วารสารวนศาสตร์ไทย

THAI JOURNAL OF FORESTRY

ปีที่ ๔๑ ฉบับที่ ๑ มกราคม - มิถุนายน ๒๕๖๕
Volume 41 Number 1 January – June 2022

ISSN 2730-2180

[ภาพ: ผศ.ดร.นพรัตน์ คัคคุริวาระ]

วารสารทางวิชาการของคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
จัดพิมพ์โดยศูนย์วิจัยป่าไม้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

วารสารวนศาสตร์ไทย

เจ้าของ
คณะวนศาสตร์ *มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*
หัวหน้ากองบรรณาธิการ
ผศ.ดร.รุ่งเรือง พูลศิริ *มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*
กองบรรณาธิการ
ศ.ดร.นิพนธ์ ตั้งธรรม
สมาคมศิษย์เก่าวนศาสตร์
รศ.ดร.อุทิศ กุฎอินทร์
สมาคมศิษย์เก่าวนศาสตร์
ศ.ดร.ดอกรัก มารอด
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.สันต์ เกตุปราณีต
สมาคมศิษย์เก่าวนศาสตร์
รศ.ดร.เดชา วิวัฒน์วิทยา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.สันติ สุขสอาด
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.ประทีป ด้วงแค
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.นิคม แหลมสัก
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.สาพิศ ดิลกสัมพันธ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.กอบศักดิ์ วันธงไชย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.พสุธา สุนทรห้าว
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศ.ดร.สุนทร คำยอง
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.สุระ พัฒนเกียรติ
มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รศ.ดร.ดุสิต เวชกิจ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ผศ.ดร.เชิดศักดิ์ ทัพใหญ่
มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.บุญวงศ์ ไทยอุตส่าห์
มูลนิธิโครงการหลวง
ผศ.ดร.กัณฑรีย์ บุญประกอบ
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
Prof.Dr.Olavi Luukkanen
University of Helsinki, Finland
Prof.Dr.Hiroshi Takeda
Kyoto University, Japan
Prof.Dr.Roger Kjelgren
Utah State University, USA
Dr.Andrew J. Warner
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้จัดการ
น.ส.ละอองดาว เถาว์พิมาย
ผู้ช่วยผู้จัดการ
นางวราภรณ์ ลำใย

สำนักงานกองบรรณาธิการ
ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ : 0-2942-8899 E-mail: frc@ku.th Web site: tci.thaijo.org/index.php/tjf

วารสารวนศาสตร์ เริ่มก่อตั้งในปี พ.ศ. 2525 ได้เปลี่ยนชื่อเป็น วารสารวนศาสตร์ไทย ในปี พ.ศ. 2563 ภายใต้การดำเนินงานของคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตีพิมพ์ผลงานวิชาการที่เกี่ยวข้องทางด้านวนศาสตร์ เช่น นิเวศวิทยาป่าไม้ การจัดการป่าไม้ เศรษฐศาสตร์ป่าไม้ วนวัฒนวิทยา การจัดการลุ่มน้ำ การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ สัณฐานวิทยา และสรีรวิทยาของพืช พรรณและสัตว์ป่า เป็นต้น ทั้งจากนักวิจัยทั้งในและนอกสถาบัน โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละสาขาเป็น ผู้พิจารณาผลงาน อย่างน้อย 2 ท่าน แบบผู้ทรงคุณวุฒิและผู้แต่งไม่ทราบชื่อกันและกัน และมีกำหนดพิมพ์เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ คือ เดือนมกราคม-มิถุนายน และเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม การส่งต้นฉบับ ติดต่อที่สำนักกองบรรณาธิการ หรือผ่าน E-mail: frc@ku.th

สารบัญ

นิพนธ์ต้นฉบับ

การพัฒนาและทดสอบแบบจำลองสำหรับฝึกทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ลิดกิ่ง 1
.....อธิพงศ์ ประยูรญาติ, นพรัตน์ คัคคุริวาระ, เกียรติศักดิ์ บุญเดช
ประสิทธิภาพการทำงานของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงและเลื่อยยนต์แบตเตอรี่ 13
.....ศุภมาส คำเวียงสา, นพรัตน์ คัคคุริวาระ, เกียรติศักดิ์ บุญเดช
ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง 22
จังหวัดสุโขทัย
.....สำราญ ทองเกิด, กิติชัย รัตนะ, อภิชาต ภัทรธรรม
ผลของการใช้ที่ดินต่อคุณภาพน้ำบางประการบริเวณลุ่มน้ำสาขาลำภาชี 35
.....กิตติมา ทองรอบ, สุภัทรา ถึกสถิตย์, นฤมล แก้วจำปา, พัชเรศร์ ชคัตตรัยกุล
การทดแทนของสังคมพืชที่มีอายุต่างกันในสวนยางพาราในพื้นที่จังหวัดสงขลาและพัทลุง 48
.....สาระ บำรุงศรี, จรัล ลีรติวงศ์
แนวทางการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม กรณีศึกษา สวนป่าคลองตะเกรา 63
.....กรณิการ์ วงษ์มิตรแท้, รัชนี โพธิแท่น, นิคม แหลมสัก
การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า 78
.....ชนนิกานต์ คำวะรัตน์, ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล, ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง
สมบัติดินทางกายภาพบางประการและความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินบริเวณป่าเบญจพรรณ 90
และพื้นที่ปลูกข้าวโพด ลุ่มน้ำย่อยนาหลวง จังหวัดน่าน
.....รัชนีกร เล็กประเสริฐ, วีนัส ต่วนเครือ, ยุทธพงษ์ คีรีมังคละ
การประเมินต้นนางพญาเสือโคร่งในพื้นที่ภูลมโล อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า จังหวัดพิษณุโลก 102
.....อดิศร ขันวิชัย, ทีฆา โยธาภักดี, มณฑล นอแสงศรี, ต่อลาภ คำโย
การเปรียบเทียบปริมาตรไม้ในการผลิตเตียงไม้สักระหว่างโรงงานเวียงทองค้าไม้และโรงงานมีของค้าไม้ 116
อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่
.....ธิติ วานิชดิลกรัตน์, ศิริลักษณ์ สุขเจริญ, อิสรีย์ ฮาวปินใจ, ต่อลาภ คำโย, ชนะศักดิ์ เวียงทอง
ผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการให้น้ำท่าของลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน และลุ่มน้ำสาขาน้ำปี 127
จังหวัดน่านและจังหวัดพะเยา
.....อนงค์นาฏ บรบุตร, สมนิมิตร พุกงาม, ยุทธพงษ์ คีรีมังคละ
คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 139
.....วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัฒน์

นิพนธ์ต้นฉบับ

การพัฒนาและทดสอบแบบจำลองสำหรับฝึกทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ลิดกิ่ง
Model Development and Testing for Practicing Chainsaw Skills during Pruning

อธิพงศ์ ประยูรญาติ[1]
นพรัตน์ คัคคุริวาระ[1]
เกียรติศักดิ์ บุญเดช[1*]

Athipong Prayoonyart[1]
Nopparat Kaakkurivaara[1]
Kiattisak Bundet[1*]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย
Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand
[*]Corresponding Author; E-mail: Kiattisak.bu@ku.th

รับต้นฉบับ 7 กันยายน 2564 **รับแก้ไข** 8 ตุลาคม 2564 **รับลงพิมพ์** 14 ตุลาคม 2564

ABSTRACT

Chainsaw usage is very common during logging operations. Using a chainsaw requires a sufficiently high level of skills as it is a job which is difficult, dirty, and dangerous (commonly known as 3D). It is imperative to use a simulation model to practice the chainsaw skills before its actual operation. We have created a model for skill training and to determine the relationship between improvement of skills and time spent on the job, as well as other elements that may have an impact on skill development. The results show that the delimbing times were not significantly different between the skilled and unskilled sample groups. According to the statistical analysis, there was no significant difference between the sample groups. However, the learning curve for the unskilled sample group indicated to a wider distribution range. The lead time tended to stabilize in 7 or 8 training rounds, compared to the skilled sample group, whose the lead time stabilized in 5 or 6 rounds. It was found that repetitive experiments resulted in better delimbing skills and a reduced time to complete the job. When the sample was segmented by gender, the difference between males and females was not statistically significant. The body mass index (BMI) classification had a statistically significant influence on the pruning time. This might be due to the chainsaw's weight causing the test subject to experience varying levels of weariness, which resulted in an increased time to complete the job, especially for those who are thin. Such a model can help subjects gain proficiency and familiarity with the chainsaw, which in turn will make it easier to efficiently manage the equipment in the field.

Keywords: Chainsaw, Safety, Learning ability, Delimbing model, Skill development.

บทคัดย่อ

การทำไม้มีการใช้เลื่อยโซ่ยนต์เป็นจำนวนมาก ซึ่งต้องอาศัยทักษะการทำงานค่อนข้างสูงเนื่องจากเป็นการทำงานที่ยาก สกปรก และมีความอันตราย การใช้โมเดลจำลองเพื่อฝึกทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ก่อนปฏิบัติงานจริงจึง

เป็นสิ่งจำเป็น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแบบจำลองสำหรับฝึกทักษะและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะที่เพิ่มขึ้นกับเวลาที่ใช้ และปัจจัยอื่นที่อาจจะมีผลต่อการพัฒนาทักษะด้วยแบบจำลอง จากการศึกษาพบว่าระยะเวลาในการลิดกิ่งไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มประชากรที่มีทักษะและไม่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางสถิติไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มประชากรถึงแม้ว่ากราฟแสดงทักษะการเรียนรู้ของกลุ่มประชากรผู้ที่ไม่มีทักษะมีการกระจายของข้อมูลที่มากกว่า และมีแนวโน้มการใช้เวลาคงที่ในรอบที่ 7 และ 8 ในขณะที่ผู้มีทักษะเวลาจะคงที่ในรอบที่ 5 และ 6 การทดลองซ้ำ ๆ ก่อให้เกิดทักษะการลิดกิ่งที่ดีขึ้นและมีแนวโน้มของการใช้เวลาที่ลดลง การจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามเพศพบว่าเพศชายและหญิงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการจำแนกตามค่าดัชนีมวลกาย (BMI) พบว่ามีผลต่อระยะเวลาในการลิดกิ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากน้ำหนักของเลื่อยโซ่ยนต์ที่ส่งผลให้ผู้ทดสอบเกิดภาวะอ่อนล้าต่างกัน ทำให้ส่งผลต่อเวลาที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในเกณฑ์ผอม แบบจำลองดังกล่าวสามารถช่วยให้ผู้ทดลองเกิดความชำนาญและความคุ้นเคยกับเลื่อยโซ่ยนต์ซึ่งส่งผลให้การไปปฏิบัติงานจริงในสนามทำได้ง่ายขึ้น

คำสำคัญ: เลื่อยโซ่ยนต์ ความปลอดภัย ความสามารถในการเรียนรู้ แบบจำลองการลิดกิ่ง การเพิ่มทักษะ

คำนำ

ในปัจจุบันการทำไม้มีการใช้เลื่อยโซ่ยนต์เป็นจำนวนมากทั้งในการล้มไม้ ตัดทอน และลิดกิ่ง การใช้เลื่อยโซ่ยนต์จำเป็นต้องอาศัยทักษะในการทำงานที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากเป็นงานประเภท “3D” ซึ่งหมายถึง Difficult คือการทำงานที่ยาก Dirty คือการทำงานที่เลอะเทอะ และที่สำคัญคือเป็นงานที่ Dangerous มีความอันตรายสูง ซึ่งจากสถิติการเกิดอุบัติเหตุในปี พ.ศ. 2537 ที่ประเทศสหรัฐอเมริกามีการเกิดอุบัติเหตุจากการใช้งานเลื่อยโซ่ยนต์ ทั้งหมดจำนวน 42,786 ครั้ง โดยเกิดบริเวณศรีษะ บริเวณส่วนบนของลำตัว บริเวณแขนและมือ บริเวณขา และบริเวณเท้า (U.S. Product Safety Commission, 1994) ในประเทศเยอรมันมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุระหว่างปี พ.ศ. 2547-2551 เฉลี่ย 108 คน ต่อคนงาน 1,000 คน ซึ่งอุบัติเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการลิดกิ่งในพื้นที่ล้มไม้ (Robba and Cockingb, 2014) และในประเทศไทยมีสถิติการเกิดอุบัติเหตุจากการทำไม้ในปี พ.ศ. 2561 จำนวน 16 ราย จากการแบ่งตามประเภทตามความรุนแรงและกิจการ (Social Security Office, 2018)

สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุจากการใช้งานเลื่อยโซ่ยนต์นั้น ส่วนใหญ่เกิดจากการขาดมาตรฐานในการทำงาน ขาดการฝึกอบรม คนงานขาดความรู้ความเข้าใจในการทำงาน และขาดจิตสำนึกด้านความปลอดภัย (Wongprathet, 2014) หรือมีทักษะการใช้เครื่องมือที่น้อยเกินไป ซึ่งการลดอุบัติเหตุจากการทำงานนั้นสามารถทำได้หลายวิธี สิ่งที่สำคัญคือการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) (Chai-inkha, 2013) และการส่งเสริมให้เกิดการฝึกทักษะในการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ในรูปแบบต่างทั้ง การอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ การฝึกใช้เลื่อยโซ่ยนต์ในภาคสนาม การทดลองใช้เลื่อยโซ่ยนต์ผ่านโปรแกรมเสมือนจริง (VR) รวมถึงการใช้แบบจำลองในการพัฒนาทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ เช่น Nitami (2017) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรม ICT และ IoT บนเลื่อยโซ่ยนต์เพื่อพัฒนาแผนสำหรับการล้มไม้ การตัดทอนไม้ และการลิดกิ่ง เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของคนงานและสามารถช่วยเหลือคนงานที่ผ่านการอบรมมาไม่เพียงพอ และเพิ่มความปลอดภัยในการทำงานรวมถึงการเพิ่มผลผลิต หรือ Sen *et al.* (2009) ได้ทำการศึกษาเรื่องเมต้าโมเดลสำหรับการลิดกิ่ง

แบบจำลองการฝึกทักษะการใช้งานเลื่อยโซ่ยนต์ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการใช้แบบจำลองการลิดกิ่ง ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้งานกับเลื่อยโซ่ยนต์ที่ทำการถอดโซ่ออกจากบาร์ เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อตัวผู้ทดสอบขณะทำการทดลอง วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและทดสอบแบบจำลองสำหรับฝึก

ทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ลิดกิ่ง 2) เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบการใช้เลื่อยโซ่ยนต์กับเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้พัฒนาทักษะ และ 3) เพื่อศึกษาปัจจัยอื่นที่อาจจะมีผลต่อการเรียนรู้พัฒนาทักษะได้แก่ ผู้มีทักษะและผู้ไม่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ เพศ และดัชนีมวลกาย โดยในงานวิจัยนี้จะมีประโยชน์ให้กับผู้ที่ประกอบอาชีพการทำไม้ รวมถึงหน่วยงานหรือองค์กรที่ต้องการนำแบบจำลองนี้ไปพัฒนาทักษะของบุคคลากรในองค์กรในแง่ของการส่งเสริม ปรับปรุง พัฒนา ทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ให้เกิดความชำนาญ และมีทักษะการทำงานที่เพิ่มมากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การพัฒนาแบบจำลอง

แบบจำลองการลิดกิ่งเป็นแบบจำลองของท่อนไม้ซุงที่มีกิ่งรอบท่อนไม้เพื่อใช้ฝึกทักษะของคนงานในการลิดกิ่งก่อนออกปฏิบัติงานจริง พัฒนาขึ้นโดยมีต้นแบบมาจากแบบจำลองการลิดกิ่งที่แสดงในงาน Autrofoma ปี พ.ศ. 2562 เป็นงานแสดงเครื่องจักรกลทางป่าไม้ของประเทศออสเตรียที่จัดขึ้นทุก 4 ปี (Figure 1) ซึ่งได้นำแนวคิดหลักการทำงานมาประยุกต์ให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย เลือกใช้วัสดุที่หาได้ง่าย ราคาไม่สูง อาศัยหลักการทำงานของสปริงดัน (compression spring) ทำหน้าดันสลักเพื่อให้ล็อคกิ่งไม้ที่โผล่ออกมาจากท่อนไม้ ขณะทดลองจะใช้บาร์เลื่อยที่ทำการถอดโซ่ออกแล้วกดบริเวณสลักเพื่อปลดล็อค สปริงดึง (extension spring) จะทำหน้าที่ดึงกิ่งไม้ที่โผล่ออกมาให้หดกลับเข้าไปในท่อนไม้ซึ่งหมายถึงการลิดกิ่งเสร็จ 1 กิ่ง

Figure 1 Foreign prototype models.

การทำแบบจำลองให้นำกิ่งเทียมมาต่อกับท่อ PVC ขนาด 2 นิ้ว ด้วยซิลิโคน โดยทำทั้งหมด 16 กิ่ง นำท่อ PVC ขนาดใหญ่ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 นิ้ว ติดสติ๊กเกอร์ลายไม้ขนาดความกว้าง 60 เซนติเมตร เจาะรูที่ตัวท่อ PVC ขนาดใหญ่ 16 รู ที่มีระยะห่างระหว่างรูประมาณ 20-30 เซนติเมตร โดยใช้ดอกเจาะขยายที่มีความกว้างขนาด 2 นิ้ว เพื่อใส่กิ่งไม้เทียม ทำการใส่กิ่งไม้เทียมและยึดด้วยแผ่นเหล็กด้านในเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ ใช้ไม้อัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 นิ้ว ปิดทั้งสองด้านของท่อ PVC ขนาดใหญ่ จากนั้นทำภาพลายวงปี (Figure 2)

Figure 2 Developed model for practicing the chainsaw skills.

กิ่งไม้เทียม (Figure 3) ทำจากท่อ PVC ขนาดความยาว 150 มิลลิเมตร จำนวน 16 ชิ้น เจาะรูที่ท่อ PVC ที่บริเวณปลายท่อ โดยมีระยะห่างจากปลายท่อ 5 มิลลิเมตร ขนาดของรูที่ทำการเจาะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 มิลลิเมตร ทำการกลึงสกรูให้มีลักษณะมนกลม เจาะไม้ให้มีระยะห่างจากปลายไม้ 45 มิลลิเมตร โดยใช้สว่านเจาะรูซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร จากนั้นทำการขยายรูที่เจาะโดยใช้สว่านเจาะรูที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร ให้มีความลึก 25 มิลลิเมตร ฝังสกรูที่ทำการกลึงลงไป จากนั้นตามด้วยการฝังสปริงดันและปิดปากรูด้วยแผ่นเหล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 14 มิลลิเมตร ทำการเจาะรูบริเวณท้ายท่อนไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เพื่อฝังสกรู ยึดสปริงดึงระหว่างตะปูที่เจาะบริเวณท้ายท่อ PVC กับ สกรูที่เจาะบริเวณด้านล่างของท่อนไม้

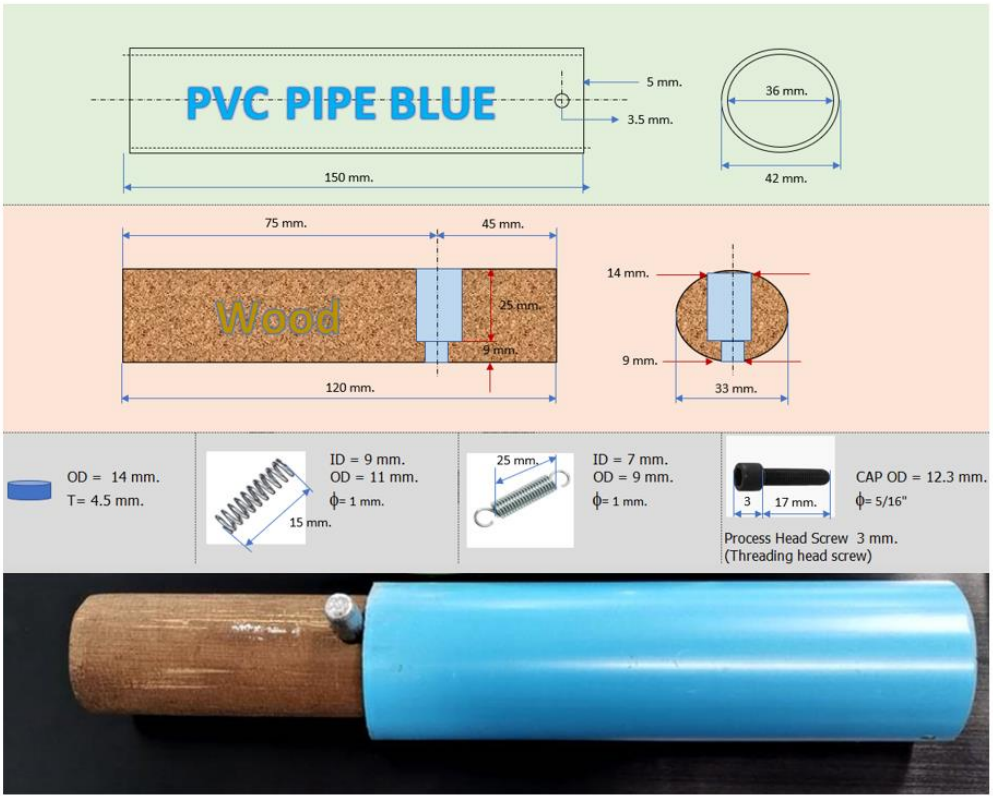


Figure 3 Model of branches and materials for making this research.

วิธีการเก็บข้อมูล

1. กำหนดกลุ่มประชากรทั้งหมด 40 คน จากนิสิตคณะวนศาสตร์ ระดับปริญญาตรี โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้มีทักษะในการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ และไม่มีทักษะในการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ กลุ่มละ 20 คน ผู้มีทักษะใช้เลื่อยโซ่ยนต์ หมายถึง ผู้ที่เคยใช้งานเลื่อยโซ่ยนต์ และผู้ไม่มีทักษะใช้เลื่อยโซ่ยนต์ หมายถึง ผู้ที่ไม่เคยใช้งานเลื่อยโซ่ยนต์

2. ให้ผู้ทดลองทดสอบใช้แบบจำลองการลิดกิ่งเริ่มจากด้านใกล้ตัวไปเรื่อย ๆ จากซ้ายไปขวา ขวาไปซ้าย จนถึงบริเวณปลายไม้ (Uusitalo, 2010) การลิดกิ่งโดยใช้เลื่อยโซ่ยนต์ STIHL MS180 ขนาดบาร์โซ่ 11.5 นิ้ว เพื่อความคุ้นเคยก่อน 1 รอบ จากนั้นทำการจับเวลาการลิดกิ่งตั้งแต่กิ่งแรกถึงกิ่งสุดท้าย ซึ่งจำนวนรอบในการทดลองจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ ถ้าผู้ทดลองใช้เวลาในการทดลองติดต่อกัน 3 รอบเท่ากันจะหยุดการทดลองทันที ในระหว่างนี้จะจัดให้มีการหยุดพักระหว่างรอบ ทำการบันทึกเวลาที่ใช้ในแต่ละรอบมีหน่วยเป็นวินาที (Figure 4) ความสูงของท่อนไม้จะถูกกำหนดไว้ที่ความสูง 1 เมตร เพื่อเป็นการควบคุมปัจจัยความสูง ซึ่งในการปฏิบัติงานจริงความสูงในการลิดกิ่งจะมีตั้งแต่ 0 เมตร ในกรณีที่ไม้ล้มกับพื้น หรือสูงมากกว่า 1 เมตร ในกรณีที่ไม้ล้มไปทับไม้ท่อนอื่นหรือไปพาดกับต้นไม้ที่ยังไม่ล้ม

3.สัมภาษณ์ผู้ทำการทดลองเกี่ยวกับประวัติส่วนบุคคลเช่น น้ำหนัก ส่วนสูง เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่อาจจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่ง

Figure 4 Depiction of a chainsaw delimbing time study.

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองภาคสนาม คือ จำนวนรอบการทดสอบ และเวลาในแต่ละรอบมาพล็อตกราฟแสดงระยะเวลาการฝึกทักษะ โดยกำหนดให้ตัวแปรต้นคือ จำนวนรอบการทดสอบ ยิ่งทำจำนวนรอบได้น้อยหมายถึงผู้ทดสอบสามารถเรียนรู้ได้เร็ว และกำหนดให้ตัวแปรตามคือ ระยะเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งตั้งแต่กิ่งแรกไปจนถึงกิ่งสุดท้าย

2. นำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มประชากรโดยวิธี วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One–Way ANOVA) และวิธี Independent-Sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม SPSS เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มเพื่อตรวจสอบความแตกต่างกันของระยะเวลาในการลิดกิ่งของผู้มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์และไม่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์

3. ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างกันของเวลาที่ใช้ในการทดลองกับเพศ และเวลาที่ให้ในการทดลองกับเกณฑ์ค่าดัชนีมวลกาย

ผลและวิจารณ์

จากการทดสอบการจับเวลาการใช้แบบจำลองการลิดกิ่งเพื่อเพิ่มทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ โดยทำการเก็บข้อมูลประชากรกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตปริญญาตรี คณะวนศาสตร์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มผู้ที่มีประสบการณ์การใช้เลื่อยโซ่ยนต์และกลุ่มผู้ไม่มีประสบการณ์การใช้เลื่อยโซ่ยนต์ จำนวนกลุ่มละ 20 คน ประกอบด้วยจำนวนเพศหญิง 25 คน และเพศชาย 15 คน (Table 1) จากการสำรวจข้อมูลรายบุคคลของผู้ทดลองสามารถจำแนกค่าดัชนีมวลกายออกเป็น 3 กลุ่มตัวอย่างดังแสดงใน Table 1

จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Independent-Sample t-test พบว่าระยะเวลาเฉลี่ยในการลิดกิ่งโดยใช้แบบจำลองของกลุ่มผู้ที่ไม่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์คือ 1.256±1.094 นาที และระยะเวลาเฉลี่ยของกลุ่มผู้ที่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ที่ใช้ในการลิดกิ่งโดยแบบจำลองคือ 0.682±0.494 นาที ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มประชากรอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) ถึงแม้ว่าจาก

กราฟแสดงทักษะการเรียนรู้ของกลุ่มประชากรผู้ที่ไม่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์จะมีการกระจายของข้อมูลที่มากกว่าและมีแนวโน้มระยะเวลาเริ่มคงที่ในจำนวนรอบที่ 7 และรอบที่ 8 (Figure 5) แต่กราฟแสดงทักษะการเรียนรู้ของกลุ่มประชากรผู้ที่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์มีการเกาะกลุ่มของข้อมูลในระยะเวลาที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ระยะเวลาเริ่มคงที่ในจำนวนรอบที่ 5 และรอบที่ 6 (Figure 6)

Table 1 Sample population data (classified by sample).

		Skilled in using a chainsaw	No skill in using a chainsaw	Sum
Sex	Males	12	3	15
	Females	8	17	25
Sum		20	20	40
BMI	Underweight	2	4	6
	Normal	14	12	26
	Overweight	4	4	8
Sum		20	20	40

Table 2 Statistical comparison of experienced and inexperienced population uses of a chainsaw.

Population	N	Mean (min)	Standard Deviation	Standard Error	Sig
No skill	20	1.256	1.094	0.245	0.124
Skilled	20	0.682	0.494	0.110	

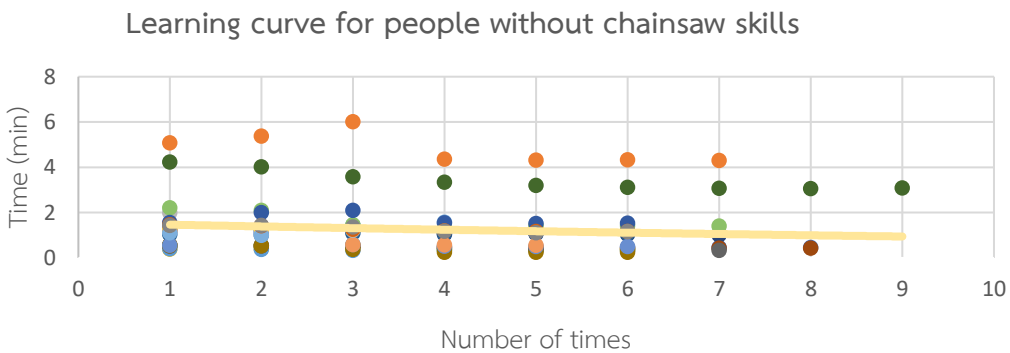


Figure 5 Learning curve for people without chainsaw skills.

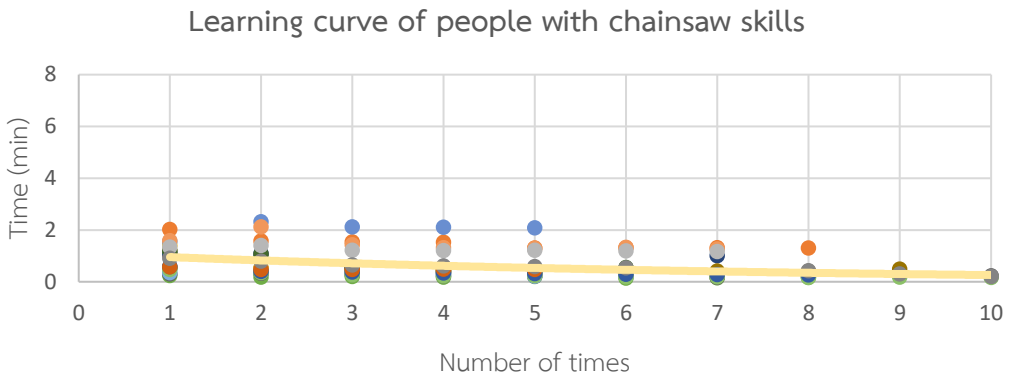


Figure 6 Learning curve of people with chainsaw skills.

จากการนำข้อมูลการทดสอบของกลุ่มประชากรผู้ที่ไม่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์มาวิเคราะห์โดยทำ Scatter plot พบว่าการเรียงตัวของจุดมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง Exponential สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับจำนวนรอบการทดสอบในกลุ่มประชากรที่ไม่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์แสดงในสมการที่ (1) และสมการกลุ่มประชากรผู้ที่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์แสดงในสมการที่ (2)

$$y = 1.5516e^{-0.055x} \quad (R^2 = 0.8296) \qquad (1)$$

$$y = 1.1016e^{-0.145x} \quad (R^2 = 0.9192) \qquad (2)$$

เมื่อ x = จำนวนรอบ

y = เวลาที่ใช้ในการลิดกิ่ง

จากกราฟจะสังเกตได้ว่ากลุ่มประชากรที่ไม่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์จะใช้เวลาในการลิดกิ่งที่นานกว่ากลุ่มประชากรที่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์และเมื่อมีการฝึกฝนบ่อยขึ้นจะส่งผลทำให้เวลาที่ใช้ในการทำงานลดลง (Figure 7)

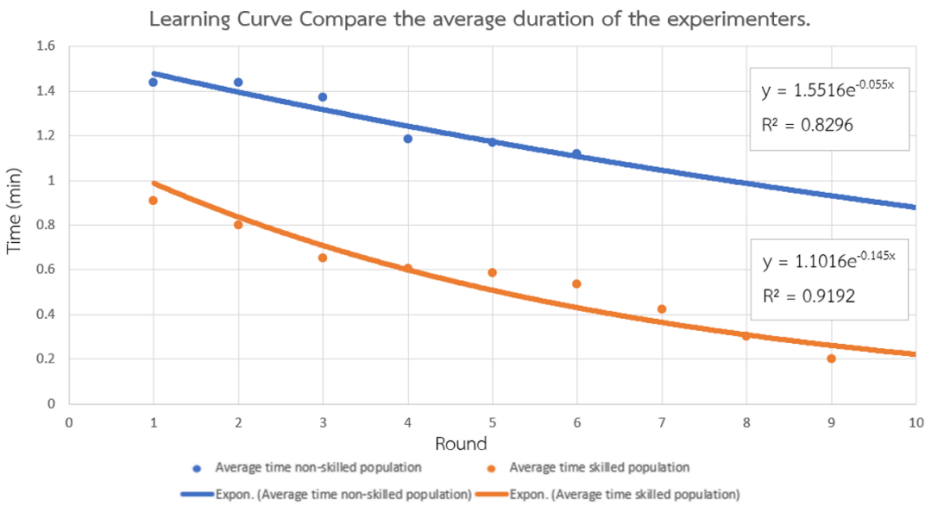


Figure 7 Learning curve comparison of the average duration between unskilled (blue) and skilled (orange) experimenters.

จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระยะเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่ง พบว่าระยะเวลาเฉลี่ยของเพศชายคือ 0.517±0.350 นาที และระยะเวลาเฉลี่ยของเพศหญิงคือ 1.241±1.001 นาที จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Independent-Sample t-test พบว่าปัจจัยเรื่องของเพศมีความแตกต่างต่อระยะเวลาที่ใช้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3)

Table 3 Statistical comparison data for the males and females.

Population	N	Mean (min)	Standard Deviation	Standard Error	Significant
Males	15	0.517	0.350	0.090	0.064
Females	25	1.241	1.001	0.200	

นอกจากนี้จากการจำแนกกลุ่มประชากรออกตามค่าดัชนีมวลกายที่แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ผอม ปกติ และอ้วน โดยใช้เกณฑ์การแบ่งจาก คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล (Boonsaen, 2019) ดังนี้

ค่า BMI < 18.5 แสดงถึง อยู่ในเกณฑ์น้ำหนักน้อยหรือผอม

ค่า BMI 18.5 – 22.90 หมายถึง อยู่ในเกณฑ์ปกติ

ค่า BMI 23 – 24.90 หมายถึง น้ำหนักเกินหรืออ้วน

จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยเวลาที่กลุ่มประชากรที่ใช้ในการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างในเกณฑ์ผอมเท่ากับ 2.032±1.732 นาที น้ำหนักปกติ 0.790±0.496 นาที และอ้วนเท่ากับ 0.751±0.468 นาที (Table 4)

Table 4 Statistical comparison data classified by Body Mass Index (BMI).

Time	N	Mean	Standard Deviation	Standard Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
Underweight	6	2.032	1.732	0.707	0.215	3.849	0.53	4.83
Normal	26	0.790	0.496	0.097	0.590	0.990	0.25	2.04
Overweight	8	0.751	0.468	0.166	0.363	1.146	0.18	1.48
Sum	40	0.970	0.887	0.140	0.686	1.253	0.18	4.83

จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่าค่าเฉลี่ยเวลาของกลุ่มตัวอย่างที่มีดัชนีมวลกายแตกต่างกันมีผลต่อระยะเวลาในการลิดกิ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5)

Table 5 Comparison of data between groups and within group by one way ANOVA.

Time	variance	Df	Mean	F	Significant
Between groups	7.979	2	3.990	6.507	0.004
Within the group	22.684	37	0.613		
Sum	30.663	39			

จากการวิเคราะห์ภายในกลุ่มประชากรตามการจำแนกกลุ่มตามค่าดัชนีมวลกาย พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างเกณฑ์ผอม เมื่อเทียบกลุ่มตัวอย่างปกติ พบว่ามีความแตกต่างกันต่อระยะเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างเกณฑ์ผอม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างอ้วน แต่ในกลุ่มตัวอย่างปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างอ้วน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6)

Table 6 Intra-sample analysis using multiple comparisons method.

(I)BMI	(J)BMI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Significant
Underweight	Normal	1.242	0.355	0.001
	Overweight	1.277	0.423	0.005
Normal	Underweight	-1.242	0.355	0.001
	Overweight	0.035	0.317	0.912
Overweight	Underweight	-1.277	0.423	0.005
	Normal	-0.035	0.317	0.912

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมทางสถิติ พบว่าการวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มตัวอย่างผู้มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์และไม่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์และกลุ่มตัวอย่างเพศชายและหญิง ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องมาจากการใช้งานแบบจำลองลิดกิ่งเป็นประสบการณ์ใหม่ของทั้งสองกลุ่มประชากรซึ่งมีรายละเอียดต่างจากการใช้งานจริงเล็กน้อยเนื่องด้วยเหตุผลของเรื่องความปลอดภัย จึงเป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ของทั้งสองกลุ่มประชากร (Inhelder and Piaget, 1958) ซึ่งการทำซ้ำบ่อย ๆ ทำให้กลุ่มประชากรเกิดทักษะ (skill) ความชำนาญในการทดสอบเพิ่มขึ้น (Wutthichat, 2018) การเพิ่มทักษะเป็นการเตรียมพร้อมก่อนการไปทำงานจริง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและความสมบูรณ์ของงานในสนามได้ (Laksana, 2001)

จากงานวิจัยของ Brangenfeldt and Lindroos (2015) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของประสบการณ์การเล่นเกมที่ส่งผลต่อการวางแผนการทำไม้พบว่า ผู้ที่มีประสบการณ์การเล่นเกมดีให้ผลลัพธ์ในการทำงานที่ดีกว่าผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ในการเล่นเกมวางแผนการทำไม้ ซึ่งได้ผลที่แตกต่างจากงานวิจัยนี้ที่ทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์ไม่มีผลต่อระยะเวลาในการทดลอง เนื่องจากเป็นการทดสอบจริงโดยใช้ร่างกายจึงมีความแตกต่างกับการเล่นเกม แต่ถ้าสังเกตจากกราฟเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มประชากรที่มีทักษะและกลุ่มประชากรที่ไม่มีทักษะ เห็นได้ว่ากลุ่มที่มีทักษะเล่นได้ดีกว่าถึงแม้การทดสอบทางสถิติจะไม่แตกต่างกัน

ในการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยค่าดัชนีมวลกาย พบว่าในกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในเกณฑ์ผอม มีค่าเฉลี่ยการใช้เวลาในการแบบจำลองในการลิดกิ่งใช้เวลาค่อนข้างนานกว่ากลุ่มตัวอย่างในเกณฑ์อื่น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้ำหนักของเลื่อยโซ่ยนต์ส่งผลต่อการใช้แรงของมวลกล้ามเนื้อและใช้พลังงานที่ค่อนข้างมากทำให้เกิดจากความอ่อนล้าของกล้ามเนื้อที่ต้องยกของหนักเป็นเวลานาน และคนอ้วนใช้เวลาน้อยสุดเนื่องจากการทดสอบใช้ระยะเวลาที่สั้นและจัดให้มีการพักระหว่างรอบทำให้ไม่เกิดความเหนื่อยระหว่างทดสอบ จึงทำให้คนอ้วนที่มีแรงมากกว่าสามารถใช้เลื่อยโซ่ยนต์ที่มีน้ำหนักมากได้ดีกว่าคนผอม

สรุป

ผลการทดลองพบว่าการทดลองซ้ำ ๆ จะก่อให้เกิดทักษะการลิดกิ่งที่ดีขึ้นและมีแนวโน้มของเวลาที่ลดลง ถึงแม้ว่าเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งของกลุ่มประชากรที่ไม่มีทักษะการใช้เลื่อยโซ่ยนต์จะใช้เวลานานกว่ากลุ่มประชากรที่มีทักษะการใช้เลื่อย

โซ่ยนต์ แต่เมื่อทำการทดลองทางสถิติแล้วพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้กลุ่มผู้มีทักษะการใช้งานเลื่อยโซ่ยนต์มีจำนวนรอบการทดลอง 5-6 รอบ ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่มีทักษะการใช้งานเลื่อยโซ่ยนต์ที่มีจำนวนรอบ 7-8 รอบ

จากการทดลองการฝึกทักษะการลิดกิ่งด้วยแบบจำลองพบว่า แบบจำลองดังกล่าวสามารถช่วยให้ผู้ทดลองเกิดความชำนาญ ส่งผลให้ระยะเวลาในการทำงานลดลงตามจำนวนรอบที่มีการฝึกทักษะ และสิ่งสำคัญคือทำให้เกิดความปลอดภัยสำหรับผู้ที่ไม่เคยใช้งานเลื่อยโซ่ยนต์ ถึงกระนั้นแบบจำลองดังกล่าวยังคงมีข้อบกพร่องบางส่วนจากกลไกการทำงานของกิ่งไม้เทียมที่มีแรงดึงและแรงกดของสปริงที่ไม่เท่ากัน ทำให้การใช้แรงของกล้ามเนื้อในการทดลองนั้นต้องใช้แรงที่แตกต่างกัน ในอนาคตควรมีการปรับปรุงแบบจำลองให้มีความใกล้เคียงความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น เช่น เพิ่มความยาวเรื่องแบบจำลอง เพิ่มเซนเซอร์ที่ทำให้ผู้ทดลองรู้สึกได้เสมือนลิดกิ่งไม้จริง เป็นต้น และการทดสอบทดควรเพิ่มปัจจัยชนิดเลื่อยโซ่ยนต์เข้ามาวิเคราะห์ด้วยเนื่องจากการทำไม้ในแต่ละที่จะใช้เลื่อยโซ่ยนต์ต่างยี่ห้อกัน

คำนิยม

ขอบพระคุณ อ.ดร.พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์ อาจารย์ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์ทำแบบจำลองในการลิดกิ่ง ให้มีความสมบูรณ์จนสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ได้

REFERENCES

Boonsaen, T. 2019. **Why is Body Mass Index Important.** Faculty of Medicine Siriraj Hospital Mahidol University, Bangkok. (in Thai)

Brangenfeldt, E., Lindroos, O. 2015. Evaluation of the educational influence on forwarding planning capacity. **FORMEC 2015**. Linz, Austria.

Chai-inkha, P. 2013. **Factors Affecting the Use of Personal Protective Equipment.** M.E. Thesis, Suranaree University of Technology. (in Thai)

Inhelder and Piaget. 1958. **Learning Principles.** Available source: https://sites.google.com/site/jinymayong/hlak-kar/hlak-ar-reiyn-ru, March 2, 2020. (in Thai)

Laksana, S. 2001. **Development of Work Efficiency.** Faculty of Management Science Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok. (in Thai)

Nitami, T., Sooil, S. 2017. Smart chainsaw ICT and IoT on manual chainsaw operation for safety and productivity at forestry operation, pp. 302-305. *In* S.V.C. Fundación, ed. **International Symposium of Forest Mechanization 2018.** September 24-28, 2018. Madrid, Spain.

Robba, W., Cockingb, J. 2014. Review of European chainsaw fatalities, accidents, and trends. **Arboricultural Journal: The International Journal of Urban Forestry** 36(2): 103-126.

Social Security Office. 2018. **Statistics of Accidents in 2018.** Available source: https://www.sso.go.th/eform_news/, January 24, 2020. (in Thai)

Sen, S., Moha, N., Baudry, B., J´ez´equel J. 2009. **Meta-model Pruning.** INRIA Rennes-Bretagne Atlantique.

U.S. Product Safety Commission. 1994. **Accident Location and Frequency as Related to Chainsaw Use.** Available source: https://nasdonline. org/,January 24, 2020.

Uusitalo J. 2010. **Introduction to Forest Operations and Technology.** JVP Forest Systems Oy, Finland.

Wongprathet, P. 2014. **Analysis of Guidelines to Reduce Accidents Occurring at Work.** M.E. Thesis, Chulalongkorn University. (in Thai)

Wutthichat, T. 2018. Final call, change, increase skills of future workers, p.5. **Seminar on Reshaping Future Workforce: Accelerating Results Elevate your Work.** Ministry of Industry, Bangkok. (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

ประสิทธิภาพการทำงานของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงและเลื่อยยนต์แบตเตอรี่
Operational Efficiency of Gasoline and Battery operated Chainsaws

ศุภมาส คำเวียงสา[1]
นพรัตน์ คัคคุริวาระ[1]
เกียรติศักดิ์ บุญเดช[1*]

Supamas Khamwiangsa[1]
Nopparat Kaakkurivaara[1]
Kiattisak Bundet[1*]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย
Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand
[*]Corresponding Author; E-mail: Kiattisak.bu@ku.th

รับต้นฉบับ 29 กันยายน 2564 **รับแก้ไข** 29 ตุลาคม 2564 **รับลงพิมพ์** 5 พฤศจิกายน 2564

ABSTRACT

This research compared the operational efficiency between gasoline and battery operated chainsaws under 3 different aspects; cutting speed, noise, and vibration levels. The test was performed on dried eucalyptus logs with a diameter of 13 cm. Each type of chainsaw was used on 3 randomly selected logs (replicates), and each log was cut into 10 slides (repetitions). The mean differences of each of the parameters between the types of chainsaws were tested using an Independent-samples T-test. The results showed that the average time per cycle of wood cutting for the battery operated chainsaws was significantly less than the gasoline chainsaws ($p = 0.033$), with a mean value of 11.57 and 12.90 seconds, respectively. The operating noise level of the battery chainsaw was significantly lower than that of the gasoline chainsaw ($p < 0.001$), with a mean value of 81.25 and 94.65 dB(A), respectively. The mean noise level of the battery chainsaw was 15% less than the gasoline chainsaw. The operating vibration level of the battery chainsaw was statistically significant and less than that of the gasoline chainsaw ($p < 0.001$), with a mean value of 0.19 and 1.30 m/s^2, respectively. The vibration while operating a battery chainsaw was 7 times less than a gasoline chainsaw. According to the current research, we conclude that battery chainsaws can run faster and are less affected by noise and vibration than gasoline chainsaws.

Keywords: Gasoline chainsaws, Battery chainsaw, Cutting speed, Sound level, Vibration

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบการทำงานของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงและเลื่อยยนต์แบตเตอรี่ โดยเปรียบเทียบใน 3 ด้านดังนี้ 1) ความเร็วของเลื่อยยนต์ 2) ระดับเสียง และ 3) แรงสั่นสะเทือน ทำการทดสอบกับไม้ยูคาลิปตัสแห้งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 เซนติเมตร ในการทดลอง 1 ซ้ำจะทอนไม้ทั้งหมด 10 แว่น และทำซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแตกต่างโดยวิธีการ Independent – Samples t-test ผลการศึกษาพบว่าเลื่อยยนต์แบตเตอรี่จะใช้เวลาเฉลี่ยต่อรอบของการตัดทอนไม้น้อยกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.033$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.57 และ 12.90 วินาที ตามลำดับ ส่วนระดับเสียงจากการ

ปฏิบัติงานของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่จะเบากว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.25 และ 94.65 dB(A) ตามลำดับ โดยระดับเสียงเฉลี่ยของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่มีน้อยกว่าระดับเสียงเฉลี่ยของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 15% ระดับแรงสั่นสะเทือนจากการปฏิบัติงานของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่จะน้อยกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.19 และ 1.30 เมตร/วินาที^{2} ตามลำดับ โดยเลื่อยยนต์แบตเตอรี่มีแรงสั่นสะเทือนที่น้อยกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 7 เท่า จากผลการศึกษาเห็นว่าเลื่อยยนต์แบตเตอรี่สามารถทำงานได้รวดเร็วกว่าและได้รับผลกระทบด้านระดับเสียงและแรงสั่นสะเทือนน้อยกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิง

คำสำคัญ เลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิง เลื่อยยนต์แบตเตอรี่ ความเร็วในการตัดไม้ เสียง การสั่นสะเทือน

คำนำ

เลื่อยยนต์ เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมทั้งในอุตสาหกรรมการทำไม้และรุกขกรรม เพราะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ตัดไม้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยเลื่อยยนต์ถูกประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกในประเทศเยอรมันในระหว่างปี พ.ศ. 2484 - 2488 โดย Mr. Stihl ซึ่งใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็กเป็นต้นกำลัง ประเทศไทยได้นำเลื่อยยนต์มาใช้ในการทำไม้ประมาณปี พ.ศ. 2507 ปัจจุบันเลื่อยยนต์ได้มีการพัฒนาให้เหมาะสมกับการใช้งานหลากหลายด้าน เครื่องจักรกลต้นกำลังมีทั้งเครื่องยนต์ มอเตอร์ไฟฟ้า ไฮดรอลิค และนอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนารูปแบบแผ่นบังคับโซ่โซ่เลื่อยพร้อมฟันเลื่อยให้มีความสะดวกเหมาะสมกับการใช้งานแต่ละประเภท รวมทั้งนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาประยุกต์ใช้ ทำให้เลื่อยยนต์มีน้ำหนักเบาและมีระบบป้องกันความปลอดภัยในการใช้งานที่มากขึ้น

เลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูง แต่ก็ยังมีอันตรายจากการใช้งานสูงตามไปด้วย เช่น ก๊าซที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง อันตรายจากเสียงซึ่งมีระดับเสียงในการใช้งานอยู่ที่ 90 – 105 เดซิเบล ซึ่งสูงกว่าเสียงที่มนุษย์ควรที่จะได้รับต่อวัน และอันตรายจากแรงสั่นสะเทือน เมื่อผู้ปฏิบัติงานได้รับแรงสั่นสะเทือนเป็นระยะเวลานานติดต่อกัน อาจทำให้เกิดโรคมือชาและโรคอื่นๆ ตามมาได้ (Kowanich, 1983) ส่วนเลื่อยยนต์แบตเตอรี่ถูกออกแบบมาเป็นพิเศษสำหรับงานในสวน ผู้ใช้งานสามารถซ่อมบำรุงได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังมีเสียงที่เบาสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องใส่เครื่องป้องกันหู (Stihl, 2018) ทำให้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่เคยใช้เลื่อยยนต์มาก่อนแล้วต้องการมีเลื่อยยนต์ไว้ใช้งาน กำลังการตัดไม้อาจไม่สูงเท่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงและเลื่อยยนต์แบตเตอรี่ต้องใช้ระยะเวลาพอสมควรในการชาร์จแบตเตอรี่

ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเลื่อยยนต์ทั้ง 2 ชนิด ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงและเลื่อยยนต์แบตเตอรี่ โดยจะทำการเปรียบเทียบใน 3 ประเด็นคือ 1) ความเร็วในการตัดทอนไม้ โดยบันทึกเวลาที่ใช้ในการตัดไม้เป็นแผ่น จำนวน 10 แผ่นต่อรอบการทดลอง 2) ทดสอบระดับความดังของเสียง (เดซิเบลเอ) ของเลื่อยยนต์ทั้ง 2 ชนิด โดยทำการติดเครื่องวัดระดับเสียงไว้ใกล้กับหูของผู้ปฏิบัติงานและ 3) ทดสอบแรงสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจากการทำงาน โดยจะทำการวัดจากแอพพลิเคชั่น Vibration Meter – Seismometer ในโทรศัพท์มือถือ การทดสอบจะทำทั้งหมด 3 ซ้ำ ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการประกอบการตัดสินใจการเลือกใช้เลื่อยยนต์ในการตัดต้นไม้ตามความเหมาะสมของงาน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ในการศึกษาครั้งนี้ มีอุปกรณ์หลัก ดังนี้

1. เลื่อยยนต์: โดยเลื่อยยนต์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มี 2 แบบ คือ เลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิง รุ่น STIHL MS180 และเลื่อยยนต์แบตเตอรี่ รุ่น STIHL MSA120 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) เลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิง (STIHL MS180)

เป็นเลื่อยยนต์ขนาดเล็กที่ใช้สำหรับตัดไม้ฟืน ตัดแต่งกิ่ง หรือแม้กระทั่งตัดต้นไม้ขนาดเล็ก มีความคล่องตัว น้ำหนักเบา มีความสมดุลในการทำงาน (Figure 1) เนื่องจากมีชุดวาล์วปิดเปิดรับอากาศและคายไอเสีย สามารถถ่ายเทความร้อนได้ดี ส่งออกพลังงาน 1.5 กิโลวัตต์ (2.0 แรงม้า) (Aggie Home, 2017)

STIHL MS180 เป็นเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะ มีกำลังไฟฟ้า 1.4 หรือ 1.9 kW / bhp ตัวเลื่อยยนต์มีน้ำหนัก 3.9 กิโลกรัม (โดยยังไม่รวมกับน้ำมันเชื้อเพลิง โซ่ และบาร์เลื่อย) อัตราส่วนน้ำหนักต่อพลังงาน คือ 3 กิโลกรัม/กิโลวัตต์ ระดับแรงดันเสียงอยู่ที่ 100 dB(A) ระดับพลังเสียง 112 dB(A) ใช้น้ำมันโซ่เลื่อยประเภท PMM3 มีปริมาตรกระบอกสูบ 31.8 ซีซี ความจุถังเชื้อเพลิง 250 ซีซี ความจุน้ำมันหล่อลื่นโซ่ 150 ซีซี ขนาดโซ่ PMMC3 3/8" (Stihl, 2018)

Figure 1 Chainsaw brand STIHL model MS180.

2) เลื่อยยนต์แบตเตอรี่ (STIHL MSA120)

เป็นเลื่อยยนต์แบบพิเศษที่ใช้สำหรับงานในสวน ผู้ใช้สามารถซ่อมบำรุงได้ด้วยตนเอง ใช้สำหรับการตัดไม้ที่วางอยู่บนพื้น ด้วยความตึงโซ่อย่างมีประสิทธิภาพทำให้สามารถหยุดใบเลื่อยได้อย่างรวดเร็ว (Figure 2) และโซ่เลื่อย 1/4" PM3 (Picco Micro 3) ถูกออกแบบมาเพื่อการตัดที่ดี มีประสิทธิภาพสูง อีกทั้งยังมีเสียงที่เบา โดยไม่ต้องใช้เครื่องป้องกันหู (Stihl, 2018)

STIHL MSA120 ใช้โซ่ประเภท Picco Micro 3 (PM3) มีแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 36 โวลต์ น้ำหนักของเลื่อยยนต์รวมแบตเตอรี่ โซ่ และบาร์ คือ 3.8 กิโลกรัม ใช้แบตเตอรี่เทคโนโลยีแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนขนาดกะทัดรัด AK 20 สามารถที่จะทำงานได้สูงสุด 35 นาที มีค่าการสั่นสะเทือนด้านซ้าย 3.4 m/s² ค่าการสั่นสะเทือนด้านขวา 3.2 m/s² ระยะห่างของฟันโซ่ คือ 1/4" บาร์เลื่อยยาว 30 เซนติเมตร (Stihl, 2018)

Figure 2 Chainsaw brand STIHL model MSA120.

2. เครื่องบันทึกเสียง CEM DT-8852: Datalogging Sound level meter

3. อุปกรณ์สำหรับวัดแรงสั่นสะเทือน ใช้สมาร์ทโฟนยี่ห้อแอปเปิ้ล รุ่นไอโฟน 6 ซึ่งจะมี Accelerator Sensor คือเซ็นเซอร์ที่มีไว้สำหรับตรวจจับลักษณะการเคลื่อนไหวของสมาร์ทโฟนเป็นการตรวจจับแบบ 3 แกน (3-Axes) ใช้งานร่วมกับแอพพลิเคชั่น Vibration Meter – Seismometer ซึ่งจะแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขของแรงสั่นสะเทือน

4. แอพพลิเคชั่นสำหรับจับเวลาบนสมาร์ทโฟน

5. เครื่องคอมพิวเตอร์

6. ท่อนไม้ยูคาลิปตัสแห้งที่ลำต้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 13 เซนติเมตร (เนื่องจากเป็นไม้ที่มีขนาดเล็ก เหมาะกับเลื่อยยนต์ทั้งสองชนิดที่กำลัง 2 แรงม้า) ที่ความเร็วปกติ ใช้ท่อนไม้ที่มีความยาวไม่เกิน 100 เซนติเมตรเพื่อความสะดวกในการทดลอง

วิธีการ

1. จัดเตรียมติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือ

1) ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดเสียงไว้ที่แขนข้างใดข้างหนึ่งของผู้ปฏิบัติงานให้ห่างจากใบหู โดยมีรัศมีไม่เกิน 30 เซนติเมตร (Figure 3)

Figure 3 Installed sound measuring device on the operator.

2) ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับวัดแรงสั่นสะเทือนเข้ากับเลื่อยยนต์ โดยยึดสมาร์ทโฟนยี่ห้อแอปเปิ้ลรุ่นไอโฟน 6 แอพพลิเคชั่น Vibration Meter – Seismometer เข้ากับเลื่อยยนต์ที่บริเวณฝาครอบบาร์ของเลื่อยยนต์ (Figure 4)

Figure 4 Installed device on the chainsaw for measuring vibration levels.

2. การดำเนินการทดลอง

เลื่อยยนต์แต่ละแบบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะดำเนินการกับท่อนไม้ตัวอย่างจำนวน 3 ท่อน และแต่ละท่อนนั้น จะดำเนินการ 10 รอบ โดยในแต่ละรอบนั้น ให้ทำการเลือกท่อนไม้ตัวอย่างที่เตรียมไว้อย่างสุ่ม จากนั้น ทำการยึดท่อนไม้กับแท่นยึด แล้วทาการตัดท่อนไม้เป็นแว่นๆ (Figure 5) (หลังการทอนไม้แต่ละรอบจะทำการตะไบใบเลื่อยทุกครั้ง เพื่อความคมของใบเลื่อย) ในการตัดแว่นไม้แต่ละครั้งนั้นให้ทำการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1) ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดไม้ (วินาที)

2) ระดับเสียง (เดซิเบลเอ)

3) ค่าแรงสั่นสะเทือนของเลื่อยยนต์

ทั้งนี้ เลื่อยยนต์แต่ละแบบนั้น ให้ดำเนินการในลักษณะเดียวกันกับท่อนไม้ตัวอย่าง 3 ท่อนที่เลือกมาอย่างสุ่ม โดยดำเนินการเช่นเดียวกันกับเลื่อยยนต์ทั้งสองประเภท

Figure 5 Setup to study the cutting speed.

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

จากข้อมูลทั้ง 3 ตัวแปร (ระยะเวลา ระดับเสียง และค่าแรงสั่นสะเทือน) ที่ตรวจวัดได้ข้างต้นนั้น ให้นำมาหาค่าเฉลี่ยสำหรับไม้แต่ละท่อน แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธีการ Independent t-test โดยใช้โปรแกรม SPSS

ผลและวิจารณ์

คุณลักษณะพื้นฐานของเลื่อยยนต์ที่ใช้ในการศึกษา

จากการรวบรวมคุณสมบัติพื้นฐานของเลื่อยยนต์STIHL รุ่น MS180 และ รุ่น MSA120 ที่ใช้ในการศึกษาพบว่า 2 แรงม้า ในส่วนน้ำหนักของเลื่อยยนต์ทั้ง 2 ชนิดมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งรุ่น MSA120 มีน้ำหนักที่เบากว่า ส่วนในเรื่องราคาซื้อนั้นรุ่น MSA120 จะสูงกว่ามาก แต่ในราคาที่สูงจะได้ระบบของเลื่อยยนต์ที่ผู้ใช้งานสามารถดูและรักษาได้ง่ายกว่า และสามารถใช้งานง่ายเพียงแค่ใส่แบตเตอรี่ แตกต่างจากรุ่น STIHL MS180 ที่ต้องผสมน้ำมันให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม และการสตาร์ทเครื่องยนต์ก่อนการใช้งานทำได้ยาก โดยเฉพาะในกรณีที่ไม่ได้ใช้งานเลื่อยยนต์นั้นเป็นเวลานาน หรือการผสมน้ำมันไม่ได้อัตราส่วน รวมไปถึงการขาดการบำรุงรักษาเครื่องยนต์โดยเฉพาะส่วนของหัวเทียนจุดระเบิด ข้อดีของเลื่อยยนต์ที่ใช้น้ำมัน คือ เหมาะสำหรับใช้งานในสวนป่าหรือพื้นที่ห่างไกล เนื่องจากสามารถใช้งานได้ต่อเนื่องกว่าทั้งเลื่อยแบตเตอรี่ที่ต้องเสียเวลาในการชาร์จไฟฟ้า (Table 1)

Table 1 Comparison between the two types of chainsaws.

	STIHL MS180	STIHL MSA120
Weight	3.9 kg	3.8 kg
Engine power	2 hp	2 hp
Price	5,000 – 8,000 baht	25,000 – 28,000 baht
Guide bar	11.5 inch	12 inch
Fuel cost	30 baht/liter	-
2T fuel cost	100-300 baht/can	-
Saw chain oil cost	200 baht/can	200 baht/can
Electricity bill	-	0.57 baht/hour

***Note:** Information as of November 2020

ประสิทธิภาพการทำงานของเลื่อยยนต์

จากการศึกษาพบว่า ในการตัดทอนไม้ของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงใช้เวลาในการทอนไม้ต่อรอบการทดลองมากกว่าระยะเวลาที่ใช้ของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่ โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 12.90 วินาที (ระหว่าง 10.77 – 15.70 วินาที) ในขณะที่เลื่อยยนต์แบตเตอรี่ใช้เวลาเฉลี่ยต่อรอบการทอนไม้เท่ากับ 11.57 วินาที (ระหว่าง 8.63 – 19.90 วินาที) และจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงสถิติโดย t-test แบบ Independent-Sample t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยทั้งสองนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.033$) (Table 2)

Table 2 Chainsaw speed test.

Chainsaw	The statistics of the time spent on logging.						
	Min (s)	Max (s)	Mean (s)	S.D.	S.E.	t	Significant
STIHL MS180	10.77	15.70	12.90	1.17	0.21	2.219	0.033
STIHL MSA120	8.63	19.90	11.57	3.06	0.56		

ในส่วนของระดับความดังของเสียงของเลื่อยยนต์พบว่า ระดับความดังของเสียงของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.65 dB(A) [ระหว่าง 92.5 - 96.6 dB(A)] ซึ่งค่อนข้างสูงกว่าค่าระดับเสียงของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.25 dB(A) [ระหว่าง 78.20 – 86.50 dB(A)] โดยระดับเสียงเฉลี่ยของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่มีน้อยกว่าระดับเสียงเฉลี่ยของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 15% และเมื่อทำการทดสอบ Independent-Sample t-test พบว่า ค่าระดับเสียงเฉลี่ยของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่นั้นเบากว่าเสียงของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.001$) (Table 3)

Table 3 Chainsaw noise level test.

Chainsaw	Statistics of noise						
	Min dB(A)	Max dB(A)	Mean dB(A)	S.D.	S.E.	t	Sig.
STIHL MS180	92.5	96.6	94.65	1.18	0.22	35.817	0.000
STIHL MSA120	78.20	86.50	81.25	1.67	0.31		

ในส่วนของแรงสั่งสะเทือนของเลื่อยยนต์ พบว่า ค่าแรงสั่นสะเทือนของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.30 m/s² (ระหว่าง 1.20 - 1.40 m/s²) ซึ่งค่อนข้างสูงกว่าค่าแรงสั่นสะเทือนของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.19 m/s² (ระหว่าง 0.14 – 0.24 m/s²) โดยเลื่อยยนต์แบตเตอรี่มีแรงสั่นสะเทือนที่น้อยกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 7 เท่า และเมื่อทำการทดสอบ Independent Sample t-test พบว่า ค่าแรงสั่นสะเทือนเฉลี่ยของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่นั้นน้อยกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p-value=0.000) (Table 4)

Table 4 Chainsaw vibration level test.

Chainsaw	Statistics of vibration						
	Min (m/s^2)	Max (m/s^2)	Mean (m/s^2)	S.D.	S.E.	t	Sig.
STIHL MS180	1.20	1.40	1.299	0.05	0.009	103.34	0.000
STIHL MSA120	0.14	0.24	0.186	0.03	0.005		

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบการทำงานของเลื่อยยนต์ทั้งสองชนิด พบว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงมีความเร็วที่ใช้ในการตัดไม้เฉลี่ยอยู่ที่ 12.90 วินาทีต่อรอบการทดลอง เลื่อยยนต์แบตเตอรี่มีความเร็วที่ใช้ในการตัดไม้เฉลี่ยอยู่ที่ 11.57 วินาทีต่อรอบการทดลอง ดังนั้นเลื่อยยนต์แบตเตอรี่มีการทำงานที่รวดเร็วกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อทดสอบทางสถิติแล้วพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ระดับความดังของเสียงของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าระดับความดังของเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ 94.65 เดซิเบลเอ ส่วนระดับความดังของเสียงของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่มีระดับความดังเฉลี่ยอยู่ที่ 81.25 เดซิเบลเอ เนื่องจากเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นเครื่องยนต์ 2 จังหวะ วงจรการทำงานประกอบด้วยการอัด การเผาไหม้ และการขยายตัวไอเสีย (Showbull, 2018) ซึ่งมีการจุดระเบิดด้วยหัวเทียนหลังจากนั้นก๊าซไอเสียจะไหลออกมาทางท่อไอเสียพร้อมกับเสียงที่จุดระเบิด ทำให้มีระดับความดังของเสียงมากกว่าเลื่อยยนต์แบตเตอรี่ที่อาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์ไม่มีการจุดระเบิด ซึ่งเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงสามารถลดความดังของเสียงได้โดยทำการติดอุปกรณ์เก็บเสียงไว้บริเวณท่อไอเสียแต่ก็จะทำให้กำลังของเครื่องยนต์ตกลงด้วย

แรงสั่นสะเทือนของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงมีแรงสั่นสะเทือนเฉลี่ยอยู่ที่ 1.299 m/s² ส่วนแรงสั่นสะเทือนของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่แรงสั่นสะเทือนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.186 m/s² ซึ่งจะเห็นว่าแรงสั่นสะเทือนที่ส่งมาถึงผู้ปฏิบัติงานมีผลแตกต่างกันมากถึง 7 เท่า เนื่องจากการสั่นสะเทือน คือ การเคลื่อนที่ของวัตถุรอบจุดสมดุลในช่วงเวลาหนึ่ง รูปแบบการเคลื่อนที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งเคลื่อนที่กลับไปกลับมาหรือการแกว่ง (Watchapan, 2016) โดยเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นเครื่องยนต์ 2 จังหวะ ทำงานโดยใช้แรงจากลูกสูบไปผลักเพลาข้อเหวี่ยงใช้เกิดการหมุน (Showbull, 2018) ทำให้มีแรงสั่นสะเทือนมากกว่าเลื่อยยนต์แบตเตอรี่ที่อาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์โดยใช้กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กทำให้เกิดการหมุน

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับการศึกษาของ Colantoni *et al*. (2016) ที่ศึกษา

เปรียบเทียบเลื่อยยนต์แบตเตอรี่และเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงเกี่ยวกับประสิทธิภาพและความปลอดภัย พบว่าเลื่อยยนต์แบตเตอรี่นั้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกว่าในการทำงาน เพราะสามารถตัดได้อย่างรวดเร็ว มีน้ำหนักเบา เสียงไม่ดังมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ว่าเลื่อยยนต์แบตเตอรี่สามารถทำงานได้รวดเร็วกว่าและมีอันตรายจากระดับเสียงและแรงสั่นสะเทือนน้อยกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงในการตัดไม้ชนิดเดียวกันและขนาดเดียวกัน

สรุป

จากการศึกษาความเร็ว ระดับเสียง และระดับแรงสั่นสะเทือนจากการตัดแว่นไม้ยูคาลิปตัสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 13 เซนติเมตร สรุปได้ดังนี้

1. จากการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของเลื่อยยนต์ทั้ง 2 ชนิด พบว่า เลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาที่ถูกกว่าเลื่อยแบตเตอรี่ สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง แต่ขั้นตอนการใช้งานจะซับซ้อนกว่าเลื่อยยนต์แบตเตอรี่และมีการปล่อยมลพิษขณะใช้งาน ส่วนเลื่อยแบตเตอรี่จะมีราคาสูง ใช้งานได้ไม่ต่อเนื่องต้องเสียเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ แต่เป็นเลื่อยยนต์ที่ดูแลรักษาง่ายกว่า มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานสูง

2. เลื่อยยนต์แบตเตอรี่จะใช้เวลาเฉลี่ยต่อรอบของการตัดทอนไม้น้อยกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.033$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.57 และ 12.90 วินาที ตามลำดับ

3. ระดับเสียงจากการปฏิบัติงานของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่จะเบากว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.001$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.25 และ 94.65 dB(A) ตามลำดับ ระดับเสียงเฉลี่ยของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่มีน้อยกว่าระดับเสียงเฉลี่ยของเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 15%

4. ระดับแรงสั่นสะเทือนจากการปฏิบัติงานของเลื่อยยนต์แบตเตอรี่จะน้อยกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.001$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.19 และ 1.30 m/s^2 ตามลำดับ เลื่อยยนต์แบตเตอรี่มีแรงสั่นสะเทือนที่น้อยกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิง ประมาณ 7 เท่า

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า เลื่อยยนต์แบตเตอรี่สามารถทำงานได้รวดเร็วกว่าและได้รับผลกระทบด้านระดับเสียงและแรงสั่นสะเทือนน้อยกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิง

ข้อเสนอแนะ

เกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก ที่กำหนดไว้ว่ามนุษย์ไม่ควรได้ยินเสียงดังเกิน 85 เดซิเบลเอต่อวัน จะเห็นว่าเลื่อยยนต์แบตเตอรี่มีเสียงที่เบาและอันตรายกว่าเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิงและเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับการศึกษาของ Suetrong (2016) ผู้ปฏิบัติงานควรได้รับเสียงไม่เกิน 90 เดซิเบลเอต่อระยะเวลา 8 ชั่วโมงใน 1 วัน ซึ่งมลพิษทางเสียงที่เกินมาตรฐานจะส่งผลกระทบระยะยาวต่อผู้ปฏิบัติงาน คือ ความสามารถในการได้ยินลดลง เช่น หูตึงและหากยังละเลยให้คงอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีเสียงดังต่อไปก็อาจจะทำให้หูหนวกได้

ดังนั้นหากผู้ใช้งานเลือกใช้เลื่อยยนต์แบตเตอรี่ จะส่งผลดีในระยะยาวกับตัวผู้ใช้งานเอง ทั้งในด้านสุขภาพร่างกายและด้านสุขภาพจิต โดยเฉพาะกรณีที่มีลักษณะการทำงานที่ไม่หนักมาก สามารถทำเองได้ที่บ้าน เช่น การตัดกิ่งไม้ ตัดต้นไม้ขนาดเล็กเป็นต้น ถ้าต้องการใช้งานเลื่อยยนต์น้ำมันเชื้อเพลิง ผู้ปฏิบัติงานต้องใส่ที่ครอบหู (ear muff) ซึ่งจะสามารถช่วยลดระดับเสียงได้ 30-40 เดซิเบลเอ (Thai Safety Wiki, 2013) ทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับเสียงที่ลดลง อยู่ที่ประมาณ 50 – 80 เดซิเบลเอ

REFERENCES

Aggie Home. 2017. **Chainsaws.** Available source: https://www.aggiehomemart.com/, March 22, 2020. (in Thai)

Colantoni, A., Mazzocchi, F., Cossio, F., Cecchini, M., Bedini, R., Monarca D. 2016. Comparisons between battery chainsaws and internal combustion engine chainsaws: performance and

safety. **Contemporary Engineering Sciences** 9(27): 1315-1337.

Kowanich, A. 1983. **Rural Forestry Tools.** Third Edition, The Forestry Association of Thailand, Bangkok. (in Thai)

Showbull. 2018. **The Working Principle of Chainsaw.** Available source: http://www.cnshowbull.com/info/theworking-principle-of-chainsaw-24939164.html , March 11, 2020.

Stihl. 2018. **STIHL Product**. Available source: https://www.stihl.com, March 22, 2020.

Suetrong, W. 2016. **Comparison of Noise Pollution of Chainsaws with Different Horsepower in the Process of Falling.** Department of Forest Engineering, Kasetsart University. (in Thai)

Thai Safety Wiki. 2013. **Hearing Protection.** Available source: http://www.thai-safetywiki.com, December 25, 2020.

Watchapan, C. 2016. **Sensor Testing Set for Tool Wear Monitoring with Vibration Signals.** M.E. Thesis, Thai-Nichi Institute of Technology. (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยว อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย

Tourist Satisfaction Towards Tourism Services at Ramkhamhaeng National Park, Sukhothai Province

สำราญ ทองเกิด[1,2*] Samran Thongkerd[1,2*]
กิติชัย รัตนะ[1] Kittichai Rattana[1]
อภิชาต ภัทรธรรม[1] Apichart Pattaratuma[1]

[1]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กทม. 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
[2]กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
*Corresponding Author, E – mail : thong.kerd62@hotmail.com

รับต้นฉบับ 27 กันยายน 2564 **รับแก้ไข** 27 ตุลาคม 2564 **รับลงพิมพ์** 10 พฤศจิกายน 2564

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the socio – economic conditions, general information, satisfaction levels, and factors affecting the tourist satisfaction towards the tourism services at Ramkhamhaeng national park, Sukhothai province. Data was collected through a designed questionnaire, through which 394 Thai tourists who visited the national park were interviewed during October 2019 to September 2020. Statistical analysis was used to test various hypothesis, using a t-test and F-test at a significant level of 0.05.

As indicated by the gender classification of the respondent, there were almost equal number of males and females, and the average age was 31 years old. The educational level was at least a bachelor's degree/master's degree. The main occupation was company employee with an average total household income of 834,907.66 THB per year. A majority of the tourists came from the central region and had some experiences in traveling. The objective of travel were recreation, camping, and knowledge increasing about the conservation of forest resource, as indicated by an average score of 4.14. The average score of satisfaction towards tourism services provided at the Ramkhamhaeng national park, Sukhothai province was 3.87. The analysis also indicated that the average difference in the satisfaction towards tourism services at the national park were mostly due to traveling and gaining knowledge about forest resource conservation.

Keywords: Satisfaction, Tourists, Tourism services, National park, Ramkhamhaeng national park

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาสภาพทางเศรษฐกิจ สังคม ข้อมูลทั่วไป ระดับความพึงพอใจและปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษารวบรวมรวบรวมโดยใช้แบบสอบถาม ไปสอบถามนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มาท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ในช่วงระหว่างเดือนตุลาคม 2562 ถึงเดือนกันยายน 2563 รวมจำนวน 394 คน วิธีวิเคราะห์ ทางสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ใช้สถิติที (t-test) และสถิติเอฟ (F-test) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติ ไว้ที่ระดับ 0.05

ผลการศึกษาพบว่า นักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษาเป็นเพศชายและเพศหญิง ในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน มีอายุเฉลี่ย 31 ปี มีการศึกษาระดับปริญญาตรี/ปริญญาโทหรือสูงกว่า อาชีพหลัก ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเป็นพนักงานบริษัท/องค์กรเอกชน มีรายได้ของครัวเรือนรวมเฉลี่ย 834,907.66 บาท/ปี มีภูมิลำเนาอยู่ในภาคกลาง ส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์การท่องเที่ยว มีวัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยวเป็นการท่องเที่ยวพักผ่อน/พักฟื้น มีลักษณะการพักแรมเป็นเต็นท์เช่าของอุทยานแห่งชาติ ความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ได้คะแนนเฉลี่ย 4.14 นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจต่อการให้บริการของอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 ส่วนการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่มีผลต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยว อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ได้แก่ วัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยว และความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้

คำสำคัญ: ความพึงพอใจ นักท่องเที่ยว การให้บริการด้านการท่องเที่ยว อุทยานแห่งชาติ อุทยานแห่งชาติรามคำแหง

คำนำ

จากสถานการณ์สภาพเศรษฐกิจของโลกในปัจจุบัน ที่กำลังเกิดการเปลี่ยนแปลงและมีการแข่งขันอย่างสูงขณะที่สถานการณ์ทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทยที่ผ่านมาอยู่ในสภาพถดถอย สินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมที่เป็นสินค้าหลัก ส่งออกขายไม่ได้ราคาตามเป้าหมาย ส่งผลให้รัฐจัดเก็บภาษีได้น้อยลง รัฐบาลมีงบประมาณในการบริหารประเทศไม่เพียงพอ และรัฐบาลทุกสมัยได้เน้นการสร้างรายได้ของประเทศจากฐานด้านการผลิตเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเป็นหลัก โดยมุ่งเน้นการสร้างรายได้ที่มาจากด้านอื่นเป็นลำดับรอง ขณะเดียวกันการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมไม่ได้มีการพัฒนาในรูปแบบให้เกิดความยั่งยืน ทำให้ทรัพยากรป่าไม้และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรดังกล่าวที่มีอยู่อย่างจำกัดได้ถูกทำลายลงรู้เท่าไม่ถึงการณ์และความโลภของมนุษย์บางกลุ่ม จนส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ ภัยแล้ง ไฟป่า น้ำท่วม ดินโคลนถล่ม มนุษย์ก็ได้รับผลกระทบโดยตรงจากภัยธรรมชาติเหล่านี้ พืชผลทางการเกษตรได้ถูกทำลายส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของประชาชนในประเทศเป็นจำนวนมาก รายได้จากภาคการเกษตรมีจำนวนลดน้อยลงและไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ถึงเวลาแล้วที่ประเทศไทยต้องหันกลับมาพึ่งพาเศรษฐกิจที่มีต้นทุนต่ำกว่าซึ่งก็คือการพึ่งพารายได้จากกการท่องเที่ยว ซึ่งปัจจุบันภาครัฐได้วางแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจควบคู่ไปกับการจัดการทรัพยากรอย่างชาญฉลาด ให้ความสำคัญกับการปรับโครงสร้างแหล่งรายได้หลักของประเทศหันกลับมาพึ่งพารายได้จากการท่องเที่ยว โดยมีนโยบายให้ไทยเป็นศูนย์กลางด้านการท่องเที่ยวของภูมิภาค มุ่งพัฒนาและส่งเสริมให้ประเทศเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีคุณภาพในระยะยาว มุ่งการพัฒนาไปสู่การเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีมาตรฐานในระดับสากล อันจะนำไปสู่การท่องเที่ยวของประเทศแบบยั่งยืน (Office of the National Economic and Social Development Council, 2006)

อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย เป็นอุทยานแห่งชาติที่ตั้งอยู่ในท้องที่อำเภอคีรีมาศ

อำเภอบ้านด่านลานหอย และอำเภอเมืองสุโขทัย ครอบคลุมพื้นที่ป่าในเขตตำบลด่าน ตำบลลานหอย อำเภอบ้านด่านลานหอย ตำบลเมืองเก่า อำเภอเมือง และ ตำบลบ้านป้อม อำเภอคีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย มีสภาพป่าที่สมบูรณ์ประกอบด้วยทิวทัศน์และน้ำตกที่สวยงาม เช่น ยอดเขาหลวง ยอดเขาภูกา ยอดเขาพระแม่ย่า ผาเจดีย์ ผาพระนารายณ์ น้ำตกลำเกลียว และน้ำตกสายรุ้ง เป็นต้น สภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาขนาดใหญ่ ซึ่งแยกตัวจากเทือกเขาอื่นๆ โดยเด่นชัด มีลักษณะเป็นเขาสูงสลับซับซ้อนทอดตัวในแนวเหนือจรดใต้ เป็นป่าต้นน้ำที่สำคัญต่อการเกษตร สังคมพืชประกอบด้วย ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา เป็นต้น อุทยานแห่งชาติรามคำแหง มีเนื้อที่ประมาณ 341 ตารางกิโลเมตร หรือ 213,125 ไร่ ได้มีพระราชกฤษฎีกาประกาศจัดตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2523 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 97 ลงวันที่ 27 ตุลาคม 2523 จัดเป็นอุทยานแห่งชาติลำดับที่ 18 ของประเทศไทย เป็นอุทยานที่มีความสำคัญต่อประชาชนในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยและจังหวัดใกล้เคียง โดยรองรับนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ เฉลี่ยปีละ 23,370 คน (ข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 – 2563) เนื่องด้วยศักยภาพของพื้นที่มีทิวทัศน์ และธรรมชาติที่โดดเด่น โดยเฉพาะยอดเขาหลวง ซึ่งแต่ละปีจะมีการจัดวิ่งขึ้นพิชิตยอดเขาหลวง ช่วงเดือนธันวาคม ของทุกปี ซึ่งได้รับความสนใจ จากนักท่องเที่ยวจังหวัดสุโขทัย จังหวัดใกล้เคียง และนักท่องเที่ยวชาวไทยทั่วประเทศ ปัจจุบันมีการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์กิจกรรมของอุทยานอยู่เป็นระยะๆ และต่อเนื่อง (Ramkhamhaeng National Park, 2003)

ทั้งนี้ หากมีการวิจัยความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยว อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ย่อมจะเห็นประโยชน์ของข้อมูลซึ่งจะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางปรับปรุงการปฏิบัติงานของอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นได้ ผู้วิจัยได้เห็นประโยชน์ของข้อมูลดังกล่าว จึงมีความประสงค์จะทำการศึกษา โดยคาดหวังว่าจะนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงแนวทางในการบริหารจัดการ และพัฒนาอุทยานแห่งชาติให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในพื้นที่ รวมถึงสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในการกำหนดแผนงานและรูปแบบการพัฒนาการให้บริการให้ตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยว เพื่อให้เกิดความพึงพอใจสูงสุด ควบคู่กับการพัฒนาศักยภาพการบริหารจัดการด้านท่องเที่ยวทางธรรมชาติในพื้นที่อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ให้เกิดประโยชน์ต่อการบริหารจัดการอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย

ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาสภาพเศรษฐกิจ สังคม และข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวในพื้นที่อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย (2) เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการในพื้นที่อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย และ (3) เพื่อศึกษาการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยว ของอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยครั้งนี้ มีอุปกรณ์ต่างๆ ประกอบด้วย แบบสอบถาม สำหรับใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักท่องเที่ยว เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและคำนวณหาค่าต่างๆ ทางสถิติ และอุปกรณ์ เครื่องเขียน มีวิธีการวิจัย ดังนี้

การสำรวจเบื้องต้น

โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ รวบรวมข้อมูลจากเอกสารรายงานการวิจัยและสถิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับประเมินตามตัวชี้วัด จากหน่วยงานของราชการ สถาบัน และองค์กรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช สำนักงานสถิติแห่งชาติ เป็นต้น จากการรายงานนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวอุทยาน

แห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ในช่วงเดือนตุลาคม 2562 - กันยายน 2563 จำนวนทั้งสิ้น 25,432 คน (Ramkhamhaeng National Park, 2020)

การสร้างแบบสอบถาม

การสร้างแบบสอบถาม ทำการศึกษาโดยการ เก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) โดยการสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล และจะต้องมีคำถามเนื้อหาครอบคลุมที่งานวิจัย โดยคำถาม มีทั้งแบบคำถามปลายปิด (closed-end) และคำถามปลายเปิด (opened-end) สำหรับเนื้อหาของแบบสอบถามประกอบด้วย

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษา

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยว ของอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ใช้คำถามในลักษณะมาตราวัดแบบ Likert' s Scale (Boonriang, 2006)

เมื่อรวบรวมและแจกแจงความถี่แล้ว ใช้ค่าเฉลี่ยของระดับความความพึงพอใจทั้ง 5 ระดับมาใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งอันตรภาคชั้นเพื่อบ่งบอกถึงระดับความพึงพอใจ ช่วงของค่าเฉลี่ยในแต่ละชั้นจะมีความกว้างของชั้น ในแต่ละอันตรภาคชั้น เท่ากับ 0.80 เท่าๆกัน รวมทั้งสิ้น 5 ชั้น (Boonriang, 2006) โดยมีวิธีการดังนี้

$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงที่สุด} - \text{คะแนนต่ำที่สุด}}{\text{จำนวนชั้น}} \quad (1)$$

เกณฑ์ตามอันตรภาคชั้นดังกล่าวมีความหมายดังนี้

1.00 – 1.80 หมายถึง ระดับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย อยู่ในระดับน้อยที่สุด นั่นคือ จะต้องมีการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ให้มีสภาพที่ดีขึ้นกว่าเดิม โดยด่วนที่สุด

1.81 – 2.60 หมายถึง ระดับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย อยู่ในระดับน้อย นั่นคือ จะต้องมีการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ให้มีสภาพที่ดีขึ้นกว่าเดิมโดยด่วน

2.61 – 3.40 หมายถึง ระดับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย อยู่ในระดับปานกลาง นั่นคือ จะต้องมีการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัยในส่วนที่ยังบกพร่องอยู่บางประการตามความเหมาะสมให้มีสภาพที่ดีขึ้นกว่าเดิม

3.41 – 4.20 หมายถึง ระดับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย อยู่ในระดับมาก นั่นคือ การให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย อยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่พอใจของนักท่องเที่ยว

4.21 – 5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย อยู่ในระดับมากที่สุด นั่นคือ การให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย อยู่ในเกณฑ์ดีมาก เป็นที่พอใจของนักท่องเที่ยวเป็นอย่างมากสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องดูแลและรักษาระดับมาตรฐานไว้หรือปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวที่มีต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย โดยมีการแก้ไขแบบสอบถามนำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษา พิจารณาความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขครั้งแรก และการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง (sample size) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง เท่ากับ

0.05 โดยใช้สูตรคำนวณของ Yamane (1973) ดังนี้

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \quad (2)$$

กำหนดให้ n = จำนวนนักท่องเที่ยวกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา

N = จำนวนนักท่องเที่ยวเดือนตุลาคม 2562 – กันยายน 2563) (25,432 คน)

e = ความคาดเคลื่อนของการการศึกษากำหนดไว้ที่ระดับ (0.05)

เมื่อแทนค่าในสูตร ได้จำนวนของนักท่องเที่ยวกลุ่มตัวอย่างที่ต้องใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จำนวน 393.81 คน หรือ 394 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล พื้นที่อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษา ดังนี้

การเก็บตัวอย่าง เป็นขั้นตอนการนำแบบสอบถามที่จัดสร้างขึ้น ซึ่งผ่านการทดสอบ และแก้ไขข้อบกพร่อง เรียบร้อยแล้ว ไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักท่องเที่ยว ที่เดินทางมาท่องเที่ยวในพื้นที่อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย มุ่งเน้นการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาจากจังหวัดสุโขทัย และจังหวัดอื่นๆ ทั่วประเทศ ที่ได้เดินทางมาท่องเที่ยวในพื้นที่จนเสร็จสิ้น และดำเนินการเก็บรวบบรวมข้อมูลกับนักท่องเที่ยวกระจายทุกกลุ่ม ในช่วงอายุ น้อยกว่า 20 ปี - น้อยกว่า 30 ปี, 30-40 ปี และมากกว่า 40 ปี โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากนักท่องเที่ยวการสุ่มแบบเป็นระบบ ด้วยวิธี systematic random sampling ทำการหาช่วงการสุ่มตัวอย่างโดยนำจำนวนนักทองเที่ยวหารด้วยจำนวนนักท่องเที่ยวกลุ่มตัวอย่าง (25,432/394) ได้ช่วงการสุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 64.55 คน ปัดเศษเป็นจำนวนเต็มเท่ากับ 65 คน และหาหน่วยตัวอย่างของประชากร 65 ลำดับแรก มาสุ่มหมายเลขเริ่มต้น (random start) โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยพิจารณาจากการตัดสินใจของผู้ทำการศึกษาเอง สมมติว่า ทำการสุ่มเลือกได้หมายเลข 40 ดังนั้น การเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักท่องเที่ยวตัวอย่างจะเริ่มต้นจากเลขที่ตั้งต้น ได้แก่ ผู้มาเยือนลำดับที่ 40 และเลขที่ต่อไปให้นำเลขที่ตั้งต้นบวกด้วยเลขบอกช่วงการสุ่ม ได้แก่ 65 ทำให้ได้นักท่องเที่ยวที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตามลำดับ ดังนี้ คือ ลำดับที่ 40, 105, 170, 235, จนครบจำนวนนักท่องเที่ยว 394 คน

ทำการทดสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยการหาความเที่ยงตรง (validity) จากการนำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (จำนวน 3 ท่าน) ตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหา (content validity) ของคำถามในแต่ละข้อว่าตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้หรือไม่ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป และทำการทดสอบความเชื่อมั่น (reliability) โดยใช้ Cronbach's Alpha (Cronbach, 1951) จำนวน 30 ชุด ได้ค่าไม่ต่ำกว่า 0.80 ทดสอบ ตัวแปรอิสระที่มีคำถามหลายข้อ โดยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับนักท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ที่ไม่ใช่พื้นที่ตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์และหาค่าโดยใช้สูตร Kuder – Richardson 20 (KR – 20)(Kuder and Richardson, 1937) เพื่อตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 0.80

ผลการทดสอบปรากฏว่า ได้ค่าความเชื่อมั่นคำถามตัวแปรตามเท่ากับ 0.989

นำแบบสอบถามที่ผ่านการทดลองใช้มาปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดที่ได้จากการทดลองใช้ดังกล่าว และจัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อเตรียมไว้ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับนักท่องเที่ยวในพื้นที่อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆและการทำตอบแบบสอบถามกับนักท่องเที่ยว ที่มาเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (qualitative method)

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม โดยการนำข้อมูลมารวบรวมแจกแจงใน

รูปสถิติอย่างง่าย เช่น การแจกแจงความถี่ (frequency distribution) ค่าสูงสุด (maximum) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าร้อยละ (percentage) ของข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจสังคมและคำถามอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ของนักท่องเที่ยวผู้ตอบแบบสอบถามแจกแจงรายละเอียดในรูปตารางร้อยละประกอบคำอธิบาย

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative method) จะนำข้อมูลวิเคราะห์โดยการใช้การประมวลผล ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์คำนวณค่าทางสถิติโดยการใช้ทดสอบที (t-test) และการใช้ทดสอบเอฟ (F-test) (Luan Saiyot and Angkana Saiyot, 1997) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อหาค่าความสัมพันธ์โดยวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยที่มีผลต่อความพึงพอใจ ของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยว ของอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย

ผลและวิจารณ์

ลักษณะทางเศรษฐกิจ สังคม และข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษา

ผู้ศึกษาได้รายงานผลและวิจารณ์ลักษณะทางเศรษฐกิจ สังคม และข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษา ดังต่อไปนี้

เพศ ผลการศึกษาพบว่า นักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 202 คน คิดเป็นร้อยละ 51.27 และในส่วนที่เหลือเป็นเพศหญิง จำนวน 192 คน คิดเป็นร้อยละ 48.73

อายุ ผลการศึกษาพบว่า นักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่ มีอายุช่วงน้อยกว่า 20 ปี – น้อยกว่า 30 ปี จำนวน 208 คน คิดเป็นร้อยละ 52.79 รองลงมามีอายุอยู่ในช่วง 30 – 40 ปี จำนวน 144 คน คิดเป็นร้อยละ 36.55 และน้อยที่สุดอายุอยู่ในช่วงมากกว่า 40 ปี จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 10.66 ตามลำดับ มีอายุเฉลี่ย 30.99 ปี มีอายุมากที่สุด 64 ปี และอายุน้อยที่สุด 16 ปี

ระดับการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า นักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษาที่ไม่ได้เรียนหนังสือ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 5.58 ส่วนที่เหลือเป็นนักท่องเที่ยวที่ได้เรียนหนังสือ จำนวน 372 คน คิดเป็นร้อยละ 94.42 นักท่องเที่ยว ที่ทำการศึกษาที่ได้เรียนหนังสือส่วนใหญ่ มีการศึกษาระดับปริญญาตรี/ปริญญาโทหรือสูงกว่า จำนวน 328 คน คิดเป็นร้อยละ 83.25 รองลงมามีการศึกษาระดับปวช./ปวส./ปวท./อนุปริญญา จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 5.84 น้อยที่สุดคือมีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น/มัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 5.33

อาชีพหลัก ผลการศึกษาพบว่า นักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่มีอาชีพหลักเป็นพนักงานบริษัท/องค์กรเอกชน จำนวน 200 คน คิดเป็นร้อยละ 50.76 รองลงมามีอาชีพหลัก รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ/องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ค้าขาย/รับจ้างทั่วไป/ธุรกิจส่วนตัว อาชีพอื่นๆ (ระบุ) เกษตรกรรม (เลี้ยงสัตว์) จำนวน 66 คน , จำนวน 63 คน , จำนวน 36 คน และน้อยที่สุด จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 16.75 , 15.99 , 9.14 และน้อยที่สุดมีอาชีพหลักเป็นนักเรียน/นิสิต/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 7.36

รายได้ของครัวเรือนรวม ผลการศึกษาพบว่า นักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษา ส่วนใหญ่มีรายได้ของครัวเรือนรวม จำนวน 252 คน คิดเป็นร้อยละ 63.96 ที่เหลือไม่มีรายได้ของครัวเรือนรวม จำนวน 142 คน คิดเป็นร้อยละ 36.04 ในส่วนที่มีรายได้ของครัวเรือนรวม ส่วนใหญ่มีรายได้ของครัวเรือนรวม น้อยกว่าหรือเท่ากับ 100,000 บาท จำนวน 203 คน คิดเป็นร้อยละ 51.52 รองลงมามีรายได้ของครัวเรือนรวม อยู่ในช่วง 100,001 – 200,000 บาท จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 12.44 มีรายได้ของครัวเรือนรวมเฉลี่ย 834,907.22 บาท มีรายได้ของครัวเรือนรวมมากที่สุด 2,460,000 บาท และน้อยที่สุดมีรายได้ของครัวเรือนรวม 72,000 บาท

ภูมิลำเนา ผลการศึกษาพบว่า ผลการศึกษานักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่มีภูมิลำเนา ที่ตั้งบ้านเรือนอยู่ในท้องที่ภาคกลาง จำนวน 294 คน

คิดเป็นร้อยละ 74.62 รองลงมาคือ ภาคตะวันออก-เฉียงเหนือ และน้อยที่สุด ภาคเหนือ/ภาคใต้ จำนวน 55 คน และน้อยที่สุด จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 13.96 และ 11.42

ประสบการณ์การท่องเที่ยว ผลการศึกษาพบว่า นักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษา ส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์ การท่องเที่ยว จำนวน 331 คน คิดเป็นร้อยละ 84.01 และส่วนที่เหลือไม่เคยมีประสบการณ์การท่องเที่ยว จำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 15.99 โดยส่วนที่เคยมีประสบการณ์ การท่องเที่ยว ส่วนใหญ่เคยมาท่องเที่ยวมากกว่า 6 ครั้ง จำนวน 199 คน คิดเป็นร้อยละ 50.51 รองลงมามีประสบการณ์การท่องเที่ยว 4 - 5 ครั้ง จำนวน 59 คน มีประสบการณ์การท่องเที่ยว 6 ครั้ง จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 14.97 และ 9.39 น้อยที่สุดเคยมาท่องเที่ยว 2 - 3 ครั้ง จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 9.14 นักท่องเที่ยวมีประสบการณ์การท่องเที่ยวเฉลี่ย 12.96 ครั้ง มีประสบการณ์ มากที่สุด 150 ครั้ง และมีประสบการณ์น้อยที่สุด 1 ครั้ง

วัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยว ผลการศึกษาพบว่า นักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษา ส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยวเพื่อท่องเที่ยวพักผ่อน/พักฟื้น จำนวน 158 คน คิดเป็นร้อยละ 40.10 รองลงมามีวัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยวเพื่อท่องเที่ยวแบบผจญภัย/เล่นกีฬา จำนวน 147 คน คิดเป็นร้อยละ 37.31 และน้อยที่สุดท่องเที่ยวทัศนศึกษาเกี่ยวกับสภาพธรรมชาติ/ท่องเที่ยวทัศนศึกษาเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ/ไม่มีวัตถุประสงค์หลักแต่อย่างใด เป็นเพียงเส้นทางผ่านเท่านั้น/ อื่นๆ จำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 22.59

ลักษณะการพักแรม ผลการศึกษาพบว่า นักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษา ส่วนใหญ่มีลักษณะการพักค้างแรม จำนวน 365 คน คิดเป็นร้อยละ 92.64 ส่วนที่เหลือไม่มีลักษณะการพักค้างแรม จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 7.36 โดยส่วนที่มีลักษณะการพักค้างแรม ส่วนใหญ่ลักษณะการพักค้างแรมเป็นเต็นท์เช่าของอุทยานฯ จำนวน 190 คน คิดเป็นร้อยละ 48.48 และรองลงมาเป็นบ้านพักของอุทยานฯ/ เต็นท์ที่จัดเตรียมมาเอง จำนวน 175 คน คิดเป็นร้อยละ 44.16

ความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ผลการศึกษาพบว่า นักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษาไม่มีความรู้ ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ เฉลี่ย 4.20 นักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษา มีความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ เฉลี่ย 4.07 และนักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษาตอบคำถามได้คะแนนเฉลี่ย 4.11 ได้คะแนนมากที่สุด 5 คะแนน และได้คะแนนน้อยที่สุด 1 คะแนน

ทั้งนี้ รายละเอียดข้อมูลลักษณะทางเศรษฐกิจ สังคม และข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษา ดังกล่าวข้างต้นปรากฏตาม (Table 1)

Table 1 The economic, social, and general indicators of the interviewed tourists.

Data list	Number (n=394)	Percentage	Remark
Gender			
Man	202	51.27	
Female	192	48.73	
Age			
Less than 20 years– Less than 30 years	208	52.79	Average 30.99 years
30 - 40 years	144	36.55	More than 64 years
More than 40 years	42	10.66	Less than 16 years

Table 1 (continued)

Data list	Number (n=394)	Percentage	Remark
Education level			
Not studying	22	5.58	
Lower secondary school/high school	21	5.33	
Vocational certificate/vocational diploma/technical certificate/diploma	23	5.84	
Bachelor's degree/master's degree or higher	328	83.25	
Vocational certificate/vocational	23	5.84	
Main occupation			
Trade/general hireling/personal Business	63	15.99	
Student/coordinate/undergraduate	29	7.36	
Officialdom/state enterprise officer/ local administrative organization	66	16.75	
Company employee/private Organization	200	50.76	
Other occupations (specified) agriculture (animals culture)	36	9.14	
Total household income			
No income	142	36.04	
Income			
Less than or equal to 100,000 baht	203	51.52	Average 834,907.66 baht
100,001 - 200,000 baht/	49	12.44	Maximum 2,460,000 baht
200,001 - 300,000 baht/			Minimum 72,000 baht
300,001 - 400,000 baht/			
More than 400,000 baht			
Domicile			
Northern region/southern region	45	11.42	
Northeast region	55	13.96	
Central region	294	74.62	
Having experienced in traveling			
Never/first travel	63	15.99	Average = 12.96
Ever number			Maximum = 150
2 - 3 times	36	9.14	Minimum = 1
4 - 5 times	59	14.97	
6 times	37	9.39	
More than 6 times	199	50.51	

Table 1 (continued)

Data list	Number (n=394)	Percentage	Remark
Objectives of traveling			
Recreation/recovery	158	40.10	
Adventure travel/sports travel	147	37.31	
Travel, field trips about the condition nature/travel, field trips about ecotourism/there is no main objective as the path passes/other	89	22.59	
Type of stay			
Not staying	29	7.36	
Staying			
Houses provided by the national park	175	44.16	
Tents provided by the national park rental service	190	48.48	
Knowledge about forest resource conservation			
Some knowledge (1 - 4 points)	121	30.71	Average 4.14 points
Sufficient knowledge (5 - 8 points)	273	69.29	Maximum 5 points Minimum 1 point

ระดับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยว อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย

การศึกษาระดับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยว ของอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย เมื่อแบ่งคะแนนความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวออกเป็น 5 ช่วงเท่า ๆ กัน ผลการศึกษาพบว่า นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ได้คะแนนความพึงพอใจ อยู่ในช่วง 136 – 167 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 45.94 รองลงมาได้คะแนนความพึงพอใจ อยู่ในช่วง 168 – 200 คะแนน อยู่ในช่วง 104 – 135 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 41.37, 10.15 และน้อยที่สุด ได้คะแนนความพึงพอใจอยู่ในช่วง 40 – 71 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 0.51 ตามลำดับ นักท่องเที่ยวตอบคำถามได้คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 158.50 คะแนน ได้คะแนนมากที่สุด 200 คะแนน และได้คะแนนน้อยที่สุด 40 คะแนน

ทั้งนี้ ระดับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยว อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ดังกล่าวข้างต้น ปรากฏตาม (Table 2)

Table 2 Satisfaction score for the tourism services of Ramkhamhaeng national park, Sukhothai province.

Satisfaction score	Number (n=394)	Percentage	Remark
The least satisfied (40 - 71 points)	2	0.51	Average = 158.50 points
Less satisfied (72 - 103 points)	8	2.03	Maximum = 200 points
Medium satisfaction (104-135 points)	40	10.15	Minimum = 40 points
Very satisfied (136 - 167 points)	181	45.94	
Totally satisfied (168 - 200 points)	163	41.37	

ทั้งนี้ เมื่อนำคะแนนความพึงพอใจที่ได้มาทำการหาค่าเฉลี่ยการตอบคำถามแต่ละข้อ และทุกข้อของนักท่องเที่ยวทุกราย แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าอันตรภาคชั้นที่กำหนดไว้ ผลการศึกษาพบว่า ระดับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยว อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.872 ซึ่งหมายความว่า นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย อยู่ในระดับมาก และสามารถจำแนกระดับความพึงพอใจนักท่องเที่ยว ออกเป็นรายด้าน พบว่า (1) ด้านบุคลากรและการให้บริการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ซึ่งเป็นความพึงพอใจระดับมาก (2) ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 ซึ่งเป็นความพึงพอใจระดับมาก (3) ด้านอาคารสถานที่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 ซึ่งเป็นความพึงพอใจระดับมาก และ(4) ด้านการจัดทำสื่อความหมายธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ซึ่งเป็นความพึงพอใจระดับมาก ดังปรากฏตาม (Table 3)

Table 3 The level of tourists' satisfaction towards tourism services of Ramkhamhaeng National Park, Sukhothai province.

Satisfaction with tourism	Satisfaction level	Average	Remark
Personnel and Service	a lot of	4.13	
Facilities	a lot of	3.95	
building	a lot of	4.25	
In the preparation of natural interpretation	a lot of	4.16	

Source: Ramkhamhaeng National Park (2020)

การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย

ผลการศึกษาการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ได้แก่ วัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยว และความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ส่วนเพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพหลัก รายได้ของครัวเรือนรวม ภูมิลำเนา ประสบการณ์การท่องเที่ยว และลักษณะการพักแรม ไม่มีผลต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ตามรายละเอียดได้ผลดังนี้

เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพหลัก รายได้ของครัวเรือนรวม ภูมิลำเนา ประสบการณ์การท่องเที่ยว และ ลักษณะการพักแรม ไม่มีผลต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยว เนื่องจาก ผลการคำนวณพบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนวัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยว และความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ มีผลต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยว เนื่องจาก ผลการคำนวณพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ทั้งนี้ การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการ ด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ดังกล่าวข้างต้น ปรากฏตาม Table 4 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติน้ำตกเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง นักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีเพศต่างกัน มีความพึงพอใจต่ออุทยานแห่งชาติน้ำตกเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี ไม่แตกต่างกัน นักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีอายุต่างกัน มีความพึงพอใจต่ออุทยานแห่งชาติน้ำตกเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี โดยรวมไม่แตกต่างกัน นักท่องเที่ยวชาวไทย ที่มีระดับการศึกษาต่างกัน มีความพึงพอใจต่ออุทยานแห่งชาติน้ำตกเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี โดยรวมไม่แตกต่างกันและนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีอาชีพต่างกัน มีความพึงพอใจต่ออุทยานแห่งชาติน้ำตกเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี โดยรวมไม่แตกต่างกัน (Jeenapak *et al*., 2012.)

Table 4 Summary of the test results to find the relationships by analyzing the differences between the averages of factors affecting the satisfaction towards tourism services of the Ramkhamhaeng national park.

Independent Variable	t-test	F-test	p-value
Gender	0.340		0.734
Age		1.679	0.188
Educational level		0.960	0.412
Primary occupation		0.846	0.497
Total household income		2.499	0.083
Domicile		0.415	0.742
Experience in traveling		0.642	0.790
Objectives of traveling		0.527	0.043
Type of staying		0.806	0.447
Knowledge about forest resource conservation	1.762		0.037

สรุป

สรุป

ผู้ศึกษาได้ทำการสรุปผลจากการที่ได้ลงพื้นที่ทำการศึกษาเรื่องความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ดังนี้

ลักษณะสภาพทางเศรษฐกิจ สังคม และข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวในพื้นที่อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย สรุปว่า นักท่องเที่ยวที่ทำการศึกษาเป็นเพศชายและเพศหญิง จำนวนที่ใกล้เคียงกัน โดยเพศชาย จำนวน 202 คน อายุเฉลี่ย 31.87 ปี และเพศหญิง จำนวน

192 คน อายุเฉลี่ย 30.79 ปี มีการศึกษาส่วนใหญ่ระดับปริญญาตรี/ ปริญญาโทหรือสูงกว่า จำนวน 328 คน อาชีพหลักส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเป็นพนักงานบริษัท/องค์กรเอกชน จำนวน 200 คน และน้อยที่สุดได้แก่ นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา ตามลำดับ มีรายได้ของครัวเรือนรวม เฉลี่ย 834,907.66 บาท มีภูมิลำเนาที่ตั้งบ้านเรือนอยู่ในท้องที่ภาคกลาง จำนวน 294 คน ส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์การท่องเที่ยว มีวัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยวเป็นการท่องเที่ยวพักผ่อน/พักฟื้น จำนวน 158 คน รองลงมาคือ ท่องเที่ยวแบบผจญภัย/เล่นกีฬา จำนวน 147 คน มีลักษณะการพักแรมเป็นเต็นท์เช่าของอุทยานฯ จำนวน 191 คน รองลงมาคือบ้านพักของอุทยานฯ/เต็นท์ที่จัดเตรียมมาเอง จำนวน 174 คน นักท่องเที่ยวมีความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ตอบคำถามถูก เฉลี่ย 6.03 และตอบคำถามผิด เฉลี่ย 5.97

ระดับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยว อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย สรุปว่า นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 จำแนกเป็น (1) ด้านบุคลากรและการให้บริการ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 (ความพึงพอใจระดับมาก) (2) ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 (ความพึงพอใจระดับมาก) (3) ด้านอาคารสถานที่ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 (ความพึงพอใจระดับมาก) (4) ด้านการจัดทำสื่อความหมายธรรมชาติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.21 (ความพึงพอใจระดับปานกลาง)

การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการ ด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ได้แก่ วัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยว และความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ส่วนเพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพหลัก รายได้ของครัวเรือนรวม ภูมิลำเนา ประสบการณ์การท่องเที่ยว และความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ไม่มีผลต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย

ข้อเสนอแนะ

ผู้ศึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ สำหรับใช้ในการวางแผน พัฒนาคุณวิชัย ท้าวใจวงศ์ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ตลอดจนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อย่างสูง ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 แสดงว่า การให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย อยู่ในเกณฑ์ดี เป็นที่พอใจของนักท่องเที่ยว และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องควรจะรักษามาตรฐานการให้บริการในด้านต่าง ๆ ที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน และควรมุ่งพัฒนาและปรับปรุงการให้บริการในด้านต่างๆ ให้เป็นที่พึงพอใจของนักท่องเที่ยวในระดับที่สูงยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยว มีผลต่อความพึงพอใจต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย โดยเฉพาะกลุ่มนักท่องเที่ยวที่มาท่องเที่ยวพักผ่อน/พักฟื้น ดังนั้น การประชาสัมพันธ์กิจกรรมของอุทยานแห่งชาติมุ่งเน้นความเป็นศูนย์กลางของการท่องเที่ยวทางธรรมชาติในจังหวัดสุโขทัย และพื้นที่ใกล้เคียงและมีการประชาสัมพันธ์เชิงรุกให้กลุ่มนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวยังอุทยานแห่งชาติรามคำแหงทุกกลุ่ม

ความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ มีผลต่อความพึงพอใจต่อการให้บริการด้านการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย เนื่องจากบางคนมีความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากย่อมมีมุมมองทัศนคติ วิสัยทัศน์ ที่มากกว่าคนที่มีความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้น้อย

อุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐ ควรดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับความต้องการเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ

อุทยานแห่งชาติรามคำแหงจากทุกภาคส่วน เช่น หน่วยงานราชการ เอกชน นักท่องเที่ยวและประชาชนในพื้นที่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการพิจารณาวางแผนการบริหารจัดการอุทยานแห่งชาติรมคำแหง โดยการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

คำนิยม

ขอขอบพระคุณคุณปรยุษณ์ ไววว่อง ผู้อำนวยการสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ ๑๔ (ตาก) คุณวิชัย ท้าวใจวงศ์ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จังหวัดสุโขทัย ตลอดจนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อย่างสูง ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

REFERENCES

Kajonsilp, B. 2006. **Research statistics (9th printing).** Nonthaburi: PS Printing House. Print. (in Thai)

Cronbach, L.J. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika** 16(3): 297-334.

Jeenapak, V., Piriyapoen, T., Vornthong.and, S. 2021. Domestic tourists satisfaction towards the Erawan National Park in Kanchanaburi. **Journal of Faculty of Physical Education** 15(2): 38-47. (in Thai)

Kuder, G.F., Richardson, M.W. 1937. The Theory of the estimation of test reliability. **Psychometrika** 2(3): 151-160.

Luan Saiyot and Angkana Saiyot. (1997). **Research Statistics. (3rd edition).** Department of Educational Measurement and Research Faculty of Education Srinakarinwirot University Bangkok: Suwiriyasan. (in Thai)

Office of National Park. 2003. **National Park Management Administration Material in Seminar Province Environment and Resource**. Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Office of the National Economic and Social Development Council. 2006. **The plan for national economic and social development of the 10 (2007 – 2011).** The Prime Minister's Office, Bangkok.
(in Thai)

Ramkhamhaeng National Park, 2003**. Master Plan Management Area Ramkhamhaeng National Park Sukhothai Province.** Office of National Park Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Ramkhamhaeng National Park, 2020**. Summary of income statistics tourist statistics Ramkhamhaeng National Park (checkpoint), Sukhothai Province, fiscal year 2020.** Office of National Park. Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Yamane, T. 1973. **Statistics: An Introductory Analysis.** 3rd ed., Harper International Edition, Tokyo.

นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลของการใช้ที่ดินต่อคุณภาพน้ำบางประการบริเวณลุ่มน้ำสาขาลำภาชี
Effect of Land Use Type on Water Quality in the Lam Phachi Sub-watershed

กิตติมา ทองรอบ Kittima Tongrob
สุภัทรา ถึกสถิตย์* Supattra Thueksathit
นฤมล แก้วจำปา Naruemol Kaewjampa
พัชเรศร์ ชคัตตรัยกุล Patchares Chacuttrikul

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand
*Corresponding Author, E-mail: fforstt@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 12 ตุลาคม 2564 **รับแก้ไข** 29 พฤศจิกายน 2564 **รับลงพิมพ์** 3 ธันวาคม 2564

ABSTRACT

This research aimed to study the effects of agricultural and forested land use types on some water quality at the Lam Phachi sub-watershed. Eight water quality parameters were collected and analyzed during both wet and dry periods in 2018 and were compared with the surface water quality standard. Additionally, the water quality was determined by the Water Quality Index (WQI). From the results, it was found that temperature, pH, DO, nitrate, and phosphate content of the forested sub-watershed, agricultural sub-watershed and outlet of Lam Phachi sub-watershed were at the surface water standard class 2 during both the wet and dry periods. However, the Biochemical Oxygen Demand (BOD) of agricultural sub-watershed and total coliform bacteria of the outlet were higher than the surface water standard during the wet period. Moreover, the total suspended sediment in the agricultural sub-watershed and outlet, during the wet period, was greater than the forested sub-watershed. Water quality assessment through the water quality index (WQI) indicated that water quality of the forested sub-watershed was at good level during both the wet and dry periods, but the agricultural sub-watershed and outlet were poor during the wet period and better during the dry period. It can be concluded that agricultural land use in the Lam Phachi sub-watershed has affected the suspended sediment and BOD levels. Hence, soil and water conservation measurement should be applied to reduce surface runoff and soil erosion in the sub-watershed.

Keywords: Land use, Water quality, Lam Phachi sub-watershed

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการใช้ที่ดินประเภทป่าไม้และเกษตรกรรมที่มีต่อคุณภาพน้ำบางประการบริเวณลุ่มน้ำสาขาลำภาชี ทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีคุณภาพน้ำ จำนวน 8 ดัชนี ในช่วงน้ำหลากและช่วงน้ำ

แล้งในปี พ.ศ. 2561 โดยนำไปวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน รวมทั้งทำการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) จากผลการศึกษา พบว่าอุณหภูมิน้ำ ความเป็นกรด–ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ไนเตรท และฟอสเฟต ของลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ลุ่มน้ำย่อยเกษตร และจุดน้ำไหลออก (outlet) ของลุ่มน้ำสาขาลำภาชี มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ทั้งในช่วงน้ำหลากและช่วงน้ำแล้ง ในขณะที่ค่าบีโอดีของลุ่มน้ำย่อยเกษตรและโคลิฟอร์มแบคทีเรียของจุด outlet มีค่าเกินมาตรฐานในช่วงน้ำหลาก นอกจากนี้ ค่าตะกอนแขวนลอยในช่วงน้ำหลากของลุ่มน้ำย่อยเกษตรและจุด outlet มีค่าสูงกว่าลุ่มน้ำย่อยป่าไม้มาก และเมื่อประเมินคุณภาพน้ำโดย WQI พบว่าลุ่มน้ำย่อยป่าไม้มีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับดีทั้ง 2 ช่วง แต่ลุ่มน้ำย่อยเกษตรและจุด outlet มีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรม ในช่วงน้ำหลาก แต่มีคุณภาพน้ำที่ดีขึ้นในช่วงน้ำแล้ง สรุปได้ว่าการใช้ที่ดินประเภทเกษตรกรรมในลุ่มน้ำสาขาลำภาชีมีผลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยและค่าบีโอดี ดังนั้นจึงควรมีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่การเกษตรเพื่อลดน้ำไหลบ่าหน้าดินและการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำ

คำสำคัญ: การใช้ที่ดิน คุณภาพน้ำ ลุ่มน้ำสาขาลำภาชี

คำนำ

การพัฒนาในด้านต่าง ๆ และการเพิ่มขึ้นของประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่งผลให้มีการนำทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มาใช้เพื่อเป็นปัจจัยในการดำรงชีวิต และการพัฒนามากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะทรัพยากรดินและที่ดิน เนื่องจากความต้องการใช้ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ ที่หลากหลายขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจากพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนเป็นที่อยู่อาศัย รีสอร์ท สนามกอล์ฟ หรือโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินดังกล่าวย่อมส่งผลต่อผลผลิตน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งในด้านปริมาณ ระยะเวลาการไหล และคุณภาพน้ำ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งในด้านอุปโภคและบริโภค อีกทั้งในระยะยาวจะส่งผลต่อเนื่องถึงคุณภาพชีวิตของประชาชนในลุ่มน้ำ สังคม และเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ

ลุ่มน้ำสาขาลำภาชีเป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำแม่กลอง ซึ่งเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เกษตรกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ถึง ปี พ.ศ. 2561 ลุ่มน้ำสาขาลำภาชีมีพื้นที่ป่าสมบูรณ์ลดลงไปประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ ซึ่งส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำในทุกด้าน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการศึกษาผลของการใช้ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้ต่อคุณภาพน้ำในด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ทั้งช่วงน้ำหลาก (wet period) และช่วงน้ำแล้ง (dry period) รวมทั้งทำการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water Quality Index; WQI) ของลุ่มน้ำสาขาลำภาชี เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสมและการบริหารจัดการลุ่มน้ำให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ได้แก่ เครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบหัวรวม (multiple probe) อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ และอุปกรณ์สารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

วิธีการ

ขั้นตอนและวิธีการศึกษาแสดงใน Figure 1 และมีรายละเอียดดังนี้

1. การเลือกพื้นที่ศึกษา ลุ่มน้ำสาขาลำภาชีมีพื้นที่ประมาณ 2,526.20 ตารางกิโลเมตร มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาตะนาวศรี โดยขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำครอบคลุม 2 จังหวัด คือ จังหวัดกาญจนบุรีและจังหวัดราชบุรี การใช้ประโยชน์ที่ดินหลัก ๆ ของลุ่มน้ำได้แก่ ป่าไม้และเกษตรกรรม ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ตัวแทนลุ่มน้ำย่อยป่าไม้และลุ่มน้ำย่อยเกษตร โดยให้ลุ่มน้ำย่อยดังกล่าวมีประเภทการ

ใช้ที่ดินที่เป็นตัวแทนของลุ่มน้ำมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป เพื่อใช้เป็นลุ่มน้ำตัวแทนการใช้ที่ดินประเภทป่าไม้และลุ่มน้ำตัวแทนประเภทเกษตรกรรม ในการศึกษาครั้งนี้ได้คัดเลือกลุ่มน้ำย่อยเกษตรและลุ่มน้ำย่อยป่าไม้อย่างละ 3 ลุ่มน้ำ (Figure 2)

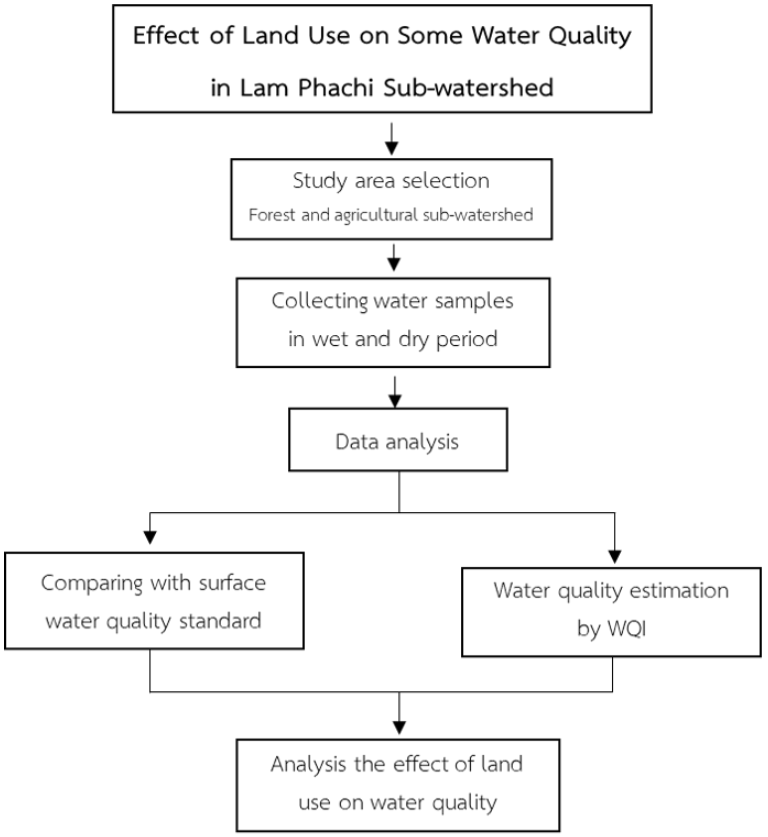


Figure 1 Methodology used in the study

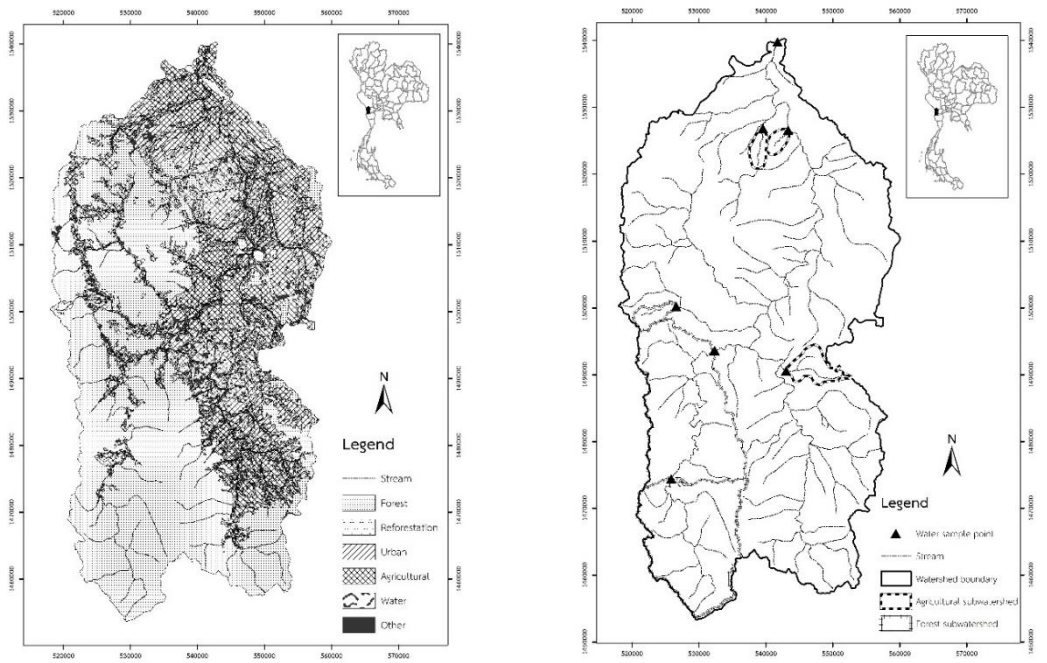
2. การเก็บข้อมูล ทำการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำบางประการ ทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ บริเวณจุดน้ำไหลออก (outlet) ของลุ่มน้ำย่อยเกษตรและลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ การใช้ที่ดินละ 3 ลุ่มน้ำย่อย รวมเป็น 6 จุด และบริเวณจุดน้ำไหลออกของลุ่มน้ำสาขาลำภาชี 1 จุด รวมทั้งสิ้น 7 จุด โดยทำการเก็บตัวอย่าง จำนวน 2 ครั้ง คือ ช่วงน้ำหลาก (wet period) ในเดือนตุลาคม และช่วงน้ำแล้ง (dry period) ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

2.1 การเก็บข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ ค่าอุณหภูมิน้ำ ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าออกซิเจนละลายน้ำ โดยใช้เครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบหัวรวม (multiple probe)

2.2 การเก็บตัวอย่างน้ำ สำหรับวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยวิธีแบบจ้วงตัก (grab sampling) บริเวณกึ่งกลางลำน้ำ ที่ระดับกึ่งกลางความลึกของลำน้ำ โดยใช้ขวดโพลีเอทิลีน ในการเก็บตัวอย่าง เพื่อการวิเคราะห์ค่าตะกอนแขวนลอย ค่าบีโอดี ค่าไนเตรท และค่าฟอสเฟต ส่วนการวิเคราะห์ค่าบีโอดีและค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ใช้ขวดแก้วทึบแสงที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร จากผิวน้ำ โดยเก็บตัวอย่าง

จำนวน 3 ซ้ำ ในแต่ละจุด และทำการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำตามมาตรฐาน สำหรับการวิเคราะห์น้ำ

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ วิเคราะห์ตามมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียใน Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ที่กำหนดโดย APHA: American Public Health Association, AWWA: American Water Works Association และ WPCF: Water Pollution Control Federation (APHA-AWWA-WEF, 2012) ดังรายละเอียดใน Table 1



(a) (b)

Figure 2 Study site (a) Land use pattern in the Lam Phachi Sub-watershed and (b) water sampling points.
Source: Modified from Land Development Department (2017).

Table 1 Methods for water quality analysis.

Water quality parameters (unit)	Methods/analysis
1. Temperature (Celsius)	Thermometer
2. pH	pH Meter
3. Total Suspended Solids (mg/l)	Dried at 103-105 ^{o}C
4. Biochemical Oxygen Demand (mg/l)	5 – Day BOD Test
5. Dissolved Oxygen (mg/l)	DO Meter Method
6. Nitrate-Nitrogen (mg/l)	Cadmium Reduction Method
7. Total Phosphorus (mg/l)	Ascorbic acid Method
8. Total Coliform Bacteria (MPN/100 ml)	Multiple Tube Fermentation Technique

Source: APHA-AWWA-WEF (2012)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำในแต่ละพื้นที่ศึกษากับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 (Announcement of the National Environment Board No. 8, 1994) รวมทั้งเปรียบเทียบคุณภาพน้ำระหว่างช่วงน้ำหลาก (wet period) กับช่วงน้ำแล้ง (dry period)

4.2 ประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) ของแต่ละลุ่มน้ำย่อยรวมทั้งจุด outlet ของลุ่มน้ำสาขาลำภาชี โดยเลือกใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ จำนวน 6 ดัชนี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ค่าตะกอนแขวนลอย (Total Suspended Solids, TSS) ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen, NO_3-N) และค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) โดยใช้วิธีการคำนวณของกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2001A) ดังสมการ

$$WQI = \sqrt[6]{(pH)\ (DO)\ (BOD)\ (TSS)\ (NO_3\text{-}N)\ (PO_4^{3-})}$$

เมื่อ WQI คือ ดัชนีคุณภาพน้ำ
pH คือ ค่าความเป็นกรด–ด่าง
DO คือ ออกซิเจนละลายน้ำ
BOD คือ ความต้องการปริมาณออกซิเจนทางชีวภาพ
TSS คือ ตะกอนแขวนลอย
NO_3-N คือ ไนเตรท-ไนโตรเจน
PO_4^{3-} คือ ฟอสเฟต

นำค่าคะแนนที่ได้ในแต่ละดัชนี มาคำนวณตามสมการข้างต้น เพื่อหาค่าคะแนน WQI แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำ (Table 2)

Table 2 Water quality Index (WQI) scores used for the assessment of water quality.

WQI scores	WQI levels	Surface water quality standard types
91-100	Excellent	1
71-90	good	2
61-70	medium	3
31-60	poor	4
0-30	Very poor	5

Source: Pollution Control Department (2001B).

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาคุณภาพน้ำบางประการในด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ จำนวน 8 ดัชนี ในบริเวณลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ลุ่มน้ำย่อยเกษตร และจุด Outlet ของลุ่มน้ำสาขาลำภาชี ทั้งในช่วงน้ำหลากและในช่วงน้ำแล้ง (Table 3 and Figure 3) มีผลการศึกษาดังนี้

คุณภาพน้ำบางประการ

1. คุณภาพน้ำทางกายภาพ

1.1 ค่าอุณหภูมิน้ำ ของลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ลุ่มน้ำย่อยการเกษตร และจุด Outlet ของลุ่มน้ำสาขาลำภาชี พบว่าในช่วงน้ำหลากมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 27.3, 28.7 และ 29.2 องซาเซลเซียส และในช่วงน้ำแล้งเท่ากับ 25.6, 30.0 และ 29.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยในช่วงน้ำหลากอุณหภูมิน้ำของแต่ละพื้นที่มีอุณภูมิสูงกว่าช่วงน้ำแล้ง เนื่องจากช่วงน้ำแล้งอยู่ในช่วงปลายปีเป็นช่วงฤดูหนาวทำให้อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิน้ำลดลง นอกจากนี้ อุณหภูมิน้ำของลุ่มน้ำย่อยป่าไม้มีค่าต่ำกว่าพื้นที่อื่น ๆ เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้มีการปกคลุมของเรือนยอดต้นไม้มากกว่าและมีหลายชั้นเรือนยอด ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่เป็นพืชไร่มีชั้นเรือนยอดเดียวและบางพื้นที่เป็น

พื้นที่โล่ง ส่วนจุด Outlet ในช่วงน้ำหลากและช่วงน้ำแล้งมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิน้ำในธรรมชาติซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 20-35 องศาเซลเซียส (Chunkao, 1982) พบว่าอุณหภูมิน้ำของลุ่มน้ำย่อยทั้งสอง และจุด Outlet มีค่าอุณภูมิอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

1.2 ค่าตะกอนแขวนลอย ของลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ลุ่มน้ำย่อยเกษตร และจุด Outlet พบว่า ในช่วงน้ำหลากมีค่าตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 13.98, 97.02 และ 138.67 มิลลิกรัมต่อลิตร และในช่วงน้ำแล้งมีค่าเท่ากับ 9.89, 5.85 และ 72.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยที่จุด Outlet และลุ่มน้ำย่อยเกษตร มีปริมาณตะกอนแขวนลอยมากโดยเฉพาะในช่วงน้ำหลาก เนื่องจากจุด Outlet เป็นจุดรวมน้ำไหลออกของพื้นที่ศึกษา ตะกอนแขวนลอยมาจากการใช้ที่ดินทุกประเภทในลุ่มน้ำสาขาลำภาชี จึงทำให้มีค่าตะกอนแขวนลอยสูงกว่าบริเวณอื่น นอกจากนี้ ในช่วงที่อยู่ในฤดูฝนจะเกิดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำได้ง่าย เนื่องจากลุ่มน้ำย่อยเกษตรมีเรือนยอดปกคลุมดินน้อย มีกิจกรรมการเตรียมพื้นที่ก่อนการเพาะปลูก เมื่อมีฝนตกลงมาทำให้การชะล้างพังทลายของดินเกิดขึ้นได้ง่าย ส่งผลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำที่สูงกว่าช่วงน้ำแล้งที่มีปริมาณฝนน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Giri *et al*. (2018) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการใช้ที่ดินต่อคุณภาพลุ่มน้ำ โดยพบว่าพื้นที่ป่าไม้สามารถช่วยลดตะกอนแขวนลอยในลำน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Duangsawasdi and Somsiri (1985) ได้กล่าวว่า แหล่งน้ำที่ให้ผลผลิตทางการประมงควรมีค่าตะกอนแขวนลอยอยู่ในช่วง 25-80 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถ้าตะกอนแขวนลอยอยู่ในช่วง 80-400 มิลกรัมต่อลิตร จะทำให้ผลผลิตทางการประมงลดลงและถ้ามีตะกอนแขวนลอยมากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไปจะมีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จะเห็นได้ว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำย่อยเกษตรและบริเวณจุด Outlet ในช่วงน้ำหลากสามารถส่งผลต่อผลผลิตทางการประมงและการใช้ทรัพยากรน้ำของคนในพื้นที่ลุ่มน้ำได้

Table 3 Water quality in the Lam Phachi Sub-watershed during the wet period and dry periods in 2019.

Water sampling points	period	Water quality parameters							
		Temperature (°C)	TSS (mg/l)	pH	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	PO_4^{2-} (mg/l)	TCB (MPN/100ml)
Forest	wet	27.3	13.98	8.00	6.78	1.03	0.23	0.15	1,362
Sub-watershed	dry	25.6	9.89	7.64	7.83	0.64	0.14	0.08	600
Agricultural	wet	28.7	97.02	7.90	6.67	3.55	0.88	0.33	3,017
Sub-watershed	dry	30.0	5.85	7.11	8.08	0.82	0.62	0.10	228
Outlet	wet	29.2	138.67	7.85	6.43	1.01	0.61	0.32	29,500
	dry	29.0	72.33	7.87	7.09	0.72	0.38	0.15	490

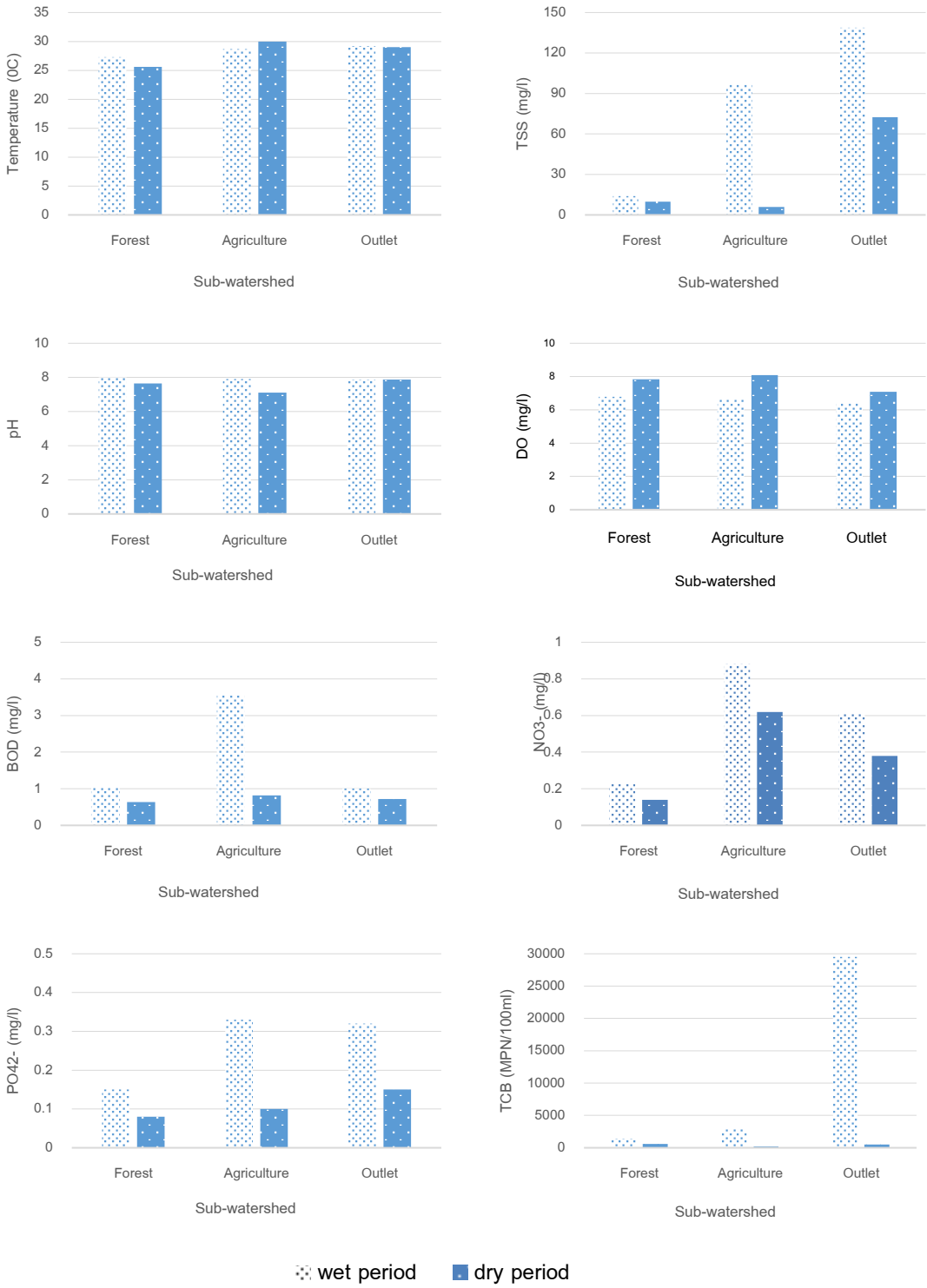


Figure 3 Water quality in the Lam Phachi Sub-watershed during the wet period and dry periods in 2019.

2. คุณภาพน้ำทางเคมี

2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ลุ่มน้ำย่อยการเกษตร และจุด Outlet ของลุ่มน้ำสาขาลำภาชี พบว่าในช่วงน้ำหลากมีค่า 8.00, 7.90 และ 7.85 และในช่วงน้ำแล้งมีค่า 7.64, 7.11 และ 7.87 ตามลำดับ โดยพบว่าลุ่มน้ำย่อยป่าไม้มีค่าสูงกว่าลุ่มน้ำย่อยเกษตรเล็กน้อย และในช่วงน้ำหลากมีค่าสูงกว่าในช่วงน้ำแล้ง ส่วนจุด Outlet มีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน พบว่าในทุกพื้นที่ศึกษามีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คืออยู่ในช่วง 5.0-9.0

2.2 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ในลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ลุ่มน้ำย่อยเกษตร และจุด Outlet พบว่า ในช่วงน้ำหลากมีค่าออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 6.78, 6.67 และ 6.43 มิลลิกรัมต่อลิตร และในช่วงน้ำแล้ง มีค่าเท่ากับ 7.83, 8.08 และ 7.09 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยค่าออกซิเจนละลายน้ำของทั้งสามพื้นที่ศึกษาไม่แตกต่างกันมากนัก โดยในช่วงน้ำหลากจะมีค่าต่ำกว่าช่วงน้ำแล้งเล็กน้อย เนื่องจากในช่วงน้ำหลากนอกจากการชะล้างหน้าดินแล้วยังมีการชะล้างเศษของซากพืชจากการเกษตรลงสู่แหล่งน้ำด้วย ซึ่งเศษซากของพืชต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นสาเหตุสำคัญทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าลดลง เพราะเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลง อีกทั้งสอดคล้องกับปริมาณตะกอนแขวนลอยที่มีอยู่ในน้ำปริมาณมากทำให้ปริมาณออกซิเจนจากบรรยากาศลงสู่แหล่งน้ำได้น้อยลง ในทางตรงข้ามในช่วงน้ำแล้ง พบว่ามีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าในช่วงน้ำหลากเล็กน้อย เนื่องจากช่วงหน้าแล้งปริมาณน้ำในลำธารยังมีการไหลที่ดีเพราะขนาดของลำธารจุดเก็บตัวอย่างมีขนาดกว้าง อีกทั้งไม่มีการชะล้างเศษซากพืชลงสู่แหล่งน้ำ และเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน พบว่าทุกพื้นที่ศึกษามีค่าออกซิเจนละลายน้ำตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินระดับที่ 2 คือไม่น้อยกว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.3 ค่าบีโอดี ของลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ลุ่มน้ำย่อยเกษตร และจุด Outlet พบว่า ในช่วงน้ำหลากมีค่าบีโอดี 1.03, 3.55 และ 1.01 มิลลิกรัมต่อลิตร และในช่วงน้ำแล้งมีค่าเท่ากับ 0.64, 0.82 และ 0.72 ตามลำดับ โดยลุ่มน้ำย่อยเกษตรมีค่าบีโอดีสูงกว่าลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ และจุด Outlet เนื่องจากในช่วงน้ำหลากลุ่มน้ำย่อยเกษตรจะมีน้ำไหลบ่าหน้าดินทำให้เกิดการชะล้างหน้าดินและเศษซากพืชทางการเกษตรลงสู่แหล่งน้ำ โดยสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ถูกชะล้างลงสู่ลำน้ำเหล่านี้ส่งผลทำให้ค่าบีโอดีของลุ่มน้ำย่อยเกษตรมีค่าสูงกว่าที่อื่น ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ketkeaw *et al.* (2019) ที่ทำการศึกษาผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำในคลองสำโรง และการศึกษาของ Piekkoontod and Sattayavibul (2020) เกี่ยวกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินกับคุณภาพสิ่งแวดล้อม บริเวณลุ่มน้ำท่าจีน ซึ่งทั้งสองงานวิจัย พบว่าการลดลงหรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม รวมถึงการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เกษตรและพื้นที่ชุมชน ส่งผลโดยตรงต่อค่าบีโอดีในแหล่งน้ำทำให้ให้ค่าบีโอดีสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน พบว่าค่าบีโอดีของลุ่มน้ำย่อยเกษตรในช่วงน้ำหลากมีค่าเกินมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ที่สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการเกษตร

2.4 ค่าไนเตรท ของลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ลุ่มน้ำย่อยเกษตร และจุด Outlet พบว่า ในช่วงน้ำหลากมีค่าไนเตรทเท่ากับ 0.23, 0.88 และ 0.61 มิลลิกรัมต่อลิตร และในช่วงน้ำแล้งมีค่าไนเตรท 0.14, 0.62 และ 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยในช่วงน้ำหลากจะมีค่าไนเตรทสูงกว่าช่วงน้ำแล้ง และในลุ่มน้ำย่อยเกษตรมีค่าไนเตรทสูงที่สุดทั้งในช่วงน้ำหลากและช่วงน้ำแล้ง เนื่องจากลุ่มน้ำย่อยเกษตรมีการปนเปื้อนจากการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยธรรมชาติที่มีธาตุอาหารพืชในรูปไนเตรทเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง เมื่อถึงช่วงน้ำหลากเกิดการชะล้างหน้าดินและปุ๋ยเคมีลงสู่แหล่งน้ำทำให้มีค่าไนเตรทสูง เมื่อน้ำไหลรวมกันลงสู่ลำน้ำสาขาลำภาชี ทำให้จุด Outlet มีค่าไนเตรทสูงตามไปด้วย ในขณะที่ค่าไนเตรทของ

ลุ่มน้ำย่อยป่าไม้มาจากการเน่าเปื่อยของซากพืชในพื้นที่ป่าไม้ตามธรรมชาติ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tippmasn and Pukngam (2009) ที่ทำการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ป่าไม้เกษตรกรรม และป่าไม้เกษตรกรรม บริเวณลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง และการศึกษาของ Effendi *et al*. (2018) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินและคุณภาพน้ำ ซึ่งทั้งสองงานวิจัยพบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำเกษตรกรรมหรือพื้นที่ที่มีการทำการเกษตรอย่างเข้มข้น ค่าไนเตรทจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการใช้สารเคมีและปุ๋ยในพื้นที่ลุ่มน้ำ อย่างไรก็ตามเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน พบว่าลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ลุ่มน้ำย่อยเกษตร และจุด Outlet มีค่าไนเตรทไม่เกินค่ามาตรฐาน คือ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.5 ค่าฟอสเฟต ของลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ลุ่มน้ำย่อยเกษตร และจุด Outlet พบว่าในช่วงน้ำหลากมีค่าฟอสเฟตเท่ากับ 0.15, 0.33 และ 0.32 มิลลิกรัมต่อลิตร และในช่วงน้ำแล้งมีค่าเท่ากับ 0.08, 0.10 และ 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยในช่วงน้ำหลากจะมีค่าฟอสเฟตสูงกว่าช่วงน้ำแล้ง ซึ่งในลุ่มน้ำย่อยป่าไม้มีค่าฟอสเฟตน้อยที่สุดโดยมีปริมาณการปลดปล่อยเป็นไปตามธรรมชาติ ส่วนในลุ่มน้ำย่อยเกษตรมีค่าฟอสเฟตสูงกว่าลุ่มน้ำป่าไม้ เนื่องจากมีการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักตามธรรมชาติที่มีฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ ในขณะที่ Tuntoollavest (2008) กล่าวว่า ปริมาณฟอสเฟตในบ่อเลี้ยงปลาควรอยู่ระหว่าง 0.1-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นปริมาณฟอสเฟตจากพื้นที่ศึกษายังไม่ส่งผลกระทบต่อลุ่มน้ำสาขาลำภาชีในภาพรวม นอกจากนั้นผลการศึกษายังสอดคล้องกับการศึกษาของ Hirunrat (2005) ที่ทำการศึกษาผลของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่ป่าต้นน้ำ พื้นที่เกษตร และพื้นที่ชุมชน ต่อคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงตอนบน พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมมีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในแหล่งน้ำมากกว่าพื้นที่ป่าต้นน้ำ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เกษตรกรรมจะสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าฟอสเฟตในแหล่งน้ำอย่างชัดเจนและมีนัยสำคัญ (Romero *et al*., 2018; Giri *et al*., 2018) นอกจากนี้ Yadav *et al.* (2019) ยังกล่าวเพิ่มเติมอีกว่า การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชุมชนมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณฟอสเฟต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง

3. คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียของลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ลุ่มน้ำย่อยเกษตร และจุด Outlet พบว่าในช่วงน้ำหลากมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเท่ากับ 1,362, 3,017 และ 29,500 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และในช่วงน้ำแล้งมีค่าเท่ากับ 600, 228 และ 490 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยในช่วงน้ำหลากมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงกว่าช่วงน้ำแล้ง โดยจุด Outlet ของลำน้ำสาขาลำภาชีพบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากที่สุด รองลงมาคือลุ่มน้ำย่อยเกษตร และลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำสาขาลำภาชีมีการเลี้ยงสัตว์ การทำประมงน้ำจืด และมีแหล่งชุมชน ทำให้มีการชะล้างเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียลงสู่แหล่งน้ำโดยเฉพาะจากแหล่งชุมชนและการเลี้ยงสัตว์ โดยจะไหลไปสะสมที่จุด Outlet ทำให้มีค่าสูง ในขณะที่ลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ในช่วงน้ำแล้งมีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่สูงกว่าพื้นที่อื่น เนื่องจากในตอนบนของบางลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ที่ทำการศึกษามีชุมชนตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ต้นน้ำจึงส่งผลให้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่สูงกว่าพื้นที่อื่นเล็กน้อย ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน พบว่าลุ่มน้ำย่อยป่าไม้และลุ่มน้ำย่อยเกษตรมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือมีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่เกิน 5,000 เอ็มพีเอ็น ต่อ 100 มิลลิลิตร ทั้งในช่วงน้ำหลากและช่วงน้ำแล้ง ส่วนบริเวณจุด Outlet พบว่าในช่วงน้ำหลากมีค่าเกินมาตรฐานในขณะที่ช่วงน้ำแล้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งผลการศึกษานี้คล้ายคลึงกับการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อคุณภาพน้ำของ Romero *et al*. (2018) ที่พบว่าการทำการเกษตรและการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชุมชนจะส่งผลต่อปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแหล่งน้ำ ซึ่งพื้นที่ชุมชนหรือเขตเมืองจะมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแหล่งน้ำมากที่สุด

การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI)

จากการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) พบว่าลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ในช่วงน้ำหลากและช่วงน้ำแล้งมีค่าคะแนน WQI สูง จัดอยู่ในระดับดี เนื่องจากเป็นพื้นที่ธรรมชาติ ซึ่งเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 คือแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ เพื่อการประมง และเพื่อการว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ (Announcement of the National Environment Board No. 8, 1994) ส่วนลุ่มน้ำย่อยเกษตรในช่วงน้ำหลากจัดอยู่ในระดับเสื่อมโทรม เนื่องจากมีค่าตะกอนแขวนลอย ค่าบีโอดี และค่าฟอสเฟตที่สูง จึงทำให้ค่าคะแนน WQI น้อย เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม (Announcement of the National Environment Board No. 8, 1994) ในขณะที่ในช่วงน้ำแล้งคุณภาพน้ำดีขึ้น จัดอยู่ในระดับดี เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ส่วนจุด Outlet ของลุ่มน้ำสาขาลำภาชี ในช่วงน้ำหลากจัดอยู่ที่ระดับเสื่อมโทรม เทียบได้กับคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 และในช่วงน้ำแล้งจัดอยู่ในระดับพอใช้ เทียบได้กับคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการเกษตร (Announcement of the National Environment Board No. 8, 1994) ดังรายละเอียดใน Table 4

จะเห็นได้ว่า จากผลการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ WQI จะสอดคล้องกับผลของการดัชนีคุณภาพน้ำของแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยลุ่มน้ำย่อยป่าไม้มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกดัชนีทั้งในช่วงน้ำหลากและในช่วงน้ำแล้ง ส่งผลให้ค่าคะแนน WQI มีค่าสูงในทั้งสองช่วง ในขณะที่ลุ่มน้ำย่อยเกษตรและจุด Outlet ของลุ่มน้ำสาขาลำภาชี มีดัชนีคุณภาพน้ำบางดัชนีมีค่าที่สูงและบางดัชนีมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน จึงทำให้ค่าคะแนน WQI ของทั้งสองพื้นที่มีค่าต่ำมาก โดยเฉพาะในช่วงน้ำหลาก

Table 4 Water quality index (WQI) assessment of the forested, agricultural sub watershed and outlet of the Lam Phachi Sub-watershed during the wet and dry periods in 2019.

Water sampling points	Parameters	Water quality value		Scores	
		Wet period	Dry period	Wet period	Dry period
Forest	DO	6.78	7.83	93	99
Sub-watershed	pH	8.00	7.64	92	95
	SS	13.98	8.89	90	94
	BOD	1.03	0.64	89	93
	NO_3^-	0.23	0.14	96	98
	PO_4^{3-}	0.15	0.08	69	82
	WQI score			**78**	**87**
	WQI level			**good**	**good**
	surface water quality standard type			**2**	**2**
Agriculture	DO	6.67	8.08	92	97
Sub-watershed	pH	7.90	7.11	93	93
	SS	97.02	8.85	34	95
	BOD	3.55	0.82	65	91
	NO_3^-	0.88	0.62	87	91
	PO_4^{3-}	0.33	0.10	44	78
	WQI score			**47**	**83**
	WQI level			**poor**	**good**
	surface water quality standard type			**4**	**2**
Outlet	DO	6.43	7.09	90	96
	pH	7.85	7.87	94	94
	SS	138.67	72.33	21	43
	BOD	1.01	0.72	89	92
	NO_3^-	0.61	0.38	91	94
	PO_4^{3-}	0.32	0.15	45	69
	WQI score			**51**	**66**
	WQI level			**poor**	**medium**
	surface water quality standard type			**4**	**3**

สรุป

การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำสาขาลำภาชีส่วนใหญ่คือพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม โดยค่าดัชนีคุณภาพน้ำต่าง ๆ ของลุ่มน้ำย่อยป่าไม้ ได้แก่ ค่าอุณหภูมิน้ำ ค่าตะกอนแขวนลอย ค่าความเป็นกรด–ด่าง ค่าบีโอดี ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าไนเตรท ค่าฟอสเฟต และปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียส่วนใหญ่ทั้งในช่วงน้ำหลากและน้ำแล้งมีค่าที่ดีกว่าลุ่มน้ำย่อยเกษตรและจุด outlet ของลุ่มน้ำสาขาลำภาชี และมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ในขณะที่ค่าบีโอดีของลุ่มน้ำย่อยเกษตรและโคลิฟอร์มแบคทีเรียของจุด outlet มีค่าเกินมาตรฐานในช่วงน้ำหลาก นอกจากนี้ ค่าตะกอนแขวนลอยในช่วงน้ำหลากของลุ่มน้ำย่อยเกษตรและจุด outlet มีค่าสูงกว่าลุ่มน้ำย่อยป่าไม้มาก เนื่องจาก

ในช่วงน้ำหลากมีการชะล้างพังทลายหน้าดินและเศษซากพืชที่เหลือจากการทำการเกษตรลงสู่ลำน้ำ อีกทั้งในพื้นที่ลุ่มน้ำมีการเลี้ยงสัตว์การทำประมงน้ำจืด และชุมชน ส่งผลทำให้โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่จุด outlet มีค่าสูงมาก ส่วนในช่วงน้ำแล้งดัชนีคุณภาพน้ำส่วนใหญ่ในทุกพื้นที่ศึกษามีค่าที่ดีขึ้น เนื่องจากโอกาสเกิดการชะล้างพังทลายของดินลงสู่แหล่งน้ำน้อยลงมาก

ดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) ของลุ่มน้ำย่อยป่าไม้มีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับดีทั้งช่วงน้ำหลากและช่วงน้ำแล้ง ในขณะที่ลุ่มน้ำย่อยเกษตรและจุด outlet ของลุ่มน้ำสาขาลำภาชีในช่วงน้ำหลากมีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรม แต่ในช่วงน้ำแล้งมีคุณภาพน้ำที่ดีมากขึ้น สรุปได้ว่าการใช้ที่ดินประเภทเกษตรกรรมในลุ่มน้ำสาขาลำภาชีมีผลต่อคุณภาพน้ำบางประการโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงน้ำหลาก ปริมาณตะกอนแขวนลอยและค่าบีโอดีจะมีค่าสูง เนื่องจากเกิดการชะล้างพังทลายของดินและเศษซากพืชทางการเกษตรลงสู่แหล่งน้ำ ดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง และการลดการใช้ปุ๋ยเคมีในพื้นที่การเกษตรกรรม รวมทั้งการดูแลรักษาป่าไม้โดยเน้นแหล่งต้นน้ำลำธาร ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำในด้านคุณภาพน้ำที่ยั่งยืน

REFERENCES

Announcement of the National Environment Board No. 8. 1994. **The Determination of Water Quality Standards in Surface Water Sources.** The Government Gazette, Volume 111, Part 16 ง. 24 February 1994. (in Thai)

APHA-AWWA-WEF. 2012. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 22nd edition edited by E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton and L.S. Clesceri. Washington, D.C., USA.

Chunkao, K. 1982. **Environmental Science**. Aksorn Siam LTD., Part. Bangkok. (in Thai)

Duangsawasdi, M., Somsiri, J. 1985. **Water Quality and Analytical Methods for Fisheries Research**. National Institute of Inland Fisheries, Department of Fisheries. Bangkok. (in Thai)

Effendi, H., Muslimah, S., Permatasari, P.A. 2018. Relationship between land use and water quality in Pesanggrahan River. **IOP Conference Series Earth and Environmental Science** 149(1): 012022. Doi:10.1088/1755-1315/149/1/012022.

Giri, S., Qiu, Z., Zhang, Z. 2018. Assessing the impacts of land use on downstream water quality using a hydrologically sensitive area concept. **Journal of Environmental Management** 213: 309-319.

Hirunrat, A. 2005. **Effect of Land Use on Water Quality of Watershed Area at Upper Lamp Phra Ploeng Reservoir, Wang Nam Khieo District, Nakhon Ratchasima Province**. M.S. Thesis. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Ketkeaw, T., Thanuttamavong, M., Kaveeta R. 2019. Effects of land use on water quality in Samrong canal, Samut Prakan province. **Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University** 21(1): 175-183. (in Thai)

Land Development Department. 2017**. Land Use Data of Kanchanaburi and Ratchaburi Province**. Land Development Department, Bangkok. (in Thai)

Piekkoontod, T., Sattayavibul A. 2020. The Riparian area, relationship between

land utilization and environmental quality case study: Tha Chin watershed. **Journal of Multidisciplinary Academic Research and Development** 2(2): 30-44. (in Thai)

Pollution Control Department. 2001A. **Report on the Situation and Management of Water Pollution 2001 - 2002**. Department of Water Quality Management. Bangkok. (in Thai)

Pollution Control Department. 2001B. **Water Quality Standards and Water Quality Criterions in Thailand (4th edition).** Ministry of Science Technology and Environment, Bangkok. (in Thai)

Romero, A.J.R., Sanchez, A.E.R. Martinez, E.M. Ruiz, A.G., Diaz, J.E.S., Lopez, E.L. 2018. Impact of changes of land use on water quality, from tropical forest to anthropogenic occupation a multivariate approach. **Water** 10(11): 1-16. Doi:10.3390/w 10111518.

Tippmasn, N., Pukngam, S. 2009. Water quality monitoring in forested, agricultural and mixed forested agricultural areas using small watersheds in the Mae Thang sub-watershed, Phrae province. **Thai Journal of Forestry** 28(1): 56-66. (in Thai)

Tuntoollavest, M. 2008. **Chemistry of Water and Wastewater**. Chulalongkorn University Printing House. Bangkok. (in Thai)

Yadav, S., Babel, M.S., Shrestha, S., Dep, P. 2019. Land use impact on the water quality of large tropical river: Mun river basin, Thailand. **Environ Monit Assess** 191: 1-22. Doi:10.1007/s10661 -019-7779-3.

นิพนธ์ต้นฉบับ

การทดแทนของสังคมพืชที่มีอายุต่างกันในสวนยางพารา ในพื้นที่จังหวัดสงขลาและพัทลุง

Successional Status of Plant Communities of Different Ages in Rubber Plantations at Songkhla and Phattalung Provinces

สาระ บำรุงศรี* **Sara Bumrungsri***
จรัล ลีรติวงศ์ **Charan Leeratiwong**

สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90110
Division of Biological Science, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90110 Thailand
*Corresponding Author, Email: sara.b@psu.ac.th

รับต้นฉบับ 18 ตุลาคม 2564 **รับแก้ไข** 2 ธันวาคม 2564 **รับลงพิมพ์** 9 ธันวาคม 2564

ABSTARCT

Almost all para rubber plantations in Thailand are under monoculture practice, with only a few rubber farmers interested to adopt rubber-based agroforestry practices. Information of native trees which can grow well in a rubber plantation is limited. This research aimed to study the successional status of different-aged plant communities in para rubber plantations. Ten to 77 plots of 10m x 10m size of each were used as sample plots at each study site. In each plot, the diameter at breast height of all trees with a stem diameter of at least 1cm were measured at three locations: (1) near Payang restaurant (successional time 10-12 years), (2) Tamod district (22 year old), and plant conservation area (40 year old). Importance value index (IVI) of the existing species and species diversity index was calculated. Plant community structure varied between the sampled sites. Species with high IVI values varied with each site, site 1; *Microcos tomentosa*, *Cleistanthus polyphyllus*, and *Mesua kunstleri*, site 2; *Garcinia merguensis*, *Decaspermum parviflorum*, and *Syzygium grande*, sites 3; *Mesua kunstleri*, *Microcos tomentosa,* and *Syzygium lineatum*. *Litsea grandis, Calophyllum calaba*, and *Cinnamomum iners* were found on all sites. Similarity in plant communities increased with age with the older successional stands being very similar. The diversity index was influenced by distance from natural forest and age of succession. Relative densities of zoochory plants at these sites varied in a range of 50-85% in each plant community. We recommend that certain successional tree species with high IVI and species diversity index in the Tamod district can be planted in rubber plantations with poor soil conditions and low pH.

Keyword: Succession, Rubber plantation, Agroforestry, Plant community, Species diversity

บทคัดย่อ

สวนยางพาราในประเทศไทยส่วนใหญ่ปลูกแบบเชิงเดี่ยว เกษตรกรจำนวนน้อยรายสนใจทำสวนยางพาราวนเกษตร ข้อมูลเกี่ยวกับพรรณไม้ท้องถิ่นที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสวนยางพารายังมีอยู่จำกัด การวิจัยนี้เป็น

การศึกษาสังคมพืชที่ขึ้นทดแทนมีอายุแตกต่างกันในสวนยางพาราที่สำหรับเป็นข้อมูลในการเลือกชนิดไม้สำหรับปลูกในสวนยางพารา โดยวางแปลงขนาด 10 x 10 เมตร จำนวน 10-77 แปลงในแต่ละพื้นที่ ในแต่ละแปลงทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 ซม. ขึ้นไปในสวนยางพารา 3 พื้นที่คือ (1) บริเวณร้านอาหารป่ายาง (อายุการทดแทน 10-12 ปี) (2) ตำบลตะโหมด (22 ปี) และ (3) พื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชเขาคอหงส์ (40 ปี) คำนวณค่าดัชนีความสำคัญและดัชนีความหลากหลาย พบว่าโครงสร้างสังคมพืชมีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงในพื้นที่ 1 คือพลับพลา นกนอน และบุนนาคคอหงส์ พื้นที่ 2 คือ นวล ขี้ใต้ และเม่า พื้นที่ 3 คือ บุนนาคคอหงส์ พลับพลา และขวาด โดยพบกะทังใบใหญ่ ตังหน และเชียดทั้งสามพื้นที่ สังคมพืชในสวนยางพาราคล้ายคลึงกันมากขึ้นเมื่ออายุของการทดแทนสูงขึ้น ระยะห่างจากป่าธรรมชาติและอายุของการทดแทนมีอิทธิพลต่อดัชนีความหลากหลาย ทั้งสามพื้นที่มีความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ที่กระจายเมล็ดโดยสัตว์แปรผันในช่วง 50-85% พรรณไม้ที่เติบโตในพื้นที่ตะโหมดได้ดีควรเป็นพรรณไม้แนะนำเพื่อปลูกในสวนยางพาราที่ดินคุณภาพต่ำและเป็นกรดค่อนข้างสูง

คำสำคัญ: การทดแทน สวนยางพารา วนเกษตร สังคมพืช ความหลากชนิด

คำนำ

พื้นที่ป่าไม้เขตร้อนชื้นของโลกได้ลดลงอย่างมากในระยะไม่กี่สิบปีที่ผ่านมา มีการประมาณค่าตัวเลขว่าพื้นที่ป่าดังกล่าวถูกทำลายปีละ 36.25 ล้านไร่ และอีก 14.37 ล้านไร่ถูกทำให้เสื่อมสภาพ (Achard *et al*. 2002) โดยที่ป่าไม้เขตร้อนชื้นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นบริเวณที่มีอัตราการทำลายสูงที่สุดในโลก สำหรับประเทศไทยนั้นป่าไม้ได้ลดลงอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกัน ในปี พ.ศ. 2504 มีพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 53 ของพื้นที่ประเทศ และลดลงเหลือร้อยละ 26 ในปี 2536 หรือราวประมาณ 83 ล้านไร่ ในปี 2560 ภาคใต้มีพื้นที่ป่าไม้ 11.09 ล้านไร่หรือร้อยละ 25.09 ของพื้นที่ภาค (Office of Agricultural Economics. 2019) สาเหตุหลักของการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ในภาคใต้ คือ การบุกเบิกพื้นที่ป่าเพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจโดยเฉพาะยางพาราและปาล์มน้ำมัน พื้นที่ปลูกยางพาราทั้งประเทศในปี 2560 มีจำนวน 22.5 ล้านไร่ และร้อยละ 60.88 (13.70 ล้านไร่) อยู่ในภาคใต้ (Rubber Research Institute. 2018) พื้นที่สวนยางพาราและป่าไม้ในภาคใต้มีสัดส่วนใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 25-30 ของพื้นที่

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การทำสวนยางพารามีผลต่อการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ของประเทศ โดยที่สวนยางพาราเชิงเดี่ยวไม่ช่วยรักษาความหลากหลายทางชีวภาพนัก ส่วนหนึ่งเกิดจากนโยบายของรัฐบาลตั้งแต่เริ่มตั้งกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางในปี 2503 ที่กำหนดว่าสวนยางพาราที่ได้รับการสงเคราะห์จากกองทุนจะต้องไม่ให้มีไม้ยืนต้นชนิดอื่น ๆ ไว้ แม้ว่าต่อมาภายหลังในปี 2540 กองทุนได้ผ่อนปรนให้มีไม้ยืนต้นในสวนยางพาราไม่เกิน 15 ต้นต่อไร่ (Charoenjiratrakul *et al*., 2014) แต่มีสวนยางพาราจำนวนน้อยมากที่ปล่อยให้ไม้ท้องถิ่นขึ้นอยู่ร่วมกับยางพาราเพราะเกษตรกรเกรงว่าจะได้ผลผลิตน้ำยางลดลง แต่การศึกษาที่ผ่านมาชี้ว่าสวนยางพาราที่มีไม้ชนิดอื่นขึ้นอยู่ร่วมกัน (สวนยางพารา วนเกษตร) ได้ให้บริการหรือคุณประโยชน์จากระบบนิเวศที่หลากหลาย (Nattharom *et al*., 2016) ในปี 2558 ทางกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางหรือการยางแห่งประเทศไทยได้อนุญาตให้เกษตรกรปลูกแทนแบบเกษตรผสมผสานโดยปลูกไม้ยืนต้นอื่นร่วมกับยางพาราโดยต้องปลูกยางไม่น้อยกว่า 40 ต้นต่อไร่ ทำให้เกษตรกรเริ่มสนใจที่จะปลูกไม้ต้นในสวนยางพารามากขึ้น แต่มีงานวิจัยน้อยมากที่ศึกษาถึงชนิดไม้ต้นท้องถิ่นที่เติบโตได้ดีในสวนยางพาราซึ่งค่อนข้างร่ม Tanthana (1998) ศึกษาสวนยางทิ้งร้างในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง พบว่าพืชท้องถิ่นประจำถิ่นหลายชนิดเจริญเติบโตได้ดีอาจเนื่องจากสวนยางพารามีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมทำให้เกิดการทดแทนของสังคมพืชที่รวดเร็ว Bumrungsri *et al*. (2006) ศึกษาโครงสร้างของสังคมพืชฟื้นตัวในสวนยางพาราที่ทิ้งร้าง

มาประมาณ 26 ปี ในพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชเขาคอหงส์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พบว่าพรรณไม้ในวงศ์ก่อ (Fagaceae) พรรณไม้ในวงศ์ชมพู่ (Myrtaceae) เป็นไม้เด่น อย่างไรก็ตามการศึกษาทั้งสองทำในพื้นที่ป่า ดังนั้นพรรณไม้ที่พบน่าจะมาจากทั้งที่เกิดจากเมล็ดไม้ที่หลงเหลือในดิน (soil seed bank) และการงอกจากตอไม้ที่หลงเหลืออยู่ และจากการกระจายเมล็ดตามธรรมชาติ ยังไม่ค่อยมีการศึกษาถึงสังคมพืชฟื้นตัวในพื้นที่เกษตรที่ไม่ได้อยู่ในป่า ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสังคมพืชฟื้นตัวที่อายุต่างกันในสวนยางพารา ซึ่งข้อมูลจากการศึกษานี้สามารถใช้เพื่อค้นหาชนิดไม้ท้องถิ่นที่เจริญเติบโตได้ดีและเหมาะสมสำหรับนำมาปลูกในสวนยางพาราวนเกษตรเพื่อให้เกิดความหลากหลายของชนิดไม้ในพื้นที่สวนยางพารา ช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำ รวมทั้งลดสภาวะโลกร้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่วิจัย

พื้นที่วิจัยคือสวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชที่มีอายุการทดแทนแตกต่างกัน เนื่องจากมีพื้นที่ให้เลือกน้อยมาก จึงเลือกได้จำนวน 3 พื้นที่เป็นกรณีศึกษา ดังนี้

พื้นที่ 1 สวนยางพาราบริเวณร้านอาหารป่ายาง ตำบลหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา (07°0’N, 100°29’E) อยู่ติดกับห้างสรรพสินค้าเทสโก้ โลตัส มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 27 เมตร พื้นที่ประมาณ 8 ไร่ หยุดการกรีดยางไปและปล่อยให้มีการทดแทน 10-12 ปี พื้นที่ถูกล้อมรอบด้วยถนนสามด้านและไม่ได้ติดกับป่าธรรมชาติ ไม้ยางพาราอายุประมาณ 60 ปี

พื้นที่ 2 สวนยางตำบลตะโหมด ของนายวิทูรย์ หนูเสน อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง (07°17’N, 100°2’E) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 54 เมตร พื้นที่ประมาณ 4 ไร่ ล้อมรอบด้วยสวนยางเชิงเดี่ยวสองด้าน ด้านที่สามเป็นนาข้าวและด้านที่สี่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่ทิ้งร้างกว่า 20 ปี และกำลังมีการทดแทนของสังคมพืช (ขนาด 15 ไร่) สวนยางนี้เดิมเป็นสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ในปี 2532 สวนยางมีอายุ 25 ปี น้ำยางลดลงมากและเจ้าของสวนจะโค่นเพื่อปลูกใหม่ แต่ราคาไม้ยางไม่ดีจึงยังไม่โค่น แต่ก็ไม่ใส่ปุ๋ยและไม่ตัดหญ้า หลังจากนั้นพบว่า ปริมาณน้ำยางค่อย ๆ มากขึ้น จึงปล่อยให้กล้าไม้ของพรรณไม้ป่าที่ขึ้นในร่องยางเจริญเติบโตร่วมกับไม้ยางพารา สวนยางพารามีอายุ 47 ปี ในปีที่ศึกษา (พ.ศ. 2554) และอายุของการทดแทนประมาณ 22 ปี

พื้นที่ 3 พื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (เขาคอหงส์) อยู่ภายในวิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (07°00.4’N, 100°30.7’E) มีพื้นที่ราว 300 ไร่ เป็นสวนยางพาราที่ทิ้งร้างมาตั้งแต่ปี 2519-2523 แปลงศึกษาอยู่บนพื้นที่ราบความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 50-70 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 28.3°C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 72% ปริมาณน้ำฝน 2,118 มม. (Bumrungsri *et al*., 2006) ไม้ยางพารามีอายุมากกว่า 60 ปี ในปีที่ทำการศึกษา (พ.ศ. 2554) มีอายุของการทดแทนประมาณ 40 ปี พื้นที่นี้เป็นส่วนหนึ่งของป่าเขาคอหงส์ซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 5,000 ไร่

วิธีการศึกษา

ศึกษาสำรวจสังคมพืชทดแทนในสวนยางพาราทั้ง 3 พื้นที่ โดยวางแปลงสี่เหลี่ยมขนาด 10 x 10 เมตร บริเวณร้านอาหารป่ายางจำนวน 10 แปลง บริเวณตำบลตะโหมด 77 แปลง และ บริเวณพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืช 40 แปลง วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและจำแนกชนิดพรรณไม้ท้องถิ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 เซนติเมตร (ซม.) ขึ้นไป โดยทำการวัดความโตที่ระดับความสูงเพียงอก (1.3 เมตร) พร้อมทั้งติดแผ่นรหัส (tag) ที่ระดับความสูง 150 ซม. (20 ซม. เหนือระดับที่วัดความสูง) เก็บตัวอย่างพรรณไม้สำหรับการตรวจสอบชนิดที่พิพิธภัณฑ์พืชของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลาของการการทดแทน ระยะทางจากป่าธรรมชาติและอายุของสวนยาง ทำการวิเคราะห์สังคมพืชในเชิงปริมาณ ได้แก่ ความหนาแน่น (จำนวนต้นทั้งหมดของพืชแต่ละชนิด/พื้นที่) ความถี่ (จำนวน

แปลงที่พบพืชแต่ละชนิด/จำนวนแปลงทั้งหมด) และความเด่น (พื้นที่หน้าตัดรวมของพืชแต่ละชนิด) คำนวณค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (ความหนาแน่นของพืชแต่ละชนิด x 100/ ความหนาแน่นรวมทุกชนิด) ความถี่สัมพัทธ์ (ความถี่ของพืชแต่ละชนิด x 100/ ความถี่รวมทุกชนิด) และความเด่นสัมพัทธ์ (พื้นที่หน้าตัดรวมของพืชแต่ละชนิด x 100/ พื้นที่หน้าตัดรวมของทุกชนิด) ค่าดัชนีความสำคัญ Important Value Index (IVI) คือ ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ + ความถี่สัมพัทธ์ + ความเด่นสัมพัทธ์ ซึ่งมีค่ารวมกัน 300% ตาม Bumrungsri *et al.* (2006) ของแต่ละพื้นที่ คำนวณดัชนีความคล้ายคลึง Similarity index โดยอาศัยสูตรของ Sorensen (Sorensen, 1984)

$$S = \frac{2w}{(A + B)}$$

กำหนดให้ W คือ จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบทั้งสองพื้นที่

A คือ จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบในพื้นที่ A

B คือ จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบในพื้นที่ B

บรรยายสังคมพืชในเชิงคุณภาพ เช่น การจัดชั้นเรือนยอด โดยพิจารณาจากการเกาะกลุ่มกันเรือนยอดตามระดับความสูงจากการสังเกต คำนวณดัชนีความหลากหลายของ Simpson index: 1-D, $D = sum (n / N)^2$ เมื่อ n คือจำนวนของสิ่งมีชีวิตใด ๆ N คือ จำนวนทั้งหมดของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด คำนวณความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดไม้ที่มีการกระจายเมล็ดโดยอาศัยสัตว์ (zoochory) ซึ่งพิจารณาจากลักษณะของผลเป็นแบบ berry และ drupe รวมผลไม้ที่มีเนื้อเยื่อที่ปรับเปลี่ยนมาเพื่อดึงดูดสัตว์ เช่น *Ficus* เทียบกับความหนาแน่นของชนิดไม้ทั้งหมด

ผลและวิจารณ์

โครงสร้างสังคมพืช

พื้นที่ 1 สวนยางพาราบริเวณร้านอาหารป่ายาง พบพรรณไม้ทั้งหมด 26 ชนิด มีความหนาแน่น 229 ต้นต่อไร่ (1,870 ต้นต่อเฮคตาร์) พื้นที่หน้าตัดรวม 0.300 ตารางเมตร ชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นสูงสุดเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ นกนอน (*Cleistanthus polyphyllus* F.N. Williams) พลับพลา (*Microcos tomentosa* Sm.) บุนนาคคอหงส์ (*Mesua kunstleri* (King) Kosterm.) จิกคอหงส์ (*Barringtonia rimata* Chantar.) เขากวาง (*Mischocarpus sundaicus* Blume) และ แซะ (*Callerya atropurpurea* (Wall.) A.M. Schot) ชนิดไม้ที่มีการกระจายในพื้นที่ (ความถี่) สูงสุดเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ พลับพลา นกนอน บุนนาคคอหงส์ เนียง (*Archidendron jiringa* (Jack) I.C. Nielsen) และ เม่า (*Syzygium grande* (Wight) Walp.) มีพื้นที่หน้าตัดรวม 3 ตารางเมตรต่อเฮคตาร์ ชนิดไม้ที่มีค่าพื้นที่หน้าตัดรวมสูงสุดเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ พลับพลา นกนอน แซะ งาไซ (*Pouteria obovata* (Lour.) Merr.) และจิกคอหงส์ ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ พลับพลา นกนอน บุนนาคคอหงส์ แซะ งาไซ และจิกคอหงส์ (Appendix Table 1) แบ่งเรือนยอดได้เพียงสองชั้นคือเรือนยอดชั้นบนสูง 20-25 เมตร เป็นไม้ยางพารา เรือนยอดชั้นรองสูง 6-8 เมตร ประกอบด้วยไม้เด่น คือ นกนอน และพลับพลา พื้นป่าประกอบด้วยไม้เด่นคือ พืชวงศ์เข็ม (Rubiaceae) และกล้าไม้ต่าง ๆ

พื้นที่ 2 สวนยางตำบลตะโหมด พบพรรณไม้จำนวน 70 ชนิด มีความหนาแน่น 478 ต้นต่อไร่ (2,987 ต้นต่อเฮคตาร์) พื้นที่หน้าตัดรวม 43.326 ตารางเมตร ชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นสูงสุดเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ นวล (*Garcinia merguensis* Wight) ขี้ใต้ (*Decaspermum parviflorum* (Lam.) A.J. Scott) ชะมวง (*Garcinia cowa* Roxb.) เม่าขวาด (*Syzygium lineatum* (DC.) Merr. & L.M. Perry) ทุ้งฟ้า (*Alstonia macrophylla* Wall.) และ กะทังใบใหญ่ (*Litsea grandis* Hook f.) ชนิดไม้ที่มีการกระจายในพื้นที่สูงสุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ นวล ขี้ใต้ เม่า ทุ้งฟ้า กะทังใบใหญ่ และขวาด มีพื้นที่หน้าตัดรวม 4.89 ตารางเมตรต่อเฮคแตร์ ชนิดไม้ที่มีค่าพื้นที่หน้าตัดรวมสูงสุดเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ นวล เม่า ขี้ใต้ ทุ้งฟ้า ชะมวง กระทังใบใหญ่ มังตาน (*Schima wallichii* (DC.) Korth.) และขวาด

ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ นวล ขี้ใต้ เม่า ทุ้งฟ้า กะทังใบใหญ่ ชะมวง และขวาด (Appendix Table 2) สวนยางพาราวนเกษตรสามารถแบ่งชั้นเรือนยอดได้ 2 ชั้นคือ เรือนยอดชั้นบนสูง 20-25 เมตร ประกอบด้วยไม้เด่นคือ ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) นวล ทุ้งฟ้า กะทังใบใหญ่ และเม่า เรือนยอดชั้นรองสูง 7-15 เมตร ประกอบด้วยไม้เด่นเช่น ขี้ใต้ ขวาด และกะอาม (*Crypteronia paniculata* Blume) พื้นล่างเป็นกล้าไม้ต่าง ๆ

พื้นที่ 3 พื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืช พบพรรณไม้จำนวน 83 ชนิด มีความหนาแน่น 446 ต้นต่อไร่ (2,790 ต้นต่อเฮคตาร์) พื้นที่หน้าตัดรวม 6.071 ตารางเมตร ชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นสูงสุดเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ บุนนาคคอหงส์ พลับพลา จิกคอหงส์ ข่อยหนาม (*Streblus ilicifolius* (Vidal) Corner และขวาด ชนิดไม้ที่มีการกระจายในพื้นที่สูงสุดเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ พลับพลา จิกคอหงส์ บุนนาคคอหงส์ นูดต้น (*Prunus grisea* (C. Muell) Kalkman) ขวาด และข่อยหนาม มีพื้นที่หน้าตัดรวม 15.17 ตารางเมตรต่อเฮคตาร์ ชนิดไม้ที่มีค่าพื้นที่หน้าตัดรวมสูงสุดเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ กะอาม พลับพลา ก่อผัวะ (*Lithocarpus elegans* (Blume) Hatus. ex Soepadmo) ขวาด จำปาดะ (*Artocarpus integer* (Thunb.) Merr.) และ ดีงู (*Elaeocarpus petiolatus* (Jack) Wall. ex Kurz) ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุดเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ บุนนาคคอหงส์ พลับพลา ขวาด จิกคอหงส์ ข่อยหนาม และ กะอาม ตามลำดับ (Appendix Table 3) สำหรับโครงสร้างในแนวดิ่ง ไม่ชัดเจน แต่ก็สามารถจัดชั้นเรือนยอดได้ 2 ชั้นคือ เรือนยอดชั้นบนสูง 18-23 เมตร ประกอบด้วยไม้เด่นคือ ก่อผัวะ กะอาม สะตอ (*Parkia speciosa* Hassk.) ขนุนป่า (*Artocarpus rigidus* Blume) จำปาดะ ยางพารา และขวาด เรือนยอดชั้นรอง สูงประมาณ 7-15 เมตร ประกอบด้วยไม้เด่นคือ พลับพลา มังตาน ตีนนก (*Vitex pinnata* L.) ดีงู ตังหน (*Calophyllum calaba* L.) และจิกคอหงส์ พื้นป่าประกอบด้วยไม้พุ่ม และลูกไม้ต่าง ๆ ประกอบด้วยไม้เด่นคือ พืชวงศ์เข็ม (Rubiaceae)

จากโครงสร้างสังคมพืชที่แสดงออกโดยค่าดัชนีความสำคัญ แสดงให้เห็นว่าชนิดไม้เด่นในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของปัจจัยทางนิเวศวิทยา เช่น สภาพพื้นที่ สมบัติดิน และปัจจัยทางกายภาพอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากประวัติการใช้ที่ดิน และโอกาสในการเข้ามาตั้งถิ่นฐานของพรรณไม้เอง ตัวอย่างเช่นเนื้อดินที่ตะโหมดเป็นประเภทร่วนปนทรายมีทรายเป็นองค์ประกอบมากถึง 76% (Bumrungsri *et al*., unpublished data) พืชเด่นที่พบบริเวณแปลงศึกษาที่ตะโหมด เช่น นวล เม่า และชะมวง เป็นพืชที่เติบโตได้ดีในบริเวณที่เป็นดินทราย และเป็นพืชหลักที่ปรากฏในสังคมพืชตามแนวสันทรายชายฝั่งตะวันออกของภาคใต้ (Sridith and La-ongpol 2002) ส่วนในพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชเคยเป็นป่ามาก่อน ไม้หลายชนิดที่พบมาจากตอเดิมในพื้นที่ เช่น ก่อในสกุล *Castanopsis* และ สกุล *Lithocarpus*

โครงสร้างสังคมพืชในพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชในการศึกษาครั้งนี้มีความแตกต่างจากการศึกษาที่มีมาก่อน โดย Bumrungsri *et al*.(2006) พบว่าไม้ที่ค่า IVI สูง คือ มังตาน ก่อเขี้ยวหมู (*Castanopsis schefferiana* Hance) พลองเหมือด (*Memecylon edule* Roxb.) พลับกล้วย (*Diospyros frutescens* Blume) แต่การศึกษาครั้งนี้ พบว่าบุนนาคคอหงส์ พลับพลา ขวาด จิกคอหงส์ และข่อยหนาม ความแตกต่างดังกล่าวเป็นผลมาจากการกำหนดขนาดเส้นรอบวงต้นไม้ที่ค่อนข้างใหญ่คือมากกว่าหรือเท่ากับ 30 ซม.ของการศึกษาก่อนหน้า ในขณะที่การศึกษาครั้งนี้กำหนดขนาดเส้นรอบวงต้นไม้อย่างต่ำ 5 ซม. ทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้นจึงมีการปรากฏของชนิดไม้ซึ่งปกติมีขนาดค่อนข้างเล็กเช่น บุนนาคคอหงส์ พลับพลา และข่อยหนาม จำนวนมากและทำให้ไม้เหล่านี้มีค่าดัชนีความสำคัญสูง

ความคล้ายคลึงของชนิดพรรณไม้ในสังคมพืช

สังคมพืชทดแทนในแต่ละพื้นที่ มีชนิดพรรณพืชที่แตกต่างกัน โดยพบว่าสังคมพืชทดแทนที่มีความ

คล้ายคลึงกันมากที่สุด คือ สังคมพืชทดแทนที่ตำบลตะโหมดและพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชที่มีระยะห่างกัน 60 กิโลเมตร มีความคล้ายคลึงกันถึง 42.76 % สำหรับสังคมพืชทดแทนที่พื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชและที่บริเวณสวนอาหารป่ายาง มีความคล้ายคลึงกันเพียง 29.35% แม้ว่าจะมีระยะทางห่างกันเพียง 2 กิโลเมตร ส่วนความคล้ายคลึงของตำบลตะโหมดกับบริเวณสวนอาหารป่ายาง เท่ากับ 27.18%

เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างสังคมพืช พบว่าพื้นที่ใกล้กันแต่มีองค์ประกอบชนิดไม้ที่ขึ้นอยู่เหมือนกันน้อย โดยที่บริเวณสวนอาหารป่ายางและพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชที่ห่างกันราว 2 กิโลเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับตำบลตะโหมดและพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชมีความเหมือนกันมากกว่าแม้ว่าระยะทางจะไกลกันถึง 60 กิโลเมตร กรณีของสวนอาหารป่ายางและพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชที่ห่างกันราว 2 กิโลเมตร ขณะที่สังคมพืชทดแทนที่ตำบลตะโหมดและพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชมีความเหมือนกันมากกว่า ชี้ให้เห็นว่าระยะทางมีผลน้อยต่อความคล้ายคลึงของสังคมพืช ขณะเดียวกันอายุของการทดแทนมีอิทธิพลต่อความคล้ายคลึงดังกล่าวมากกว่า สังคมพืชทดแทนในสวนยางที่มีอายุมากกว่า 20 ปี เช่น ตะโหมดและพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชมีความคล้ายคลึงกันเรื่ององค์ประกอบชนิดมากกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะในถิ่นอาศัยเดียวกันซึ่งมีสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรคล้ายกัน พืชที่มีความต้องการทางนิเวศวิทยา (ecological niche) ตรงกับสิ่งแวดล้อมดังกล่าวจะค่อย ๆ เข้ามาตั้งตัว และเมื่อระยะเวลานานไปสังคมพืชก็ยิ่งคล้ายกันยิ่งขึ้นตามหลักของ environmental filtering

ความหลากหลายทางชีวภาพในสังคมพืชสวนยางพาราที่มีการทดแทน และความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพืชที่กระจายของเมล็ดไม้โดยอาศัยสัตว์

พื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชมีค่าดัชนีความหลากหลายตามสูตรของ Simpson สูงที่สุด ส่วนตำบลตะโหมดและบริเวณสวนอาหารป่ายาง มีค่าดัชนีความหลากหลายใกล้เคียงกัน ระยะทางจากป่าและอายุการทดแทนอาจจะมีอิทธิพลต่อดัชนีความหลากหลาย โดยพื้นที่ที่มีค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุดคือพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชมีอาณาเขตติดกับป่าธรรมชาติเขาคอหงส์ ขณะที่พื้นที่มีระยะทางห่างจากป่ามากที่สุดคือบริเวณสวนอาหารป่ายางมีค่าต่ำสุด พื้นที่ที่มีอายุของการทดแทนมากที่สุดคือพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชมีความหลากหลายมากสุด ตามด้วยตำบลตะโหมดและบริเวณสวนอาหารป่ายางตามลำดับ (Table 1)

การกระจายเมล็ดโดยอาศัยสัตว์พาไปโดยการพิจารณาจากลักษณะของผล พบว่าทั้งสามพื้นที่มีความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพรรณไม้ที่กระจายเมล็ดโดยสัตว์มากถึง 50% - 85% แต่ว่ามีการแปรผันตามพื้นที่ โดยที่ตะโหมดมีความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพรรณไม้ที่กระจายโดยสัตว์สูงที่สุดถึง 85.17% รองลงมาคือที่พื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืช 66.70% และป่ายาง 50.26% ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Species diversity index, relative density of zoochorous trees, and other environmental variables measured at the three study sites

	Simpson diversity index	Relative density of zoochorous trees (%)	Distance to nearby forest (m)	succession age (years)	Rubber age (years)	Basal area (m^2/ha)	Tree density per ha
Payang	0.857	50.26	2600	10-12	Ca. 60	3.00	1,870
Tamot	0.865	85.17	415	22	45	4.89	2,987
Khohong	0.924	66.70	None	40	Ca. 60	15.17	2,790

ดัชนีความหลากหลายของสังคมพืชทดแทนในแต่ละพื้นที่โดยภาพรวมมีค่าค่อนข้างสูง แต่ก็แตกต่างไปตามพื้นที่โดยดัชนีความหลากหลายดังกล่าวเป็นผลมาจากหลายปัจจัย ปัจจัยที่ผลมากที่สุดในการศึกษานี้ก็คือ อายุการฟื้นตัวและระยะทางจากแหล่งแม่ไม้ อายุมากขึ้นมีความหลากหลายมากขึ้น ระยะทางจากป่าผืนใหญ่ซึ่งเป็นแหล่งแม่ไม้ที่กระจายเมล็ดไม้เข้ามาก็มีผลมากเช่นกัน อายุที่มากขึ้นและระยะใกล้กับแหล่งแม่ไม้ทำให้พรรณไม้ที่มีความต้องการทางนิเวศวิทยาตรงกับถิ่นอาศัยกระจายเข้ามาตั้งถิ่นฐานได้มากขึ้น นอกจากนี้การใช้พื้นที่ในอดีตก็มีผลด้วยเช่นกัน ในพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชในอดีตเกษตรกรใช้การถางไม้ที่ขึ้นในแถวยางพาราโดยมีดจึงเหลือตอไม้ไว้ ซึ่งพืชก็เติบโตขึ้นจากตอเดิม (coppices) มาหลังการเวนคืน ขณะที่ตะโหมดนั้นทำแบบสวนยางทั่ว ๆ ไป คือมีการกำจัดพรรณไม้ต่าง ๆ ด้วยการใช้สารเคมี และการตัดด้วยเครื่องตัดหญ้าอยู่ตลอดเวลา 20 ปีแรกของการทำสวนยางพารา พรรณไม้ที่พบในพื้นที่นี้จึงเป็นพืชที่กระจายเมล็ดมาที่หลัง

ความหนาแน่นสัมพัทธ์จำนวนต้นไม้ที่เกิดขึ้นในพื้นที่สวนยางที่กระจายเมล็ดไม้โดยอาศัยสัตว์พบว่าสูงถึง 50-85 % และแปรผันแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา ชี้ให้เห็นว่าพื้นที่แต่ละพื้นที่อาจได้รับอิทธิพลของสัตว์ในการกระจายเมล็ดไม่เท่ากัน แม้ว่าตะโหมดมีอายุสังคมพืชทดแทนน้อยกว่าพื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชแต่มีความหนาแน่นของชนิดพืชที่กระจายเมล็ดโดยสัตว์มากกว่า อาจเป็นเพราะสภาพที่ตั้งโดยที่ตะโหมดอยู่ใกล้กับป่าซึ่งมีพื้นที่ห่างเพียงครึ่งกิโลเมตรกับป่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัดแต่พื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชอยู่ติดกับป่าคอหงส์ที่มีพื้นที่ป่าธรรมชาติราว 4,000 ไร่ การอยู่ใกล้กับป่าผืนใหญ่ที่มีความหลากหลายของสัตว์ที่กระจายเมล็ดจำนวนมากคือกลุ่มของนกและค้างคาว ย่อมทำให้มีการกระจายเมล็ดเหล่านั้นเป็นไปได้อย่างดีและมากกว่าพื้นที่ที่ใกล้กับผืนป่าขนาดเล็กซึ่งน่าจะมีความหลากหลายของสัตว์น้อยกว่า ในกรณีของสังคมพืชทดแทนในสวนอาหารป่ายางที่มีความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพรรณพืชที่กระจายโดยสัตว์เพียง 50% ก็สามารถอธิบายได้เช่นกันเดียวกันเนื่องจากสังคมพืชสวนอาหารป่ายางห่างจากพื้นที่ป่าประมาณ 2 กิโลเมตร และล้อมรอบด้วยชุมชนเมือง จึงลดโอกาสที่สัตว์จะกระจายเมล็ดไม้มาถึง โดยภาพรวมเห็นได้ว่าสัตว์ที่ช่วยกระจายเมล็ดมีอิทธิพลต่อองค์ประกอบสังคมพืชทดแทนอย่างยิ่งเช่นเดียวกับอายุของการทดแทนและระยะทางจากแม่ไม้ ดังนั้นจึงมักพบว่าสังคมพืชทดแทนในพื้นที่สวนยางพาราที่อยู่ห่างจากป่าและมีอายุไม่มาก มักมีไม้เบิกนำจำพวกมะเดื่อปล้อง (*Ficus hispida* L.f.) ชิง (*Ficus fistulosa* Reinw. ex Blume) โคลงเคลง (*Melastoma malabathricum* L.) ที่กระจายเมล็ดโดยสัตว์เป็นพืชเด่น แต่เมื่ออายุการทดแทนนานขึ้น ก็มีทังใบใหญ่ เชียด (*Cinnamomum iners* Reinw. ex Blume.) เข้ามาเนื่องจากพรรณไม้เหล่านี้ เป็นไม้ที่พบได้ทั่วไปนอกพื้นที่ป่า

ข้อเสนอแนะในการเลือกพรรณไม้ยืนต้นเพื่อปลูกในสวนยางพาราวนเกษตร

จากการศึกษาครั้งนี้ชนิดไม้ที่เติบโตได้ดีในสวนยางพารามีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ ซึ่งเป็นผลมาจากหลายปัจจัย คือ นิเวศวิทยาของแต่ละชนิดชนิดของพืชเอง ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่สวนยาง เช่น ตะโหมดเป็นพื้นที่ราบ มีหน้าดินตื้นและมีน้ำท่วมขังในฤดูฝน ดินคุณภาพต่ำ เป็นกรดจัด พืชที่ขึ้นได้ดี เช่น นวลวา กะทังใบใหญ่ และเม่า ขณะที่พื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชที่อยู่ในพื้นที่ลาดเชิงเขา มีหน้าดินลึก ระบายน้ำดี คุณภาพดินดี พืชเด่นที่เติบโตได้ดี คือ ก่อผัวะ กะอาม และขนุนป่า บริเวณที่เป็นดินทรายบนที่ลอนลูกคลื่นมีมังตานที่เติบโตได้ดี ข้อมูลนี้เป็นประโยชน์มากต่อการคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมสำหรับนำไปปลูกเพื่อเพิ่มความหลากชนิดในสวนยางพาราให้เป็นวนเกษตร พรรณไม้สำหรับพื้นที่ราบดินมีคุณภาพต่ำ หน้าดินตื้นและเป็นกรดสูง (pH < 4.5) ซึ่งเติบโตได้ดีในพื้นที่ตะโหมด เช่น นวล ขี้ใต้ เม่าวา กะทังใบใหญ่ และขวาด สำหรับสวนยางพาราที่มีดินดีกว่าก็สามารถเลือกชนิดไม้ได้หลายแบบ ถ้าเกษตรกรต้องการไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจมากขึ้น ก็ควรจะปลูกไม้ป่าที่เหมาะสมกับระบบนิเวศดั้งเดิมของพื้นที่ เช่น สวนยางพาราภาคใต้และตะวันออกควรปลูกตะเคียน พะยอม จำปาป่า กฤษณา หรือไม้ต่างถิ่นโตเร็วเช่นสะเดาเทียม และมะฮอกกานี ซึ่งเป็นไม้ที่เกษตรกรที่ทำสวนยางพาราแบบวนเกษตรนิยมปลูก (Khohong Conservation Initiative, Social Science Research Unit, Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University. 2017) พะยอมซึ่งเป็นไม้เศรษฐกิจที่เติบโตได้ดีมากในดินร่วนทราย ตะเคียนทองเติบโตดีบนดินที่มีหน้าดินลึกและเก็บความชื้นได้ดี (Bumrungsri, personal observation) Nattharom *et al*. (2020) ได้ศึกษาการเติบโตของไม้เศรษฐกิจในสวนยางพาราและพยากรณ์การเติบโตของไม้ตะเคียน พะยอม สะเดาเทียม และมะฮอกกานี แต่ทั้งพะยอมและตะเคียนมีแมลงศัตรูรบกวนซึ่งเกิดรุนแรงมากในบางพื้นที่ ดังนั้นควรปลูกไม้คละกันหลายชนิด อาจสามารถลดความเสี่ยงต่อการถูกทำลายของศัตรูพืชได้ สวนยางพาราที่ปลูกไม้ร่วมยางมีส่วนช่วยในการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ เอื้อต่อการเข้าใช้ประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตทั้งจากในป่าและพื้นที่รอบๆ และทำหน้าที่เหมือนสะพานเชื่อม (corridor) ให้สิ่งมีชีวิตเคลื่อนย้ายระหว่างหย่อมป่า ขณะเดียวกันการรักษาหย่อมป่าไม่ว่าจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการเพิ่มความหลากหลายของพรรณไม้ที่เข้ามาทดแทนตามธรรมชาติในสวนยางพาราที่อยู่ใกล้เคียงด้วยเช่นกัน

สรุป

โครงสร้างสังคมพืชที่แสดงออกโดยค่าดัชนีความสำคัญชี้ให้เห็นว่าพืชเด่นในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยทางนิเวศวิทยาที่รวมสภาพพื้นที่ สมบัติของดิน ประวัติการใช้พื้นที่ รวมถึงโอกาสในการกระจายเมล็ด ความหลากหลายของสังคมพืชทดแทนเป็นผลมาจากหลายปัจจัย ปัจจัยที่มีผลมากที่สุดในการศึกษานี้ก็คือ อายุของการฟื้นตัว อายุของการทดแทนมีผลอย่างยิ่งต่อความคล้ายคลึงกันของสังคมพืช สังคมพืชทดแทนในสวนยางที่มีอายุมาก (มากกว่า 20 ปี) มีแนวโน้มที่มีความคล้ายคลึงกันเรื่องขององค์ประกอบชนิดมากขึ้น ผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถประยุกต์ใช้กับการเลือกพรรณไม้ที่นำมาปลูกร่วมในสวนยางพาราวนเกษตร โดยพรรณไม้บนพื้นที่หน้าดินตื้นและเป็นกรดสูง คือ นวล ขี้ใต้ เม่า ชะมวง กะทังใบใหญ่ และขวาด ขณะที่สวนยางพาราในที่มีดินคุณภาพดีกว่าอาจเลือกปลูกไม้เศรษฐกิจที่เหมาะสมกับระบบนิเวศเดิมของพื้นที่นั้น

คำนิยม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยนายวรัญวัส บุรีศรี นางสาวนฤมล ชายชาติ นางสาวภาวิตา เข็มทอง ที่เป็นผู้ช่วยวิจัย คุณรุ่งกิจเจ้าของสวนอาหารป่ายาง และคุณลุงวิฑูรย์ หนูเสน และครอบครัวเจ้าของสวนยางที่ตะโหมดที่อนุญาตให้ทำวิจัยในพื้นที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัย

REFERENCES

Achard, F., Eva, H.D., Stibig, H.J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T., Malingreau, J.P. 2002. Determination of deforestation rates of the world humid tropical forests. **Science** 297: 999-1002.

Bumrungsri, S., Sripao-raya, E., Leelatiwong, C.. 2006. A quantitative analysis of plant community structure in an abandoned rubber plantations on Kho-Hong Hill, southern Thailand. **Songklanakharin Journal of Science and Technology** 28: 479-491.

Charoenjiratrakul, S., Satsue, P, Romyen, I. 2014. **Economic Analysis in Adding Green Area in Rubber Farms.** A final report to Thailand Research Fund, Bangkok. (in Thai)

Khohong Conservation Initiative, Social Science Research Unit, Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University. 2017. **Rubber Agroforest for the Sustainable for Community in Southern Thailand**. Power for Sustainable Future Foundation. Bangkok. (in Thai)

Nattharom, N., Roongtawanreongsri, S., Bumrungsri, S. 2016. Ecosystem services of rubber agroforestry system: A review, pp. 405-413. *In* S. Picken, ed. **Proceeding of The Asian Conference on the Social Science 2016**. The International Academic Forum. Nagoya, Japan.

Nattharom, N., Roongtawanreongsri, S., Bumrungsri, S. 2020. Growth prediction for rubber tree and intercropped timber trees to facilitate environmental services valuation in south Thailand. **Biodiversitas** 21: 2019-2034.

Office of Agricultural Economics. 2019. **Agricultural Information year 2018. Ministry of Agriculture and Cooperation.** Agricultural Statistic, Bangkok. (in Thai)

Rubber Research Institute. 2018. **Rubber Research 2018**. Rubber Authority of Thailand, Bangkok. (in Thai)

Sorensen, B. 1984. Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one year period. **Journal of Spinal Disorders and Techniques** 9: 106-119.

Sridith, K., Laongpol, C. 2002. The preliminary study on some natural plant communities of the sandbars along eastern coast of peninsular Thailand. **Songklanakharin J. Sci. Technol.** 25: 103-113.

Tanthana, N. 1998. **Natural Succession in Abandoned Rubber Plantation**. M.S. Thesis. Prince of Songkla University. (in Thai)

Appendix Table 1 Quantitative features of successional plants at Pa-yang, and Songkhla province.

Thai name	Scientific name	Fruit type	RF	RD	RD0	IVI
Plabpla	*Microcos tomentosa* Sm.	drupe	12.12	22.22	34.12	68.47
Noknon	*Cleistanthus polyphyllus* F.N. Williams	capsule	10.61	26.46	29.41	66.48
Bunnakkorhong	*Mesua kunstleri* (King) Kosterm.	capsule	10.61	7.94	2.38	20.93
Sae	*Callerya atropurpurea* (Wall.) Schot	legume	4.55	4.23	6.81	15.59
Jignom	*Barringtonia macrostachya* (Jack) Kurz	drupe	4.55	5.82	3.05	13.41
Khao-kwang	*Mischocarpus sundaicus* Blume	capsule	4.55	5.29	2.98	12.82
Nga-Sai	*Pouteria obovata* (Lour.) Merr.	berry	4.55	2.65	5.3	12.5
Niang	*Archidendron jiringa* (Jack) I.C. Nielsen	legume	6.06	2.65	1.36	10.07
Mee-men	*Litsea glutinosa* (Lour.) C.B. Rob.	berry	4.55	3.7	1.2	9.45
Mao	*Syzygium grande* (Wight) Walp.	berry	6.06	2.65	0.71	9.42
Tanhon	*Calophyllum calaba* L.	berry	4.55	2.12	0.62	7.29
Keenon	*Chaetocarpus castanocarpus* (Roxb.) Thwaites	capsule	1.52	2.12	1.35	4.98
Khem	*Psychotria stipulacea* Wall.	berry	3.03	1.59	0.35	4.97
Wana	*Syzygium cinereum* (Kurz) Chanter. & J. Parn.	berry	1.52	0.53	2.91	4.96
Maduan- Keenok	*Ficus chartacea* (Wall. ex Kurz) Wall. ex King	Achene in syncarp	3.03	1.59	0.27	4.89
Kraton	*Sandoricum koetjape* (Burm.f.) Mer.	berry	1.52	1.06	2.03	4.61
Daengklong	*Syzygium syzygioides* (Miq.) Merr. & L.M.Perry	berry	3.03	1.06	0.51	4.6
Kwad	*Syzygium lineatum* (DC.) Merr. & L.M.Perry	berry	1.52	0.53	2.43	4.47
Mahod	*Lepisanthes rubiginosa* (Roxb.) Leenh.	schizocarp	1.52	1.06	0.28	2.85
Rakpa	*Semecarpus curtisii* King	drupe	1.52	0.53	0.58	2.62
Maduaplong	*Ficus hispida* L.f.	achene in syncarp	1.52	0.53	0.46	2.50
Daeng	*Syzygium glaucum* (King) Chantar.& J. Parn.	berry	1.52	0.53	0.27	2.31
Chiad	*Cinnamomum iners* Reinw. ex. Blume	berry	1.52	0.53	0.19	2.24
Lor-kon	*Mallotus paniculatus* (Lam.) Mull.Arg.	capsule	1.52	0.53	0.15	2.20
Han	*Knema globularia* (Lam.) Warb.	capsule	1.52	0.53	0.14	2.18
Katangbaiyai	*Litsea grandis* (Wall.ex Ness) Hook f.	berry	1.52	0.53	0.11	2.15
Total			100.00	100.00	100.00	300.00

Appendix Table 2 Quantitative features of successional plants at Tamod district, Phattalung province.

Thai name	Scientific name	Fruit type	RF	RD	RD0	IVI
Nuan	*Garcinia merguensis* Wight	berry	8.23	32.80	79.32	120.35
Kee-tai	*Decaspermum parviflorum* (Lam.) A.J. Scott	berry	7.84	8.59	5.09	21.52
Mao	*Syzygium grande* (Wight) Walp.	berry	7.04	6.74	3.94	17.72
Tungfa	*Alstonia macrophylla* Wall. ex G. Don	follicle	6.91	5.49	2.81	15.21
Cha-muang	*Garcinia cowa* Roxb. ex Choisy	berry	2.12	6.84	2.89	11.85
Katangbaiyai	*Litsea grandis* (Nees) Hook f.	berry	6.11	3.89	1.61	11.62
Kwad	*Syzygium lineatum* (DC.) Merr. & L.M.Perry	berry	4.38	4.34	1.09	9.82
Paya-sataban	*Alstonia scholaris* (L.) R.Br.	follicle	4.38	2.20	0.43	7.01
Mahuad	*Lepisanthes rubiginosa* (Roxb.) Leenh.	schizocarp	3.05	2.25	0.41	5.71
Mangtan	*Schima wallichii* (DC.) Korth.	capsule	2.52	2.30	0.65	5.47
Tew kliang	*Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume	capsule	3.32	1.80	0.25	5.37
Tanghon	*Calophyllum calaba* L.	berry	3.45	1.60	0.13	5.18
Meemen	*Litsea glutinosa* (Lour.) C.B.Rob.	berry	2.92	1.95	0.28	5.15
Chiangpra-nang-ae	*Carallia brachiata* (Lour.) Merr.	berry	2.92	1.75	0.27	4.93
Ka-oum	*Acronychia pedunculata* (L.) Miq.	berry	2.66	1.30	0.08	4.03
Machamkong	*Ardisia colorata* Roxb.	berry	2.66	1.30	0.07	4.02
Yorpa	*Morinda elliptica* (Hook.f) Ridl.	berry	1.86	1.35	0.13	3.34
Chiad	*Cinnamomum iners* Reinw. ex Blume	berry	1.99	1.25	0.08	3.32
Hat	*Artocarpus lacucha* Roxb.	berry	1.86	1.10	0.15	3.11
Keenon	*Chaetocarpus castanocarpus* (Roxb.) Thwaites	capsule	1.73	1.05	0.06	2.84
Plabpla	*Microcos tomentosa* Sm.	drupe	1.73	0.90	0.04	2.66
Laebook	*Phoebe declinata* (Blume) Nees	berry	1.73	0.85	0.03	2.61
To	*Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk.	berry	1.73	0.75	0.02	2.49
Mango	*Buchanania* sp.	nut	1.20	0.75	0.04	1.98
Dee-ngu	*Elaeocarpus petiolatus* (Jack.) Wall.	drupe	1.20	0.60	0.05	1.85
Kor	*Lithocarpus* sp.	nut	0.80	0.40	0.01	1.20
Kradukkai	*Prismatomeris tetrandra* (Roxb.) K. Schum.	berry	0.66	0.45	0.00	1.12
Burong	*Dasymaschalon blumei* Finet & Gagnep	berry	0.80	0.30	0.01	1.11
Mamao	*Antidesma montanum* Blume	drupe	0.80	0.30	0.00	1.10

Appendix Table 2 (continued)

Thai name	Scientific name	Fruit type	RF	RD	RD0	IVI
Nuansean	*Aporosa octandra* (Buch.-Ham ex D.Don) Vickery	capsule	0.80	0.30	0.00	1.10
Muak-kor	*Olea salicifolia* Wall. ex G. Don	berry	0.66	0.30	0.00	0.97
Sakhin	*Vatica harmandiana* Pierre	samaroid	0.66	0.30	0.00	0.97
Somling	*Guioa pleuropteris* (Blume) Radlk.	capsule	0.66	0.25	0.00	0.92
Koy	*Streblus asper* Lour.	drupe	0.53	0.30	0.01	0.84
Satonrok	*Elaeocarpus robustus* Roxb.	drupe	0.53	0.30	0.00	0.83
Sae	*Callerya atropurpurea* (Wall.) Schot	legume	0.53	0.20	0.00	0.73
Sumton	*Pittosporum ferrugineum* W.T. Aiton	capsule	0.53	0.20	0.00	0.73
Pikulpa	*Adinandra integerrima* T. Anderson ex Dyer	berry	0.40	0.15	0.00	0.55
Teennok	*Vitex pinnata* L.	drupe	0.40	0.15	0.00	0.55
Sai-kee-tai	*Illex cymosa* Blume	drupe	0.40	0.15	0.00	0.55
Mamuangpa	*Mangifera pentandra* Hook.f.	drupe	0.40	0.15	0.00	0.55
Janpa	*Dracaena* sp.	berry	0.27	0.25	0.00	0.52
Khaokwang	*Mischocarpus sundiacus* Blume	capsule	0.27	0.15	0.00	0.42
Mai	*Diospyros wallichii* King & Gamble	berry	0.27	0.10	0.00	0.37
Takobpa	*Flacourtia indica* (Burm.f.) Merr.	berry	0.27	0.10	0.00	0.37
Samrong	*Sterculia foetida* L.	follicle	0.27	0.10	0.00	0.37
Ching	*Ficus fistulosa* Reinw. ex Blume	achene	0.27	0.10	0.00	0.37
Kaefoy	*Stereospermum fimbriatum* (Wall. ex G. Don) A. DC.	capsule	0.27	0.10	0.00	0.37
Playsarn	*Eurya acuminata* DC.	berry	0.27	0.10	0.00	0.37
Champada	*Artocarpus integer* (Thunb.) Merr.	berry	0.13	0.10	0.00	0.23
Plalaipeak	*Eurycoma longifolia* Jack	drupe	0.13	0.05	0.00	0.18
Manaophee	*Atalantia monophylla* (DC.) Correa	hesperidium	0.13	0.05	0.00	0.18
Daengklong	*Syzygium syzygioides* (Miq.) Merr. & L.M. Perry	berry	0.13	0.05	0.00	0.18
Muad-dong	*Symplocos cochinchinensis* (Lour.) S. Moore	drupe	0.13	0.05	0.00	0.18
Plong	*Memecylon edule* L.	drupe	0.13	0.05	0.00	0.18
Thumbog	*Fagraea racemosa* Jack	berry	0.13	0.05	0.00	0.18
Cha-muang	*Buchanania arborescens* (Blume) Blume	drupe	0.13	0.05	0.00	0.18
Wa	*Garcinia hombroniana* Pierre	berry	0.13	0.05	0.00	0.18
Krisana	*Aquilaria malaccensis* Lam.	capsule	0.13	0.05	0.00	0.18
Samui	*Clausena excavata* Burm.f.	hesperidium	0.13	0.05	0.00	0.18
Jignom	*Barringtonia macrostachya* (Jack) Kurz	drupe	0.13	0.05	0.00	0.18
Mapring	*Bouea opposifolia* (Roxb.) Meisn.	drupe	0.13	0.05	0.00	0.18
Kaithong	*Erythroxylum cuneatum* (Miq.) Kurz	drupe	0.13	0.05	0.00	0.18
Kabao-klag	*Hydnocarpus ilicifolia* King	berry	0.13	0.05	0.00	0.18

Appendix Table 2 (continued)

Thai name	Scientific name	Fruit type	RF	RD	RD0	IVI
Linkuay	*Galearia fulva* (Tul.) Miq.	capsule	0.13	0.05	0.00	0.18
Rongthong	*Garcinia acuminata* Planch. & Triana	berry	0.13	0.05	0.00	0.18
Kaikaew	*Parashorea stellata* Kurz	samaroid	0.13	0.05	0.00	0.18
Plaiwon	*Pterospermum lanceaefolium* Roxb.	capsule	0.13	0.05	0.00	0.18
Neung	*Archidendron jiringa* I. C. Nielsen	legume	0.13	0.05	<0.0001	0.18
Isotai	*Actephila javanica* Miq.	capsule	0.13	0.05	<0.0001	0.18
Total			100.00	100.00	100.00	300.00

Appendix Table 3 Quantitative features of successional plants at Kor Hong and Songkhla Provinces.

Thai name	Scientific name	Fruit type	RF	RD	RD0	IVI
Bunnak-korhong	*Mesua kunstleri* (King) Kosterm.	Capsule	5.57	20.36	2.02	27.94
Plabpla	*Microcos tomentosa* Sm.	Drupe	6.58	9.38	9.02	24.98
Kwad	*Syzygium lineatum* (DC.) Merr.& L.M. Perry	berry	4.30	7.77	7.02	19.09
Jig-nom	*Barringtonia macrostachya* Kurz	drupe	6.58	8.04	2.54	17.16
Koynam	*Streblus ilicifolius* (Vidal) Corner	drupe	2.28	8.04	1.33	11.64
Ka-arm	*Crypteronia 60aniculate* Blume	capsule	1.52	0.8	9.11	11.43
Kee-non	*Chaetocarpus castanocarpus* (Roxb.) Thwaites	capsule	4.05	3.3	3.89	11.24
Kor-pua	*Lithocarpus elegans* (Blume) Hatus. Ex Soepadmo	nut	1.27	0.98	7.65	9.90
Champada	*Artocarpus integer* (Thunb.) Merr.	achene in syncarp	1.77	0.98	6.65	9.41
Dee-ngu	*Elaeocarpus petiolatus* (Jack) Wall. ex Kurz	drupe	2.53	0.98	5.39	8.9
Nude-ton	*Prunus grisea* (C.Muell) Kalkman	drupe	4.81	2.5	0.8	8.1
Daeng	*Syzygium glaucum* (King) Chantar. & J. Parn.	berry	1.52	0.71	4.65	6.88
Teen-nok	*Vitex pinnata* L.	drupe	1.77	1.07	3.73	6.58
Tang-hon	*Calophyllum calaba* L.	berry	2.02	2.23	2.08	6.34
Lakkuay-Lakklia	*Diospyros sumatrana* Miq.	berry	3.04	2.14	0.89	6.07
Kaengliangyai	*Psydrax dicocca* Gaertn.	drupe	2.78	1.7	1.01	5.49
Lae-buk	*Phoebe declinata* Nees	berry	2.02	0.98	1.93	4.93
Cha-muang	*Garcinia nigrolineata* Planch. ex T. Anderson	berry	2.28	1.25	1.15	4.68
Kor-keoymu	*Castanopsis schefferiana* Hance	nut	1.01	0.89	2.69	4.60
Daengklong	*Syzygium syzygioides* (Miq.) Merr.& L.M. Perry	berry	1.01	2.32	0.96	4.3
Kan	*Paranephelium macrophyllum* King	capsule	1.52	2.23	0.54	4.28
Pi-kun-pa	*Adinandra integerrima* T. Anderson ex Dyer	berry	2.53	1.07	0.56	4.16

Appendix Table 3 (continued)

Thai name	Scientific name	Fruit type	RF	RD	RD0	IVI
Sae	*Callerya atropurpurea* (Wall.) A.M. Schot	legume	1.77	0.89	1.39	4.05
Kanunpa	*Artocarpus rigidus* Blume	achene in syncarp	0.51	0.18	3.2	3.88
Mungtan	*Schima wallichii* (DC.) Korth.	capsule	1.01	0.89	1.48	3.39
Mai	*Diospyros wallichii* King & Gamble	berry	1.77	1.43	0.17	3.37
Kee-tai	*Decarspermum parviflorum* (Lam.) A.J. Scott.	berry	2.02	0.98	0.34	3.35
Tangbaiyai	*Litsea grandis* (Wall. ex Nees) Hook.f.	berry	0.25	0.09	2.87	3.21
Sator	*Parkia speciosa* Hassk.	legume	0.25	0.18	2.72	3.16
Samed-daeng	*Syzygium gratum* (Wight) S.N. Mitra	berry	0.76	1.52	0.83	3.11
Khem	*Aidia parvifolia* Wong	drupe	1.52	1.34	0.2	3.06
Krisana	*Aquilaria malaccensis* Lam.	capsule	1.52	0.8	0.71	3.03
Cha-muang	*Garcinia cowa* Roxb. ex. Choisy	berry	1.52	0.63	0.15	2.29
Mamao-kon	*Antidesma montanum* Blume	drupe	1.27	0.71	0.19	2.17
Han	*Knema globularia* (Lam.) Warb.	capsule	0.51	0.36	1.26	2.12
Machum-kong	*Ardisia colorata* Roxb.	berry	1.27	0.54	0.18	1.99
Somling-kanpeek	*Guioa bijuga* (Hiern) Radlk.	capsule	1.27	0.54	0.17	1.97
Wa-keekwang	*Syzygium claviflorum* (Roxb.) A.M.Cowan & Cowan	berry	0.76	0.63	0.44	1.82
Mao-pa	*Antidesma velutinum* Tul.	drupe	1.01	0.54	0.2	1.75
Unknown	Unknown	-	0.25	0.09	1.18	1.52
San-yai	*Dillenia obovata* (Blume) Hoongland	follicle	0.51	0.27	0.59	1.37
Sadaochang	*Rhus succedanea* L.	drupe	0.25	0.09	0.94	1.28
Chiangpra-nang-ae	*Carallia brachiata* (Lour.) Merr.	berry	0.76	0.27	0.23	1.26
Plubkluay	*Diospyros venosa* (Wall.) ex A.DC.	berry	0.76	0.45	0.04	1.24
Wa	*Garcinia hombroniana* Pierre	berry	0.76	0.36	0.09	1.20
Taengchang	*Prunus arborea* (Blume) Kalkman var. *montana* Kalkman	drupe	0.51	0.18	0.47	1.15
Makatae	*Sindora echinocalyx* Prain	legume	0.51	0.18	0.44	1.13
Rakpa	*Semecarpus curtisii* King	drupe	0.76	0.27	0.07	1.10
Ka-org	*Artocarpus elasticus* Rienw. ex Blume	achene in syncarp	0.25	0.09	0.75	1.09
Leum-khao	*Canarium littorale* Blume	drupe	0.76	0.27	0.05	1.08
Tew-kliang	*Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume	capsule	0.76	0.27	0.05	1.08
Yor-pa	*Morinda elliptica* Ridl.	berry	0.25	0.09	0.73	1.07
Nuan-Seun	*Aporosa octandra* (Buch.-Ham ex D. Don) Vickery	capsule	0.76	0.27	0.03	1.05
Plongbaiyai	*Memecylon ovatum* Sm.	berry	0.76	0.27	0.02	1.05
Hadrum	*Artocarpus dadah* Miq.	berry	0.51	0.18	0.34	1.02
Ching	*Licuala distans* Ridl.	drupe	0.51	0.27	0.21	0.98

Appendix Table 3 (continued)

Thai name	Scientific name	Fruit type	RF	RD	RD0	IVI
Kaeyoddam	*Stereospermum fimbriatum* (Wall. ex G. Don) A.DC.	capsule	0.51	0.18	0.26	0.94
Bu-rong	*Dasymaschalon blumei* Finet & Gagnep.	berry	0.51	0.36	0.04	0.9
Kolan	*Xerospermum noronhianum* (Blume) Blume	capsule**	0.51	0.27	0.07	0.84
Kedsan	*Olea brachiata* (Lour.) Merr.	drupe	0.51	0.27	0.01	0.78
Paiwon	*Pterospermum lanceaefolium* Roxb.	capsule	0.51	0.18	0.09	0.78
Katangbai	*Leea indica* (Burm.f.) Merr.	berry	0.51	0.18	0.03	0.71
Pobai	*Balakata baccata* (Roxb.) Esser	berry	0.25	0.09	0.32	0.66
Muad	*Symplocos* sp.	drupe	0.25	0.09	0.30	0.64
Yaijunglan	Maesa paniculata A.DC.	berry	0.25	0.27	0.02	0.54
Dee-ngu-khao	*Elaeocarpus floribundus* Blume	drupe	0.25	0.18	0.08	0.51
Lin-kauy	*Galearia fulva* (Tul.) Miq.	capsule	0.25	0.18	0.01	0.44
Kaokwang	*Mischocarpus sundaicus* Blume	capsule	0.25	0.18	0.01	0.44
Lae-buk	*Phoebe lanceolata* (Nees) Ness	berry	0.25	0.09	0.05	0.4
Nga-sai	*Pouteria obovata* (R.Br.) Baehni	berry	0.25	0.09	0.04	0.38
Noknon	*Cleistanthus polyphyllus* F.N. Williams	capsule	0.25	0.09	0.03	0.37
Kradug-kang	*Aporosa aurea* Hook.f.	capsule	0.25	0.09	0.02	0.36
Madua-thong	*Ficus vasculosa* Wall. ex Miq.	achene in syncarp	0.25	0.09	0.02	0.36
Plongmuad	*Memecylon edule* Roxb.	berry	0.25	0.09	0.02	0.36
Cha-san	*Paracroton pendulus* (Hassk.) Miq.	capsule	0.25	0.09	0.02	0.36
Hang-kwang	*Agrostistachys indica* Dalzell	capsule	0.25	0.09	0.00	0.35
Nong-khao	*Alstonia rostrata* C.E.C. Fisch	follicle	0.25	0.09	0.00	0.35
Phaya-sataban	*Alstonia scholaris* (L.) R. Br.	follicle	0.25	0.09	0.01	0.35
Chiad	*Cinnamomum iners* Reinw. ex Blume	berry	0.25	0.09	0.01	0.35
Khemthong	*Ixora javanica* (Blume) DC.	berry	0.25	0.09	0.00	0.35
Luadkwai-baiyai	*Knema furfuracea* (Hook.f. & Thomson) Warb.	capsule	0.25	0.09	0.00	0.35
Katorn	*Sandoricum koetjape* (Burm.f.) Mer.	berry	0.25	0.09	0.01	0.35
Total			100.00	100.00	100.00	300.00

นิพนธ์ต้นฉบับ

แนวทางการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม กรณีศึกษา สวนป่าคลองตะเกรา
Community Approach to Participatory Forest Plantation Management: A Case Study of the Khlong Takrao Plantation

กรณิการ์ วงษ์มิตรแท้[1*] Kornnika Wongmittae[1*]
รัชนี โพธิแท่น[1] Rachanee Pothitan[1]
นิคม แหลมสัก[1] Nikhom Laemsak[1]

[1]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
[*]Corresponding Author, Email: Kornnika.w@ku.th

รับต้นฉบับ: 27 พฤศจิกายน 2564 **รับแก้ไข:** 25 ธันวาคม 2564 **รับลงพิมพ์:** 5 มกราคม 2565

ABSTRACT

This research aimed to study the opinions and participation of local people towards the management of the Khlong Takrao forest plantation and to analyze the participation approaches to plantation management. Data were collected through semi-structured interviews, a questionnaire survey using multi-stage sampling of 4 in 7 local communities with 274 respondents and focus groups discussion. Data was analyzed using the SWOT analysis technique and TOWS Matrix method.

The findings indicated that the level of people participation was low (23%) and the level of opinion to benefits from the forest plantation was moderate ($\bar{X}$=3.13±0.94). However, the level of expectation related to operations in the forest plantation was high ($\bar{X}$=3.55±0.80), the relationship between the forest plantation and local community was also high ($\bar{X}$= 3.47±0.83), and the participation in forest plantation management was high ($\bar{X}$= 3.51±0.81). The results of SWOT Analysis and TOWS Matrix define 7 principal approaches to increase the involvement in forest plantation management, namely 1) developing forest plantation areas as tourist attractions, 2) promoting participatory forest plantation management, 3) developing participatory forest management plans, 4) developing communication systems, 5) building community capacity, 6) integrating management with local authorities, and 7) strengthening the monitoring and evaluation of forest plantations management.

Keywords: Participation, Forest plantation management, Khlong Takrao Plantation

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่าคลองตะเกรา และการวิเคราะห์แนวทางการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม โดยการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง การสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างด้วยแบบสัมภาษณ์ จากชุมชนรอบพื้นที่สวนป่าคลองตะเกรา จำนวน 7 หมู่บ้าน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน มีหมู่บ้านที่ทำการศึกษา จำนวน 4 หมู่บ้าน จำนวนครัวเรือน 274 ครัวเรือน และการประชุมกลุ่ม กำหนด

แนวทางการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม ด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อม (SWOT Analysis) และตารางโทว์ (TOWS Matrix)

ผลการศึกษา พบว่า ชุมชนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ของสวนป่าค่อนข้างต่ำ เพียงร้อยละ 29.93 มีระดับความคิดเห็นต่อการได้รับประโยชน์จากสวนป่าอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$=3.13$\pm$0.94) ระดับความคาดหวังต่อด้านการดำเนินงานของสวนป่าอยู่ในระดับสูง ($\bar{X}$=3.55$\pm$0.80) ระดับความคาดหวังต่อด้านความสัมพันธ์ระหว่างสวนป่ากับชุมชนอยู่ในระดับสูง ($\bar{X}$= 3.47$\pm$0.83) และระดับความคาดหวังต่อด้านการมีส่วนร่วมในด้านการมีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่า อยู่ในระดับสูง ($\bar{X}$= 3.51$\pm$0.81) ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อม (SWOT Analysis) และตารางโทว์ (TOWS Matrix) สามารถกำหนดแนวทางการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม 7 แนวทาง ได้แก่ 1) พัฒนาพื้นที่สวนป่าเพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยวของชุมชน 2) ส่งเสริมการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม 3) จัดทำแผนการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม 4) พัฒนาระบบการสื่อสาร 5) พัฒนาความเข้มแข็งของชุมชน 6) บูรณาการทำงานกับหน่วยงานในพื้นที่ และ 7) เสริมสร้างการติดตามและประเมินผลการทำงานของสวนป่า

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วม การจัดการสวนป่า สวนป่าคลองตะเกรา

คำนำ

องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ มีภารกิจในการดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมไม้ ทั้งการทำไม้ การปลูกสร้างสวนป่า การคุ้มครองรักษาป่าไม้ และการแปรรูปไม้ต่าง ๆ (The Secretarial of the Prime Minister, 1956) โดยได้เริ่มดำเนินการปลูกสร้างสวนป่า การทำไม้ออกในพื้นที่รับผิดชอบและพื้นที่ที่ขอใช้ประโยชน์ป่าสงวนแห่งชาติจากกรมป่าไม้ ในปี 2532 รัฐบาลได้ประกาศยกเลิกสัมปทานทำไม้ป่าบก (The Secretarial of the Prime Minister, 1989) และมีมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2535 (Forest Industry Organization, 2018) และมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2536 (Forest Industry Organization, 2018A) ให้บริษัท จังหวัดทำไม้ จำกัด ซึ่งเป็นผู้ที่ได้รับสัมปทานทำไม้และมีภารกิจในการปลูกป่าตามเงื่อนไขสัมปทาน ส่งคืนพื้นที่ให้กับกรมป่าไม้ เพื่อดำเนินการส่งมอบพื้นที่ให้องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เข้าดำเนินการและใช้ประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจ

อย่างไรก็ตาม การรับมอบพื้นที่สวนป่าตามนโยบายดังกล่าว กลับพบปัญหาต่าง ๆ หลายประการ อาทิ การรับมอบพื้นที่สวนป่าโดยไม่มีการรังวัดพื้นที่ที่ชัดเจน การมีราษฎรเข้าใช้ประโยชน์ในพื้นที่ของสวนป่าเพื่อเป็นที่อยู่อาศัย และพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งยากในการพิสูจน์สิทธิ์การได้มาของที่ดิน เนื่องจากที่ดินดังกล่าว บริษัท จังหวัดทำไม้ จำกัด เคยยินยอมให้ราษฎรอยู่อาศัย และใช้เป็นที่ดินทำกินมาก่อนที่จะส่งมอบพื้นที่สวนป่าให้กับกรมป่าไม้ หรือการใช้ประโยชน์พื้นที่สวนป่าที่ยังคงมีสภาพเป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติเพื่อการเก็บหาของป่าในการยังชีพและเป็นรายได้ของครัวเรือน ทำให้เกิดความขัดแย้งกับกลุ่มราษฎรที่ถือครองที่ดินหรือใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าเมื่อเข้าไปดำเนินกิจกรรมตามภารกิจที่ได้รับมอบหมาย โดยได้มีการจัดทำบันทึกข้อตกลงร่วมกันในการยินยอมให้ราษฎรใช้ประโยชน์พื้นที่แต่ก็ยังไม่สามารถดำเนินกิจกรรมของสวนป่า หรือสร้างความร่วมมือเพื่อการจัดการสวนป่าร่วมกับชุมชนท้องถิ่นได้อย่างสัมฤทธิ์ผล ราษฎรยังมีความเข้าใจว่า องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้รับมอบสวนป่ามาดำเนินการเป็นหน่วยงานเช่นเดียวกับกรมป่าไม้และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ซึ่งมีภารกิจด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ แต่ในความจริงแล้ว มีภารกิจหลักคือ การปลูกสร้างสวนป่าไม้เศรษฐกิจ (Forest Industry Organization, 2021) ซึ่งต้องมีการทำไม้ในพื้นที่สวนป่า เพื่อจำหน่ายและใช้ในการบริหารองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เอง แต่มักจะถูกเข้าใจผิดและมองในเชิงลบว่า องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ทำลายทรัพยากรป่าไม้ จึงมีการคัดค้านการทำไม้ออกจากสวนป่า ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานในด้านอื่น ๆ อีกหลายประการ เช่น ขาดรายได้จากการทำไม้เพื่อใช้ในการบริหารองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ พื้นที่สวนป่าปรับเปลี่ยนเป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ เป็นต้น

ปัจจุบัน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ เล็งเห็นถึงความสำคัญของชุมชนท้องถิ่น รวมทั้งการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม จึงได้ประกาศนโยบายการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน โดยดำเนินการบริหารจัดการสวนป่าควบคู่กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน (Forest Industry Organization, 2021A) ซึ่งยึดหลักการดำเนินงานที่ว่า ชุมชนท้องถิ่นต้องไม่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของสวนป่า เช่น การทำไม้ออก การขนส่งไม้ ผ่านถนนของชุมชนต้องไม่ทำให้เกิดความเสียหาย หรือกิจกรรมที่ดำเนินการต้องไม่ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิต เป็นต้น เจ้าหน้าที่ของสวนป่าขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ต้องมีการสื่อสารและการปรึกษาหารือกับชุมชนท้องถิ่น และต้องจัดให้มีกระบวนการที่เหมาะสม สำหรับการแก้ไขข้อเรียกร้องและข้อขัดแย้งต่าง ๆ รวมทั้งการวางแผนการบริหารจัดการสวนป่าร่วมกัน (Commercial Wood Innovation Office, 2015) ซึ่งถือเป็นภารกิจสำคัญในการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม

ในกรณีสวนป่าคลองตะเกรา จังหวัดฉะเชิงเทรา ประสบปัญหาการดำเนินงานร่วมกับชุมชนท้องถิ่น โดยองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ได้รับมอบพื้นที่มาจากบริษัท เอื้อวิทยาพาณิชย์ จำกัด (บริษัทจังหวัดทำไม้ จำกัด) และได้เข้ามาดูแลจัดการสวนป่าตั้งแต่ปี 2533 (Royal Forest Department and Forest Industry Organization, 1990) พบปัญหาการซ้อนทับของแนวเขตสวนป่ากับพื้นที่ทำกินของราษฎรที่เข้ามาใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อทำเกษตรกรรมถึง 167 ไร่ รวมทั้งพบการเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่สวนป่าเพื่อเก็บหาของป่า จนเกิดเป็นกรณีความขัดแย้งระหว่างสวนป่าและราษฎรในพื้นที่ ซึ่งได้มีการเจรจาต่อรองกับกลุ่มราษฎร เพื่อหาแนวทางร่วมกัน แม้นจะมีแนวโน้มที่ดีขึ้น แต่การจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วมก็ยังคงทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากราษฎรที่อยู่รอบสวนป่ายังมีความหวาดระแวง ไม่ไว้ใจเจ้าหน้าที่สวนป่า กลัวเป็นเรื่องผิดกฎหมายในการเข้าไปใช้ประโยชน์พื้นที่สวนป่าเพื่อเป็นพื้นที่ทำกินหรือเก็บหาของป่าชนิดต่าง ๆ ทำให้การยอมรับของชุมชนยังมีค่อนข้างน้อย ส่งผลไปถึงการดำเนินงานที่ไม่ได้รับความร่วมมือเท่าที่ควร กอปรกับสวนป่าก็ยังไม่มีกระบวนการทำงานหรือกิจกรรมที่จะเปิดโอกาสให้ชุมชนท้องถิ่นเข้ามาร่วมในการบริหารจัดการสวนป่ามากนัก ขาดข้อมูลที่จะนำมาวางแผนการดำเนินงานที่จะส่งเสริมการมีส่วนร่วมในมิติต่าง ๆ

งานวิจัยในครั้งนี้จึงสนใจว่า ชุมชนโดยรอบสวนป่าคลองตะเกรามีความคิดเห็นอย่างไรต่อการจัดการสวนป่าและควรมีแนวทางอย่างไรในการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม ผลการศึกษา จะเป็นข้อมูลให้แก่สวนป่าคลองตะเกรา ในการนำไปพัฒนาเป็นแผนการบริหารจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม เพื่อสร้างความเข้าใจอันดีระหว่างสวนป่าคลองตะเกราและชุมชนท้องถิ่นโดยรอบสวนป่า ซึ่งจะนำไปสู่การจัดการสวนป่าที่สามารถสร้างประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจทั้งในระดับชุมชนและระดับประเทศ รวมทั้งการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่สวนป่าที่เหมาะสมและยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาเรื่องแนวทางการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม กรณีศึกษาสวนป่าคลองตะเกรา เป็นการดำเนินการโดยวิธีการวิจัยแบบผสม (mixed methods research) โดยมีวิธีการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

วิธีการศึกษา

1. รวบรวมข้อมูลเอกสาร โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้ เช่น ข้อมูลทั่วไปของชุมชน การจัดการสวนป่า เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลมาใช้เบื้องต้นในการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. การสังเกตการณ์ (observation) ผู้วิจัยใช้วิธีการสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม โดยใช้การสังเกตภายในชุมชน ในประเด็นที่เกี่ยวกับ สภาพทั่วไปของชุมชน ลักษณะการตั้งถิ่นฐาน การดำรงชีพ สภาพของสวนป่า และกิจกรรมต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลในการทำความเข้าใจชุมชนและการดำเนินงานของสวนป่า

3. การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) เป็นการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูล

หลัก (key informants) ด้วยแนวคำถามที่กำหนดเป็นประเด็นคำถามแบบกว้าง ๆ เช่น ข้อมูลทั่วไปของชุมชน ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม การเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่า เป็นต้น โดยผู้ให้ข้อมูลหลัก จำนวน 10 ราย ได้แก่ ผู้นำชุมชน เจ้าหน้าที่สวนป่า เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลไปเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบสัมภาษณ์และกำหนดประชากรในการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ

4. การสำรวจด้วยแบบสัมภาษณ์ เป็นการเก็บข้อมูลความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่า ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

4.1 การพัฒนาแบบสัมภาษณ์ โดยนำแนวคิดและหลักการจากการตรวจเอกสาร การสังเกตการณ์ และการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มาพัฒนาแบบสัมภาษณ์กำหนดเป็นข้อคำถามที่สอดคล้องกับประเด็นการศึกษา จากนั้นทำการทดสอบแบบสัมภาษณ์ที่พัฒนาขึ้นนำมาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับประชากรที่ทำการศึกษา จำนวน 30 ชุด ได้แก่ หมู่บ้านหนองปลาชิว และบ้านหนองปรือน้อย แล้วนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (reliability) ของคำถามในแบบสัมภาษณ์ โดยวัดความสอดคล้องภายในด้วยค่า Cronbach's Alpha ใช้เกณฑ์ความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้ที่ 0.7 (Srisuk, 2009) ผลการทดสอบความเชื่อมั่นของสเกลวัดทัศนคติที่ 0.88 จากนั้นมีการปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง โดยประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือครัวเรือนที่อาศัยอยู่ในชุมชนรอบพื้นที่สวนป่าคลองตะเกรา จำนวน 7 หมู่บ้าน โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multi-stage sampling) โดยขั้นแรก สุ่มหมู่บ้านเป้าหมายให้ได้ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 50 ของหมู่บ้านทั้งหมด ในกรณีนี้กำหนดหมู่บ้านเป้าหมายไว้ 4 หมู่บ้าน ทำการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (การจับฉลาก) ซึ่งได้หมู่บ้านเป้าหมายในการศึกษา ได้แก่ บ้านเกาะกระทิง บ้านทรัพย์เจริญ บ้านเขากระดาษ และบ้านทุ่งส่าย ซึ่งมีครัวเรือนทั้งหมด 950 ครัวเรือน กำหนดขนาดตัวอย่างตามเกณฑ์ของ Krejcei and Morgan (1970) ได้ขนาดตัวอย่าง 274 ครัวเรือน ใช้สูตรการกระจายตามสัดส่วนในแต่ละหมู่บ้าน (Jamekorn, 1983) ดัง Table 1

Table 1 Distribution of the total and sample household number by village.

Sample village	Number of households	Number of sampled households
1. Ban Thung Sai	353	87
2. Ban Koh Kra Thing	180	82
3. Ban Khao Kradat	295	48
4. Ban Sap Charoen	122	30
Total	950	274

5. การประชุมกลุ่ม (group discussion) คือ การเชิญตัวแทนของชุมชน โดยแบ่งเป็นหมู่บ้านละ 7 คน ประกอบด้วย ผู้นำชุมชน และตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่สวนป่าคลองตะเกรา 2 คน รวมเป็น 30 คน มาประชุมเพื่อร่วมกันพิจารณา ให้ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงแก้ไข ร่างแนวทางการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม ซึ่งนักวิจัยได้จัดทำขึ้นจากการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และข้อจำกัด มากำหนดแนวทางในการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง การสังเกตการณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา จัดเรียบเรียงข้อมูล วิเคราะห์ประเด็นที่มีความเชื่อมโยง และเป็นสาระสำคัญที่จะนำไปสู่การพัฒนาแบบสัมภาษณ์ และการอธิบายผลการศึกษาในด้านต่าง ๆ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ โดยใช้สถิติเชิง

พรรณนา (descriptive statistic) ในการอธิบายข้อมูล เช่น ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ เป็นต้น วิเคราะห์ระดับความคิดเห็นต่อความคาดหวังในด้านการจัดการสวนป่าและการมีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่าคลองตะเกรา ใช้เกณฑ์การให้คะแนนของ Likert's scale (Petsuksiri, 1988) นำมาแบ่งช่วงของค่าเฉลี่ยที่ได้แต่ละข้อคำถาม เพื่อให้ทราบระดับความคิดเห็น ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับน้อยที่สุด ($\bar{X}$=1.00-1.80) ระดับน้อย ($\bar{X}$=1.81-2.60) ระดับปานกลาง ($\bar{X}$=2.61-3.40) ระดับสูง ($\bar{X}$=3.41-4.20) และระดับสูงที่สุด ($\bar{X}$=4.21-5.00)

3. การวิเคราะห์เพื่อจัดทำแนวทางการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง การสัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์ นำมาวิเคราะห์สภาพแวดล้อม (SWOT Analysis) ได้แก่ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และข้อจำกัด แล้วนำผลที่ได้มากำหนดแนวทางการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วมด้วยวิธีการ TOWS Matrix (Hutanuwatr and Hutanuwatr, 2002) โดยการจับคู่ จุดแข็งกับโอกาส เป็นแนวทางจากจัดการเชิงรุก (active approach (SO)) จุดอ่อนกับโอกาส เป็นแนวทางเชิงแก้ไข (adjusted approach (WO)) จุดแข็งกับข้อจำกัด เป็นแนวทางเชิงป้องกัน (protected approach (ST)) และจุดอ่อนกับข้อจำกัด เป็นแนวทางเชิงรับ (passive approach (WT)) จากนั้นนำไปประชุมกลุ่ม เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแนวทางการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วมให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

พื้นที่ศึกษา

สวนป่าคลองตะเกรา จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นสวนป่าในสังกัดองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคกลาง ตั้งอยู่หมู่ที่ 2 ตำบลท่าตะเกียบ อำเภอท่าตะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา พื้นที่การใช้ประโยชน์ของสวนป่าคลองตะเกรา ทั้งหมด 4,824.12 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่อนุรักษ์ 80.44 ไร่ พื้นที่ปลูกสร้างสวนป่า 4,420.69 ไร่ พื้นที่ทับซ้อนกับราษฎร 167.56 ไร่ และพื้นที่อื่น ๆ 158.44 ไร่ ชนิดไม้ที่ปลูก ได้แก่ สัก (*Tectona grandis* L.f.) ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* spp.) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre.) ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd.) และอื่น ๆ ซึ่งมีหมู่บ้านที่อยู่รอบสวนป่าจำนวน 7 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านเกาะกระทิง บ้านทรัพย์เจริญ บ้านเขากระดาษ บ้านทุ่งสาย บ้านคลองสียัด และบ้านคลองตะเคียน

ผลและวิจารณ์

ลักษณะข้อมูลประชากรโดยรอบพื้นที่สวนป่า

กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง ร้อยละ 54.74 เพศชาย ร้อยละ 45.26 ส่วนใหญ่มีสถานภาพเป็นหัวหน้าครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 58.76 รองลงมาคือคู่สมรส คิดเป็นร้อยละ 23.72 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 50-59 ปี คิดเป็นร้อยละ 29.56 รองลงมาเป็นช่วงอายุ 60-69 ปี คิดเป็นร้อยละ 21.53 โดยอายุเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 53.51 ปี (SD=13.39) ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 58.76 รองลงมาจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 17.15 ส่วนใหญ่มีขนาดครัวเรือน 4-6 คน คิดเป็นร้อยละ 55.11 รองลงมา 1-3 คน คิดเป็นร้อยละ 37.96 โดยมีขนาดครัวเรือนเฉลี่ย 4.10 หรือประมาณ 4 คน (SD=1.61) ร้อยละ 54.74 ของกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้อพยพย้ายถิ่น โดยสาเหตุการย้ายถิ่นฐานส่วนใหญ่เป็นการย้ายมาหางานทำใหม่ ของผู้อพยพย้ายถิ่นฐานรองลงมาอพยพย้ายตามครอบครัว คิดเป็นร้อยละ 16.79 และร้อยละ 45.33 ของกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้อพยพย้ายถิ่นฐาน ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 45.26 เป็นคนดั้งเดิมในพื้นที่หรือเกิดในหมู่บ้านนี้

การประกอบอาชีพ พบว่าในแต่ละครัวเรือนมีอาชีพมากกว่า 1 อาชีพ ผสมผสานกันไป โดยอาชีพที่นิยมทำมากที่สุด คือ อาชีพรับจ้างทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 52.92 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการรับจ้างกรีดยางพารา รองลงมา คือ เกษตรกรรม คิดเป็นร้อยละ 27.37 โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้รวมของครัวเรือนต่อปี 100,001-150,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 38.32 โดยมีรายได้เฉลี่ย 109,338 บาท (SD=67,464.14) แสดงให้เห็นว่ามีรายได้แตกต่างกันไม่มากนัก โดยมีรายจ่ายรวมของครัวเรือนต่อปี 50,001-100,000 บาท คิดเป็น

ร้อยละ 45.99 กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 82.85 มีเงินออม แต่เป็นเงินออมที่ไม่มากนัก เนื่องจากมีอาชีพที่จำกัดด้วยฤดูกาล ทำให้ต้องนำเงินออมมาใช้จ่ายในช่วงที่ไม่ได้ประกอบอาชีพ

กลุ่มตัวอย่างมีที่ดินทำกินเป็นของตัวเองเพียงร้อยละ 34.31 ส่วนใหญ่มีเอกสารสิทธิ์และหนังสือรับรองการใช้ประโยชน์ที่ดิน คิดเป็นร้อยละ 57.44 และไม่มีเอกสารสิทธิ์หรือหนังสือรับรองการใช้ประโยชน์ ร้อยละ 42.56 ส่วนใหญ่ถือครองที่ดิน 0.1-10 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 68.09 ของผู้มีที่ดินทำกิน มีการถือครองที่ดินเฉลี่ยอยู่ที่ 9.49 ไร่ (SD=9.49)

แสดงให้เห็นว่าชุมชนที่อยู่รอบสวนป่าส่วนใหญ่เป็นกลุ่มคนที่อพยพย้ายถิ่นฐาน ระดับการศึกษาส่วนใหญ่ไม่สูงมากนัก ส่วนใหญ่ไม่มีที่ดินถือครอง ซึ่งสอดคล้องกับการประกอบอาชีพที่เป็นการรับจ้างทั่วไป (กรีดยางพารา) ซึ่งไม่ต้องการที่ดินที่ครองมากนัก และสภาพทางเศรษฐกิจไม่พบปัญหาโดยมีรายได้เพียงพอในการดำรงชีพและมีเงินออมใช้จ่ายในการประกอบอาชีพที่จำกัดด้วยฤดูกาล ซึ่งในช่วงเวลาที่ถูกจำกัดครัวเรือนอาจเข้าไปใช้ประโยชน์ในการเก็บหาของป่าเพื่อการดำรงชีพในพื้นที่สวนป่า

การรับรู้เกี่ยวกับสวนป่าคลองตะเกรา

กลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 59.85 ที่ตอบว่าไม่รู้จักสวนป่าคลองตะเกรา มีเพียง ร้อยละ 40.15 เท่านั้นที่รู้จักสวนป่าคลองตะเกรา และในจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ตอบว่ารู้จักสวนป่าคลองตะเกรา ผู้วิจัยได้ถามคำถามต่อเนื่องเกี่ยวกับภารกิจของสวนป่าคลองตะเกรา โดยร้อยละ 55.46 ของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบว่ารู้จักสวนป่าคลองตะเกรา คิดว่าสวนป่ามีภารกิจในการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ถูกต้อง โดยทราบภารกิจดังกล่าวมาจากป้ายประชาสัมพันธ์ด้านหน้าสวนป่า อย่างไรก็ตามยังมีกลุ่มตัวอย่างที่ตอบว่ารู้จักสวนป่าคลองตะเกรา ถึง ร้อยละ 44.54 ที่คิดว่าสวนป่ามีภารกิจในการดูแล รักษาป่าไม้ และสัตว์ป่า เพื่อการอนุรักษ์ คำตอบดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจผิดของกลุ่มตัวอย่างต่อภารกิจของสวนป่าคลองตะเกรา ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าว ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนถึง ปัญหาการรับรู้ของชุมชนท้องถิ่นต่อภารกิจของสวนป่าคลองตะเกรา กลุ่มตัวอย่างไม่รู้จักและไม่ทราบถึงภารกิจของสวนป่า และมีกลุ่มตัวอย่างบางส่วนเข้าใจภารกิจของสวนป่าไปในทิศทางตรงกันข้าม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่รู้จักสวนป่าคลองตะเกรา และกิจกรรมต่าง ๆ ที่สวนป่าดำเนินการร่วมกับชุมชนมีค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงได้อธิบายความเข้าใจ บทบาทหน้าที่และภารกิจของสวนป่าเพิ่มเติม ซึ่งในการสำรวจความคิดเห็น จึงได้สอบถามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่คาดหวังต่อการบริหารจัดการสวนป่าคลองตะเกรา ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความคาดหวังต่อด้านการดำเนินงานของสวนป่า ความคาดหวังต่อด้านความสัมพันธ์ระหว่างสวนป่ากับชุมชนท้องถิ่น และความคาดหวังต่อด้านการมีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่า นอกจากนั้นยังได้สำรวจความคิดเห็นในด้านการได้รับประโยชน์จากสวนป่า

กิจกรรมที่ชุมชนร่วมดำเนินการกับสวนป่า

แม้นภารกิจของสวนป่าคลองตะเกราจะต้องมีการประชาสัมพันธ์ สร้างความรู้ความเข้าใจ และการมีกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกับชุมชน แต่จากการศึกษาพบว่ากิจกรรมที่ชุมชนร่วมดำเนินการกับสวนป่ามีเพียง 3 กิจกรรมเท่านั้น ได้แก่ 1) การประชาสัมพันธ์รับสมัครคนงานจากชุมชนที่อยู่รอบสวนป่า 2) การแจ้งกิจกรรมการดำเนินงานต่าง ๆ ของสวนป่าแก่ชุมชน เช่น แผนการดำเนินงานประจำปี แผนการปลูกสร้างสวนป่าแปลงใหม่ แผนการทำไม้ออกจากสวนป่า เป็นต้น และ 3) การรับสมัครเกษตรกรเข้าร่วมโครงการวนเกษตรในพื้นที่การปลูกสร้างแปลงใหม่ที่มีอายุ 1-2 ปี ซึ่งกิจกรรมดังกล่าว เน้นการให้ข้อมูลหรือการแจ้งข่าวสารของสวนป่าเป็นส่วนใหญ่ แม้นบางกิจกรรมจะพยายามให้ชุมชนท้องถิ่นเข้ามาร่วมกิจกรรมในสวนป่า แต่กลับพบว่าการเข้ามามีส่วนร่วมมีน้อยมาก เพียงร้อยละ 29.93 ทั้งนี้ อาจจะมีสาเหตุมากจากความไม่ไว้ใจกันและกัน และการดำเนินงานของสวนป่าไม่ได้มีกระบวนการที่จะสร้างเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นมากนัก

ความคิดเห็นต่อการได้รับประโยชน์จากสวนป่า

จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ถึงการได้รับประโยชน์จากสวนป่า พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 32.76 เห็นด้วยในระดับสูง รองลงมา ร้อยละ

32.48 เห็นด้วยในระดับปานกลาง แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ชุมชนมองว่าสวนป่าคลองตะเกราสามารถเอื้อประโยชน์ในการดำรงชีพให้แก่ตนเองและชุมชนในระดับปานกลางเท่านั้น ($\bar{x}$=3.13) ในกรณีการส่งเสริมกิจกรรมวนเกษตรในพื้นที่สวนป่ายังมีข้อจำกัด ทั้งในเรื่องของขนาดพื้นที่และการจัดสรรผู้เข้าร่วมกิจกรรมที่มีอยู่ในบางกลุ่มเท่านั้น ประเด็นที่น่าสนใจ คือ การเข้าไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่สวนป่าทั้งด้านการเก็บหาของป่า และการเลี้ยงสัตว์สามารถทำได้แต่มีข้อจำกัด ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง มีระดับความคิดเห็นเฉลี่ยในประเด็นนี้น้อยที่สุด ($\bar{x}$=2.73) ทั้งนี้ อาจจะเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างยังคงต้องพึ่งพิงทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่สวนป่า จึงมีความกังวลกับการจำกัดการใช้ประโยชน์ของสวนป่า กอปรกับไม่มีกฎระเบียบในการเข้าใช้ประโยชน์ที่ชัดเจน หรือเกิดจากข้อตกลงร่วมกัน รายละเอียดดัง Table 2

Table 2 Communities' opinion as related to the benefits obtained from the forest plantation.

Benefits	Opinion level of the local community					Mean	Level of opinion
	Very low	Low	Moderate	High	Very High		
	Number of households (percentage)						
1. The plantation always helps and supports communities such as by providing for the children or participating in various activities.	12 (4.38)	75 (23.37)	83 (30.29)	75 (27.37)	29 (10.59)	3.12±0.96	Moderate
2. Non-restrictions uses in the forest plantation area, such as collecting NTFPs and raising livestock.	12 (4.38)	125 (45.62)	64 (23.36)	69 (25.18)	4 (1.46)	2.73±0.93	Moderate
3. The plantation encourages the households to conduct the agroforestry in the forest plantation area for income generation	3 (1.09)	39 (14.23)	110 (40.15)	109 (39.78)	13 (4.75)	3.33±0.82	Moderate
4. The plantation assists the local community case by case	10 (3.65)	37 (13.50)	99 (36.13)	106 (38.69)	22 (8.03)	3.34±0.93	Moderate
Total	**37 (3.38)**	**276 (25.18)**	**356 (32.48)**	**359 (32.76)**	**68 (6.20)**	**3.13±0.94**	**Moderate**

ระดับความคาดหวังด้านการจัดการสวนป่าคลองตะเกรา

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่รู้จักสวนป่าคลองตะเกรา และกิจกรรมการมีส่วนร่วมกับชุมชนที่อยู่รอบสวนป่ามีค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงได้อธิบายให้กลุ่มตัวอย่างทราบภารกิจ และการดำเนินงานของสวนป่าคลองตะเกรา จากนั้นจึงได้สำรวจความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่คาดหวังต่อการจัดการสวนป่าคลองตะเกราในด้านต่าง ๆ ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้

1. ระดับความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่างต่อด้านการดำเนินงานในการบริหารจัดการสวนป่า โดยภาพรวม พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ร้อยละ 49.05 เห็นด้วยในระดับสูง รองลงมา ร้อยละ 33.94 เห็นด้วยในระดับปานกลาง และ ร้อยละ 8.10 เห็นด้วยในระดับสูงที่สุด โดยมีระดับความคาดหวังเฉลี่ย อยู่ในระดับสูง ($\bar{x}$=3.55) ดัง Table 3 ซึ่งข้อคำถามทั้งหมดเป็นกิจกรรมที่สวนป่าต้องมีการดำเนินการ โดยสวนป่าจะต้องมีการแจ้งให้ชุมชนท้องถิ่นได้รับทราบด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การติดป้ายประชาสัมพันธ์การจ้างงานของสวนป่า การติดป้ายแสดงพื้นที่อนุรักษ์บริเวณแปลงปลูกป่าหรือการเข้าร่วมประชุมหมู่บ้านเพื่อชี้แจงกิจกรรม เป็นต้น ทั้งนี้ พบว่าสวนป่ามีการดำเนินการเพียงบางกิจกรรม และดำเนินการเพื่อให้ครบตามภารกิจการบริหารจัดการสวนป่าเท่านั้น ยังขาดการดำเนินการในเชิงรุก ไม่มีการย้ำเตือน หรือมีความต่อเนื่องในการดำเนินงานเท่าที่ควร ทำให้กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่ได้รับทราบในกิจกรรมดังกล่าว จึงเป็นจุดอ่อนสำคัญในการดำเนินงานของสวนป่าคลองตะเกรา อย่างไรก็ตามผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคาดหวังในระดับสูงต่อการที่สวนป่าคลองตะเกราให้ความสำคัญกับการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับชุมชนท้องถิ่นมากขึ้น ทั้งการกำหนดพื้นที่อนุรักษ์ในพื้นที่สวนป่าร่วมกับชุมชน การเข้าร่วมประชุมกับชุมชนในการกำหนดแผนการดำเนินงานของสวนป่า ซึ่งเป็นหนึ่งในกิจกรรมการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วมเพื่อให้บรรลุและเป็นไปตามมาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน (Forest Industry Organization, 2021)

Table 3 Communities' expectation related to the operations in the forest plantation.

Administration of the forest plantation	Expected level by the local community					Mean	Level of expectation
	Very low	Low	Moderate	High	Very High		
	Number of households (percentage)						
1. The focus of the plantation should be to conserve forest resources and local identity	2 (0.73)	18 (6.57)	116 (42.34)	121 (44.16)	17 (6.20)	3.49±0.74	High
2. The plantation officials should inform the action plan and overall operations to the TAO and community leaders.	8 (2.92)	16 (5.84)	107 (39.05)	122 (44.52)	21 (7.67)	3.48±0.83	High
3. The zoning of a conservation area will help to preserve the ecosystem.	8 (2.92)	8 (2.92)	75 (27.37)	162 (59.12)	21 (7.67)	3.66±0.78	High
4. Local people should be employed to work in the forest plantation.	1 (0.36)	17 (6.20)	77 (28.11)	153 (55.84)	26 (9.49)	3.68±0.74	High
5. Allowing community members to collect NTFPs in the plantation should be a part of the action plan.	2 (0.72)	42 (15.33)	90 (32.85)	114 (41.61)	26 (9.49)	3.44±0.89	High
Total	**21 (1.53)**	**101 (7.37)**	**465 (33.94)**	**672 (49.05)**	**111 (8.11)**	**3.55±0.80**	**High**

2. ระดับความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่างต่อด้านความสัมพันธ์ระหว่างสวนป่ากับชุมชนท้องถิ่น ในภาพรวม พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ร้อยละ 43.07 เห็นด้วยในระดับสูง รองลงมา ร้อยละ 35.86 เห็นด้วยในระดับปานกลาง และร้อยละ 10.67 เห็นด้วยในระดับน้อย โดยมีระดับความคาดหวังเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง ($\bar{X}$=3.47) ดัง Table 4 กลุ่มตัวอย่างมีความคาดหวังให้สวนป่าคลองตะเกรา มีความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชนท้องถิ่น โดยเฉพาะการที่หัวหน้าสวนป่า และเจ้าหน้าที่สวนป่ามีควรมีอัธยาศัยที่ดี สามารถทำงานร่วมกันชุมชนได้ รวมทั้งความสม่ำเสมอในการลงพื้นที่ชุมชนเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์อันดีกับชุมชนท้องถิ่นโดยรอบสวนป่า เมื่อมีปัญหาความขัดแย้งในด้านต่าง ๆ เกิดขึ้นควรมีการดำเนินการแก้ไขอย่างเร่งด่วน อย่างไรก็ตาม การเข้าร่วมกิจกรรมกับชุมชน เป็นการสื่อสารที่ทำให้ชุมชนรู้จักสวนป่าและเข้าใจสวนป่ามากยิ่งขึ้น แต่กลุ่มตัวอย่างกลับมีความคาดหวังในระดับปานกลางเท่านั้น ซึ่งกลุ่มตัวอย่างให้เหตุผลว่า ยังคาดหวังให้เจ้าหน้าที่สวนป่ามาร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชนอยู่เดิม แต่อาจจะไม่จำเป็นต้องมาทุกกิจกรรม สามารถที่จะเลือกกิจกรรมที่สำคัญ แต่ในปัจจุบันพบว่า เจ้าหน้าที่สวนป่าเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชนน้อยมาก การรู้จักกันจะอยู่ในระดับผิวเผิน ทำให้ยากต่อการทำงานเชิงรุกที่ต้องการการมีส่วนร่วมอย่างเข้มแข็ง ซึ่งสอดคล้องกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในกระบวนการจัดทำแผนพัฒนาตำบล ระยะ 3 ปี (พ.ศ.2557-2559) ของเทศบาลตำบลบ้านปง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ โดยพบว่า ปัญหาและอุปสรรคมาจากการสื่อสารและการประสานงานกับชุมชน ที่จะนำไปสู่การส่วนร่วมและทำงานร่วมกันกับชุมชน (Yaboonna *et al.*, 2017)

Table 4 Communities' expectation related to the operations of the relationship between the forest plantation and the local community.

Relationship between the forest plantation and the local community	Expected level by the local community					Mean	Level of expectation
	Very low	Low	Moderate	High	Very High		
	Number of households (percentage)						
1. The plantation should participate in the community activities regularly	18 (6.57)	56 (20.44)	81 (29.56)	106 (38.69)	13 (4.74)	3.15±1.01	Moderate
2. Any conflicts of the plantation with the communities should be resolved promptly.	0 (0)	32 (11.68)	103 (37.59)	131 (47.81)	8 (2.92)	3.42±0.73	High
3. The chief and staffs of the plantation are friendly and have good relations with the local communities	0 (0)	16 (5.84)	103 (37.59)	118 (43.07)	37 (13.50)	3.64±0.79	High
4. Relationship between the forest plantation and the local community should be cordial.	0 (0)	13 (4.74)	106 (38.69)	117 (42.70)	38 (13.87)	3.66±0.77	High
Total	**18 (1.64)**	**117 (10.67)**	**393 (35.86)**	**472 (43.07)**	**96 (8.76)**	**3.47±0.83**	**High**

3. ระดับความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่างต่อด้านการมีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่า ผลการศึกษาในภาพรวม พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ร้อยละ 47.23 เห็นด้วยในระดับสูง รองลงมา ร้อยละ 35.55 เห็นด้วยในระดับปานกลาง โดยมีระดับความคาดหวังเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง ($\bar{X}$=3.51) เนื่องจากการ

ดำเนินงานของสวนป่าในกิจกรรมต่าง ๆ ยังเปิดโอกาสให้ชุมชนท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วมค่อนข้างน้อย เช่น การวางแผนและการกำหนดแนวทางในการดำเนินงานของสวนป่า เป็นต้น ดัง Table 5 โดยการดำเนินงานที่ผ่านมา เป็นการแจ้งเกี่ยวกับกิจกรรมในการประชุมระดับตำบลหรือหมู่บ้านเท่านั้น แต่ในภาพรวมของกิจกรรมการดำเนินงานเกี่ยวกับการกำหนด กฎ กติกา หรือพื้นที่ที่สามารถเข้าใช้ประโยชน์ได้ ยังไม่มีการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ชุมชนท้องถิ่นเข้ามาร่วมอย่างชัดเจน ทำให้ในปัจจุบันยังไม่มีกฎ กติกา หรือขอบเขตพื้นที่ ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มต่าง ๆ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ยังมีความเห็นว่าตนเองไม่ได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง ต่างฝ่ายต่างดำเนินงานของตนเองไป ซึ่งในความเป็นจริงการดำเนินงานสวนป่าต้องอาศัยความร่วมมือจากราษฎรและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่เป็นอย่างมากจึงจะสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ Kalapukdee (2021) เกี่ยวกับความสำเร็จของการจัดการป่าชุมชนเพื่อกำหนดแนวทางในการจัดการทรัพยากรป่าชุมชนอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก จะต้องมีความสมดุลระหว่างชุมชนกับหน่วยงาน ต้องไม่มีการแยกป่ากับชุมชนต่อจากกัน กิจกรรมทุกอย่างต้องเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนตั้งแต่การวางแผนการดำเนินงาน จนถึงการสร้างความตระหนักรู้ถึงผลของการจัดการป่าชุมชน

Table 5 The communities' expectation related to the operations of participation in forest plantation management.

Participation in forest plantation management	Expected level by the local community					Mean	Level of expectation
	Very low	Low	Moderate	High	Very High		
	Number of households (percentage)						
1. Allow the local communities to participate in planning and monitoring the management of forest plantation.	8 (2.92)	24 (8.76)	106 (38.69)	122 (44.53	14 (5.10)	3.40±0.83	Moderate
2. Allow the participation of the local communities during the decision-making process related to utilization of forest plantation resources.	7 (2.55)	24 (8.76)	98 (35.77)	127 (46.35)	18 (6.57)	3.46±0.84	High
3. Collaboration with the local communities to set the rules and regulations for the utilization of forest resources.	6 (2.19)	22 (8.03)	90 (32.84)	135 (49.27)	21 (7.67)	3.52±0.83	High
4. Yearly feedback about the forest plantation management from the local people.	3 (1.09)	22 (8.03)	97 (35.41)	138 (50.37)	14 (5.10)	3.50±0.76	High
5. The plantation should enable the setup of a platform for local people to participate in the forest plantation management.	0 (0)	18 (6.57)	96 (35.04)	125 (45.62)	35 (12.77)	3.65±0.78	High
Total	**24 (1.75)**	**110 (8.03)**	**487 (35.55)**	**647 (47.23)**	**102 (7.44)**	**3.51±0.81**	**High**

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนถึงระดับการมีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่าคลองตะเกราที่มีกิจกรรมค่อนข้างน้อย และระดับการมีส่วนร่วมในกิจกรรมดังกล่าวก็อยู่ในระดับต่ำ ส่วนใหญ่เป็นการแจ้งข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับสวนป่าให้แก่กลุ่มตัวอย่างได้รับทราบเท่านั้น ซึ่งจากระดับการมีส่วนร่วมของสถาบันนานาชาติเพื่อการมีส่วนร่วมของสาธารณะ (International Association for Public Participation: IAP2) (Office of the Public Sector Development Commission, 2007) ถือว่าเป็นการมีส่วนร่วมในระดับให้ข้อมูลข่าวสาร (Inform) ซึ่งเป็นระดับการมีส่วนร่วมต่ำสุด สิ่งที่น่าสนใจ คือ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้มีนโยบายการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน โดยให้ความสำคัญกับความยั่งยืนในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ภายใต้กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นและได้ผลักดันให้การมีส่วนร่วมกับชุมชนท้องถิ่นเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จอย่างหนึ่งของการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน ดังนั้น สวนป่าคลองตะเกรา ควรมีความพร้อมและปรับกระบวนการทำงาน

แนวทางการพัฒนาการจัดการสวนป่าของสวนป่าคลองตะเกราอย่างมีส่วนร่วม

จากการรับรู้เกี่ยวกับสวนป่าคลองตะเกรา กิจกรรมการมีส่วนร่วมของชุมชนที่สวนป่าดำเนินการมีค่อนข้างน้อย ความคิดเห็นต่อการได้รับประโยชน์จากสวนป่าอยู่ในระดับปานกลาง แต่ความคาดหวังต่อการบริหารจัดการสวนป่า ความสัมพันธ์ระหว่างสวนป่ากับชุมชน และการมีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่า ส่วนใหญ่มีความคาดหวังอยู่ในระดับสูง วิเคราะห์สภาพแวดล้อม (SWOT Analysis) และพัฒนาแนวทางโดยใช้วิธี TOWS Matrix ดัง Table 6 ซึ่งมีแนวทางในการพัฒนาการจัดการส่วนป่าอย่างมีส่วนร่วม ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเชิงรุก กำหนดแนวทางได้ 2 แนวทาง คือ

แนวทางที่ 1 พัฒนาพื้นที่ที่มีศักยภาพของสวนป่าเป็นแหล่งท่องเที่ยวของชุมชน เพื่อเสริมสร้างการพัฒนาในระดับท้องถิ่น เนื่องจากสวนป่าบางพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ อยู่ใกล้แหล่งท่องเที่ยวของอำเภอ อีกทั้งนโยบายองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ผู้นำชุมชนมีความสนใจในการพัฒนาท้องถิ่น ซึ่งสามารถผลักดันให้เป็นพื้นที่ท่องเที่ยวได้ รวมทั้งเป็นการส่งเสริมให้ชุมชนเข้ามามีส่วนในการจัดการสวนป่าอีกด้วย

แนวทางที่ 2 ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่า เนื่องจากการมีส่วนร่วมของชุมชนในการบริหารจัดการสวนป่ามีค่อนข้างน้อย และเป็นการมีส่วนร่วมที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ดังนั้นจึงควรมีกิจกรรมและกระบวนการที่จะส่งเสริมให้ชุมชนเข้ามามีบทบาทในด้านต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้จะต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานของสวนป่า รวมทั้งการกำหนดกิจกรรมหรือแผนงานที่สอดคล้องต่อการเข้ามาบริหารจัดการสวนป่า กระตุ้นให้เกิดความร่วมมือกันมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ควรมีกลไกการจัดการความขัดแย้ง หรือการสร้างพื้นที่ที่จะเปิดโอกาสให้สวนป่าและชุมชนได้เข้ามาทำงานร่วมกันมากขึ้น

2. แนวทางการจัดการเชิงป้องกัน กำหนดแนวทางได้ 1 แนวทาง คือ

แนวทางที่ 1 จัดทำแผนการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม การจัดทำแผนของสวนป่า ควรเปิดโอกาสให้ชุมชนและภาคส่วนต่าง ๆ ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายและกิจกรรมที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับชุมชนมากขึ้น และควรมีการประชาสัมพันธ์ และสร้างการยอมรับในแผนการจัดการสวนป่า รวมทั้งการสร้างกลไกที่เปิดโอกาสให้ชุมชนท้องถิ่นสามารถติดตาม ตรวจสอบการดำเนินงานของสวนป่าได้ เพื่อรองรับการเปลี่ยนของหัวหน้าสวนป่าที่อาจเกิดขึ้น ทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องและอาจจะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่าในอนาคต

3. แนวทางการจัดการเชิงแก้ไข กำหนดแนวทางได้ 2 แนวทาง คือ

แนวทางที่ 1 พัฒนาระบบสื่อสารผ่านเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย และเข้าถึงชุมชนได้มากขึ้น สืบเนื่องจากกิจกรรมการมีส่วนร่วมของชุมชนมีอยู่ค่อนข้างน้อย อีกทั้งการประชาสัมพันธ์กิจกรรมต่าง ๆ เป็นการประชาสัมพันธ์ในระดับอำเภอ ระดับตำบล ทำให้ราษฎรเข้าถึงข้อมูลข่าวสารของสวนป่าได้ยาก และยังสามารถประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับสวนป่า อีกทั้งยังทำ

ให้ชุมชนเข้าถึงการมีส่วนร่วม บทบาท หน้าที่ที่ของการบริหารจัดการสวนป่าได้ง่ายขึ้น

แนวทางที่ 2 ส่งเสริมพัฒนาศักยภาพของชุมชนให้มีความเข้มแข็ง โดยการจัดตั้งกลุ่ม เครือข่าย และคณะกรรมการชุมชน เพื่อเข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดกฎ กติกา การเข้าใช้ประโยชน์ ด้านสาธารณูปโภคช่วยเหลือชุมชน เพื่อให้เข้าถึงชุมชนได้มากขึ้น รวมทั้งยังเป็นเครือข่ายในการประชาสัมพันธ์การมีส่วนร่วมในระดับชุมชนได้มากขึ้น

4. แนวทางการจัดการเชิงรับ กำหนดแนวทางได้ 2 แนวทาง คือ

แนวทางที่ 1 บูรณาการหน่วยงานในพื้นที่ ในการบริหารจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วมกับชุมชน เพื่อเพิ่มทักษะ องค์ความรู้ให้กับราษฎรในท้องถิ่น เนื่องจากชุมชนยังขาดความรู้ความเข้าใจ จึงไม่ทราบบทบาท และหน้าที่ที่สามารถเข้าถึงการจัดการสวนป่าได้ การให้ความรู้กับชุมชนจึงเป็นสิ่งสำคัญในการบริหารจัดการสวนป่า

แนวทางที่ 2 เสริมสร้างการติดตามและการประเมินผลการทำงานของสวนป่าร่วมกับชุมชน เนื่องจากการมีส่วนร่วมของชุมชนในกิจกรรมของสวนป่ามีค่อนข้างน้อย การติดตามและการประเมินผลการทำงานจึงเป็นสิ่งที่จะสามารถทำให้สวนป่าทราบว่าชุมชนรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับสวนป่ามากน้อยเพียงใด และสามารถปรับแผนการดำเนินงานของสวนป่าได้

จากแนวทางการพัฒนาการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม มีทั้งหมด 7 แนวทาง สามารถนำไปสู่การพัฒนาเป็นแผนปฏิบัติการของสวนป่าคลองตะเกรา ซึ่งจะสามารถสร้างเสริมการมีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่าของชุมชนท้องถิ่นในมิติต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับ Chaiyasert (2006) ที่เสนอแนวทางการจัดการอย่างมีส่วนร่วมว่าต้องมีการทำให้ชุมชนรับรู้ข้อมูลข่าวสาร การแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านกระบวนการที่ทำให้ขอ้มูลแสดงออกมา รวมทั้งการสร้างเครือข่ายเพื่อร่วมกันแก้ไขปัญหา และพัฒนาการดำเนินงานให้ไปสู่เป้าหมายได้ ซึ่งจะสามารถทำให้ชุมชนรอบสวนป่ารับรู้ข้อมูลของสวนป่าและเข้ามามีบทบาทมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้น ยังสอดคล้องกับแนวทางการจัดการป่าไม้ของหน่วย XV jeneberang II และหน่วย XII Walanae อินโดนีเซีย โดยมีกลยุทธ์การสร้างเครือข่าย การเสริมสร้างศักยภาพของชุมชน การพัฒนาพื้นที่ให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว ซึ่งเป็นกลยุทธ์สำคัญในการสร้างรายได้ที่จะนำไปสู่การให้ความสำคัญและการสร้างความร่วมมือกันกับชุมชนมากขึ้น (Hiyadat *et al.*, 2020) และสอดคล้องกับแนวคิด Ostrom (2010) การจัดการทรัพยากรร่วมกันได้ ต้องดำเนินการตามแนวทาง 8 แนวทาง คือ 1) ความชัดเจนของขอบเขต 2) ความสอดคล้อง 3) การเปิดโอกาสสมาชิกมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ 4) การสอดส่องดูแลที่มีประสิทธิผล 5) แนวทางการปฏิบัติที่ค่อยเป็นค่อยไป 6) กลไกการจัดการความขัดแย้งอย่างมีประสิทธิภาพ 7) การให้สิทธิในการจัดการร่วมกัน และ 8) การเชื่องโยงความร่วมมือโดยภาคีเครือข่าย

Table 6 Developing of a participatory forest plantation management approach.

Internal Origin / External Origin	**Strengths; S** S1 The plantation has abundance and biodiversity in some areas. S2 Community leaders are interested in improving the local area. S3 The community has support and dependent lifestyle. S4 People are focused on the importance of cooperation towards participating in community activities S5 People pay attention and are aware about the forest resources and environment.	**Weaknesses; W** W1 People have occupations that are based on seasons and land W2 There exists limited news about the activities or actions to take advantage of the forest plantation area W3 The community lacks understanding of a participatory forest plantation management W4 Absence of a forum to exchange opinions W5 Absence of a process for employ locals in labor and agroforestry areas W6 Cooperation between forests and communities is at a low level.
Opportunities; O O1 FIO policy encourages participation in forest plantation management O2 local administrative organization policy encourages the development of eco-tourism O3 increasing the convenience of transportation O4 Near other tourist attractions O5 Use of latest social media and other communication technology trends	**Active approach (SO)** SO1 Developing forest plantation areas to serve as tourist attractions (S1 S2 O1 O2 O3 O4) SO2 Promoting participatory forest plantation management (S2 S3 S4 S5 O1 O5)	**Adjusted approach (WO)** WO1 Developing communication systems (W2 W3 W4 W6 O1 O5) WO2 Building community capacity (W1 W2 W5 W6 O1)
Threats; T T1 Appointment and transfer of plantation chief affects the local participation in forest plantation management T2 Rapid urbanization	**Protected approach (ST)** ST1 Developing participatory forest management plans (S2 S3 S4 S5 T1 T2)	**Passive approach (WT)** WT1 Integrating to work with local authorities (W2 W3 W6 T1 T2) WT2 Strengthening the monitoring and evaluation of forest plantations management. (W3 W 4W5 W6 T1 T2)

สรุป

จากแนวทางการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วมของสวนป่าคลองตะเกรา ทั้ง 7 แนวทางคือ 1) พัฒนาพื้นที่สวนป่าเพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยวของชุมชน 2) ส่งเสริมการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม 3) จัดทำแผนการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วม 4) พัฒนาระบบการสื่อสาร 5) พัฒนาความเข้มแข็งของชุมชน 6) บูรณาการทำงานกับหน่วยงานในพื้นที่ และ

7) เสริมสร้างการติดตามและประเมินผลการทำงานของสวนป่า ซึ่งยังทำให้ทราบแนวทางการแก้ไขปัญหาในประเด็นต่าง ๆ ที่สามารถสรุปได้ 2 ประเด็น ดังนี้

1. ด้านนโยบาย สวนป่าควรให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่าให้มากขึ้น ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างให้ชุมชนในพื้นที่ได้มีการแสดงออกถึงการดำเนินงานของสวนป่า ได้อย่างเหมาะสมจึงนำไปสู่การจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วมได้อย่างประสบผลสำเร็จ และสวนป่าควรสร้างความร่วมมือและบูรณาการในการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วมมากขึ้น เนื่องจากที่ผ่านมาสวนป่ากับชุมชนยังมีการทำงานที่แยกออกจากัน ต่างคนต่างสนับสนุนในส่วนของตน ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วการจัดการสวนป่าต้องดำเนินการอย่างมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาสวนป่าให้มีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการสวนป่าร่วมกับชุมชน

2. ด้านองค์กร เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมในการจัดการสวนป่าระหว่างชุมชนท้องถิ่นมากยิ่งขึ้น โดยการกำหนดโครงการรองรับแนวทางการจัดการสวนป่า บรรจุลงในแผนการดำเนินงานของสวนป่า รวมถึงผลักดันโครงการรองรับดังกล่าวให้ผ่านการเห็นชอบกับองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้และองค์กรปกครองท้องถิ่น เพื่อเป็นการเสริมสร้างการดำเนินงานระหว่างสวนป่ากับชุมชนให้เกิดการมีส่วนร่วมมากขึ้น อีกทั้งยังถือได้ว่าเป็นระบบการติดตามและประเมินผลการดำเนินงานการจัดการสวนป่าอย่างมีส่วนร่วมให้เกิดผลสำเร็จ

คำนิยม

ขอขอบคุณหัวหน้าสวนป่าและเจ้าหน้าที่สวนป่าคลองตะเกรา ขอขอบคุณผู้ใหญ่บ้านและราษฎรบ้านเกาะกระทิง บ้านทรัพย์เจริญ บ้านเขากระดาษ และบ้านทุ่งส่าย อำเภอท่าตะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จ

REFERENCES

Chaiyasert, S. 2006. **Community Development**. Odienstore, Bangkok. (in Thai)

Commercial Wood Innovation Office. 2015. Sustainable Forest plantation management. **North Forest Industry Organization**. Available Source: http://www.northfio.com/web/fsc/standard_fio58.pdf, April 1, 2021. (in Thai)

Forest Industry Organization. 2018. Request to amend the Cabinet's resolution on the designation of land and forest use zones in the national reserved forests. **Forest Industry Organization**. Available Source: http://www.fio.co.th/p/km/document/km-530305-05.pdf, January 15, 2018. (in Thai)

Forest Industry Organization. 2018A. Request to amend the Cabinet's resolution on the designation of land and forest use zones in the national reserved forests. **Forest Resource Management Office No.11 (Suratthani)** Available Source: https://www.forest.go.th/suratthani11/wp-content/uploads/sites/46/2016/05/9-71-028.pdf, January 15, 2018. (in Thai)

Forest Industry Organization. 2021. **Annual Report 2020 Forest Industry Organization**. Forest Industry Organization, Bangkok. (in Thai)

Forest Industry Organization. 2021A. Policy of sustainable forest management according to TIS 14061 standard. **Forest Industry Organization**. Available Source: http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER18/DRAWER092/ GENERAL/DATA0000/00000311.PDF, March 3, 2021. (in Thai)

Hidayat, M., Alam, S., Ridwan. 2020. Management strategy forest management unit XV jeneberang II and forest management unit XII Walanea with SWOT analysis**.**

Advances in Environment Biology Journal 14(5): 1-8.

Hutanuwatr, N., Hutanuwatr, N. 2002. **SWOT: Strategic Planning for Community Enterprises**. 5th ed. Local Development Institute, Bangkok. (in Thai)

Jamekorn, S. 1983. **Statistical Package for Social Sciences**. Program in Statistics, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Kalapukdee, P. 2021. Guideline for sustainable management of community forest resources in Eastern region. **Law and Local Society Journal** 5(1): 1-27.

Krejcie, R.V., Morgan, D.W. 1970. Determining sample size for research activities. **Educational and Psychological Measurement** 30(3): 607-610.

Office of the Public Sector Development Commission. 2007. Participatory public administration: techniques methods and implementation. **Public Sector Development Commission**. Available Source: https://opdc.go.th/file/reader/ dXx8NTMwfHxmaWxlX3VwbG9hZA. September 13, 2016. (in Thai)

Ostrom, E. 2010. Beyond markets and States: Polycentric governance of complex economic systems. **American Economic Review** 100(3): 641-72.

Petsuksiri, P. 1988. **Attitude Measurement**. Faculty of Social Sciences and Humanities, Mahidol University, Bangkok. (in Thai)

Royal Forest Department and Forest Industry Organization. 1990. **Agreement of the planted forest plantation under the condition of the concession that has passed the maintenance period (6 years) of Eua Witthaya Phanich Co., Ltd. Between Royal Forest Department and Forest Industry Organization**. Royal Forest Department and Forest Industry Organization, Bangkok. (in Thai)

Srisuk, K. 2009. **Research Methodology**. 3th ed. Kongchang Printing, Chiang Mai (in Thai)

The Secretariat of the Prime Minister. 1956. Royal Decree Establishing the Forest Industry Organization. **Royal Thai Government Gazette.** July 24, 1956. Vol. 73 Part 57, Legislative Institutional Repository of Thailand. pp. 881-895. (in Thai)

The Secretariat of the Prime Minister. 1989. Royal Decree Amending the Forests Act B.E. 2484 B.E. 2532. **Royal Thai Government Gazette**. January 14, 1989. Vol. 106 Part 8 Special Issue, Legislative Institutional Repository of Thailand. pp.9-21. (in Thai)

Yaboonna, N., Jullajakwat, J., Jaipakdee, S. 2017. The people's participation in formulating the 3 year development plan (B.E.2557-2559) Banpong subdistrict Municipality, Amphoe Hangdong, Chiang Mai province. **Ganesha Journal** 13(1): 147-162. (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการการครอบครองที่ดิน ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า

Development of a Spatial Database System for Land Occupation Management in Khaopu-Khaoya National Park

ชนนิกานต์ คำวะรัตน์[1,2*] **Chonnikan Khamwarut**[1,2*]
ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล[1] **Laddawan Rianthakool**[1]
ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง[1] **Chakrit Na Takuathung**[1]

[1]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand
[2]อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า จังหวัดพัทลุง กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
Khaopu-Khaoya National Park, Phatthalung Province. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation.
*Corresponding Author, E-mail: chonnikan.k@ku.th

รับต้นฉบับ: 9 ธันวาคม 2564 **รับแก้ไข:** 22 มกราคม 2565 **รับลงพิมพ์:** 28 มกราคม 2565

ABSTRACT

We present the development of a spatial database system for land occupation management in Khaopu-Khaoya national park. The aim to design such system lies in the need to avoid data redundancy, systematically store and manage information, and ease of usage. Through the development of the database system, we measured the user satisfaction of using the system to monitor the land occupation management in the national park. The design included collection of data, design and creation of the database system (conceptually, logically, and physically), ground check survey, testing the database system, and finally its application in real world management. The results of this study can be used in two ways: 1) a design based on relational database, collecting data in the form of Geodatabase, processed through a GIS program, consisting of 6 databases, 2) online map presentation processed through the Google My Maps program, with area need for an active internet connection to access the database. At present, the users can only view the land under use and the boundary of Khaopu-Khaoya national park. After the completion of test phase of the spatial database system, through a feedback of 100 officials of Khaopu-Khaoya national park, we obtained an average satisfaction score of 4.21, considered a very good score.

Keywords: GIS, Google My Maps, Khaopu-Khaoya National Park, Spatial Database

บทคัดย่อ

การศึกษาการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า จัดทำระบบฐานข้อมูลการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า โดยการออกแบบระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล จัดเก็บและจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ และง่ายต่อการใช้งาน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ และประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อ

การจัดการการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า ได้จัดทำตามขั้นตอน จาก 1) การรวบรวมข้อมูล 2) ออกแบบระบบฐานข้อมูล (เชิงแนวคิด เชิงตรรกะ และเชิงกายภาพ) 3) จัดทำระบบฐานข้อมูล 4) ตรวจสอบข้อมูลภาคสนาม 5) ทดลองเรียกใช้งาน 6) นำไปประยุกต์ใช้กับการทำงาน ผลการศึกษาโปรแกรมที่นำมารองรับการใช้งานมี 2 รูปแบบ คือ 1. การออกแบบตามฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) รวบรวมข้อมูลในรูปแบบ Geodatabase ประมวลผลผ่านโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 6 ฐานข้อมูล 2. การนำเสนอแผนที่ออนไลน์ ประมวลผลผ่านโปรแกรม Google My Maps ซึ่งบริเวณที่ใช้งานฐานข้อมูลต้องมีสัญญาณอินเตอร์เน็ต เพื่อเรียกใช้ฐานข้อมูล สามารถเรียกดูได้เพียงแปลงการครอบครองที่ดินและแนวเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า ภายหลังการทดสอบการใช้งาน ให้เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า จำนวน 100 คน ทำการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 อยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ฐานข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า Google My Maps

คำนำ

ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน 2561 ให้กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ดำเนินการสำรวจการครอบครองที่ดินของประชาชนที่อยู่อาศัยหรือทำกินในเขตป่าอนุรักษ์ อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า ได้ดำเนินการสำรวจการครอบครองที่ดินของราษฎรในพื้นที่รับผิดชอบ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดพัทลุง ตรัง และนครศรีธรรมราช เนื้อที่ 433,750 ไร่ ตามแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ดินของราษฎรในเขตป่าอนุรักษ์ (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2019) รวมทั้งสิ้น 114 หมู่บ้าน เพื่อแก้ไขปัญหาที่ดินของราษฎรที่อยู่ในเขตป่าอนุรักษ์ จึงนำข้อมูลการครอบครองที่ดินที่ได้จากการสำรวจมาจัดทำระบบฐานข้อมูลการครอบครองที่ดินให้เป็นระบบ โดยให้เจ้าหน้าที่เข้าถึงข้อมูลได้ทุกคน นำไปใช้ในการตรวจสอบขอบเขตแปลงการครอบครองที่ดินของแต่ละราย เพื่อป้องกันมิให้มีการบุกรุกแผ้วถางป่าเพิ่มเติม และค้นหาข้อมูลได้สะดวก โดย Adulkasem and Nopporncchrenkul (2017) ได้กล่าวว่า ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial database) เป็นการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน นำมาจัดเก็บไว้อย่างเป็นระบบ ทำให้ง่ายต่อการจัดการและการใช้งานข้อมูลได้สะดวก รวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Pungabukkana (2017) ที่กล่าวว่า เป็นกลุ่มของข้อมูลข้อความ หรือตัวเลขที่ถูกนำมาจัดเก็บไว้ด้วยกัน Thongtip (2013) อธิบายว่าการพัฒนาฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยการออกแบบโครงสร้างเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ รูปแบบชั้นข้อมูลอาจเป็นจุด หรือเส้น หรือพื้นที่รูปปิด สามารถเรียกดู สืบค้น วิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูลได้ นอกจากนี้ Thanewtong (2016) ได้กล่าวว่าการจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่เผยแพร่บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้สะดวกต่อการเรียกใช้งาน สามารถใช้งานได้จริง ทำให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพ และเป็นระบบมากขึ้น ซึ่งการนำ Google My Maps ที่เป็นระบบแผนที่ออนไลน์ เข้ามาเป็นตัวช่วยในการทำงานช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถเรียกใช้งานได้ตลอดเวลา และใช้ตรวจสอบการกระทำผิดได้ทันท่วงที

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งครอบคลุมการจัดเก็บข้อมูลการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า ที่สามารถประมวลผลผ่านโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และผ่านโปรแกรม Google My Maps โดยมีการประเมินผลสัมฤทธิ์ของระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของความพึงพอใจต่อระบบฐานข้อมูลของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการจัดทำระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่การครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ พัทลุง ตรัง และนครศรีธรรมราช

การเก็บข้อมูล

รวบรวมข้อมูลการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า ได้แก่ จังหวัดพัทลุง ตรัง และนครศรีธรรมราช จำนวน 114 หมู่บ้าน ผ่านโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำหรับจัดการข้อมูลด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยคอมพิวเตอร์พร้อมระบบปฏิบัติการ Windows 10 เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่าแล้ว ใช้โปรแกรม Google My Maps สำหรับการนำเสนอข้อมูลแผนที่ (map visualization) โดยอธิบายขั้นตอนได้ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ขอบเขตของอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า ขอบเขตการปกครองระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล พร้อมทั้งระบุตำแหน่งหมู่บ้านที่อยู่บริเวณพื้นที่ศึกษา

2. รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่การครอบครองที่ดิน (shapefile) ที่ได้จากการสำรวจ จำนวน 114 หมู่บ้าน ที่อยู่อาศัยหรือทำกินในอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า

3. พัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ภายใต้เป้าหมายที่ต้องการให้เจ้าหน้าที่ สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกคน และนำไปใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ได้ ดังนี้

3.1 พัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงแนวคิดโดยออกแบบระบบฐานข้อมูลที่ต้องการใช้งาน รวมถึงโปรแกรมที่นำมารองรับการใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

3.2 พัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงตรรกะโดยใช้แบบจำลองอีอาร์ (ER diagram) ให้มองเห็นภาพรวมของโครงสร้าง (Figure 1)

3.3 พัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงกายภาพกำหนดโครงสร้างเป็นตาราง 2 มิติ ตามรูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

4. จัดทำระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

4.1 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่การครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า

4.2 จัดทำระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่โดยใช้โปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบ Geodatabase เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน การสืบค้น เรียกใช้ และบริหารจัดการข้อมูล โดยใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ได้ทำการรวบรวมทั้งหมด

4.3 จัดทำระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ด้วย Google My Maps เพื่อนำเสนอข้อมูลแผนที่ (map visualization) ในรูปแบบออนไลน์ สามารถเข้าถึงข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยใช้เฉพาะข้อมูลการครอบครองที่ดิน และแนวเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า

5. ทดสอบการใช้งานระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยให้เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า จำนวน 100 คนเป็นผู้ใช้งาน

6. ประเมินความพึงพอใจการใช้งาน เปรียบเทียบผลความพึงพอใจระหว่างก่อนและหลังการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า โดยการวิเคราะห์แบบ Ordinal Scale กำหนดมาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ท (Likert rating scale) โดยมีเกณฑ์การประมาณค่า (rating scale) เป็น 5 ระดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Silanoi (2021) อธิบายเกี่ยวกับการใช้มาตรประมาณค่าในการศึกษาวิจัยเชิงปริมาณ ทางสังคมศาสตร์ ที่นิยมใช้มาตรประมาณค่า 1-5 ของลิเคิร์ต และใช้ในลักษณะมาตรประเภทอันดับที่ (ordinal scale) หรือบางกรณีใช้ในลักษณะที่เป็นมาตรอันตรภาค (interval scale) แบ่งระดับ ดังนี้

1) ระดับคะแนน 1.00-1.80 พึงพอใจในระดับน้อยมาก

2) ระดับคะแนน 1.81-2.60 พึงพอใจในระดับน้อย

3) ระดับคะแนน 2.61-3.40 พึงพอใจในระดับปานกลาง

4) ระดับคะแนน 3.41-4.20พึงพอใจในระดับดี

5) ระดับคะแนน 4.21 – 5.00พึงพอใจในระดับดีมาก

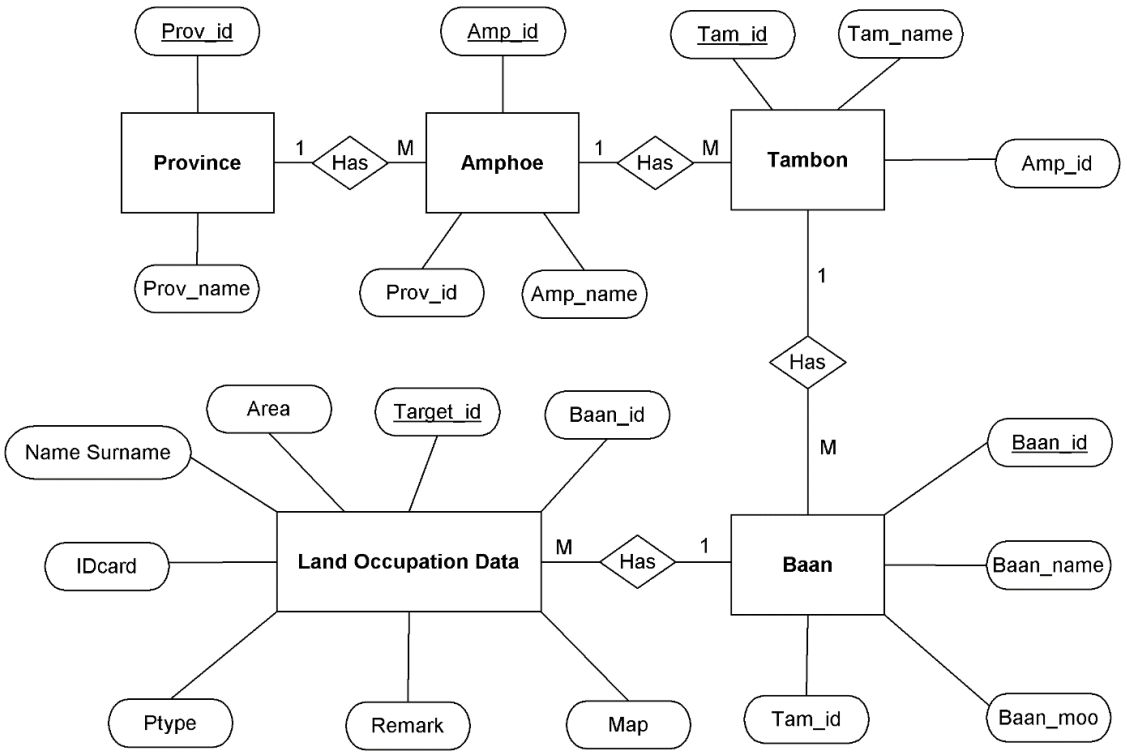


Figure 1 Spatial database structure for land occupation management at the Khaopu-Khaoya national park using an ER diagram model.

ผลและวิจารณ์

ส่วนที่ 1 การออกแบบระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

ออกแบบฐานข้อมูล โดยใช้ 2 โปรแกรม รองรับการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

1. การใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ผ่านโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เหมาะสำหรับผู้ที่มีความรู้ความสามารถในการใช้โปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการกำหนดพจนานุกรมข้อมูล เพื่อใช้เป็นรหัสในการเชื่อมโยงฐานข้อมูลแต่ละฐาน โดยใช้ฟิลด์ (field) ที่เหมือนกันเป็นตัวเชื่อมโยงข้อมูล ในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ กำหนดรหัสเขตปกครองตามรหัสมาตรฐานเขตการปกครองของไทย (Announcement of the Ministry of Interior, 2019)

2. การใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วย Google My Maps เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ความสามารถในการใช้โปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือทุกคน ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลการครอบครองที่ดินได้ง่ายผ่านสัญญาณอินเตอร์เน็ตได้ตลอดเวลา

โดยมีเป้าหมาย คือ ระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นมานั้น เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกคน และทราบขอบเขตแปลงการครอบครองที่ดินของแต่ละราย เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันการบุกรุกแผ้วถาง

ส่วนที่ 2 การใช้งานระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

1. การใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ผ่านโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จัดเก็บฐานข้อมูลในรูปแบบ Geodatabase จัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ให้เป็นระบบ ระเบียบ สะดวก ง่ายต่อการค้นหา เรียกใช้ หรือวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ ด้วยการกำหนดตัวเชื่อมโยง (related table) ที่เหมือนกันในแต่ละฐานข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับ Worachairungreung (2012) ที่รวบรวมข้อมูลเชิง

พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดยยึดหลักให้ผู้ใช้งานสามารถจัดการฐานข้อมูลโดยง่ายและเข้าถึงได้อย่างรวดเร็วในรูปแบบ Geodatabase (Figure 2)

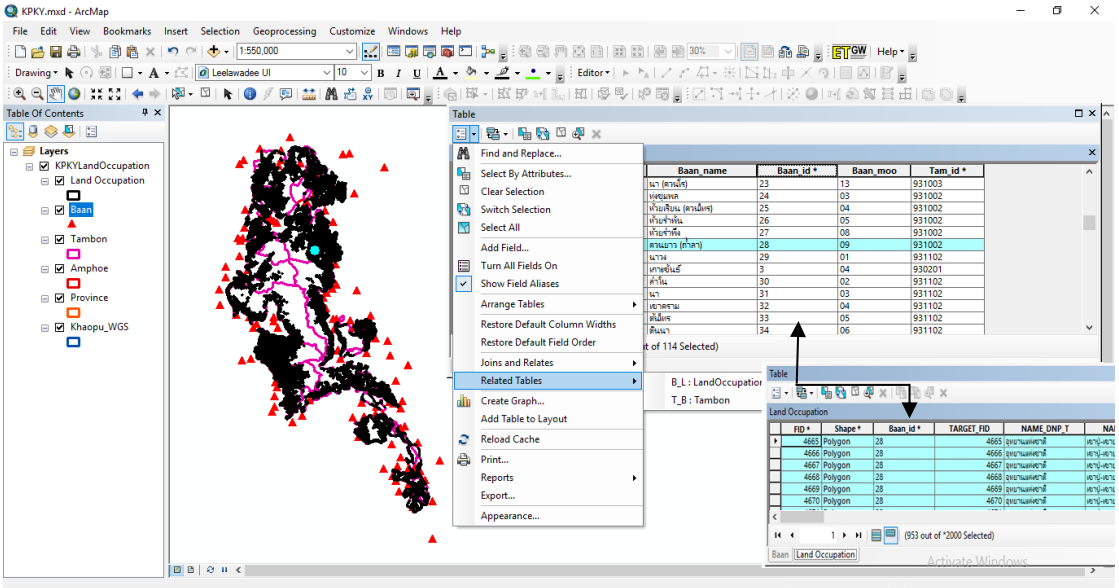


Figure 2 Geodatabase via the GIS program.

จากการสร้างฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย ข้อมูลแบบจุด และข้อมูลแบบพื้นที่ จำนวน 6 ฐานข้อมูล (Table 1) นำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่มาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จัดทำแผนที่การครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า ได้ดัง Figure 3

Table 1 The spatial database designed for monitoring the management of land occupation in the Khaopu-Khaoya national park.

Database	Type of Database
1. Land Occupation	polygon
2. Baan	point
3. Tambon	polygon
4. Amphoe	polygon
5. Province	polygon
6. Khaopu_WGS	polygon

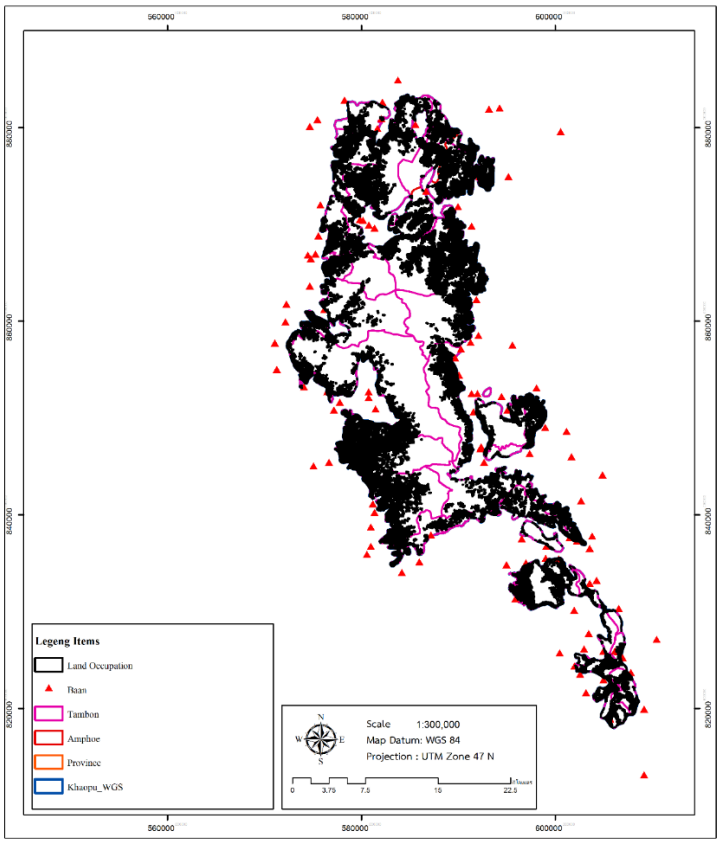


Figure 3 Land occupation in the Khaopu-Khaoya national park based on the developed spatial database system**.**

2. การใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วย Google My Maps แสดงแผนที่ (map visualization) ในรูปแบบออนไลน์ ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ Web Browser สามารถใช้งานได้เฉพาะบุคคลที่ได้รับลิงก์เท่านั้น ในส่วนของการใช้งานสามารถเลือกแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ตามขอบเขตพื้นที่หมู่บ้าน ที่ต้องการทำการสำรวจภาคสนาม (Figure 4)

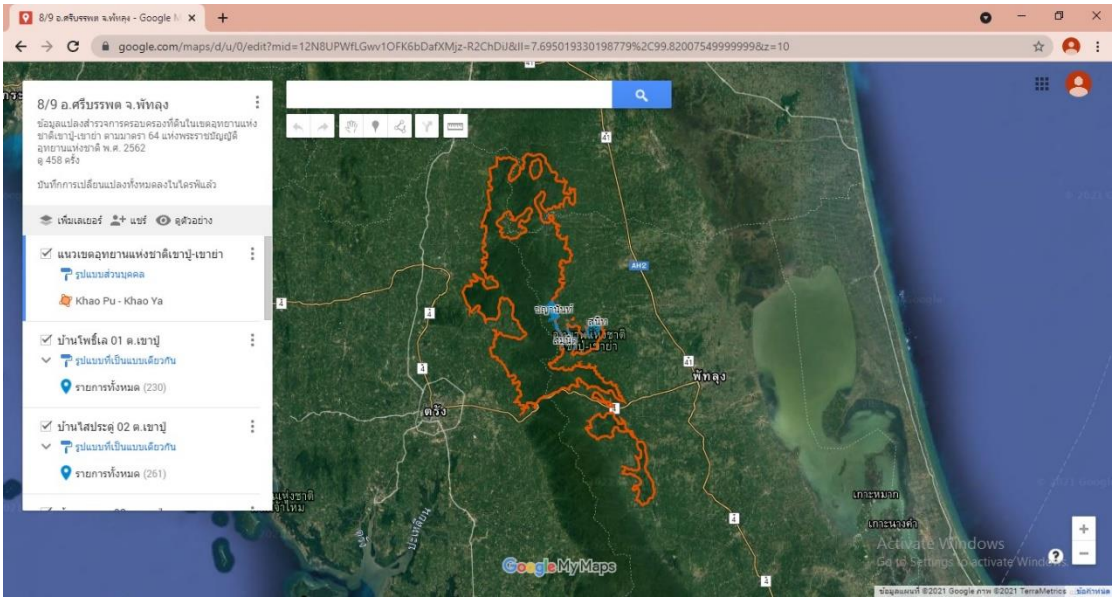


Figure 4 Geodatabase via Google My Maps.

เมื่อกดเลือกพื้นที่หมู่บ้าน ที่ต้องการทำการสำรวจภาคสนาม หน้าต่างของ Google My Maps จะแสดงผลของแปลงการครอบครองที่ดินทั้งหมดในพื้นที่หมู่บ้านนั้น ๆ นอกจากนี้สามารถแสดงตำแหน่งปัจจุบัน และสามารถตรวจสอบการกระทำผิดได้ในทันที (Figure 5)

Figure 5 Accessing the online maps using Google My Maps.

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจการใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบสอบถาม โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (cronbach's alpha coefficient : α) มีค่าเท่ากับ 0.97 สามารถสรุปได้ว่าแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับ Chaiyasak (2017) ที่กำหนดค่าความเชื่อถือได้ของสัมประสิทธิ์แอลฟา จำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 0.7 เพื่อทดสอบแบบสอบถาม หากน้อยกว่า 0.7 ต้องทำการแก้ไขแบบสอบถาม และทดสอบซ้ำอีกครั้ง การวิจัยนี้ได้ค่าความน่าเชื่อถือระดับดีมาก จึงนำไปทำการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า โดยเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติ

เขาปู่-เขาย่า จำนวน 100 คน ได้ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐาน

เพศ ผลการศึกษาพบว่า ผู้ใช้งาน ส่วนใหญ่เป็นเพศชายที่ใช้งานระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่มากกว่าเพศหญิง ร้อยละ 95 และเป็นเพศหญิง ร้อยละ 5

อายุ ผลการศึกษาพบว่า ผู้ใช้งาน มีอายุ 31 – 40 ปี มากที่สุด คือ ร้อยละ 34 รองลงมา ได้แก่ อายุ 41 – 50 ปี ร้อยละ 28 อายุ 50 ปี ขึ้นไป ร้อยละ 21 และอายุ 21 – 30 ปี ร้อยละ 17 ตามลำดับ

ระดับการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ผู้ใช้งาน มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มากที่สุด คือ ร้อยละ 61 รองลงมา ได้แก่ ปริญญาตรี ร้อยละ 19 ปวส. ร้อยละ 14 ปวช. ร้อยละ 4 และปริญญาโท ร้อยละ 2 ตามลำดับ

ตำแหน่ง ผลการศึกษาพบว่า ผู้ใช้งาน มีตำแหน่งพนักงานราชการ มากที่สุด คือ ร้อยละ 45 รองลงมา ได้แก่ พนักงานจ้างเหมาดำเนินงาน ร้อยละ 23 บุคคลภายนอกปฏิบัติงานให้ส่วนราชการ ร้อยละ 17 ลูกจ้างชั่วคราวรายเดือน ร้อยละ 7 ลูกจ้างประจำ ร้อยละ 5 และข้าราชการ ร้อยละ 3 ตามลำดับ

แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ใช้งานระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า (Table 2)

Table 2 General information about the Khaopu-Khaoya national park officials using the spatial database.

General Information	Number (participants)	Percentage
1. Sex		
Male	95	95
Female	5	5
2. Age		
21 – 30 age	17	17
31 – 40 age	34	34
41 – 50 age	28	28
51 age up	21	21
3. Education Level		
High school	61	61
Vocational Certificate	4	4
High Vocational Certificate	14	14
Bachelor's degree	19	19
Master's degree	2	2
4. Position		
Government official	3	3
Permanent employee	5	5
Government employee	45	45
Temporary Employee	7	7
Contractor (TOR)	23	23
Out-sourced worker from the government organization	17	17
Total	**100**	**100**

2. ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบฐานข้อมูล

การประเมินความพึงพอใจการใช้งานนั้น แบ่งออกเป็นสองส่วน ดังนี้

1. ผู้ใช้งานที่เคยใช้งานฐานข้อมูลก่อนการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ กล่าวคือ เป็นการประเมินความพึงพอใจการใช้ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ผ่านโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วย Google My Maps

2. ผู้ใช้งานภายหลังการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ กล่าวคือ เป็นการประเมินความพึงพอใจการใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วย Google My Maps

ภายหลังการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ผู้ใช้งานฐานข้อมูลสามารถเข้าถึงฐานข้อมูลได้ทุกคน นำไปใช้ได้สะดวกและชัดเจนมากขึ้น ทำให้ทราบขอบเขตแปลงการครอบครองที่ดินของราษฎร ถือว่าเป็นฐานข้อมูลที่ดี แต่การใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วย Google My Maps มีข้อจำกัดในการใช้งานคือต้องมีสัญญาณอินเตอร์เน็ตตลอดเวลา เพื่อเชื่อมโยงไปยังฐานข้อมูล สอดคล้องกับ Rungsawang (2019) พบว่า การใช้งาน Google My Maps ไม่สามารถใช้งานแบบออฟไลน์ได้ โดยแสดงระดับความพึงพอใจในการใช้งาน (Table 3)

Table 3 The satisfaction survey of the officials using the spatial database designed for the Khaopu-Khaoya national park.

The Satisfaction Issue	Before Development					After Development				
	Min	Max	Mode	$\bar{X}$	Satisfaction Level	Min	Max	Mode	$\bar{X}$	Satisfaction Level
1. Using the Spatial Database										
1.1 The database is systematic and organized.	3	5	3	4.00	Good	2	5	4	4.21	Very Good
1.2 Quick and easy access to information.	3	5	3	3.80	Good	2	5	4	4.14	Good
1.3 The display is not complicated, Not difficult to use.	3	5	3	3.80	Good	2	5	4	4.14	Good
1.4 The database volume is comprehensive.	3	5	5	4.40	Very Good	2	5	4	4.21	Very Good
1.5 Easy to use, not difficult to understand.	2	5	4	3.60	Good	2	5	4	4.18	Good

Table 3 (Continued)

The Satisfaction Issue	Before Development					After Development				
	Min	Max	Mode	$\bar{X}$	Satisfaction Level	Min	Max	Mode	$\bar{X}$	Satisfaction Level
2. Utilization										
2.1 The display of information is appropriate.	3	5	5	4.40	Very good	2	5	4	4.23	Very good
2.2 Can be used to check land occupation information.	2	5	5	3.80	Good	2	5	4	4.23	Very good
2.3 The national park operations are fast and timely.	3	5	3	4.00	Good	2	5	4	4.23	Very good
2.4 Can be applied to the operations of the agency.	-	-	-	-	-	2	5	4	4.19	Good
2.5 This research is useful for practical work.	-	-	-	-	-	2	5	5	4.31	Very good
Total	-	-	-	**3.98**	**Good**	-	-	-	**4.21**	**Very Good**

จากการประเมินความพึงพอใจการใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า พบว่าประเด็นความพึงพอใจด้านปริมาณฐานข้อมูลมีความครอบคลุมและการแสดงผลของข้อมูลมีความเหมาะสม ภายหลังการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่มีค่าเฉลี่ยลดลง เนื่องจากการใช้งานผ่าน Google My Maps นั้นเรียกใช้ข้อมูลได้จำกัดและไม่ครอบคลุม และการแสดงผลนั้นอาจเกิดความล่าช้า ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วของสัญญาณอินเตอร์เน็ตแต่ละบุคคล เมื่อเทียบกับการใช้งานผ่านโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ นั้นสามารถเรียกใช้ข้อมูลได้ครอบคลุม และแสดงผลข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบ จึงส่งผลให้ประเด็นทั้งสองมีค่าเฉลี่ยลดลง ซึ่งฐานข้อมูลก่อนการพัฒนานั้นพบว่าเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า จำนวน 5 คนเท่านั้น ที่สามารถใช้งานระบบฐานข้อมูลได้ เนื่องจากเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในการใช้งานผ่านโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี แต่เมื่อมีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ขึ้นมา ทำให้เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า สามารถเข้าถึงระบบฐานข้อมูลได้ จำนวน 100 คน มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก (Table 4) สอดคล้องกับ Meenakate *et al.* (2019) ที่ประยุกต์ใช้ Google My Maps ในการเยี่ยมบ้านของนักศึกษาพยาบาล ประเมินความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

Table 4 Comparison between the before and after usage of the spatial database system to monitor the land occupation management in the Khaopu-Khaoya national park.

Database	Number (participants)	$\bar{X}$	Satisfaction Level
Before Development	5	3.98	Good
After Development	100	4.21	Very good

สรุป

การใช้งานระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า จำเป็นต้องประกอบด้วยข้อมูลการครอบครองที่ดิน ตำแหน่งหมู่บ้าน ขอบเขตตำบล อำเภอ จังหวัด และแนวเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการใช้งานผ่านโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบฐานข้อมูล Geodatabase และนำเสนอข้อมูลแผนที่ (map visualization) โดยใช้ Google My Maps จากการประเมินเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า หลังการพัฒนาระบบฐานข้อมูล เจ้าหน้าที่ฯ สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทุกคน (ร้อยละ 100) ในขณะที่ก่อนการพัฒนาระบบฐานข้อมูลสามารถเข้าถึงข้อมูลได้เพียง 5 คน (ร้อยละ 5) เนื่องจากก่อนพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น เจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานต้องมีความรู้ความสามารถในด้านการใช้โปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เมื่อทำการพัฒนาระบบฐานข้อมูลขึ้น จึงประยุกต์ใช้โปรแกรมที่เจ้าหน้าที่นั้นสามารถเข้าถึงระบบฐานข้อมูลได้ง่ายและสะดวกมาใช้ ช่วยให้เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า สามารถเข้าถึงระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ทั้งหมด 100 คน

ความพึงพอใจการใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการจัดการการครอบครองที่ดินในเขตอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า ก่อนและหลังการพัฒนา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.98 และ 4.21 ตามลำดับ ระดับความพึงพอใจมีระดับความพึงพอใจดี และดีมาก ตามลำดับ

คำนิยม

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมารดาที่สนับสนุนทุนการศึกษา และขอขอบคุณอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า จังหวัดพัทลุง สำนักบริหารพื้นอนุรักษ์ที่ 6 (สงขลา) ในการสนับสนุนข้อมูลการศึกษานี้

REFERENCES

Adulkasem, S., Nopporncchrenkul, W. 2017. **Database Systems**. Top printing Co., Ltd.,Bangkok. (in Thai)

Announcement of the Ministry of Interior. 2019. **Code of Thai Administrative Standards**. Available source:http://www.moi.go.th/portal/page?_pageid=814,2111374&_dad=portal&_schema=PORTAL, April 26, 2021. (in Thai)

Chaiyasak, N. 2017. **Development of Management Information System for the Area of Operation Action Plan for Illegal Forest Land Encroachment Protection and Control, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation**. M.E. thesis, Faculty of Engineering, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. 2019. **Approaches to Solving Land Problems of People in Protected Areas According to the Cabinet Resolution on November 26, 2018**. Department of National

Parks, Wildlife and Plant Conservation, Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok. (in Thai)

Meenakate, P., Sihawong, S., Jantakot A., Khatichop, N. 2019. Quality evaluation of the Google My Maps application in home visits of nursing students in the faculty of nursing, Ubon Ratchathani university. **Nursing Journal of The Ministry of Public Health** 29(3): 51-63. (in Thai)

Pungabukkana, P. 2017. **Relational Database Design**. NEO Digital company limited, Bangkok. (in Thai)

Rungsawang, K. 2019. **Manual Using Digital Maps with Google My Maps**. Available source: http://www.loppao .com/icenter/news/9.pdf, May 21, 2021. (in Thai)

Silanoi, L. 2021. The use of rating scale in quantitative research on Social Sciences, Humanities, Hotel and Tourism study. **Journal of Management Science, Ubon Ratchathani University** 8(1): 112-126. (in Thai)

Thanewtong, W. 2016. **Preparation of GIS Database of Landuse and Areas at Risk on Forest Encroachment in Mae Hong Son**. M.E. thesis, Faculty of Engineering, Chiang Mai University. Chiang Mai, Thailand. (in Thai)

Thongtip, U. 2013. The development of the prototype of geographic information database for communal by integration and community participation approach: A case study of Sooksan Pattana village. **Research Journal Phranakhon Rajabhat** 8(2): 38-60. (in Thai)

Worachairungreung, M. 2012. **Development of Spatial Data Base Management by Geographic Information System in Suan Sunandha Rajabhat University**. M.E. thesis, Faculty of Engineering, Suan Sunandha Rajabhat University. Bangkok, Thailand. (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

สมบัติดินทางกายภาพบางประการและความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินบริเวณป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพด ลุ่มน้ำย่อยนาหลวง จังหวัดน่าน

Some Soil Physical Properties and Soil Water Storage Capacity in Mixed Deciduous Forest and Maize Fields at Na Luang Sub-watershed, Nan Province

รัชนีกร เล็กประเสริฐ[1*]
วีนัส ต่วนเครือ[2]
ยุทธพงษ์ คีรีมังคละ[2]

Ratchaneekorn Lekprasoet[1*]
Venus Tuankrua[2]
Yutthaphong Kheereemangkla[2]

[1]บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
The Graduate School, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
[2]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
[*] Corresponding Author, E-mail: Appleff79@hotmail.com

รับต้นฉบับ: 9 ธันวาคม 2564 **รับแก้ไข:** 6 มีนาคม 2565 **รับลงพิมพ์:** 14 มีนาคม 2565

ABSTRACT

The study of some soil physical properties and its water storage capacity was analyzed to determine the physical properties influencing soil water storage capacity. We compared the soil moisture holding capacity (SM_{whc}) and soil moisture saturated soil conditions (SM_{sat}) in a mixed deciduous forest and area under maize crop at the Na Luang sub-watershed, Nan province. The results indicated that the mixed deciduous forest had a significantly greater amount of organic matter in the soil and higher soil porosity relative to the area under maize crop ($p \leq 0.05$). For both the soil moisture properties (soil water holding capacity; SM_{whc} and saturated soil moisture; SM_{sat}), we observed that mixed deciduous forest areas had a higher soil water storage capacity than area under the maize crop (288.02 and 336.71 cubic meters per rai, respectively). As for the area under maize crop, soil water storage capacity was 268.94 and 318.43 cubic meters per rai, respectively. The soil water storage capacity was highly positively correlated with the total porosity of the soil, soil organic matter, and clay percentage but a statistically significant negative relationship was determined with the soil bulk density.

Keywords: Some Soil Physical Properties, Soil Water Storage Capacity, Mixed Deciduous Forest, Maize

บทคัดย่อ

การศึกษาสมบัติดินทางกายภาพบางประการและความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินเป็นการศึกษาเพื่อวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพบางประการที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน และวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินทั้งในสภาวะที่ดินมีความชื้นตามความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน

(SM_{whc}) และสภาวะความชื้นเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (SM_{sat}) บริเวณป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพด ลุ่มน้ำย่อยนาหลวง จังหวัดน่าน ผลการวิเคราะห์พบว่า พื้นที่ป่าเบญจพรรณมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินและความพรุนดินมากกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในกรณีสภาวะที่ดินมีความชื้นตามความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (SM_{whc}) และสภาวะความชื้นเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (SM_{sat}) พบว่า พื้นที่ป่าเบญจพรรณมีปริมาณการกักเก็บน้ำในดินมากกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 288.02 และ 336.71 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีปริมาณการกักเก็บเท่ากับ 268.94 และ 318.43 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงไปในทิศทางเดียวกันกับความพรุนรวมของดิน อินทรียวัตถุในดิน และเนื้อดินประเภทดินเหนียว แต่มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความหนาแน่นรวมของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: สมบัติดินทางกายภาพบางประการ ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน ป่าเบญจพรรณ ข้าวโพด

คำนำ

ดินทำหน้าที่เป็นอ่างเก็บน้ำตามธรรมชาติ โดยรับน้ำจากฝนที่ตกลงมากักเก็บไว้ในดิน ซึ่งน้ำถูกเก็บไว้ตามช่องว่างของดินและตามชั้นหิน และปลดปล่อยออกมากลายเป็นน้ำท่าไหลลงสู่ลำธาร Seeloyounkaew and Worawat (2017) ปริมาณน้ำที่กักเก็บในดินนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น เนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน และอนุภาคดิน เป็นต้น หากพื้นที่มีศักยภาพในการกักเก็บน้ำในดินสูงจะช่วยรักษาความชุ่มชื้นของดินไว้ได้นาน ซึ่งการเก็บน้ำได้ดีในช่วงฤดูฝนช่วยลดปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินได้มาก และลดความเสียหายต่อการเกิดอุทกภัย เมื่อถึงฤดูแล้งน้ำที่กักเก็บไว้ในดินจะระบายออกมาสู่ลำธาร สามารถบรรเทาปัญหาการเกิดภัยแล้งในพื้นที่ได้ Piboonkulsamrit *et al.* (1985) พื้นที่ป่าต้นน้ำที่มีสภาพป่าสมบูรณ์ถูกบุกรุกแผ้วถางเพื่อการเกษตรทำให้เกิดสภาพป่าเสื่อมโทรมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินโดยเฉพาะการอุ้มน้ำของดินทำให้ความชื้นในดินเปลี่ยนแปลงไปรวมถึงลักษณะต่างๆ ทางกายภาพของดิน Sun *et al.* (2018) อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเริ่มต้นมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากทุ่งหญ้าเป็นป่าร้อยละ 41.35 จากไม้พุ่มเป็นป่าร้อยละ 42.73 และจากพื้นที่เพาะปลูกเป็นวนเกษตรร้อยละ 70.28 และจะมีค่าลดลงหลังจากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากป่าไปเป็นพื้นที่เพาะปลูกร้อยละ 53.58 ซึ่งอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินมีความสัมพันธ์ผกผันกับความหนาแน่นรวมของดิน และความชื้นดินเริ่มต้น แต่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความพรุนรวมของดินและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ลุ่มน้ำย่อยนาหลวง จังหวัดน่าน เป็นพื้นที่ที่มีการบุกรุกแผ้วถาง จากสภาพของป่าเบญจพรรณถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดและส่วนใหญ่ปลูกบริเวณพื้นที่สูงชัน ซึ่งไม่เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่และส่งผลต่อสมบัติดินทางกายภาพและความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน การศึกษาความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินจึงมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงศักยภาพการรองรับน้ำของพื้นที่ พื้นที่ที่มีศักยภาพในการกักเก็บน้ำในดินมากจะช่วยบรรเทาการเกิดอุทกภัยในช่วงน้ำหลาก และช่วยเพิ่มระยะเวลาการไหลของน้ำในลำธารช่วงแล้งฝนลดการเกิดภัยแล้งในพื้นที่ ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างของการใช้ที่ดินต่อสมบัติดินทางกายภาพและความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสมบัติดินทางกายภาพกับความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน เพื่อใช้เป็นแนวทางชี้วัดผลของการใช้ที่ดินบนที่สูงต่อการกักเก็บน้ำของดิน และนำไปใช้ในการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยนาหลวงตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าน้ำสาและป่าแม่สาครฝั่งซ้าย ตำบลอ่ายนาไลย อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ในการศึกษานี้กำหนดพื้นที่ตัวแทน คือ ลุ่มน้ำย่อยตัวแทนป่าเบญจพรรณ มีพื้นที่ 2.49 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิ

ประเทศเป็นเทือกเขาสูงชัน มีความสูงเฉลี่ย 616.65 เมตร มีความลาดชันเฉลี่ยร้อยละ 31.47 และลุ่มน้ำย่อยตัวแทนเกษตรกรรม ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพด มีพื้นที่ 4.31 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงชัน มีความสูงเฉลี่ย 598.67 เมตร และความลาดชันเฉลี่ยร้อยละ 37.87 (Figure 1)

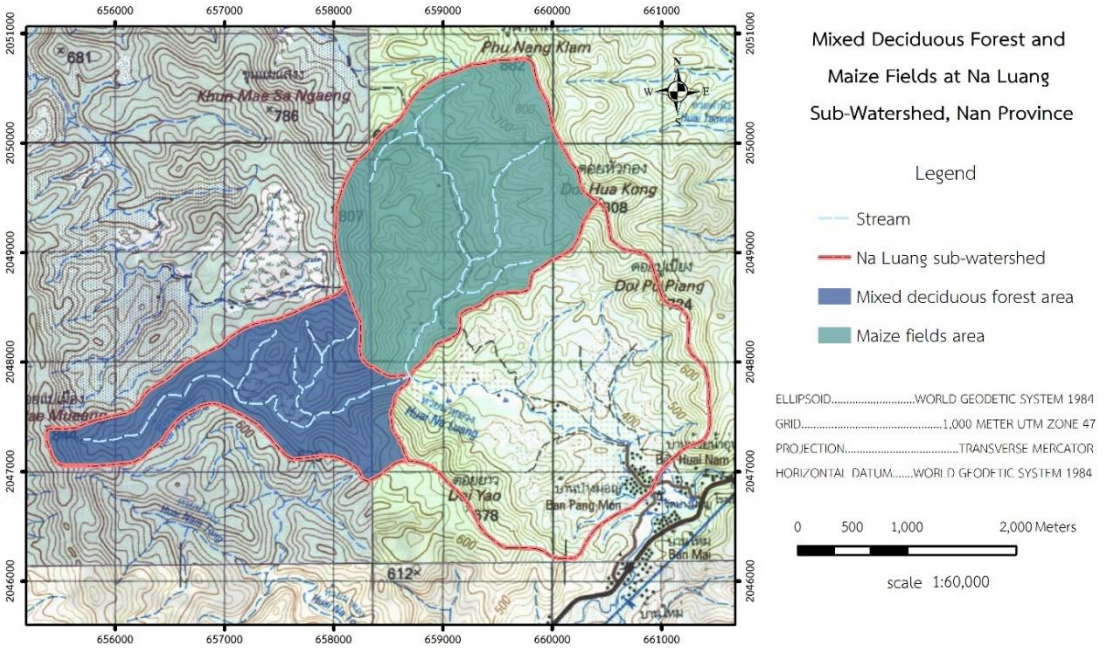


Figure 1 Study area in the mixed deciduous forest and maize fields at Na Luang sub-watershed, Nan province.

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์แบ่งออกเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่เป็นแผนที่และอุปกรณ์เก็บข้อมูลภาคสนาม โดยรวบรวมข้อมูลแผนที่ ได้แก่ แผนที่ลักษณะภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ชุด L7018 ระวางแผนที่ 5046 II และ 5146 III แผนที่ชุดดินมาตราส่วน 1:100,000 และแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2559 มาตราส่วน 1:25,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพบางประการและความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ภาคสนาม ได้แก่ กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (soil core) ค้อนยาง พลั่วมือ เหล็กส่ง มีด ถุงพลาสติกเทปพลาสติกสีดำ เป็นต้น และอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ตู้อบดิน เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง Vernier Caliper ตะแกรงร่อนดินขนาด 2 มิลลิเมตร โกร่งบดตัวอย่างดิน สารเคมีในการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน Cylinder ขนาด 1,000 มิลลิเมตร Hydrometer และ Thermometer เป็นต้น

วิธีการ

1. เลือกพื้นที่ศึกษาบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยนาหลวงซึ่งมีพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน ประกอบด้วย ลุ่มน้ำย่อยตัวแทนป่าเบญจพรรณ และลุ่มน้ำย่อยตัวแทนเกษตรกรรมซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพด

2. การรวบรวมข้อมูลแผนที่ลักษณะภูมิประเทศ แผนที่ชุดดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดน่าน โดยทำการเก็บข้อมูลภาคสนามในช่วงน้ำหลาก (wet period) ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคมและช่วงแล้งฝน (dry period) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม

3. การเก็บตัวอย่างดิน ทำการกำหนดจุดเก็บข้อมูลดินโดยพิจารณาจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและแผนที่ชุดดินเป็นหลัก เก็บตัวอย่างดินที่ 3 ระดับความลึก คือ ดินที่ระดับความลึก 0-15, 15-30 และ 30-60 เซนติเมตร จากผิวดิน โดยแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตัวแทนเก็บตัวอย่างจำนวน 6 จุด จุดละ 3 ซ้ำ รวมเป็น 54 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างดิน 2 รูปแบบ คือ เก็บตัวอย่าง ดินแบบไม่รบกวนโครงสร้างดิน (undisturbed soil sampling) โดยใช้กระบอกเก็บดินเพื่อนำไปวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ความพรุนรวมของดิน (porosity) ความชื้นดิน (soil moisture) ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (soil water holding capacity) ความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil moisture) และการเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้างดิน (disturbed soil sampling) เพื่อนำไปวิเคราะห์เนื้อดิน (soil texture) และอินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter)

การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

1. วิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดินใช้วิธี Core method (Blake and Hartge, 1986) ความชื้นดินใช้วิธี Gravimetric method (Donahue *et al.,* 1977) โดยนำตัวอย่างดินไปชั่งน้ำหนัก และนำไปอบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ในส่วนของเนื้อดินใช้วิธี Hydrometer method (Bouyoucos, 1927) และปริมาณอินทรียวัตถุในดินใช้วิธีการไตเตรท (Walkley and Black, 1934)

2. วิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน โดยนำตัวอย่างดินที่เก็บด้วยวิธี Soil core มาแช่น้ำจนดินอิ่มตัวด้วยน้ำแล้วนำไปเข้าเครื่องวัดความดันที่ระดับความดันบรรยากาศ 0.33 บาร์ โดยใช้วิธีการ Pressure plate apparatus จากนั้นนำตัวอย่างดินไปชั่งน้ำหนัก และนำไปอบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง (Wiriyakitnateekul and Kerdchana, 2016) ดังสมการที่ (1)

$$SM_{WHC} = \frac{Mw - Ms}{Ms} \times BD \times 100 \qquad (1)$$

เมื่อ SM_{WHC} คือ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (ร้อยละโดยปริมาตร)

M_W คือ น้ำหนักของดินเปียก (กรัม)

M_S คือ น้ำหนักของดินแห้ง (กรัม)

BD คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

3. วิเคราะห์ความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ โดยนำตัวอย่างดินที่เก็บด้วยวิธี Soil core มาแช่น้ำจนดินอิ่มตัวด้วยน้ำ จากนั้นนำตัวอย่างดินมาชั่งน้ำหนักและนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ดังสมการที่ (2)

$$SM_{SAT} = \frac{Mw - Ms}{Ms} \times BD \times 100 \qquad (2)$$

เมื่อ SM_{SAT} คือ ความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (ร้อยละโดยปริมาตร)

M_W คือ น้ำหนักของดินเปียก (กรัม)

M_S คือ น้ำหนักของดินแห้ง (กรัม)

BD คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

4. วิเคราะห์ปริมาณน้ำในดินต่อหน่วยพื้นที่ เป็นการนำเอาความชื้นของดินคิดเป็นความสูงน้ำมาคูณกับขนาดพื้นที่ โดยความชื้นของดินคิดเป็นความสูงของน้ำมีวิธีการคำนวณ ดังสมการที่ (3)

$$h = \frac{Pw \times BD \times H}{100} \qquad (3)$$

เมื่อ h คือ ความชื้นของดินคิดเป็นความสูงน้ำ (เซนติเมตร)

Pw คือ ความชื้นของดินโดยน้ำหนัก (ร้อยละโดยน้ำหนัก)

BD คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

H คือ ความหนาของชั้นดินที่เก็บดินตัวอย่าง (เซนติเมตร)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

5. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เปรียบเทียบความสามารถในการกัก

เก็บน้ำของดินในแต่ละระดับความลึก และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (t-test) เปรียบเทียบสมบัติดินและความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินในแต่ละการใช้ที่ดิน

6. วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคุณสมบัติดินกับความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน โดยใช้สถิติทดสอบค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation)

ผลและวิจารณ์

การศึกษาสมบัติดินทางกายภาพบางประการ และความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน เพื่อให้ทราบถึงสมบัติดินทางกายภาพบางประการที่มีผลต่อการกักเก็บน้ำของดินบริเวณป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพด โดยมีรายละเอียดดังนี้

สมบัติดินทางกายภาพบางประการ

ในส่วนสมบัติดินทางกายภาพบางประการได้เลือกดัชนีบ่งชี้ที่มีอิทธิพลต่อการกักเก็บน้ำของดิน ได้แก่ เนื้อดิน อินทรียวัตถุในดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ความพรุนดิน ความชื้นดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ โดยผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในบริเวณป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีรายละเอียดดังนี้

1. เนื้อดิน (Soil texture) และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Soil organic matter; OM)

ป่าเบญจพรรณมีเนื้อดินเป็นดินร่วนทราย (sandy loam) จัดอยู่ในประเภทเนื้อดินหยาบปานกลาง (moderately coarse texture) และพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) จัดอยู่ในประเภทเนื้อดินละเอียด (fine texture) สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน พบว่า ป่าเบญจพรรณมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินมากกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าสูงสุดในดินชั้นบนและลดลงตามระดับความลึกดินที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการผุพังสลายตัวของเศษซากอินทรีย์ที่สะสมอยู่ในดินชั้นบนตามธรรมชาติ (Table 1)

2. ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density; BD) และความพรุนดิน (Porosity)

ความหนาแน่นรวมของดินบริเวณป่าเบญจพรรณมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกดิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.26±0.16 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.39±0.11 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้งสองพื้นที่มีความหนาแน่นรวมของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) จะเห็นได้ว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีความหนาแน่นรวมของดินสูงกว่าป่าเบญจพรรณ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีกิจกรรมการใช้ที่ดินและจัดการพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับ (Hassan *et al*., 2007) ที่พบว่า การไถพรวนดินทำให้เกิดการอัดแน่นของดินตั้งแต่ผิวดินจนถึงดินชั้นล่างโดยอนุภาคขนาดเล็กจะเคลื่อนย้ายลงไปอัดแน่นในดินชั้นล่าง ส่งผลให้ดินชั้นล่างมีความหนาแน่นสูงกว่าดินชั้นบน ส่วนความพรุนรวมของดินมีค่าผกผันกับความหนาแน่นรวมของดินโดยในป่าเบญจพรรณมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 49.60±5.42 ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 43.71±4.32 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้งสองพื้นที่มีความพรุนรวมของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

3. ความชื้นดิน (Soil moisture; SM)

ความชื้นดินเป็นปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในช่องว่างระหว่างอนุภาคของดิน โดยความชื้นดินในป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกดิน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 22.09±4.29 และ 24.71±6.20 ร้อยละโดยปริมาตร ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้งสองพื้นที่มีความชื้นดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) สอดคล้องกับ Wannawong (2001) พบว่า ความชื้นดินมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามระดับความลึกดิน เนื่องจากความชื้นดินมีความผันแปรอยู่ตลอดเวลาเป็นผลจากสภาพอากาศ สิ่งปกคลุมดิน สมบัติดิน รวมถึงสภาพภูมิประเทศ ซึ่ง Janchay (2006) ยังได้อธิบายถึงความชื้นดินที่ระดับความลึกดิน 0-20 เซนติเมตร ว่ามีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดเนื่องจากได้รับผลกระทบโดยตรงจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงในรอบวัน ส่วนที่ระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด แต่มีปริมาณความชื้นดินสูงกว่าระดับอื่นๆ (Table 1)

4. ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Soil water holding capacity; SM_{WHC})

ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเป็นสภาวะที่น้ำคงสภาพอยู่ได้จากแรงดูดยึดของดิน ป่าเบญจพรรณ และพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีค่า 37.40±4.51 และ 39.15±2.30 ร้อยละโดยปริมาตร ตามลำดับ เนื่องจากเนื้อดินของป่าเบญจพรรณมีเนื้อดินทรายเป็นส่วนใหญ่ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ทำให้การดูดยึดเกาะน้ำของอนุภาคดินเหนียวมีปริมาณมากกว่าดินทราย แต่พบว่าป่าเบญจพรรณมีความหนาแน่นรวมของดินที่ต่ำกว่า ประกอบกับมีปริมาณอินทรียวัตถุที่มากกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพด ซึ่งปริมาณอินทรียวัตถุมีความสามารถในการดูดซับน้ำไว้ได้ปริมาณมากถึง 6-20 เท่าของน้ำหนักทำให้ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดินในพื้นที่ป่าไม้จะดูดยึดน้ำได้มากกว่าดินที่ปราศจากพืชคลุมดินประมาณ 3 เท่าเป็นอย่างน้อย (Donahue *et al.,* 1977) ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินของทั้งสองพื้นที่มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

5. ความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated soil moisture; SM_{SAT})

ความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำในป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีค่า 47.26±4.32 และ 46.32±1.97 ร้อยละโดยปริมาตร ตามลำดับ โดยน้ำจะอยู่ตามช่องว่างของดินทั้งหมด แม้ว่าทั้งสองพื้นที่มีเนื้อดินที่แตกต่างกันและดูดยึดเกาะน้ำของอนุภาคดินเหนียวมีปริมาณมากกว่าดินทราย แต่การที่ป่าเบญจพรรณมีความหนาแน่นรวมของดินที่น้อยกว่าและมีปริมาณอินทรียวัตถุที่มากกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพด ทำให้มีขนาดช่องว่างของดินเพิ่มมากขึ้น และดินมีความสามารถในการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นจากอินทรียวัตถุในดิน ส่งผลทำให้ความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำของทั้งสองพื้นที่มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

Table 1 Some soil physical properties and soil hydrology sampled from study area at Na Luang sub watershed.

Some soil physical properties	Land use types		*p*-value
	Mixed deciduous forest	Maize	
Soil texture	Sandy Loam	Clay	
Soil organic matter (%)	3.04±1.99	1.28±0.61	**0.002****
Bulk density (g/cm^3)	1.26±0.16	1.39±0.11	**0.003****
Porosity (%)	49.60±5.42	43.71±4.32	**0.001****
Soil moisture (% by volume)	22.09±4.29	24.71±6.20	**0.125**^{ns}
Soil water holding capacity (% by volume)	37.40±4.51	39.15±2.30	**0.128**^{ns}
Saturated soil moisture (% by volume)	47.26±4.32	46.32±1.97	**0.376**^{ns}

Remarks: ** Significant at probability < 0.01

^{ns} Non significant

ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน

เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพบางประการข้างต้นทั้งสองพื้นที่แล้ว สามารถอธิบายถึงความแตกต่างของความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินได้ทั้งตามระดับความลึกของดินและความแตกต่างของการใช้ที่ดินดังนี้

1. ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินตามระดับชั้นความลึกดิน

การกักเก็บน้ำของดินกรณีความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทั้งสองพื้นที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ดินบนชั้นบน (0-15 ซม.) รองลงมาคือดินบนชั้นล่าง (15-30 ซม.) และมีค่าน้อยสุดในดินชั้นล่าง (30-60 ซม.) โดยป่าเบญจพรรณมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินตามระดับชั้นความลึกจากชั้นบนถึงชั้นล่างสุดเท่ากับ 40.75±4.85, 35.58±3.47 และ 34.94±1.68 ร้อยละโดยปริมาตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 ระดับความลึกมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วน

พื้นที่ปลูกข้าวโพดมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินตามระดับชั้นความลึกจากชั้นบนถึงชั้นล่างสุด เท่ากับ 40.34±2.21, 38.35±2.30 และ 38.16±1.82 ร้อยละโดยปริมาตร ตามลำดับ แต่กลับพบว่าทั้ง 3 ระดับความลึกมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p≥0.05) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพดในแต่ละระดับชั้นความลึกดิน พบว่า ทั้งสองพื้นที่ดินบนมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p≥0.05) ส่วนดินล่างมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05) (Table 2) ส่วนการกักเก็บน้ำของดินในกรณีที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำทั้งสองพื้นที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ดินบนชั้นบน รองลงมาคือดินบนชั้นล่าง และมีค่าน้อยสุดในดินชั้นล่าง โดยป่าเบญจพรรณมีค่า 50.00±4.37, 45.77±2.86 และ 45.24±4.60 ร้อยละโดยปริมาตร ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีค่า 46.48±1.94, 46.68±2.27 และ 45.36±1.55 ร้อยละโดยปริมาตร ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองพื้นที่ทั้ง 3 ระดับความลึกมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p≥0.05) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพดในแต่ละระดับชั้นความลึกดิน พบว่า ทั้งสองพื้นที่ทุกระดับชั้นความลึกดินมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p≥0.05) (Table 2)

Table 2 Soil water storage capacity at each soil layer depth (% by vol) at Na Luang sub-watershed.

Soil water storage capacity in each soil layer	Mixed deciduous forest			Maize			p-value
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	
Soil water holding capacity							
0-15 cm	33.33	48.79	40.75^{a}±4.85	37.16	43.94	40.34±2.21	**0.830**^{ns}
15-30 cm	30.74	40.35	35.58^{bc}±3.47	35.8	42.36	38.35±2.30	**0.096**^{ns}
30-60 cm	32.6	36.7	34.94^{c}±1.68	36.16	40.17	38.16±1.82	**0.028***
p-value			**0.018***			**0.158**^{ns}	
Saturated soil moisture							
0-15 cm	43.96	55.31	50.00±4.37	42.21	48.37	46.48±1.94	**0.064**^{ns}
15-30 cm	41.02	49.38	45.77±2.86	44.09	51.11	46.68±2.27	**0.512**^{ns}
30-60 cm	38.26	49.25	45.24±4.60	43.26	46.81	45.36±1.55	**0.964**^{ns}
p-value			**0.064**^{ns}			**0.562**^{ns}	

Remarks: Identical letters in a column indicate no statistically difference.

***** Significant at probability < 0.05

^{ns} Not significant

2. ปริมาณการกักเก็บน้ำของดินในป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพด

ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยนาหลวง มีพื้นที่ป่าเบญจพรรณเท่ากับ 2.49 ตารางกิโลเมตร สามารถคำนวณปริมาณการกักเก็บน้ำของดินได้เท่ากับ 448,380.86 ลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็น 288.02 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพด มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 4.31 ตารางกิโลเมตร ทำให้มีปริมาณการกักเก็บน้ำของดิน 725,159.87 ลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็น 268.94 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บน้ำของดินต่อ 1 หน่วยพื้นที่ พบว่าป่าเบญจพรรณมีปริมาณการกักเก็บน้ำมากกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดร้อยละ 7.10 โดยทั้งสองพื้นที่มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p≥0.05) (Table 3) ในกรณีสภาวะความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำพบว่าป่าเบญจพรรณในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยนาหลวงมีปริมาณการกักเก็บน้ำของดิน 524,184.25 ลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็น 336.71 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีปริมาณการกักเก็บน้ำของดิน 858,612.83 ลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็น 318.43 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บน้ำของดินต่อ 1 หน่วยพื้นที่ พบว่า ป่าเบญจพรรณมีปริมาณการ

กักเก็บน้ำมากกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดร้อยละ 5.74 โดยทั้งสองพื้นที่มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (Table 3) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีการไถกลบฟางซึ่งจะช่วยเพิ่มการกักเก็บน้ำในดินและลดการสูญเสียน้ำในดินซึ่งมีความสำคัญอย่างมากโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง (Wang *et al.,* 2018) เนื่องจากช่วยลดความร้อนลงสู่พื้นดินและลดการสูญเสียไอน้ำจากพื้นดินสู่บรรยากาศ (Bogunovic *et al.,* 2018) โดยเฉพาะฟางข้าวโพดที่มีส่วนประกอบของน้ำร้อยละ 70-80 ทำให้น้ำบางส่วนที่อยู่ในฟางข้าวโพดถูกกักเก็บลงสู่พื้นดินและเพิ่มความชื้นให้กับดิน (Zhao *et al.,* 2013)

ผลการศึกษาพบว่าป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพดสภาวะความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำมีความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินมากกว่าสภาวะความสามารถในการอุ้มน้ำของดินร้อยละ 16.91 และ 18.40 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นสภาวะที่น้ำอยู่เต็มช่องว่างของดินขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะการกักเก็บน้ำของดินในช่วงฤดูฝนโดยเฉพาะช่วงที่มีฝนตกมากที่สุดในเดือนสิงหาคมของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยนาหลวงที่ดินจะมีลักษณะอิ่มตัวด้วยน้ำ ส่วนสภาวะความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเป็นสภาวะที่น้ำถูกระบายไปจากช่องว่างขนาดใหญ่ตามแรงโน้มถ่วงของโลกและตามระยะเวลาที่ผ่านไป ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะการกักเก็บน้ำของดินในช่วงก่อนและหลังฤดูฝนที่แสดงถึงความผันแปรของน้ำที่ถูกกักเก็บในดินช่วงที่มีฝนน้อยหรือช่วงแล้งฝนได้

Table 3 Soil water storage capacity of each land use types at Na Luang sub-watershed.

Soil water storage capacity	Soil water storage for area (m^3)			Soil water storage (m^3/rai)		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
Soil water holding capacity						
Mixed deciduous forest	239,380.95	585,979.93	**448,380.86**	153.77	376.40	**288.02**
Maize fields	266,965.86	1,044,133.13	**725,159.87**	99.01	387.23	**268.94**
p-value						**0.715^{ns}**
Saturated soil moisture						
Mixed deciduous forest	323,868.34	750,664.61	**524,184.25**	208.04	482.19	**336.71**
Maize fields	296,389.03	1,225,226.47	**858,612.83**	109.92	454.39	**318.43**
p-value						**0.784^{ns}**

Remarks: ^{ns} Not significant

อิทธิพลของสมบัติดินทางกายภาพบางประการ และความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินบริเวณป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพด

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติดินกับความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินภายใต้สภาวะการเก็บน้ำของดินที่แตกต่างกันประกอบไปด้วยความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ พบว่า การกักเก็บน้ำของดินภายใต้สภาวะความสามารถในการอุ้มน้ำของดินบริเวณป่าเบญจพรรณสมบัติดินที่มีความสัมพันธ์แปรผันตรงกับความสามารถในการอุ้มน้ำของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติประกอบไปด้วย เนื้อดินประเภทดินเหนียวมีระดับความสัมพันธ์สูง ความพรุนรวมของดินและอินทรียวัตถุในดินมีระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ส่วนสมบัติดินที่มีความสัมพันธ์แปรผกผันกับความสามารถในการอุ้มน้ำของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติประกอบไปด้วย เนื้อดินประเภทดินทรายมีระดับความสัมพันธ์สูง และความหนาแน่นรวมของดินมีระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ซึ่งแตกต่างจากพื้นที่ปลูกข้าวโพดสมบัติดินที่มีความสัมพันธ์แปรผันตรงกับความสามารถในการอุ้มน้ำของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติประกอบไปด้วย อินทรียวัตถุในดินและความพรุน

รวมของดินมีระดับความสัมพันธ์สูง และเนื้อดินประเภทดินเหนียวมีระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ส่วนสมบัติดินที่มีความสัมพันธ์แปรผกผันกับความสามารถในการอุ้มน้ำของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติประกอบไปด้วย ความหนาแน่นรวมของดินมีระดับความสัมพันธ์สูง และความชื้นดินมีระดับความสัมพันธ์ต่ำ (Table 4)

การกักเก็บน้ำของดินภายใต้สภาวะความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ บริเวณป่าเบญจพรรณสมบัติดินที่มีความสัมพันธ์แปรผันตรงกับความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติประกอบไปด้วย เนื้อดินประเภทดินเหนียวมีระดับความสัมพันธ์สูง เนื้อดินประเภทดินร่วนทรายและความพรุนรวมของดินมีระดับความสัมพันธ์ปานกลาง อินทรียวัตถุในดินมีระดับความสัมพันธ์ต่ำ ส่วนสมบัติดินที่มีความสัมพันธ์แปรผกผันกับความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติประกอบไปด้วย เนื้อดินประเภทดินทรายมีระดับความสัมพันธ์สูง และความหนาแน่นรวมของดินมีระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ซึ่งแตกต่างจากพื้นที่ปลูกข้าวโพดสมบัติดินที่มีความสัมพันธ์แปรผันตรงกับความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติประกอบไปด้วย อินทรียวัตถุในดินมีระดับความสัมพันธ์สูง ความพรุนรวมของดินและเนื้อดินประเภทดินเหนียวมีระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ส่วนสมบัติดินที่มีความสัมพันธ์แปรผกผันกับความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประกอบไปด้วย ความหนาแน่นรวมของดิน เนื้อดินประเภทดินทรายมีระดับความสัมพันธ์ปานกลาง และความชื้นดินมีระดับความสัมพันธ์ต่ำ (Table 4)

ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสมบัติดินทางกายภาพบางประการบริเวณป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีความสัมพันธ์ชัดเจนเชิงบวกกับความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินประกอบไปด้วย ความพรุนรวมของดิน อินทรียวัตถุ และเนื้อดินประเภทดินเหนียว ในเชิงลบมีเพียงความหนาแน่นรวมของดินที่มีความสัมพันธ์ชัดเจนกับทั้งสองพื้นที่ ทั้งนี้ยังพบว่า สมบัติดินทางกายภาพบางประการที่กล่าวมาข้างต้นเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการกักเก็บน้ำของพื้นที่ แม้ว่าป่าเบญจพรรณมีลักษณะเป็นดินร่วนทรายซึ่งมีความสามารถในการดูดยึดอนุภาคน้ำได้น้อยกว่าดินเหนียว ทำให้ปัจจัยด้านอินทรียวัตถุในดินเป็นปัจจัยสำคัญที่มีความสัมพันธ์กับการดูดยึดอนุภาคน้ำในดินประกอบกับป่าเบญจพรรณมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินและความพรุนรวมของดินมากกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความหนาแน่นรวมของดินที่น้อยกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่งผลทำให้ปริมาณการกักเก็บน้ำของดินในป่าเบญจพรรณมีปริมาณมากกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพด โดย The Lecturer Team of Department of Soil Science (2001) พบว่าอินทรียวัตถุมีอิทธิพลต่อสมบัติดินอย่างมาก เนื่องจากอินทรียวัตถุทำหน้าที่ควบคุมสมบัติทางกายภาพของดิน โดยเฉพาะโครงสร้างดินและความหนาแน่นดิน และ Treloges (1983) พบว่าความหนาแน่นรวมของดินที่เพิ่มขึ้นทำให้ความพรุนของดินลดลง ส่งผลทำให้มีความสัมพันธ์เชิงลบต่อความสามาถในการกักเก็บน้ำของดิน ส่วนในพื้นที่เกษตรกรรมสมบัติดินในด้านเนื้อดินโดยเฉพาะเนื้อดินร่วนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลทำให้ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Wongmun *et al.* (2017) พบว่า ดินที่มีความสามารถในการกักเก็บน้ำที่เป็นประโยชน์ของดินสูงจะมีปริมาณสัดส่วนที่เป็นอากาศสูงเช่นกัน

Table 4 Relationship of soil property and soil water storage capacity at Na luang sub-watershed.

Soil water storage capacity in various locations	Variables related to soil water storage capacity	
	Positive relationship	Negative relationship
Mixed deciduous forest		
Soil water holding capacity (SM_{WHC})	Porosity*, OM*, Clay*, Silt^{ns}	BD**, Sand*, SM^{ns}
Saturated soil moisture (SM_{SAT})	Porosity**, OM*, Clay*, Silt*	BD**, Sand**, SM^{ns}
Maize fields		
Soil water holding capacity (SM_{WHC})	Porosity**, OM**, Clay**	BD**, Sand^{ns}, Silt^{ns}, SM*
Saturated soil moisture (SM_{SAT})	Porosity*, OM**, Clay*	BD*, Sand*, Silt^{ns}, SM*

Remark: ****** Significant at probability < 0.01
***** Significant at probability < 0.05
^{ns} Not significant

สรุป

ความสามารถในการกักเก็บของของดินเป็นคุณสมบัติดินที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ เนื่องจากเป็นแหล่งกักเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งเอื้ออำนวยต่อการให้น้ำท่าในลำธารกับพื้นที่ ดังนั้นสมบัติทางกายภาพของดินจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการกักเก็บน้ำของดิน เนื่องจากเป็นคุณสมบัติเฉพาะที่บ่งบอกถึงขนาดอนุภาคของดิน ปริมาณช่องว่างในดิน รวมทั้งการดูดซับน้ำของดิน จากการศึกษาพบว่าป่าเบญจพรรณมีเนื้อดินเป็นร่วนทราย ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว แม้ว่าคุณสมบัติของดินเหนียวมีความสามารถในการดูดยึดน้ำได้มากกว่าอนุภาคดินทราย แต่การที่ป่าเบญจพรรณมีปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ความพรุนรวมของดินที่มากกว่า และมีความหนาแน่นรวมของดินที่น้อยกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพด กลับทำให้ขนาดช่องว่างของดินเพิ่มมากขึ้นและดินมีความสามารถในการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้การกักเก็บน้ำของดินทั้งสองพื้นที่ภายใต้สภาวะความสามารถในการอุ้มน้ำของดินต่างกันร้อยละ 7.10 และสภาวะความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำต่างกันร้อยละ 5.74 ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติกลับพบว่าการกักเก็บน้ำของดินทั้งสองพื้นที่มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าปริมาณการกักเก็บน้ำของทั้งสองพื้นที่ไม่แตกต่างกันแต่การกักเก็บน้ำของดินในสภาวะความสามารถในการอุ้มน้ำของดินและความชื้นในดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำในป่าเบญจพรรณมีปริมาณการกักเก็บอยู่ที่ 288.02 และ 336.71 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ มีค่าต่างกันร้อยละ 16.91 และพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีปริมาณการกักเก็บอยู่ที่ 268.94 และ 318.43 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ตามลำดับ มีค่าต่างกันร้อยละ 18.40 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินและความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินทั้งสองสภาวะของทั้งสองพื้นที่ ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินมีความสัมพันธ์แปรผันไปตามความพรุนรวมของดิน อินทรียวัตถุในดิน และเนื้อดินประเภทดินเหนียว รวมทั้งมีความสัมพันธ์ผกผันกับความหนาแน่นรวมของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการกักเก็บน้ำของดินจะมีค่ามากหรือน้อยเป็นอิทธิพลมาจากสมบัติดินด้านความพรุนรวมของดิน อินทรียวัตถุในดิน และเนื้อดินประเภทดินเหนียวเป็นปัจจัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะ

1. การปลูกข้าวโพดบนพื้นที่สูงมีผลทำให้สมบัติดินทางกายภาพบางประการแตกต่างจากป่าเบญจพรรณ แม้ว่าเนื้อดินในป่าเบญจพรรณจะมีความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินที่น้อยกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพด แต่การรบกวนพื้นที่โดยเฉพาะการเหยียบย่ำและการไถพรวนดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นและปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงซึ่งมีผลต่อการกักเก็บน้ำของดินที่ลดลง จึงควรมีมาตรการวางแผนการใช้ที่ดินในรูปแบบผสมผสานกับไม้ยืนต้นในบริเวณพื้นที่ปลูก

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีลักษณะปลูกพืชเชิงเดี่ยวโดยเฉพาะบนที่สูง

2. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการเก็บข้อมูลสมบัติดินบริเวณพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทุกประเภทในลุ่มน้ำเพื่อสามารถนำมาประเมินความสามารถในการกักเก็บน้ำในดินของทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำได้นอกจากบริเวณป่าเบญจพรรณ และพื้นที่ปลูกข้าวโพด ซึ่งจะช่วยทำให้สามารถนำข้อมูลมาอธิบายความสำคัญของการดูแลรักษาพื้นที่สูงเป็นพื้นที่ป่าไม้และใช้ในการบริหารจัดการน้ำในช่วงแล้งฝนซึ่งได้รับจากการปลดปล่อยน้ำในดินของลุ่มน้ำได้อีกด้วย

REFERENCES

Blake, G.R., Hartge, K.H. 1986. Bulk density. *In* Klute, A. ed. **Method of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogy Methods.** 2nd ed. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin. pp. 363-382.

Bogunovic, I., Pereira, P., Kisic, I., Sajko, K., Sraka, M. 2018. Tillage management impacts on soil compaction, erosion, and crop yield in Stagnosols (Croatia). **Catena** 160: 376-384. DOI: 10.1016/j.catena.2017.10.009

Bouyoucos, G.J. 1927. The hydrometer as a new method for the mechanical analysis of soils. **Soil Science** 23: 343-354. DOI: 10.1097/00010694-192705000-00002

Donahue, R.L., Miller, R.W., Shickluna, J.C. 1977. **Soils: An Introduction to Soils and Plant Growth.** Englewood, Cliffs, N.J: Prentice-Hall.

Hassan, F.U., Ahmed, M., Ahmad, N., Abbasi, M. 2007. Effects of subsoil compaction on yield and yield attributes of wheat in the sub-humid region of Pakistan. **Soil and Tillage Research** 96: 361-366. DOI:10.1016/j.still.2007.06.005

Janchay, S. 2006. **Comparison on Soil Moisture of Hill Evergreen Forest, Old Shifting Cultivated Area and Natural Wild Banana Area in Upper Ngao Watershed**. M.S. thesis, Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)

Piboonkulsamrit, P., Pukjaroon, V., Rouysungnern, S. 1985. **Water Holding Capacity of Soils in *Acacia auriculaeformis, Leucaena leucocephala, Eucalyptus camaldulensis* Plantation at Chee Watershed, Chaiyapoom.** Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)

Seeloyounkaew, T., Worawat, O. 2017. Water storages in plants and soils of community forest around upland rice planting areas, Mae Wang district, Chiang Mai province. **Journal of Science & Technology MSU** 36 (4): 444-451. (in Thai)

Sun, D., Yang, H., Guan, D., Yang, M., Wu, J., Yuan, F., Jin, C., Wang, A., Zhang, Y. 2018. The effects of land use change on soil infiltration capacity in China: A meta-analysis. **Science of The Total Environment** 626: 1394-1401. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.104

The Lecturer Team of Department of Soil Science. 2001. **Introduction to Soil Science.** Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Treloges, V. 1983. **Hydraulic Properties and Water Availability of Major Soil Series on the Greater Mae-Klong Irrigation Basin.** M.S. thesis, Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)

Walkley, A.J., Black, I.A. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science** 37: 29-38.

Wang, X., Jia, Z., Liang, L., Zhao, Y., Yang, B., Ding, R., Wang, J., Nie, J. 2018. Changes in soil characteristics and maize yield under straw returning system in dryland farming. **Field Crops Research** 218: 11-17. DOI: 10.1016/j.fcr.2017.12.003

Wannawong, S. 2001. Soil moisture variation from different land use types at Phu Wiang watershed, Khon Kaen province. *In* **Proceedings of the Forestry Conference 2002.** September 16-20, 2002. Royal Forest Department, Bangkok, pp. 280-287 (in Thai)

Wiriyakitnateekul, W., Kerdchana, C. 2016. **Methods of Soil Analysis and Interpretation for Soil Survey and Classification: Physical Properties.** Land Development Department, Bangkok. (in Thai)

Wongmun, A., Maosiw, K., Boonyanuphap, J. 2017. Relationship of soil properties to soil water holding capacity in the upstream regions impacted by landslide. *In* **The 2nd Naresuan Conference on Natural Resources, Geoinformation and Environment.** December 15, 2017. Naresuan University, Phitsanulok, pp. 9-16. (in Thai)

Zhao, H.X., Ning, Y.T., Nie, Y.T., Wang, B.W., Tian S.Z., Li, Z.J. 2013. Comparison of yields and nutrient compositions between different harvesting heights of Maize stover. **Scientia Agricultura Sinica** 20: 4354-4361.

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินต้นนางพญาเสือโคร่งในพื้นที่ภูลมโล อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า จังหวัดพิษณุโลก

Assessment of *Prunus cerasoides* D. Don Trees in Phu Lom Lo Area, Phu Hin Rong Kla National Park, Phitsanulok Province

อดิศร ขันวิชัย[1] Adisorn Khunwichai[1]
ฑีฆา โยธาภักดี[2] Teeka Yotapukdee[2]
มณฑล นอแสงศรี[3] Monton Norsangsri[3]
ต่อลาภ คำโย[4]* Torlarp Kamyo[4]*

[1] สาขาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แพร่-เฉลิมพระเกียรติ
[1] Department Forest Management, Maejo University, Phrae Campus
[2]สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์เพื่อการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
[2] Department Applied Economics for Community Development, Maejo University, Phrae Campus
[3]สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
[3] Department of Applied Biology, Maejo University, Phrae Campus
[4]สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
[4] Department of Agroforestry, Maejo University, Phrae Campus
*Corresponding author; e-mail address: torlarp66@gmail.com

รับต้นฉบับ: 21 กุมภาพันธ์ 2565 **รับแก้ไข:** 11 เมษายน 2565 **รับลงพิมพ์:** 21 เมษายน 2565

ABSTRACT

This research aimed to survey and assessed the *Prunus cerasoides* D. Don trees growing in Phu Lom Lo, Phu Hin Rong Kla National Park, Phitsanulok province. The endeavor was to establish a basic database of trees to be used by the respective department during planning of maintenance activities of trees. According to the study, tree assessment methods were chosen to assess conditions of *P. cerasoides* in Phu Lom Lo. Data field were collected by applying and modifying from problematic conditions in different parts of trees and to assess the risk that will affect the damage if *P. cerasoides* fell or death by using ISA (International Society Arborist) basic tree assessment criteria.

The survey results show that the number of *Prunus cerasoides* D. Don trees in the area were 19,365, with 398 trees having issues with their trunk and branches, as assessed according to the criteria. The trunk assessment showed that 6 trees were at extreme risk (1.51%), 63 trees at high risk (15.83%), 137 trees at medium risk (34.42%), and 192 trees were at low risk (48.24%). The branch assessment found no trees at extreme or high risk, but there were 3 trees at medium risk (18.75%) and 13 trees at low risk (81.25%). The main problem afflicting the trees at risk were missing bark, cankers/ galls, cavity, prolific ivy, decay, leaning in the trunk, which was likely to cause future

damage. Therefore, there should be an urgent management plan in extreme risk first with consult the professional or arborist.

Keywords: Assessment, *Prunus cerasoides* D. Don, Phu Lom Lo, Phu Hin Rong Kla National Park, Phitsanulok Province

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและประเมินสภาพต้นนางพญาเสือโคร่งในพื้นทีภูลมโล อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า จังหวัดพิษณุโลก โดยประเมินสภาพปัญหาจะส่งผลกระทบต่อการโค่นล้ม การยืนต้นตายของต้นนางพญาเสือโคร่ง และจัดทำฐานข้อมูลพื้นฐานของต้นนางพญาเสือโคร่ง เพื่อให้หน่วยงานที่รับผิดชอบใช้ในการวางแผน จัดการดูแลรักษาต่อไป จากการศึกษา ได้เลือกใช้วิธีการประเมินสภาพต้นไม้ใหญ่ (Tree Assessments) มาทำการประเมินสภาพต้นนางพญาเสือโคร่งในพื้นที่ภูลมโล ทำการเก็บข้อมูลโดยการประยุกต์และดัดแปลงแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลภาคสนามตามสภาพปัญหาที่เจอตามส่วนต่าง ๆ ของต้นนางพญาเสือโคร่ง และนำมาประเมินความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อความเสียหายหากมีการโค่นล้ม หรือยืนต้นตายของต้นนางพญาเสือโคร่งในพื้นที่ภูลมโล ตามวิธีประเมินความเสี่ยงต้นไม้ขั้นพื้นฐาน ISA (International Society Arborist) Basic Tree Assessment 2017

ผลจากการสำรวจต้นนางพญาเสือโคร่งทั้งหมดที่ขึ้นอยู่ ในพื้นที่ ภูลมโล พบว่ามีจำนวนทั้งหมด 19,356 ต้น พบต้นที่มีสภาพปัญหาตามลำต้นและกิ่ง 398 ต้น คิดเป็น 2.06 % นำมาทำการประเมินตามเกณฑ์ ตามสภาพปัญหาของลำต้น พบต้นนางพญาเสือโคร่งที่มีความเสี่ยงขั้นร้ายแรง 6 ต้น (1.51%) ความเสี่ยงสูง 63 ต้น (15.83%) ความเสี่ยงปานกลาง 137 ต้น (34.42%) ความเสี่ยงต่ำ 192 ต้น (48.24%) ตามสภาพปัญหาของกิ่ง ไม่พบต้นนางพญาเสือโคร่งที่มีความเสี่ยงขั้นร้ายแรงและความเสี่ยงสูง พบแต่ต้นนางพญาเสือโคร่งที่มีความเสี่ยงปานกลาง 3 ต้น (18.75%) และมีความเสี่ยงต่ำ 13 ต้น (81.25%) ทั้งนี้ สภาพปัญหาที่พบ คือ ลำต้นเปลือกแหว่งหาย มีรอยปูดบวม ลำต้นเป็นโพรง กาฝาก ผุ โค้งงอเอนล้ม ซึ่งมีโอกาส จะสร้างความเสียหายต่อการท่องเที่ยวในอนาคต จึงควรมีการวางแผนการดูแลรักษาอย่างเหมาะสม และทันท่วงทีโดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง

คำสำคัญ: การประเมินสภาพ ต้นนางพญาเสือโคร่ง ภูลมโล อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า จังหวัดพิษณุโลก

คำนำ

ต้นนางพญาเสือโคร่งเป็นต้นไม้ในสกุล *Prunus* ที่เป็นจำพวกเชอรี่สกุลเดียวกันกับต้นซากุระของประเทศญี่ปุ่นสามารถขึ้นได้ดี ในพื้นที่ที่มีอากาศหนาวมีดอกสีชมพูสวยงามและหากปลูกเป็นผืนใหญ่จะทำให้เกิดความสวยงามเป็นที่ต้องตาต้องใจของนักท่องเที่ยว ซึ่งมีการนำมาปลูกในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยและพื้นที่อื่น ๆ ที่มีอากาศหนาวเย็นในพื้นที่ภาคอื่นของประเทศไทย เช่นการปลูกในพื้นที่ต้นน้ำลำธารในพื้นที่ขุนช้างเคี่ยนมาเป็นเวลา 10 ปี พบว่ามีความเหมาะสมในการที่จะขึ้นอยู่ในพื้นที่เสื่อมโทรมและมีการทำไร่เลื่อนลอย ในพื้นที่สูงแต่ไม่ควรปลูกบนพื้นที่ซึ่งมีลมแรง เนื่องจากกิ่งก้านหักได้ง่าย (Forest Restoration Research Unit [FORRU], 2005) จากตัวอย่างการปลูกในพื้นที่ขุนช้างเคี่ยนจะเห็นได้ว่าต้นนางพญาเสือโคร่ง เป็นไม้ที่สามารถใช้ปลูกฟื้นฟูพื้นที่ที่เป็นพื้นที่สูงอากาศเย็นและเป็นพื้นที่ที่ถูกบุกรุกเนื่องจากมีอัตราการรอดตายสูง (Elliot *et al*., 2001, 2002; Pakkad *et al.,* 2004) รวมทั้งจะได้ประโยชน์จากความสวยงาม ด้วยเหตุนี้พื้นที่ที่มีการปลูกต้นนางพญาเสือโคร่งควรที่จะศึกษาในประเด็นต่าง ๆ ของต้นนางพญาเสือโคร่ง เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการจัดการในอนาคต

อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า เป็นอุทยานแห่งชาติลำดับที่ 48 ของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ 191,875 ไร่ ใน 3 จังหวัด ได้แก่จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดเลย และจังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งอยู่ในเขตเทือกเขาหินร่องกล้า ซึ่งได้มีการประกาศจัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติ ในปี 2527 ซึ่งปัจจุบันมีแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญชื่อว่า ภูลมโล มีความสูง 1,680

เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางและมีอากาศหนาวเย็นตลอดทั้งปี (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2020) ในอดีตภูลมโลเป็นพื้นที่สีแดง เนื่องจากเคยเป็นสมรภูมิรบระหว่างฝ่ายรัฐบาลกับฝ่ายพรรคคอมมิวนิสต์แห่งประเทศไทย (Mathayomburut, 2018) ครั้นเมื่อเหตุการณ์สงบชาวม้งได้เข้ามาครอบครองพื้นที่ หักร้างถางป่า ทำไร่เลื่อนลอย จนภูลมโล กลายเป็นเขาหัวโล้น ต่อมาในปี 2551 อุทยานแห่งชาติได้เข้ามาแก้ปัญหาการบุกรุกของชาวม้ง ทำการขอคืนพื้นที่ โดยตกลงกัน ให้ชาวม้งปลูกพืชไร่ควบคู่ไปกับต้นนางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides* D. Don) เป็นพืชในสกุล *Prunus* ด้วยระบบวนเกษตร โดยชื่อท้องถิ่นสามารถเรียกได้หลากหลายชื่อ เช่น ฉวีวรรณ, ชมพูภูพิงค์ (เหนือ) เส่คาแว่, เส่แผ่, แส่ลาแหล (กะเหรี่ยงเชียงใหม่) (Smitinan, 2014) โดยมีลักษณะทางสัณฐาน ได้แก่ ใบเป็นใบเดี่ยว รูปใบรูปรีแบบไข่ หรือไข่กลับ ขนาดปานกลางกว้าง 3.5 - 8.5 เซนติเมตร ยาว 8 - 15 เซนติเมตร เรียงสลับกัน (alternate) ปลายใบเรียวแหลม โคนใบกลมหรือสอบแคบ ขอบจัก (serrate) ปลายก้านใบมีต่อม 2 - 4 ต่อม หูใบแตกแขนงคล้ายเขากวาง ดอกสีขาวหรือชมพู ออกเป็นช่อกระจุกใกล้ปลายกิ่ง ขอบริ้วประดับจัก ไม่เป็นระเบียบ กลีบดอกมี 5 กลีบ เมื่อดอกบานมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 - 2 เซนติเมตร ผล รูปไข่หรือกลม ยาว 1 - 1.5 เซนติเมตร เมื่อสุกสีแดง ออกดอกธันวาคม – กุมภาพันธ์ (ช่วงที่ออกดอกจะทิ้งใบก่อนออกดอก) ผลแก่มกราคม – พฤษภาคม ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด ประโยชน์ปลูกเป็นไม้ประดับ ผลสามารถนำมารับประทานได้ มีรสเปรี้ยว (Northern Silvicultural Research Center, 2012)

ปัจจุบันพื้นที่ภูลมโลเป็นแหล่งปลูกต้นนางพญาเสือโคร่งที่ใหญ่ที่สุดในประเทศ (Panyawuttrakul, 2018) เป็นแหล่งที่เที่ยวที่สำคัญที่เป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเยี่ยมชมเป็นจำนวนมาก ถือเป็นแลนมาร์คแห่งใหม่ของประเทศไทย ดอกนางพญาเสือโคร่ง จะเบ่งบานสร้างความสวยงาม ให้นักท่องเที่ยวได้ชมในช่วงเดือน มกราคม – กุมภาพันธ์ ของทุกปี สามารถมองเห็นเป็นหุบเขาสีชมพู ทอดเป็นแนวยาว ประมาณ 5 กิโลเมตร ลัดเลาะไปตามแนวไหล่เขา ดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเข้าไปเยี่ยมชมเป็นจำนวนมาก ทำรายได้ให้กับชุมชนโดยรอบ โดยรายได้ส่วนใหญ่ของชุมชนมาจากการบริการรถนำเที่ยวชม ค่านำชม ค่าอาหารและเครื่องดื่ม ค่าที่พัก รวมไปถึงสินค้าดั้งเดิมอาทิ เช่น ผัก ผลไม้สด สินค้าของฝาก ของที่ระลึก (Mathayomburut, 2018) ปัจจุบันต้นนางพญาเสือโคร่งมีอายุประมาณ 13 ปี ยังไม่มีข้อมูลจำนวนต้น การกระจาย ความหนาแน่น สุขภาพตลอดจนภัยคุกคาม ประกอบกับต้นนางพญาเสือโคร่งได้โค่นล้ม ยืนต้นตายทุก ๆ ปี ทางอุทยานแห่งชาติได้เล็งเห็นความสำคัญ จึงอยากคงสภาพความสวยงามของต้นนางพญาเสือโคร่ง ให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สร้างรายได้ให้กับภาครัฐ และชุมชนโดยรอบอย่างยั่งยืน โดยได้พยายามศึกษาหาข้อมูลที่จะส่งผลกระทบต่อการโค่นล้ม การยืนต้นตายของต้นนางพญาเสือโคร่ง ซึ่งเป็นที่มาของงานวิจัยชิ้นนี้ โดยเลือกใช้วิธีการประเมินสภาพต้นไม้ใหญ่ (tree assessments) มาทำการประเมินสถาพต้นนางพญาเสือโคร่งในพื้นที่ภูลมโล ทำการเก็บข้อมูลโดยการประยุกต์และดัดแปลงแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลภาคสนามของ Jim and Zhang (2013) และของ Smiley *et al*. (2017) ตามสภาพปัญหาที่เจอตามส่วนต่าง ๆ ของต้นนางพญาเสือโคร่ง และนำมาประเมินความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อความเสียหายหากมีการโค่นล้ม หรือยืนต้นตายของต้นนางพญาเสือโคร่งในพื้นที่ภูลมโล ตามวิธีประเมินความเสี่ยงต้นไม้ขั้นพื้นฐาน ISA (International Society Arborist) 2017 (Smiley *et al*., 2017) เพื่อประสานผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางวางแผนในการดูแลรักษา และฟื้นฟูต้นนางพญาเสือโคร่งให้อยู่เคียงคู่กับภูลมโล สร้างความสมดุล ความยั่งยืน เพื่อที่จะได้เป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ และเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศต่อไป

ดังนั้นการศึกษาการประเมินสภาพต้นนางพญาเสือโคร่งในพื้นที่ภูลมโล อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า จังหวัดพิษณุโลก จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประเมินสภาพต้นนางพญาเสือโคร่งตามสภาพปัญหาตามลำต้น และกิ่งเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน การดูแลรักษาได้อย่างเหมาะสม และ

ทันท่วงทีสอดคล้องกับสภาพปัญหาได้อย่างแท้จริง ซึ่งจะต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง

อุปกรณ์และวิธีการ

ขอบเขตการศึกษา

พื้นที่ภูลมโล ซึ่งมีขนาดพื้นที่ 6,390 ไร่ อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า มีความสูง 1,680 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง และมีอากาศหนาวเย็นตลอดทั้งปี (Figure 1) ขอบเขตของการศึกษาศึกษาเฉพาะต้นนางพญาเสือโคร่ง โดยบันทึกข้อมูลจำนวนต้น ตำแหน่ง ลักษณะของต้นนางพญาเสือโคร่ง ได้แก่ ความสูง ขนาดลำต้น ลักษณะของเรือนยอดและสภาพปัญหาตามส่วนต่าง ๆ ของต้นนางพญาเสือโคร่งที่สังเกตเห็นได้จากภายนอก ซึ่งดำเนินงานวิจัยในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนธันวาคม 2564 รวมระยะเวลา 1 ปี โดยจะไม่ครอบคลุมถึงการวินิจฉัยถึงสาเหตุของปัญหา ซึ่งจำเป็นต้องประสานผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางหรือรุกขกร เพื่อหาวิธีจัดการปัญหา และวิธีการดูแลรักษาต้นนางพญาเสือโคร่ง ต่อไป

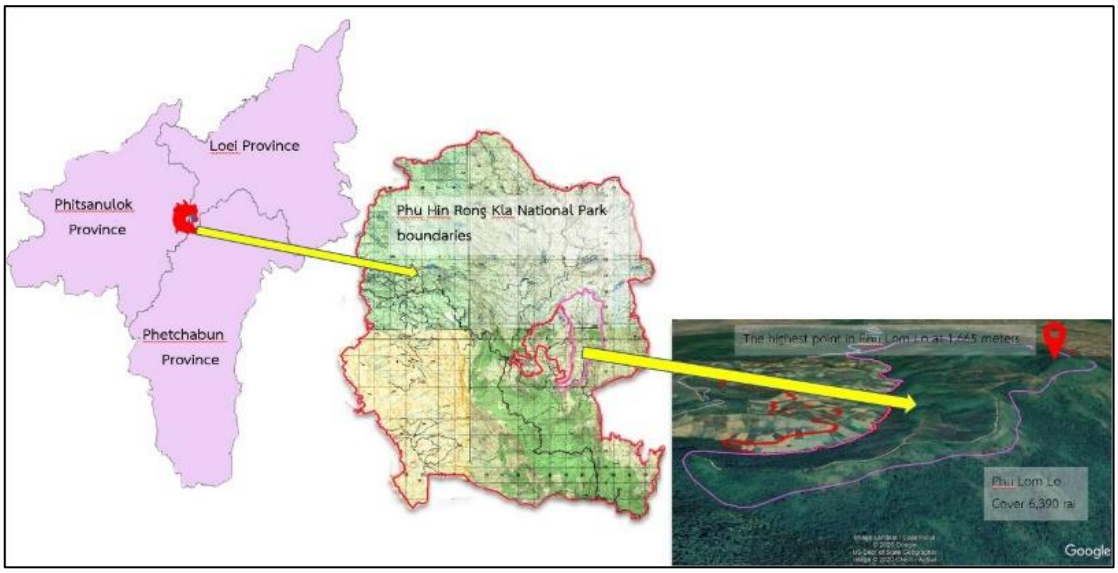


Figure 1 Map of Phu Lom Lo area in Phu Hin Rong Kla National Park.

วิธีการสำรวจสภาพต้นนางพญาเสือโคร่ง

งานวิจัยนี้ ใช้วิธีการสำรวจข้อมูลสภาพต้นนางพญาเสือโคร่งโดยการประเมินด้วยสายตา (Visual Tree Assessment - VTA) เนื่องจากเป็นการประเมินสภาพต้นไม้ด้วยการสังเกตลักษณะทางกายภาพ สังเกตปัญหาที่พบตามส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ โดยการสำรวจรอบต้น พร้อมทั้งจดบันทึกและถ่ายภาพปัญหาที่พบตามแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลภาคสนาม จึงเป็นการระบุปัญหา ที่เกิดขึ้นได้ทันที อีกทั้งเป็นวิธีพื้นฐานที่ใช้กันทั่วไป ประหยัดเวลา ไม่มีเทคโนโลยีที่ซับซ้อน และประหยัดงบประมาณในการซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ (Pernek *et al*., 2013)

รายละเอียดวิธีการและเครื่องมือการเก็บข้อมูล

1) เก็บข้อมูลความโต โดยใช้สายวัดวัดรอบลำต้นที่ระดับความสูงเพียงอก (girth)

2) เก็บข้อมูลความสูงของต้นไม้ โดยใช้ Clinometer

3) หาค่าพิกัดของต้นไม้ด้วยเครื่องวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) ของต้นนางพญาเสือโคร่งทั้งหมดที่ขึ้นอยู่บนภูลมโล

4) ติดเครื่องหมายที่มีรหัสเฉพาะประจำต้นด้วยแผ่นสังกะสีใช้เหล็กตอกเลขรหัสทุกต้น

5) เก็บข้อมูลสภาพปัญหาของ ลำต้น กิ่ง จากการประยุกต์และดัดแปลงจากแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลภาคสนามของ Jim and Zhang (2013) และของ Smiley *et al*. (2017) ตามสภาพปัญหาที่เจอ Table 1

6) ประเมินสุขภาพของต้นไม้ ตามวิธีประเมินความเสี่ยงต้นไม้ขั้นพื้นฐาน ISA (International Society Arborist) 2017 (Smiley *et al*., 2017)

Table 1 Field data record form for risk assessment of *Prunus cerasoides* D. Don trees. Phu Lom Lo area.

(A)	General information	DD3. Wounds	Branches
	Date	DD4. Cracks	DD9. Decay
	Tree no.	DD5. Missing bark	DD10. Cavity/Nest hole
	Tree Height (m)	DD6. Cankers/Galls/Burls	DD11. Wounds
	DBH (cm)	DD7. Lean	DD12. Cracks
	Tree location	DD8. Prolific ivy	DD13. Broken/Hangers
(b)	Defects & disorders		DD14. Cankers/Galls/Burls
	Trunk		DD15. Prolific ivy
	DD1. Decay		
	DD2. Cavity		

Source: Modified from Jim and Zhang (2013) and International Society Arborist (ISA) Tree risk Assessment of Smiley *et al*. (2017)

เกณฑ์การประเมินความเสี่ยงต่อการถูกทำลายและความเสียหาย

จากการศึกษา ได้ใช้วิธีประเมินความเสี่ยงต้นไม้ขั้นพื้นฐาน ISA (International Society Arborist) Basic Tree Assessment 2017 (Smiley *et al*., 2017) สามารถประเมินได้โดยบุคคลทั่วไปที่ไม่จำเป็นต้องเป็นรุกขกรเนื่องจากเป็นการประเมินความเสี่ยงที่ผู้รับผิดชอบการประเมินต้องระบุเป้าหมายด้วยตนเอง จึงจะสามารถประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นได้ว่า มีความเสี่ยงอยู่ในระดับใด นอกจากนี้ทำการศึกษารายละเอียดการประเมินเบื้องต้น พบว่ามีหัวข้อในการประเมินครอบคลุมปัญหาต่าง ๆ มากกว่าเกณฑ์อื่น ๆ มีการจัดเรียงหัวข้อเป็นหมวดหมู่ที่เข้าใจง่าย อีกทั้งยังมีการถ่ายภาพสภาพปัญหาที่พบเพื่อประกอบการประเมินให้เกิดความชัดเจน นำต้นที่พบว่ามีสภาพปัญหาตามลำต้นและกิ่งมาทำการประเมิน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

1) ระบุส่วนที่มีโอกาสหักโค่นและสภาพปัญหาที่จะเกิดการหักโค่น (สภาพปัญหาตามลำต้นและกิ่ง)

2) ประเมินความเป็นไปได้ที่จะหักโค่น เป็นการประเมินระดับความอันตรายของปัญหาต่อส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ใหญ่ ซึ่งสามารถทำให้ต้นไม้ใหญ่หักโค่นได้ แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ มีน้อย เป็นไปได้ มีโอกาสสูง และเกิดขึ้นแน่นอน

3) ประเมินความเป็นไปได้ที่จะส่งผลกระทบต่อการหักโค่นของต้นไม้ โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง สูง

4) ระบุความเป็นไปได้ที่จะหักโค่นและส่งผลกระทบต่อการตาย เป็นการประเมินความสัมพันธ์กันของความเป็นไปได้ที่จะหักโค่น และความเป็นไปได้ที่จะส่งผลกระทบ โดยอ่านค่าที่ระบุตามตาราง (Table 2) โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ มีน้อย เป็นไปได้ มีโอกาสสูง และเกิดขึ้นแน่นอน

5) ประเมินความเสียหายที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการหักโค่น เป็นการประเมินระดับความเสียหายที่จะเกิดกับการท่องเที่ยว โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ไม่มี มีเล็กน้อย มีมาก และขั้นรุนแรง

6) จัดระดับความเสี่ยงต้นไม้ใหญ่ เป็นการประเมินระดับความเร่งด่วนในการดูแลรักษา ตาม (Table 3) ในการหาความสัมพันธ์กันของความเป็นไปได้ที่จะหักโค่นและกระทบต่อเป้าหมายของต้นไม้ใหญ่ และความเสียหายจากการหักโค่นของต้นไม้ใหญ่ โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ต่ำ ปานกลาง สูง และขั้นร้ายแรง

(1) ความเสี่ยงต่ำ ต้นไม้ใหญ่ที่อยู่ในระดับนี้อาจต้องได้รับการบำรุงรักษา แต่ไม่ได้จำเป็นต้องเร่งด่วน ซึ่งอาจต้อง มีการรักษาและเฝ้าติดตาม

(2) ความเสี่ยงปานกลาง ต้นไม้ใหญ่ที่อยู่ในระดับนี้อาจต้องได้รับการบำรุงรักษา และจัดการปัญหาเร่งด่วน ไม่ปล่อยให้อาการแย่ลง จนเพิ่มระดับความเสี่ยงในอนาคต ซึ่งต้องเฝ้าติดตามเป็นระยะอย่างใกล้ชิด

(3) ความเสี่ยงสูง ต้นไม้ใหญ่ที่อยู่ในระดับนี้ควรได้รับการบำรุงรักษา และจัดการปัญหาอย่างเร่งด่วนมาก

(4) ความเสี่ยงขั้นร้ายแรง ต้นไม้ใหญ่ที่อยู่ในระดับนี้ควรได้รับการจัดการปัญหาอย่างทันทีทันใดเร็วเท่าที่จะสามารถเร็วได้ เนื่องจากมีสัญญาณการหักโค่นไปแล้วส่วนหนึ่งและความเสียหายที่เกิดขึ้นมีสูง

Table 2 Likelihood matrix indicating the failure of stems and branches of *P. cerasoides*.

Likelihood of Failure	Likelihood of Impact			
	Very low	Low	Medium	High
Imminent	Unlikely	Somewhat likely	Likely	Very Likely
Probable	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely	Likely
Possible	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely
Improbable	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely

Table3 Risk rating matrix of stems and branches of *P. cerasoides*.

Likelihood of Failure & Impact	Consequences of Failure			
	Negligible	Minor	Significant	Severe
Very Likely	Low	Moderate	High	Extreme
Likely	Low	Moderate	High	High
Somewhat likely	Low	Low	Moderate	Moderate
Unlikely	Low	Low	Low	Low

คำอธิบายสภาพปัญหาที่พบ

ผุ ลำต้นและกิ่งมีลักษณะเน่าเปื่อย เนื้อไม้ยุ่ยเหมือนฟองน้ำ หรือหลุดกร่อน **โพรง** ลำต้นและกิ่งมีรูเปิดจากด้านนอกสู่เนื้อไม้ **บาดแผล** ลำต้นถูกของมีคมหรือของแข็งกระทบ **แตกฉีก** มีรอยแตกจากเปลือกทะลุถึงเนื้อไม้ **เปลือกแหว่งหาย** เปลือกตาย หลุดร่อนเนื้อไม้บางส่วนไร้เปลือกหุ้ม **ปูดบวม** มีลักษณะเปลือกที่ผิดปกติ เป็นปุ่มนูนออกจากเนื้อไม้ **กาฝาก** กลุ่มพืชพรรณที่อิงอาศัยหรือเป็นกาฝากบนต้นไม้

ผลและวิจารณ์

ผลการสำรวจ

การกระจายของต้นนางพญาเสือโคร่ง

1. การกระจายตัวของนางพญาเสือโคร่งที่ขึ้นอยู่บนพื้นที่ภูลมโลทั้งหมด จำนวน 19,356 ต้น มีความสูงอยู่ระหว่าง 3 - 15 เมตร ค่าเฉลี่ย 7.37 เมตร ความโตอยู่ระหว่าง 20 – 130 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ย 67.68 เซนติเมตร (Figure 2a) นางพญาเสือโคร่งจัดเป็นพรรณไม้โครงสร้าง ในการปลูกฟื้นฟูป่าเสื่อม

โทรมพื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศไทย เนื่องจากกล้าไม้ในแปลงปลูกมีอัตราการรอดสูงและโตเร็ว (มีอัตราการรอดตายสูงกว่า ร้อยละ 80 และสูงกว่า 3 เมตร ภายหลังจากฤดูฝนที่ 2) ทรงพุ่มกว้างมากกว่า 2.4 เมตร ทำให้ควบคุมวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ออกดอกติดผลตั้งแต่ปีที่ 3 หลังการปลูก (Elliot *et al.*, 2001, 2002; Pakkad *et al.*, 2004; Forest Restoration Research Unit [FORRU], 2005)

2. การกระจายของต้นนางพญาเสือโคร่งที่พบสภาพปัญหาและความผิดปกติตามส่วนต่าง ๆ พบว่ามีปัญหาที่ลำต้นและกิ่ง 398 ต้น คิดเป็น 2.06% ของจำนวนต้นนางพญาเสือโคร่งทั้งหมดที่ขึ้นอยู่บนภูลมโล (Figure 2b) ปัญหาที่พบมากที่สุด ได้แก่ เปลือกแหว่งหาย ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD] (2016) และ Guo *et al.* (2018) ที่พบว่าปัญหาหลักของพืชสกุล *Prunus* จำพวก อัลมอนด์ พีช พลัม ท้อ แอพิคอต และเชอร์รี่ มักจะพบปัญหาโรคและศัตรูพืช ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา และแมลง แต่ปัญหาของเปลือกแหว่งหายสาเหตุโดยส่วนใหญ่มาจากการที่สัตว์เลี่ยงที่ปล่อยเข้าไปในพื้นที่มีการเดินเสียดสีกับต้นไม้อาจจะทำให้เป็นสาเหตุให้ปัญหาโรคและศัตรูพืชที่มาจากเชื้อต่างๆ สามารถเข้าทำลายต้นนางพญาเสือโคร่งได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

3. เมื่อพิจารณาเฉพาะต้นนางพญาเสือโคร่งที่พบปัญหา จำนวน 398 ต้น เมื่อนำต้นนางพญาเสือโคร่งที่มีสภาพปัญหามาแบ่งชั้นตามความสูง เป็น 4 ชั้น พบว่าที่มีสภาพปัญหามากที่สุดคือ ความสูง 7-8 เมตร จำนวน 387 ต้น (97%) รองลงมาคือ ความสูง 11-12 เมตร จำนวน 7 ต้น (1.76%) ความสูง 9-10 เมตร จำนวน 3 ต้น (0.75%) และที่พบว่ามีสภาพปัญหาน้อยที่สุด คือ ความสูง 5-6 เมตร จำนวน 1 ต้น (0.25%) จาก Figure 2c แสดงถึงการกระจายของต้นนางพญาเสือโคร่งเฉพาะต้นที่พบปัญหาที่ถูกแบ่งชั้นตามความสูง

4. นำต้นนางพญาเสือโคร่งที่มีสภาพปัญหามาแบ่งชั้นตามเส้นรอบวงที่ความสูงเพียงอก เป็น 4 ชั้น พบว่าที่มีสภาพปัญหามากที่สุด คือ 61- 80 เซนติเมตร จำนวน 271 ต้น (68.09%) รองลงมาคือ 41- 60 เซนติเมตร จำนวน 84 ต้น (21.11%) 21 - 40 เซนติเมตร (9.80%) และที่พบว่ามีสภาพปัญหาน้อยที่สุด คือ 81 - 100 เซนติเมตร จำนวน 4 ต้น (1.00%) จาก Figure 2d แสดงถึงการกระจายของต้นนางพญาเสือโคร่งเฉพาะต้นที่พบปัญหาที่ถูกแบ่งชั้นตามเส้นรอบวงที่ความสูงเพียงอก

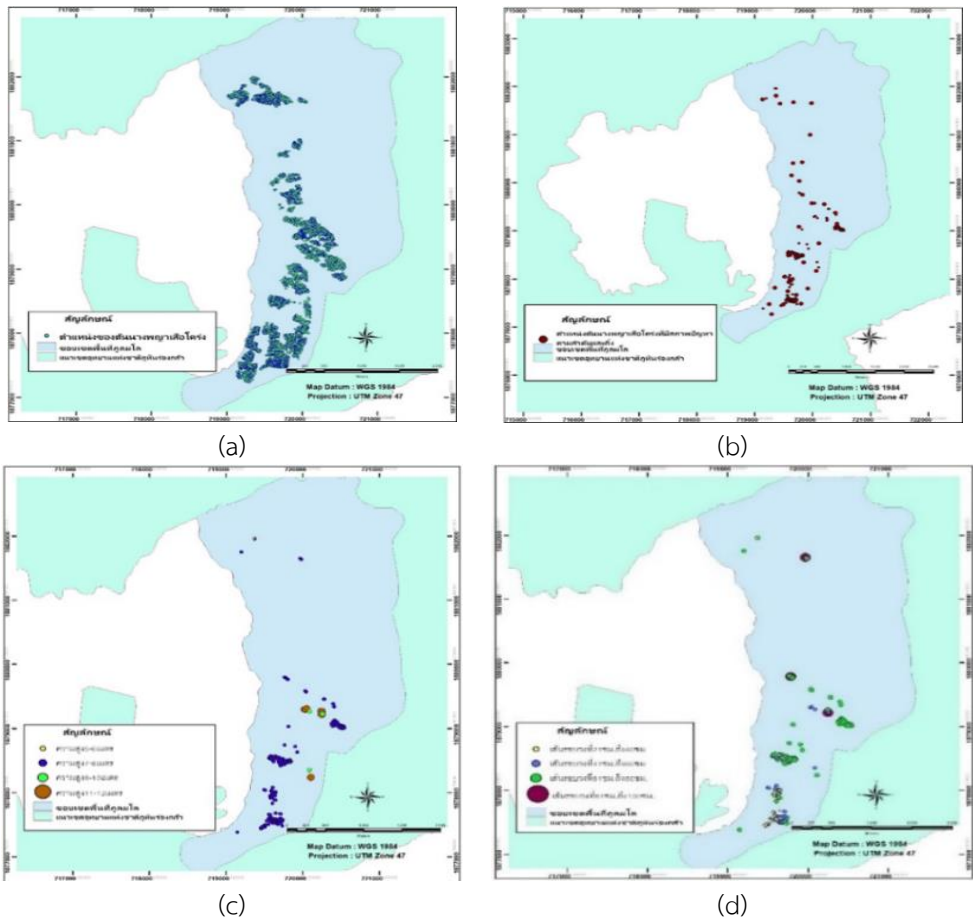


Figure 2 Location of *P. cerasoides* in (a) the whole study area (b) with problematic condition (c) with problematic condition divided by the diameter at breast height, and (d) with problematic condition, divided by girth at breast height.

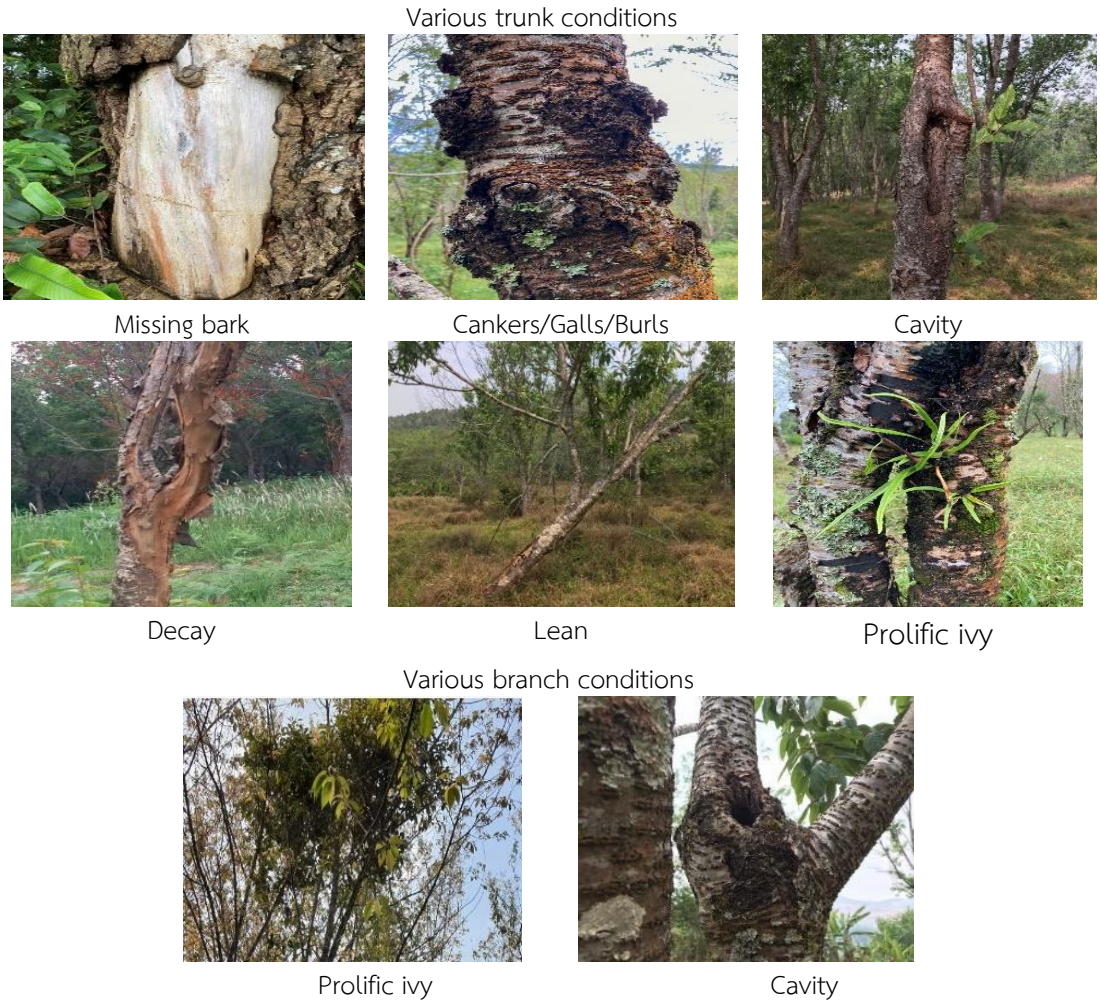


Figure 3 Problematic conditions in different parts of the trees.

ปัญหาหลักที่พบตามลำต้นมากที่สุด คือ เปลือกแหว่งหาย ปัญหาที่พบน้อยที่สุดคือ โค้งงอ เอนล้ม ในส่วนของกิ่ง คือ กาฝาก และปัญหาที่พบน้อยที่สุด คือ โพรง ส่วนปัญหาที่ไม่พบเลยในการประเมินสภาพต้นนางพญาเสือโคร่ง ในส่วนลำต้น ได้แก่ บาดแผล แตกฉีก ในส่วนกิ่งได้แก่ ผุ บาดแผล แตกฉีก ห้อยหักคาต้น ปูดบวม (Figure 3-4)

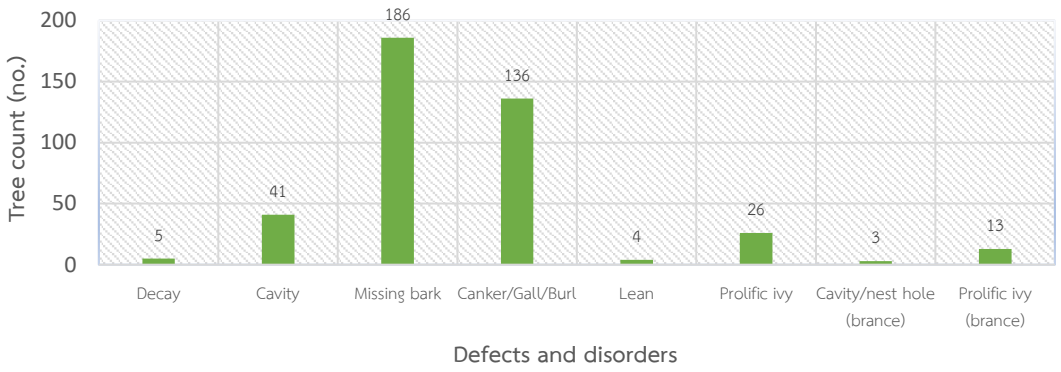


Figure 4 Tree count associated with 15 defects and disorders (DD) as indicated in Table 1.

การประเมินความเสี่ยงต่อการถูกทำลายและความเสียหาย

ระดับความเสี่ยงต่อการถูกทำลายและความเสียหาย

จากการศึกษาความเสี่ยงต่อการถูกทำลายและความเสียหายในต้นนางพญาเสือโคร่งพบอยู่สองส่วนใหญ่ๆ ที่ถูกทำลายได้แก่ส่วนที่เป็นลำต้นและส่วนที่เป็นกิ่ง โดยส่วนที่มีการทำได้ในระดับความเสี่ยงร้ายแรงพบได้ในส่วนของลำต้น จากต้นที่พบการทำลายทั้งหมดคิดเป็น ร้อยละ 1.51 และโดยส่วนใหญ่ระดับของการถูกทำลายจะอยู่ในระดับต่ำและปานกลาง คิดเป็น ร้อยละ 48.24 และ 34.42 ตามลำดับ (Table 4) ส่วนความเสี่ยงต่อการถูกทำลายและความเสียหายในกิ่งของต้นนางพญาเสือโคร่งพบ อยู่ในสองระดับคือความเสี่ยงต่ำและความเสี่ยงปานกลาง โดยคิดเป็น ร้อยละ 81.25 และ 18.75 ตามลำดับ (Table 5)

Table 4 Risk levels according to defects and disorders of the trunk.

Problematic Conditions	Extreme		High		Moderate		Low		Sum.
	Percentage	(no.)	Percentage	(no.)	Percentage	(no.)	Percentage	(no.)	
Trunk	1.51	6	15.83	63	34.42	137	48.24	192	398
Sum.	6		63		137		192		398

Table 5 Risk levels according to defects and disorders of the branches.

Problematic Conditions	Extreme		High		Moderate		Low		Sum.
	Percentage	(no.)	Percentage	(no.)	Percentage	(no.)	Percentage	(no.)	
Branches	0.00	0	0.00	0	18.75	3	81.25	13	16
(sum.)	0		0		3		13		16

จากระดับความเสี่ยงแบ่งออกเป็น 4 ระดับ สามารถแยกสาเหตุที่พบ ได้แก่

1) ปัญหาที่ทำให้ต้นไม้มีความเสี่ยงร้ายแรง พบว่ามีปัญหาตามลำต้น ได้แก่ ลำต้นผุ ลำต้นเป็นโพรง คิดเป็นร้อยละ 0.502 และ 1.005 ตามลำดับ (Figure 5a)

2) ปัญหาที่ทำให้ต้นไม้มีความเสี่ยงสูง พบว่ามีปัญหาตามลำต้น ได้แก่ เปลือกแหว่งหาย ลำต้นเป็น

โพรง ลำต้นปูดบวม กาฝาก ลำต้นผุ คิดเป็นร้อยละ 7.537, 5.025, 2.512, 0.502 และ 0.251 ตามลำดับ (Figure 5b)

3) ปัญหาที่ทำให้ต้นไม้มีความเสี่ยงปานกลาง พบว่ามีปัญหาตามลำต้นและกิ่ง ได้แก่ เปลือกแหว่งหาย ลำต้นปูดบวม ลำต้นเป็นโพรง กาฝากที่ลำต้น โค้งงอเอนล้ม และ กาฝากที่กิ่ง คิดเป็นร้อยละ 17.839, 13.065, 2.010, 1.005, 0.502 และ 0.753 ตามลำดับ (Figure 5c)

4) ปัญหาที่ทำให้ต้นไม้มีความเสี่ยงต่ำ พบว่ามีปัญหาตามลำต้นและกิ่ง ได้แก่ เปลือกแหว่งหาย ลำต้นปูดบวม ลำต้นเป็นโพรง กาฝากที่ลำต้น โค้งงอเอนล้ม กาฝากที่กิ่ง และกิ่งเป็นโพรง คิดเป็นร้อยละ 21.356, 18.592, 5.025, 2.763, 0.502, 5.025 และ 0.502 ตามลำดับ (Figure 5d)

จากการศึกษา พบว่า ปัญหาและข้อบกพร่องที่พบตามกิ่ง และลำต้น ของนางพญาเสือโคร่งมีจำนวนน้อยมาก คิดเป็นร้อยละ 2.06 (398 ต้น) จากจำนวนต้นนางพญาเสือโคร่งทั้งหมด 19,356 ต้น ที่ขึ้นอยู่บนภูลมโล ซึ่งนางพญาเสือโคร่ง ลำต้นมีลักษณะเนื้อไม้ละเอียด ความแข็งปานกลาง จึงมีความต้านทานต่อโรคและศัตรูพืช (National Medicinal Plants Board [NMPD], 2006; Joseph *et al*., 2018) ซึ่งสอดคล้องกับ บทความของ Buaziz *et al*. (2016) ที่ได้ศึกษายางของพืชวงศ์ *Rosacea* โดยเฉพาะสกุล *Prunus* กล่าวว่า ยางไม้พืชวงศ์ *Rosacea* มีบทบาทสำคัญในการยับยั้งการแพร่กระจายของแบคทีเรีย และเชื้อรา ที่ทำให้เกิดโรคภายในเนื้อเยื่อที่ติดเชื้อในพืชสกุล *Prunus* คือ โรคยางไหล (Gummosis) ซึ่งส่งผลกระทบต่อการออกผล และลดการเจริญเติบโตของต้นไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพันธุ์ที่ไม่มีความต้านทานต่อโรค ยางของต้นนางพญาเสือโคร่ง มีองค์ประกอบทางเคมีที่มีคุณสมบัติทางยา หลากหลายชนิด อีกทั้งยังมีแร่ธาตุที่ช่วย ในการเติบโตของต้นไม้พบอยู่ในยางของต้นนางพญาเสือโคร่ง เช่น แคลเซียม โพแทสเซียม และโซเดียม (Ca, K, Na) ส่วนอื่นไม่ว่าจะเป็น เนื้อไม้ ใบ ดอก ผล ราก ของต้นนางพญาเสือโคร่งล้วนก็มีคุณสมบัติทางยา เช่นกัน นางพญาเสือโคร่งนอกจากจะเป็นไม้ประดับที่มีความสวยงามแล้ว ยังจัดเป็นไม้ที่ใช้ประโยชน์ได้หลากหลายอีกด้วย (Joseph *et al*., 2018)

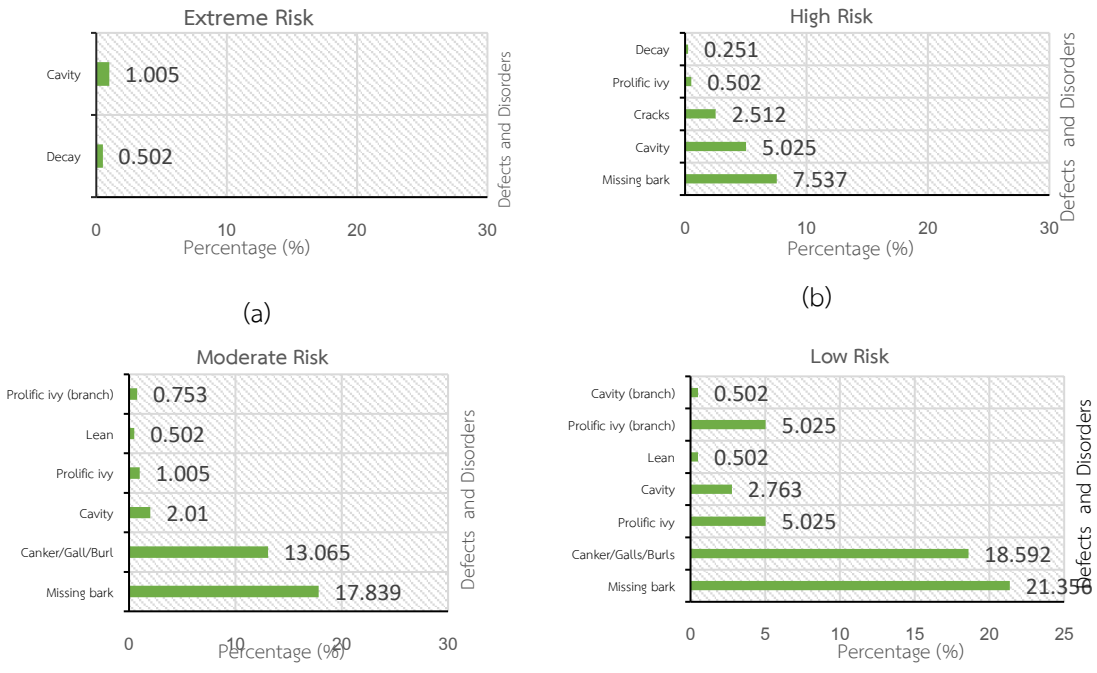


Figure 5 Risk according to Defects and Disorders (DD) in different parts of the tree; (a) extreme risk, (b) high risk, (c) moderate risk, and (d) low risk.

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า ต้นนางพญาเสือโคร่งทั้งหมดที่ขึ้นอยู่บนพื้นที่ภูลมโล ในเขตอุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า มีจำนวน 19,356 ต้น แต่กลับพบสภาพปัญหาตามลำต้น และกิ่ง เพียง 398 ต้น คิดเป็น ร้อยละ 2.09 ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนน้อย แต่สภาพปัญหาที่พบนั้น จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการต่อยอดการศึกษาวิเคราะห์หาสาเหตุ หรือความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเสี่ยงกับสภาพปัญหาที่พบตามส่วนต่าง ๆ ของต้นนางพญาเสือโคร่ง ดังนั้น ในการจัดการปัญหาของต้นนางพญาเสือโคร่ง จึงไม่สามารถพิจารณาได้เพียงแค่ปัญหาเดียว แต่ต้องคำนึงถึงหลายปัญหาร่วมกัน โดยปรึกษาและขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางหรือรุกขกร เพื่อวางแผนจัดการปัญหาทั้งหมดได้อย่างเหมาะสม

รายละเอียดในฐานข้อมูล เป็นข้อมูลที่ทำการรวบรวม ณ ช่วงที่ทำการศึกษา ซึ่งมีการระบุเวลาที่ทำการสำรวจไว้อย่างชัดเจน หน่วยงานที่รับผิดชอบควรมีการปรับปรุงข้อมูลต้นนางพญาเสือโคร่งในฐานข้อมูลให้ทันสมัยและถูกกับสภาพความเป็นจริง อยู่เสมอ เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนดูแลใหญ่ในระยะยาว

งานวิจัยครั้งนี้ จึงคาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่ออุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า ในการวางแผนจัดการและดูแลรักษาต้นนางพญาเสือโคร่งที่อยู่ในแหล่งท่องเที่ยวภูลมโล และรวมถึงสามารถเป็นต้นแบบในกระบวนการเก็บรวบรวมและจัดทำฐานข้อมูลต้นไม้ให้กับพื้นที่อนุรักษ์อื่นๆ ได้ประยุกต์ใช้สำหรับการคุ้มครองต้นไม้มีค่าของพื้นที่อนุรักษ์อื่นๆ ต่อไปในอนาคต

สำหรับเกณฑ์ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ใหญ่โดยถือเอาปัญหาสภาพต้นไม้ที่มีความรุนแรงมากที่สุด ซึ่งจะทำให้เห็นความเสี่ยงในภาพรวมเท่านั้น แต่ในตัวจริงพบว่าต้นไม้อาจมีปัญหาที่หลากหลายและมีความเสี่ยงในระดับที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้มีความเร่งด่วนและวิธีจัดการกับปัญหาที่แตกต่างกัน จึงควรให้ความสำคัญกับประเด็นดังกล่าว ในการปฏิบัติงานตัวจริงและต่อยอดงานวิจัยในอนาคต

ในการศึกษาครั้งนี้ จะประเมินเฉพาะสภาพปัญหาของต้นนางพญาเสือโคร่งที่สังเกตเห็นได้จากภายนอกเท่านั้น ในการศึกษาต่อยอดขั้นต่อไปจึงควรมีการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยในการตรวจสอบสภาพภายในต้นไม้ และควรมีการประเมินถึงสาเหตุของปัญหา รวมไปถึงศึกษาหาวิธีจัดการกับปัญหาต่าง ๆ และปรึกษาหรือปฏิบัติ โดยผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านต้นไม้ใหญ่หรือรุกขกร เพื่อการดูแลรักษาต้นไม้อย่างมีประสิทธิภาพ

REFERENCES

Bouaziz, F., Koubaa, M., Ghorbel, R. E., Chaabouni, S. E. 2016. Recent advances in Rosaceae gum exudates: From synthesis to food and non- food applications. **International Journal of Biological Macromolecules** 86: 535-545.

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. 2020. **National Park Tourism Guide.** Tourism and Recreation Management Division. National Park Office Department of National Parks Wildlife and Plant Species, Bangkok (In Thai)

Elliott, S., Kuarak, C., Navakitbumrung, P., Zangkum, S., Anusarnsunthorn, V., Blakesley, D. 2002. Propagating framework trees to restore seasonally dry tropical forest in northern Thailand. **New Forest** 23: 63-70.

Elliott, S., Navakitbumrung, P., Kuarak, C., Zangkum, S., Blakesley, D., Anusarnsunthorn, V. 2001. Testing framework species for restoring biodiversity on degraded forestland in northern Thailand. **Proceedings of Tropical Forest Symposium: the Art and Practice of Conservation Planting.** The Biodiversity Research and Training Program, Bangkok, pp 210-217.

Forest Restoration Research Unit. 2005. **How to Plant a Forest: The Principle and Practice of Restoring Tropical Forest.** Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University, Thailand.

Guo, Y., Kramer, M., Pooler, M. 2018. Screening ornamental cherry (Prunus) taxa for resistance to infection by *Blumeriella jaapii*. **HortScience** 53(2): 200-203.

Jim, C.Y., Zhang, H. 2013. Defect-disorder and risk assessment of heritage trees in urban Hong Kong. **Urban Forestry & Urban Greening** 12: 585–596.

Joseph, N., Anjum, N., Tripathi, Y.C. 2018. *Prunus cerasoides* D. Don: A review on its ethnomedicinal uses, phytochemistry and pharmacology. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research** 48(1): 62-69.

Mathayomburut, W. 2018. Tourism management model. Phu Hin Rong Kla National Park Phitsanulok Province. **Principal Journal.** Thaksin University. (In Thai)

Northern Silvicultural Research Center. 2012. **Plants in Pots at the Northern Forest Research Center.** Office of Forest Research and Development, Bangkok. (In Thai)

National Medicinal Plants Board. 2016. **Argo-Techniques of Selected Medicinal Plants Volume 3.** Ministry of Ayush, New Delhi, India.

Organisation for Economic Cooperation and Development. 2006. **Safety Assessment of Transgenic Organisms Volume 2 : OECD Consensus Documents.** Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology. OECD Publishing, Paris.

Pakkad, G., Elliott, S., Blakesley, D. 2004. Selection of *Prunus cerasoides* D. Don seed trees for forest restoration. **New Forest** 28(1): 1-9.

Panyawuttrakul, W. 2018. Management of highland tourism communities Phu Lom Lo case study and sustainable linkage areas. **Journal of Liberal Arts Ubon Ratchathani University** 14(1): 151-197. (In Thai)

Pernek, M., Lackovic, N., Macak, A., Stamenković, V. 2013. Adapted VIA and SIA method in tree static assessment with use of resistography. **Periodicum Biologorum** 115: 447-453.

Smiley, E.T., Matheny, N., Lilly, S. 2017. **Best Management Practices: Tree Risk Assessment, second edition.** International Society of Arboriculture, Champaign, IL.

Smitinan, T. 2014. **Plant Names of Thailand**. Amended edition. Office of Plant Research Office Conservation of Forests and Plant Species Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation of Natural Resources and Environment, Bangkok. (In Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

การเปรียบเทียบปริมาตรไม้ในการผลิตเตียงไม้สักระหว่างโรงงานเวียงทองค้าไม้ และโรงงานมีของค้าไม้ อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่

Comparison of Timber Volumes during Teak Bed Production between Wiang Thong and Mee Kong Factories in Sung Men District, Phrae Province

ธิติ วานิชดิลกรัตน์[1]
ศิริลักษณ์ สุขเจริญ[1]*
อิสรีย์ ฮาวปินใจ[1]
ต่อลาภ คำโย[2]
ชนะศักดิ์ เวียงทอง[2]

Thiti Wanishdilokratn[1]
Siriluk Sukjareon[1]*
Itsaree Howpinjai[1]
Torlarp Kamyo[2]
Chanasak Wiangtong[2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
Department of Forest Industry Technology, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140, Thailand
[2]สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
Department of Agroforestry, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140, Thailand
*Corresponding Author; E-mail: siriluk.sukja168@gmail.com

รับต้นฉบับ 30 มีนาคม 2565 **รับแก้ไข** 21 เมษายน 2565 **รับลงพิมพ์** 2 พฤษภาคม 2565

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the wood volume, loss volume of wood, and product price of teak furniture production in Wiang Thong and Mee Kong wood factories, Sung Men district, Phrae province, Thailand. Ten samples were collected through a questionnaire for surveying and collecting general data, manufacturing data, and price data from the two factories with 3 replications. The results show that 75.00 percent of the employees in Wiang Thong wood factory had worked around 6-10 years more than those in the Mee Kong wood factory (average for 35.00 percent). Around 80.00 percent of employee in the Mee Kong factory were males, with 80.00 percent between the ages of 30-39, 80.00 percent having primary education, with around 80.00 percent receiving a monthly salary between 10,000-20,000 Baht/month. This was on average 5.00 percent more than that of the employees in Wiang Thong wood factory. Wiang Thong wood factory had an average loss volume of 18.96 percent more than Mee Kong wood factory (average of 5.88 percent). The Mee Kong wood factory had an average lumber volume of 86.92 percent more than Wiang Thong wood factory (average of 5.88 percent), with the Wiang Thong factory having an average profit price of 18.96 percent more than Mee Kong wood factory (average of 3.12 percent). Wiang Thong wood factory had an average loss volume and an average profit price more than Mee Kong wood factory but Mee Kong wood factory had an average lumber volume more than Wiang Thong wood factory.

Keywords: Wood volume, Loss volume of wood, Product price, Teak furniture production

บทคัดย่อ

งานวิจัยการศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไม้ในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้สักของโรงงานเวียงทองค้าไม้กับโรงงานมีของค้าไม้ อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไม้ ปริมาณการสูญเสียในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้สัก และราคาของผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ของทั้ง 2 โรงงาน โดยการเก็บข้อมูลทั่วไป ข้อมูลการผลิต และข้อมูลราคาจากการผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ทั้ง 10 ประเภท ได้แก่ เตียงเต้า เตียงซี่โค้งพระจันทร์ เตียงเอสเจ็ด เตียงซี่เต้ากลาง เตียงใบบัว เตียงกล่อง เตียงซี่แบน เตียงโมเดิร์น เตียงใบพัด และเตียงหัวบัง จำนวนประเภทละ 3 ซ้ำ พบว่า โรงงานเวียงทองค้าไม้ ส่วนใหญ่มีบุคลากรที่มีระยะเวลาในการทำงาน 6-10 ปี ร้อยละ 75.00 มากกว่าโรงงานมีของค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 35.00 และโรงงานมีของค้าไม้ ส่วนใหญ่มีบุคลากรเป็นเพศชายร้อยละ 80.00 มีอายุ 30-39 ปีร้อยละ 80.00 มีระดับการศึกษาในระดับประถมศึกษาร้อยละ 80.00 มีอาชีพลูกจ้างร้อยละ 80.00 มีรายได้ต่อเดือน 10,000-20,000 บาท ร้อยละ 80.00 มากกว่าโรงงานมีของค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 5.00 ส่วนการศึกษาด้านการผลิต พบว่า โรงงานเวียงทองค้าไม้ มีร้อยละปริมาณการสูญเสียจากการใช้ไม้เฉลี่ยร้อยละ 18.96 ซึ่งมากกว่าโรงงานมีของค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 5.88 ส่วนโรงงานมีของค้าไม้มีร้อยละปริมาณการใช้ไม้ในการผลิตร้อยละ 86.92 ซึ่งมีจำนวนมากกว่าโรงงานเวียงทองค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 5.88 ส่วนการศึกษาด้านราคา พบว่า โรงงานเวียงทองค้าไม้ มีกำไรร้อยละ 18.96 ซึ่งมีจำนวนมากกว่าโรงงานมีของค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 3.12

คำสำคัญ: ปริมาณไม้ ปริมาณการสูญเสียของไม้ ราคาผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ไม้สัก

คำนำ

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติ ที่อำนวยประโยชน์ให้แก่มนุษย์อย่างมหาศาล ในสมัยโบราณมนุษย์ได้มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ทั้งทางตรงและทางอ้อม (Immaculate *et al.,* 2016) โดยใช้ประโยชน์ทางตรง เช่น การทำเชื้อเพลิงได้ การใช้เก็บใบ ดอก ผล หน่อไม้ เห็ด หรือของป่าต่าง ๆ มาเป็นอาหาร (Ragnar, 2009; Shi *et al.,* 2007) การอาศัยป่าไม้เป็นร่มเงาหรือที่กำบังจากลมฟ้าอากาศ การทำบ้านเรือนสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยการทำเครื่องใช้และอาวุธป้องกันตัว การทำงานเฟอร์นิเจอร์งานศิลปะ เป็นต้น ส่วนประโยชน์ทางอ้อม เช่น การช่วยรักษาสภาพแวดล้อมทำให้พื้นดินอุดมสมบูรณ์ การเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร เป็นต้น (Sandro *et al.,* 2021; Thammanu *et al*., 2020; Pete *et al*., 2016) ส่งผลให้การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำไม้มีความสำคัญต่อประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนเกิดเป็นอุตสาหกรรมไม้สักในปัจจุบัน โดยในจังหวัดแพร่ มีอุตสาหกรรมตามครัวเรือนจนถึงอุตสาหกรรมไม้ขนาดใหญ่ ที่สามารถสร้างงานและสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนในจังหวัดแพร่ ตั้งแต่กระบวนการการแปรรูปไม้ การผลิตผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ จนถึงการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ (Kosakul and Chantarasanit, 2001) ซึ่งประเทศไทยได้มีการใช้ประโยชน์จากไม้แปรรูปในอุตสาหกรรมไม้สักเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีนำเข้าไม้แปรรูปกว่า 980,000 ลบ.ม. และเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์ไม้แปรรูปกว่า 4,000,000 ลบ.ม. มูลค่ารวมกว่า 60,000,000 บาท/ปี ซึ่งจังหวัดแพร่มีจำนวนโรงงานกว่า 70 แห่ง ด้วยเงินทุนหมุนเวียนจำนวน 808.57 ล้านบาท (Royal Forest Department, 2020)

พื้นที่อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ เป็นพื้นที่ที่มีอุตสาหกรรมไม้สักเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ ซึ่งมีการทำเฟอร์นิเจอร์หลากหลายประเภท เช่น โต๊ะ เตียง ตู้เสื้อผ้า ชั้นวางรองเท้า เป็นต้น ซึ่งมีอัตราในการผลิตผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์มากกว่า 90,000 ชิ้น/ปี (Community Enterprise Office, 2021) จากจำนวนบุคคลากรที่มีอาชีพที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมไม้สักรวมทั้งสิ้นกว่า 2,200 คน (Phrae Provincial Office, 2022) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเตียง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในการผลิต (Asanok *et al.,* 2020) ซึ่งโรงงานเวียงทองค้าไม้ และโรงงานมีของค้าไม้ อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่

เป็นโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์เตียงนอนที่มีรูปแบบหลากหลายประเภทที่ตอบสนองความต้องการต่อผู้บริโภค

การผลิตเฟอร์นิเจอร์แต่ละประเภทมีปริมาณการใช้ไม้ในการผลิต และปริมาณการสูญเสียของเนื้อไม้ รวมถึงราคาของผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ไม้สักทั้ง 2 โรงงานที่มีความแตกต่างกัน ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษา ข้อมูลการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไม้ในการผลิต ปริมาณการสูญเสียของเนื้อไม้และราคาของผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ไม้สักของโรงงานเฟอร์นิเจอร์เวียงทองค้าไม้และโรงงานมีของค้าไม้ ในพื้นที่ในอำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการการผลิตผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ไม้สักได้อย่างคุ้มค่า

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูล สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.1 ข้อมูลทั่วไป และข้อมูลการดำเนินงานโดยการสัมภาษณ์บุคลากรในโรงงานเวียงทองค้าไม้และโรงงานมีของค้าไม้ อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ โดยใช้แบบสอบถามแบบปลายปิด ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ ระยะเวลาในการทำงาน และรายได้ต่อเดือน (Wanishdilokratn *et al*., 2021)

1.2 ข้อมูลการใช้ไม้ในการผลิต และข้อมูลการสูญเสียไม้ในการผลิต โดยกำหนดประชากรและสุ่มตัวอย่างในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ทั้งหมด 10 ประเภท ได้แก่ 1. เตียงเต้า 2. เตียงซี่โค้งพระจันทร์ 3. เตียงเอสเจ็ด 4. เตียงซี่เต้ากลาง 5. เตียงใบบัว 6. เตียงกล่อง 7. เตียงซี่แบน 8. เตียงโมเดิร์น 9. เตียงใบพัด 10. เตียงหัวบัง แสดงดัง Figure 1 จำนวนประเภทละ 3 ซ้ำ ตามการวางแผนการทดลองทางสถิติ (Roxy *et al*., 2008) โดยการสอบถามข้อมูลปริมาตรไม้แปรรูปที่ช่างประมาณค่า รวมถึงทำการวัดปริมาตรไม้แปรรูปที่ใช้ในการผลิต รวมจำนวนทั้งสิ้น 30 เตียง

1.3 ข้อมูลราคา โดยการสอบถามข้อมูลราคาต้นทุน และราคาขายของเตียงทั้ง 10 ประเภท

2. การคำนวณหาค่าปริมาตรไม้แปรรูป

การคำนวณหาค่าปริมาตรไม้แปรรูปที่ใช้ในการผลิตและปริมาตรไม้แปรรูปที่ใช้ในการผลิต เพื่อนำมาใช้ในข้อมูลการใช้ไม้ในการผลิต การคำนวณหาค่าปริมาตรการสูญเสียเนื้อไม้ เพื่อนำมาใช้ในข้อมูลการสูญเสียไม้ในการผลิต การคำนวณหาค่ากำไร และร้อยละของกำไร เพื่อนำมาใช้ในข้อมูลราคา สามารถแบ่งออกเป็น 5 สมการ ได้แก่

2.1 การคำนวณปริมาตรไม้แปรรูปที่ใช้ในการผลิต (Robson *et al.,* 2019) แสดงดังสมการ (1)

$$V_P\ (m^3) = W \times T \times L \quad (1)$$

เมื่อ V_P คือ ปริมาตรไม้แปรรูปที่ใช้ในการผลิต

W คือ ความกว้างของไม้แปรรูป

T คือ ความหนาของไม้แปรรูป

L คือ ความยาวของไม้แปรรูป

2.2 การคำนวณร้อยละของปริมาตรไม้แปรรูปที่ใช้ในการผลิต แสดงดังสมการ (2)

$$\text{Percentage of lumber volume (\%)} = (V_P \times 100)/ V_{EL} \quad (2)$$

เมื่อ Percentage of lumber volume คือ ร้อยละของปริมาตรที่ใช้ในการผลิต

V_P คือ ปริมาตรไม้แปรรูปที่ใช้ในการผลิต

V_{EL} คือ ปริมาตรไม้แปรรูปที่ช่างประมาณค่า

2.3 การคำนวณปริมาตรการสูญเสียเนื้อไม้ แสดงดังสมการ (3)

$$V_L = V_{EL} - V_P \quad (3)$$

เมื่อ V_L คือ ปริมาตรการสูญเสียเนื้อไม้

V_{EL} คือ ปริมาตรไม้แปรรูปที่ช่างประมาณค่า

V_P คือ ปริมาตรไม้แปรรูปที่ใช้ในการผลิต

2.4 การคำนวณกำไร แสดงดังสมการ (4)

$$\text{Profit} = \text{Price} - \text{Cost} \quad (4)$$

เมื่อ Profit คือ กำไร

Price คือ ราคาขาย

Cost คือ ต้นทุน

2.5 การคำนวณร้อยละของกำไร แสดงดังสมการ (5)

$$\text{Percentage of profit} = (\text{Profit} / \text{Cost}) \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ Profit คือ กำไร

Price คือ ราคาขาย

Cost คือ ต้นทุน

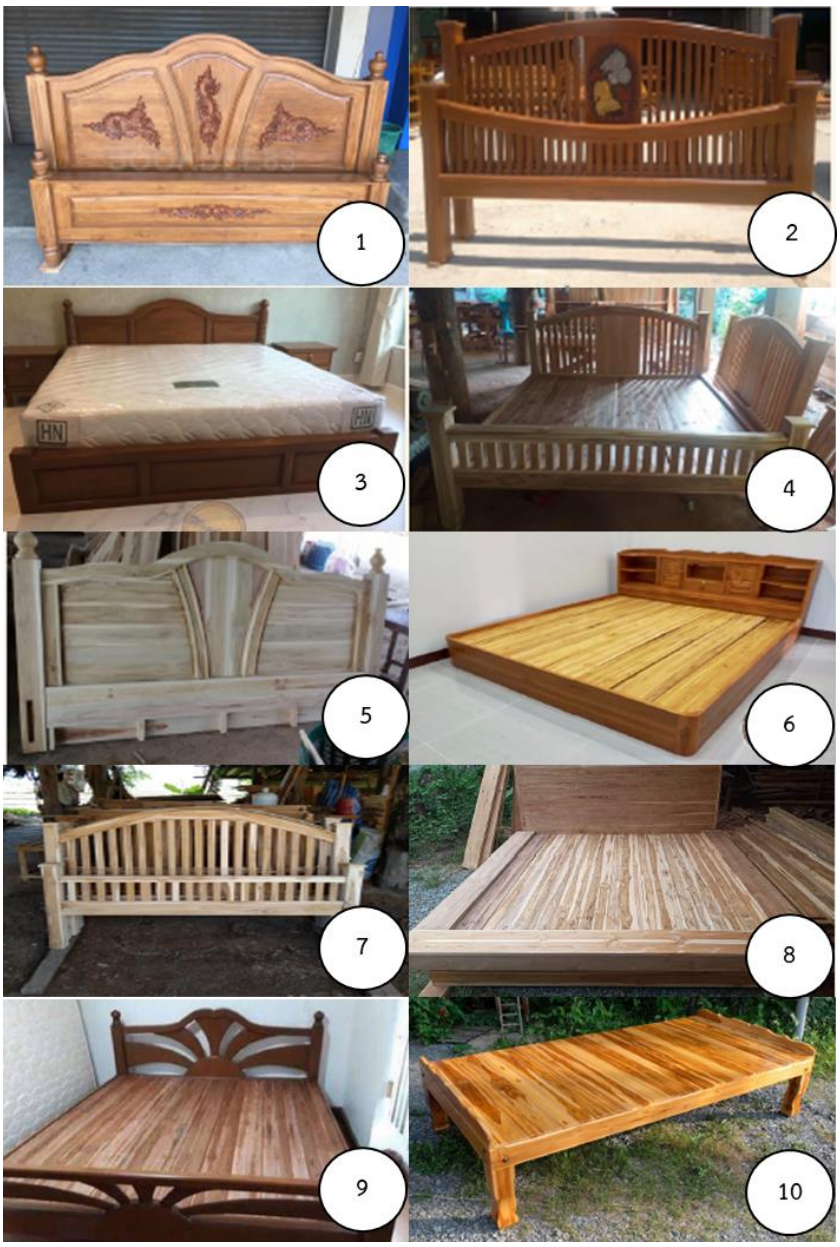


Figure 1 Ten types of beds manufactured by the Wiang Thong and Mee Kong factories: 1. Tao bed, 2. Cee Kong Phra Jan bed, 3. S7 bed, 4. Cee Tao Klang bed, 5. Bai Bua bed, 6. Klong bed, 7. Cee Ban bed, 8. Modern bed, 9. Bai Pad bed, and 10. Hua Bung bed.

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลร้อยละปริมาณการใช้ไม้ ร้อยละปริมาณการสูญเสีย และร้อยละกำไรมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี t-test

ผลและวิจารณ์

ข้อมูลทั่วไป

การศึกษาข้อมูลทั่วไปของโรงงานเวียงทองค้าไม้และโรงงานมีของค้าไม้ พบว่า การศึกษาด้านเพศบุคลากรของโรงงานเวียงทองค้าไม้ ส่วนใหญ่เป็นเพศ

ชายคิดเป็นร้อยละ 75 และบุคลากรของโรงงานมีของค้าไม้ ส่วนใหญ่เป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ 80 โดยโรงงานมีของค้าไม้มีปริมาณบุคลาการเพศชายมากกว่าโรงงานเวียงทองค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 5 เนื่องจากมีพื้นที่โรงงานที่มีขนาดใหญ่กว่าและความคล่องตัวของเพศสภาพในอาชีพอุตสาหกรรมการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้สัก การศึกษาด้านอายุบุคลากรของโรงงานเวียงทองค้าไม้ส่วนใหญ่มีอายุ 30-39 ปี คิดเป็นร้อยละ 75 ส่วนบุคลากรของโรงงานมีของค้าไม้ส่วนใหญ่มีอายุ 30-39 ปี คิดเป็นร้อยละ 80 โดยโรงงานมีของค้าไม้มีปริมาณบุคลากรที่มีช่วงอายุ 30-39 ปี มากกว่าโรงงานเวียงทองค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 5 เนื่องจากเป็นช่วงอายุ ที่เหมาะสมต่อศักยภาพในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้สัก การศึกษาด้านระดับการศึกษาบุคลากรของโรงงานเวียงทองค้าไม้ ส่วนใหญ่ระดับการศึกษาระดับประถมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 75 และบุคลากรของโรงงานมีของค้าไม้ ส่วนใหญ่การศึกษาระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 80 โดยโรงงานมีของค้าไม้มีปริมาณบุคลากรระดับการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษามากกว่าโรงงานเวียงทองค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 5 แสดงดัง Table 1 เนื่องจากเป็นช่วงระดับการศึกษาที่เหมาะสมและสามารถเข้าสู่อาชีพทำงานในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ได้

จากข้อมูลบุคลากรของโรงงานเวียงทองค้าไม้กับมีของค้าไม้พบว่าบุคลากรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาและมีรายได้ต่อเดือนอยู่ที่ 20,000 บาทขึ้นไป ซึ่งใกล้เคียงกับ Wanishdilokratn *et al*. (2021) ได้ทำการศึกษาปริมาณไม้แปรรูปในพื้นที่ ตำบลน้ำชำ อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 38 ราย คิดเป็นร้อยละ 71.69 มีระดับการศึกษาอยู่ในชั้นประถมศึกษาจำนวน 36 ราย คิดเป็นร้อยละ 67.92 และมีรายได้ 20,000-30,000 บาท จำนวน 19 ราย คิดเป็นร้อยละ 35.84

Table 1 Percentages of gender, age, and education levels obtained from Wiang Thong and Mee Kong wood factories.

List		Wiang Thong Wood factory		Mee Kong Wood factory		Percentage Difference (%)
		Quantity (Person)	Percentage (%)	Quantity (Person)	Percentage (%)	
Gender	Male	3	75.00	4	80.00	5.00
	Female	1	25.00	1	20.00	5.00
Age	30-39 years old	3	75.00	4	80.00	5.00
	40-49 years old	1	25.00	1	20.00	5.00
Education level	Primary education	3	75.00	4	80.00	5.00
	Secondary education	1	25.00	1	20.00	5.00

ข้อมูลการดำเนินงาน

การศึกษาด้านอาชีพ บุคลากรของโรงงานเวียงทองค้าไม้ ส่วนใหญ่มีอาชีพลูกจ้าง คิดเป็นร้อยละ 75 และบุคลากรของโรงงานมีของค้าไม้ ส่วนใหญ่มีอาชีพลูกจ้าง คิดเป็นร้อยละ 80 โดยโรงงานมีของค้าไม้มีปริมาณบุคลากรที่ประกอบอาชีพลูกจ้างมากกว่าโรงงานเวียงทองค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 5 เนื่องจาก เป็นโรงงานที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่กว่าและจำเป็นต้องใช้ลูกจ้างจำนวนมากกว่า การศึกษาด้านระยะเวลาในการดำเนินงานบุคลากรของโรงงานเวียงทองค้าไม้ส่วนใหญ่มีระยะเวลาในการทำงาน 6-10 ปี คิดเป็นร้อยละ 75 และบุคลากรของโรงงานมีของค้าไม้ ส่วนใหญ่มีระยะเวลาในการทำงาน 1-5 ปี คิดเป็นร้อยละ 60 โดยโรงงานเวียงทองค้าไม้มีปริมาณบุคลากรที่มี

ระยะเวลาในการดำเนินงานมากกว่าโรงงานมีของค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 35 เนื่องจากเป็นโรงงานที่เป็นต้นแบบและเปิดทำการผลิตเฟอร์นิเจอร์มาก่อนโรงงานมีของค้าไม้ และการศึกษาด้านรายได้ต่อเดือนบุคลากรของโรงงานเวียงทองค้าไม้ ส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือน 10,000-20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 75 และบุคลากรของโรงงานมีของค้าไม้ ส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือน 10,000-20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 80 โดยโรงงานมีของค้าไม้มีปริมาณบุคลากรที่มีรายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วง 10,000-20,000 บาทมากกว่าโรงงานเวียงทองค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 5 เนื่องจากบุคลากรส่วนใหญ่เป็นลูกจ้างจึงมีช่วงรายได้ที่เหมาะสม แสดงดัง Table 2

จากข้อมูลระยะเวลาในการดำเนินงานของโรงงานเวียงทองค้าไม้ส่วนใหญ่มีระยะเวลาในการดำเนินงาน เฉลี่ย 6-10 ปี ซึ่งใกล้เคียงกับ Pankhaw and Suksard (2014) ที่ได้ทำการศึกษาการผลิตและการตลาดของผลิตภัณฑ์ไม้สัก ตำบลน้ำชำ อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีอาชีพหลักในการทำผลิตภัณฑ์ไม้สักซึ่งมีระยะเวลาในการดำเนินกิจการเฉลี่ยประมาณ 11 ปี

Table 2 Percentages of occupation type, experience (years), and income from the data obtained.

List		Wiang Thong Wood factory		Mee Kong Wood factory		Percentage Difference (%)
		Quantity (Person)	Percentage (%)	Quantity (Person)	Percentage (%)	
Occupation type	Entrepreneur	1	25.00	1	20.00	5.00
	Employee	3	75.00	4	80.00	5.00
Experience (years)	1-5 years	1	25.00	3	60.00	35.00
	6-10 years	3	75.00	2	40.00	35.00
Income	10,000-20,000 Baht/month	3	75.00	4	80.00	5.00
	20,001 Baht/month or more	1	25.00	1	20.00	5.00

ข้อมูลการใช้ไม้ในการผลิต

การศึกษาข้อมูลการผลิตของโรงงานเวียงทองค้าไม้และโรงงานมีของค้าไม้ พบว่า การศึกษาด้านปริมาณไม้ที่ใช้ในการผลิตเตียงทั้ง 10 ประเภท มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดัง Table 5 โดยโรงงานเวียงทองค้าไม้มีปริมาตรไม้แปรรูปที่ใช้ในการผลิตเฉลี่ยร้อยละ 81.04 ซึ่งน้อยกว่าโรงงานมีของค้าไม้มีปริมาตรไม้แปรที่ใช้ในการผลิตเฉลี่ยร้อยละ 86.92 อยู่ที่จำนวนร้อยละ 5.88 แสดงดัง Table 3 เนื่องจากโรงงานมีของค้าไม้มีจำนวนลูกจ้างที่มากกว่าและมีความชำนาญของช่างที่แตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จึงมีความเหมาะสมและความคล่องตัวในเพศสภาพในอาชีพมากกว่า อีกทั้งระยะเวลาในการทำงานและเงินเดือนที่เหมาะสมในอาชีพ

Table 3 Lumber volume of 10 types of beds made in Wiang Thong and Mee Kong wood factories.

No.	Type of bed	Estimated lumber volume (All two wood factories)	Wiang Thong wood factory		Mee Kong wood factory		Percentage difference of lumber volume (%)
			Lumber volume		Lumber volume		
			Quantity (m^3)	Percentage (%)	Quantity (m^3)	Percentage (%)	
1	Tao bed	0.19	0.15	78.95	0.17	89.47	10.52
2	Cee Kong Phra Jan bed	0.21	0.19	90.48	0.18	85.71	4.77
3	S7 bed	0.18	0.14	77.78	0.14	77.78	0.00
4	Cee Tao Klang bed	0.19	0.15	78.95	0.15	78.95	0.00
5	Bai Bua bed	0.20	0.17	85.00	0.18	90.00	5.00
6	Klong bed	0.23	0.19	82.61	0.20	86.96	4.35
7	Cee Ban bed	0.18	0.16	88.89	0.17	94.44	5.55
8	Modern bed	0.20	0.15	75.00	0.18	90.00	15.00
9	Bai Pad bed	0.20	0.16	80.00	0.17	85.00	5.00
10	Hua Bung bed	0.11	0.08	72.73	0.10	90.91	18.18
Average		0.19	0.15	81.04^{ns}	0.16	86.92^{ns}	5.88

Remarks: The letter ns indicates an insignificant difference between percentage of lumber volume; as obtained from ANOVA, at a significance level of $p<0.05$, followed by t-test.

ข้อมูลการสูญเสียไม้ในการผลิต

การศึกษาด้านปริมาณการสูญเสียไม้แปรรูปที่ใช้ในการผลิตเตียงทั้ง 10 ประเภท มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดัง Table 5 โดยโรงงานเวียงทองค้าไม้มีปริมาตรไม้แปรรูปที่สูญเสียในการผลิตเฉลี่ยร้อยละ 18.96 ซึ่งมากกว่าโรงงานมีของค้าไม้มีปริมาตรไม้แปรที่ใช้ในการผลิตเฉลี่ยร้อยละ 13.08 อยู่ที่จำนวนร้อยละ 5.88 แสดงดัง Table 4 เนื่องจากมีรูปแบบเตียงและความชำนาญของช่างที่แตกต่างกัน อีกทั้งเพศสภาพ ระยะเวลาในการทำงาน และเงินเดือนที่เหมาะสม ส่งผลให้โรงงานเวียงทองค้าไม้มีปริมาณเศษเหลือที่มากกว่า

จากข้อมูลปริมาณการใช้ไม้ในโรงงานมีของค้าไม้พบว่า มีปริมาตรการใช้ไม้เฉลี่ยใกล้เคียงกับปริมาตรไม้แปรรูปที่ช่างประมาณค่า เนื่องจากบุคลากรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 30-39 ปี มีระดับการศึกษาในระดับประถมศึกษา มีอาชีพลูกจ้าง มีรายได้ต่อเดือน 10,000-20,000 บาท ซึ่งเกิดจากความเหมาะสมและความคล่องตัวในเพศสภาพ รวมถึงช่วงอายุที่มีความชำนาญในสายอาชีพหรือสายงานในการผลิตผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ โดยความชำนาญหรือระยะเวลาการดำเนินการที่มากกว่าของบุคคลากรในโรงงานเวียงทองค้าไม้ ไม่ได้ส่งผลถึงปริมาณการผลิตไม้ได้ใกล้เคียงกับปริมาณที่ช่างประมาณการ แต่จะส่งผลถึงการใช้ผลิตภัณฑ์ในการผลิตที่ลดลง ซึ่งจะทำให้เกิดปริมาตรการสูญเสียไม้ที่ใช้ในการผลิตไม้เพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ Maichan (2017) ซึ่งทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของพนักงานกลุ่มอุตสาหกรรมติดตั้งเครื่องจักรสายการผลิตจังหวัดสงขลา ที่พบว่า ปัจจัยทางด้านเพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา รายได้ต่อเดือน และอายุงาน ไม่ได้ส่งผลต่อประสิทธิภาพของงาน

ข้อมูลราคา

การศึกษาข้อมูลราคาของโรงงานเวียงทองค้าไม้และโรงงานมีของค้าไม้ พบว่า การศึกษาด้านกำไรของ

เตียงทั้ง 10 ประเภท มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดัง Table 5 โดยโรงงานเวียงทองค้าไม้มีกำไรเฉลี่ยร้อยละ 39.56 ซึ่งมากกว่าโรงงานมีของค้าไม้ซึ่งมีกำไรเฉลี่ยร้อยละ 36.44 อยู่ที่จำนวนร้อยละ 3.12 แสดงดัง Table 6 โดยกำไรของโรงงานเวียงทองค้าไม้ที่มีร้อยละที่มากกว่าโรงงานมีของค้าไม้นั้น เนื่องจากเป็นโรงงานที่เป็นต้นแบบซึ่งมีระยะเวลาในการดำเนินงานและมีเครือข่ายผู้บริโภคมากกว่า ทำให้ผู้บริโภคหรือลูกค้ามีความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์จากโรงงานเวียงทองค้าไม้ในราคาที่สูงกว่า

จากข้อมูลกำไรเฉลี่ยของโรงงานเวียงทองค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 39.56 และโรงงานมีของค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 36.44 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Buranupakorn (2001) ที่ทำการศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของบริษัทเฟอร์นิเจอร์ไม้สักแห่งหนึ่งในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า มีค่ากำไรเฉลี่ยร้อยละ 33.12

Table 4 Lumber loss volume of 10 types of beds made in the Wiang Thong and Mee Kong wood factories.

No.	Type of bed	Estimated lumber volume (All two wood factories)	Wiang Thong wood factory		Mee Kong wood factory		Percentage Difference of lumber loss volume (%)
			Lumber loss volume		Lumber loss volume		
			Quantity (m^3)	Percentage (%)	Quantity (m^3)	Percentage (%)	
1	Tao bed	0.19	0.04	21.05	0.02	10.53	10.52
2	Cee Kong Phra Jan bed	0.21	0.02	9.52	0.03	14.29	4.77
3	S7 bed	0.18	0.04	22.22	0.04	22.22	0.00
4	Cee Tao Klang bed	0.19	0.04	21.05	0.04	21.05	0.00
5	Bai Bua bed	0.20	0.03	15.00	0.02	10.00	5.00
6	Klong bed	0.23	0.04	17.39	0.03	13.04	4.35
7	Cee Ban bed	0.18	0.02	11.11	0.01	5.56	5.55
8	Modern bed	0.20	0.05	25.00	0.02	10.00	15.00
9	Bai Pad bed	0.20	0.04	20.00	0.03	15.00	5.00
10	Hua Bung bed	0.11	0.03	27.27	0.01	9.09	18.18
Average		0.19	0.04	18.96^{ns}	0.03	13.08^{ns}	5.88

Remarks: The letter ns indicates an insignificant difference between percentage of lumber volume; as obtained from ANOVA, at a significance level of $p<0.05$, followed by t-test.

Table 5 Statistical analysis of lumber volume, lumber loss volume, and product profit.

List	Wood factory	N	Average	S.D.	t	Sig.
Lumber volume	Wiang Thong	30	81.04	5.72	2.653	0.602
	Mee Kong	30	86.92	5.27		
Lumber loss volume	Wiang Thong	30	18.96	5.72	2.653	0.602
	Mee Kong	30	13.08	5.27		
Product profit	Wiang Thong	30	39.56	5.05	1.718	0.325
	Mee Kong	30	36.44	4.99		

Table 6 Product profit of 10 types of beds manufactured in Wiang Thong and Mee Kong wood factories.

Number	Type of bed	Wiang Thong wood factory				Mee Kong wood factory				Percentage difference of product profit (%)
		Cost (Baht)	Price (Baht)	Product profit		Cost (Baht)	Price (Baht)	Product profit		
				Quantity (Baht)	Percentage (%)			Quantity (Baht)	Percentage (%)	
1	Tao bed	3,880	5,400	1,520	39.18	3,880	5,300	1,420	36.60	2.58
2	Cee Kong Phra Jan bed	3,725	5,500	1,775	47.65	3,725	4,800	1,075	28.86	18.79
3	S7 bed	3,400	4,800	1,400	41.18	3,400	4,800	1,400	41.18	0.00
4	Cee Tao Klang bed	4,085	5,500	1,415	34.64	4,085	5,500	1,415	34.64	0.00
5	Bai Bua bed	4,420	6,500	2,080	47.06	4,420	6,400	1,980	44.80	2.26
6	Klong bed	3,640	5,000	1,360	37.36	3,640	5,000	1,360	37.36	0.00
7	Cee Ban bed	2,705	3,800	1,095	40.48	2,705	3,700	995	36.78	3.70
8	Modern bed	3,760	5,000	1,240	32.98	3,760	5,000	1,240	32.98	0.00
9	Bai Pad bed	3,760	5,300	1,540	40.96	3,760	5,300	1,540	40.96	0.00
10	Hua Bung bed	2,610	3,500	890	34.10	2,610	3,400	790	30.27	3.83
Average		3,599.50	5,030	1,431.50	39.56^{ns}	3599.50	4,920	1,321.50	36.44^{ns}	3.12

Remarks: The letter ns indicates an insignificant difference between percentage of lumber volume; as obtained from ANOVA, at a significance level of $p<0.05$, followed by t-test.

สรุป

1. โรงงานเวียงทองค้าไม้ ส่วนใหญ่มีบุคลากรที่มีระยะเวลาในการทำงาน 6-10 ปี จำนวนมากกว่าโรงงานมีของค้าไม้ร้อยละ 35.00 ส่วนโรงงานมีของค้าไม้ ส่วนใหญ่มีบุคลากรเป็นเพศชาย มีอายุ 30-39 ปี มีระดับการศึกษาในระดับประถมศึกษา มีอาชีพลูกจ้าง และมีรายได้ต่อเดือน 10,000-20,000 บาท ซึ่งมีจำนวนมากกว่าโรงงานเวียงทองค้าไม้ร้อยละ 5.00

2. โรงงานเวียงทองค้าไม้ มีร้อยละปริมาณการสูญเสียจากการใช้ไม้จำนวนมากกว่าโรงงานมีของค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 5.88 ส่วนโรงงานมีของค้าไม้มีร้อยละปริมาณการใช้ไม้ในการผลิตจำนวนมากกว่าโรงงานเวียงทองค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 5.88 เนื่องจากโรงงานมีของค้าไม้มีบุคลากรเป็นเพศชาย มีระดับการศึกษาในระดับประถมศึกษา มีอาชีพลูกจ้าง และมีรายได้ต่อเดือน 10,000-20,000 บาท ซึ่งมีจำนวนมากกว่าโรงงานเวียงทองค้าไม้ ซึ่งสามารถนำข้อมูลจากตัวแปรต่าง ๆ มาใช้ในการปรับปรุงการผลิต เพื่อลดปริมาณในการสูญเสียเนื้อไม้และใช้ไม้ได้อย่างคุ้มค่ามากขึ้น

3. โรงงานเวียงทองค้าไม้ มีร้อยละกำไรจำนวนมากกว่าโรงงานมีของค้าไม้เฉลี่ยร้อยละ 3.12 เนื่องจากโรงงานเวียงทองมีบุคคลากรที่มีระยะเวลาในการทำงาน 6-10 ปี จำนวนมากกว่าโรงงานมีของค้าไม้

คำนิยม

ขอขอบคุณ นายสมบูรณ์ เวียงทอง โรงงานเวียงทองค้าไม้ และนางทองเหลือง มีของ โรงงานมีของค้าไม้ อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการศึกษาวิจัย

REFERENCES

Asanok, L., Kiratikarnkul, S., Yotapakdee, T., Howpinjai, I., Sukjareon, S., Wanishdilokratn, T., Wirojanarome, W., Kamton, R. 2020. **Research Report of Advance in Value Chain of Entrepreneurs' Teak Furniture Industry in Phrae Province**. Thailand Science Research and Innovation (TSRI). (in Thai)

Buranupakorn, T. 2001. **Cost-Benefit Analysis of Teak Furniture Company in Muang District, Chiang Mai Province**. M. Econ. thesis, Faculty of Economics, Chiang Mai University. Chiang Mai, Thailand. (in Thai)

Community Enterprise Office. 2021. **Ban Pong Sub District, Sung Men District, Phrae Province.** Ban Pong Sub District Administrative Organization Office, Phrae. (in Thai)

Kosakul, T., Chantarasanit, A., 2001. **Forest: Our Resources, Our Culture.** Faculty of Science, Chulalongkorn University. (in Thai)

Immaculate, M., Selma, L., Margaret, A., Jesaya, N. 2016. Forest resource management and utilisation through a gendered lens in Namibia. **Environment and Natural Resources Research** 6(4): 79-90.

Maichan, A. 2017. **The Factors Affecting Performance Efficiency among Employees in Machine Installed Production Line, Songkhla Province**. M.B.A. thesis, Faculty of Management Sciences, Prince of Songkla University. Songkla, Thailand. (in Thai)

Pankhaw, O., Suksard, S. 2014. Production and marketing of Teak products at Namcham sub-district, Sung Men district, Phrae province**. Thai Journal of Forestry** 33(1): 28-35. (in Thai)

Pete, B., Kevin, B., Jacek, S., Donald, G. 2016. **Forest Management and Planning**. Academic Press, Elsevier.

Phrae Provincial Office. 2022. **Briefing of Phrae Province in 2022**. Phrae Provincial Office, Strategic and Information Group for Provincial Development. (in Thai)

Ragnar, J. 2009. **Forest Products Markets. External Drivers Affecting Swedish Forests and Forestry**. Future Forests Working Report.

Robson, B.L., Rinaldo, L.F., José A.S., Marcelino, C.G., Cinthia, P.O., Diego A.S., Renan, M.S., Erik, P.F.C., Robson, M.S. 2019. Lumber volume modeling of Amazon Brazilian species. **Journal of Sustainable Forestry** 38(3): 262-274. doi: 10.1080/10549811.2018.1546596.

Roxy, P., Chris, O., Jay, D. 2008. **Introduction to Statistics and Data Analysis**. Thomson, Brooks Cole.

Royal Forest Department. 2020. **Statistical Data of the Royal Forest Department 2020.** Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)

Sandro, S., Costanza, B., Roberto, F. Iacopo, B. 2021. Assessment and valorization of non-wood forest products in Europe: a quantitative literature review. **Sustainability** 13(3533): 1-16. doi: 10.3390/su13063533.

Shi, Y.A., Chrusciel, L.B. Zoulalian, A. 2007. **Production of Charcoal from Different Wood Species.** Récents Progrès en Génie des Procédés – Numéro 96 – 2007 ISBN 2-910239-70-5, Ed. SFGP, Paris, France. https://www.researchgate.net/, 28 March 2022.

Thammanu, S., Hanc, H., Marod, D., Zange, L., Junga, Y., Soe, K.T., Onpromd, S., Chungg, J.,2020. Non-timber forest product utilization under community forest management in northern Thailand. **Forest Science and Technology** 17(4): 1-15. doi: 10.1080/21580103.2020.1862712.

Wanishdilokratn, T., Sukjareon, S., Howpinjai, I. 2021. Quantity of lumber in Nam Cham sub-district, Sung Men district, Phrae province. **Proceeding of 10th Thai Forest Ecological Research Network Conference**. Phrae, Thailand, pp.387-395. (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการให้น้ำท่าของลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน และลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ จังหวัดน่านและจังหวัดพะเยา

Effect of Land Use Change on Streamflow of Mae Nam Khuan and Nam Pi Sub-watersheds in Nan and Phayao Provinces

อนงค์นาฏ บรบุตร[1,2*] Anongnat Borrabut[1,2*]
สมนิมิตร พุกงาม[1] Somnimirt Pukngam[1]
ยุทธพงษ์ คีรีมังคละ[1] Yutthaphong Kheereemangkla[1]

[1]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900
[2]สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
Watershed Conservation and Management Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation
[*]Corresponding Author: E-mail: ffern_ab@hotmail.com

รับต้นฉบับ 28 กุมภาพันธ์ 2565 **รับแก้ไข** 5 พฤษภาคม 2565 **รับลงพิมพ์** 11 พฤษภาคม 2565

ABSTRACT

This research investigated the land use, streamflow, and the effect of land use changes on streamflow of Mae Nam Khuan and Nam Pi Sub-Watershed in Nan and Phayao provinces. Land use data from 6 years, namely 2001, 2007, 2009, 2012, 2015 and 2018 and meteorological and hydrological data during 2000-2019 were used. The data were analyzed for land use change, rainfall, streamflow, specific water yield, and the relationships between land use and streamflow.

The results indicated that during 2001-2018, the forest area at Mae Nam Khuan and Nam Pi Sub-Watershed decreased by 11.38 and 4.9 percent of total area, respectively. The most land use change was from forested area to agricultural area, while the urban and water source areas were little change. Averages annual streamflow of Mae Nam Khuan and Nam Pi Sub-Watersheds were 398.08 and 167.95 MCM, which were a specific water yield of 457,170.34 and 255,815.25 m^3/year/km^2, respectively. Additionally, the runoff coefficients at the sub-watersheds were 0.41 and 0.25, respectively.

Considering the relationships between land use and streamflow quantity in the studied area, the land use changed from forest to agricultural area did not influence the streamflow significantly as the forested area in the sub-watershed during the study period remained more than 70 percent of the total area.

Keywords: Streamflow, Land use, Mae Nam Khuan sub-watershed, Nam Pi sub-watershed

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินและน้ำท่า และผลของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการให้น้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ จังหวัดน่านและจังหวัดพะเยา โดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน 6 ปี ได้แก่ ปี พ.ศ. 2544, 2550, 2552, 2555, 2558 และ 2561 ข้อมูลด้านอุตุ-อุทกวิทยา 20 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2562 นำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า การให้ปริมาณน้ำท่าต่อขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ และความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับน้ำท่า ผลการวิจัยพบว่า ระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561 พื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ ลดลงเท่ากับร้อยละ 11.38 และ 4.9 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ส่วนพื้นที่ชุมชนและแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 398.08 และ 167.95 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นปริมาณการให้น้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่เท่ากับ 457,170.34 และ 255,815.25 ลูกบาศก์เมตร/ปี/ตารางกิโลเมตร และมีสัมประสิทธิ์น้ำท่าเท่ากับ 0.41 และ 0.25 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับปริมาณน้ำท่า พบว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พบว่า ไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่า ทั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่ป่าที่เหลืออยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำมีมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด

คำสำคัญ น้ำท่า การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน ลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้

คำนำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ทั้งการอุปโภค บริโภค และการเกษตร ปัจจัยหลักที่มีผลต่อกระบวนการเกิดของน้ำและปริมาณของน้ำท่า คือ ลักษณะภูมิอากาศ ขนาดและรูปร่างของพื้นที่ ความลาดชันของพื้นที่ ชนิดดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Chankaew, 2008) แต่ในช่วงที่ผ่านมาประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากร และภาครัฐกำหนดนโยบายเร่งรัดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ มีการยกระดับการพัฒนาเศรษฐกิจควบคู่กับการแก้ไขปัญหาความยากจนให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น สร้างแรงผลักดันให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งของรัฐและเอกชน เกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็วของภาคเกษตรกรรม ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่กระตุ้นให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อทำการเกษตรและขยายพื้นที่มากขึ้น รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทยเปลี่ยนไปจากเดิม พื้นที่ป่าไม้ถูกบุกรุกเพื่อที่อยู่อาศัยเพื่อการเกษตร โดยเฉพาะพื้นที่สูงลาดชันและพื้นที่ที่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจำนวนมาก ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา เช่น การชะล้างพังทลายของดิน การขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง ปัญหาอุทกภัยในฤดูฝน เป็นต้น

ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ เป็นลุ่มน้ำสาขาที่อยู่ตอนบนของลุ่มน้ำยม สภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูง พื้นที่ส่วนใหญ่ในลุ่มน้ำเป็นพื้นที่ป่าดิบเขา รองลงมาคือพื้นที่เกษตรกรรม พืชเศรษฐกิจที่สำคัญ คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวไร่ เป็นต้น ซึ่งลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้นับเป็นพื้นที่หนึ่งที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง ไม่สามารถกักเก็บปริมาณน้ำในช่วงฤดูฝนมาใช้ในฤดูแล้งได้ และน้ำท่วมในฤดูฝน อันเนื่องมาจากปัจจัยต่าง ๆ ดังนั้น งานวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินและน้ำท่า และผลของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการให้น้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ จังหวัดน่านและจังหวัดพะเยา ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณน้ำท่า เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการวางแผนการจัดการลุ่มน้ำต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน เป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำยม อยู่ตอนบนของลุ่มน้ำยม ครอบคลุมพื้นที่อำเภอบ้านหลวง อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน และอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา มีพื้นที่ 870.74 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิประเทศ เป็นเทือกเขาสูง มีความสูงระหว่าง 300-1,660 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และมีลำน้ำที่สำคัญได้แก่ น้ำปุก น้ำคาง ห้วยแม่สาว และน้ำควน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ในลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนเป็นพื้นที่ป่าดิบเขา รองลงมาคือพื้นที่เกษตรกรรม

ลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ เป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำยม อยู่ตอนบนค่อนมาทางตะวันออกของลุ่มน้ำยม ครอบคลุมพื้นที่อำเภอบ้านหลวง จังหวัดน่าน และอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา มีพื้นที่ 656.55 ตารางกิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขา มีความสูงระหว่าง 260-1,380 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความลาดชันของลำน้ำค่อยๆ ลดลงในบริเวณที่ราบลุ่มทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำ สภาพโดยทั่วไปในบริเวณที่ราบ มีสภาพเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชน ซึ่งมีการใช้น้ำจากลำน้ำปี้สำหรับกิจกรรมการเกษตร เป็นส่วนใหญ่ก่อนที่น้ำปี้ไหลลงลำน้ำยม โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ในลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนเป็นพื้นที่ป่าดิบเขา รองลงมาคือพื้นที่เกษตรกรรม (Figure 1)

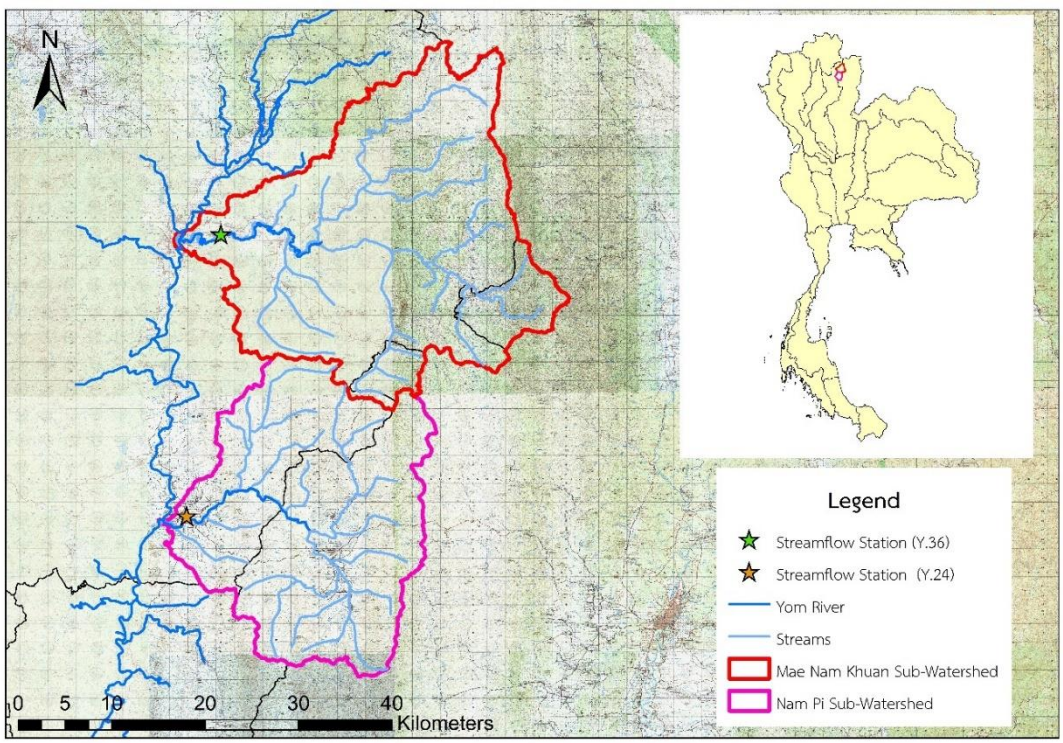


Figure 1 The boundary of Mae Nam Khuan and Nam Pi Sub-Watersheds located in Nan and Phayao provinces.

การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) ซึ่งมีข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2544, 2550, 2552, 2555, 2558 และ 2561 ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และข้อมูลอุณหภูมิ ปี พ.ศ. 2543-2562 รวบรวมจากสถานีตรวจวัดของกรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยา ในพื้นที่ลุ่มน้ำ

สาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ จังหวัดน่านและจังหวัดพะเยา

การตรวจสอบข้อมูล

ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลของแต่ละสถานี โดยใช้วิธี Double mass analysis ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความแน่นอน และการหาค่าที่สูญหายไป ด้วยการนำข้อมูลมาสร้างเป็นกราฟแบบเส้นตรง แล้วพิจารณาจากเส้นกราฟหักเหไปจากแนวเส้นตรงเดิม แล้วทำการปรับแก้ค่าด้วยสมการ Y = a + bX (Budhakooncharoen, 2003)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ จากฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน โดยวิเคราะห์หาร้อยละพื้นที่ที่เหลืออยู่คือการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม

2. การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝน แสดงข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย

2.2 วิเคราะห์ช่วงน้ำหลาก (wet period) และช่วงแล้งฝน (dry period) สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน เพื่อแสดงช่วงน้ำหลาก และช่วงแล้งฝนของพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน และลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ โดยใช้สมดุลน้ำตามวิธีการของ Chorley (1971) และมีข้อกำหนดสำหรับช่วงแล้งฝน คือปริมาณฝนตกรายเดือนไม่เกิน 40 มิลลิเมตร ช่วงเวลาที่ฝนตกแต่ละเดือน ไม่เกิน 5 วัน และช่วงเวลาที่เส้นน้ำฝนกับอุณหภูมิตรงกัน โดยสเกลอุณหภูมิเป็นสองเท่าของสเกลปริมาณน้ำฝน

3. การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่า

3.1 วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ

3.2 วิเคราะห์การให้ปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน และลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ ดังนี้

1) วิเคราะห์การให้ปริมาณน้ำท่าต่อขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ (Specific water yield; Qs) ดังสมการที่ (1)

$$Q_s = \frac{Q}{A} \quad (1)$$

กำหนดให้ Q_s คือ การให้น้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ลุ่มน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/ปี/ตารางกิโลเมตร)

Q คือ ปริมาณน้ำท่า (ลูกบาศก์เมตร/ปี)

A คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร)

2) อัตราส่วนปริมาณน้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝน (Runoff ratio) หรือสัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff coefficient) ดังสมการที่ (2)

$$R_c = \frac{R_O}{R_A} \quad (2)$$

กำหนดให้ R_c คือ อัตราส่วนของน้ำท่าต่อน้ำฝนหรือสัมประสิทธิ์น้ำท่า

R_O คือ ปริมาณน้ำท่า (มิลลิเมตร/ปี)

R_A คือ ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร/ปี)

4. สร้างกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่า เพื่อพิจารณาลักษณะการเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับปริมาณน้ำท่ารายปี โดยนำข้อมูลของพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่กับปริมาณน้ำท่ารายปีมาวิเคราะห์โดยใช้ Simple linear regression เพื่อทราบความสัมพันธ์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (coefficient of correlation; r)

ผลและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน มีพื้นที่ 870.74 ตารางกิโลเมตร พบว่า ระหว่างปี พ.ศ. 2544–2561 มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพื้นที่ป่าไม้ลดลงถึงร้อยละ 11.38 และพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.54 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยในปี พ.ศ. 2544, 2550, 2552, 2555, 2558 และ 2561 พื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่เมื่อเทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ

ร้อยละ 83.39, 81.55, 80.73, 74.07, 73.27 และ 72.01 ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 15.84, 16.27, 17.10, 23.93, 25.22 และ 26.38 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ชุมชนและแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ มีพื้นที่ 656.55 ตารางกิโลเมตร พบว่า ระหว่างปี พ.ศ. 2544–2561 มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 4.9 และพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.21 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยในปี พ.ศ. 2544, 2550, 2552, 2555, 2558 และ 2561 พื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่เมื่อเทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับร้อยละ 77.39, 76.36, 75.10, 72.45, 72.72 และ 72.49 ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 20.81, 21.08, 22.43, 25.21, 24.97 และ 25.02 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ชุมชนและแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Table 1 และ Table 2) (Figure 2)

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ พบว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างปี พ.ศ. 2552–2555 เนื่องจากมีการบุกเบิกที่ดินเพื่อทำการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจและขยายพื้นที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งพื้นที่เกษตรกรรมที่เกิดขึ้นภายหลังการเปลี่ยนสภาพป่า ส่วนใหญ่เป็นไร่หมุนเวียน และพืชไร่ เช่น ไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวไร่ เป็นต้น ส่วนในช่วงปีหลังอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าไม้น้อยลง ทั้งนี้เพราะพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ส่วนใหญ่อยู่ในภูมิประเทศที่สูงชันลักษณะพื้นที่ไม่เหมาะสำหรับทำการเกษตร

Table 1 Land use types and land use change in Mae Nam Khuan sub-watershed during 2001-2018.

Year	F (%)	+/-	A (%)	+/-	U (%)	+/-	W (%)	+/-	M (%)	+/-
2001	83.39	-	15.84	-	0.58	-	0.15	-	0.04	-
2007	81.55	-1.84	16.27	0.43	0.71	0.13	0.14	-0.01	1.32	1.28
2009	80.73	-0.82	17.10	0.83	0.71	0.00	0.14	0.00	1.32	0.00
2012	74.07	-6.66	23.93	6.83	0.74	0.03	0.16	0.02	1.11	-0.21
2015	73.27	-0.80	25.22	1.29	0.77	0.03	0.26	0.10	0.48	-0.63
2018	72.01	-1.26	26.38	1.16	0.77	0.00	0.26	0.00	0.58	0.10
Total	**-**	**-11.38**	**-**	**10.54**	**-**	**0.19**	**-**	**0.11**	**-**	**0.54**

Remark: Land use type F = Forest, A = Agricultural, U = Urban and Built-up, W = Water, and M = Miscellaneous

Table 2 Land use types and land use change in Nam Pi sub-watershed during 2001-2018.

Year	F (%)	+/-	A (%)	+/-	U (%)	+/-	W (%)	+/-	M (%)	+/-
2001	77.39	-	20.81	-	1.03	-	0.36	-	0.41	-
2007	76.36	-1.03	21.08	0.27	1.35	0.32	0.34	-0.02	0.87	0.46
2009	75.10	-1.26	22.43	1.35	1.35	0.00	0.35	0.01	0.78	-0.09
2012	72.45	-2.65	25.21	2.78	1.36	0.01	0.37	0.02	0.61	-0.17
2015	72.72	0.27	24.97	-0.24	1.39	0.03	0.38	0.01	0.53	-0.08
2018	72.49	-0.23	25.02	0.05	1.34	-0.05	0.49	0.11	0.65	0.12
Total	**-**	**-4.90**	**-**	**4.21**	**-**	**0.31**	**-**	**0.13**	**-**	**0.24**

Remark: Land use type F = Forest, A = Agricultural, U = Urban and Built-up, W = Water, and M = Miscellaneous

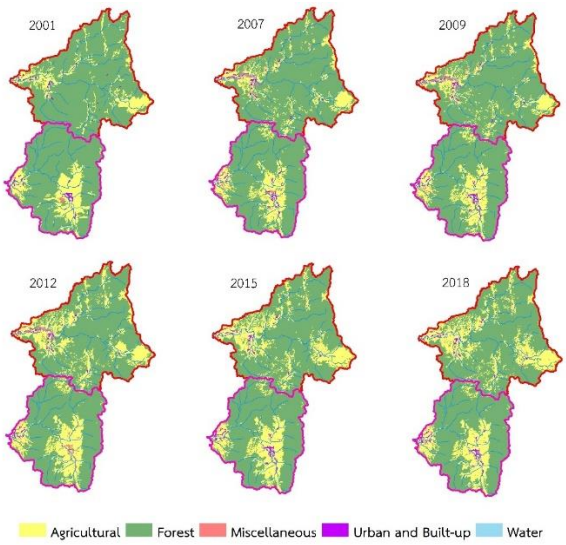


Figure 2 Land use types and land use change in Mae Nam Khuan and Nam Pi sub-watersheds during 2001-2018.

ปริมาณน้ำฝน

วิเคราะห์ช่วงน้ำหลาก (wet period) และช่วงแล้งฝน (dry period) พบว่า ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน และลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ จังหวัดน่านและจังหวัดพะเยา มีช่วงน้ำหลากตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม มีระยะเวลา 7 เดือน และช่วงแล้งฝนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม มีระยะเวลา 5 เดือน

จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนโดยใช้ข้อมูลน้ำฝนจากสถานีวัดปริมาณน้ำฝนของกรมชลประทาน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543–2562 พบว่า ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี เท่ากับ 1,135.91 มิลลิเมตร เป็นปริมาณน้ำฝนในช่วงน้ำหลาก เท่ากับ 1,056.24 มิลลิเมตร ช่วงแล้งฝน เท่ากับ 79.68 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 92.99 และ 7.01 ของปริมาณน้ำฝนทั้งปี ตามลำดับ โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ เท่ากับ 2.23 มิลลิเมตร และสูงสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 230.46 มิลลิเมตร สำหรับลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี เท่ากับ 1,158.43 มิลลิเมตร เป็นปริมาณน้ำฝนในช่วงน้ำหลาก เท่ากับ 1,072.79 มิลลิเมตร ช่วงแล้งฝน เท่ากับ 85.64 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 92.61 และ7.39 ของปริมาณน้ำฝนทั้งปี ตามลำดับ โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ เท่ากับ 6.50 มิลลิเมตร และสูงสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 217.71 มิลลิเมตร (Table 3)

Table 3 Average annual rainfall and streamflow in the Mae Nam Khuan and Nam Pi sub-watersheds.

Month	Mae Nam Khuan Sub-Watershed		Nam Pi Sub-Watershed	
	Rainfall (mm.)	Streamflow (MCM.)	Rainfall (mm.)	Streamflow (MCM.)
April	88.10	4.71	90.53	2.81
May	163.64	11.31	179.98	12.25
June	119.00	16.14	129.47	11.14
July	187.21	43.93	176.42	17.51
August	230.46	102.64	217.71	45.74
September	174.40	109.63	210.92	45.81
October	93.44	54.16	67.76	18.16
Wet period	1,056.24	342.50	1,072.79	153.42
November	24.06	22.27	25.26	5.46
December	10.15	12.18	9.75	3.03
January	16.04	8.82	13.57	2.82
February	2.23	6.23	6.50	1.71
March	27.19	6.08	30.56	1.51
Dry period	79.68	55.58	85.64	14.53
Total	**1,135.91**	**398.08**	**1,158.43**	**167.95**

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน และลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้

ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 398.08 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยเป็นปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลาก เท่ากับ 342.50 ล้านลูกบาศก์เมตร และในช่วงแล้งฝน เท่ากับ 55.58 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนเมษายน เท่ากับ 4.71 ล้านลูกบาศก์เมตร และเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายน เท่ากับ 109.63 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 167.95 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยเป็นปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลาก เท่ากับ 153.42 ล้านลูกบาศก์เมตร และช่วงแล้งฝน เท่ากับ 14.53 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนมีนาคม เท่ากับ 1.51 ล้านลูกบาศก์เมตร และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายน เท่ากับ 45.81 ล้านลูกบาศก์เมตร (Table 3 และ Table 4)

Table 4 Streamflow at the Mae Nam Khuan and Nam Pi sub-watersheds during 2000-2019.

Year	Mae Nam Khuan sub-watershed			Nam Pi sub-watershed		
	Wet period (MCM.)	Dry period (MCM.)	Streamflow (MCM.)	Wet period (MCM.)	Dry period (MCM.)	Streamflow (MCM.)
2000	298.86	48.20	347.06	107.99	12.41	120.40
2001	401.55	69.78	471.33	207.96	13.57	221.53
2002	282.28	59.52	341.80	131.49	17.97	149.45
2003	296.76	63.78	360.54	117.69	5.81	123.50
2004	275.10	72.72	347.82	123.15	33.48	156.63
2005	288.64	71.82	360.46	118.15	14.07	132.22
2006	471.76	43.97	515.74	161.76	6.01	167.77
2007	275.83	46.82	322.65	161.83	6.49	168.32
2008	544.96	39.17	584.13	168.98	22.62	191.60
2009	121.62	37.62	159.24	39.34	13.54	52.88
2010	364.32	62.75	427.07	159.44	19.22	178.66
2011	734.23	64.23	798.46	446.69	23.42	470.10
2012	316.27	69.60	385.87	161.77	27.99	189.76
2013	200.94	37.56	238.49	78.21	12.68	90.90
2014	381.15	55.76	436.91	159.32	5.56	164.88
2015	146.34	31.92	178.26	52.52	2.50	55.02
2016	378.85	69.98	448.82	133.29	28.70	161.98
2017	364.53	66.78	431.32	224.51	11.84	236.35
2018	515.32	69.14	584.46	178.11	10.76	188.87
2019	190.61	30.49	221.10	136.27	2.02	138.29
Average	**342.50**	**55.58**	**398.08**	**153.42**	**14.53**	**167.95**
Percentage	**86.04**	**13.96**	**100.00**	**91.35**	**8.65**	**100.00**

การให้ปริมาณน้ำท่าต่อขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน มีปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 398.08 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นปริมาณน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ (specific water yield) เท่ากับ 457,170.34 ลูกบาศก์เมตร/ปี/ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นความสูงของน้ำได้เท่ากับ 466.68 มิลลิเมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าเท่ากับ 0.41 สำหรับลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ มีปริมาณน้ำท่า เท่ากับ 167.95 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นปริมาณน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ (specific water yield) เท่ากับ 255,815.25 ลูกบาศก์เมตร/ปี/ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นความสูงของน้ำได้เท่ากับ 284.67 มิลลิเมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าเท่ากับ 0.25 (Table 5)

Table 5 Specific water yield in Mae Nam Khuan and Nam Pi sub-watersheds.

Rainfall-Runoff	Mae Nam Khuan sub-watershed	Nam Pi sub-watershed
Wet period (MCM.)	342.50	153.42
Dry period (MCM.)	55.58	14.53
Streamflow (MCM.)	398.08	167.95
Specific water yield ($m^3/y/km^2$)	457,170.34	255,815.25
Streamflow (mm.)	466.68	284.67
Rainfall (mm.)	1,135.91	1,158.43
Runoff coefficient (-)	0.41	0.25

จากการศึกษาพบว่า ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน พื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 65 ในพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นป่าดิบเขา มีค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าเท่ากับ 0.41 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงและสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Onarsa *et al.* (2014) ที่ศึกษาศักยภาพการให้น้ำท่าของป่าชนิดต่าง ๆ พบว่า ลุ่มน้ำป่าดิบเขา จังหวัดน่าน มีศักยภาพในการให้น้ำท่าสูงสุด และลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ พื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 50 ในพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นป่าดิบเขาเช่นเดียวกับลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน แต่ปริมาณการให้น้ำท่าต่ำกว่า เนื่องจากลำน้ำสายหลักในพื้นที่ลุ่มน้ำ อยู่บริเวณพื้นที่ราบ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ชุมชน มีการใช้น้ำสำหรับกิจกรรมประเภทต่าง ๆ มากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Thongduang (2003) ที่ศึกษาสมดุลน้ำและลักษณะการไหลของลุ่มน้ำยม พบว่า การให้น้ำท่าและผลผลิตน้ำท่าของลุ่มน้ำยมตอนบนมีค่าสูงกว่าพื้นที่ตอนล่าง เมื่อพิจารณาการให้ปริมาณน้ำท่าต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่ามีความผันแปรตามกัน โดยพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่จะมีปริมาณน้ำท่าสูงขึ้นตาม

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่ารายเดือน

ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควน เริ่มมีฝนตกในเดือนเมษายน และมีปริมาณฝนตกสูงสุดในเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายน และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน แล้วค่อย ๆ ลดต่ำลงในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน (Figure 3)

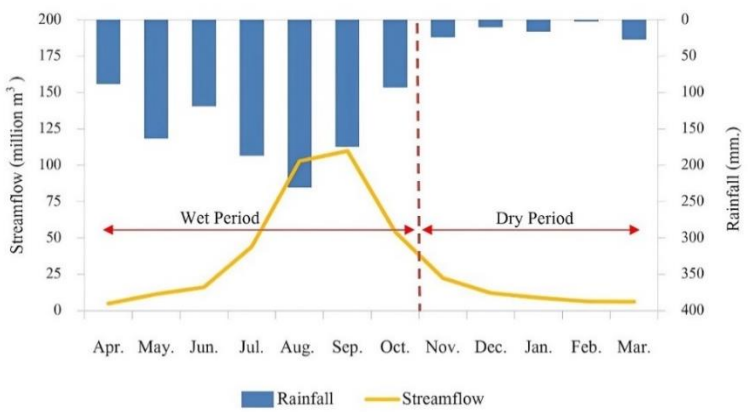


Figure 3 Rainfall and streamflow in the Mae Nam Khuan sub-watershed.

ลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ เริ่มมีฝนตกในเดือนเมษายน และมีปริมาณฝนตกสูงสุดในเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายน ปริมาณน้ำท่าจะผันแปรตามน้ำฝนแต่ละเดือน และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน แล้วจะค่อย ๆ ลดต่ำลงในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน (Figure 4)

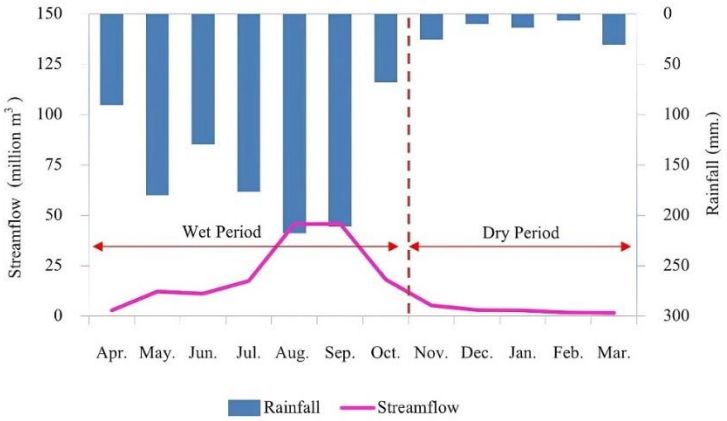


Figure 4 Rainfall and streamflow in the Nam Pi sub-watershed.

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน (พื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่) ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561 โดยใช้สมการถดถอยอย่างง่าย (simple linear regression) พบว่า ปริมาณน้ำท่ารายปีไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ เพียงแต่สามารถอธิบายถึงแนวโน้มความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำท่ารายปีกับพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้าม (Table 6) กล่าวคือ เมื่อพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่ารายปีมีปริมาณเพิ่มขึ้น เพราะเรือนยอดของป่าไม้ช่วยชะลอและสกัดฝนให้ตกลงสู่ผิวดินช้าลง ทำให้ฝนที่ตกลงมามีโอกาสซึมลงดินได้มากขึ้น ลดการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน ดังนั้นเมื่อพื้นที่ป่าไม้ถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ส่งผลให้การซึมน้ำผ่านผิวดินและการกักเก็บน้ำในดินน้อยลง ทำให้ปริมาณฝนส่วนใหญ่กลายเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดินไหลลงสู่แม่น้ำ มีผลให้ปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tangtham and Yuwananont (1996) ศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะการไหลของปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำป่าสัก โดยการลดลงของพื้นที่ป่าทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้ง Baiku *et al.* (2021) ได้ใช้แบบจำลองในการศึกษาความสัมพันธ์และอธิบายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ส่งผลให้กระบวนการเกิดอุทกวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำเปลี่ยนแปลง โดยปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมามีการซึมลงดินน้อยลง จึงมีน้ำไหลบ่าหน้าดินเพิ่มมากขึ้นปริมาณน้ำท่าจึงสูงขึ้น สรุปได้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่ารายปี ทั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่ป่าที่เหลืออยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำมีมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด แต่หากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเพิ่มขึ้นในอนาคต อาจจะส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนในอนาคตได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Vanhnasin *et al.* (2012) ที่กล่าวว่า เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณน้ำท่า

Table 6 The relationships between streamflow (Q) and remaining forest area (F) during 2001-2018.

Sub-watershed	Equation	r
Mae Nam Khuan	Q = 572.242 – 2.040F	-0.077
Nam Pi	Q = 486.761 – 4.221F	-0.086

Remark: Q = Streamflow, F = Remain forest area

สรุป

การศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการให้น้ำท่าของลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ จังหวัดน่านและจังหวัดพะเยา โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561 ด้านอุตุ-อุทกวิทยาในช่วงปี พ.ศ. 2543-2562 พบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2544-2561 ในลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ ลดลงเท่ากับร้อยละ 11.38 และ 4.9 ตามลำดับ ขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 10.54 และ 4.21 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ชุมชนและแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ มีฝนตกหนักในช่วงเดือนสิงหาคม มีค่าเฉลี่ย 230.46 และ 217.71 มิลลิเมตร ส่วนเดือนที่ฝนตกน้อยคือ เดือนกุมภาพันธ์ โดยปริมาณน้ำฝนรายปีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,135.91 และ 1,158.43 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 398.08 และ 167.95 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งคิดเป็นปริมาณการให้น้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่เท่ากับ 457,170.34 และ 255,815.25 ลูกบาศก์เมตร/ปี/ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นความสูงน้ำได้เท่ากับ 466.68 และ 284.67 มิลลิเมตร และมีสัมประสิทธิ์น้ำท่าเท่ากับ 0.41 และ 0.25 ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินกับปริมาณน้ำท่า พบว่า ปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ปริมาณน้ำท่าผันแปรตามปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำท่าไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ แสดงว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำควนและลุ่มน้ำสาขาน้ำปี้ จากพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่า ทั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่ป่าที่เหลืออยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำมีมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด แต่หากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเพิ่มขึ้นในอนาคต อาจจะส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าและน้ำฝนในอนาคตได้

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากมีปริมาณมาก (มากกว่าร้อยละ 80) แต่ในช่วงแล้งฝนมีปริมาณน้ำท่าน้อย ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรชะลอการไหลของน้ำเพื่อให้ค่อย ๆ ระบายออกจากลุ่มน้ำ โดยการพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำโดยเฉพาะบริเวณตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อชะลอการหลากของน้ำในพื้นที่ และยังช่วยกักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง และสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพียงช่วง ปี พ.ศ. 2544, 2550, 2552, 2555, 2558 และ 2561 ควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ละเอียดมากขึ้น ซึ่งอาจได้มาจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม และศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากอดีตจนถึงปัจจุบัน และอาจคาดการณ์รูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้โดยใช้โมเดลต่าง ๆ

คำนิยม

ผู้วิจัยขอขอบคุณ กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา กรมพัฒนาที่ดิน และหัวหน้าศูนย์ศึกษาการพัฒนาการอนุรักษ์ป่าไม้ลุ่มน้ำยม ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

REFERENCES

Baiku, P., Tongdeenok, P., Kaewjampa N. 2021. Application of SWAT and CLUE-S

models in streamflow and land use prediction in the upper Khwae-Noi subwatershed, Nakhonthai district, Phitsanulok province. **Thai Journal of Forestry** 40(2): 39-55. (in Thai)

Budhakooncharoen, S. 2003. **Engineering Hydrology.** Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Mahanakorn University of Technology, Bangkok. (in Thai)

Chankaew, K. 2008. **Principles of Watershed Management**. Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Chorley, R.J. 1971. **Introduction to Physical Hydrology**. Methuens Co, Ltd., London.

Onarsa, S., Boonsaner, A., Chanthiwongsa, S., Kijkhayhan, S., Phuenda, J., Onarsa, C., Netrabutra, K., Buddhawongsa, M. 2014. **Potential Streamflow of Various Forest Types in Thailand.** Watershed Research, Watershed Conservation and Management Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation**.** (in Thai)

Tangtham, N., Yuwananont, S. 1996. Impact of land use changes on streamflow and flow characteristics of Pasak basin. **Thai Journal of Forestry** 15: 98-110. (in Thai)

Thongduang, J. 2003. **Impacts of Land Use Changes and Water Consumption on Water Balance and Flow Characteristics of Yom River Basin.** Ms. thesis, Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)

Vanhnasin, K., Niyom, W., Chuchip, K. 2012. Effect of rainfall and land use changes on potential stream flow of upper Nam Ngum River basin, Lao PDR. **Thai Journal of Forestry** 32(2): 58-69. (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7

Physical and Mechanical Properties of Eucalyptus Wood Clone K7

วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัฒน์* **Wiwat Hanvongjirawat***

ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามศ์วาน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Forest Products Department, Faculty of Forestry, Kasetsart University 50 Ngam Wong Wan Rd., Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900
*Corresponding Author, E-mail: fforwih@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 8 เมษายน 2565 **รับแก้ไข** 19 พฤษภาคม 2565 **รับลงพิมพ์** 24 พฤษภาคม 2565

ABSTRACT

Eucalyptus is one of the most popular commercial woods in Thailand. It is an important raw material for various wood industries. Utilization in the form of sawn timber is limited, due to lack of basic information, given that Eucalyptus clone K7 is widely planted since it grows fast. The research objective of this study was to determine the physical and mechanical properties of Eucalyptus clone K7 as basic data for utilization in the form of sawn timber. The physical properties of K7, i.e., average specific gravity under oven dry condition was 0.52, fiber saturation point averaged between 26 to 28 %, maximum shrinkage in tangential, radial, and longitudinal direction was 11.00, 7.00 and 0.65 %, respectively per moisture content decrease from fiber saturation point to 0 % and desorption isotherm. The mechanical properties, i.e., modulus of rupture was 72.45 MPa, modulus of elasticity was 6,654 MPa, compression parallel to grain was 41.94 MPa, compression perpendicular to grain was 5.33 MPa, hardness was 3,075 N, cleavage and nail holdings were 2.00 and 17.91 N/mm, respectively. Mechanical properties were compared with wood standard used for the structure and it was found that the clone K7 is not suitable for use in the main structure of a building. It can be used for furniture, buttress, flooring, pallet, wood chips for pulp industry, wood composites industry, firewood, and charcoal.

Keywords: Eucalyptus, Clone K7, Physical properties, Mechanical properties

บทคัดย่อ

ยูคาลิปตัสจัดได้ว่าเป็นไม้เชิงเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เป็นวัตถุดิบที่สำคัญของอุตสาหกรรมไม้ต่างๆ แต่การใช้ประโยชน์ในลักษณะเป็นไม้แปรรูปยังมีอยู่จำกัด เนื่องจากขาดแคลนข้อมูลพื้นฐาน ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 มีการปลูกอย่างกว้างขวางและมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะไม้แปรรูป คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 ได้แก่ ค่าความถ่วงจำเพาะที่สภาวะอบแห้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 จุดหมาด มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26 ถึง 28 เปอร์เซ็นต์ การหดตัวสูงสุดทางด้านสัมผัส ทางด้านรัศมี และการหดตัวทางด้านความยาว มีค่าเท่ากับ 11.00, 7.00 และ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงความชื้น 0 เปอร์เซ็นต์ และการคายน้ำที่อุณหภูมิคงที่ ค่าคุณสมบัติทางกล ได้แก่ ค่าโมดูลัสแตกหักมีค่าเท่ากับ

72.45 เมกะปาสคาล ค่าโมดูลัสหยืดหยุ่นมีค่าเท่ากับ 6,654 เมกะปาสคาล แรงอัดขนานเสี้ยน มีค่าเท่ากับ 41.94 เมกะปาสคาล แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน มีค่าเท่ากับ 5.33 เมกะปาสคาล ค่าความแข็ง มีค่าเท่ากับ 3,075 นิวตัน แรงฉีกและ แรงยึดเหนี่ยวตะปู (nail holding) มีค่าเท่ากับ 2.00 และ 17.91 นิวตันต่อมิลลิเมตร ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลกับมาตราฐานไม้ที่ใช้ทำโครงสร้าง พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 ไม่เหมาะสมทำโครงสร้างหลักของอาคาร ดังนั้นการใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 สามารถนำไปทำ เครื่องเรือน ไม้ค้ำยัน ไม้พื้น ที่รองของ ทำชิ้นไม้สับสำหรับอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ อุตสาหกรรมไม้ประกอบ ฟืนและถ่าน

คำสำคัญ : ยูคาลิปตัส, สายต้น K7, คุณสมบัติทางฟิสิกส์, คุณสมบัติทางกล

คำนำ

ความต้องการใช้ไม้แปรรูปในประเทศเพิ่มมากขึ้นทุกปี ในปี พ.ศ. 2563 มีมูลค่าการนำเข้า 5,270,989,994 บาท และมูลค่าการส่งออกเพียง 29,007,885 บาท (Royal Forest Department, 2020) ทำให้ประเทศไทยขาดดุลการค้าระหว่างประเทศจำนวนมาก ไม้แปรรูป ในประเทศไทยส่วนใหญ่ มาจากไม้ยางพารา และ ไม้สัก เป็นต้น ซึ่งจัดได้ว่าเป็นไม้เศรษฐกิจของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม การนำไม้ดังกล่าว มาแปรรูป ไม้ต้องมีอายุมากกว่า 20 ปี จึงสามารถนำมาแปรรูปได้ หรือบางชนิดต้องรอการใช้ประโยชน์ด้านอื่นก่อน เช่น ไม้ยางพารา ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการปลูกเพื่อใช้น้ำยาง

จุดเด่นของไม้ยูคาลิปตัส คือ เป็นไม้โตเร็ว รอบตัดฟันสั้น สามารถนำมาใช้แปรรูปได้เมื่ออายุ 6 ปีขึ้นไป ซึ่งถือว่าเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับไม้แปรรูปชนิดอื่น และยังเป็นไม้ที่ปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ ปัจจุบันมีการส่งเสริมการปลูกกันอย่างแพร่หลาย ทั้งในรูปแบบของ สวนป่าและระบบวนเกษตร ได้แก่ การปลูกบนคันนา การปลูกร่วมกับพืชเกษตร เช่น มันสำปะหลัง เป็นต้น ทำให้เกษตรกรมีรายได้เสริมอย่างแท้จริง และเป็นต้นแบบของเศรษฐกิจพอเพียงระดับชุมชน

ไม้ยูคาลิปตัสมีมากกว่า 700 ชนิด จัดอยู่ในวงศ์ Myrtaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปออสเตรเลีย ประเทศไทยได้เริ่มนำยูคาลิปตัสชนิดต่างๆ มาทดลองปลูกประมาณ พ.ศ. 2493 แต่ได้มีการปลูกกันอย่างจริงจังเมื่อประมาณ พ.ศ. 2508 ชนิดที่นิยมปลูกกันมากคือ ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis*) เนื่องจากสามารถเติบโตได้ในแทบทุกสภาพพื้นที่ ตั้งแต่ที่ริมน้ำ ที่ราบน้ำท่วมบางระยะในรอบปี ดินทรายที่มีความแห้งแล้งติดต่อกันเป็นเวลานาน และยังเป็นชนิดที่นิยมนำไปปลูกยังประเทศต่างๆ เนื่องจากสามารถปรับตัวเติบโตได้ดีในสภาพดินทุกประเภท มีลักษณะลำต้นสูงเปลาและมีกิ่งก้านน้อย สำหรับพื้นที่ที่มีความชื้นสูง พบว่า ไม้ยูคาลิปตัสยูโรฟิลล่า (*Eucalyptus urophylla*) และ ยูคาลิปตัสเพลลิต้า(*Eucalyptus pellita*) เป็นชนิดที่เติบโตได้ดี มีความต้านทานต่อโรคแมลง จึงเป็นที่สนใจของผู้ปลูกไม้ยูคาลิปตัส ต่อมาได้มีการปรับปรุงพันธุ์เป็นสายพันธุ์ลูกผสมกับยูคาลิปตัสชนิดอื่นๆ เพื่อคุณสมบัติต่างๆ เช่น ปริมาณเยื่อเพิ่มขึ้น ทนทานโรค/แมลง ปลูกได้ในหลายสภาพพื้นที่ เป็นต้น (Royal Forest Department, 2001)

ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 พัฒนาโดยบริษัทสวนกิตติ จำกัด โดยพัฒนาจากยูคาลิปตัสสายพันธุ์ *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. กับสายพันธุ์ *Eucalyptus deglupta* Blume ใบสีเขียวเข้มเป็นมัน รูปหอกกว้าง (broad –lanceolate) ปลายใบแหลมและฐานใบมนแหลม ขนาด 4x18 ซม. ขอบใบเป็นคลื่น ใบเรียงตัวแบบสลับ (alternate) ไม้ใหญ่อายุ 3-5 ปี ลำต้นไม่กลม มีความเปลาตรงสม่ำเสมอไม่คดงอ มีร่องกิ่งชัดเจน ใบหนาแน่น เรือนยอดแหลม ทรงพุ่มแผ่ กิ่งมากขนาดปานกลางถึงใหญ่แตกรอบลำต้น ผิวเปลือกเรียบสีนวล ลอกเปลือกเป็นแผ่น (Department of Agriculture, 2005)

ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส มีแก่นและกระพี้แตกต่างกันเห็นได้ชัด เนื้อไม้ค่อนข้างละเอียด เสี้ยนสนบิดไปตามแนวของลำต้น ความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 0.6-0.9 ในสภาวะแห้ง เนื้อไม้แตกได้ง่ายหลังตัดฟัน มีการหดตัวค่อนข้างสูง (Chomchan and Wisuttapekul, 1984) ประกอบด้วย เวสเซล (vessel)

พาเรนไคมา (parenchyma) และ ไฟเบอร์ทราคีรีด (fiber-tracheid) (Dadswell, 1972) ไม้ *Eucalyptus deglupta* เนื้อไม้มีสีน้ำตาลอ่อนและเป็นมันวาว เนื้อไม้หยาบ มีความแข็งแรงปานกลางแต่ไม่คงทน มีความหนาแน่น 390-810 กก./ลบ.ม. ส่วนใหญ่ใช้ทำเยื่อกระดาษ ปาร์ติเกิ้ลบอร์ด ฟืนและถ่าน (Orwa *et al*., 2009)

คุณสมบัติทางเคมีของ *Eucarlyptus globulus* ประกอบด้วย เซลลูโลส (cellulose) 40-60 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) 12-22 % และ ลิกนิน (lignin) 15-22 % โดยคุณสมบัติทางเคมีมีการแปรผันตามชนิด และชนิดเดียวกันแต่ต่างต้นกัน (Dillner *et al*., 1970)

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ ความหนาแน่นของไม้มีอิทธิพลโดยตรงต่อความแข็งแรงของไม้ ไม้ที่มีความหนาแน่นสูงย่อมรับแรงได้ดีกว่าไม้ที่มีความหนาแน่นต่ำ แต่การแปรรูปและการตบแต่งทำได้ยากขึ้นและปกติไม้ที่มีความหนาแน่นสูง มีแนวโน้มจะหดตัวมากและการแตกร้าวได้ง่ายกว่าไม้ที่มีความหนาแน่นต่ำ ยกเว้นไม้บางชนิดที่มีสารแทรกมาก เช่น ไม้สัก มะค่าโมง และประดู่ จุดหมาดของไม้มีความสำคัญเพราะน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในไม้มี 2 ลักษณะด้วยกัน คือ น้ำที่อยู่ในผนังเซลล์ (cell wall) ซึ่งเรียกว่าน้ำซับ (bound water) กับน้ำที่อยู่นอกผนังเซลล์หรือตามช่องว่างของเซลล์ (cell cavity) ซึ่งเรียกว่าน้ำอิสระ (free water) จุดหรือสภาพของไม้ที่มีน้ำอยู่เต็มเซลล์โดยที่น้ำซึ่งอยู่นอกผนังเซลล์ไม่มีเหลืออยู่เลย จุดนี้เรียกว่า จุดหมาด (fiber saturation point; FSP) จุดหมาดมีความสำคัญต่อคุณสมบัติของไม้ คือ เกี่ยวกับการหดตัว ไม้จะเริ่มการหดตัวเมื่อมีความชื้นต่ำกว่าจุดหมาด เกี่ยวกับความแข็งแรง เพราะความแข็งแรงของไม้ โดยทั่วไปจะเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นของไม้ต่ำกว่าจุดหมาด เกี่ยวกับการเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม้จะเป็นฉนวนกับไฟฟ้าได้ดี เมื่อมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าจุดหมาด (Wisuttapekul *et al*.,1997) ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส มีค่าความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้นเมื่อไม้มีอายุมากขึ้น ไม้อายุระหว่าง 6-12 ปี มีค่าโมดูลัสแตกหักเฉลี่ย 800-1,000 กก./ตร.ซม. โดยไม้อายุ 10 ปีขึ้นไปมีค่าโมดูลัสแตกหักสูงกว่า 1,000 กก./ตร.ซม. ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 20 ปี มีค่าโมดูลัสแตกหักสูงถึง 1,400 กก./ตร.ซม. สูงกว่าไม้ตะเคียนทอง ส่วนไม้ที่มีอายุ 6-8 ปี มีค่าความแข็งแรงใกล้เคียงกับไม้ยาง (Thaipetch and Julruek, 1985) ไม้ยูคาลิปตัสเป็นไม้ที่โตเร็วและมีปัญหาเมื่อนำไม้มาใช้ประโยชน์ ได้แก่มีการหดตัวของไม้สูงและเมื่อผ่านการอบแห้งทำให้ไม้เกิดตำหนิ เช่น การแตก เป็นต้น (de Villiers, 1973; Elliot, 1967)

คุณสมบัติทางกลในสภาวะแห้งของ *E. urophylla* พบว่า โมดูลัสแตกหัก (modulus of rupture) โมดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) แรงเฉือนด้านรัศมี (radial side shearing) แรงเฉือนด้านสัมผัส (tangential side shearing) แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) แรงอัดตั้งตั้งฉากเสี้ยนด้านรัศมี (radial side compression perpendicular to grain) แรงอัดตั้งฉากเสี้ยนด้านสัมผัส (tangential side compression perpendicular to grain) และแรงดึง (tension) มีค่าเท่ากับ 78.9, 9,810, 12.8, 14.6, 37.2, 10.8, 13.2 และ 145 เมกกะปาสคาล ตามลำดับ การดัดงอ (impact bending) เท่ากับ 2.44 กก.-ม. และความแข็งด้านรัศมี (radial side hardness) และความแข็งด้านสัมผัส (tangential side hardness) เท่ากับ 3,879 และ 3,763 นิวตัน ตามลำดับ การทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ของ *E. urophylla* พบว่า การหดตัวด้านรัศมี การหดตัวด้านสัมผัส การหดตัวตามยาว และการหดตัวของปริมาตร (volumetric shrinkage) มีค่าเท่ากับ 5.60, 7.66, 0.57 และ 13.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีปริมาณความชื้นที่จุดหมาด เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ และมีความหนาแน่นที่สภาวะผึ่งแห้ง (density at dry condition) เท่ากับ 684 กก./ลบ.ม. และความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) เท่ากับ 0.66 (Sompoch, n.d.)

ไม้ยูคาลิปตัส เป็นที่สนใจของหลายประเทศทั้งในประเทศเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนหลายแห่ง ได้แก่ ชิลี บราซิล และมาเลเซีย รวมถึงประเทศไทยในการนำมาเป็นวัตถุดิบสำหรับแผ่นไม้ประกอบ (wood composites) (Nacar *et al*., 2005) การใช้งานไม้เพื่อทำผลิตภัณฑ์ไม้แปรรูป คุณสมบัติของไม้มี

ความสำคัญต่อการนำไม้ไปใช้ประโยชน์ (Wessels *et al*., 2016) การนำไม้ยูคาลิปตัสไปใช้ประโยชน์เป็นสิ่งที่ท้าทาย ไม้ยูคาลิปตัสบางชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์การหดตัวและการยุบตัวสูงมาก ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาในการใช้งาน (Chafe, 1990; Malan, 1993; Vermaas and Bariska, 1994; Ilic, 1999; Wessels *et al*., 2016) ปัญหาอีกประการหนึ่งคือการแตกเนื่องจากความเครียดจากการเจริญเติบโต (growth stress) ที่มักพบในไม้ซุงยูคาลิปตัส เป็นไม้ที่เลื่อยได้ยาก ไม้แปรรูปที่ได้มักบิด โค้ง โก่ง งอ เนื่องจากเป็นลักษณะทางธรรมชาติของไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยูคาลิปตัส ขณะสดเมื่อนำมาแปรรูปจะเกิดการโค้งและแตกปลาย เนื่องมาจากความเค้นของไม้จากการเจริญเติบโต นอกจากนี้เมื่อไม้แปรรูปมีความชื้นต่ำกว่าจุดหมาด การแตกตามปลายไม้จะเพิ่มมากขึ้นตามการแห้งของไม้ การเกิดตำหนิต่างๆนี้ ทำให้ไม้ยูคาลิปตัสที่แปรรูปมีคุณภาพและผลผลิตต่ำ (Malan, 1984, 2003; Wessels *et al*., 2016)

การใช้งานไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ในภาคสนามมีอายุการใช้งานเพียง 9-14 เดือน เนื่องจากการทำลายของศัตรูทำลายไม้ เช่น ปลวก มอด และเพรียง ดังนั้นเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของไม้ให้ยาวขึ้น จึงจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพของไม้ให้มีความทนทานมากขึ้น โดยการใช้สารเคมีป้องกันรักษาเนื้อไม้ (Venin *et al*., 1990)

การใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ โดยอายุที่เหมาะสมของไม้ยูคาลิปตัสในการผลิตเยื่ออยู่ในช่วง 3-15 ปี (Rattiwanich *et al*., 1987) ไม้ท่อนยูคาลิปตัส 4.5 ต้น สามารถผลิตเยื่อกระดาษได้ประมาณ 1 ตัน อุตสาหกรรมผลิตเยื่อใยสังเคราะห์ซึ่งเยื่อของไม้ยูคาลิปตัสให้สารเซลลูโลส สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบผสมทำเส้นใยเรยอนแทนเส้นใยฝ้าย (Royal Forest Department, 2001) ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส สามารถนำไปผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด แผ่นใยไม้อัด แผ่นปาร์ติเกิ้ล และแผ่นไม้อัดซีเมนต์ (Thaipetch, 1985) ด้านการก่อสร้าง เนื้อไม้มีความคงทนต่อการทำลายของปลวกได้ดี ใช้ทำเสาและเสาเข็มขนาดเล็ก ไม้ค้ำยัน (Aurapeepattanapong and Latcharoj, 1985) พลังงานเชื้อเพลิงในรูปฟืนถ่าน และการผลิตกระแสไฟฟ้า ไม้ฟืนยูคาลิปตัสให้ความร้อนประมาณ 4,800 แคลอรีต่อกรัม ส่วนถ่านไม้ยูคาลิปตัสให้พลังงานความร้อน 7,400 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งให้ความร้อนใกล้เคียงกับถ่านไม้โกงกาง ซึ่งจัดว่าเป็นถ่านไม้ชั้นดีที่สุด (Chomchan and Panyatanya, 1985)

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะไม้แปรรูป

อุปกรณ์และวิธีการ

ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 อายุ 6 ปี 10 เดือน จากสวนป่ากิตติ จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 3 ต้น มีเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก เท่ากับ 51.7 54.8 และ 58.3 ซม. ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางที่โตเพียงพอเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบของไม้แปรรูป ทำการโค่นไม้ยูคาลิปตัสสูงจากพื้นดินประมาณ 10 ซม. แล้วดำเนินการตัดเป็นไม้ท่อน ดังใน Figure 1 ในไม้ 1 ต้น จะได้ไม้ท่อนขนาดความยาว 50 ซม. จำนวน 2 ท่อน และไม้ท่อนขนาดความยาว 150 ซม. จำนวน 2 ท่อน ไม้แต่ละท่อนทำการทาฟลิ้นโค้ท และหุ้มด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันความชื้นระเหยจากปลายไม้ เพื่อลดการสูญเสียการแตกที่ปลายไม้ ดังนั้นจะได้ไม้ท่อนขนาด 50 ซม. และไม้ท่อนขนาด 150 ซม. อย่างละ 6 ท่อน ไม้ท่อนขนาด 50 ซม. ใช้การทดลองหาค่าคุณสมบัติทางฟิสิกส์และคุณสมบัติทางกล ส่วนไม้ท่อนขนาดความยาว 150 ซม.เก็บไว้เพื่อนำไปทำการวิจัยในเรื่องการแปรรูปและการอบไม้ต่อไป

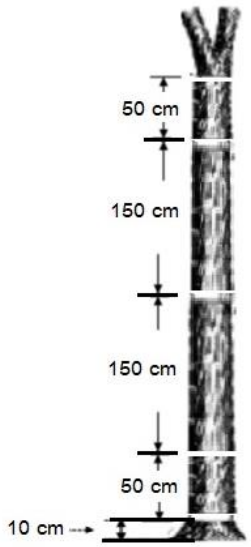


Figure 1 Diagram depicting the log cutting.

คุณสมบัติทางฟิสิกส์

ทำการศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 ได้แก่ ค่าความถ่วงจำเพาะที่สภาวะอบแห้ง (specific gravity at oven dry condition) จุดหมาด (fiber saturation point) การหดตัว (shrinkage) และการคายน้ำที่อุณหภูมิคงที่ (desorption isotherm) นำไม้ท่อนขนาด 50 ซม.จำนวน 6 ท่อน จากไม้ยูคาลิปตัสจำนวน 3 ต้น มาตัดเป็นชิ้นทดสอบเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ จำนวน 4 ซ้ำในแต่ละท่อน ด้วยวิธีการสุ่ม ดังนี้ ตัดชิ้นทดสอบให้มีขนาดด้านหน้าตัด 5x5 ซม. ให้ตรงกับด้านสัมผัส (tangential) และ ด้านรัศมี (radial) และหนา 0.3 ซม. ส่วนการหดตัวด้านความยาว ตัดชิ้นทดสอบให้มีขนาดด้านหน้าตัด 1x1 ซม. และความยาวตามแนวเสี้ยนไม้ขนาด 5 ซม. ทำเครื่องหมาย ทำการวัดขนาดที่ทำเครื่องหมาย ด้านสัมผัส ด้านรัศมี และด้านความยาว แล้วทำการชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่าง นำไม้ตัวอย่างไปใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (conditioning chamber) ที่สภาวะอุณหภูมิ 2 ระดับ 40 และ70 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 4 ระดับ ได้แก่ 41, 50, 70 และ 90 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ในแต่ละสภาวะ ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดด้านสัมผัส ด้านรัศมี และด้านความยาว เมื่อดำเนินการทดลองจนครบทุกสภาวะ นำชิ้นทดสอบมาอบแห้ง ชั่งน้ำหนัก วัดขนาดด้านต่าง ๆ และวัดปริมาตรด้วยการแทนที่น้ำ ทำการคำนวณหาความชื้นของไม้ตามสมการที่ 1 ทำการคำนวณหาความถ่วงจำเพาะที่สภาวะอบแห้งตามสมการที่ 2 และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวตามสมการที่ 3 ทำการทดสอบตามมาตราฐาน ASTM D 143 standard (2007)

การคำนวณหาความชื้นของไม้ดังสมการ (1)

$$MC = \frac{m - m_0}{m_0} x100 \qquad (1)$$

MC = ความชื้นไม้ (%)
m = น้ำหนักก่อนอบ (g)
m_0 = น้ำหนักอบแห้ง (g)

การคำนวณหาความถ่วงจำเพาะ ดังสมการ (2)

$$G = \frac{m_0}{V\rho_w} \qquad (2)$$

G = ความถ่วงจำเพาะ
V = ปริมาตรของเนื้อไม้ (cm^3)
ρ_w = ความหนาแน่นของน้ำ = 1 g/cm^3
$V\rho_w$ = ปริมาตรของเนื้อไม้จากการแทนที่น้ำ (g)

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การหดตัว (S) ดังสมการ (3)

$$S\ (\%) = \frac{\text{ขนาดเริ่มต้น - ขนาดที่หดตัว}}{\text{ขนาดเริ่มต้น}} \times 100 \qquad (3)$$

คุณสมบัติทางกล

นำไม้ท่อนขนาด 50 ซม. จำนวน 6 ท่อนจากไม้ยูคาลิปตัสจำนวน 3 ต้น มาตัดเป็นชิ้นทดสอบตามมาตราฐานเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกลของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 จำนวน 4 ซ้ำในแต่ละท่อน ด้วยวิธีการสุ่ม และทำการทดสอบคุณสมบัติทางกลดังนี้ ค่าโมดูลัสแตกหัก (modulus of rupture, MOR) โมดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity, MOE) แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) และ แรงฉีก (cleavage) ทำการทดสอบตามมาตราฐาน BS 373 standard (1985) ส่วนค่า

ความแข็ง (hardness) และ แรงยึดเหนี่ยวตะปู (nail holding) ทำการทดสอบตามมาตราฐาน ASTM D 143 standard (2007) ก่อนทำการทดสอบนำชิ้นทดสอบมาปรับสภาวะความชื้น ที่อุณหภูมิ 23 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 65 $\pm$ 2 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งชิ้นทดสอบมีน้ำหนักคงที่

ผลและวิจารณ์

คุณสมบัติทางฟิสิกส์

ค่าความถ่วงจำเพาะเป็นคุณสมบัติเฉพาะของไม้ที่อธิบายความแข็งแรงของไม้ ค่าเฉลี่ยความถ่วงจำเพาะที่สภาวะอบแห้งของไม้ยูคาลิปตัส สายต้น K7 มีค่าเท่ากับ 0.52 จุดหมาด คือจุดที่ไม้เริ่มมีการหดตัวเนื่องจากไม้สูญเสียความชื้นในผนังเซลล์ จุดหมาดของไม้ยูคาลิปตัส สายต้น K7 มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26 ถึง 28 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2)

ใน Figure 2 แสดงการหดตัวของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 เมื่อมีการสูญเสียความชื้นจากจุดหมาดจนถึงความชื้น 0 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เปอร์เซ็นต์การหดตัวทางด้านสัมผัส (tangential direction) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0 ถึง 11 เปอร์เซ็นต์ และ เปอร์เซ็นต์การหดตัวทางด้านรัศมี (radial direction) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0 ถึง 7 เปอร์เซ็นต์ การหดตัวทางด้านสัมผัส มีค่าสูงกว่าทางด้านรัศมีประมาณ 0 ถึง 1.6 เท่า เมื่อความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงความชื้น 0 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวทางด้านสัมผัสและด้านรัศมี มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงความชื้น 0 เปอร์เซ็นต์

ใน Figure 3 แสดงการหดตัวของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 ตามความยาว (longitudinal direction) พบว่า เปอร์เซ็นต์การหดตัวทางด้านความยาวมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงความชื้น 0 เปอร์เซ็นต์

การหดตัวสูงสุดของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 ทางด้านสัมผัส ทางด้านรัศมี และด้านตามยาว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.00, 7.00 และ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์การหดตัวด้านความยาวของไม้ปกติ (normal wood) โดยทั่วไปมีค่าน้อยมากสามารถตัดทิ้งไปได้ไม่ต้องนำมาพิจารณา เปอร์เซ็นการหดตัวทางด้านสัมผัสของไม้ส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่าด้านรัศมีประมาณ 2 เท่า (Siau, 1984) ทั้งนี้เนื่องจากการหดตัวในแนวรัศมี มีเซลล์รัศมีช่วยยับยั้งการหดตัว ส่วนทางด้านสัมผัสไม่มีเซลล์รัศมีช่วยยับยั้งการหดตัว ทำให้การหดตัวทางด้านสัมผัสมีค่าสูงกว่าด้านรัศมี (Panshin and de Zeeuw, 1980)

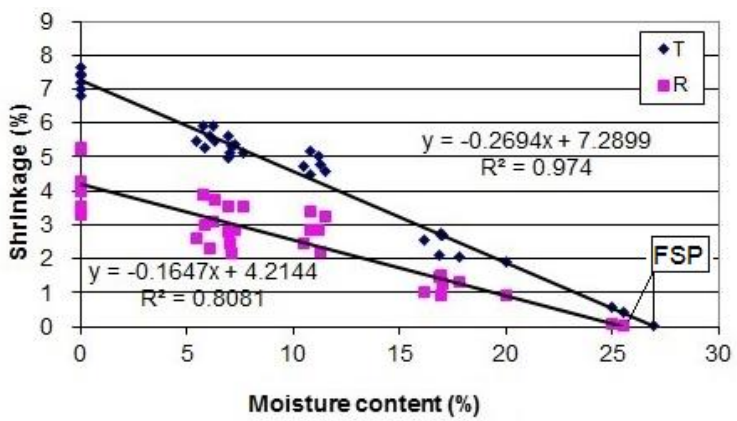


Figure 2 Shrinkage in radial (R) and, tangential (T) directions, with fiber saturation point (FSP) of Eucalyptus clone K7.

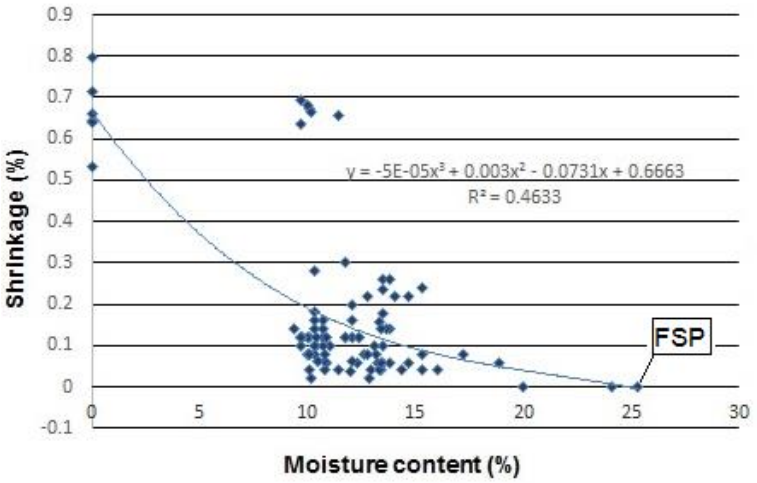


Figure 3 Shrinkage in longitudinal direction and fiber saturation point (FSP) of Eucalyptus clone K.7

ความชื้นของเนื้อไม้ที่สมดุลกับความชื้นในบรรยากาศ ที่สภาวะอุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่งและความชื้นสัมพัทธ์ใดความชื้นสัมพัทธ์หนึ่ง เรียกว่า ความชื้นสมดุล (equilibrium moisture content, EMC) ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสมดุลกับความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity, RH) ที่อุณหภูมิคงที่ เรียกว่า การดูดและคายน้ำที่อุณหภูมิคงที่ (sorption isotherm) การดูดและคายน้ำเป็นคุณสมบัติทางฟิกส์ของเนื้อไม้อย่างหนึ่ง (Siau, 1984)

ใน Figure 4 แสดงการคายน้ำที่อุณหภูมิคงที่ (desorption isotherm) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 พบว่า ความชื้นสมดุลมีค่าต่ำลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงขึ้นมีผลให้น้ำถูกกระตุ้นไปสู่พลังงานที่สูงขึ้นและมีความเสถียรต่ำทำให้โมเลกุลน้ำหลุดจากการยึดเหนี่ยวกับไฮโดรเจนบอนด์ของเนื้อไม้เป็นผลให้ไม้มีค่าความชื้นสมดุลลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น (Palipane and Driscoll, 1992) และพบว่าที่อุณหภูมิคงที่ค่าความชื้นสมดุลลดลงตามการลดลงของความชื้นสัมพัทธ์ แม้ว่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อความชื้นสมดุล แต่ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อความชื้นสมดุล ได้แก่ ความเค้นทางกล (mechanical stress) ประวัติการอบแห้งของไม้ ชนิดและความถ่วงจำเพาะของไม้ ปริมาณสารแทรก (extractive) และอุณหภูมิ (Siau, 1984; Skaar, 1972) ข้อมูลการดูดและคายน้ำที่อุณหภูมิคงที่ (sorption isotherm) มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการใช้งานจริงในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ เช่น การอบไม้ และในกระบวนการผลิตที่ให้ความร้อนแก่เนื้อไม้ (Siau, 1984)

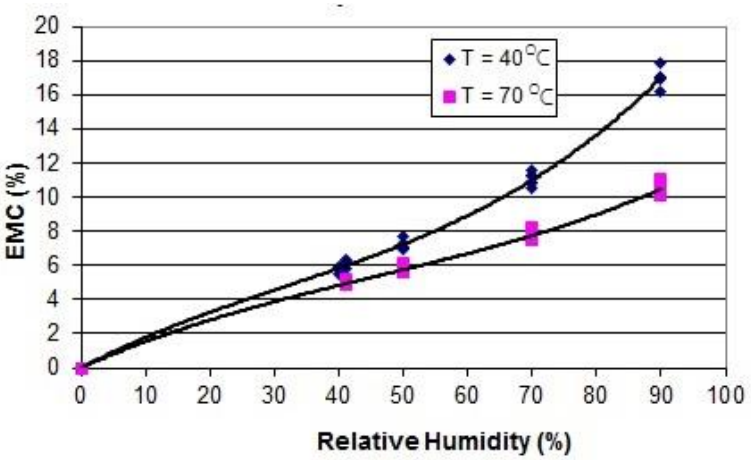


Figure 4 Desorption isotherm of Eucalyptus clone K7.

คุณสมบัติทางกล

ก่อนทำการทดสอบค่าคุณสมบัติทางกล ได้ทำการควบคุมความชื้นของชิ้นทดสอบ โดยนำชิ้นทดสอบไปไว้ที่ห้องควบคุมสภาวะความชื้นที่อุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 65 ± 2 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งไม้มีน้ำหนักคงที่ และได้ทำการหาความชื้นของชิ้นทดสอบ ค่าความชื้นเฉลี่ยของชิ้นทดสอบมีค่าเท่ากับ 10.81 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานเท่ากับ 0.1

ค่ากลสมบัติของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 แสดงใน Table 1 โดยเปรียบเทียบค่ากลสมบัติกับไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 (*E. urophylla* clone K58) ไม้เศรษฐกิจที่ใช้ในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ ได้แก่ ไม้ยางพารา (*Heavia brasiliensis*) ไม้สัก (*Tectona grandis*) และไม้ที่ใช้ในการก่อสร้าง ได้แก่ ไม้ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) ไม้แดง (*Xylia xylocarpa*) และไม้เต็ง (*Shorea obtusa*).

ค่าโมดูลัสแตกหัก (MOR) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.45 เมกะปาสคาล มีค่าต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 ไม้ยางพารา ไม้ประดู่ ไม้แดง และไม้เต็ง แต่มีค่าสูงกว่าไม้สัก โมดูลัสยืดหยุ่น (MOE) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6,654 เมกะปาสคาล มีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 ไม้ยางพารา ไม้ประดู่ ไม้แดง ไม้เต็ง และไม้สัก แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.94 เมกะปาสคาล มีค่าต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 ไม้ยางพารา ไม้ประดู่ ไม้แดง และไม้เต็ง แต่มีค่าสูงกว่าไม้สัก แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.33 เมกะปาสคาล มีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 ไม้ยางพารา ไม้ประดู่ ไม้แดง ไม้เต็ง และไม้สัก ค่าความแข็ง (hardness) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,075 นิวตัน มีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 ไม้ยางพารา ไม้ประดู่ ไม้แดง ไม้เต็ง และไม้สัก แรงฉีก (cleavage) และ แรงยึดเหนี่ยวตะปู (nail holding) ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 และ 17.91 นิวตันต่อมิลลิเมตร ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.35 และ 38.39 นิวตันต่อมิลลิเมตร ตามลำดับ

Table 1 Mechanical properties of Eucalyptus clone K7 compared to other commercial woods.

Wood species	Oven-dry Specific gravity	MOR (MPa)	MOE (MPa)	Compression Parallel to grain (MPa)	Compression Perpendicular to grain (MPa)	Hardness (N)	Cleavage (N/mm)	Nail Holding (N/mm)
K7	0.52	72.45	6,654	41.94	5.33	3,075	2.00	17.91
	(0.02)	(8.22)	(1204)	(2.46)	(1.11)	(561.91)	(0.31)	(4.85)
K58	0.72[1]	125.18[1]	11,137[1]	63.50[1]	9.20[1]	6,011[1]	3.35[1]	38.39[1]
	(0.03)[1]	(9.53)[1]	(962.26)[1]	(2.51)[1]	(1.89)[1]	(663.39)[1]	(4.55)[1]	(9.63)[1]
Rubber-Wood	0.65[2]	100.20[2]	9,403[2]	47.01[2]	14.34[2]	6,498[2]	-	-
Teak	0.62[3]	63.00[3]	7,996[3]	32.00[3]	8.00[3]	4,864[4]	-	-
Pradauk	0.82[3]	114.00[3]	12,596[3]	49.00[3]	20.00[3]	9,097[4]	-	-
Daeng	1.05[3]	117.00[3]	15,017[3]	53.00[3]	21.00[3]	10,101[4]	-	-
Teng	1.07[3]	91.00[3]	11,323[3]	43.00[3]	18.00[3]	9,454[4]	-	-

Remark: Values in parentheses are standard deviations.

Wood species: K58 (*Eucalyptus urophylla* clone K58), Rubber Wood (*Heavia brasiliensis*), Teak (*Tectona grandis*), Pradauk (*Pterocarpus macrocarpus*), Daeng (*Xylia xylocarpa*), and Teng (*Shorea obtusa*).

Sources: [1]Hanvongjirawat (2016), [2]Riyaphan (2013), [3] Saneg-ah-tit (n.d.) and [4] Forest Products Development Division (2010).

ค่าโมดูลัสแตกหัก ของไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72 เมกะปาสคาล และแรงอัดขนานเสี้ยน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.94 เมกะปาสคาล ตามการจัดชั้นความแข็งแรงของเนื้อไม้ ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 จัดอยู่ในชั้นความแข็งแรง B (ความแข็งแรงปานกลาง) โดยมีค่าค่าโมดูลัสแตกหักอยู่ระหว่าง 60.0-94.9 เมกะปาสคาล และแรงอัดขนานเสี้ยนอยู่ระหว่าง 35-50.9 เมกะปาสคาล (Forest Products Development Division, 2010) และตามมาตราฐานกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุใช้งานในโครงสร้างอาคาร สำหรับงานไม้ ของกรมโยธาธิการและผังเมือง กำหนดไม้ที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักของอาคารต้องเป็นไม้เนื้อแข็งที่มีความต้านทานแรงดัดสูงสุดหรือโมดูลัสแตกหักไม่น้อยกว่า 100 เมกะปาสคาล และมีแรงอัดขนานเสี้ยนสูงสุดไม่น้อยกว่า 52 เมกะปาสคาล (Building Control Bureau, 2021) ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 ไม่เหมาะสมทำโครงสร้างหลักของอาคาร เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 ซึ่งมีค่าโมดูลัสแตกหักเท่ากับ 125.18 เมกะปาสคาล และแรงอัดขนานเสี้ยน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.50 เมกะปาสคาล จัดอยู่ในชั้นความแข็งแรง A (ความแข็งแรงสูง) โดยมีค่าโมดูลัสแตกหักสูงกว่า 95 เมกะปาสคาล และแรงอัดขนานเสี้ยนสูงกว่า 51 เมกะปาสคาล และผ่านเกณฑ์มาตราฐานกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุใช้งานในโครงสร้างอาคาร สำหรับงานไม้ ของกรมโยธาธิการและผังเมือง ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 สามารถนำมาทำเป็นโครงสร้างหลักของอาคารได้ (Hanvongjirawat, 2016) ดังนั้นการใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 สามารถนำไปทำ เครื่องเรือน ไม้ค้ำยัน ไม้พื้น ที่รองของ ทำชิ้นไม้สับสำหรับอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ อุตสาหกรรมไม้ประกอบ ฟืนและถ่าน เป็นต้น

สรุป

ไม้ยูคาลิปตัส สายต้น K7 มีค่าเฉลี่ยความถ่วงจำเพาะที่สภาวะอบแห้งเท่ากับ 0.52 จุดหมาดมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26 ถึง 28 เปอร์เซ็นต์การหดตัวทางด้านสัมผัส มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0 ถึง 11

เปอร์เซ็นต์ และ เปอร์เซ็นต์การหดตัวทางด้านรัศมี มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0 ถึง 7 เปอร์เซ็นต์ การหดตัวทางด้านสัมผัส มีค่าสูงกว่าทางด้านรัศมี ประมาณ 0 ถึง 1.6 เท่า เมื่อความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงความชื้น 0 เปอร์เซ็นต์ และพบว่า เปอร์เซ็นต์ การหดตัวทางด้านสัมผัสและด้านรัศมี มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงความชื้น 0 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์การหดตัวทางด้านความยาวมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความชื้นลดลงจากจุดหมาดจนถึงความชื้น 0 เปอร์เซ็นต์ การหดตัวสูงสุดทางด้านสัมผัส ทางด้านรัศมี และด้านตามยาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.00, 7.00 และ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 มีค่าเฉลี่ยโมดูลัสแตกหัก เท่ากับ 72.45 เมกะปาสคาล มีค่าเฉลี่ยโมดูลัสยืดหยุ่น เท่ากับ 6,654 เมกะปาสคาล แรงอัดขนานเสี้ยน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.94 เมกะปาสคาล แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.33 เมกะปาสคาล ค่าความแข็ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,075 นิวตัน แรงฉีก และแรงยึดเหนี่ยวตะปู มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 และ 17.91 นิวตันต่อมิลลิเมตร ตามลำดับ

ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 ไม่เหมาะสมทำโครงสร้างหลักของอาคาร เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K58 ดังนั้นการใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 สามารถนำไปทำ เครื่องเรือน ไม้ค้ำยัน ไม้พื้น ที่รองของ ทำชิ้นไม้สับสำหรับอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ อุตสาหกรรมไม้ประกอบ ฟืนและถ่าน เป็นต้น การศึกษาต่อไปควรศึกษาลักษณะทางกายวิภาค การแปรรูป และการอบไม้ เพื่อให้สามารถนำไม้ยูคาลิปตัสสายต้น K7 มาใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม

คำนิยม

การศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัท สวนกิตติ จำกัด และ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โปรแกรมสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ITAP: Innovation and technology assistance program) ที่ให้ทุนการสนับงานวิจัยนี้

REFERENCES

American Society for Testing and Materials (ASTM). 2007. **D 143**. Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber.

Aurapeepattanapong, C., Latcharoj, S. 1985. **Trend of Wood Utilization and Marketing.** Seminar report of *Eucalyptus Camaldulensis* on 30th October - 1st November 1984. Royal Forest Department. Bangkok. pp. 258-282 (in Thai)

British Standard (BS). 1985. **BS 373 Method of Testing Small Clear Specimens of Timber**. British Standards Institution.

Building Control Bureau. 2021. **Specification Standard of Materials Using in Building Structure**. Department of Public Works and Town & Country Planning. Ministry of Interior. (in Thai)

Chafe, S.C. 1990. Effect of brief presteaming on shrinkage, collapse and other wood-water relationships in *Eucalyptus regnans* E Mull. **Wood Science and Technology** 24: 311-326

Chomchan, A., Wisuttapekul, S. 1984. **Utilized Properties of *Eucalyptus camaldulensis* in form of Sawn Lumber**. Seminar of *Eucalyptus Camaldulensis*. Royal Forest Department. Bangkok. 254 p. (in Thai)

Chomchan, A., Panyatanya, W. 1985. **Eucalyptus and Charcoal**. Seminar report of *Eucalyptus Camaldulensis* on 30th October - 1st November 1984. Royal Forest Department. Bangkok. 249-257 (in Thai)

Dadswell, H.E. 1972. **The Anatomy of Eucalyptus Woods.** Forest Products

Laboratory, Division of Applied Chemistry Technological Paper No. 66. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia.

Department of Agriculture. 2005. **Registration for Plant Varieties Certificate follow Plant Varieties Act 1975**. Office of the Council of State. (in Thai)

De Villiers, A.M. 1973. **Utilization Problems with some Eucalypts in South Africa**. Proceedings, IUFRO Div. 5, Cape Town and Pretoria, South Africa. Pp. 238-255.

Dillner, B., Ljunger, A., Herud, O.A., Thune-Larsen, E. 1970. The breeding of *Eucarlyptus globulus* on the basis of wood density, chemical composition and growth rate. *In* **The Production and Industrial Utilisation of Eucalyptus Symposium in Lisbon, Supplement 5 to Volume XXIII** 'Timber Bulletin for Europe", pp. 120-155, (FAO:Rome)

Elliott, C.S. 1967. Utilization of Eucalyptus wood**.** *In* **World symposium of Man-made Forests and their Industrial Importance.** Vol. I., FAO: Rome. pp. 823-844.

Forest Products Development Division. 2010. **General Characteristics of Thai Timbers**. Forest Research and Development Bureau. Royal Forest Department. Bangkok. (in Thai)

Hanvongjirawat, W. 2016. Physical and mechanical properties of *Eucalyptus urophylla* clone K58. **Thai Journal of Forestry** 35(3): 128-135.

Ilic, J. 1999. Shrinkage related degrade and its association with some physical properties in *Eucalyptus regnans* F. Muell. **Wood Science and Technology** 33: 425-437.

Malan, F.S. 1984. **Studies on the Phenotypic Variation in Growth Stress Intensity and its Association with Tree and Wood Properties of South African Grown *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden)**. Dissertation. University of Stellenbosch

Malan, F.S. 1993. The wood properties and qualities of three South African grown Eucalypt hybrids. **South African Forestry Journal** 167(1): 35-44.

Malan, F.S. 2003. The wood quality of the South African timber for high value solid wood products and its role in sustainable forestry. **South African Forestry Journal** 198(1): 53-62.

Nacar, M., Hiziroglu, S., Kalaycioglu, H. 2005. Some of the properties of particleboard panels made from eucalyptus. **American Journal of Applied Sciences** (Special Issue): 5-8.

Orwa C, Mutua, A, Kindt, R, Jamnadass R, Anthony, S. 2009. **Agroforestree Database: A Tree Reference and Selection Guide Version 4.0** https://www.worldagroforestry.org/publication/agroforestree-database-tree-reference-and-selection-guide-version-40. April 30, 2022.

Palipane, K.B, Driscoll, R.H. 1992. Moisture sorption characteristics of inshell macadamia nuts. **Journal of Food Engineering** 18(1): 63–76.

Panshin, A.J., de Zeeuw, C. 1980. **Textbook of Wood Technology 4th ed**. Mc Graw-Hill New York.

Rattiwanich, T., Apichattabutch, A. Namprasert, P. 1987. **Sulfate Pulp from *Eucalyptus camaldulensis*.** Forest Products Division. Royal Forest Department. Bangkok. (in Thai)

Riyaphan, J. 2013. **Chemical and Mechanical Properties of Wood in Seven Para Rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) Clones.** M.S. thesis, Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)

Royal Forest Department. 2001. ***Eucalyptus Camaldulensis*.** Bangkok. (in Thai)

Royal Forest Department. 2020. **Forestry Statistics Data.** Bangkok. (in Thai)

Vermaas, H.F., Bariska, M. 1994. Collapse during low temperature drying of *Eucalyptus grandis* W. Hill and *Pinus silvestris* L. *In* **Proceedings IUFRO Wood Drying Conference**. Rotorua. New Zealand, pp.141-150.

Venin, T., Apinantam, S., Wongsiri, A. 1990. **Natural Durability of Some Woods.** Forestry Conference. Royal Forest Department. pp. 197-220. (in Thai)

Wessels, C.B., Crafford, P.L., Du Toit, B., Grahn, T., Johansson, M., Lundqvist, S.O., Säll, H., Seifert, T. 2016. Variation in physical and mechanical properties from tree drought tolerant *Eucalyptus* species grown on the dry west coast of Southern Africa. **European Journal of Wood and Wood Products** 74(4): 563-575.

Wisuttapekul, S., Fuangwiwat, W., Sukwatnitjakul, S. 1997. Density, shrinkage and fiber saturation point of swamp forest wood. **Thai Journal of Forestry** 16(1-2): 90-98. (in Thai)

Saneg-ah-tit, S. n.d. **Materials testing. Major of Civil Engineering Institute of Engineering.** Suranaree University of Technology. Available source: http://www.baannatura.com/public/files/Mpa.pdf. Feb 12, 2015. (in Thai)

Siau, J.F. 1984. **Transport Processes in Wood**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, Tokyo.

Skaar, C. 1972. **Water in Wood**. Syracue Univ Press, Syracue.

Sompoch, n.d. **The Properties of *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake**. Institute of Forest Research and Development. Royal Forest Department. Bangkok. (in Thai)

Thaipetch, S. 1985. **The Properties of *Eucalyptus camaldulensis* and Utilizations**. Seminar report of *Eucalyptus Camaldulensis* on 30th October - 1st November 1984. Royal Forest Department. Bangkok, pp. 222-224. (in Thai)

Thaipetch, S., Julruek, S. 1985. **The Properties of *Eucalyptus camaldulensis.*** Forestry conference. Royal Forest Department. Bangkok. (in Thai)

แนะนำสำหรับผู้เขียนวารสารวนศาสตร์ไทย

https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf

วารสารวนศาสตร์ไทย เป็นวารสารทางวิชาการป่าไม้ จัดทาโดยศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำหนดพิมพ์เผยแพร่ทุก 6 เดือน (ปีละ 2 ฉบับ) วัตถุประสงค์เพื่อพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยทางป่าไม้สาขาต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยวารสารนี้มีการเผยแพร่ไปยังห้องสมุดของสถาบันและหน่วยงานต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ

การส่งต้นฉบับ ต้นฉบับต้องไม่เคยลงตีพิมพ์และไม่ได้อยู่ระหว่างกระบวนการพิจารณาลงตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งตีพิมพ์อื่นใด ผลงานจัดอยู่ในงานเขียนประเภทหนึ่ง ดังต่อไปนี้ **(1) นิพนธ์ต้นฉบับ (original article)** เป็นการเสนอผลงานวิจัยแบบสมบูรณ์ที่ผู้เขียนได้ดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง **(2) short communications** เป็นงานวิจัยที่น่าสนใจหรือการค้นพบสิ่งใหม่แต่มีเนื้อหาสมบูรณ์น้อยกว่า และ **(3) บทความ (review article)** เป็นบทความทางวิชาการที่นำเสนอสาระซึ่งผ่านการวิเคราะห์หรือประมวลจากการตรวจเอกสาร ทั้งนี้เรื่องที่เป็นนิพนธ์ต้นฉบับและ บทความวิจัยสั้น จะได้รับพิจารณาให้ลงตีพิมพ์ก่อนเรื่องที่เป็นบทวิจารณ์

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับ

ต้นฉบับเขียนเป็นภาษาไทย ควรมีการตรวจทานการใช้ภาษาและคำสะกดต่างๆ อย่างถี่ถ้วนก่อนนำเสนอ ความยาวไม่เกิน 12 หน้า กระดาษ A4 (ไม่รวมหน้าแรก)

การพิมพ์

1. การพิมพ์ใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาด 14 สำหรับภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ

2. หัวข้อหลักใช้ ขนาด 18 ตัวหนาและจัดกึ่งกลางหน้า เช่น คำนำ อุปกรณ์และวิธีการ ฯลฯ ถ้าเรื่องที่เขียนเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ หัวข้อหลักใช้ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ เช่น ABSTRACT INTRODUCTION REFERENCES เป็นต้น

3. หัวข้อย่อยแรก ใช้อักษรตัวหนาและจัดชิดซ้าย ขนาด 16 และเริ่มใส่หมายเลขข้อ ในหัวข้อย่อยถัดไปโดยใช้อักษร ตัวหนา ขนาด 14

4. ใส่หมายเลขหน้า มุมขวา ด้านบน

5. ใส่หมายเลขบรรทัด (เริ่มแต่ละหน้าใหม่)

6. รายละเอียดใน Table และ Figure เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด ใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาด 14

รายละเอียดของเนื้อหา

หน้าแรก (Title page) *เป็นหน้าที่แยกออกจากเนื้อหาอื่นๆ* ประกอบด้วย

1. ชื่อเรื่อง เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ให้ระบุชื่อเรื่องทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ควรกระชับและตรงกับเนื้อเรื่อง จัดให้อยู่กึ่งกลางหน้ากระดาษ

2. ชื่อผู้เขียน เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ใช้ชื่อเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ต้องระบุเพศ ยศ ตำแหน่ง

3. สถานที่ทำงานของผู้เขียน ให้ระบุสถานที่ทางานและที่อยู่ของผู้เขียนทุกท่านทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมระบุที่อยู่ที่ติดต่อได้ของผู้เขียน โดยระบุชื่อหน่วยงาน สถานที่ทำงาน เขต/อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์ และ Corresponding Author E-mail

เนื้อหา ประกอบด้วยหัวข้อหลัก ดังนี้

1. บทคัดย่อ สรุปสาระสำคัญของผลงานไว้โดยครบถ้วน และมีความยาวไม่เกิน 300 คำ เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ต้องมีบทคัดย่อเป็นภาษาอังกฤษ (**ABSTRACT**) ด้วย (ภาษาอังกฤษก่อนและตามด้วยภาษาไทย) ให้ระบุ Keywords จำนวนไม่เกิน 5 คำไว้ในตอนท้ายบทคัดย่อภาษาอังกฤษด้วย

2. คำนำ อธิบายความสาคัญของปัญหา การตรวจเอกสาร (literature review) เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเท่านั้น และวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ในกรณีงานวิจัยทางสังคมศาสตร์อาจเพิ่มเติมขอบเขตการวิจัย กรอบแนวคิดการวิจัย และสมมติฐานการวิจัย (ถ้ามี)

3. อุปกรณ์และวิธีการ เขียนให้รัดกุม ไม่พรรณนาวิธีการวิเคราะห์ ใช้วิธีการอ้างอิงชื่อหรือองค์กร เช่น ใช้ตามวิธีของ AOAC (1990)

4. ผลและวิจารณ์ ผลการทดลองและวิจารณ์ผลเขียนรวมกัน ภาพและตาราง ต้องมีเนื้อหาและคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษ ให้แสดงเฉพาะข้อมูลสำคัญและจำเป็น แทรกภาพและตารางตามลำดับในเนื้อหา โดยใช้คำว่า Figure ในการอ้างอิงภาพและใช้คำว่า Table ในการอ้างอิงตาราง

5. สรุป ให้กระชับ ยกใจความสาคัญที่ได้จากการวิจัย

6. คำนิยม (ถ้ามี) ไม่ควรเกิน 50 คำ

7. REFERENCES หลักเกณฑ์และรูปแบบการเขียน REFERENCES เรียบเรียงโดยใช้ภาษาอังกฤษทั้งหมดในกรณีเอกสารอ้างอิงเป็นภาษาไทยให้ปรับเป็นภาษาอังกฤษและต่อท้ายเอกสารอ้างอิงนั้นด้วยคำว่า (in Thai)

8. ก่อนส่งต้นฉบับควรตรวจทานการอ้างอิงในเนื้อหาและในท้ายบทให้ตรงกัน และถูกต้องตามหลักเกณฑ์ที่ระบุไว้ดังต่อไปนี้

8.1 การอ้างอิง (citation) ในเนื้อหาใช้ระบบ name-and-year system

8.2 การเรียงลำดับ REFERENCES เรียงตามลำดับตัวอักษร เอกสารทั้งหมดที่ถูกอ้างอิงในเนื้อหาต้องปรากฏในรายการเอกสารและสิ่งอ้างอิง

8.3 การเขียน REFERENCES ชื่อผู้เขียนให้เขียนนามสกุลก่อนและตามด้วยชื่ออื่น ๆ ซึ่งย่อเฉพาะอักษรตัวแรก

8.4 ตัวอย่างการเขียน REFERENCES

ตัวอย่างการเขียน REFERENCES

วารสาร

Pozsgai, G., Littlewood, N.A. 2014. Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) population declines and phenological changes: Is there a connection? **Ecological Indicators** 41: 15-24.

Seekhiew, A., Tasen, W., Teejuntuk, S. 2020. Ground dwelling insect community in limestone mining rehabilitation area, Saraburi province. **Thai Journal of Forestry** 39(1): 1-10. (in Thai)

วารสารอิเลคทรอนิกส์

Ounban, W., Puangchit, L., Diloksumpun, S. 2016. Development of general biomass allometric equations for *Tectona grandis* Linn.f. and *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Plantations in Thailand. **Agriculture and Natural Resources** 50(1): 48-53. doi: 10.1016/j.anres.2015.08.001.

หนังสือและตำรา

Kurland, L.T. 1970. The epidemiologic characteristics of multiple sclerosis. In: Vinken, P.J., Bruyn,\ G.W. (Eds.). **Handbook of Clinical Neurology, Vol 9: Multiple Sclerosis and Other Demyelinating Diseases.** North-Holland Publishing. Amsterdam, the Netherlands.

Subinprasert, S. 2003. **Insect Biology.** Ramkhamhaeng University Press, Bangkok. (in Thai)

รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ

Liu, C., Peng, D., Yang, Y. 2010. Anti-oxidative and anti-aging activities of collagen hydrolysate. In: **Proceeding of 3rd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics.** Yantai, China, pp. 1981–1985.

Mettam, G.R., Adams, L.B. 1999. How to prepare an electronic version of your article. In: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.). **Introduction to the Electronic Age.** E- Publishing Inc. New York, NY, USA, pp. 281–304.

วิทยานิพนธ์

Isnaeni, N.F. 2007. **Product Formulation of Pure Instant Potatoes [(*Ipomoea batatas* (L.) Lam] as One of Staple Food Diversification.** M.Sc. thesis, Faculty of Agricultural Technology, Bogor Agricultural University. Bogor, Indonesia.

Jundang, W. 2010. **Evaluation of Carbon Sequestration in Dry Dipterocarp Forest and Eucalypt Plantation at Mancha Khiri Plantation, Khon Kaen Province.** M.Sc. thesis, Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)

ข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลอิเลคทรอนิกส์

R Core Team. 2014. **R: A Language and Environment for Statistical Computing.** R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. http://www.R-project.org/, 29 January 2021.

Sillery, B. 1998. Urban rain forest: An African jungle come to life on New York's west side. **Popular Science.** http://epnet.com/hosttrial/ligin.htm/, 27 March 1998.

กรณีบทความที่อ้างอิงมีผู้แต่งมากกว่า 10 คนขึ้นไป

Panthum, T., Jaisamut, K., Singchat,W., et al. 2022. Something fishy about Siamese fighting fish (*Betta splendens*) sex: polygenic sex determination or a newly emerged sex-determining region? **Cells** 11(11): 1764. doi.org/10.3390/cells11111764

การแจ้งจำนงผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ผู้เขียนต้องแจ้งจำนงถึงความต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาบทความจำนวน 3 ท่าน โดยลงรายละเอียดในแบบเสนอต้นฉบับ

ข้อแนะนำในการใช้ภาษา

1. ใช้คำศัพท์ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานและประกาศของราชบัณฑิตยสถาน

2. การใช้ศัพท์บัญญัติทางวิชาการ ควรใช้ควบคู่กับศัพท์ภาษาอังกฤษ ในครั้งแรกที่ปรากฏในเอกสาร

3. การเขียนชื่อเฉพาะหรือคำแปลจากภาษาต่างประเทศ ควรพิมพ์ภาษาเดิมของชื่อนั้นๆ ไว้ในวงเล็บ ในครั้งแรกที่ปรากฏในเอกสาร

4. ไม่ควรใช้ภาษาต่างประเทศในกรณีที่มีภาษาไทยอยู่แล้ว

5. รักษาความสม่ำเสมอในการใช้คำศัพท์และตัวย่อ โดยตลอดทั้งบทความ

กระบวนการพิจารณาบทความ

การพิจารณากลั่นกรองบทความ (peer review) ทุกบทความจะได้รับการกลั่นกรองเบื้องต้นจากกองบรรณาธิการ เพื่อพิจารณาถึงความสำคัญของบทความ ความเหมาะสมต่อวารสารวนศาสตร์ไทย รวมถึงคุณภาพเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์และข้อมูลที่นำเสนอ บทความที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจะถูกปฏิเสธ (reject) โดยไม่จำเป็นต้องส่งพิจารณาตรวจทาน ส่วนบทความที่ผ่านเกณฑ์เบื้องต้นจะถูกส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ (reviewer) ในแต่ละสาขาทำการพิจารณากลั่นกรอง (peer review) โดยชื่อของผู้ประพันธ์และผู้เชี่ยวชาญจะถูกปิดเป็นความลับ ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงเชี่ยวชาญจะได้รับการทบทวนจากกองบรรณาธิการ และส่งต่อไปยังผู้ประพันธ์เพื่อดำเนินการเปลี่ยนแปลงบทความตามคำแนะนำดังกล่าวและส่งผลงานที่ปรับแก้ไขแล้วมายังกองบรรณาธิการเพื่อตัดสินใจขั้นสุดท้ายสำหรับการยอบรับ (accept) หรือ (reject) บทความ ปกติการพิจารณาทบทวนบทความใช้เวลาประมาณ 3 เดือน นับจากวันที่ส่งบทความ หากเกินกว่ากำหนดนี้ผู้ประพันธ์สามารถสอบถามมายังกองบรรณาธิการเพื่อทราบความเหตุผลได้

บทความที่ได้รับการยอมรับ (accepted manuscripts) ทางกองบรรณาธิการจะส่งร่างบทความสำหรับตีพิมพ์ให้กับผู้ประพันธ์เพื่อพิสูจน์ความถูกต้อง (corrected proof) จากนั้นผู้ประพันธ์จะได้รับแจ้งกำหนดเวลาการตีพิมพ์บทความนั้น

บทความที่ถูกปฏิเสธ (rejected manuscripts) ทางกองบรรณาธิการจะส่งคืนเอกสารทั้งหมดรวมถึงข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญให้กับผู้ประพันธ์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงและส่งผลงานไปตีพิมพ์ยังวารสารอื่น ๆ ที่มีความเหมาะสม

การส่งต้นฉบับ

ผู้เขียนจัดส่งรายละเอียดดังนี้

1. ต้นฉบับ (manuscript) 1 ชุด ในรูป Microsoft Office Word

2. แบบเสนอต้นฉบับ (submission form) 1 ชุด ในรูป Microsoft Office Word / PDF

ดาวน์โหลดแบบฟอร์มแบบเสนอต้นฉบับได้ที่ https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/information/authors ส่งทุกไฟล์ผ่านระบบ ThaiJO (Thai Journal Online) http://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมที่ กองบรรณาธิการ วารสารวนศาสตร์ไทย ศูนย์วิจัยป่าไม้ ชั้น 5 อาคารวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-942-8899, 094-885-5992

หมายเหตุ 1. เอกสารที่มีการเตรียมต้นฉบับไม่ถูกต้องตามข้อเสนอแนะนำจะไม่ได้รับการพิจารณา

2. ทางสารสารฯ ขอสงวนสิทธิ์ที่จะไม่คืนเอกสารข้างต้นให้ผู้เขียนไม่ว่ากรณีใด ๆ

THAI JOURNAL OF FORESTRY

Owner
Faculty of Forestry, Kasetsart University
Editor - in - Chief
Assist.Prof.Dr.Roongreang Poolsiri *Kasetsart University*
Editorial Board
Prof.Dr.Nipon Tangtham
Forestry Alumni Association
Assoc.Dr.Utis Kutintara
Forestry Alumni Association
Prof.Dr.Dokrak Marod
Kasetsart University
Assoc.Prof.Dr.San Kaitpraneet
Forestry Alumni Association
Assoc.Prof.Dr.Decha Wiwatwitaya
Kasetsart University
Assoc.Prof.Dr.Santi Suksard
Kasetsart University
Assoc.Prof.Dr.Prateep Duengkae
Kasetsart University
Assist.Prof.Dr.Nikhom Laemsak
Kasetsart University
Assist.Prof.Dr.Sapit Diloksumpun
Kasetsart University
Assist.Prof.Dr.Kobsak Wanthongchai
Kasetsart University
Assist.Prof.Dr.Pasuta Sunthornhao
Kasetsart University
Prof.Dr.Soontorn Khamyong
Chiang Mai University
Assoc.Prof.Dr.Sura Pattanakiat
Mahidol University
Assoc.Prof.Dr.Kriangsak Sri-Ngernyuang
Maejo University
Assoc.Prof.Dr.Dusit Wechkit
Sukhothai Thammathirat Open University
Assist.Prof.Dr.Chirdsak Thapyai
Naresuan University
Assist.Prof.Dr.Bunvong Thaiutsa
Royal Project Foundation
Assist.Prof.Dr.Kansri Boonprakob
Ramkhamhaeng University
Prof.Dr.Olavi Luukkanen
University of Helsinki, Finland
Prof.Dr.Hiroshi Takeda
Kyoto University, Japan
Prof.Dr.Roger Kjelgren
Utah State University, USA
Dr.Andrew J. Warner
Kasetsart University
Manager
Ms. La-ongdao Thaopimai
Assistant Manager
Mrs. Waraporn Lumyai

Journal Office
Forestry Research Center, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, THAILAND
Phone : 0-2942-8899 E-mail: frc@ku.th Web site: tci.thaijo.org/index.php/tjf

Thai Journal of Forestry (TJF) was established in 1982 under Faculty of Forestry, Kasetsart University, Thailand, and publishes paper concerning on forestry research of special interest articles are dealing with forest ecology, forest management, forest economic, silvilculture, watershed, biological diversity conservation, morphology and physiology of vegetation and wildlife, etc. To better circulate the research from Thai and international researchers and contributing scientists to a wider audience. All submitted manuscripts have been reviewed by at least two expert reviewers via the double-blinded review system. TJF is published semi-annually (January-June and July-December). The submission can be done by direct contact to editorial office or by email: frc@ku.th

วารสารวนศาสตร์ไทย

THAI JOURNAL OF FORESTRY

Original article

Model Development and Testing for Practicing Chainsaw Skills during Pruning 1
.....Athipong Prayoonyart, Nopparat Kaakkurivaara, Kiattisak Bundet

Operational Efficiency of Gasoline and Battery operated Chainsaws 13
.....Supamas Khamwiangsa, Nopparat Kaakkurivaara, Kiattisak Bundet

Tourist Satisfaction Towards Tourism Services at Ramkhamhaeng National Park, Sukhothai Province 22
.....Samran Thongkerd, Kittichai Rattana, Apichart Pattaratuma

Effect of Land Use Type on Water Quality in the Lam Phachi Sub-watershed 35
.....Kittima Tongrob, Supattra Thueksathit, Naruemol Kaewjampa, Patchares Chacuttrikul

Successional Status of Plant Communities of Different Ages in Rubber Plantations at Songkhla and Phattalung Provinces 48
.....Sara Bumrungsri, Charan Leeratiwong

Community Approach to Participatory Forest Plantation Management: A Case Study of the Khlong Takrao Plantation 63
.....Kornnika Wongmittae, Rachanee Pothitan, Nikhom Laemsak

Development of a Spatial Database System for Land Occupation Management in Khaopu-Khaoya National Park 78
.....Chonnikan Khamwarut, Laddawan Rianthakool, Chakrit Na Takuathung

Some Soil Physical Properties and Soil Water Storage Capacity in Mixed Deciduous Forest and Maize Fields at Na Luang Sub-watershed, Nan Province 90
.....Ratchaneekorn Lekprasoet, Venus Tuankrua, Yutthaphong Kheereemangkla

Assessment of *Prunus cerasoides* D. Don Trees in Phu Lom Lo Area, Phu Hin Rong Kla National Park, Phitsanulok Province 102
.....Adisorn Khunwichai, Teeka Yotapukdee, Monton Norsangsri, Torlarp Kamyo

Comparison of Timber Volumes during Teak Bed Production between Wiang Thong and Mee Kong Factories in Sung Men District, Phrae Province 116
.....Thiti Wanishdilokratn, Siriluk Sukjareon, Itsaree Howpinjai, Torlarp Kamyo, Chanasak Wiangtong

Effect of Land Use Change on Streamflow of Mae Nam Khuan and Nam Pi Sub-watersheds in Nan and Phayao Provinces 127
.....Anongnat Borrabut, Somnimirt Pukngam, Yutthaphong Kheereemangkla

Physical and Mechanical Properties of Eucalyptus Wood Clone K7 139
.....Wiwat Hanvongjirawat

THE OFFICIAL JOURNAL OF THE FACULTY OF FORESTRY, KASETSART UNIVERSITY
PUBLISHED BY FORESTRY RESEARCH CENTER, KASETSART UNIVERSITY, BANGKOK, THAILAND