

## นิพนธ์ต้นฉบับ

การใช้ภูมิสารสนเทศในการคาดการณ์แนวโน้มการดูดซับคาร์บอน  
ในอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงApplication of Geoinformatics in Predicting Carbon Sequestration Trends  
in Thung Salaeng Luang National Parkอรณัฐ ศรีสังข์<sup>1,2</sup>ลัดดาวรรณ เจริญตระกูล<sup>2</sup>วันชัย อรุณประภารัตน์<sup>2\*</sup>Oranut Srisatjung<sup>1,2</sup>Laddawan Rianthakool<sup>2</sup>Wanchai Arunpraparut<sup>2\*</sup><sup>1</sup>สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900<sup>1</sup>National Park Office, Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation, Bangkok 10900, Thailand<sup>2</sup>คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900<sup>2</sup>Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

\*Corresponding Author, E-mail: fforwca@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 22 มีนาคม 2567

รับแก้ไข 13 กรกฎาคม 2567

รับลงพิมพ์ 19 กรกฎาคม 2567

## ABSTRACT

Currently, Thailand has the capacity to sequester 90 million t of CO<sub>2</sub> equivalent with the goal of increasing this to 120 million t of CO<sub>2</sub> equivalent in 2037. Therefore, the objectives of this study were to analyze land use changes and to predict land use and carbon sequestration in 2030 in the Thung Salaeng Luang National Park, Thailand to contribute to the national goal. Geoinformatics and visual interpretation techniques were applied to classify land use based on the LANDSAT 5 and LANDSAT 8 satellite images from 2004, 2009 and 2014. Additionally, the Land Change Modeler was used to integrate environmental factors, such as distance from roads and villages, as well as elevation and slope direction, to analyze and predict land use patterns in 2030, with the Ecosystem Services Modeler being used to predict carbon sequestration in 2030.

The findings revealed 11 distinct land use types. Analysis of land use changes between 2009 and 2014 indicated increases in the areas of dry evergreen forest (36.35%), mixed deciduous forest (12.30%), dry dipterocarp forest (1.23%), water body (0.07%), and urban and built-up (0.05%). Conversely, miscellaneous and agricultural decreased by 40.46% and 9.54%, respectively, while hill evergreen forest, moist evergreen forest, pine forest, and forest plantation remained unchanged. Predictions for land use in 2030 suggested important increases in agricultural (47.70%) and urban and built-up (2.30%). Conversely, mixed deciduous forest, miscellaneous, dry evergreen forest, and dry dipterocarp forest were projected to decrease by 32.72%, 12.27%, 4.40%, and 0.61%, respectively. Furthermore, the prediction of the carbon sequestered in forest in 2014 was 10,033,789 tC, while in 2030, it was 9,766,154 tC. These finding indicated a negative trend in carbon sequestration during 2014–2030, with a potential 267,635 tC net emission.

**Keywords:** Geoinformatics; Land use; Modeler; Carbon sequestration; Thung Salaeng Luang National Park

## บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยมีความสามารถในการดูดกลืนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 90 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ ในอนาคตประเทศไทยต้องการเพิ่มปริมาณขึ้นให้ได้ 120 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ ในปี พ.ศ. 2580 การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2573 รวมถึงคาดการณ์แนวโน้มการกักเก็บคาร์บอน ปี พ.ศ. 2573 บริเวณอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง โดยจำแนกสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 และ LANDSAT 8 ปี พ.ศ. 2547, 2552 และ 2557 ด้วยเทคนิคแปลตีความด้วยสายตา และใช้แบบจำลอง Land Change Modeler ร่วมกับปัจจัยขับเคลื่อน ได้แก่ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากหมู่บ้าน ความสูง และความลาดชัน ในคาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2573 และใช้แบบจำลอง Ecosystem Services Modeler ในการคาดการณ์การดูดซับคาร์บอนของป่าไม้ในปี พ.ศ. 2573

ผลการศึกษาพบว่า มีการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด 11 ประเภท และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2552-2557 ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง แหล่งน้ำ และชุมชนและสิ่งก่อสร้าง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น ร้อยละ 36.35 12.30 1.23 0.07 และ 0.05 ตามลำดับ ส่วนเบ็ดเตล็ด เกษตรกรรม มีพื้นที่ลดลง ร้อยละ 40.46 และ 9.54 ตามลำดับ และป่าดิบเขา ป่าดิบชื้น ป่าสนเขา และสวนป่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลง จากการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2573 พบว่า เกษตรกรรม ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ร้อยละ 47.70 และ 2.30 ตามลำดับ ป่าเบญจพรรณ เบ็ดเตล็ด ป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรัง มีแนวโน้มลดลง ร้อยละ 32.72 12.27 4.40 และ 0.61 ตามลำดับ นอกจากนี้ การคาดการณ์การกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้ พบว่า การกักเก็บคาร์บอนในปี พ.ศ. 2557 เท่ากับ 10,033,789 ตันคาร์บอน การกักเก็บคาร์บอนในปี พ.ศ. 2573 เท่ากับ 9,766,154 ตันคาร์บอน ทั้งนี้ ในช่วงเวลาดังกล่าว มีแนวโน้มการปล่อยคาร์บอน เท่ากับ 267,635 ตันคาร์บอน

**คำสำคัญ:** ภูมิสารสนเทศ การใช้ประโยชน์ที่ดิน แบบจำลอง การกักเก็บคาร์บอน อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง

## คำนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบในปัจจุบัน เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น และในปี พ.ศ. 2564 ได้มีการประชุมสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ครั้งที่ 26 (Conference of the Parties 26, COP 26) ที่เมืองกลาสโกว์ ประเทศสกอตแลนด์ ประเทศไทยได้มีส่วนร่วมเป็นภาคีสมาชิกเข้าร่วมการประชุม และได้ประกาศเป้าหมายสำคัญคือ ประเทศไทยจะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 40 ภายในปี ค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2573) จะเป็นกลางทางคาร์บอน (carbon neutrality) ในปี ค.ศ. 2050 (พ.ศ. 2593) และปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (net zero) ภายในปี ค.ศ. 2065 (พ.ศ. 2608) การไปสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนนั้น จะพิจารณาจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทยที่มาจากหลายภาคส่วน เมื่อมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาแล้วจะต้องมีการดูดกลับ ปัจจุบันงานที่จะเข้ามาช่วยในการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ คือ ภาคป่าไม้ เนื่องจากต้นไม้สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศโดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงและนำมาสะสมไว้ในรูปของมวลชีวภาพ ปัจจุบันประเทศไทยมีความสามารถในการดูดกลืนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 90 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ (National Nanotechnology Center, 2024) ในอนาคตประเทศไทยต้องการเพิ่มปริมาณขึ้นให้ได้ 120

ล้านตันฯ เป็นอย่างน้อย ในปี พ.ศ. 2580 โดยผ่าน 3 กลไก ได้แก่ 1) ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การใช้พลังงานหมุนเวียนแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil fuel) 2) ดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากชั้นบรรยากาศ เช่น การปลูกป่า เพื่อเพิ่มแหล่งสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามธรรมชาติ 3) ชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการซื้อคาร์บอนเครดิต เพื่อไปสู่เป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 40 ภายในปี ค.ศ. 2030 (พ.ศ. 2573) และความเป็นกลางทางคาร์บอนภายในปี ค.ศ. 2050 (พ.ศ. 2593) แต่เมื่อพื้นที่ป่าไม้มีพื้นที่ลดลง การกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะลดลงตามไปด้วย (Global Compact Network Thailand, 2021)

จากการสำรวจพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2566 มีจำนวน 101,818,155.76 ไร่ (16,290,904.92 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 31.47 ของพื้นที่ประเทศ (Royal Forest Department, 2023) พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ โดยกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช มีพื้นที่รับผิดชอบอยู่ประมาณ 67 ล้านไร่ (ร้อยละ 20.97) ของพื้นที่ประเทศ (DNP, 2021) ทั้งนี้ อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงเป็นอุทยานแห่งชาติที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 3 ของอุทยานแห่งชาติทั้ง 156 แห่ง ถือว่าเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ขนาดใหญ่ โดยมีพื้นที่ประมาณ 1,262.55 ตารางกิโลเมตร หรือ 789,000 ไร่ (126,240 เฮกตาร์) ครอบคลุมท้องที่อำเภอวังทอง อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก และอำเภอลำลูกกา

อำเภอชนแดน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยพื้นที่ตั้งอยู่ในเขตเทือกเขาเพชรบูรณ์ซึ่งเป็นเทือกเขาที่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และเป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดเพชรบูรณ์ ความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ยอดสูงสุด คือ เขาแค สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1,028 เมตร เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารของลำน้ำที่สำคัญหลายสาย เช่น ลำน้ำเข็ก คลองชมพู และคลองห้วยกอก เป็นต้น (DNP, 2023)

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2547 พ.ศ. 2552 และพ.ศ. 2557 เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2573 และคาดการณ์การกักเก็บคาร์บอนในปี พ.ศ. 2573 บริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง โดยใช้แบบจำลอง

Land change modeler วิเคราะห์การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Kongsawi *et al.*, 2020) และใช้แบบจำลอง Ecosystem Services Modeler ในการคาดการณ์การกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้ ผลการศึกษาจะเป็นข้อมูลที่แสดงถึงศักยภาพของพื้นที่ป่าไม้ในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปใช้สนับสนุนการวางแผนการจัดการพื้นที่ในระดับสากลต่อไปในอนาคต

## อุปกรณ์และวิธีการ

### พื้นที่ศึกษา

การศึกษาค้นคว้านี้ดำเนินการในพื้นที่อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง จังหวัดพิษณุโลก มีเนื้อที่ประมาณ 1,262.55 ตารางกิโลเมตร หรือ 789,000 ไร่ (126,240 เฮกตาร์) (Figure 1)

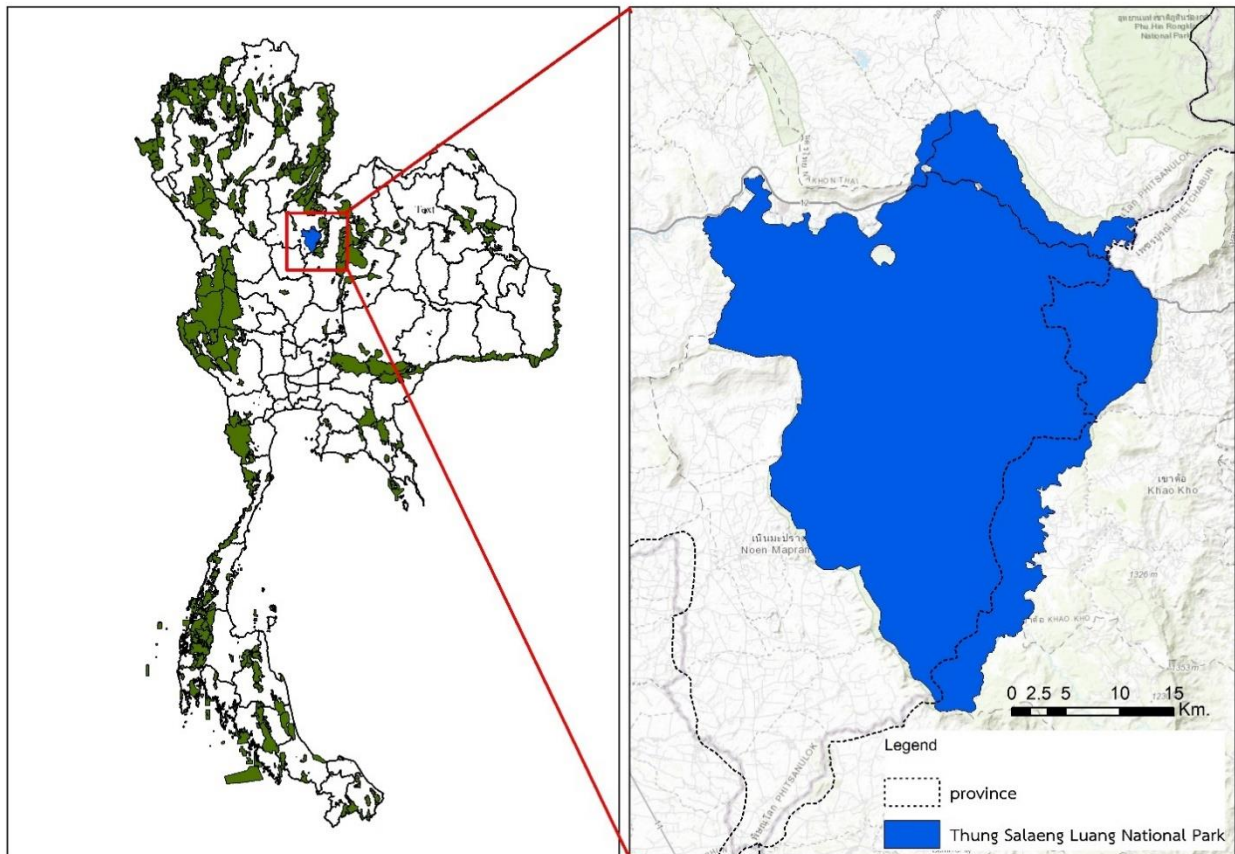


Figure 1 Boundary of Thung Salaeng Luang National Park

## การรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 ปี พ.ศ. 2547 พ.ศ. 2552 และ LANDSAT 8 ปี พ.ศ. 2557 (เนื่องจาก LANDSAT 5 ยุติการให้บริการตั้งแต่วันที่ 5 มิถุนายน 2556) และรวบรวมข้อมูลปัจจัยขับเคลื่อน ได้แก่ ความลาดชัน ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะห่างจากหมู่บ้าน และระยะห่างจากถนน โดยพื้นที่ที่มีระยะห่างจากสิ่งปลูกสร้างและถนนน้อยจะมีความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมากกว่าพื้นที่ที่อยู่ไกลออกไปและพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำจะมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมากกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง (Lamsa, 2016) และ (Tiansuwan and Pattaratuma, 2021) และความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศและชนิดพันธุ์พืช ทำให้เกิดการจำกัดรูปแบบการทำเกษตรกรรม (Wianont *et al.*, 2020)

## การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามเบื้องต้นถึงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อทำความเข้าใจหรือความคุ้นเคยของพื้นที่และเป็นข้อมูลประกอบการแปลตีความภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยสายตา

## การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ดำเนินการแปลภาพถ่ายการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 ปี พ.ศ. 2547 พ.ศ. 2552 และ LANDSAT 8 ปี พ.ศ. 2557 ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิธีการแปลตีความด้วยสายตาทำการสร้างเส้นขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภท (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency, 2009) โดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมป่าไม้ในปี พ.ศ. 2543 และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2543-2545 และ พ.ศ. 2552 เป็นข้อมูลอ้างอิงประกอบการแปลตีความด้วยสายตา

## การประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเมินความถูกต้องของข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2557 กับข้อมูลการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน โดยกำหนดจุดสุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนในการตรวจสอบความถูกต้อง และนำข้อมูลมาซ้อนทับกับข้อมูลอ้างอิงที่ใช้ในการตรวจสอบ และคำนวณหาความถูกต้องโดยใช้ตาราง Error matrix และหาค่าความถูกต้องรวม (overall accuracy) ความถูกต้องของผู้ผลิต (producer's accuracy) และความถูกต้องของผู้ใช้ (user's accuracy) และข้อมูลสถิติแคปปา (kappa statistics) ถ้าข้อมูลที่มีค่าความถูกต้องมีค่าน้อยให้ย้อนกลับไปเริ่มแปลภาพถ่ายอีกครั้ง (Chuchip, 2018) โดยจุดตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลการจำแนก

การใช้ประโยชน์ที่ดิน มีทั้งหมด 468 จุด แบ่งตามสัดส่วนของพื้นที่ในแต่ละประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ ดังนี้ 1) ป่าดิบเขา 44 จุด 2) ป่าดิบชื้น 3 จุด 3) ป่าดิบแล้ง 161 จุด 4) ป่าเบญจพรรณ 66 จุด 5) ป่าเต็งรัง 6 จุด 6) ป่าสนเขา 3 จุด 7) สวนป่า 7 จุด 8) เกษตรกรรม 145 จุด 9) ชุมชน 10 จุด 10) เบ็ดเตล็ด 13 จุด 11) แหล่งน้ำ 10 จุด

## การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2552 เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Land change modeler และระหว่างปี พ.ศ. 2552-2557 เพื่อใช้คาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2573 โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับ (overlay analysis) ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน

คาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2557 เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2547-2552 โดยใช้แบบจำลอง Land change modeler ร่วมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวขับเคลื่อน แล้วนำมาประมวลผลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2557 เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Land change modeler

ตรวจสอบความถูกต้องของการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2557 กับข้อมูลการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน โดยกำหนดจุดสุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนในการตรวจสอบความถูกต้อง และนำข้อมูลมาซ้อนทับกับข้อมูลอ้างอิงที่ใช้ในการตรวจสอบ และคำนวณหาความถูกต้องโดยใช้ตาราง Error matrix และหาค่าความถูกต้องรวม (overall accuracy) ความถูกต้องของผู้ผลิต (producer's accuracy) และความถูกต้องของผู้ใช้ (user's accuracy) และข้อมูลสถิติแคปปา (kappa statistics) (Chuchip, 2018) โดยจุดตรวจสอบความถูกต้อง มีทั้งหมด 468 จุด แบ่งตามสัดส่วนของพื้นที่ในแต่ละประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ ดังนี้ 1) ป่าดิบเขา 44 จุด 2) ป่าดิบชื้น 3 จุด 3) ป่าดิบแล้ง 161 จุด 4) ป่าเบญจพรรณ 66 จุด 5) ป่าเต็งรัง 6 จุด 6) ป่าสนเขา 3 จุด 7) สวนป่า 7 จุด 8) เกษตรกรรม 145 จุด 9) ชุมชน 10 จุด 10) เบ็ดเตล็ด 13 จุด 11) แหล่งน้ำ 10 จุด

คาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2573 เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2552-2557 โดยใช้แบบจำลอง Land

change modeler ร่วมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวขับเคลื่อน แล้วนำมาประมวลผลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2573 (Clark Lab, 2020)

### การจัดเตรียมข้อมูลมวลชีวภาพ

นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแก่นับทรัพยากรป่าไม้ภาคสนามของสำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ในปี พ.ศ. 2557 จากแปลงตัวอย่าง จำนวน 163 แปลง แบ่งตามประเภทป่าได้ดังนี้ 1) ป่าดิบเขา จำนวน 25 แปลง 2) ป่าดิบชื้น จำนวน

2 แปลง 3) ป่าดิบแล้ง จำนวน 74 แปลง 4) ป่าเบญจพรรณ จำนวน 56 แปลง 5) ป่าเต็งรัง จำนวน 3 แปลง และ 6) ป่าสนเขา จำนวน 3 แปลง ซึ่งแต่ละแปลงมีขนาดเท่ากับ 0.1 เฮกตาร์ หรือ 1,000 ตารางเมตร นำมาคำนวณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (above-ground biomass) ของต้นไม้ในแปลงตัวอย่างด้วยสมการแอลโลเมตรีของชนิดป่าต่าง ๆ และคำนวณค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้แต่ละประเภท ในบริเวณอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง ได้ดังนี้ Table 1

**Table 1** Carbon storage in above ground biomass of trees in Thung Salaeng Luang National Park

| Forest Type            | Stocking (trees/ha) | Above ground biomass (t/ha) | Carbon storage (t/ha) |
|------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Hill evergreen forest  | 897                 | 235.83                      | 110.84                |
| Moist evergreen forest | 945                 | 235.28                      | 110.58                |
| Dry evergreen forest   | 855                 | 211.81                      | 99.55                 |
| Mix deciduous forest   | 401                 | 90.79                       | 42.67                 |
| Dry dipterocarp forest | 1,010               | 137.96                      | 64.84                 |
| Pine forest            | 133                 | 74.38                       | 34.96                 |

### การคาดการณ์การกักเก็บคาร์บอน

ใช้แบบจำลอง Ecosystem services modeler ในการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์การกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้บริเวณอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงในปี พ.ศ. 2573 โดยหลักการทำงาน คือ การนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในปีปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2557 ข้อมูลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต (ปี พ.ศ. 2573) และข้อมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ในปีปัจจุบันแต่ละประเภทป่า นำข้อมูลเข้ามาวิเคราะห์ในแบบจำลอง Ecosystem services modeler ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์เป็นรูปแบบข้อมูลตารางแสดงค่า Total current carbon (คาร์บอนปัจจุบันทั้งหมด) Total value of currently stored carbon (มูลค่ารวมของคาร์บอนที่เก็บไว้ในปัจจุบัน) Total scenario carbon (สถานการณ์คาร์บอนในอนาคตทั้งหมด) และ Total sequestered carbon (คาร์บอนที่ดูดซับทั้งหมด) (Clark Lab, 2020) มีสมการคำนวณดังสมการที่ 1 (Sharp *et al.*, 2018)

ปริมาณคาร์บอนที่จัดเก็บ (Carbon storage)

$$= \sum_{i=1}^n \text{Area}_i \times \text{Carbon density}_i \quad (1)$$

โดยที่ Area<sub>i</sub> คือ พื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท  
Carbon density<sub>i</sub> คือ ความหนาแน่นของคาร์บอนแต่ละกลุ่ม  
การเปลี่ยนแปลงคาร์บอน (carbon sequestration)

$$= \text{Carbon storage final} - \text{Carbon storage initial} \quad (2)$$

โดยที่ Carbon storage final คือ ปริมาณคาร์บอนที่จัดเก็บช่วงเวลาสุดท้าย  
Carbon storage initial คือ ปริมาณคาร์บอนที่จัดเก็บช่วงเวลาเริ่มต้น

โดย Piyathilake *et al.* (2022) ใช้แบบจำลองดังกล่าวในการประมาณการกักเก็บคาร์บอน โดยการกักเก็บคาร์บอนจะแตกต่างกันไปตามประเภทสิ่งปกคลุมดินหรือประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพื้นที่ป่าธรรมชาติมีปริมาณคาร์บอนสะสมมากที่สุด ซึ่งบ่งบอกถึงความสำคัญของป่าธรรมชาติในการกักเก็บคาร์บอน ผลลัพธ์เหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการจัดทำแผนการจัดการสิ่งแวดล้อม จัดทำนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม และจัดทำแผนพัฒนาประเทศที่ดำเนินการโดยภาครัฐและองค์กรอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพพร้อมขั้นตอนการศึกษาแสดงดัง Figure 2

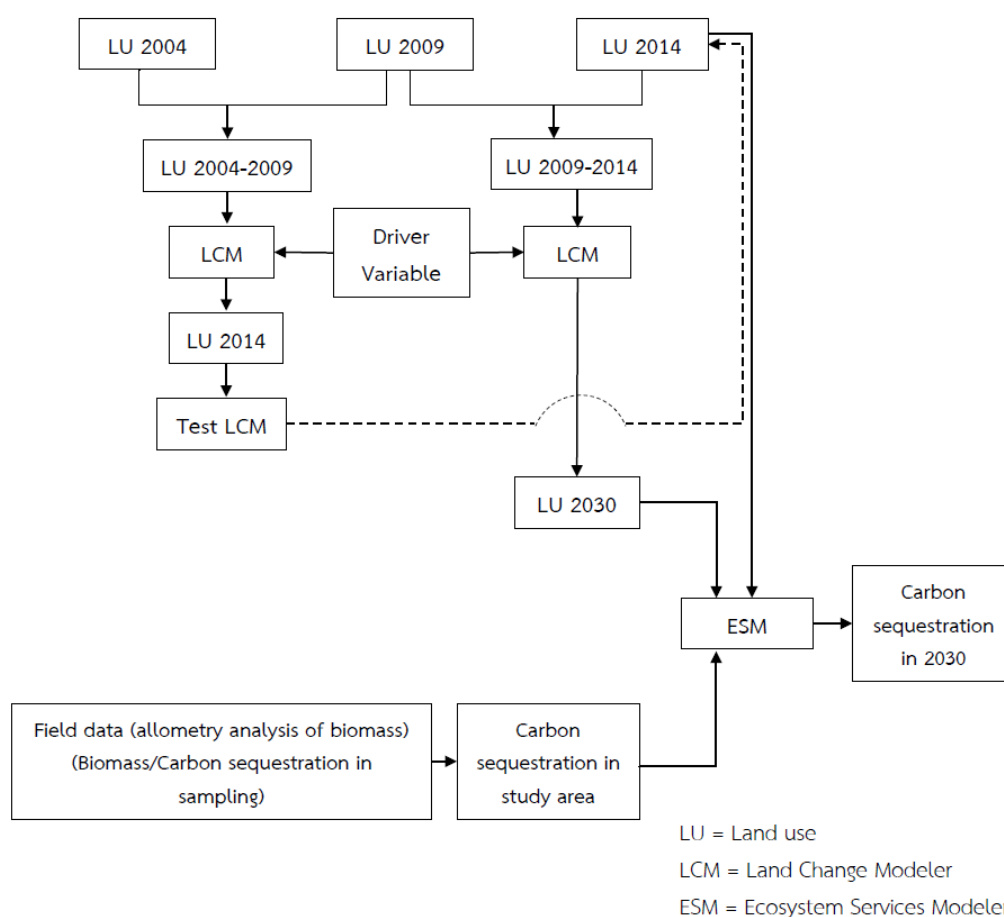


Figure 2 Study flowchart

## ผลและวิจารณ์

### การจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 ปี พ.ศ. 2547 พ.ศ. 2552 และ

LANDSAT 8 ปี พ.ศ. 2557 พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าดิบแล้ง รองลงมาพื้นที่ป่าเบญจพรรณ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เปิดเตล็ด พื้นที่ป่าดิบเขา พื้นที่ป่าสนเขา พื้นที่ป่าเต็งรัง พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่สวนป่า พื้นที่ป่าดิบชื้น และพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง ตามลำดับ ดัง Table 2 และ Figure 3

Table 2 Land use types in Thung Salaeng Luang National Park, Phitsanulok province, for 2004, 2009, and 2014

| Land use type          | Area in 2004 |        | Area in 2009 |        | Area in 2014 |        |
|------------------------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
|                        | (ha)         | (%)    | (ha)         | (%)    | (ha)         | (%)    |
| Hill evergreen forest  | a            | 1.79   | 2,260.18     | 1.79   | 2,260.18     | 1.79   |
| Moist evergreen forest | 199.14       | 0.16   | 199.14       | 0.16   | 199.14       | 0.16   |
| Dry evergreen forest   | 61,026.53    | 48.34  | 61,026.08    | 48.34  | 61,451.00    | 48.68  |
| Mix deciduous forest   | 36,803.06    | 29.15  | 36,747.23    | 29.11  | 36,891.00    | 29.22  |
| Dry dipterocarp forest | 539.68       | 0.43   | 533.21       | 0.42   | 547.53       | 0.43   |
| Pine forest            | 1,804.69     | 1.43   | 1,804.69     | 1.43   | 1,804.69     | 1.43   |
| Forest plantation      | 237.46       | 0.19   | 237.46       | 0.19   | 237.46       | 0.19   |
| Agricultural land      | 17,179.03    | 13.61  | 17,431.81    | 13.81  | 17,320.34    | 13.72  |
| Urban and built-up     | 100.53       | 0.08   | 110.20       | 0.09   | 110.84       | 0.09   |
| Water body             | 295.93       | 0.23   | 296.66       | 0.23   | 297.48       | 0.24   |
| Miscellaneous          | 5,793.76     | 4.59   | 5,593.34     | 4.43   | 5,120.34     | 4.06   |
| Total                  | 126,240.00   | 100.00 | 126,240.00   | 100.00 | 126,240.00   | 100.00 |

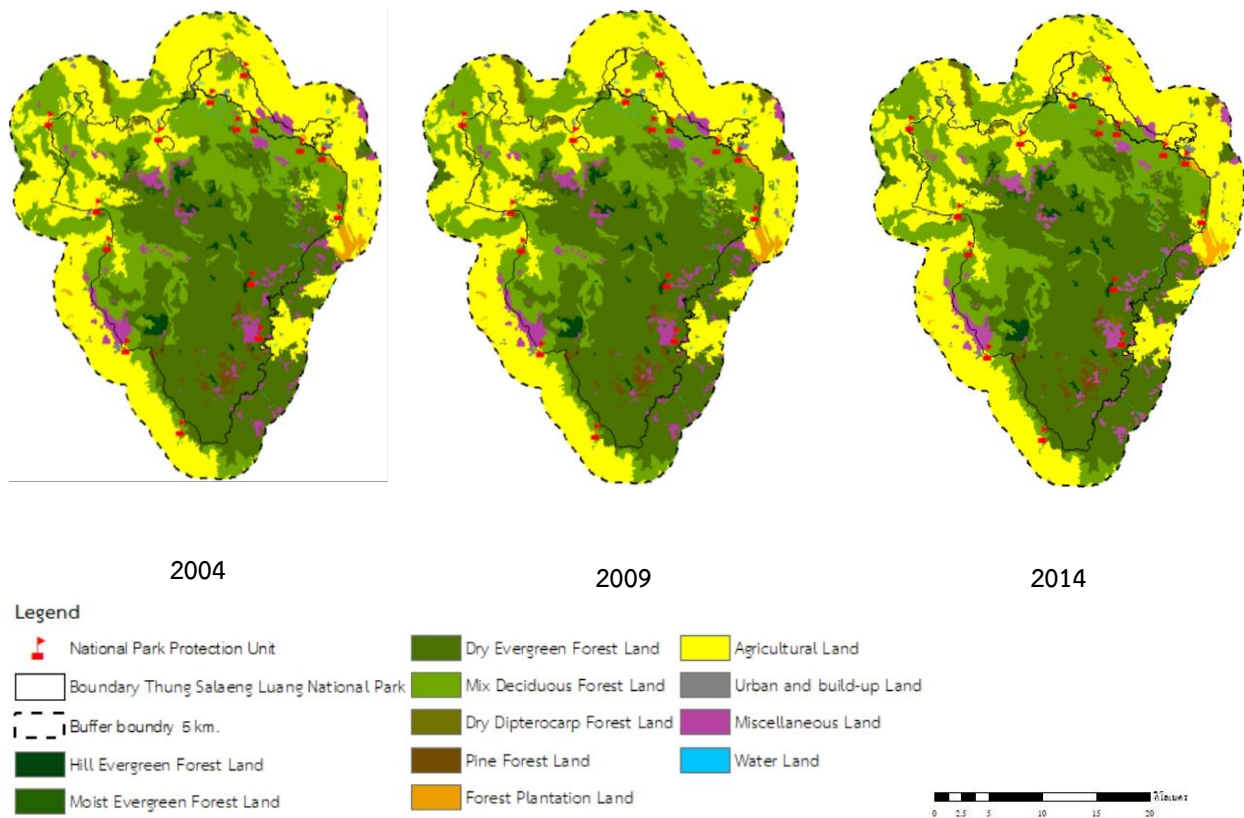


Figure 3 Map of land use types in Thung Salaeng Luang National Park, Phitsanulok province, for 2004, 2009, and 2014

### การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงในปี พ.ศ. 2557 กับข้อมูลการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของ

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2558 (เนื่องจากข้อมูลการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2557 ไม่มีให้บริการ) การตรวจสอบความถูกต้องพบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวม เท่ากับร้อยละ 87.61 และค่าสถิติแค่ป่า เท่ากับร้อยละ 83.41 ซึ่งมีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์สูง ดัง Figure 4 และ Table 3



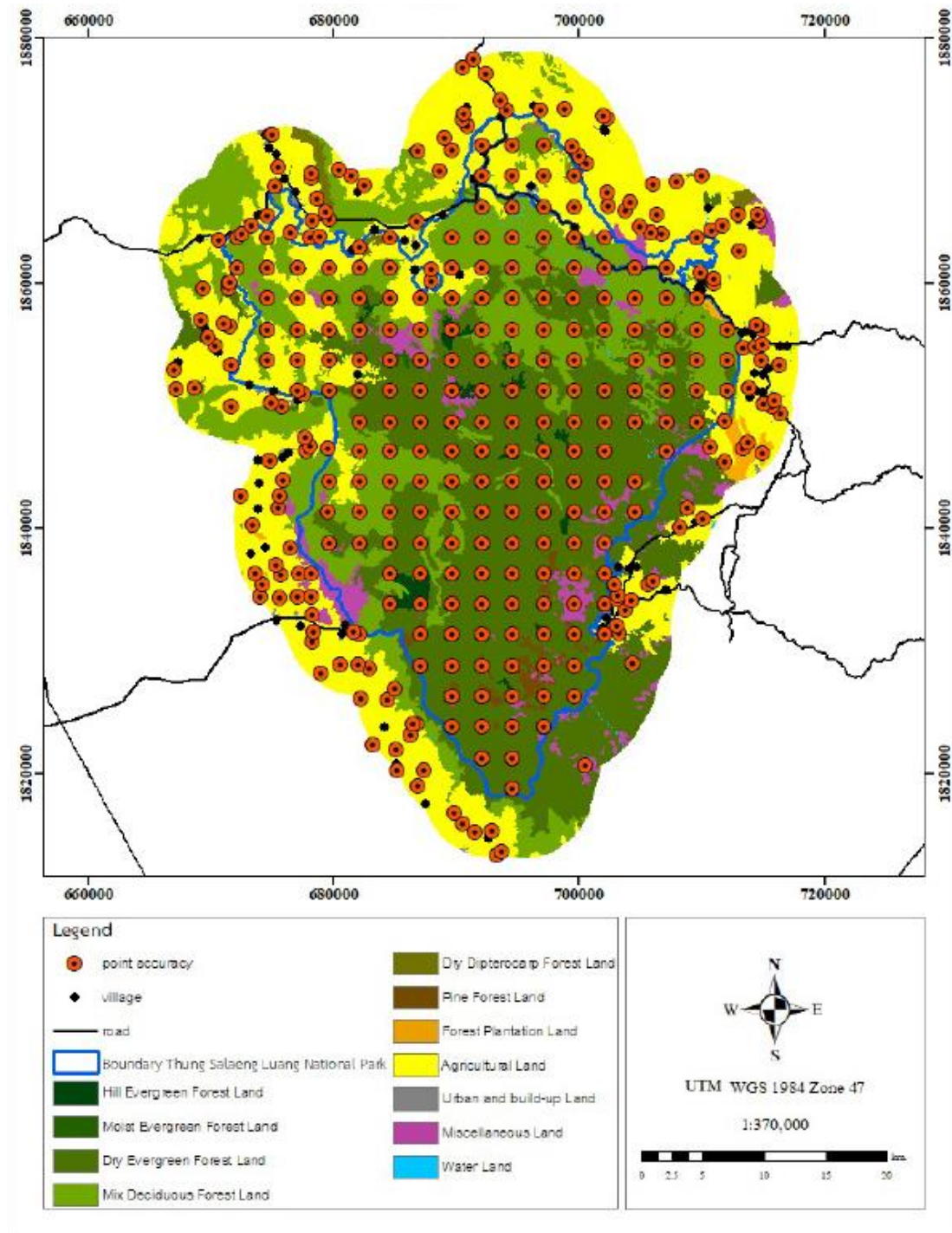


Figure 4 Validation locations for land use classification based on LANDSAT 8 satellite data in 2014



**Table 3** Accuracy of land use classification based on LANDSAT 8 satellite data in 2014

| Land use type         |    | Reference data |        |       |       |        |        |       |       |       |       |       | Total | User accuracy (%) |
|-----------------------|----|----------------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
|                       |    | HE             | ME     | DE    | MD    | DD     | PF     | FP    | A     | U     | M     | W     |       |                   |
| Interpreted data      | HE | 32             |        | 9     |       |        |        |       |       |       |       |       | 41    | 78.05             |
|                       | ME |                | 3      |       |       |        |        |       |       |       |       |       | 3     | 100.00            |
|                       | DE | 8              |        | 150   | 1     |        |        |       | 1     |       |       |       | 160   | 93.75             |
|                       | MD | 4              |        | 1     | 65    |        |        | 1     |       |       |       | 1     | 72    | 90.28             |
|                       | DD |                |        |       |       | 6      |        |       | 1     |       |       |       | 7     | 85.71             |
|                       | PF |                |        |       |       |        | 3      |       |       |       |       |       | 3     | 100.00            |
|                       | FP |                |        |       |       |        |        | 1     | 3     |       |       |       | 4     | 25.00             |
|                       | A  |                |        | 1     |       |        |        | 5     | 135   | 4     | 9     | 3     | 157   | 85.99             |
|                       | U  |                |        |       |       |        |        |       | 2     | 6     |       |       | 8     | 75.00             |
|                       | W  |                |        |       |       |        |        |       |       |       |       | 5     | 5     | 100.00            |
|                       | M  |                |        |       |       |        |        |       | 3     |       | 4     | 1     | 8     | 50.00             |
| Total                 |    | 44             | 3      | 161   | 66    | 6      | 3      | 7     | 145   | 10    | 13    | 10    | 468   |                   |
| Producer accuracy (%) |    | 72.73          | 100.00 | 93.17 | 98.48 | 100.00 | 100.00 | 14.29 | 93.10 | 60.00 | 30.77 | 50.00 |       |                   |

Overall accuracy (%) = 87.61; Kappa accuracy (%) = 83.41

**Remarks:** HE = Hill evergreen forest, ME = Moist evergreen forest, DE = Dry evergreen forest, MD = Mix deciduous forest, DD = Dry dipterocarp forest, PF = Pine forest, FP = Forest plantation, A = Agricultural, U = Urban and built-up, W = Water body, M = Miscellaneous

## การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

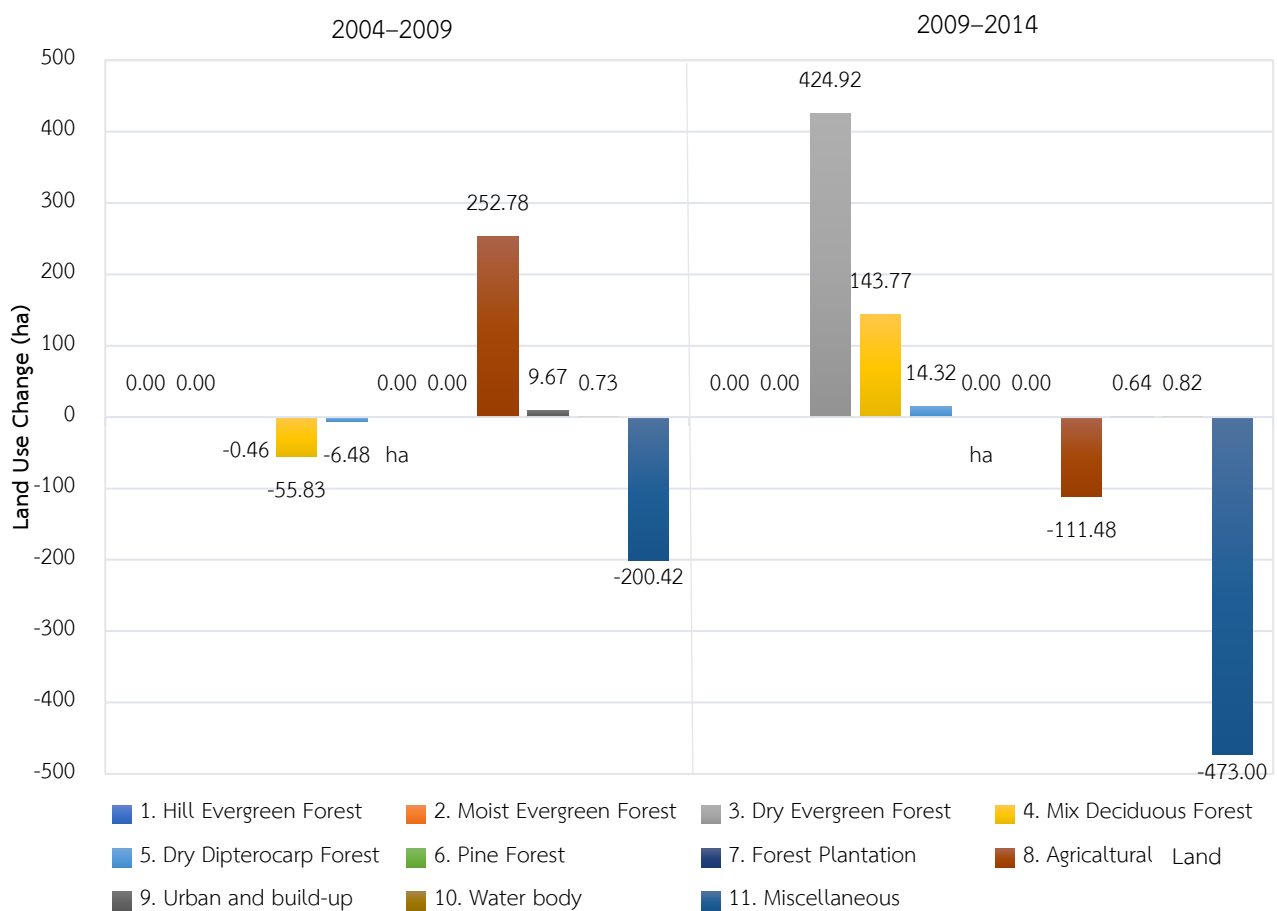
การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2552 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ทั้งหมด 526.37 เฮกตาร์ โดยพื้นที่เกษตรกรรมมีพื้นที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 252.78 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 48.02 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด รองลงมาพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างมีพื้นที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 9.67 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 1.84 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด และพื้นที่แหล่งน้ำมีพื้นที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.73 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 0.14 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด ส่วนพื้นที่เบ็ดเตล็ด มีพื้นที่ลดลงมากที่สุด เท่ากับ 200.42 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 38.08 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด รองลงมาพื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีพื้นที่ลดลง เท่ากับ 55.83 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 10.61 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด พื้นที่ป่าเต็งรังมีพื้นที่ลดลง เท่ากับ 6.48 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 1.23 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด และพื้นที่ป่าดิบแล้งมีพื้นที่ลดลง เท่ากับ 0.46 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 0.09 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด และพื้นที่ป่าดิบเขา พื้นที่ป่าดิบชื้น พื้นที่ป่าสนเขา และพื้นที่สวนป่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่

การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง ระหว่างปี พ.ศ. 2552-2557 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ทั้งหมด 1,168.95 เฮกตาร์ โดยพื้นที่ป่าดิบแล้งมีพื้นที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 424.92 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 36.35 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด รองลงมาพื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีพื้นที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 143.77 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 12.30 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด พื้นที่ป่าเต็งรัง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 14.32 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 1.23 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด พื้นที่แหล่งน้ำมีพื้นที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.82 เฮกตาร์

คิดเป็นร้อยละ 0.07 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด และพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างมีพื้นที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.64 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 0.05 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด ส่วนพื้นที่เบ็ดเตล็ด มีพื้นที่ลดลงมากที่สุด เท่ากับ 473 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 40.46 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด รองลงมาพื้นที่เกษตรกรรมมีพื้นที่ลดลง เท่ากับ 111.48 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 9.54 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด และพื้นที่ป่าดิบเขา พื้นที่ป่าดิบชื้น พื้นที่ป่าสนเขา และพื้นที่สวนป่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ สาเหตุที่พื้นที่ป่าเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากการมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้มีมาตรการในการฟื้นฟูและอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้มาโดยตลอด คือ มาตรการทวงคืนผืนป่า การฟื้นฟูป่าที่เสื่อมโทรม การควบคุมไฟป่า และมาตรการอื่น ๆ โดยในปี พ.ศ. 2551-2554 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้จัดทำแผนปฏิบัติการแก้ไขปัญหาหมอกควันและไฟป่า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกัน และลดไฟป่า จัดให้มีชุดปฏิบัติการในพื้นที่ล่อแหลมต่อการบุกรุกป่า (Pollution Control Department, 2007) และในปี พ.ศ. 2555 อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง มียุทธการทวงคืนผืนป่า จากการปลุกยงพารา และโครงการปลูกป่าต่าง ๆ เพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศให้กลับมาสมบูรณ์จากพื้นที่เกษตรเป็นพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจำเป็นต้องทราบถึงสภาพพื้นที่ สภาพสังคมพืชดั้งเดิมในการปลูกฟื้นฟู ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะดินและหิน สภาพภูมิอากาศ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศได้อย่างมีประสิทธิภาพ (DNP, 2008) จึงส่งผลให้ระหว่างปี พ.ศ. 2552 - 2557 อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงมีพื้นที่ป่าเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับรายงานโครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ปี พ.ศ. 2557-2558 ของ Royal Forest Department (2016) รายงานว่า พื้นที่ป่าไม้ในจังหวัดพิษณุโลกมีร้อยละ 36.52 จังหวัดเพชรบูรณ์มีร้อยละ 31.25 ซึ่งมีพื้นที่ป่าเพิ่มขึ้น ดัง Table 4 และ Figure 5

**Table 4** Area of land use change in Thung Salaeng Luang National Park, Phitsanulok province, 2004–2009 and 2009–2014

| Land use type          | Area change<br>2004–2009 (ha) | Area change<br>2009–2014 (ha) |
|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Hill evergreen forest  | 0.00 (0 %)                    | 0.00 (0 %)                    |
| Moist evergreen forest | 0.00 (0 %)                    | 0.00 (0 %)                    |
| Dry evergreen forest   | -0.46 (0.09 %)                | +424.92 (36.35 %)             |
| Mix deciduous forest   | -55.83 (10.61 %)              | +143.77 (12.30 %)             |
| Dry dipterocarp forest | -6.48 (1.23 %)                | +14.32 (1.23 %)               |
| Pine forest            | 0.00 (0 %)                    | 0.00 (0 %)                    |
| Forest plantation      | 0.00 (0 %)                    | 0.00 (0 %)                    |
| Agricultural land      | +252.78 (48.02 %)             | -111.48 (9.54 %)              |
| Urban and built-up     | +9.67 (1.84 %)                | +0.64 (0.05 %)                |
| Water body             | +0.73 (0.14 %)                | +0.82 (0.07 %)                |
| Miscellaneous          | -200.42 (38.08 %)             | -473 (40.46 %)                |
| <b>Total</b>           | <b>526.37</b>                 | <b>1,168.95</b>               |

**Figure 5** Land use change in Thung Salaeng Luang National Park, Phitsanulok province, during 2004–2009 and 2009–2014

# การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การคาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2557 เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2547-2552 โดยใช้แบบจำลอง Land change modeler ร่วมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวขับเคลื่อน ได้แก่ ความลาดชัน ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะห่างจากหมู่บ้าน และระยะห่างจากถนน แล้วนำมาประมวลผลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2557 เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Land change modeler พบว่า แนวโน้มการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2557 มีพื้นที่ทั้งหมด 126,240 เฮกตาร์ ประกอบด้วย 11 ประเภท ได้แก่ ป่าดิบเขา จำนวน 2,260.18 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 1.79 ของพื้นที่ทั้งหมด ป่าดิบชื้น จำนวน 199.14 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 0.16 ของพื้นที่ทั้งหมด ดิบแล้ง จำนวน 60,972.71 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 48.30 ของพื้นที่ทั้งหมด ป่าเบญจพรรณ จำนวน 36,825.96 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 29.17 ของพื้นที่ทั้งหมด ป่าเต็งรัง จำนวน 507.30 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 0.40 ของพื้นที่ทั้งหมด ป่าสนเขา จำนวน 1,804.69 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 1.43 ของพื้นที่ทั้งหมด สวนป่า จำนวน 237.46 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 0.19 ของพื้นที่ทั้งหมด เกษตรกรรม จำนวน 17,514.55 เฮกตาร์ คิดเป็น

ร้อยละ 13.87 ของพื้นที่ทั้งหมด ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง จำนวน 112.21 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 0.09 ของพื้นที่ทั้งหมด เบ็ดเตล็ด จำนวน 5,509.14 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 4.36 ของพื้นที่ทั้งหมด และแหล่งน้ำ จำนวน 296.66 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 0.12 ของพื้นที่ทั้งหมด

การตรวจสอบความถูกต้องของการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงในปี พ.ศ. 2557 ดำเนินการโดยใช้ข้อมูลการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2558 (เนื่องจากข้อมูลการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2557 ไม่มีให้บริการ) ในการตรวจสอบความถูกต้องพบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวม เท่ากับร้อยละ 85.26 และค่าสถิติแคปปา เท่ากับร้อยละ 80.18 ซึ่งมีค่าความถูกต้องและความสอดคล้องของข้อมูลอยู่ในเกณฑ์สูง จึงสามารถนำแบบจำลอง Land change modeler ไปวิเคราะห์ในปี พ.ศ. 2573 ต่อไปได้

การคาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2573 เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระหว่างปีพ.ศ. 2552-2557 โดยใช้แบบจำลอง Land change modeler ร่วมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวขับเคลื่อน ได้แก่ ความลาดชัน ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะห่างจากหมู่บ้าน และระยะห่างจากถนน ดัง Figure 6

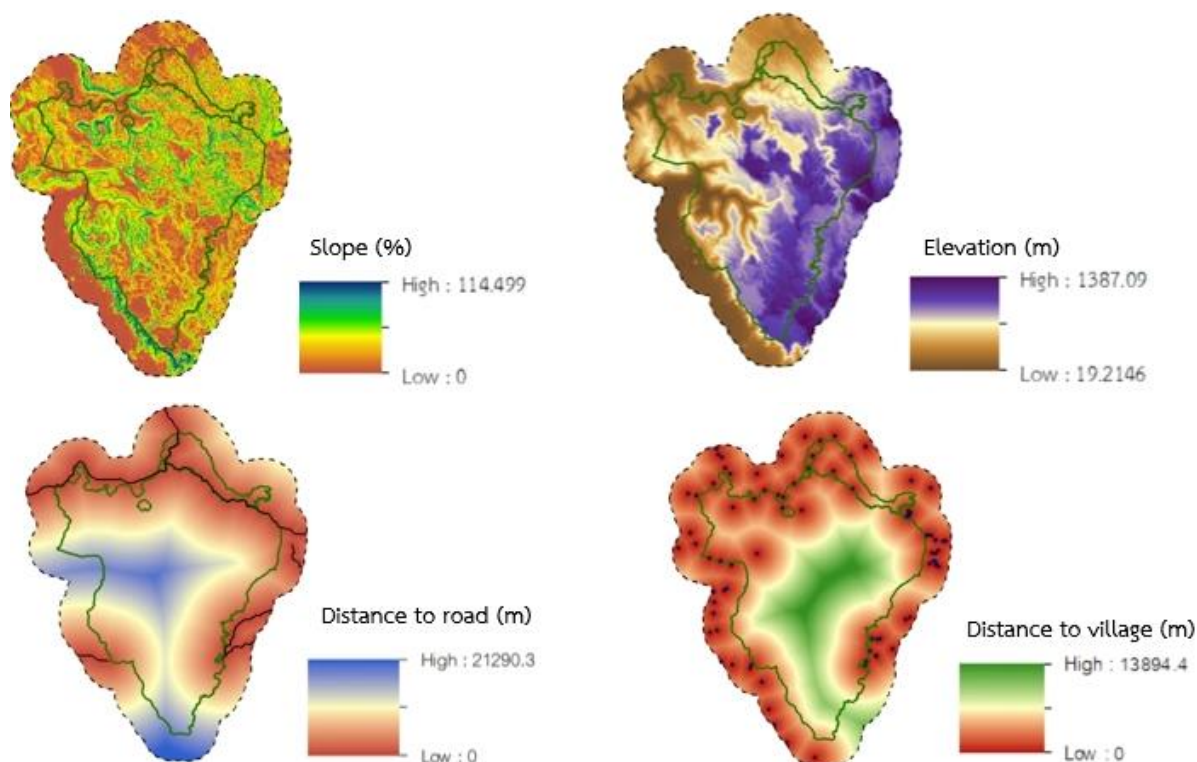


Figure 6 Driver variables for predicting land use in Thung Salaeng Luang National Park

จากแบบจำลองดังกล่าว พบว่า แนวโน้มการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2573 มีพื้นที่ทั้งหมด 126,240 เฮกตาร์ ประกอบด้วย 11 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าดิบเขา จำนวน 2,260.18 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 1.79 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ป่าดิบชื้น จำนวน 199.14 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.16 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ป่าดิบแล้ง จำนวน 61,132.08 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 48.43 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ป่าเบญจพรรณ จำนวน 34,519.44 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 27.34 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ป่าเต็งรัง จำนวน 503.65 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.40 ของพื้นที่

ทั้งหมด พื้นที่ป่าสนเขา จำนวน 1,804.69 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 1.43 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่สวนป่า จำนวน 237.46 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.19 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่เกษตรกรรม จำนวน 20,777.29 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 16.46 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง จำนวน 277.51 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.22 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่เบ็ดเตล็ด จำนวน 4,231.08 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 3.35 ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่แหล่งน้ำ จำนวน 297.48 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.24 ของพื้นที่ทั้งหมด รายละเอียด ดัง Table 5 และ Figure 7

**Table 5** Land use type prediction for Thung Salaeng Luang National Park in 2030 using land change modeler

| Land use type          | Prediction of area in 2030 |               |
|------------------------|----------------------------|---------------|
|                        | (ha)                       | (%)           |
| Hill evergreen forest  | 2,260.18                   | 1.79          |
| Moist evergreen forest | 199.14                     | 0.16          |
| Dry evergreen forest   | 61,132.08                  | 48.43         |
| Mix deciduous forest   | 34,519.44                  | 27.34         |
| Dry dipterocarp forest | 503.65                     | 0.40          |
| Pine forest            | 1,804.69                   | 1.43          |
| Forest plantation      | 237.46                     | 0.19          |
| Agricultural land      | 20,777.29                  | 16.46         |
| Urban and built-up     | 277.51                     | 0.22          |
| Water body             | 297.48                     | 0.24          |
| Miscellaneous          | 4,231.08                   | 3.35          |
| <b>Total</b>           | <b>126,240.00</b>          | <b>100.00</b> |

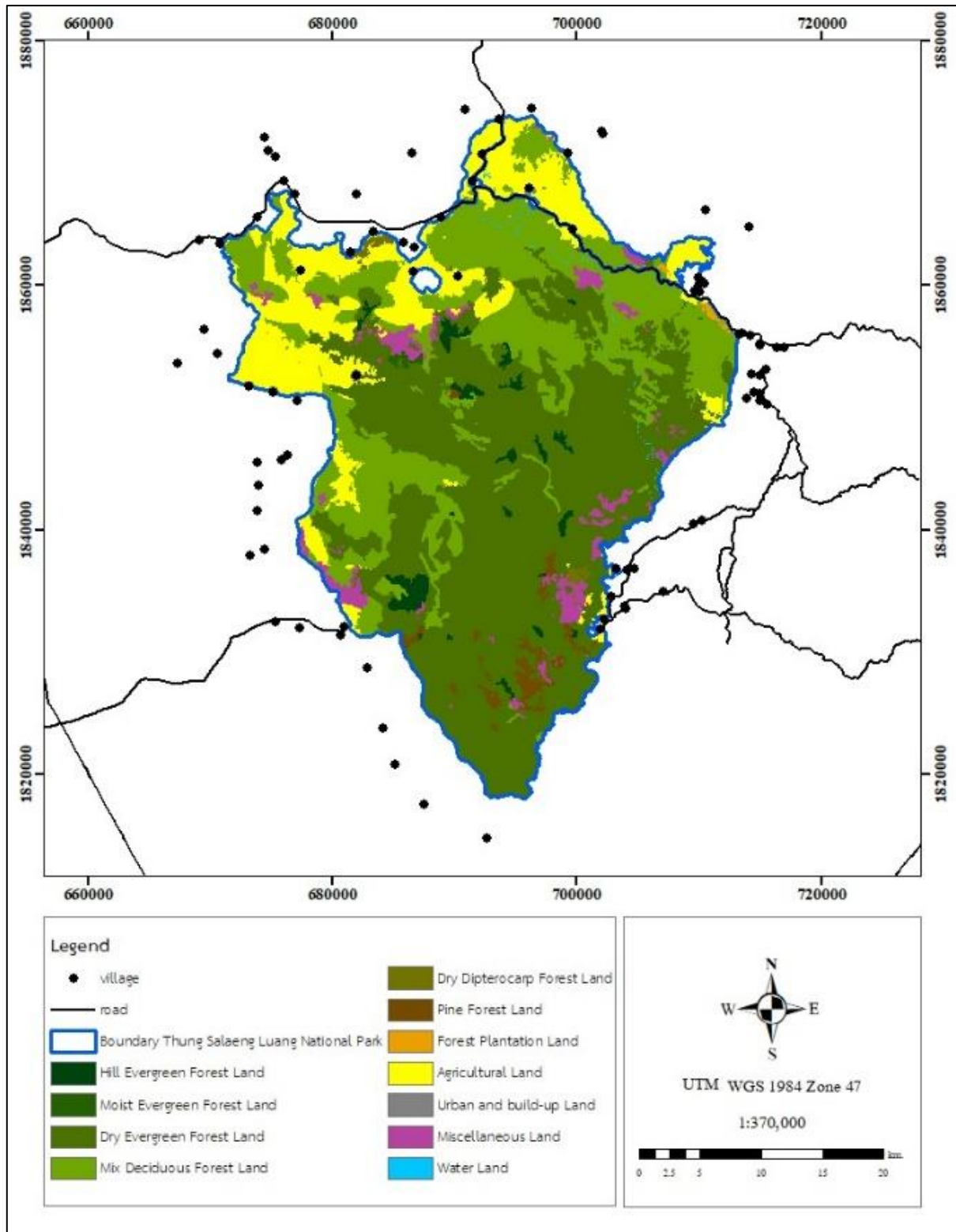


Figure 7 Prediction of land use in 2030 for Thung Salaeng Luang National Park

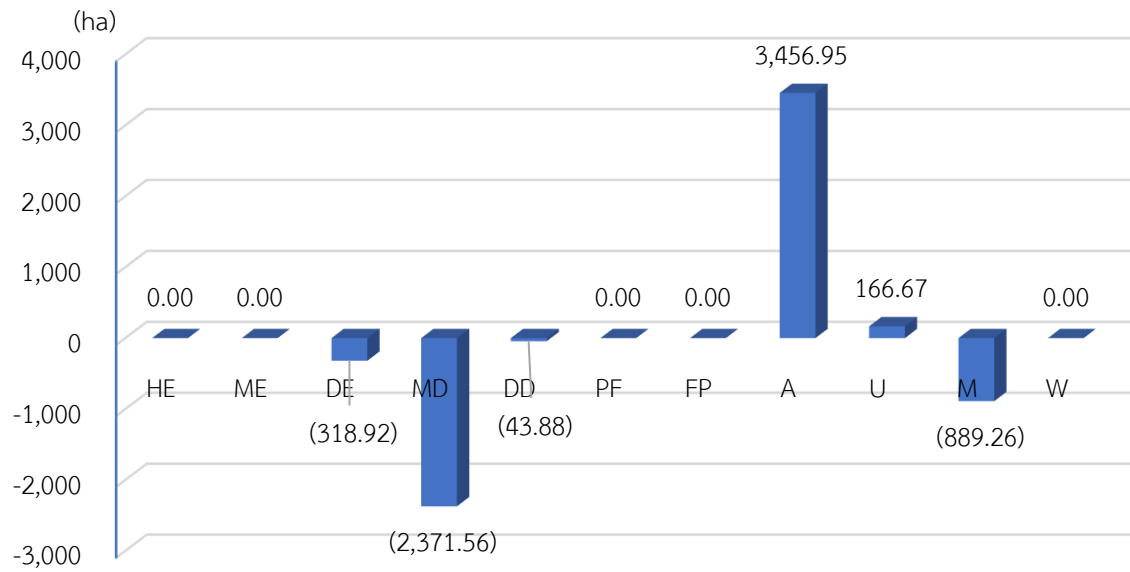


การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง ระหว่างปี พ.ศ. 2557–2573 คาดการณ์ว่า มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ทั้งหมด 7,247.24 เฮกตาร์ โดยพื้นที่เกษตรกรรมมีพื้นที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 3,456.95 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 47.70 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด รองลงมาพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 166.67 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 2.30 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีพื้นที่ลดลงมากที่สุด คือ พื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีพื้นที่ลดลง เท่ากับ 2,371.56 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 32.72 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด รองลงมาพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีพื้นที่ลดลง เท่ากับ 889.26 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 12.27 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด พื้นที่ป่าดิบแล้ง มีพื้นที่ลดลง เท่ากับ 318.92 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 4.40 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด พื้นที่ป่าเต็งรัง มีพื้นที่ลดลง เท่ากับ 43.88 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 0.61 ของพื้นที่การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด และพื้นที่ป่าดิบเขา พื้นที่ป่าดิบชื้น พื้นที่ป่าสนเขา และพื้นที่สวนป่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ (Table 6) (Figure 8-Figure 9) เนื่องจากในพื้นที่อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง มีการทำเกษตรกรรมในพื้นที่อยู่แล้ว และมีพื้นที่ชุมชนอยู่ใกล้ขอบเขต อีกทั้งยังมีถนนทางหลวงหมายเลข 12 พาดผ่านพื้นที่

อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการถูกบุกรุก สอดคล้องกับการศึกษาของ Jirapong and Rojanatrakul (2021) อธิบายว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างมาก เกิดจากหลายสาเหตุ โดยเฉพาะมนุษย์เป็นสาเหตุหลัก ที่ทำให้ทรัพยากรป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง และแหล่งน้ำ เนื่องจากเมื่อประชากรเพิ่มสูงขึ้น ความต้องการใช้ที่ดินเพื่อปลูกสร้างที่อยู่อาศัย ทำการเกษตร และสร้างสาธารณูปโภคต่าง ๆ ก็สูงขึ้นตามไปด้วย จึงทำให้เกิดการลักลอบตัดไม้ทำลายป่า การเผาป่า และการบุกรุกทำลายป่า เป็นต้น และการศึกษาของ Grainger (1993) อธิบายว่า การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ เกิดจากการกระทำของมนุษย์ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมากกว่าการเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เนื่องจากมนุษย์มีความต้องการใช้ที่ดินในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ดังนั้นอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวงควรกำหนดมาตรการป้องกันการตัดไม้ทำลายป่า โดยส่งเสริมการดำเนินการด้านการบริหารจัดการป่าไม้ทุกประเภทอย่างยั่งยืน หยุดยั้งการตัดไม้ทำลายป่า พื้นที่ป่าที่เสื่อมโทรม โดยการยึดคืนพื้นที่ป่า ยับยั้งการบุกรุกป่า จัดตั้งหน่วยเฉพาะกิจ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการป้องกันและปราบปรามการตัดไม้ทำลายป่า และต้องดำเนินการอย่างเข้มงวดและต่อเนื่อง

**Table 6** Land use change in Thung Salaeng Luang National Park, Phitsanulok province, between 2014 and 2030

| Land use type          | Area in 2014 (ha) | Area in 2030 (ha) | Area change (ha) | Area change (%) |
|------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| Hill evergreen forest  | 2,260.18          | 2,260.18          | 0.00             | 0.00            |
| Moist evergreen forest | 199.14            | 199.14            | 0.00             | 0.00            |
| Dry evergreen forest   | 61,451.00         | 61,132.08         | -318.92          | 4.40            |
| Mix deciduous forest   | 36,891.00         | 34,519.44         | -2,371.56        | 32.72           |
| Dry dipterocarp forest | 547.53            | 503.65            | -43.88           | 0.61            |
| Pine forest            | 1,804.69          | 1,804.69          | 0.00             | 0.00            |
| Forest plantation      | 237.46            | 237.46            | 0.00             | 0.00            |
| Agricultural land      | 17,320.34         | 20,777.29         | +3,456.95        | 47.70           |
| Urban and built-up     | 110.84            | 277.50            | +166.67          | 2.30            |
| Water body             | 297.48            | 297.48            | 0.00             | 0.00            |
| Miscellaneous          | 5,120.34          | 4,231.08          | -889.26          | 12.27           |
| <b>Total</b>           | <b>126,240.00</b> | <b>126,240.00</b> | <b>7,247.24</b>  | <b>100.00</b>   |



**Figure 8** Land use change in Thung Salaeng Luang National Park, Phitsanulok Province, between 2014 and 2030.

**Remarks:** HE = Hill evergreen forest, ME = Moist evergreen forest, DE = Dry evergreen forest, MD = Mix deciduous forest, DD = Dry dipterocarp forest, PF = Pine forest, FP = Forest plantation, A = Agricultural land, U = Urban and built-up, W = Water body, M = Miscellaneous



**Figure 9** Map of land use changes between 2014 and 2030 for Thung Salaeng Luang National Park

## การคาดการณ์การกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้ ปี พ.ศ. 2573

จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2557 ข้อมูลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2573 และข้อมูลปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้แต่ละประเภทมาวิเคราะห์การคาดการณ์การกักเก็บคาร์บอนในปี พ.ศ. 2573 โดยใช้แบบจำลอง Ecosystem services modeler พบว่า ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้ในปี พ.ศ. 2557 เท่ากับ 10,033,789 ตันคาร์บอน การกักเก็บ

คาร์บอนของป่าไม้ในปี พ.ศ. 2573 เท่ากับ 9,766,154 ตันคาร์บอน แสดงว่า ในปี พ.ศ. 2557-2573 มีแนวโน้มการปล่อยคาร์บอนของป่าไม้ เท่ากับ 267,635 ตันคาร์บอน ซึ่งจากข้อมูลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2573 พบว่า พื้นที่เกษตรกรรม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมา พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ส่วนพื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีแนวโน้มลดลงมากที่สุด รองลงพื้นที่ป่าดิบแล้ง และพื้นที่ป่าเต็งรัง จึงส่งผลให้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้ในปี พ.ศ. 2573 ลดลง และทำให้ช่วงเวลา พ.ศ. 2557-2573 มีแนวโน้มการปล่อยคาร์บอน ดัง Table 7

**Table 7** Carbon sequestration prediction for Thung Salaeng Luang National Park in 2030 using ecosystem services modeler

| Carbon storage and sequestration prediction |               |
|---------------------------------------------|---------------|
| Total currently stored carbon               | 10,033,789 tC |
| Total scenario stored carbon                | 9,766,154 tC  |
| Total sequestered carbon                    | - 267,635 tC  |

## สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาข้างต้น พบว่า มีประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด 11 ประเภท ได้แก่ ป่าดิบเขา ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าสนเขา สวนป่า เกษตรกรรม ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง เบ็ดเตล็ด และแหล่งน้ำ สำหรับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2547-2552 พบว่า พื้นที่เกษตรกรรมมีพื้นที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมา ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และแหล่งน้ำ ในขณะที่เบ็ดเตล็ด ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และป่าดิบแล้ง มีพื้นที่ลดลง ส่วนในช่วงปี พ.ศ. 2552-2557 พื้นที่เกษตรกรรม มีพื้นที่ลดลง แต่ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง มีพื้นที่เพิ่มขึ้น สำหรับชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และแหล่งน้ำ มีพื้นที่เพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ผลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2573 พบว่า พื้นที่เกษตรกรรม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ส่วนพื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีแนวโน้มลดลงมากที่สุด รองลงมาเบ็ดเตล็ด ป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรัง และผลการคาดการณ์การกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้ในปี พ.ศ. 2573 พบว่า ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้มีแนวโน้มลดลง 267,635 ตันคาร์บอน เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนพื้นที่ป่าไม้มีแนวโน้มลดลง จึงส่งผลให้การกักเก็บคาร์บอนของภาคป่าไม้ลดลงตามไปด้วย และทำให้ไม่เป็นไปตามเป้าหมายสำคัญที่ประเทศไทยประกาศไว้ว่าจะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 40 ภายในปี พ.ศ. 2573 และจะเป็นกลางทางคาร์บอน (carbon neutrality) ในปี พ.ศ. 2593 จึงเห็นควรให้

อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง มีมาตรการป้องกันการตัดไม้ทำลายป่าแบบเชิงรุก พื้นที่ป่าที่เสื่อมโทรมเพื่อเพิ่มพื้นที่การกักเก็บคาร์บอน และส่งเสริมการมีส่วนร่วมทุกภาคส่วนในการป้องกันและปราบปรามการตัดไม้ทำลายป่า ซึ่งต้องดำเนินการอย่างเข้มงวดและต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ในการเป็นแหล่งดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในอนาคตเพิ่มขึ้นต่อไป

## คำนิยาม

ขอขอบคุณกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่อนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับใช้ในการศึกษาวิจัยในพื้นที่อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง

## REFERENCES

- Chuchip, K. 2018. Accuracy Assessment: Remote Sensing Technical Note No. 3. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Clark Lab. 2020. IDRISI Spotlight: The Land Change Modeler. Clark Labs, Clark University, USA.
- Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation (DNP). 2008. Guidelines for Restoring Forest Conditions in Protected Areas that does not Use the Upstream Area. Protected Area Rehabilitation and Development Office, Bangkok, Thailand. (in Thai)

- Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation (DNP). 2021. **Statistical Information 2021**. <https://www.dnp.go.th/statistics/2564/index.html>, 10 March 2023. (in Thai)
- Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation (DNP). 2023. **Thung Salaeng Luang National Park (Thung Salaeng Luang)**. <https://portal.dnp.go.th/Content/nationalpark?contentId=737>, 15 November 2023. (in Thai)
- Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. 2009. **Space Technology and Geo-Informatics** Amarin Printing & Publishing, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Global Compact Network Thailand. 2021. **The COP26 Conference and the Elevation of Sustainable Lifestyles that Raise Awareness about the Environment, Economy, and Society: Realistic Implementation**. <https://globalcompact-h.com/news/detail/632>, 15 November 2023. (in Thai)
- Grainger, A. 1993. **Controlling Tropical Deforestation**. Routledge, London, UK.
- Jirapong, S., Rojanatrakul, T. 2021. Promote Sustainable Conservation of Forest Resources. **Journal of Roi Kaensarn Academi**, 6(10): 441-458 (in Thai)
- Kongsawi, V., Arunpraparut, W., Riantrakool, L. 2020. Application of geo-informatics in predicting forest land use at the Doi Inthanon National Park, Chiang Mai province. **Thai Journal of Forestry**, 39(2): 77-90. (in Thai)
- Lamsa, S. 2016. **Land Use Change Factors and Forest Protection Guidelines in Huai Yang Waterfall National Park, Prachuap Khiri Khan**. M.S. Thesis, National Institute of Development Administration, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- National Nanotechnology Center. 2024. **NCAS Nanocatalysis and Molecular Simulation**. <https://shorturl.asia/l6qNL>, 25 February 2024.
- Piyathilake, U., Udayakumara, E.P.N., Ranaweera, L.V., Gunatilake, S. 2022. Modeling predictive assessment of carbon storage using InVEST model in Uva province, Sri Lanka. **Modeling Earth Systems and Environment**, 8: 1-11.
- Pollution Control Department. 2007. **Action Plan for Solving Smog and Forest Fire Problems for 2008-2011**. <https://www.pcd.go.th/strategy>, 22 June 2024. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2016. **Project to Prepare Information on the Condition of Forest Areas in the Year 2014-2015**. [https://www.forest.go.th/land/wp-content/uploads/sites/29/2016/06/Complete report - 2015.pdf](https://www.forest.go.th/land/wp-content/uploads/sites/29/2016/06/Complete%20report%202015.pdf), 20 February 2024. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2023. **Project to Prepare Information on the Condition of Forest Areas in the Year 2023**. [https://www.forest.go.th/land/Report on project preparation -12/, 3 March 2024](https://www.forest.go.th/land/Report%20on%20project%20preparation%20-%2012%2F2023.pdf). (in Thai)
- Sharp, R., Chaplin-Kramer, R., Wood, S., Guerry, A., Tallis, H., Ricketts, T., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D.R., Arkema, K., Lonsdorf, E., Douglass, J. 2018. **InVEST 3.6.0 User's Guide**. The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund, Minneapolis, USA.
- Tiansuwan, A., Pattaratuma, A. 2021. Impacts of the infrastructure construction on land use change in Bang Khanun subdistrict, Bang Krui district, Nonthaburi province. **Thai Journal of Forestry**, 27(2): 41-47 (in Thai)
- Wiyantont, T., Chompuchan, C., Taesombat, W. 2020. Land use forecasting in Huai Phak subbasin, Phetchaburi province using CA-Markov model. In: **The 21<sup>st</sup> TSAE National Conference**. Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand, pp. 250-257 (in Thai)