

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 การศึกษาสภาพภาพไม้สนในปัจจุบัน และการประเมินกำลังผลิตของไม้สนในพื้นที่ศึกษา การศึกษาที่ 1 การศึกษาสภาพของพื้นที่ในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน สังคมพืช ปริมาณ และกำลังผลิตของไม้สนที่มีอยู่ในพื้นที่

3.1.1 การรวบรวมข้อมูล (การศึกษาที่ 1)

3.1.1.1 ตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และประมวลผล เพื่อจำแนก การใช้ประโยชน์ที่ดิน

3.1.1.2 จัดทำแผนที่ที่แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้วางแผนการสำรวจ โดยจำแนกพื้นที่ศึกษาออกเป็นชั้นภูมิ (stratum) โดยในการสำรวจจะมีการใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง แบบจำแนกชั้น (stratified sampling) โดยอาจใช้เกณฑ์อายุ site index การตัดสายขยายระยะ และลักษณะดิน เป็นเกณฑ์ในการจำแนกชั้นภูมิ และในแต่ละชั้นภูมิจะทำการสุ่มตัวอย่างแบบเป็น ระบบ

3.1.2 การสำรวจทรัพยากรป่าไม้

ดำเนินการสำรวจพื้นที่ป่าสน เพื่อศึกษาการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยใช้การสำรวจแบบ line plot system โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.1.2.1 เกณฑ์การหาเนื้อที่ที่ทำการสำรวจ สถิตย์ (2525) จะคำนวณหาเนื้อที่แปลง ตัวอย่างเป็นตัวแทนจากสูตร

$$\frac{\text{เนื้อที่ที่ทำการสำรวจ}}{\text{เนื้อที่ป่าทั้งหมด}} = \frac{\text{เนื้อที่ของแปลงตัวอย่าง}}{\text{เนื้อที่ที่แปลงตัวอย่างเป็นตัวแทน}} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์การสำรวจ}}{100 \text{ เปอร์เซ็นต์}}$$

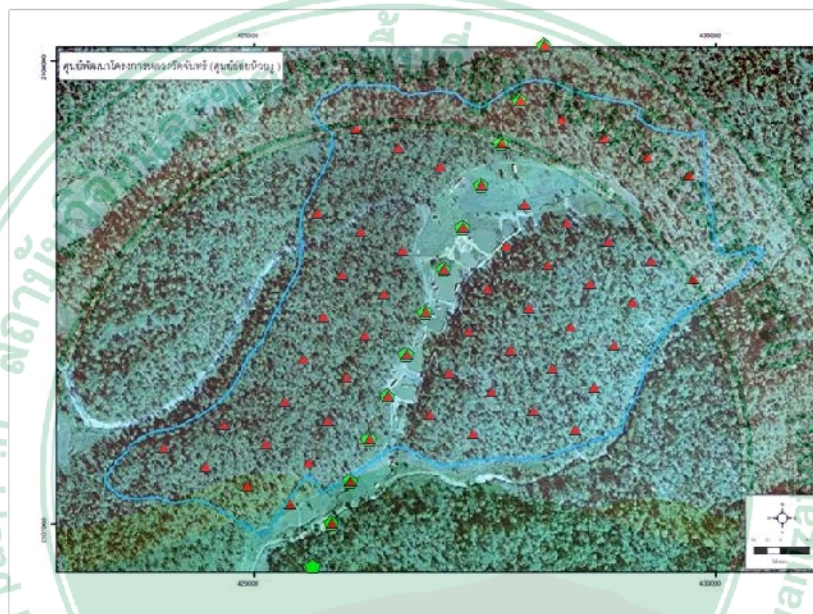
สำหรับการศึกษารุ่นนี้จะกำหนดร้อยละของการสำรวจเบื้องต้นเป็นร้อยละ 5 ซึ่งเป็นเพียงการกำหนดเบื้องต้นเท่านั้น ในการสำรวจในพื้นที่จริงอาจจะมีขนาดตัวอย่างมากกว่า หรือน้อยกว่าที่กำหนดไว้ก็ได้ วางแผนสำรวจแบบ line plot system โดยวางแผนวงกลมรัศมี 17.84 เมตร (0.1 แฮกแตร์)

3.1.2.2 กำหนดแปลงตัวอย่าง สำหรับเก็บตัวอย่างในแผนที่ จำนวนทั้งสิ้น 33 แปลง (ภาพที่ 6) โดยให้กระจายทั่วพื้นที่ศึกษา ในการสำรวจภาคสนามให้ใช้หลักปักหมุด ไม้จุดศูนย์กลางแปลงสำรวจ เพื่อทำการติดตามตรวจสอบในปีต่อมา โดยแบ่งแปลงศึกษา และการเก็บข้อมูลออกเป็น

- แปลงวงกลมรัศมี 17.84 เมตร สำหรับสำรวจไม้ยืนต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 4.5 เซนติเมตร วัดที่ความสูงจากพื้นดินขึ้นมา 1.30 เมตร (DBH) โดยบันทึกข้อมูล ชนิดป่า ชื่อพันธุ์ไม้ ความสูง และขนาดเส้นรอบวง

- แปลงวงกลมรัศมี 12.62 เมตร สำหรับสำรวจไม้รุ่น (sapling) (ต้นไม้ที่มีขนาดความสูงมากกว่า 1.30 เมตร แต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร) บันทึกชนิด วัดความโตที่โคนต้น ความโตที่ระดับ 30 เซนติเมตร และที่ระดับ 1.30 เมตร พร้อมทั้งวัดความสูง และบันทึกชนิดพันธุ์ไม้พุ่ม ไม้เถาวัล และไม้ล้มลุกที่พบ

- แปลงวงกลมรัศมี 3.99 เมตร สำหรับสำรวจกล้าไม้ (seedling) (ต้นไม้ที่มีความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร) บันทึกชนิดพันธุ์ไม้ที่พบ นับจำนวน วัดขนาดความโตที่โคนต้น และวัดความสูง



ภาพที่ 6 การวางจุดสำรวจในพื้นที่หน่วยย่อยห้วยงู เพื่อวางแผนเก็บข้อมูล

3.1.3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.3.1 นำข้อมูลที่ได้มาบันทึกค่า เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างป่า ปริมาตรไม้ และมวลชีวภาพในพื้นที่แต่ละแปลงตัวอย่าง

3.1.3.2 คำนวณลักษณะโครงสร้างป่า โดยการคำนวณค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index, IVI) ได้แก่ ค่าความหนาแน่น ค่าความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด และความถี่ พร้อมทั้งหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์ โดยใช้สูตรดังนี้

- ความหนาแน่น (density, D) คือ จำนวนต้นไม้ทั้งหมดของชนิดที่กำหนด ที่ปรากฏในแหล่งตัวอย่างต่อหน่วยพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

$$D_A = \frac{\text{จำนวนต้นไม้ทั้งหมดของชนิด A ที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง}}{\text{หน่วยพื้นที่ทั้งหมดของแปลงตัวอย่างที่สำรวจ}}$$

- ค่าความเด่น (dominance, Do) หรือ ความเด่นทางพื้นที่หน้าตัด (basal area, BA) คือ พื้นที่หน้าตัดของลำต้นไม้ชนิดที่กำหนดที่ระดับความสูงเพียงอก ต่อหน่วยพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

$$DO_A = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของไม้ชนิด A}}{\text{หน่วยพื้นที่ทั้งหมดของแปลงตัวอย่างที่สำรวจ}}$$

- ความถี่ (frequency, F) คือ อัตราร้อยละของจำนวนแปลงตัวอย่างที่ปรากฏพันธุ์ไม้ชนิดที่กำหนดต่อจำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการสำรวจ

$$F_A = \frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่ไม้ชนิด A ปรากฏ}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่สำรวจ}} \times 100$$

- ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (relative density, RD) คือ ค่าสัดส่วนของความหนาแน่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อความหนาแน่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม คิดเป็นค่าร้อยละ

$$RD_A = \frac{\text{ความหนาแน่นของไม้ชนิด A}}{\text{ความหนาแน่นของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \times 100$$

- ค่าความเด่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ (relative dominance, RDo) คือ ค่าสัดส่วนของความเด่นของชนิดไม้ที่ต้องการต่อค่าความเด่นทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม คิดเป็นค่าร้อยละ

$$RDO_A = \frac{\text{ความเด่นของไม้ชนิด A}}{\text{ความเด่นของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \times 100$$

- ค่าความถี่สัมพัทธ์ของชนิดไม้ (relative frequency, RF) คือ ค่าสัดส่วนของความถี่ชนิดไม้ที่ต้องการต่อค่าความถี่ทั้งหมดของไม้ทุกชนิดในสังคม คิดเป็นค่าร้อยละ

$$RF_A = \frac{\text{ความถี่ของไม้ชนิด A}}{\text{ความถี่ของไม้ทุกชนิดในสังคม}} \times 100$$

- ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index, IVI) คือ ผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์ ของชนิดไม้ในสังคม ซึ่งหาได้จากสูตร

$$IVI_A = RD_A + RDO_A + RF_A$$

3.1.3.3 คำนวณปริมาตรไม้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- คำนวณปริมาตรไม้ต่างๆ ในป่าเต็งรัง โดยใช้สูตรคำนวณปริมาตรไม้ที่ได้จากตารางคำนวณปริมาตรไม้ของ ธัญรินทร์ (2535) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรคำนวณปริมาตรไม้ที่ได้จากตารางคำนวณปริมาตรไม้

กลุ่ม	ชนิดไม้	สูตร
กลุ่มที่ 1	ไม้สกุล <i>Dipterocarpus</i> ได้แก่ ยาง เต็ง รัง เหียง	$\ln V = 2.372083 + 2.443847$

	พลวง กระบาก เคี่ยม ตะเคียน สยา ไข่เขียว	$\ln(\text{DBH}/100)$
	พะยอม จันทน์กะพ้อ และสนสองใบ	
กลุ่มที่ 2	ไม้สกุล <i>Dalbergia</i> ได้แก่ กระพี้จั่น กระพี้เขาควาย	$\ln V = 2.134494 + 2.363034$
	เก็ดดำ เก็ดแดง เก็ดขาว เถาวัลย์เปรียง พะยูง	$\ln(\text{DBH}/100)$
	ชิงชัน กระพี้ ถ่อน แดง ขะเจี๊ยะ แคทราย แคฝอย	
	และสกุลมะเกลือ	
กลุ่มที่ 3	ไม้สกุล <i>Terminalia</i> ได้แก่ รกฟ้า สมอพิเภก	$\ln V = 1.880578 + 2.053321$
	สมอไทย หูกวาง หูกระจง ตีนนก ชี้อ้าย กระบก	$\ln(\text{DBH}/100)$
	ตะคร้อ ตะคร้อ ตาเสือ ค้างคาว สะเดา ยมหอม	
	ยมหิน กระท้อน เลียน มะฮอกกานี ตะบูน ตะบัน	
	รัก ตั้ว สะแกแสง ปู่เจ้า ไม้สกุลसान เสลา อินทนิล	
	ตะแบก ชะมวง สารภี และบุนนาค	
กลุ่มที่ 4	ไม้สกุล <i>Azelia</i> ได้แก่ กางขี้มอด คุณ พฤษภ	$\ln V = 1.789563 + 2.025666$
	มะค่าโมง นนทรี กระถินพิมาน มะขามป้า หลุมพอ	$\ln(\text{DBH}/100)$
	และสกุลขี้เหล็ก	
กลุ่มที่ 5	ไม้สกุล <i>Pterocarpus</i> ได้แก่ ประดู่ และเตม	$\ln V = 2.037096 + 2.299618$
		$\ln(\text{DBH}/100)$
กลุ่มที่ 6	ไม้สกุลใกล้เคียงไม้สัก ได้แก่ สัก ตีนนก ผ่าเสี้ยน	$\ln V = 2.119907 + 2.296511$
	หมากเล็กหมากน้อย ไข่เน่า กระจับเขา กาสามปึก	$\ln(\text{DBH}/100)$
	และสวอง	
กลุ่มที่ 7	ไม้ชนิดอื่นๆ ได้แก่ กูก ขว้าว จิ้วป่า ทองหลางป่า	$\ln V = 2.250111 + 2.414209$
	มะม่วงป่า ซ้อ โมกมัน แสมสาร สกุดปอ ก่อ	$\ln(\text{DBH}/100)$
	และเปล้า	

- คำนวณปริมาตรไม้สนสองใบ โดยใช้สูตรคำนวณปริมาตรไม้สนสองใบ
ที่ได้มีการศึกษาในบริเวณโครงการหลวงวัดจันทร์ของ สุนันทา และบุญวงศ์ (2532) ดังนี้

$$\text{Log } V = -5.6765 + 1.9402 \log C + 1.1728 \text{ Log } H$$

โดย V = ปริมาตรของลำต้น (ลูกบาศก์เมตร)

C = ความโตเส้นรอบวงที่ความสูงเพียงอก (เซนติเมตร)

H = ความสูงทั้งหมด (เมตร)

3.1.3.4 คำนวณหามวลชีวภาพของต้นไม้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- คำนวณหามวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าเต็งรัง จากสูตรของ Ogawa *et al.*,
(1965) ดังนี้

$$W_s = 0.0396 D^2 H^{0.9326}$$

โดย W_s = มวลชีวภาพในป่าเต็งรัง
 D = ความโตที่เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก
 H = ความสูงทั้งหมด

- คำนวณหามวลชีวภาพของไม้สนสองใบ บริเวณโครงการหลวงวัดจันทร์ จากสูตรของ สุนันทา และบุญวงศ์ (2532) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สูตรการคำนวณหามวลชีวภาพของไม้สนสองใบ บริเวณโครงการหลวงวัดจันทร์

มวลชีวภาพ	สมการ	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ
Stem : W_s	$\text{Log } W_s = 2.3890 + 1.1449 \text{ Log } D^2 H$	0.994
Branch : W_B	$\text{Log } W_B = 4.2661 + 1.3479 \text{ Log } D^2 H$	0.996
Leaf : W_L	$\text{Log } W_L = 1.942 + 0.6534 \text{ Log } D^2 H$	0.789
Total Aboveground : W_T	$\text{Log } W_T = 2.3801 + 1.1583 \text{ Log } D^2 H$	0.993

โดย D = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)
 H = ความสูงทั้งหมด (เมตร)

3.1.3.5 คำนวณหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม โดยกำหนดให้หน่วยตัวอย่างเป็นแปลงตัวอย่าง ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณหาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมคือ ขนาดพื้นที่หน้าตัดต่อแปลงตัวอย่าง โดยสามารถคำนวณได้จากสูตรของ Shiver and Borders (1996) ดังนี้

$$n = \frac{t^2 (CV)^2}{(AE)^2}$$

โดย n = ขนาดตัวอย่าง หรือจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสม
 t = ค่าคะแนนมาตรฐาน t ที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด (ที่ระดับความเชื่อมั่น $100(1-\alpha)$ เป็น %) และระดับชั้นความเสรี (Degrees of freedom) เท่ากับ $n-1$ ในทางปฏิบัติกำหนดระดับความเชื่อมั่น 95% อาจใช้ค่า t โดยประมาณ คือ 2

CV = ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของหน่วยตัวอย่าง (%) ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{SD}{\bar{x}} \times 100$

AE = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นในการประมาณค่าประชากร (%) ในที่นี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาที่ 2 การศึกษาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ และความต้องการใช้ไม้ของชุมชน

3.1.4 การรวบรวมข้อมูล (การศึกษาที่ 2)

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ และความต้องการใช้ไม้ของชุมชน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ จำเป็นต้องมีการศึกษารายละเอียดของชุมชนศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ และศึกษาการสร้างแบบสอบถามที่มีความเหมาะสม ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.1.4.1 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา จากข้อมูลศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง มีการรายงานประวัติความเป็นมา สภาพพื้นที่ทั่วไป และสภาพเศรษฐกิจ และสังคมของชุมชนในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ดังนี้

- ประวัติความเป็นมา เมื่อปี พ.ศ. 2522 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พร้อมสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ได้เสด็จบ้านวัดจันทร์ ทรงทราบถึงความทุกข์ยากของชาวเขาในพื้นที่ จึงมีพระราชดำริให้มีการพัฒนาบ้านวัดจันทร์ และหมู่บ้านใกล้เคียง เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของราษฎรในพื้นที่ ส่งเสริมอาชีพเกษตรกรรมปลูกพืชผัก และผลไม้เมืองหนาวให้ราษฎรมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น โดยทรงจัดตั้ง “ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์” โดยมีหม่อมเจ้าภีศเดช รัชนี เป็นองค์ประธานกรรมการ ผู้ว่าราชการจังหวัดเชียงใหม่ เป็นรองกรรมการ และผู้แทนจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องร่วมเป็นกรรมการ ได้แก่ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กรมชลประทานสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท กรมทางหลวง กรมป่าไม้ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ กรมพัฒนาที่ดิน กรมส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์, ม.ป.ป.) ในปี พ.ศ. 2524 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้เสด็จพระราชดำเนินมาอีกครั้ง พร้อมทรงรับสั่งให้องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (ออป.) พิจารณาการใช้ประโยชน์ไม้สน เนื่องจากไม้สนโค่นล้มทุกปี ส่วนการทำชิ้นสนมอบให้กรมป่าไม้พิจารณา สำหรับโครงการหลวงในขณะนั้นมีแต่ไม้ดอก และผัก ไม่สามารถส่งเสริมได้ เนื่องจากบ้านวัดจันทร์ห่างไกล และทุรกันดารการขนส่งไม่สะดวก (สมชัย, ม.ป.ป.) ต่อมาปี พ.ศ. 2525 โครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ได้เข้ามาดำเนินการ โดยในส่วนของ ออป. มีการวางแผนจัดการใช้ประโยชน์ไม้สน กำหนดให้ชุมชนปลูกไม้สน 25 ไร่ต่อปีต่อครอบครัว ในรอบตัดฟัน 20 ปี ซึ่งเป็นแนวการทำไม้แบบประเทศในแถบสแกนดิเนเวีย โดยจะทำไม้ออก 3 กรณี คือ 1) ไม้ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (Diameter at Breast Height, DBH-1.30 เมตร) มากกว่า 200 เซนติเมตร 2) ไม้ที่เรื้อนยอดตาย และ 3) ไม้ที่ถูกเจาะชั้นสนลึกเกินกว่า 1/2 ของลำต้น ซึ่ง ออป. ได้ตัดถนนขนส่งไม้ลงทางตลาดแม่มาลัย อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อส่งตลาดญี่ปุ่น แต่การตัดไม้สนทำให้เกิดดินตะกอนไหลลงที่ทำกินชาวบ้าน ประกอบกับในปี พ.ศ. 2532 รัฐบาลได้สั่งยกเลิกสัมปทานป่าไม้ทั่วประเทศ และเหตุการณ์ในพื้นที่บ้านวัดจันทร์ ในปี พ.ศ. 2535 ชาวบ้านและองค์กรพัฒนาเอกชนได้ประท้วงการทำไม้สนของ ออป. โครงการหลวงจึงสั่งยกเลิกการทำไม้ และขึ้นสนตั้งแต่นั้นมา (สมชัย, ม.ป.ป.) ปัจจุบันศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ มีกิจกรรมส่งเสริมอาชีพให้กับเกษตรกรปลูกพืชผัก การปลูกไม้ผล การเลี้ยงสัตว์ การพัฒนาความเข้มแข็ง และคุณภาพองค์กรชุมชน การสนับสนุนชุมชนในการฟื้นฟู และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ โดยร่วมมือกับหน่วยงานราชการทั้งจากส่วนกลาง และส่วนท้องถิ่นรวมถึงภาคเอกชนต่างๆ

- สภาพพื้นที่ทั่วไป ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ ตั้งอยู่ที่บ้านเด่น หมู่ที่ 7 ตำบลบ้านจันทร์ อ.กัลยาณิวัฒนา จ.เชียงใหม่ พิกัด E425899 N2108267 มีความสูงจาก

ระดับน้ำทะเล 960 เมตร มีพื้นที่รับผิวดิน 151,250 ไร่ (246.2 ตารางกิโลเมตร) ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นเนินเขา และภูเขาที่สลับซับซ้อน มีความลาดชันสูงกว่าร้อยละ 35 มีที่ราบแคบๆ ตามหุบเขา มีสภาพป่าทั่วไปเป็นป่าสนเขา สนสองใบ สนสามใบ และป่าเต็งรัง ลักษณะดินร่วนเหนียวปนทราย มีการระบายน้ำดีปานกลาง ความสามารถในการอุ้มน้ำ และการให้น้ำซึมผ่านดีปานกลาง ความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.0-6.5 สภาพอุณหภูมิอากาศ มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 1,770.08 มิลลิเมตร สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า มีพื้นที่ป่าต้นน้ำ 41,276 ไร่ พื้นที่เพาะปลูก และที่อยู่อาศัย 9,962 ไร่ พื้นที่ป่าเพื่อการผลิต (พื้นที่) 100,012 ไร่ รวมพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทรทั้งหมด 151,250 ไร่ (ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร, ม.ป.ป.)

- สภาพทางเศรษฐกิจ และสังคม พบว่า หมู่บ้านที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทรมี 11 หมู่บ้าน ได้แก่ ห้วยฮ่อม สันม่วง บ้านวัดจันทร หนองเจ็ดหน่วย แจ่มน้อย หนองแดง เด่น กิวโป่ง แม่ละออบ ห้วยยาง และแจ่มหลวง (ภาพที่ 7) โดยมีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 1,473 ครัวเรือน โดยประชากรเป็นชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยงนับถือศาสนาพุทธ และคริสต์ (ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 7 แผนที่ที่ตั้งหมู่บ้านในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร

ที่มา: ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร (ม.ป.ป.)

3.1.4.2 การสร้างแบบสอบถาม หลังจากการศึกษารายละเอียดของชุมชน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร และศึกษาการสร้างแบบสอบถามที่มีความเหมาะสมแล้ว (ภาคผนวก) จึงเสนอวิธีการวิจัยการศึกษาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ และความต้องการใช้ไม้ของชุมชน โดยแบบสอบถาม จะจัดทำเป็นแบบสอบถาม ที่มีทั้งคำถามปลายปิด และคำถามปลายเปิด ซึ่งมีเนื้อหาจำแนกออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สภาพทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของกลุ่มตัวอย่างชาวบ้าน

ตอนที่ 2 ลักษณะ รูปแบบ และปริมาณการพึงพิงทรัพยากรป่าไม้ของกลุ่มตัวอย่างชาวบ้าน

ตอนที่ 3 ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะของกลุ่มชาวบ้านตัวอย่างที่เกี่ยวกับการพึงพิงทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ศึกษา

3.1.4.3 การกำหนดประชากร และขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษา คือ ชาวบ้านท้องถิ่นที่ตั้งบ้านเรือนอยู่ในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ อำเภอภักดีชุมพล จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งในปี พ.ศ. 2558 มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 1,473 ครัวเรือน (ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์, ม.ป.ป.) การคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา ใช้หลักทางสถิติกำหนดให้หัวหน้าครัวเรือน หรือตัวแทนเป็นหน่วยข้อมูล โดยใช้สูตรการคำนวณตามหลักการของ Yamane (1973) ดังนี้

$$n = N/(1+Ne^2)$$

โดย n = จำนวนครัวเรือนตัวอย่างที่ใช้ทำการศึกษา

N = จำนวนครัวเรือนทั้งหมด

e = ค่าความคลาดเคลื่อน (กำหนดไว้เท่ากับ 0.05)

ทั้งนี้ ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษามีจำนวนเท่ากับ 315 ครัวเรือน

3.1.5 การสำรวจการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ และความต้องการใช้ไม้ของชุมชน

3.1.5.1 ดำเนินการประสานงานกับผู้นำหมู่บ้านในพื้นที่เป้าหมาย เพื่อขอความร่วมมือในการประชาสัมพันธ์ทำความเข้าใจกับชาวบ้านในพื้นที่เป้าหมายเกี่ยวกับการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นจึงนำแบบสอบถามที่จัดเตรียมไว้ และผ่านการปรับปรุงแก้ไขเป็นที่เรียบร้อยแล้วไปทำการรวบรวมข้อมูลกับชาวบ้านตัวอย่างตามจำนวนที่คำนวณไว้

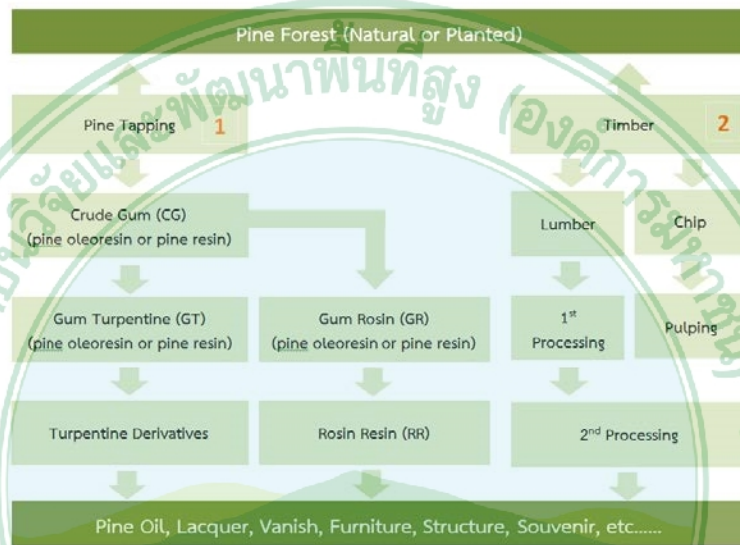
3.1.5.2 สัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลัก (key informant) ได้แก่ แกนนำชาวบ้าน ผู้นำชุมชน และผู้อาวุโสของชุมชน เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบโครงการหลวง รวมถึงเจ้าหน้าที่หน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ เพื่อทำการสัมภาษณ์เชิงลึก (in depth interview) เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับประวัติความเป็นมา และพัฒนาการของชุมชน เพื่อให้ทราบเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ สภาพป่า การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องในด้านอื่นๆ

3.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา ในด้านสภาพทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการพึงพิงทรัพยากรป่าไม้ของชาวบ้านตัวอย่าง โดยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย ค่าสถิติอย่างง่าย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยสูงสุด และค่าต่ำสุด นำเสนอในรูปแบบตารางประกอบการบรรยาย

3.2 การศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์ไม้สนในพื้นที่ศึกษา

การใช้ประโยชน์ไม้สนในโครงการนี้จะใช้ประโยชน์ไม้สน 2 รูปแบบ คือ 1) การใช้ประโยชน์จากยางสนที่ได้จากไม้สนในพื้นที่ ได้แก่ สนสองใบ สนสามใบ สนคาริเบีย สนโอคาร์ปา และสนเทकुมนานี้ โดยกรรมวิธีในการเก็บยางสนจะใช้ 2 วิธี ได้แก่ เก็บแบบกรีดเปลือก และเก็บแบบเจาะรู จากนั้นทำการศึกษาคุณสมบัติของยางสน พร้อมทั้งแนวทางการใช้ประโยชน์ เพื่อเพิ่มมูลค่าในทางเศรษฐกิจ 2) การใช้ประโยชน์ในรูปของเนื้อไม้สนทั้ง 5 ชนิด โดยจะมีการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของไม้สนแต่ละชนิดแล้วประเมินรูปแบบการรักษาเนื้อไม้ และแนวทางการใช้ประโยชน์ โดยจะขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพื่อเพิ่มมูลค่าของไม้สน แสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แนวทางการใช้ประโยชน์ไม้สน และยางสนจากไม้สนพื้นเมือง และไม้สนต่างถิ่นในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ (หน่วยย่อยห้วยงู)

การศึกษาที่ 1 การใช้ประโยชน์จากยางสน

3.2.1 การสำรวจการใช้ประโยชน์จากยางสน

3.2.1.1 การวางแผนการทดลอง

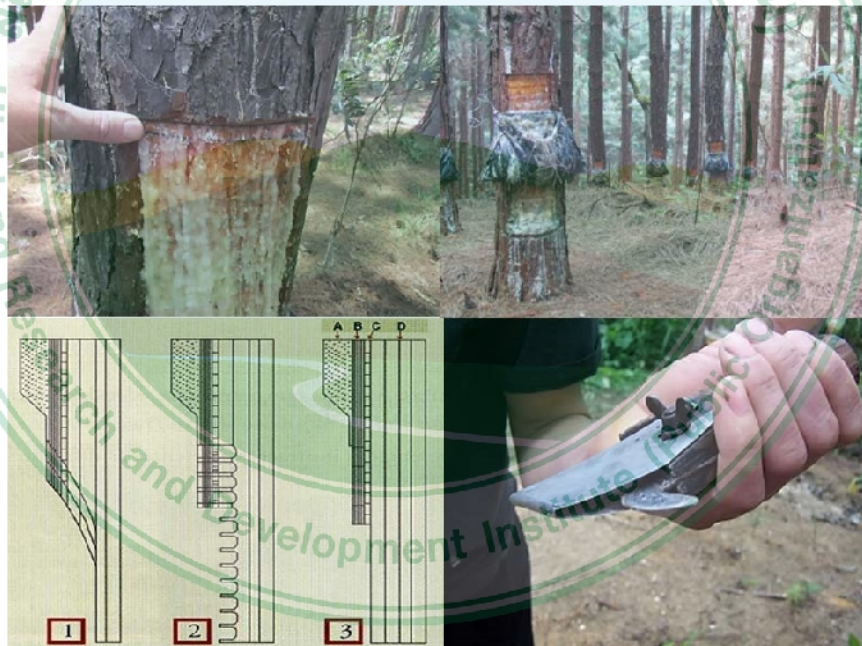
ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบบ 5x2x2 แพลทอเรียลจำนวน 5 ซ้ำ ปัจจัยแรก คือ ชนิดของไม้สน 5 ชนิด คือ สนสองใบ สนสามใบ สนคาริเบีย สนโอคาร์ปา และสนเทकुมนานี้ ปัจจัยที่สอง คือ กรรมวิธีการเก็บยางสน 2 วิธี คือ วิธีกรีดเปลือก (bark chipping method) และแบบเจาะรู (borehole method) ปัจจัยที่ 3 คือ สูตรการผสมสารเร่งยางสน โดยใช้ 2 สูตร คือ กรดซัลฟูริกผสมสารเร่งการเติบโต (plant growth regulator) และกรดซัลฟูริกผสมสารทดแทนอื่นๆ (ตารางที่ 3) โดยการประเมินการใช้ประโยชน์จากปริมาณและคุณภาพของยางสน โดยการวิเคราะห์ทางเคมี

ตารางที่ 3 การศึกษาการใช้ประโยชน์จากยางสน

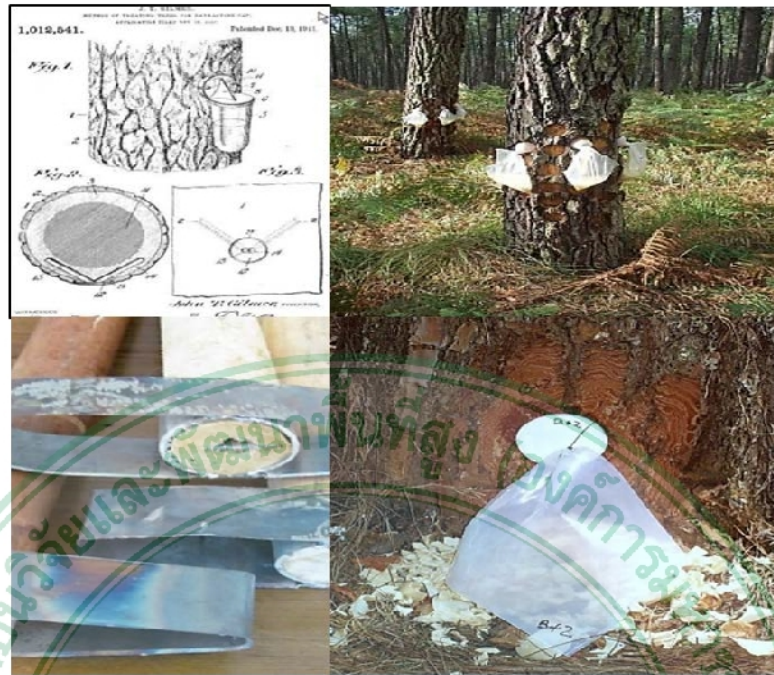
ชนิดไม้สน	กรรมวิธีการเก็บยางสน	สูตรสารเร่งยางสน
สนสองใบ	กรีดเปลือก และ	กรดซัลฟูริกผสมสารเร่งการเติบโต
สนสามใบ	เจาะรู	กรดซัลฟูริกผสมสารทดแทนอื่นๆ
สนคาริเบีย		
สนโอคาร์ปา		
สนเทकुมนานี		

3.2.1.2 วิธีการวิจัย

- ทำการสุ่มเลือกไม้สนอายุ 30 ปี ของสนแต่ละชนิด และทำการเก็บยางสนตามแผนการทดลอง จากพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ และพื้นที่ของสถานีวิจัยอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการเก็บยางสนในส่วนของโคน ซึ่งสูงจากพื้นดินประมาณ 1.30 เมตร ลักษณะการกรีดเปลือกและเจาะรู เพื่อเก็บยางสน ดังภาพที่ 9 และภาพที่ 10



ภาพที่ 9 ลักษณะการกรีดเปลือก (bark chipping method) เพื่อเก็บยางสนชนิดต่างๆ



ภาพที่ 10 ลักษณะการเจาะรู (borehole method) เพื่อเก็บยางสนชนิดต่างๆ

- ทำการเก็บยางสน วัดปริมาณการเก็บทุกวันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ยางสนที่เก็บได้ทำการเก็บรักษายางสนในภาชนะบรรจุ เพื่อรอการทดสอบคุณสมบัติ ยางสนถูกทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM D233 (Method of Sampling and Testing of Turpentine) (ASTM, 1999) และใช้ GC-MS เพื่อทดสอบลักษณะพื้นฐานทางเคมี ยางสนจากไม้แต่ละชนิดจะถูกประเมินการใช้ประโยชน์ต่างๆ เพื่อกลั่นเป็นน้ำมันสน และชันสน แล้วทำการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของน้ำมันสนและชันสนตามมาตรฐาน กรรมวิธีการใช้ GC-MS เพื่อทดสอบลักษณะพื้นฐานทางเคมี และหารูปแบบการใช้ประโยชน์ยางสนของไม้สนแต่ละชนิด

การศึกษาที่ 2 การใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้สน

3.2.2 การสำรวจการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้สน

3.2.2.1 การวางแผนการทดลอง

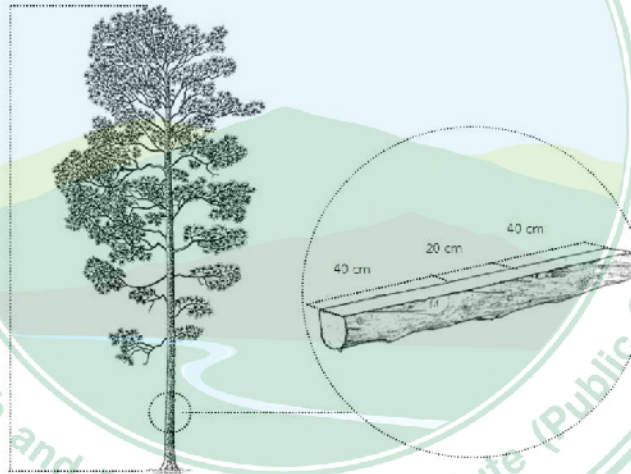
ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบบ 5x2 แฟคทอเรียลแบบบางส่วน (fractional factorials) จำนวน 5 ซ้ำ ปัจจัยที่จะศึกษา คือ ชนิดของไม้สน 5 ชนิด 2 ชั้นอายุ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การศึกษาการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้สน

ชนิดไม้สน	ชั้นอายุ	หมายเหตุ
สนสองใบ	10-15 ปี และ 30 ปี	grass stage 2-5 ปี
สนสามใบ	7-10 ปี และ 30 ปี	-
สนคาริเปีย	7-10 ปี และ 30 ปี	-
สนโศคาร์ปา	30 ปี	-
สนเทकुมนานี้	30 ปี	-

3.2.2.2 วิธีการวิจัย

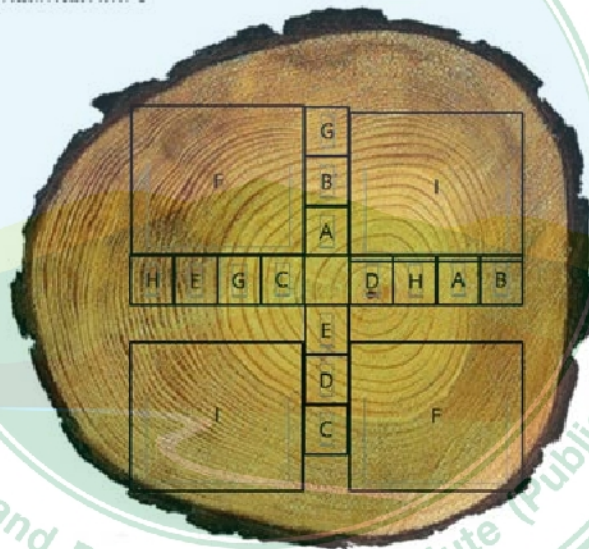
- ทำการสุ่มตัดไม้สนตามแผนการทดลอง จากพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ และพื้นที่ของสถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล อำเภอมะแตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการตัดไม้เป็นท่อนความยาวท่อนละ 1 เมตร ในส่วนของโคน (ระดับคอดินขึ้นมา) กลาง (กึ่งกลางจากส่วนโคน และปลาย) และปลาย (ระดับที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว) แผนผังการตัดไม้ เพื่อทดสอบคุณสมบัติต่างๆ แสดงดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 การตัดไม้ เพื่อทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของไม้สนแต่ละชนิด

- นำเนื้อไม้ที่ตัดเป็นชิ้นตัวอย่าง มาทดสอบคุณสมบัติทางเคมี โดยเริ่มจากการเตรียมไม้สนแต่ละชนิดๆ ละ 5 ต้น โดยตัดเป็นแวนหนาประมาณ 20 เซนติเมตร ที่ระดับความสูงโคน กลาง ปลายของลำต้นไม้ แล้วทำการตัดแยกย่อยเป็นชิ้นขนาดเท่ากันไม้ขีด หลังจากนั้นทำการบดเป็นผงไม้ด้วยเครื่องบด (hammer mill) เมื่อได้ผงไม้แล้วทำการคัดขนาดให้ผ่านเครื่องคัดขนาด (screener) ที่ระดับ 40 เมช (mesh) จากนั้นทำการหาค่าประกอบทางเคมี โดยการนำไปวิเคราะห์ ปริมาณต่างๆ ดังต่อไปนี้ 1) ปริมาณ ซี้เก่า T211 om-93 2) ปริมาณ การละลาย ในแอลกอฮอล์-เบนซิน T204 om-97 3) ปริมาณ การละลายในน้ำร้อน T207 om-93 4) ปริมาณไฮโดรเซลลูโลสใช้ตามวิธีของ Wise ที่บรรยายใน Browning, 1967 หน้า 394-396 5) ปริมาณลิกนิน, T222 om-98 และ 6) การหาปริมาณแอลฟา-เซลลูโลส T203 om-93 ตามมาตรฐาน TAPPI Standard และ Browning's Method (TAPPI, 1999; Browning, 1967)

- ส่วนเนื้อไม้อีกส่วนที่เหลือให้นำมาทดสอบคุณสมบัติเชิงกล โดยเริ่มจากการเตรียมท่อนไม้สนที่ทำการตัดเป็นท่อนแล้วมาตัดชิ้นทดสอบ ตามมาตรฐาน ASTM D143 (Methods of testing small clear specimens of timber) (ASTM, 1999) (ภาพที่ 12) จากนั้นทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้ที่กำหนดให้ทดสอบตามมาตรฐาน ซึ่งมีหลายชนิด เช่น American Society for Testing and Materials (ASTM), British Standards (BS), Australian Standards (AS), German Standards (DIN) และ International Standards (ISO) เป็นต้น โดยการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้สนนี้จะใช้ มาตรฐาน ASTM D 143-14 (ASTM, 2014) โดยการสุ่มตัวอย่าง การเตรียมชิ้นทดสอบ การปรับสภาวะชิ้นทดสอบ และการทดสอบ รายละเอียดสอดคล้องตามมาตรฐานการประเมินค่าการทดสอบสมบัติต่างๆ (ตารางที่ 5) ดังนั้นการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลในครั้งนี้จะทำการทดสอบ 1) ความแข็งแรงและความแข็งตั้งในการตัดสลิท 2) ความเค้นอัดขนาน 3) ความเค้นตั้งฉากเส้น 4) ความเค้นอัดขนาน 5) ความเค้นตั้งฉากเส้น 6) ความเค้นเฉือนขนานเส้น 7) แรงฉีก 8) ความเหนียว 9) ความแข็ง และ 10) แรงยึดของตะปู ตามมาตรฐาน ASTM



ภาพที่ 12 การตัดชิ้นทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้สน (A = ความแข็งแรง และความแข็งตั้งในการตัดสลิท, B = ความเค้นอัดขนาน และตั้งฉากเส้น, C = ความเค้นเฉือนขนานเส้น, D = ความเค้นตั้งขนานเส้น, E = ความเค้นตั้งตั้งฉากเส้น, F = ความแข็ง, G = แรงฉีก, H = ความเหนียว และ I = แรงยึดของตะปู) (ไม่อิงสัดส่วน)

อย่างไรก็ตามในส่วนของไม้อายุน้อย และขนาดเล็ก คือ ไม้อายุ 10-15 ปี นั้น เนื่องจากไม้สนยังไม่สร้างส่วนของเนื้อไม้ทำให้ไม่สามารถทดสอบคุณสมบัติทางกลต่างๆ ได้ ดังนั้นในการศึกษานี้จะเน้นการศึกษาสมบัติเพื่อการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็ก เช่น ผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก ซึ่งจะมีการศึกษาสมบัติไม้ที่แตกต่างไปจากไม้ขนาดใหญ่ที่เน้นสมบัติ เพื่อการก่อสร้าง การทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของไม้ขนาดเล็กจะเลือกทดสอบเฉพาะคุณสมบัติที่บ่งชี้ในการใช้ประโยชน์ในรูปของของที่ระลึก หรือสมบัติที่ไม่เกี่ยวกับการรับแรงต่างๆ มากนัก

โดยจะศึกษาคุณสมบัติด้านการใช้งานบางประการ เช่น การเลื่อย การไส การเจาะและการกลึง เป็นต้น

- เมื่อได้ข้อมูลคุณสมบัติเชิงกล และคุณสมบัติทางเคมีแล้ว จะทำการประเมินการใช้ประโยชน์ไม้สนจากคุณสมบัติต่างๆ ของเนื้อไม้สนแต่ละชนิด เพื่อหาแนวทางในการอนุรักษ์รักษาเนื้อไม้ และขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ และทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต้นแบบต่อไป



ตารางที่ 5 สมบัติเชิงกลชนิดต่างๆ ที่กำหนดให้ทดสอบในมาตรฐานสำหรับการทดสอบไม้ และการประยุกต์สมบัติเชิงกลในการใช้ประโยชน์ เพื่อการก่อสร้าง และการเลือกชนิดไม้ สำหรับผลิตภัณฑ์ต่างๆ

การทดสอบ	การใช้ประโยชน์
สมบัติเชิงกลหลัก	
1. การดัดสถิตย์ (static bending)	คาน ตง ส่วนของโครงถัก (truss) ที่รับแรงดัด
2. การดึงขนานเสี้ยน (tension//grain)	ส่วนประกอบของโครงถักที่รับแรงดึง
3. การดึงตั้งฉากเสี้ยน (tension \perp grain)	ความเค้นดึงตามรัศมี (Radial tension stresses) ในไม้ประกบโค้ง
4. การอัดขนานเสี้ยน (compression//grain)	เสาอาคาร เสาเข็มสำหรับฐานราก คร่าวฝ้า
5. การอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression \perp grain)	ไม้หมอนรองรางรถไฟ ส่วนของคานที่สัมผัสกับที่รองรับ
6. การเฉือนขนานเสี้ยน (shear//grain)	ข้อต่อไม้ ความเค้นเฉือนตามแนวนอนที่เกิดขึ้นในคานไม้ (โดยเฉพาะในคานไม้ประกบ)
7. การฉีก (cleavage)	ข้อต่อไม้ที่ยึดด้วยอุปกรณ์เชิงกล พินโบลิ่งตามเครื่องมือ ไม้เบสบอลล์ และไม้ฮอกกี้
สมบัติเชิงกลรอง	
1. การดัดกระแทกและความเหนียว (impact bending and toughness)	ท่าเทียบเรือ สะพานไม้ โครงสร้างไม้ในทะเล ไม้เทนนิส และไม้แบดมินตัน
2. ความแข็ง (hardness)	ไม้ที่รับการขีดข่วนเสียดสีเป็นประจำ เช่น พื้น เครื่องเรือน ไม้กระเบระรถบรรทุก
3. การบิด (torsion)	คานที่เกิดการโก่งออกทางด้านข้าง (lateral buckling) อุปกรณ์ที่ใช้ไม้รับแรงบิด
4. การเฉือนกลิ้ง (rolling shear)	ชั้นของไม้อัดที่เสี้ยนขวางกับทิศทางของแรง
5. การรับแรงซ้ำซาก (fatigue)	ชิ้นส่วนของเครื่องเรือนที่รับแรงซ้ำซาก
6. การเสื่อมความแข็งแรงตามเวลา (creep)	องค์อาคารที่รับน้ำหนักคงที่ (dead load) นานและเป็นเวลานาน
7. แรงยึดของตะปู (nail withdrawal)	การยึดของตะปูในงานโครงสร้าง

3.3 การศึกษาชนิด/สายพันธุ์ และรูปแบบการปลูกไม้สนที่เหมาะสมสำหรับปลูกเป็นสวนป่า และการอนุรักษ์ในพื้นที่ศึกษา

การศึกษาที่ 1 การเตรียมกล้าไม้สน เพื่อปลูกทดสอบชนิดไม้

3.3.1 การเตรียมกล้าไม้สน เพื่อปลูกทดสอบชนิดไม้

3.3.1.1 จัดหาเมล็ดไม้ให้ได้ 5 ชนิด ได้แก่ เมล็ดสนสองใบ สนสามใบ สนคาริเบีย สนโอคาร์ปา และสนเทकुมนานี ชนิดละ 2 ถิ่นกำเนิด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 โดยประสานงานกับศูนย์วิจัยภาคเหนือ ทั้งนี้จะเน้นใช้เมล็ดพันธุ์ ไม้สนต่างถิ่นที่เก็บได้จากถิ่นกำเนิดในประเทศไทย เนื่องจากไม้สนต่างถิ่นที่นำมาปลูกในประเทศไทย มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยแล้ว (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 รายชื่อไม้สนที่ทำการทดสอบ และถิ่นกำเนิด

ชนิดไม้	ถิ่นกำเนิด	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)
สนสามใบ	ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่	1,200
	ดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่	1,200
สนสองใบ	บ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่	900
	ห้วยทา จังหวัดศรีสะเกษ	200
สนคาริเบีย	Limones, Honduras	700
	Santa Carlos, Honduras	350-450
สนโอคาร์ปา	Guiamaca, Honduras	1,000
	Mal Paso, Guatemala	1,200-1,400
สนเทकुมนานี	Rafael, Nicaragua	1,100
	Yucul, Nicaragua	900

3.3.1.2 การเพาะเมล็ด เนื่องจากไม้สนแต่ละชนิดมีความผันแปรในการออกดอก ออกผลในแต่ละปี ความรู้เกี่ยวกับเมล็ดของไม้สนแต่ละชนิดจึงมีความจำเป็นต่อการเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเมล็ดสนชนิดนั้นๆ ซึ่งโดยปกติแล้วควรเก็บเมล็ดก่อนที่เมล็ดจะแก่เต็มที่ เพราะเมล็ดที่เก็บได้นั้นจะมีการงอกที่ดี แต่โดยทั่วไปแล้วเมล็ดจะมีคุณภาพสูงสุดเมื่อถึงจุดสุกแก่ทางสรีรวิทยา และหลังจากนั้นไปแล้วเมล็ดก็เริ่มเสื่อม ซึ่งการเสื่อมจะช้า หรือเร็วขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมรวมทั้งการปฏิบัติต่อเมล็ด ดังนั้นการทดสอบเมล็ดสนก่อนการเพาะจึงมีความจำเป็นเพื่อทราบถึงความมีชีวิต อัตราการงอก น้ำหนักเมล็ด และเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการเพาะเมล็ดต่อไป โดยการทดสอบเมล็ดนั้น มีวิธีการปฏิบัติ ดังนี้

- การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ด ทำการสุ่มเมล็ดสนจำนวน 100 เมล็ด 4 ซ้ำ รวมสุ่มเมล็ดสนแต่ละชนิด จำนวน 400 เมล็ด ทำการขลิบเมล็ดโดยใช้กรรไกร ดูความสมบูรณ์ของเมล็ด ว่าเป็นเมล็ดสมบูรณ์ หรือเป็นเมล็ดลีบ หากเป็นเมล็ดสมบูรณ์จะรายงานว่ามีชีวิต หากเป็นเมล็ดลีบจะรายงานว่าไม่มีชีวิต

- การทดสอบการงอก ทำการสุมเมล็ดสน 100 เมล็ด จำนวน 4 ซ้ำ รวมสุมเมล็ดสนแต่ละชนิด 400 เมล็ด จากนั้นนำเมล็ดที่สุมเลือกไว้ไปเพาะ โดยมีทรายที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เป็นวัสดุเพาะ จากนั้นเพาะเมล็ดในห้องปฏิบัติการของสถานีวนวัฒนวิจัยภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้เวลาในการเพาะ 30 วัน ผลการประเมินคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการงอกทั้งหมด

- การทดสอบน้ำหนักเมล็ด ทำการสุมเมล็ดสนจำนวน 100 เมล็ด 8 ซ้ำ รวมสุมเมล็ดสนแต่ละชนิด จำนวน 800 เมล็ด หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักเมล็ด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปคำนวณหาน้ำหนักต่อ 1,000 เมล็ด (หน่วยมาตรฐานในการทดสอบน้ำหนักเมล็ด)

หลังจากดำเนินการทดสอบเมล็ดสนเสร็จสิ้นแล้ว จะทำการเพาะกล้าไม้สนทั้ง 5 ชนิด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 พร้อมทั้งดูแลกล้าไม้ที่ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (ออป.) บ้านวัดจันทร์ โดยกำหนดปลูกในแปลงได้ในต้นฤดูฝนในปีที่ 2 (พฤษภาคม 2560) สำหรับไม้สนเขา การเพาะเมล็ดจะทำในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ซึ่งกล้าไม้จะต้องอยู่ในแปลงเพาะชำประมาณ 6 เดือน จึงได้ขนาดเหมาะสมที่จะนำไปปลูก ซึ่งจะเป็นช่วงฤดูฝนพอดี อีกทั้งจะลดปัญหาโรครากเน่าคอดินที่มักเกิดกับกล้าไม้สนที่เพาะกล้าในช่วงฤดูฝน โดยรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

- ดินสำหรับเพาะเมล็ด หากพื้นที่อยู่ใกล้ป่าบริเวณป่าสนเขา ควรใช้ดินบริเวณป่าสน โดยเอาเฉพาะหน้าดิน ซึ่งลึกประมาณ 10-15 เซนติเมตร เพราะปกติแล้วกล้าไม้สนจะเติบโต และแข็งแรงได้ต้องมีเชื้อไมคอร์ไรซาผสมอยู่ในดินด้วย

- การหว่านเมล็ด จะใช้มือหว่านแบบกระจาย โดยให้มีระยะสม่ำเสมอคลุมพื้นที่โดยตลอด ระวังอย่าให้เมล็ดซ้อนกัน และเพื่อป้องกันมิให้เมล็ดติดมือในขณะที่ทำการหว่านเมล็ด ก่อนหว่านจึงต้องเช็ดมือให้แห้งสนิท

- การให้น้ำ ในขณะที่เมล็ดยังไม่งอกควรรดน้ำทั้งเช้า และเย็น เพื่อให้แปลงชุ่มชื้นอยู่เสมอ อย่าให้แฉะ หรือน้ำขังหน้าแปลง โดยใช้บัวรดน้ำชนิดที่หัว หรือฝักบัวเป็นฝอยละเอียด หรืออาจจะใช้ถังเครื่องพ่นยาก็ได้ ถ้าจะให้ดีควรผสมยาฆ่าเชื้อราลงไปด้วย โดยทั่วไปเมล็ดไม้สนเขาจะงอกหลังจากจากเพาะไปแล้ว 7-10 วัน หลังจากเมล็ดงอกแล้วจะต้องลดการให้น้ำลง โดยจะรดเท่าที่จำเป็นเมื่อเห็นว่าดินในแปลงนั้นแห้งจริงๆ เท่านั้น ซึ่งอาจจะเพียงวันละครั้งในตอนเย็น หรือวันเว้นวันขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในช่วงนั้น มิฉะนั้นแล้วจะทำให้เกิดโรคน้ำคอดินได้ง่าย

- การย้ายชำ กล้าไม้สนทั้ง 5 ชนิดมีการเติบโตในแปลงเพาะเมล็ดได้ 14 วัน ก็สูงประมาณ 6 เซนติเมตร ก็สามารถย้ายชำได้ หลังจากการย้ายชำช่วง 28 วันแรก จะต้องให้ร่มประมาณร้อยละ 70 เมื่อกกล้าแข็งแรงดีแล้วจึงเพิ่มแสงให้กล้าไม้ได้รับประมาณร้อยละ 60

การศึกษาที่ 2 การคัดเลือกพื้นที่สำหรับสร้างแปลงทดสอบชนิดไม้

3.3.2 การคัดเลือกพื้นที่สำหรับสร้างแปลงทดสอบชนิดไม้

3.3.2.1 คัดเลือกพื้นที่บริเวณหน่วยย่อยห้วยงู เพื่อเตรียมสร้างแปลงทดสอบชนิดไม้ โดยกำหนดให้มี 4 ซ้ำ โดยแต่ละจุดอาจมีความแตกต่างกันในเรื่องของความหนาแน่น ขนาดของพื้นที่หน้าตัด หรือการปกคลุมเรือนยอดของไม้สน เมื่อได้พื้นที่แล้ว ในแต่ละซ้ำ จะทำการหมายแนวเขตขอบแปลง ปักเสา เพื่อแบ่งแปลงเป็นหน่วยทดลอง จำนวน 10 หน่วยทดลอง/ซ้ำ โดยแต่ละหน่วยทดลองจะปลูกกล้าไม้ทั้งสิ้น 36 ต้น ใช้ระยะปลูก 3x3 เมตร โดยมีต้นไม้ที่อยู่รอบนอกเป็น buffer โดยจะทำการวัดการเติบโตต้นไม้ 16 ต้น (ภาพที่ 13) รวมพื้นที่ทั้งหมดที่ต้องใช้ประมาณ 8.1 ไร่ โดยแต่ละซ้ำไม่จำเป็นต้องมีพื้นที่ติดต่อกัน

3.3.2.2 ทำการเตรียมพื้นที่ซึ่งจะเริ่มดำเนินการในช่วงเดือน มีนาคม 2560 โดยตัดไม้ออกทั้งหมด ยกเว้นไม้สนขนาดใหญ่ และดำเนินการปลูกไม้สนในช่วงต้นฤดูฝนในปี 2560 ตรวจวัดอัตราการรอดตาย การเติบโตทางด้านความโต และความสูงของไม้สนในแปลงทดลองทุก 6 เดือน เป็นเวลา 3 ปี



ซ้ำที่ 1		ซ้ำที่ 2		ซ้ำที่ 3		ซ้ำที่ 4	



X = กล้าสนที่ปลูกเป็น buffer
 X = กล้าสนที่จะทำการเก็บข้อมูลความ
 ร...

ภาพที่ 13 ผังการปลูก กำหนดให้มี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วย 10 หน่วยทดลอง แต่ละหน่วยทดลองปลูกต้นไม้ 36 ต้น แต่จะทำการวัดการเติบโตของต้นไม้แค่ 16 ต้น

3.3.2.3 สำหรับต้นไม้ที่ตัดออก เพื่อเตรียมสร้างแปลงทดสอบชนิดไม้จะนำมาทำการศึกษา เพื่อสร้างสมการประเมินมวลชีวภาพของสังคมพืชป่าเต็งรังผสมสน โดยจะทำการสร้างสมการประเมินมวลชีวภาพของชนิดไม้ที่เป็นพันธุ์ไม้เด่น 3-5 ชนิด และสมการสำหรับพันธุ์ไม้อื่นๆ ซึ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลผลผลิตมวลชีวภาพจะดำเนินการ โดยทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับขีดดิน (D_0) ที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) และประเมินความสูงทั้งหมด จากนั้นนำค่า DBH ที่ได้มาแจกแจงความถี่จำนวน 3-5 อันตรภาคชั้น แล้วกำหนดขนาดของค่า DBH เฉลี่ยในแต่ละอันตรภาคชั้นเป็นต้นไม้ตัวอย่างที่จะตัด เพื่อสร้างสมการประเมินมวลชีวภาพ อันตรภาคชั้นละ 3-5 ต้น หลังจากนั้นทำการตัดต้นไม้ที่มีขนาดตามกำหนดที่ระดับขีดดิน บันทึกความสูงทั้งหมด (H) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนที่ระดับขีดดิน (D_0) ที่ระดับ 0.30 เมตร (D_{30}) และยาวขึ้นไปทุกๆ 1 เมตร จนถึงปลายยอด จากนั้นทอนไม้จากที่ระดับความสูง 0.30 เมตร ขึ้นไปทุกๆ 2 เมตร ออกเป็นท่อนๆ จนถึงปลายยอด แล้วบันทึกน้ำหนักสดของลำต้น กิ่ง และใบ แยกเป็นรายท่อน แล้วทำการสุ่มเก็บตัวอย่างในแต่ละส่วนของต้นไม้ใส่ถุงกระดาษที่เตรียมไว้ โดยแยกเป็นของตัวอย่างในแต่ละต้น บันทึกน้ำหนักสด (พร้อมทั้งจดรายละเอียดของตัวอย่างบนถุงกระดาษ) หลังจากนั้นนำตัวอย่างของส่วนต่างๆ ดังกล่าวไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่อเนื่อง 24-48 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งค่าน้ำหนักของตัวอย่างคงที่ แล้วบันทึกน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง เพื่อที่จะนำไปเปลี่ยนน้ำหนักสดของต้นไม้เป็นน้ำหนักแห้ง หรือมวลชีวภาพต่อไป

3.3.3 การวิเคราะห์มวลชีวภาพ

- คำนวณหาร้อยละความชื้นของตัวอย่างจากสูตร

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

- เปลี่ยนน้ำหนักสดของต้นไม้ให้เป็นน้ำหนักแห้ง โดยอาศัยร้อยละความชื้นที่คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\text{น้ำหนักอบแห้ง} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสด}}{100 + \text{ร้อยละความชื้น}}$$

- สร้างสมการแอลโลเมตริก (allometric equation) ตามรูปแบบสมการ ดังนี้

$$W = a (X)^b$$

$$\text{หรือ } \log W = \log a + b \log X$$

โดย W = ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Ws = ลำต้น, Wb = กิ่ง และ Wl = ใบ)
(กิโลกรัม)

X = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่างๆ (D₀, D₃₀, DBH) หรือ ความสูงทั้งหมด
(เมตร)

b = ค่าคงที่

- ทำการเลือกสมการแอลโลเมตริกที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใกล้เคียง 1 มากที่สุด และนำสมการมาคำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้แต่ละชนิดที่ทำการศึกษา

- ปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมด (Wt) คำนวณหาได้จากการนำ Ws+Wb+Wl

สถานที่ดำเนินงานวิจัย: พื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ (หน่วยย่อยห้วยงู) อำเภอถลางวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ และสวนป่าไม้สน กรมป่าไม้ ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่