

Short communications

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยแบบจำลอง CA-Markov
บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี

Application of CA-Markov Model to Predict Land Use Changes
in Khao Soi Dao Wildlife Sanctuary, Chanthaburi Province

สุวิมล ตันศิริ^{1,2*}

วันชัย อรุณประภารัตน์¹

วีระภาส คุณรัตนศิริ¹

Suwimon Tonsiri^{1,2*}

Wanchai Arunpraparut¹

Weeraphart Khunrattanasiri¹

¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand

² ส่วนภูมิสารสนเทศป่า สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Forest Geo-Info Division, Forest Land Management Bureau, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Linla_la@hotmail.com

รับต้นฉบับ 18 พฤษภาคม 2561

รับลงพิมพ์ 18 มิถุนายน 2561

ABSTRACT

The study is aimed to apply GeoInformatics technology for monitoring land use change between 1990-2001 and 2001-2012, and CA-Markov model was employed for predicting land use in 2023. The overall accuracy assessment of image classification was 92.00% and the Kappa statistics was ๐.๘๙๙๓.

The results of land use change between 1990-2001 shown that the area of perennial, urban, water bodies and other area were increased as 4.95%, 2.29%, 0.07%, 0.๐3% and 0.09%, respectively. In the meantime forest area was decreased 0.85% to be crop land orchard and perennial, respectively. While the land use change between 2001-2012 found that the orchard and perennial were still increased as 2.50% and 0.75%, respectively. The mostly forest area was changed 0.11% to be orchard, perennial and other area. The prediction of future land use pattern in 2023 based on transformation matrix between 2001-2012 found 7 land use classes as the forest area orchard perennial crop land urban water bodies and other area for 79.22% , 7.44%, 7.12%, 5.50%, 0.34%, ๐.๒๗% and 0.11%, respectively.

Key words: GeoInformatics, CA-Markov Model, Khao Soi Dao Wildlife Sanctuary

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี และการคาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต โดยจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2533, 2544 และ 2555 จากข้อมูลภาพถ่ายเทียม Landsat-5 ระบบ TM โดยอาศัยหลักการรู้จำวัตถุ (Object Recognition) จำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ ไม้ยืนต้น สวนผลไม้ พืชไร่ พื้นที่ชุมชน แหล่งน้ำ และ พื้นที่อื่นๆ

ผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในช่วงปี พ.ศ. 2533-2544 พื้นที่สวนผลไม้ ไม้ยืนต้น พื้นที่ชุมชน แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่นๆ มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 36.85 17.03 0.52 0.23 และ 0.7 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 4.95 2.29 0.07 0.03 และ 0.09 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนพืชไร่และพื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ลดลง 49.00 และ 6.34 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 6.58 และ 0.85 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ ในช่วงปีนี้พื้นที่ป่าไม้ถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพืชไร่ สวนผลไม้ และ ไม้ยืนต้น ขณะที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2555 พบว่า พื้นที่สวนผลไม้ และ ไม้ยืนต้นมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 18.64 และ 5.58 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 2.50 และ 0.75 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนพืชไร่และพื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ลดลง 22.45 และ 0.82 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 3.02 และ 0.11 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ โดยพื้นที่ป่าไม้ถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นสวนผลไม้ ไม้ยืนต้น และพื้นที่อื่นๆ และผลจากการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2566 ด้วยแบบจำลอง CA-Markov โดยใช้ฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2555 พบว่า พื้นที่ป่าไม้ในอนาคตมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ แบบจำลอง CA-Markov เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาด้านป่าไม้และสิ่งแวดล้อมอย่างมาก ซึ่งปรากฏให้เห็นในลักษณะความเสื่อมโทรมของทรัพยากรป่าไม้ โดยเมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ความต้องการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อปลูกสร้างที่อยู่อาศัยและที่ดินทำกินสูงขึ้น มีส่วนทำให้ราษฎรเข้าไปบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ แคว้นป่า หรือเผาป่าทำไร่เลื่อนลอย นอกจากนี้ยังมีนายทุนที่ดินที่จ้างวานให้ราษฎรเข้าไปบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อจับจองที่ดินไว้ขาย ซึ่งเป็นผลให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่อง สัตว์ป่า และพรรณพืชหลายชนิดใกล้สูญพันธุ์

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว เป็นผืนป่าที่มีความสำคัญแห่งหนึ่งของประเทศไทยและเป็นป่าต้นน้ำลำธารที่สำคัญของภาคตะวันออก พื้นที่ประกอบด้วยส่วนที่เป็นภูเขาสูงชัน และส่วนที่เป็นพื้นราบและค่อนข้างราบทางตอนบนซึ่งต่อเนื่องกับเขตรักษาพันธุ์

สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน โดยภาพรวมแล้วพื้นที่บนภูเขาซึ่งสภาพของความเป็นป่าธรรมชาติอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าดิบแล้งซึ่งมีพื้นที่มากที่สุด พบป่าเบญจพรรณทางตะวันออกซึ่งมีเนื้อที่ไม่มากนัก บริเวณทางตอนบนของพื้นที่เขตรักษาพันธุ์ประสบปัญหาอย่างมากในด้านการคุกคามต่อทรัพยากรธรรมชาติภายในพื้นที่ เช่น การล่าสัตว์ป่า การเก็บหาของป่า และการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าเพื่อเข้าทำเกษตรกรรมเป็นจำนวนมาก จึงทำให้เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาวประสบกับปัญหาการบุกรุกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน (กรมป่าไม้, 2545) แม้ว่าจะมีการลาดตระเวนของเจ้าหน้าที่จากหน่วยป้องกันรักษาและดูแลผืนป่าอย่างเข้มงวดแล้วก็ตาม (สมนิมิตร และคณะ, 2560) แต่ยังคงมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงไปในทางลบเนื่องจากมีประชากรอาศัยโดยรอบต้องการพื้นที่ทำกินจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณขอบแนวเขตอยู่ตลอดเวลา

การศึกษาครั้งนี้ได้นำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics) ซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยีการสำรวจจากระยะไกล (Remote Sensing: RS) มาใช้ในการแปลวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินและติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งในอดีตถึงปัจจุบัน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) สำหรับจัดทำฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้ระบบ GIS แล้ววิเคราะห์ค่าการถดถอยแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตด้วยแบบจำลอง CA-Markov บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนวิธีการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในระยะยาวได้อย่างเป็นระบบ

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 จากกรมแผนที่ทหาร ข้อมูลภาพถ่ายออร์โธรีปี พ.ศ. 2545 ของกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 ระบบ MSS ปี พ.ศ. 2533 (1990) และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 ระบบ TM ปี พ.ศ. 2544 (2001) และปี พ.ศ. 2555 (2012) Path 128 Row 51 ครอบคลุมพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลกและโปรแกรมประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและโปรแกรมสำเร็จรูประบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การจัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Data Preparation) ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 ระบบ MSS บันทึกข้อมูลในปี พ.ศ. 2533 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 ระบบ TM ปี พ.ศ. 2544 และปี พ.ศ. 2555 โดยเลือกแบนด์ 4 5 3 (R G B) ข้อมูลภาพถ่ายออร์โธรีปี พ.ศ. 2545 และข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ

2. การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) เพื่อปรับตำแหน่งของจุดภาพ (Pixel) ให้มีความถูกต้องตามตำแหน่งทางภาคพื้นดินในระบบ UTM WGS 1984 โซน 48 โดยการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point) ที่ปรากฏเด่นชัดบนข้อมูลภาพถ่ายออร์โธรีหรือจุดอ้างอิงจากภาคสนาม และควบคุมค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (RMSe) ไม่เกินควรเกิน 1 จุดภาพ (30×30 เมตร)

3. การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Image Enhancement) เพื่อเน้นรายละเอียดความชัดเจนของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ภาพสีผสมเท็จของแบนด์ 4 5 3 (R G B) โดยเลือกใช้วิธีแบบ Linear Stretching มีรูปลักษณะที่ปรากฏขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงค่า Look Up Table ให้ได้ผลการเน้นภาพที่เหมาะสมซึ่งจะทำให้ผู้แปลสามารถจำแนกประเภทข้อมูลด้วยสายตาได้ชัดเจนและง่ายยิ่งขึ้น (จรัญธร, 2546)

4. การแปลตีความ และวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Image Interpretation) เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยสายตา (Visual Interpretation) โดยอาศัยหลักการรู้จักวัตถุ (Object Recognition) คือ สีและความเข้มของสี รูปร่าง ขนาด เนื้อภาพ ความสูงและเงารูปแบบเฉพาะทาง ถิ่นที่ตั้ง และสิ่งแวดล้อมข้างเคียง (Lillesand., Kiefer, and Chipman, 2015) ในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ ไม้ยืนต้น สวนผลไม้ พืชไร่ พื้นที่ชุมชน แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่นๆ ตามหลักการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของกองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2542

5. การประเมินค่าความถูกต้อง (Accuracy Assessment) และตรวจสอบความถูกต้องในภาคสนาม (Classification Accuracy) โดยการสุ่มตัวอย่างของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินบนข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม กับผลการตรวจสอบภาคพื้นดิน (Congalton, 1991) โดยสร้างตารางประเมินความถูกต้อง เพื่อคำนวณความถูกต้องโดยรวม ด้วยวิธีการวิเคราะห์ตารางความคลาด

เคลื่อน (Error Matrix) และวิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีแคปป่า (Kappa Index) โดยสามารถคำนวณได้ ดังนี้

ค่าความถูกต้องทั้งหมด =

$$\frac{\text{ผลบวกของจำนวนตัวอย่างที่ถูกต้องของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน} \times 100}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมด}}$$

สำหรับค่าความถูกต้องของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\frac{\text{ค่าความถูกต้องของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน} \times 100}{\text{จำนวนตัวอย่างที่ถูกต้อง} \times 100}$$

6. การจัดทำฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยระบบ GIS เพื่อคำนวณพื้นที่แต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโดยอาศัยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay Operation) แบบ Union ของข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ช่วงเวลา และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโดยวิธีการ Cross Tabulation เพื่อหาสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง (สุพรรณิ, 2546) และวิเคราะห์เมทริกซ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2533-2544 และปี พ.ศ. 2544-2555

7. การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตด้วยแบบจำลอง CA-MARKOV ดังนี้

7.1 คาดการณ์การณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2555 จากการวิเคราะห์เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2533-2544 โดยกำหนดสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Transitional Area) และความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท (Probability of Changing) นำไปวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง CA-Markov เพื่อการคาดการณ์รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ.

2555 แล้วเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากแบบจำลองกับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจริงในปี พ.ศ. 2555 จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

7.2 คาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2556 นำผลจากการวิเคราะห์เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2544-2555 และหาสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงและความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงแล้ววิเคราะห์ด้วยกระบวนการแบบจำลอง CA-Markov เพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดินใน พ.ศ. 2566 และทำการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2555-2566

7.3 คาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี ด้วยแบบจำลอง Markov จากฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2533-2544 และระหว่างปี พ.ศ. 2544-2555

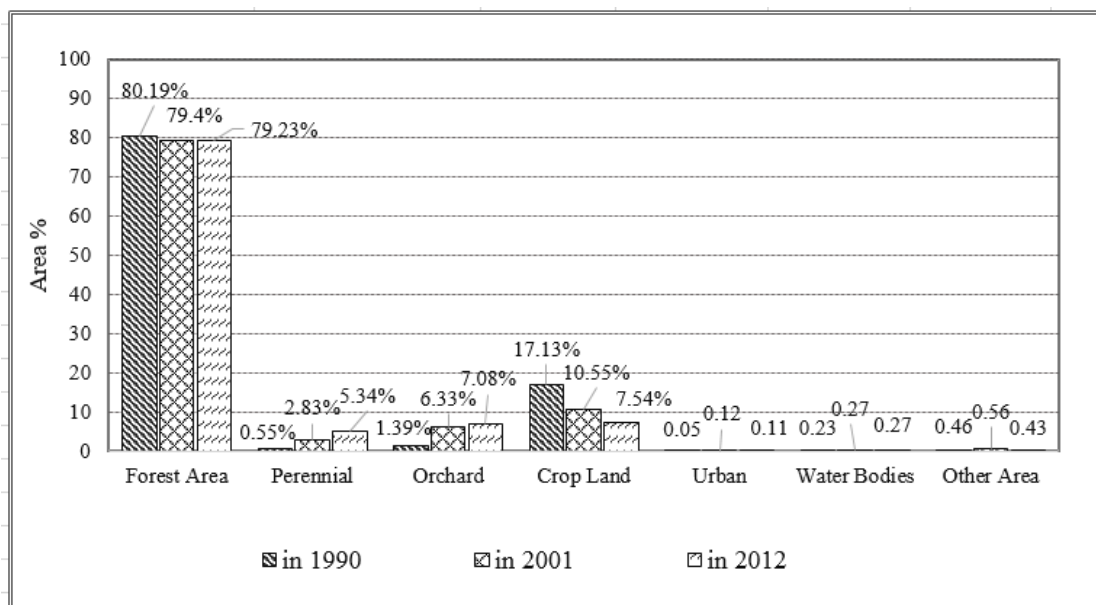
ผลและวิจารณ์

1. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2533 ปี พ.ศ. 2544 และปี พ.ศ. 2555 ในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี ครอบคลุมพื้นที่ 744.83 ตร.กม. พบว่ามีรูปแบบประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 7 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ ไม้ยืนต้น สวนผลไม้ พืชไร่ พื้นที่ชุมชน แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่นๆ ซึ่งในพื้นที่ศึกษาครอบคลุมด้วยพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด รองลงมาเป็นพืชไร่ และสวนผลไม้ ตามลำดับของทุกช่วงปีศึกษา รายละเอียดแสดงใน Table 1 และ Figure 1

Table 1 Land Use Classification of Khao Soi Dao Wildlife Sanctuary, Chanthaburi Province in 1990, 2001 and 2012.

Land use Classified	Area: km ² (%)		
	in 1990	in 2001	in 2012
Forest Area (FOR)	597.31 (80.19%)	590.97 (79.34%)	590.15 (79.23%)
Perennial (PER)	4.07 (0.55%)	21.11 (2.83%)	39.75 (5.34%)
Orchard (ORD)	10.33 (1.39%)	47.18 (6.33%)	52.76 (7.08%)
Crop Land (CRL)	127.58 (17.13%)	78.58 (10.55%)	56.12 (7.54%)
Urban (URB))	0.34 (0.05%)	0.86 (0.12%)	0.84 (0.11%)
Water Bodies (WTB)	1.75 (0.23%)	1.98 (0.27%)	1.98 (0.27%)
Other Area (OTH)	3.45 (0.46%)	4.15 (0.56%)	3.23 (0.43%)
Total Area	744.83 (100%)		

**Figure 1** The Existing Land use of Khao Soi Dao Wildlife Sanctuary, Chanthaburi Province in 1990, 2001 and 2012.

2. การประเมินค่าความถูกต้อง (Accuracy Assessment)

การตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Classification Accuracy) ที่ได้ทำการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมกับผลการตรวจสอบสำรวจในภาคสนาม (Table 2) มีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ

92.00% และค่าดัชนีแคปป่า (Kappa Statistics) เท่ากับ 0.8993 กล่าวคือ การศึกษาครั้งนี้ ค่าความถูกต้องค่อนข้างสูง เนื่องจากการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินบนข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมกับข้อมูลที่ใช้ในการอ้างอิงจากภาคสนาม เมื่อทำการจำแนกแล้วมีค่าความถูกต้องใกล้เคียงกันในรายละเอียดของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

Table 2 Classification Accuracy report of Land Use using Landsat-TM Band 4:5:3 by visual interpretation.

LU Classified	Reference Total	Sample Points Total	Number of Correct	Producers Accuracy (%)	Users Accuracy (%)
Forest Area	47	47	47	100.00	100.00
Perennial	29	28	27	93.10	96.43
Orchard	30	22	21	70.00	95.45
Crop Land	26	30	25	96.15	83.33
Urban	3	3	3	100.00	100.00
Water Bodies	7	7	7	100.00	100.00
Other Area	8	13	8	100.00	61.54
Total	150	150	138	-	-

โดย ค่าความถูกต้องทั้งหมด = 92.00% และ
มีค่า Overall Kappa Statistics = 0.8993

3. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จังหวัด จันทบุรี

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์
ที่ดินในพื้นที่ศึกษา โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล
(Overlay) ระหว่างปี พ.ศ. 2533-2544 แล้วจัดทำเมตริกซ์
ของการเปลี่ยนแปลง หากพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลง
ของ “พื้นที่ป่าไม้” เป็นหลักแล้ว พบว่า มีพื้นที่ที่ถูก
เปลี่ยนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินรวม 61.98 ตร.กม.
(หรือคิดเป็นร้อยละ 8.32 ของพื้นที่ทั้งหมด) ซึ่งพื้นที่ป่า
ไม้ถูกเปลี่ยนสภาพไปถึง 6.34 ตร.กม.หรือร้อยละ 0.85

ของพื้นที่ทั้งหมด โดยถูกเปลี่ยนไปเป็น พืชไร่ สวนผลไม้
ไม้ยืนต้น การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ แหล่งน้ำ
และ พื้นที่ชุมชน 3.59 1.38 1.05 0.21 0.07 และ 0.04
ตร.กม. ตามลำดับ

สำหรับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2555 พบว่า มีพื้นที่ที่ถูกเปลี่ยน
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินรวม 32.35 ตร.กม. หรือ
คิดเป็นร้อยละ 4.34 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งพื้นที่ป่าไม้
ถูกเปลี่ยนสภาพไปถึง 0.82 ตร.กม. (หรือร้อยละ 0.11
ของพื้นที่ทั้งหมด) โดยถูกเปลี่ยนไปเป็น สวนผลไม้
ไม้ยืนต้น และการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ 0.35
0.21 และ 0.26 ตร.กม ตามลำดับ รายละเอียดตาม Table 3
และ Figure 2

Table 3 Land Use Change in Khao Soi Dao Wildlife Sanctuary, Chanthaburi Province between 1990-2001 and between 2001-2012.

Land Use Classified	Area: km ² (%)	
	between 1990-2001	between 2001-2012
Forest Area	-6.34 (-0.85%)	-0.82 (-0.11%)
Perennial	17.04 (2.29%)	18.64 (2.50%)
Orchard	36.85 (4.95%)	5.58 (0.75%)
Crop Land	-49.00 (-6.58%)	-22.45 (-3.02%)
Urban	0.52 (0.07%)	-0.02 (-0.00%)
Water Bodies	0.23 (0.03%)	0.00 (0.00%)
Other Area	0.7 (0.09%)	-0.92 (-0.12%)

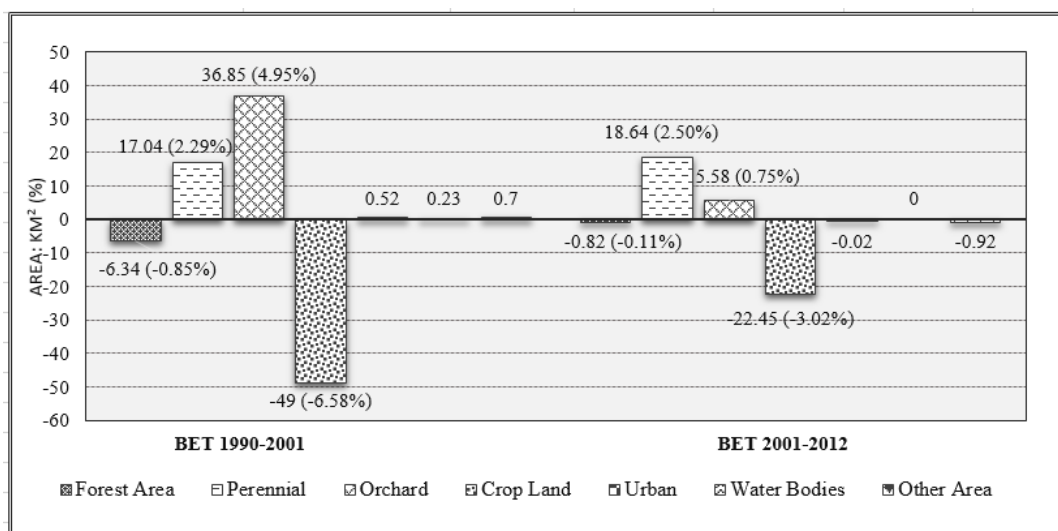


Figure 2 Comparison of Land Use Change Map in Khao Soi Dao Wildlife Sanctuary, Chanthaburi Province between 1990-2001 and between 2001-2012.

ผลจากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2533-2544 และปี พ.ศ. 2544-2555 จะนำไปวิเคราะห์หาสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ในแต่ละประเภทการใช้

ประโยชน์ที่ดิน (Transformation Matrix) ซึ่งได้ผลตาม Table 4-5 เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการ CA-Markov

Table 4 Transition probability matrix of Land Use Change between 1990-2001.

From 1990 to 2001 in 1990	in 2001							Total
	FOR	PER	ORD	CRP	URB	WTB	OTH	
FOR	0.9894	0.0018	0.0023	0.0060	0.0000	0.0001	0.0004	1.0000
PER	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
ORD	0.0000	0.0155	0.9342	0.0000	0.0000	0.0000	0.0503	1.0000
CRP	0.0000	0.1236	0.2797	0.5815	0.0038	0.0006	0.0108	1.0000
URB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000
WTB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000
OTH	0.0000	0.0174	0.1362	0.2319	0.0000	0.0232	0.5449	1.0000
Total	0.7934	0.0283	0.0633	0.1055	0.0012	0.0027	0.0056	1.0000

Table 5 Transition probability matrix of Land Use Change between 2001-2012.

From 2001 to 2012 in 2001	in 2012							Total
	FOR	PER	ORD	CRP	URB	WTB	OTH	
FOR	0.9986	0.0004	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	1.0000
PER	0.0000	0.9654	0.0346	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
ORD	0.0000	0.0354	0.9114	0.0532	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
CRP	0.0000	0.2130	0.1045	0.6820	0.0000	0.0000	0.0005	1.0000
URB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0233	0.9767	0.0000	0.0000	1.0000
WTB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000
OTH	0.0000	0.1807	0.1133	0.0000	0.0000	0.0000	0.7060	1.0000
Total	0.7923	0.0534	0.0708	0.0753	0.0011	0.0027	0.0043	1.0000

4. การวิเคราะห์คาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยแบบจำลอง CA-Markov

4.1 การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2555 โดยการนำผลจาก Table 4 ไปวิเคราะห์ด้วยกระบวนการแบบจำลอง CA-Markov เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ในปีเดียวกัน (Table 6) แล้วจัดทำเมตริกซ์ของการเปลี่ยนแปลง พบว่า มีพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความสอดคล้องตรงกันร้อยละ 92.26 สำหรับค่าประมาณการจากแบบจำลองที่ให้ค่าแตกต่างเมื่อพิจารณาพื้นที่ป่าไม้เป็นหลักแล้ว พื้นที่ป่าไม้จากการคาดการณ์ลดลงนั้น แสดงว่ามีปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2533-2544 ทำให้ได้ผลแตกต่างจากสถานการณ์ที่เป็นจริง ดังจากสถานการณ์ของพื้นที่ป่าไม้มีพื้นที่ความแตกต่างลดลงมากเพราะถ้า

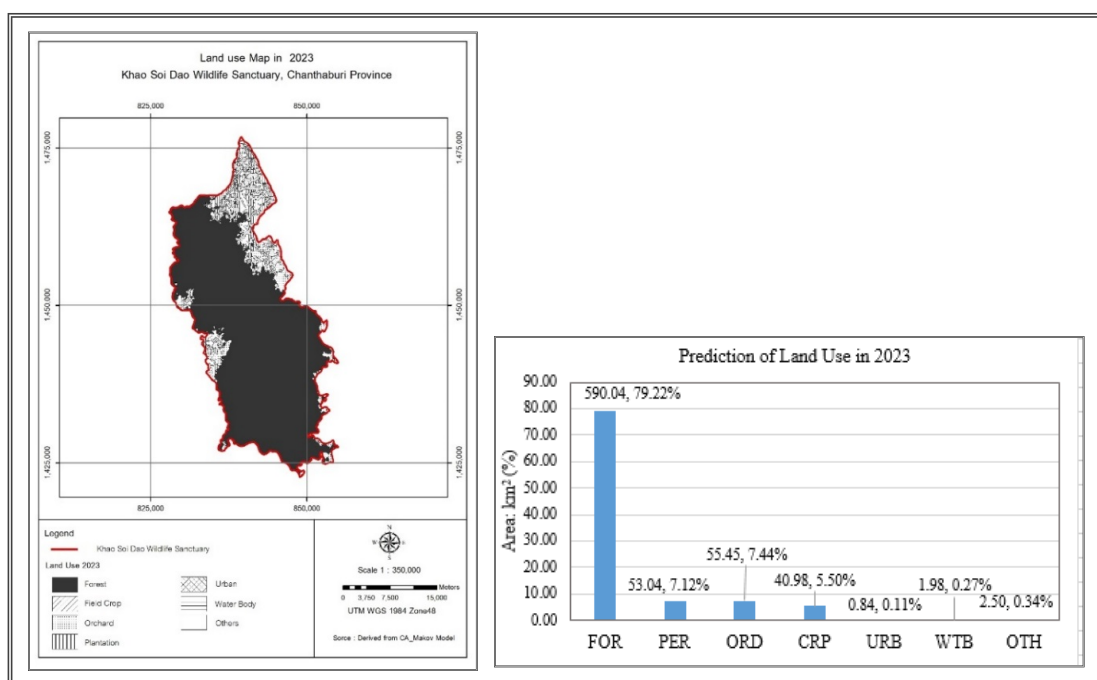
หากปัจจัยภายนอก “คงที่” เหมือนเช่นระหว่างปี พ.ศ. 2533-2544 แล้วการคาดการณ์ของการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2555 จะต้องตรงกัน ส่วนในรอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจริงระหว่างปี พ.ศ. 2544-2555 พบว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงเช่นกัน แสดงว่าในรอบปีนี้ ปัจจัยภายนอกยังคงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยมากกระตุ้นให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่ามากขึ้น การบริหารงานการป้องกันควบคุมรักษาพื้นที่ป่าไม้ไม่เข้มงวด ไม่มีประสิทธิภาพ และอื่นๆ ดังนั้น การวางแผน การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตวันข้างหน้า จำเป็นต้องมีการกำหนดแนวทางและเพิ่มมาตรการการป้องกัน เพื่อให้การรักษาพื้นที่ป่าไม้ไว้ พร้อมทั้งฟื้นฟูสภาพป่าเสื่อมโทรมให้กลับคืนสภาพเพื่อยังประโยชน์ต่อการอนุรักษ์ต่อไป

Table 6 Comparison of Land Use in 2012 derived from Image Classification and CA-Markov Model.

Land Use Classified	From Imagery	From Model	Area: km ² (%)	
			Land Use Difference	
Forest Area	590.15 (79.23%)	587.40 (78.86%)	-2.75	-0.37%
Perennial	39.75 (5.34%)	31.59 (4.24%)	-8.16	-1.10%
Orchard	52.76 (7.08%)	67.1 (9.01%)	14.34	1.93%
Crop Land	56.12 (7.54%)	52.25 (7.02%)	-3.87	-0.52%
Urban	0.84 (0.11%)	0.87 (0.12%)	0.03	0.00%
Water Bodies	1.98 (0.27%)	2.09 (0.28%)	0.11	0.01%
Other Area	3.23 (0.43%)	3.53 (0.47%)	0.30	0.04%
Total Area	744.83 (100%)	-	-	-

4.2 การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2566 โดยการนำผลจาก Table 5 ไปวิเคราะห์ด้วย กระบวนการแบบจำลอง CA-Markov เป็นผลการ คำนวณการใช้ประโยชน์ที่ดิน อีก 11 ปี ข้างหน้า พบว่าในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยพื้นที่ป่าไม้ สวนผลไม้

ไม้ยืนต้น พืชไร่ พื้นที่อื่นๆ แหล่งน้ำและพื้นที่ชุมชน มี เนื้อที่ประมาณ 590.04 55.45 53.04 40.98 2.50 1.98 และ 0.84 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 79.22 7.44 7.12 5.50 0.34 0.27 และร้อยละ 0.11 ตามลำดับ (Figure 3)

**Figure 3** Predicted Land Use Map in 2023 derived from CA-Markov Model, Khao Soi Dao WLS, Chanthaburi Province.

การคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2555-2566 มีแนวโน้มของพื้นที่ป่าไม้ พืชไร่ พื้นที่อื่นๆ ลดลง 0.11 15.14 และ 0.73 ตร.กม. ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 0.01 2.03 และ 0.1 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ ในขณะที่ไม้ยืนต้น และ

สวนผลไม้มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 13.29 และ 2.69 ตร.กม. ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 1.78 และ 0.36 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ (Table 7) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ไม้ยืนต้นและสวนผลไม้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนพื้นที่ป่าไม้ พืชไร่ และพื้นที่อื่นๆ มีพื้นที่ลดลงตามลำดับ

Table 7 Land Use Change between 2012-2023 between Land Use in 2012 derived from Image & from CA-Markov Model; in Khao Soi Dao Wildlife Sanctuary, Chanthaburi Province.

Land Use Classified	in 2012	in 2023	Land Use Change
Forest Area	590.15 (79.23%)	590.04 (79.22%)	-0.11 (-0.01%)
Perennial	39.75 (5.34%)	53.04 (7.12%)	13.29 (1.78%)
Orchard	52.76 (7.08%)	55.45 (7.44%)	2.69 (0.36%)
Crop Land	56.12 (7.54%)	40.98 (5.50%)	-15.14 (-2.03%)
Urban	0.84 (0.11%)	0.84 (0.11%)	0.00 (0.00%)
Water Bodies	1.98 (0.27%)	1.98 (0.27%)	0.00 (0.00%)
Other Area	3.23 (0.43%)	2.50 (0.34%)	-0.73 (-0.10%)
Total Area	744.83 (100%)	-	

4.3 การคาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว ด้วยแบบจำลอง CA-Markov จากฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระหว่างปี พ.ศ. 2533-2544 และ ปี พ.ศ. 2544-2555 ผลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2566 (Table 8 and Figure 4) เมื่อเปรียบเทียบผลการคาดการณ์จะพบว่าพื้นที่ป่าไม้มีแนวโน้มจะลดลงอย่างต่อเนื่องทั้งสองฐานแต่การเปลี่ยนแปลงจากฐานปี พ.ศ. 2544-2555 จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงลดลงน้อยกว่าฐานปี พ.ศ.

2533-2544 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่วงปี พ.ศ. 2544-2555 การบริหารจัดการด้านการอนุรักษ์ป้องกันพื้นที่ป่าไม้มีมาตรการที่เข้มงวดและมีประสิทธิภาพมากกว่าในช่วงแรกแต่อย่างไรก็ตามการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตวันข้างหน้าจำเป็นต้องมีการกำหนดแนวทางและเพิ่มมาตรการการป้องกันให้เข้มงวดมากกว่านี้เพื่อการสงวนรักษาพื้นที่ป่าไม้ พร้อมทั้งฟื้นฟูสภาพป่าเสื่อมโทรมให้กลับคืนสภาพเพื่อยังประโยชน์ต่อการอนุรักษ์ต่อไป

Table 8 Comparison of Prediction Land Use in 2023 based on 1990-2001 and 2001 by CA-Markov.

Prediction in 2023	FOR	PER	ORD	CRP	URB	WTB	OTH
Based on 1990-2001	0.7767	0.0554	0.1084	0.0503	0.0019	0.0032	0.0041
Based on 2001-2012	0.7911	0.0719	0.0746	0.0553	0.0011	0.0027	0.0035

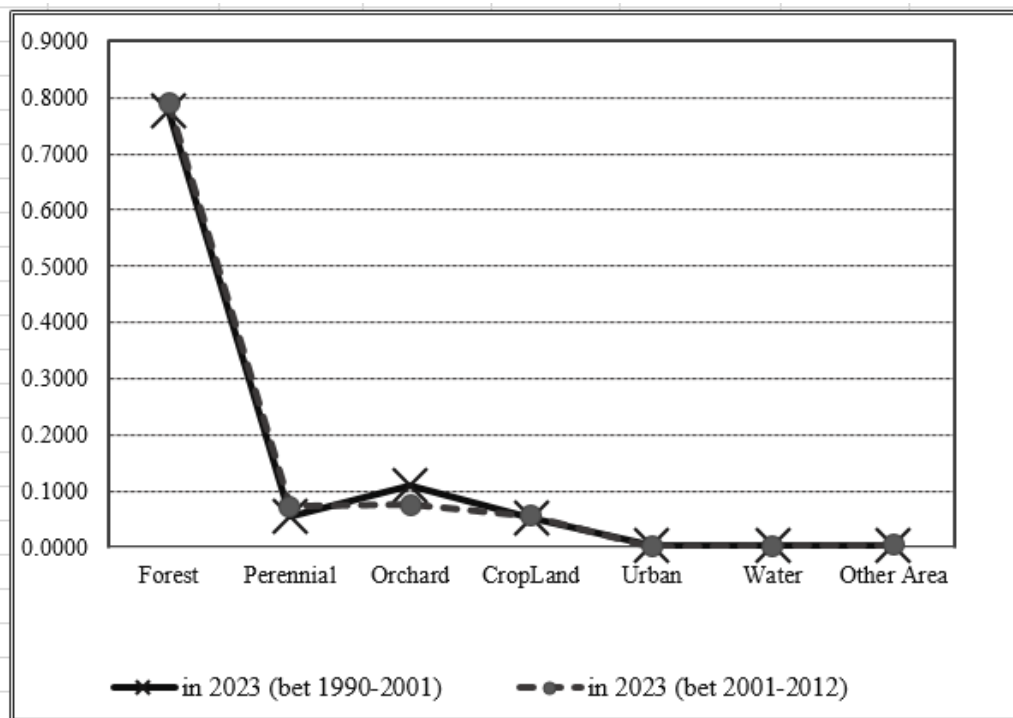


Figure 4 Trend of Land Use in 2023 by using CA-Markov Model.

สรุป

ผลการจำแนกและการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี ในปี พ.ศ. 2533-2544 และ 2555 พบว่า มีรูปแบบประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 7 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ ไม้ยืนต้น สวนผลไม้ พืชไร่ พื้นที่ชุมชน แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่นๆ ตามลำดับ สำหรับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2533-2544 มีพื้นที่ที่ถูกเปลี่ยนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินรวม 61.98 ตร.กม. (หรือคิดเป็นร้อยละ 8.32 ของพื้นที่ทั้งหมด) ซึ่งพื้นที่ป่าไม้ถูกเปลี่ยนสภาพไปเป็น 6.34 ตร.กม.หรือร้อยละ 0.85 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2544-2555 พบว่า มีพื้นที่ที่ถูกเปลี่ยนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินรวม 32.35 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 4.34 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งพื้นที่ป่าไม้ถูกเปลี่ยนสภาพไปถึง 0.82 ตร.กม. (หรือร้อยละ 0.11 ของพื้นที่ทั้งหมด)

และผลจากการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2566 ด้วยแบบจำลอง CA-Markov แล้ววิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2555-2566 พบว่า พื้นที่ป่าไม้ พืชไร่ และพื้นที่อื่นๆ มีพื้นที่ลดลง ในขณะที่พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นและสวนผลไม้จะมีเนื้อที่เพิ่มขึ้น การเปรียบเทียบผลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2566 จากฐานการเปลี่ยนแปลงปี พ.ศ. 2533-2544 และฐานการเปลี่ยนแปลงปี พ.ศ. 2544-2555 พบว่าพื้นที่ป่าไม้มีแนวโน้มจะลดลงอย่างต่อเนื่องทั้งสองฐาน แต่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากฐานปี พ.ศ. 2544-2555 จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ลดลงน้อยกว่าฐานการเปลี่ยนแปลงปี พ.ศ. 2533-2544 ทั้งนี้ ปัจจัยภายนอกเหนือหรือทำให้สถานการณ์ของพื้นที่ป่าไม้ดีขึ้น การบริหารจัดการด้านการอนุรักษ์ป้องกันพื้นที่ป่าไม้มีวิธีการและมาตรการที่เข้มงวดอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือสภาพเศรษฐกิจดีขึ้น คนมีกินมีใช้ เป็นต้น จึง

เป็นเหตุทำให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้น้อยลงแต่อย่างไรก็ตามการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตวันข้างหน้าจำเป็นต้องมีการกำหนดแนวทางแผนงานและเพิ่มมาตรการการป้องกันให้เข้มงวดมากกว่านี้เพื่อการสงวนรักษาพื้นที่ป่าไม้ให้คงสภาพมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ คือ

1. ข้อเสนอแนะจากการผลการศึกษา

1.1 ข้อจำกัดในการแปลภาพดาวเทียมในแต่ละปีเกิดจากการบันทึกข้อมูลต่างช่วงเวลาทำให้ไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องภาคพื้นดินได้ ทำให้มีโอกาสในการเกิดความคลาดเคลื่อนในการจำแนกประเภทพื้นที่ได้

1.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล มีการแปลงข้อมูลระหว่างข้อมูลที่เป็นเวกเตอร์ (vector) และราสเตอร์ (raster) อาจเกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้ เนื่องจากข้อมูลเวกเตอร์มีเส้นขอบเขตที่มีลักษณะราบเรียบสม่ำเสมอตามลักษณะพื้นที่จริง เมื่อแปลงเป็นข้อมูลราสเตอร์ที่มีลักษณะเป็นกริด เส้นขอบเขตจะมีลักษณะเป็นเส้นหยักไปตามขนาดของจุดภาพ (pixel) ดังนั้นอาจทำให้พื้นที่บางส่วนหายไป ทำให้พื้นที่การศึกษาคลาดเคลื่อน ดังนั้นต้องทำการตรวจสอบข้อมูลทุกครั้งในการวิเคราะห์ แต่ละขั้นตอน เพื่อหาจุดผิดพลาดและแก้ไขให้ถูกต้องก่อนดำเนินการในขั้นต่อไป

1.3 การศึกษาครั้งนี้เป็นการนำปัจจัยด้านการใช้ที่ดินมาใช้ในการคาดการณ์แนวโน้มการใช้ที่ดินเท่านั้น ดังนั้นหากมีการนำปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น ด้านกายภาพ ด้านเศรษฐกิจและสังคม เข้ามาร่วม ในการวิเคราะห์ด้วย จะทำให้แบบจำลองที่ออกมามีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะต่อการกำหนดนโยบายมาตรการ และแนวทางในการจัดการพื้นที่

2.1 จากผลการวิจัย พบว่าพื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่องในทุกช่วงปี ดังนั้นควรมีมาตรการใน

การป้องกันการขยายตัวของการใช้ประโยชน์ที่ดินของประชาชน โดยอาจมีการจัดตั้งหน่วยพิทักษ์อุทยานเพิ่มขึ้นในบริเวณที่คาดว่าจะถูกบุกรุก

2.2 ควรมีการให้ความรู้ทางด้านวิชาการแก่ประชาชนที่อาศัยอยู่รอบพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี เกี่ยวกับประโยชน์และโทษหากพื้นที่ป่าไม้ลดลง

2.3 ควรมีการปลูกฝังให้ประชาชนรัก ห่วงแหน และตระหนักในคุณค่าและความสำคัญของทรัพยากรป่าไม้

2.4 หน่วยงานรัฐควรจัดทำโครงการเพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ทั้งทางตรงและอ้อม เช่น โครงการปลูกป่าหรือการจัดตั้งป่าชุมชน เพื่อให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาพื้นที่ป่าไม้

คำนิยาม

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ท่าน ผศ.ดร.สมบูรณ์ กิริติประยูร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่ให้ความอนุเคราะห์คำปรึกษาด้านแบบจำลอง CA-MARKOV

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2545. โครงการศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสำรวจตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

จรัญธร บุญญานุภาพ. 2546. การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล. ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

สุพรรณิ ทักนิณสัมพันธ์. 2546. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บริเวณลุ่มน้ำโดยรอบเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน

จังหวัดสกลนคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท
มหาวิทยลัยเกษตรศาสตร์
สมณมิตร พุกงาม, ประสงค์ สงวนธรรม และ สุภาภรณ์
ผ่องศาลา. 2560. การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อ
การบุกรุกพื้นที่ป่าในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่า
แม่ขาวฝั่งขวา จังหวัดลำปาง. วารสารวนศาสตร์
36 (1):123-128

Congalton, R.G., 1991. A review of assessing the
accuracy of classifications of remotely sensed
data. **Remote Sensing of the Environment**,
37 (1), 35-46.
Thomas Lillesand, Ralph W. Kiefer and Jonathan
Chipman. 2015. **Remote Sensing and Image
Interpretation, 7th Edition**. John Wiley &
Sons, New York.
