 43.92 | 47.28 | 47.30 | 47.30 | 204.52 | 204.52 | 204.50 | 293.51 | 293.51 | 293.51 |
| ยาง 2 | 51.00 | 51.00 | 51.00 | 47.78 | 47.78 | 47.76 | 203.70 | 203.70 | 203.70 | 344.36 | 344.36 | 344.33 |
| ยาง 3 | 43.90 | 43.90 | 43.92 | 47.36 | 47.36 | 47.34 | 202.92 | 202.90 | 202.90 | 295.56 | 295.60 | 295.60 |

## ตาราง ก-32 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้น และ เปอร์เซ็นต์การหดตัว

| ชนิดของไม้ | การหดตัวด้าน A (%) | | | | การหดตัวด้าน B (%) | | | | การหดตัวด้าน C (%) | | | | ความชื้น (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย | 1 | 2 | 3 | เฉลี่ย |
| เต็ง 1 | 9.12 | 9.07 | 9.07 | 9.09 | 3.29 | 3.29 | 3.33 | 3.30 | 0.16 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 48.49 | 48.51 | 48.50 | 48.50 |
| เต็ง 2 | 1.97 | 1.97 | 1.97 | 1.97 | 8.17 | 8.17 | 8.21 | 8.18 | 0.37 | 0.37 | 0.39 | 0.38 | 50.18 | 50.18 | 50.20 | 50.19 |
| เต็ง 3 | 7.37 | 7.46 | 7.37 | 7.40 | 3.06 | 3.02 | 3.02 | 3.03 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 0.22 | 52.43 | 52.43 | 52.43 | 52.43 |
| ยาง 1 | 3.28 | 3.32 | 3.37 | 3.32 | 9.18 | 9.13 | 9.09 | 9.13 | 0.19 | 0.19 | 0.20 | 0.19 | 55.66 | 55.65 | 55.65 | 55.65 |
| ยาง 2 | 0.39 | 0.39 | 0.35 | 0.38 | 10.26 | 10.30 | 10.34 | 10.30 | 0.15 | 0.16 | 0.16 | 0.15 | 53.66 | 53.66 | 53.67 | 53.66 |
| ยาง 3 | 4.33 | 4.33 | 4.28 | 4.31 | 8.15 | 8.11 | 8.20 | 8.15 | 0.11 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 57.86 | 57.84 | 57.84 | 57.85 |

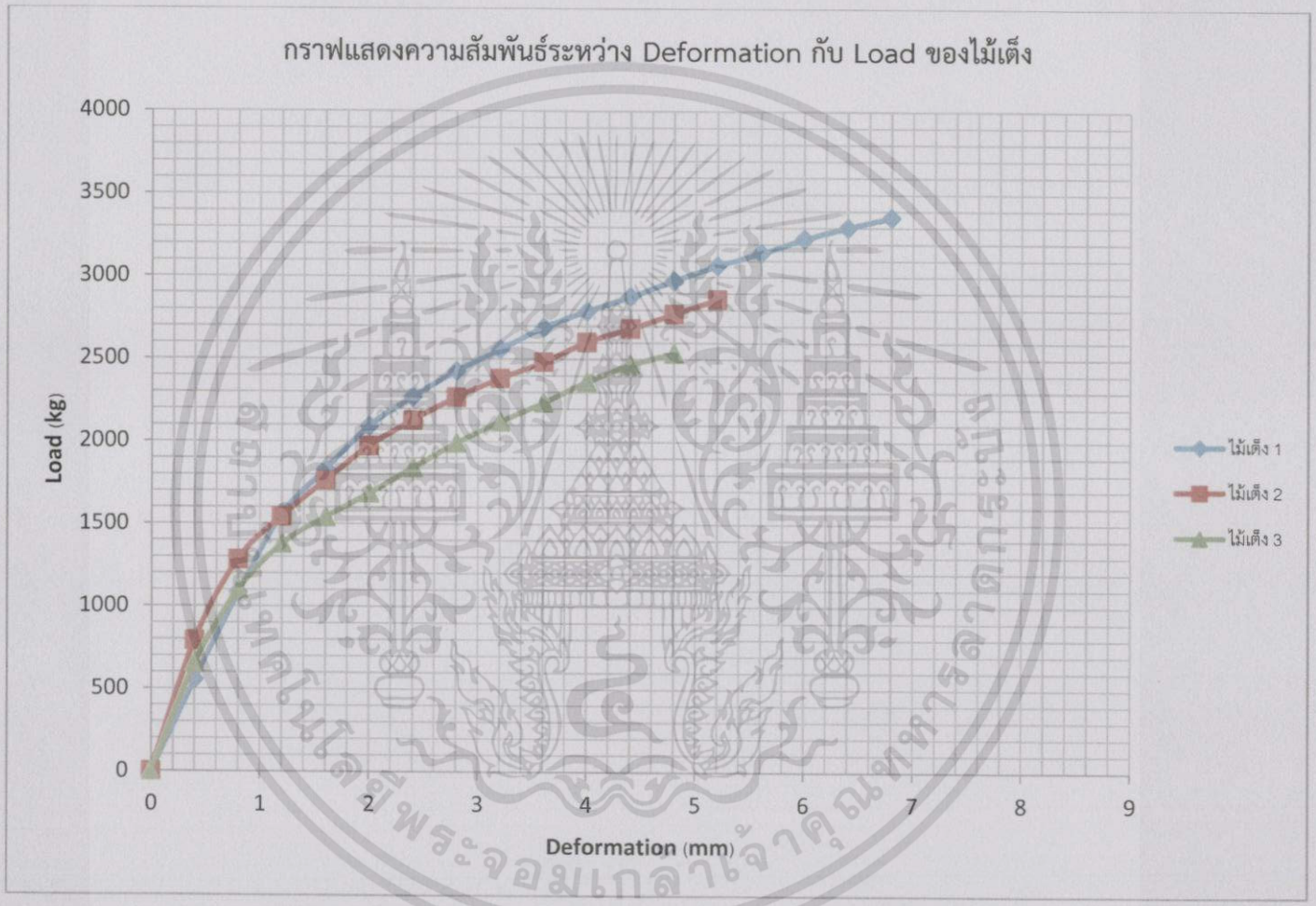


## ตารางที่ ก-33 แสดงค่าแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน

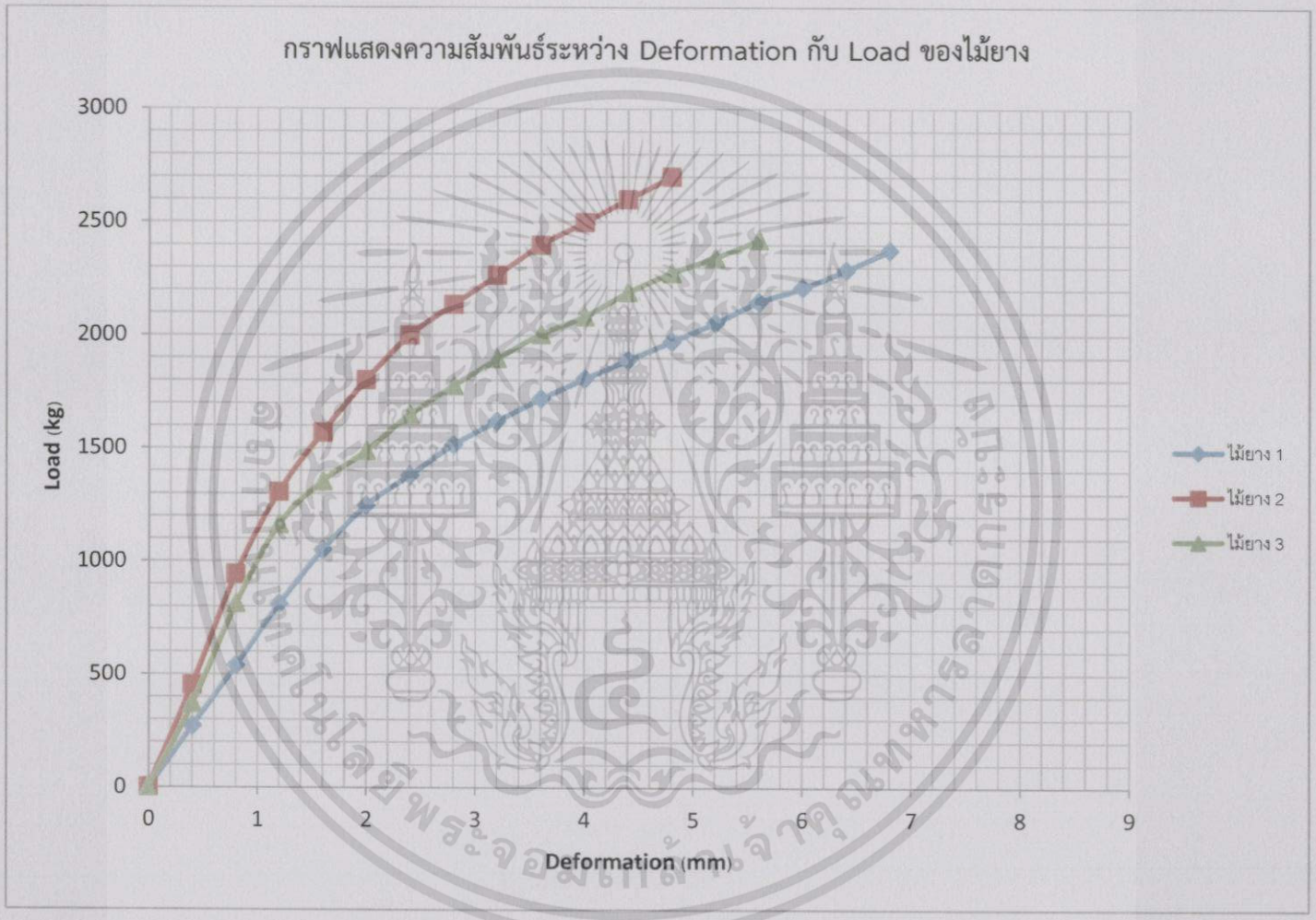
| Type of Wood | Dimention (mm) | | | Weight of specimen (gm) | Defects |
|---|---|---|---|---|---|
| | b | d | Length | | |
| เต็ง 1 | 50.02 | 52.16 | 154.72 | 372.63 | |
| เต็ง 2 | 45.92 | 49.06 | 154.32 | 333.69 | |
| เต็ง 3 | 45.92 | 49.50 | 155.02 | 341.37 | |
| ยาง 1 | 49.84 | 51.40 | 152.00 | 360.37 | |
| ยาง 2 | 50.60 | 51.68 | 155.28 | 399.69 | |
| ยาง 3 | 50.46 | 50.72 | 155.04 | 343.77 | |
| P.S. หน้าตัดเล็กที่ใช้รองเวลารับแรง = | | | 50 x | 53.00 | mm |

**ตารางที่ ก-34 แสดงบันทึกผลการทดสอบค่าแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน**

| Deformation (mm) | Load (kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เต็ง 1 | เต็ง 2 | เต็ง 3 | ยาง 1 | ยาง 2 | ยาง 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.4 | 555 | 791 | 657 | 271 | 452 | 370 |
| 0.8 | 1082 | 1282 | 1100 | 538 | 942 | 812 |
| 1.2 | 1557 | 1542 | 1378 | 810 | 1305 | 1163 |
| 1.6 | 1830 | 1760 | 1540 | 1050 | 1568 | 1353 |
| 2.0 | 2092 | 1970 | 1685 | 1246 | 1800 | 1487 |
| 2.4 | 2270 | 2126 | 1840 | 1379 | 1998 | 1648 |
| 2.8 | 2425 | 2266 | 1990 | 1514 | 2134 | 1775 |
| 3.2 | 2557 | 2380 | 2119 | 1618 | 2264 | 1895 |
| 3.6 | 2690 | 2481 | 2235 | 1718 | 2397 | 2003 |
| 4.0 | 2789 | 2602 | 2361 | 1806 | 2497 | 2082 |
| 4.4 | 2878 | 2685 | 2465 | 1890 | 2600 | 2189 |
| 4.8 | 2975 | 2774 | 2535 | 1972 | 2699 | 2275 |
| 5.2 | 3067 | 2863 | | 2054 | | 2343 |
| 5.6 | 3145 | | | 2147 | | 2421 |
| 6.0 | 3231 | | | 2210 | | |
| 6.4 | 3299 | | | 2288 | | |
| 6.8 | 3360 | | | 2375 | | |




รูปที่ ก-19 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดตั้งฉากกับเสี้ยนของไม้เต็งภาคตะวันออก (แช่น้ำ 15 )



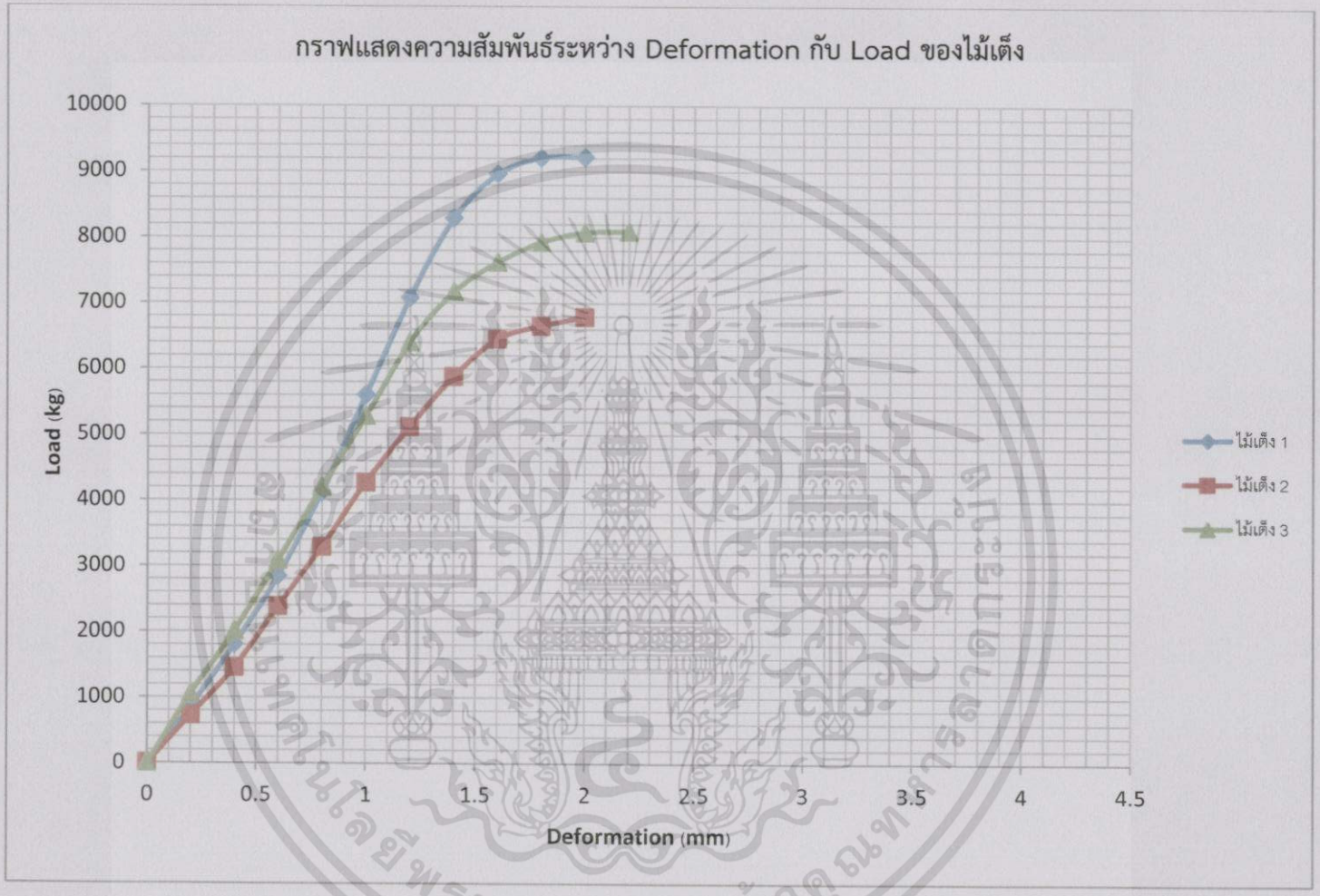

รูปที่ ก-20 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดตั้งฉากกับเสี้ยนของไม้ยางภาคตะวันออก (แช่น้ำ 15 )

ตารางที่ ก-35 แสดงค่าแรงอัดขนาดเสี้ยน

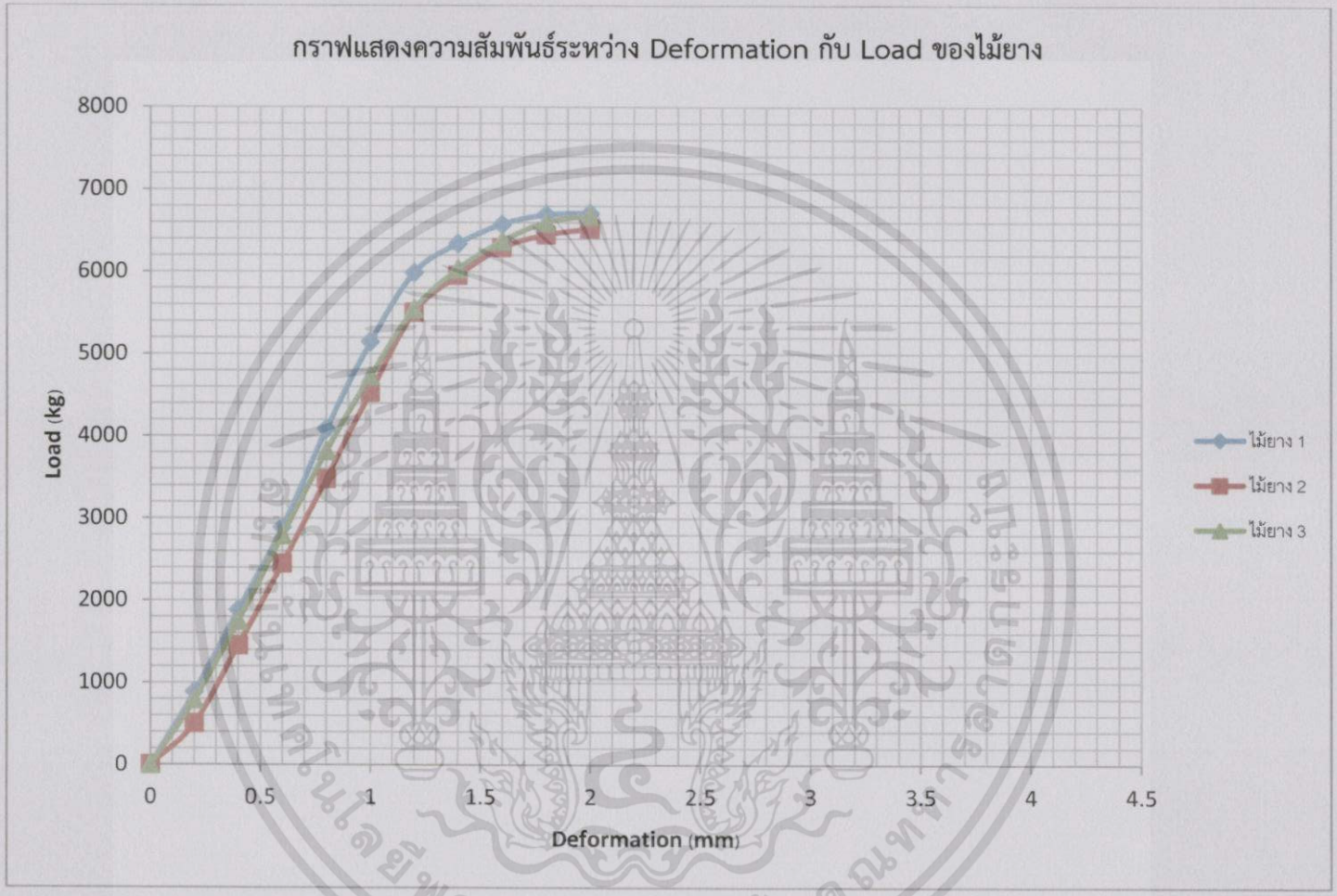
| Type of Wood | Dimention (mm) | | Weight of specimen (gm) | Gauge Length (cm) |
|---|---|---|---|---|
| | b | d | | |
| เต็ง 1 | 49.58 | 50.80 | 510.65 | 20.45 |
| เต็ง 2 | 45.82 | 49.40 | 427.47 | 20.25 |
| เต็ง 3 | 48.62 | 48.94 | 473.33 | 20.47 |
| ยาง 1 | 45.50 | 50.00 | 495.32 | 20.20 |
| ยาง 2 | 45.80 | 51.18 | 524.00 | 20.59 |
| ยาง 3 | 45.46 | 51.18 | 507.40 | 20.29 |

ตารางที่ ก-36 แสดงบันทึกผลการทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยน

| Deformation (mm) | Load (kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เต็ง 1 | เต็ง 2 | เต็ง 3 | ยาง 1 | ยาง 2 | ยาง 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 853 | 725 | 1052 | 881 | 500 | 789 |
| 0.4 | 1803 | 1453 | 2013 | 1881 | 1452 | 1750 |
| 0.6 | 2843 | 2380 | 3089 | 2886 | 2444 | 2791 |
| 0.8 | 4126 | 3287 | 4200 | 4081 | 3476 | 3815 |
| 1.0 | 5604 | 4270 | 5285 | 5142 | 4528 | 4728 |
| 1.2 | 7083 | 5117 | 6405 | 5986 | 5501 | 5543 |
| 1.4 | 8289 | 5878 | 7169 | 6337 | 5950 | 6030 |
| 1.6 | 8959 | 6451 | 7620 | 6574 | 6289 | 6372 |
| 1.8 | 9206 | 6652 | 7925 | 6691 | 6445 | 6598 |
| 2.0 | 9216 | 6789 | 8074 | 6707 | 6519 | 6677 |
| 2.2 | | | 8090 | | | |




รูปที่ ก-21 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยนของไม้เต็งภาคตะวันออก (แช่น้ำ 15 )



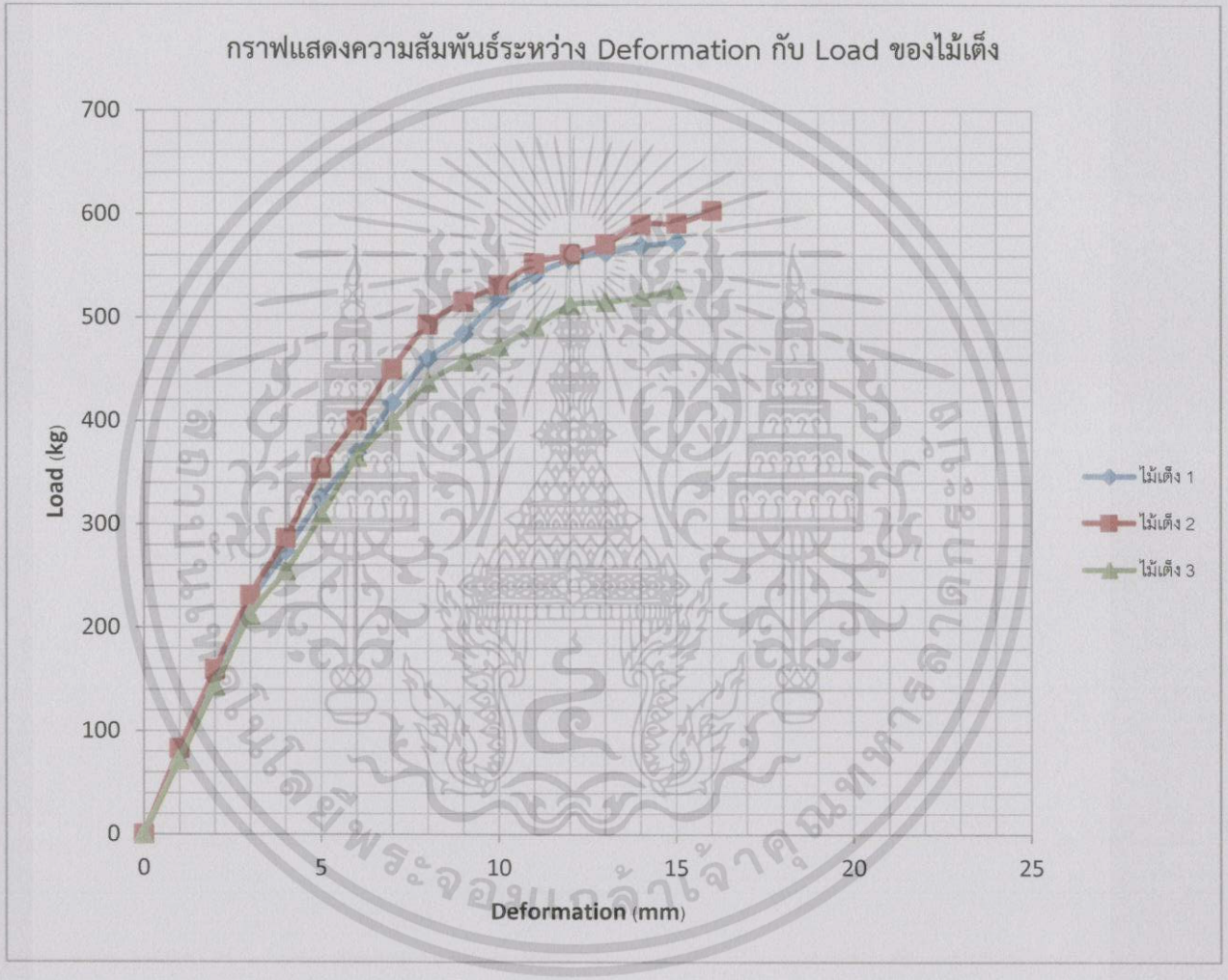

รูปที่ ก-22 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยนของไม้ยางภาคตะวันออก (แช่น้ำ 15 )

ตารางที่ ก-37 แสดงค่าแรงดัด

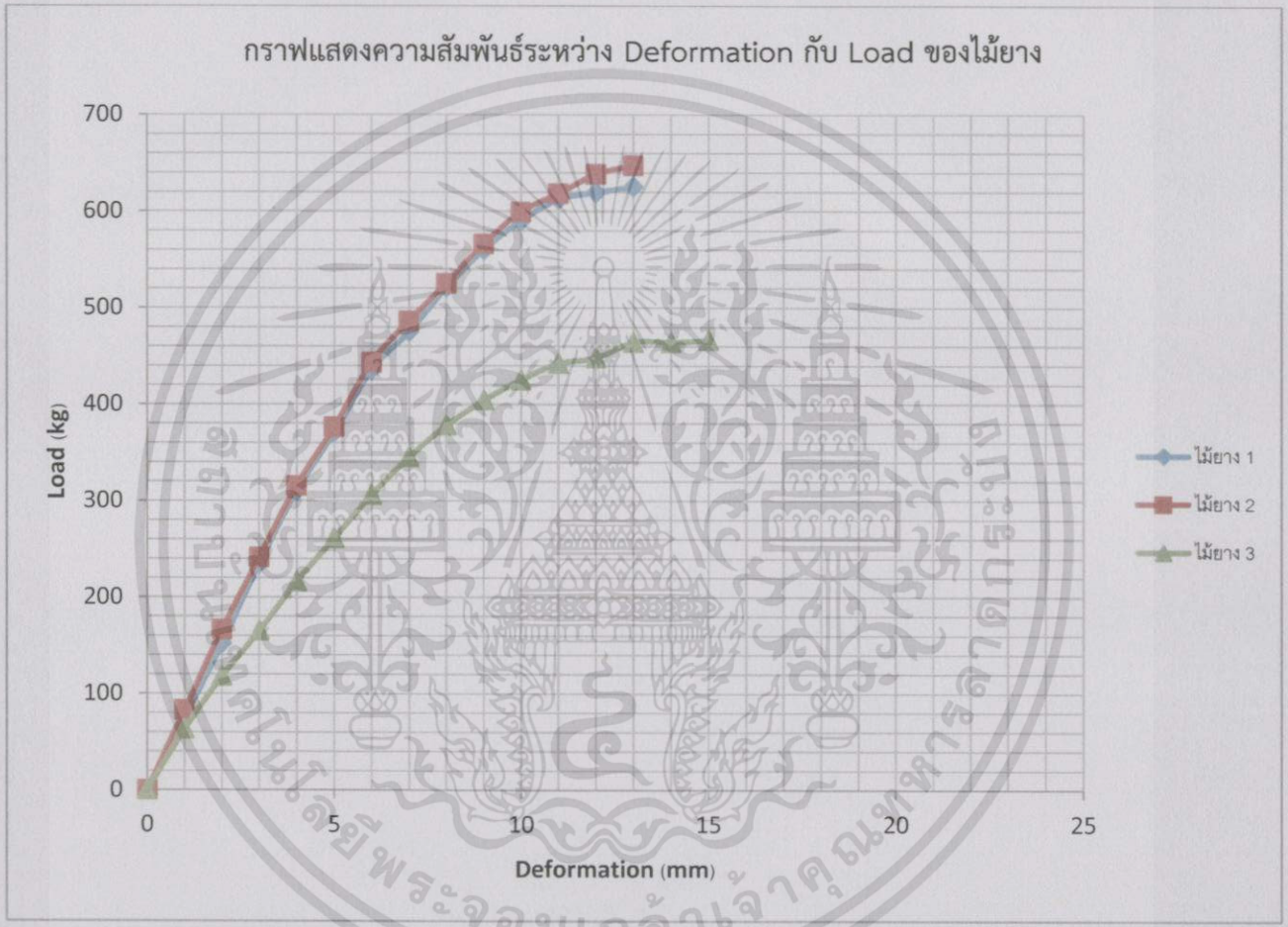
| Specimen Size | Type of wood | เต็ง | | | ยาง | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | Width,b (cm) | 4.842 | 4.532 | 4.738 | 4.850 | 4.690 | 4.774 |
| | Depth,d (cm) | 5.158 | 5.000 | 4.950 | 5.044 | 4.806 | 4.910 |
| | Span of Specimen (cm) | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| | Span of Support (cm) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Weight (gm) | | 1776 | 1710 | 1859 | 1945 | 2057 | 1955 |
| Load at Proportional Limit (kg) | | 220 | 230 | 210 | 320 | 320 | 320 |
| Center Deflection at Proportional Limit (cm) | | 0.29 | 0.30 | 0.30 | 0.42 | 0.41 | 0.63 |
| Maximum Load (kg) | | 573 | 603 | 527 | 625 | 647 | 466 |
| Center Deflection at Maximum Load (cm) | | 1.5 | 1.6 | 1.5 | 1.3 | 1.3 | 1.5 |
| Stress in Outer Fiber at P.L. (ksc) | | 204.94 | 243.60 | 217.07 | 311.20 | 354.48 | 333.65 |
| Modulus of Rupture (ksc) | | 533.76 | 638.66 | 544.74 | 607.81 | 716.71 | 485.87 |
| Modulus of Elasticity (ksc) | | 146139 | 176163 | 155918 | 158579 | 194259 | 115972 |

**ตารางที่ ก-38 แสดงบันทึกผลการทดสอบค่าแรงดัด**

| Deformation | Load (kg) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เต็ง 1 | เต็ง 2 | เต็ง 3 | ยาง 1 | ยาง 2 | ยาง 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 77 | 83 | 72 | 75 | 83 | 63 |
| 2 | 157 | 159 | 143 | 152 | 166 | 118 |
| 3 | 224 | 231 | 212 | 235 | 241 | 165 |
| 4 | 274 | 286 | 255 | 310 | 315 | 216 |
| 5 | 326 | 354 | 309 | 371 | 376 | 261 |
| 6 | 369 | 400 | 365 | 436 | 443 | 306 |
| 7 | 417 | 450 | 400 | 475 | 486 | 345 |
| 8 | 460 | 493 | 437 | 521 | 525 | 378 |
| 9 | 484 | 515 | 457 | 560 | 566 | 404 |
| 10 | 518 | 531 | 472 | 590 | 599 | 425 |
| 11 | 541 | 552 | 491 | 612 | 618 | 442 |
| 12 | 556 | 561 | 512 | 619 | 638 | 448 |
| 13 | 563 | 571 | 515 | 625 | 647 | 464 |
| 14 | 569 | 590 | 520 | | | 464 |
| 15 | 573 | 591 | 527 | | | 466 |
| 16 | | 603 | | | | |




รูปที่ ก-23 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงดัดของไม้เต็งภาคตะวันออก (แช่น้ำ 15 )




รูปที่ ก-24 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงดัดของไม้ยางภาคตะวันออก (แช่น้ำ 15 )

ตารางที่ ก-39 แสดงค่าแรงดึง

| Specimen | Weight (gm) | Dimension (cm) | | Area ($cm^2$) | Max.Load (kg) | Tensile Strength (ksc.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | | | |
| เต็ง 1 | 117.28 | 2.680 | 4.880 | 13.08 | 298.8 | 22.847 |
| เต็ง 2 | 126.29 | 2.830 | 4.560 | 12.90 | 194.3 | 15.056 |
| เต็ง 3 | 121.54 | 2.580 | 4.560 | 11.76 | 191.3 | 16.260 |
| ยาง 1 | 127.85 | 2.610 | 4.670 | 12.19 | 137.1 | 11.248 |
| ยาง 2 | 110.40 | 2.560 | 4.640 | 11.88 | 109.2 | 9.193 |
| ยาง 3 | 123.11 | 2.620 | 5.190 | 13.60 | 160.9 | 11.833 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Average Tensile Strength of เต็ง | | 18.055 | ksc | |
| Average Tensile Strength of ยาง | | 10.758 | ksc | |

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ตารางที่ ก-40 แสดงค่าแรงเฉือน**

| Type of Specimen | Dimension (cm) | | Shearing Area ($cm^2$) | Maximum Load (kg) | Shearing Stress (ksc) |
|---|---|---|---|---|---|
| | b | d | | | |
| เต็ง 1 | 4.710 | 4.970 | 23.41 | 383.0 | 16.361 |
| เต็ง 2 | 4.940 | 5.140 | 25.39 | 447.3 | 17.616 |
| เต็ง 3 | 4.780 | 4.860 | 23.23 | 455.7 | 19.616 |
| ยาง 1 | 5.030 | 5.070 | 25.50 | 297.6 | 11.670 |
| ยาง 2 | 4.730 | 5.460 | 25.83 | 277.6 | 10.749 |
| ยาง 3 | 4.860 | 5.000 | 24.30 | 323.1 | 13.296 |

# ภาคผนวก ข.

## ตารางค่ามาตรฐานต่าง ๆ ที่ใช้อ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1 รายชื่อไม้ทางพฤกษศาสตร์และที่เกิด

| ชื่อไม้ | ชื่อทางพฤกษศาสตร์ | ถิ่นกำเนิด | ความทนทาน (ปี) |
|---|---|---|---|
| กระพี้เขาควาย | Dalbergia Cultrata | ตะวันออกเฉียงเหนือ | 6 - 10 |
| เขล็ง | Dialium Cochinchinense | ตะวันออกเฉียงเหนือ | เกิน 10 |
| กันเกรา | Fagragrans | ใต้ | 6 - 10 |
| แดง | Xylia Kerrii | เหนือ | เกิน 10 |
| เต็ง | Shorea Obtusa | เหนือ | เกิน 10 |
| ประดู่ | Pterocarpus Macrocarpus | เหนือ | เกิน 10 |
| มะเกลือเลือด | Terminalia Mucronata | เหนือ | 6 - 10 |
| มะค่าโมง | Afzelia Xylocarpa | ตะวันออก | เกิน 10 |
| รัง | Pentacme Siamensis | ตะวันออก | เกิน 10 |
| หลุมพอ | Afzelia Bakeri | ตะวันออก | เกิน 10 |
| เคี่ยม | Cotylelobium Lanceolatum | ใต้ | - |
| กว้าว | Adina Cordifolia | ตะวันออกเฉียงเหนือ | 2 - 6 |
| ตะเคียนทอง | Hopea Odorata | ตะวันออก | 6 - 10 |
| ตะเคียนหนู | Anogeissus Accuminata | ตะวันออกเฉียงใต้ | 2 - 6 |
| ตะแบก | Lagerstroemia Calyculata | ตะวันออก | 6 - 10 |
| นนทรี | Peltophorum Dasyrachis | ตะวันออก | 2 - 6 |
| พลวง | Dipterocarpus Tuberculatus | ตะวันออกเฉียงเหนือ | เกิน 10 |
| มะค่าแต้ | Sindora Siamensis | ตะวันออกเฉียงเหนือ | เกิน 10 |
| เหียง | Dipterocarpus Obtusifolius | ตะวันออกเฉียงเหนือ | 6 - 10 |
| กระเจา | Holoptelea Integrifolia | ใต้ | 2 - 6 |
| กะบาก | Anisoptera Giabra | ตะวันออกเฉียงใต้ | 2 - 6 |
| พะยอม | Shorea Floribunda | เหนือ | 6 - 10 |
| ยางแดง | Dipterocarpus Pilesus | ใต้ | 2 - 6 |
| สัก | Tectona Grandis | เหนือ | เกิน 10 |
| อินทนิล | Lagerstroemia Flos-reginae | เหนือ | เกิน 10 |
| กะท้อน | Sandoricum Indicum | เหนือ | 2 - 6 |
| ยมหอม | Ceorela Toona | ตะวันออก, ตะวันออกเฉียงเหนือ | 2 - 6 |
| ยางขาว | Dipterocarpus Alatus | ตะวันออกเฉียงใต้ | 2 - 6 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-2 หน่วยแรงที่ยอมให้ของไม้ไทยตามข้อเสนอแนะของกรมป่าไม้ (ใช้งานในที่ร่ม รับน้ำหนักปกติ)

| ชื่อไม้ | ความถ่วงจำเพาะ | หน่วยน้ำหนัก ($kg/m^3$) | แรงดัดและแรงดึงขนานเสี้ยน (ksc) | แรงอัดขนานเสี้ยน (ksc) | แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (ksc) | แรงเฉือนขนานเสี้ยน (ksc) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| เขลง | 1.10 | 1100 | 260 | 161 | 107 | 18 |
| กันเกรา | 0.93 | 920 | 209 | 93 | 50 | 13 |
| ชัน | 0.88 | 880 | 231 | 105 | 60 | 25 |
| แดง | 1.05 | 1050 | 246 | 120 | 88 | 12 |
| เต็ง | 1.07 | 1070 | 220 | 111 | 73 | 12 |
| ประดู่ | 0.82 | 840 | 214 | 113 | 80 | 14 |
| มะค่าโมง | 0.85 | 850 | 189 | 96 | 48 | 13 |
| รัง | 1.15 | 1060 | 230 | 110 | 79 | 15 |
| หลุมพอ | 0.84 | 850 | 241 | 121 | 42 | 11 |
| เคี่ยมคะนอง | 0.79 | 960 | 211 | - | - | 11 |
| กว้าว | 0.69 | 690 | 150 | 91 | 68 | 11 |
| ตะเคียนทอง | 0.77 | 760 | 166 | 83 | 46 | 9 |
| ตะเคียนหนู | 0.86 | 860 | 180 | 70 | 68 | 8 |
| ตะแบก | 0.72 | 720 | 178 | 88 | 42 | 15 |
| นนทรี | 0.82 | 810 | 166 | 70 | 47 | 9 |
| พลวง | 0.94 | 940 | 214 | 91 | 40 | 12 |
| มะค่าแต้ | 0.99 | 990 | 222 | 86 | 92 | 16 |
| เหียง | 0.90 | 900 | 156 | 83 | 48 | 16 |
| กระเจา | 0.71 | 700 | 155 | 77 | 42 | 12 |
| กะบาก | 0.74 | 740 | 170 | 51 | 25 | 6 |
| พะยอม | 0.82 | 730 | 134 | 73 | 43 | 11 |
| ยาง | 0.69 | 690 | 136 | 68 | 26 | 13 |
| สัก | 0.62 | 630 | 140 | 74 | 32 | 10 |
| อินทนิล | 0.65 | 640 | 135 | 79 | 30 | 13 |
| กะท้อน | 0.57 | 580 | 120 | 47 | 31 | 8 |
| ยมหอม | 0.53 | 530 | 134 | 56 | 24 | 7 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-3 หน่วยแรงที่ยอมให้ตามข้อบัญญัติของ กทม. และมาตรฐาน ว.ส.ท. (ใช้งานในร่ม รับน้ำหนักปกติ)

| ชนิดไม้ | โมดูลัสยืดหยุ่น (ksc) | หน่วยแรงดัด หน่วยแรงดึง (ksc) | หน่วยแรงอัด | | หน่วยแรงเฉือน ขนานเสี้ยน (ksc) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ขนานเสี้ยน (ksc) | ขวางเสี้ยน (ksc) | |
| ไม้เนื้ออ่อนมาก[1] | 78900 | 60 | 45 | 12 | 6 |
| ไม้เนื้ออ่อน[2] | 94100 | 80 | 60 | 16 | 8 |
| ไม้เนื้อปานกลาง[3] | 112300 | 100 | 75 | 22 | 10 |
| ไม้เนื้อแข็ง[4] | 136300 | 120 | 90 | 30 | 12 |
| ไม้เนื้อแข็งมาก[5] | 189000 | 150 | 110 | 40 | 15 |

หมายเหตุ

[1] ไม้เนื้ออ่อนมาก ได้แก่ กระท้อน จำปาป่า จิกนม ยมหอม ยางขาว สองสลึง

[2] ไม้เนื้ออ่อน ได้แก่ กราด กระเจา กะบาก ตะปูนขาว พะยอม ยางแดง สัก อินทนิล

[3] ไม้เนื้อปานกลาง ได้แก่ กว้าว ตะเคียนทอง ตะเคียนหนู ตะแบก ตาเสือ นนทรี พลวง มะค่าแต้

[4] ไม้เนื้อแข็ง ได้แก่ กันเกรา แดง ตะกร้อไข่ ตะคร้อหนาม เต็ง ประดู่ มะค่าโมง รัง ยมหิน เลียงมัน หลุมพอ สักขี้ควาย เคี่ยม

[5] ไม้เนื้อแข็งมาก ได้แก่ กระพี้เขาควาย เขลง ตีนนก บุนนาค

สังเกตว่า

- หน่วยแรงอัดขนานเสี้ยนที่ยอมให้ = 0.75X(หน่วยแรงดัดที่ยอมให้)
- หน่วยแรงอัดขวางเสี้ยนที่ยอมให้ = 0.20X(หน่วยแรงดัดที่ยอมให้)
- หน่วยแรงเฉือนขนานเสี้ยนที่ยอมให้ < 0.10X(หน่วยแรงดัดที่ยอมให้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้