

คาดการณ์การใช้ที่ดินลุ่มน้ำลำตะคอง พ.ศ. 2567  
ด้วยแบบจำลอง CA-MARKOV  
Prediction of Lamtakong Watershed Land Use in 2024  
with CA-MARKOV Model

ธีรเวทย์ ลิ้มโกมลวิลาส<sup>1</sup>

Teerawate Lingomonvilas

### บทคัดย่อ

ลุ่มน้ำลำตะคองเป็นลุ่มน้ำที่มีความสำคัญเนื่องจากลุ่มน้ำลำตะคองเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำมูล มีความหลากหลายในการใช้ที่ดินทั้งที่ดินป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม จนถึงเมืองขนาดใหญ่ เช่น เทศบาลนครนครราชสีมา เป็นต้น การขยายตัวของเมืองที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหรือการลดลงของพื้นที่เกษตรกรรมอย่างมีนัยสำคัญสามารถใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat เพื่อช่วยในการติดตามความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว และจำแนกการใช้ที่ดินในอดีตถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2434, 2545 และ 2556) แบ่งการใช้ที่ดินเป็น 5 ประเภทได้แก่ ที่อยู่อาศัย ป่าไม้ เกษตรกรรม แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่นๆ โดยมีความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลเท่ากับร้อยละ 80 ข้อมูลที่ได้จากการจำแนกนำมาคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต การใช้ที่ดินที่อยู่อาศัย พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่แหล่งน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.42, 7.65 และ 1.42 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองตามลำดับ พื้นที่เกษตรกรรมมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 18.06 จากการคาดการณ์สัดส่วนการที่ได้จากแบบจำลอง CA-MARKOV ของลุ่มน้ำลำตะคองในปี 2567 พบว่า มีการใช้ที่ดินที่อยู่อาศัย และพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.71 และ 24.99 ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่นๆ มีแนวโน้มลดลงร้อยละ 60.90, 2.27 และ 2.12 โดยความถูกต้องของแบบจำลอง CA-MARKOV เท่ากับร้อยละ 70

**คำสำคัญ:** แบบจำลองซีเอ-มาร์คอฟ, ลุ่มน้ำลำตะคอง

### Abstract

Lamtakong watershed (LTW) is important because LTW is the origin of the Moon river, and multi-purpose land use types; forest, agriculture, and large urban area (e.g. Nakhon Ratchasima municipal) have appeared

<sup>1</sup>นิสิตปริญญาเอกสาขาวิชาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

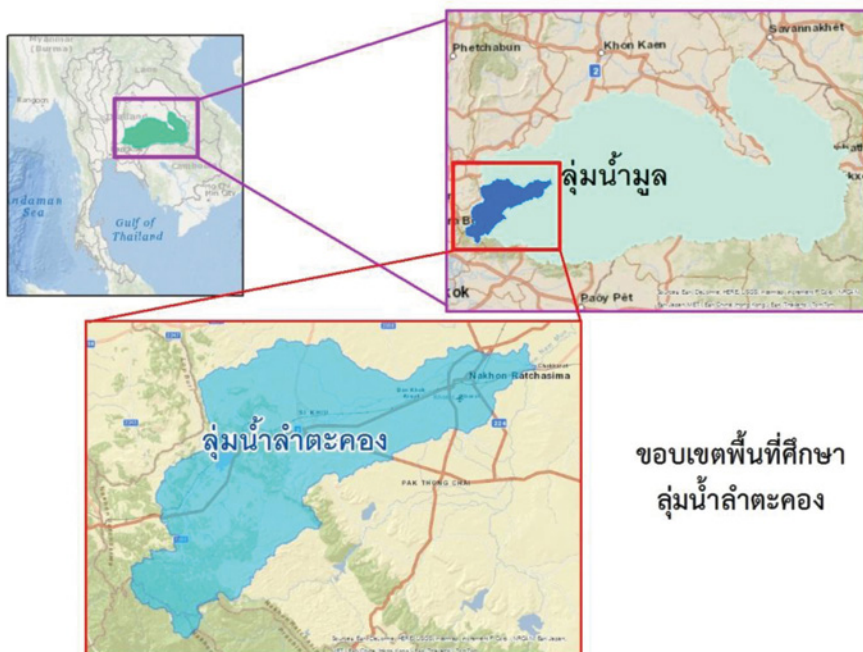
from the area. A role of Landsat satellite images can be applied to monitor a changing of land use change (e.g. a rapid expansion of urban area and declined the agricultural area) from past to present. This research applied the Landsat satellite images to monitor land use in LTW in 3 periods: 1991, 2002, and 2013. Land use type in LTW is divided into 5 categories: residential area, forest area, agriculture area, water area and other area. An accuracy of data classification from this research is at 80 per cent. Then, land use prediction has developed based on the land use classification data. This research found that land use in residential area, forest area, and water area have been increased between 1991 and 2013 at 8.42, 7.65, and 1.42 per cent, respectively. However, agricultural area would decrease at 18.06 per cent. The CA-MARCOV model is applied to predict land use in the study area in 2024. It found that a proportion of residential area and forest area would be at 9.71 and 24.99 per cent, respectively. In contrast, agricultural area, water area, and other area would decrease at 60.90, 2.27, and 2.12 per cent. An accuracy of CA-MARCOV model is at 70 per cent.

**Keywords:** CA-MARCOV Model, Lamtakong watershed

## บทนำ

ลุ่มน้ำลำตะคองมีเนื้อพื้นที่ประมาณ 3,318 ตารางกิโลเมตร (2,073,750 ไร่) หรือคิดเป็นเนื้อที่ประมาณร้อยละ 16.19 ของพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ลุ่มน้ำลำตะคองมีการใช้ที่ดินที่หลากหลาย ทิศตะวันตกและทางด้านทิศใต้ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่หุบเขาสลับที่ราบแคบๆ ริมลำน้ำ ตอนกลางบริเวณอำเภอปากช่อง-อำเภอสีคิ้วส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบสองฝั่งลำน้ำต่อเนื่องกันไปตลอด (กรมทรัพยากรน้ำ, 2552) โดยพบการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรและพื้นที่อยู่อาศัยสลับกันไป ผ่านอำเภอสูงเนิน อำเภอขามทะเลสอ และอำเภอเมืองนครราชสีมา ซึ่งเป็นเขตที่อยู่อาศัยหนาแน่น (ภาพที่1) และมีการขยายตัวของชุมชนเมืองอย่างรวดเร็วโดยมีอัตราการเพิ่มของสิ่งปลูกสร้างเฉลี่ยปีละประมาณร้อยละ 2.21 (เฉลี่ย พ.ศ. 2533-2555) (สำนักบริหารการทะเบียน, 2557) ซึ่งไม่สอดคล้องกับอัตราการเพิ่มของประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองที่มีแนวโน้มลดลงคิดเป็นร้อยละ 0.53 (เฉลี่ย พ.ศ. 2533-2555) และการใช้ที่ดินภายนอกภาคการเกษตรที่มีแนวโน้มลดลงคิดเป็นร้อยละ 2.22 (เฉลี่ย พ.ศ. 2534-2554) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

จากข้อมูลอัตราการเพิ่มของประชากรและพื้นที่นอกภาคการเกษตรที่ลดลงซึ่งไม่สอดคล้องกับอัตราการเพิ่มของสิ่งปลูกสร้าง ผู้วิจัยจึงสนใจนำข้อมูลจากดาวเทียมมาใช้ในการใช้ที่ดินในอดีต ปัจจุบัน และคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต เนื่องจากข้อมูลดาวเทียมเป็นข้อมูลที่นำมาใช้ในการจำแนกการใช้ที่ดินแบบหลายช่วงเวลาที่มีประสิทธิภาพสูง มีการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ในอดีตเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจุบันเพื่อติดตามและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ได้อย่างรวดเร็วและมีความละเอียดถูกต้อง สามารถเลือกช่วงคลื่นที่เหมาะสมในการจำแนกข้อมูลที่หลากหลาย มีเทคนิคต่างๆ มากมายในการจำแนกการใช้ที่ดิน เช่น เทคนิคการแปลงภาพแบบ Supervised หรือ Unsupervised Classification เป็นต้น (Halder et al., 2010) นอกจากนี้ข้อมูลดาวเทียมสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับแบบจำลองภูมิสารสนเทศ เช่น แบบจำลอง CA-MACOV ในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคต โดยกำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลในทางบวกและทางลบเพื่อควบคุมการขยายตัวของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทได้ สามารถกำหนดแนวทางเลือกการใช้ที่ดินได้หลายรูปแบบเพื่อประกอบในการตัดสินใจในการจัดการ และสามารถนำข้อมูลมาวางแผนการใช้ที่ดินในอนาคตได้ (Zhang et al., 2010)



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำลำตะคอง

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อจำแนกการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองในอดีตและปัจจุบัน
2. เพื่อเปรียบเทียบและหาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแต่ละประเภท
3. เพื่อคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

## วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. ลุ่มน้ำลำตะคอง

พื้นที่ลุ่มน้ำคือพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยสันปันน้ำเป็นพื้นที่รองรับน้ำหรือหยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมาและไหลลงสู่ระบบการระบายน้ำหรือแหล่งกักเก็บน้ำ (ราชบัณฑิต, 2549) ลุ่มน้ำลำตะคองอยู่ทางทิศตะวันตกของลุ่มน้ำมูล มีต้นกำเนิดบริเวณเส้นสันปันน้ำของลุ่มน้ำป่าสักทางด้านทิศตะวันตกและลุ่มน้ำนครนายกทางด้านทิศใต้ มีอาณาเขตทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำลำเชียงไกร ทิศใต้ติดกับเทือกเขาบรรทัด ทิศตะวันออกติดกับลำพระเพลิงและลำมูลตอนบน และทิศตะวันตกติดกับที่ราบสูงระหว่างลุ่มน้ำป่าสักและลุ่มน้ำนครนายก โดยตอนต้นน้ำไหลผ่านหุบเขา ชายเขา และที่สูง มีความลาดชัน มีที่ราบแคบๆ ริมลำน้ำ เมื่อผ่านอำเภอสีคิ้ว แล้วจึงมีที่ราบสองฝั่งลำน้ำต่อเนื่องกันไปตลอด ผ่าน อำเภอสองเนิน อำเภอลำทะเมนชัย และอำเภอนครราชสีมา ไหลสู่แม่น้ำมูลที่ตำบล ท่าช้าง อำเภอนครราชสีมา โดยลำตะคองมีความยาวตลอดสายรวมประมาณ 220 กิโลเมตร ลำตะคองมีขอบเขตลุ่มน้ำครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 3,318 ตารางกิโลเมตร แหล่งน้ำสาขาที่สำคัญมี 3 สายประกอบด้วย ห้วยซับประดู่ ห้วยบ้านยาง และธารอโคก มีเขื่อนระบายน้ำในลำตะคอง 4 แห่ง และลำบริบูรณ์ 5 แห่ง (กรมทรัพยากรน้ำ, 2552)

### 2. การจำแนกข้อมูลด้วย Remote Sensing

ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์มากในการนำมาใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางพื้นที่ เนื่องจากสามารถเลือกช่วงเวลาในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้หลายช่วงเวลา และยังสามารถวิเคราะห์ด้วยเทคนิคต่างๆ ในการจำแนกการใช้ที่ดิน เช่น เทคนิคการแปลภาพแบบ Supervised หรือ Unsupervised Classification เป็นต้น (Halder et al., 2010) และสามารถศึกษาสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงเพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้ (Zhang et al., 2010)

### 3. วิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ด้วยเทคนิค Crosstabulation

หรือเรียกสั้นๆ ว่า Crosstab เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยแสดงผลในรูปแบบของตารางเมทริกซ์ (CreateSurvey, 2013) ใช้เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลและแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในรูปแบบของตาราง ซึ่งเหมาะสมในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น การสำรวจ

ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อติดตามการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณชายฝั่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอียิปต์ (Shalaby and Tateishi, 2007) โดย Shalaby ได้ทำการแปลภาพถ่ายดาวเทียม landsat7 ปี ค.ศ. 1987 เปรียบเทียบกับปี 2001 โดยใช้ตารางเปรียบเทียบ (Crosstab) เพื่อเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เกษตร พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่เมือง โดยสามารถระบุขนาดพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ว่าการเพิ่มขึ้นหรือลดลง Geri et al.(2010) ได้เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณรอบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน โดยการเปรียบเทียบการใช้ที่ดินในอดีต (1954) เปรียบเทียบกับการใช้ที่ดินปี ค.ศ.2000 หาความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่กึ่งเกษตรกรรม และพื้นที่อนุรักษ์ธรรมชาติ โดยใช้เครื่องมือ Crosstab ในโปรแกรม Idrisi (Eastman, 2003)

#### 4. การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

แบบจำลองคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินคือ แบบจำลองในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีตร่วมกับความต้องการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต เพื่อหาสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสมที่สุด โดยมีตัวอย่างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินดังต่อไปนี้

##### 4.1) แบบจำลอง Markov

เป็นทฤษฎีที่ใช้สูตรของ Markov ในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคตที่สามารถควบคุมให้เกิดความเหมาะสมได้ Markov Model ไม่เพียงอธิบายการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในเชิงปริมาณเท่านั้น แต่ยังสามารถอธิบายสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเปลี่ยนแปลงในแต่ละประเภทได้ แบบจำลองดังกล่าวนิยมใช้ในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบภายหลัง ทำให้เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ บนพื้นฐานของเงื่อนไขความน่าจะเป็นของ Bayes โดยมีสมการดังนี้ (Sang et al., 2011)

$$s(t+1) = P_{ij} \times s(t)$$

(1)

โดยที่  $s(t+1), s(t)$  คือสถานะ ณ เวลา  $t$  หรือ  $t+1$ ,  $P_{ij}$  คือ เมทริกซ์ของความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงที่คำนวณจากสมการ

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}$$

(2)

เมื่อ  $(0 \leq P_{ij} < 1 \text{ and } \sum_{j=1}^n P_{ij} = 1, (i,j=1,2,\dots,n))$

#### 4.2) Cellular Automata (CA)

คือเทคนิคในการจำลองสถานการณ์ที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับเมืองที่มีความหลากหลาย เช่น การเติบโตของภูมิภาค การเจริญเติบโตของชุมชนเมือง การเปลี่ยนแปลงของประชากร กิจกรรมทางเศรษฐกิจและการจ้างงาน การเติบโตของเมืองในอดีต และพัฒนาการของการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น CA เป็นแบบจำลองเชิงพื้นที่ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลของขบวนการต่างๆ ในพื้นที่แสดงในรูปแบบของข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่ หรือในรูปแบบของแผนที่ แบบจำลองนี้สามารถแสดงออกมาในรูปแบบของแผนภูมิลำดับของขบวนการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น ผลลัพธ์ของขั้นตอนหนึ่งที่ต้องไปเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ของขั้นตอนถัดไป เป็นแนวคิดในการถอดรหัสโครงสร้างเชิงพื้นที่เพื่อจำลองสถานการณ์ หลักการทำงานของ CA อาศัยการคำนวณความเปลี่ยนแปลงจากจุดภาพข้างเคียงโดยกำหนดเงื่อนไขไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะมีการคำนวณซ้ำเป็นรอบๆ จนกว่าจะสามารถกำหนดตำแหน่งการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาได้ครบถ้วนตามเงื่อนไขที่ตั้งเอาไว้

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์การจำแนกการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2534, 2545 และปี 2556 บริเวณลุ่มน้ำลำตะคอง path 128 row 050 และ path 129 row 050 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมภาพ (Data Preparation) ในการศึกษาใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat 5 TM (2534), Landsat 7 ETM+ (2545) และ Landsat 8 (2556) โดยพื้นที่ศึกษาใช้ภาพ 2 Full Scene ในรูปแบบ Digital Image จาก U.S. Geological Survey ในช่วงฤดูแล้ง (dry season) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 5,7 และ 8 ที่ใช้ในการศึกษา

| ดาวเทียม  | PATH | ROW | วันเดือนปีที่บันทึกข้อมูล | ผลสมสี (RGB) | ขนาดจุดภาพ |
|-----------|------|-----|---------------------------|--------------|------------|
| Landsat 5 | 128  | 050 | 8 มกราคม 2534             | 453          | 30 เมตร    |
|           | 129  | 050 | 24 ธันวาคม 2533           | 453          | 30 เมตร    |
| Landsat 7 | 128  | 050 | 18 กุมภาพันธ์ 2545        | 453          | 30 เมตร    |
|           | 128  | 050 | 8 มกราคม 2545             | 453          | 30 เมตร    |
| Landsat 8 | 128  | 050 | 9 ธันวาคม 2556            | 564          | 30 เมตร    |
|           | 129  | 050 | 30 พฤศจิกายน 2556         | 564          | 30 เมตร    |

## 2. การเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ (Pre-Processing)

### 2.1 ปรับแก้เชิงคลื่น (Radiometric Correction)

เป็นการปรับแก้เพื่อลดความไม่ชัดเจนของภาพเนื่องจากการรบกวนในชั้นบรรยากาศ หรือความผิดพลาดของอุปกรณ์รับสัญญาณ

### 2.2 ปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)

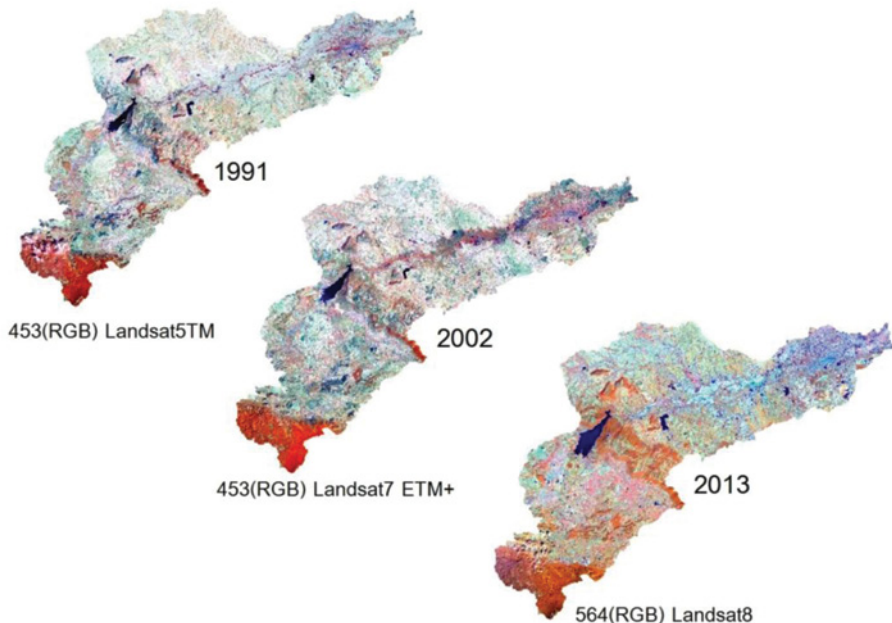
เป็นการระบุพิกัดภูมิศาสตร์ให้กับข้อมูลให้มีความถูกต้องเชิงพื้นที่และสามารถซ้อนทับกับข้อมูลเชิงเส้น (Vector) อื่นๆ ได้ โดยเลือกใช้ระบบพิกัดแผนที่เป็นแบบพิกัดกริด โขน 47P ด้วยคำสั่ง Image to Map โดยการเปรียบเทียบกับแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 จำนวน 15 ระวัง ในตำแหน่งที่ตรงกัน

### 2.3 รวมภาพและการตัดภาพ (Mosaic and Extract Image)

การรวมภาพจะทำเมื่อในพื้นที่ศึกษามีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 1 Full Scene หลังจากรวมภาพและปรับภาพให้สมดุลกันแล้วจึงเลือกตัดเฉพาะพื้นที่ศึกษา (ตามขอบเขตลุ่มน้ำลำตะคอง)

### 2.4 ปรับปรุงคุณภาพของข้อมูล (Image Enhancement)

เป็นการเน้นรายละเอียดความชัดเจนของข้อมูลภาพหรือการเพิ่มระดับความแตกต่างระหว่างวัตถุต่างๆ ให้มีความชัดเจนมากขึ้น เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการจำแนกภาพด้วยสายตา หรือการกำหนดขอบเขตพื้นที่ตัวอย่างในการวิเคราะห์แบบ Supervised Classification ที่สามารถแสดงความแตกต่างของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทได้ดีที่สุด ภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงข้อมูลจากดาวเทียม Landsat ผสมสีเท็จ 3 ช่วงเวลา บริเวณลุ่มน้ำลำตะคอง



**3. กำหนด Training Area** กำหนดประเภทข้อมูลตัวอย่าง ยึดการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินตามการใช้ที่ดินในระดับที่ 2 ของกองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2542 กำหนดพื้นที่ศึกษา 59 พื้นที่แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) ที่อยู่อาศัย 2) ป่าไม้ 3) พื้นที่เกษตรกรรม 4) พื้นที่แหล่งน้ำ และ 5) พื้นที่อื่นๆ

**4. จำแนกข้อมูล** ใช้วิธีการจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) จำแนกข้อมูลด้วยเทคนิค Maximum Likelihood โดยใช้ Training Area ที่ได้กำหนดไว้

**5. ปรับข้อมูลที่ได้จากการจำแนก (Post Classification)** โดยการกรองภาพ Filtering เพื่อให้ภาพมีความถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น และทำการจัดกลุ่มข้อมูลการใช้ที่ดินด้วยเทคนิค Combine Class ให้เหลือการใช้ที่ดิน 5 ประเภท ตามการกำหนด Training Area ในข้อ 3

**6. วิเคราะห์ความถูกต้อง (Classification Accuracy)** วิเคราะห์ความถูกต้องโดยการสุ่มสำรวจภาคสนามในแต่ละการใช้ที่ดิน ประเภทละ 6 จุด รวม 30 จุด (ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียม พ.ศ. 2556)

**7. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ด้วยเทคนิค Crosstabulation** หรือเรียกสั้นๆ ว่า crosstab เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ 2 ช่วงเวลาคือ ระหว่าง พ.ศ. 2534 กับ 2545 และ 2545 กับ 2556 เพื่อหาสัดส่วนการใช้ที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง

**8. แบบจำลอง CA-MARKOV เพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต** แบ่งเป็น

8.1 คาดการณ์การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2556

จากข้อมูลดาวเทียม พ.ศ. 2534 และ 2545 โดยกำหนดสัดส่วนการใช้ที่ดิน (Transition Area) และความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแต่ละประเภท (Probability of Changing) ด้วยแบบจำลอง MARKOV นำค่าดังกล่าวไปใช้เพื่อการทำนายรูปแบบการใช้ที่ดินใน พ.ศ. 2556 ด้วยแบบจำลอง Cellular Automata (CA) และเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินใน พ.ศ. 2556 เพื่อหาความถูกต้องของแบบจำลองที่ได้จากแบบจำลอง

8.2 คาดการณ์การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2567

วิเคราะห์ด้วยวิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์หากการใช้ที่ดินใน พ.ศ. 2556 โดยหาสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงและความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงจาก พ.ศ. 2545 เทียบกับปี 2556 เพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดินใน พ.ศ. 2567

## ผลการศึกษา

**1. การจำแนกการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2534 2545 และปี 2556**

จากข้อมูลดาวเทียม Landsat ผลจากการแปลข้อมูลดาวเทียมทั้ง 3 ปี โดยสามารถแบ่งการใช้ที่ดินออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่



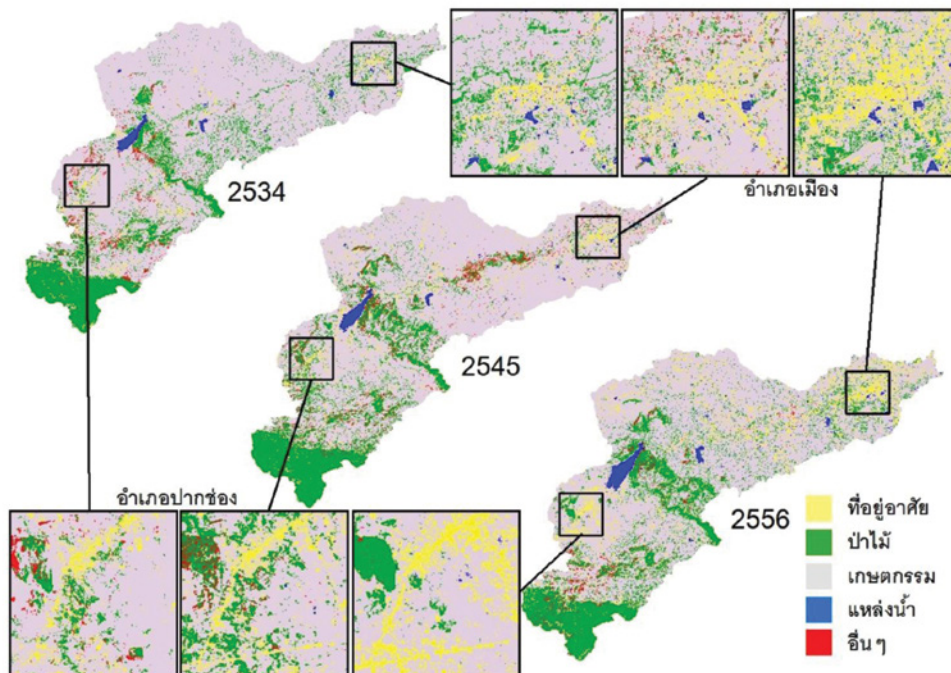
1.1 การใช้ที่ดินที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ได้แก่ ที่อยู่อาศัย พื้นที่ป่าไม้ และแหล่งน้ำ โดยพื้นที่อยู่อาศัยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด (ประมาณ 1 เท่าในช่วงเวลา 11 ปี)

1.2 การใช้ที่ดินที่มีแนวโน้มลดลง ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม

1.3 การใช้ที่ดินที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน ได้แก่ พื้นที่อื่นๆ เช่น พื้นที่ป่าผลัดใบ พื้นที่น้ำท่วมขัง และพื้นที่ว่างเปล่าอื่นๆ เป็นต้น แสดงในภาพที่ 3 ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สัดส่วนการใช้ที่ดินที่ได้จากการการจำแนกข้อมูลดาวเทียม 3 ช่วงเวลา

| การใช้ที่ดิน            | 2534     |        | 2545     |        | 2556     |        |
|-------------------------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
|                         | (ตร.กม.) | ร้อยละ | (ตร.กม.) | ร้อยละ | (ตร.กม.) | ร้อยละ |
| 1 เมืองและสิ่งปลูกสร้าง | 42.83    | 1.29   | 42.83    | 1.29   | 42.83    | 1.29   |
| 2 ป่าไม้                | 575.19   | 17.33  | 575.19   | 17.33  | 575.19   | 17.33  |
| 3 เกษตร                 | 2,620.26 | 78.97  | 2,620.26 | 78.97  | 2,620.26 | 78.97  |
| 4 แหล่งน้ำ              | 28.25    | 0.85   | 28.25    | 0.85   | 28.25    | 0.85   |
| 5 อื่นๆ                 | 51.64    | 1.56   | 51.64    | 1.56   | 51.64    | 1.56   |
| รวม                     | 3,318.17 | 100.00 | 3,318.17 | 100.00 | 3,318.17 | 100.00 |



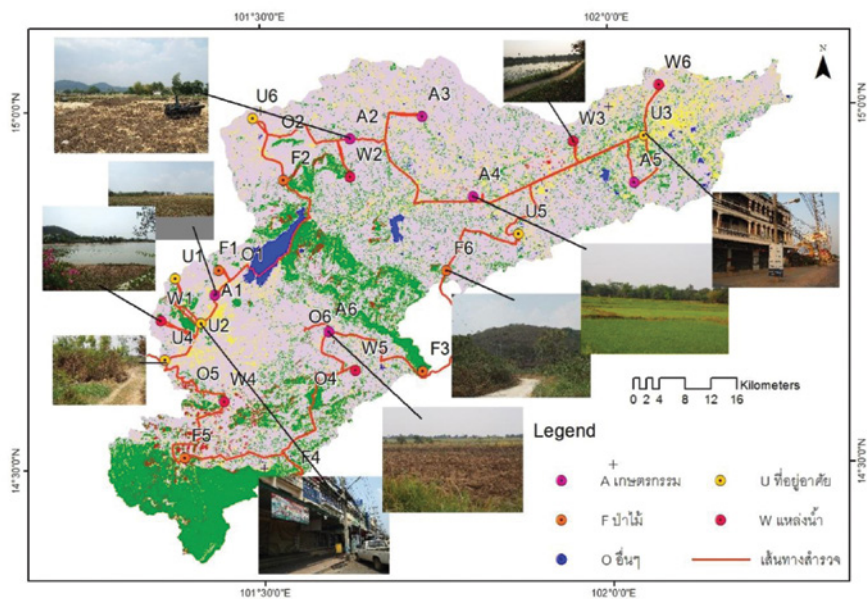
ภาพที่ 3 เปรียบเทียบผลที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม 3 ช่วงเวลา

## 2. การวิเคราะห์ความถูกต้อง (Classification Accuracy)

วิเคราะห์ความถูกต้องโดยการสุ่มสำรวจภาคสนามในแต่ละการใช้ที่ดินประเภทละ 6 จุด (ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียม Landsat พ.ศ. 2556) ค่าความถูกต้องที่ได้จากการสำรวจเท่ากับ ร้อยละ 80 โดยการใช้ที่ดินที่มีความถูกต้องมากที่สุดจากการตรวจสอบภาคสนาม ได้แก่ พื้นที่เมืองและพื้นที่เกษตรกรรม ร้อยละ 100 และพื้นที่ที่มีความถูกต้องน้อยที่สุดได้แก่พื้นที่ป่าไม้ มีความถูกต้องร้อยละ 50 โดยจุดที่ใช้ในการสำรวจและตารางเปรียบเทียบแสดงในภาพที่ 4 ตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ตารางแสดงความถูกต้องในการสำรวจภาคสนามกับข้อมูลจากดาวเทียม ที่จำแนกการใช้ที่ดิน

| การใช้ที่ดิน             | จุดสำรวจภาคสนาม พ.ศ. 2556 |            |               |             |               |            |
|--------------------------|---------------------------|------------|---------------|-------------|---------------|------------|
|                          | อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง       | ป่าไม้     | อื่นๆ         | เกษตร       | แหล่งน้ำ      | รวม        |
| อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง      | 6                         | 1          | 0             | 0           | 0             | 7          |
| ป่าไม้                   | 0                         | 3          | 0             | 0           | 0             | 3          |
| อื่นๆ                    | 0                         | 0          | 4             | 0           | 0             | 4          |
| เกษตร                    | 0                         | 2          | 2             | 6           | 1             | 11         |
| แหล่งน้ำ                 | 0                         | 0          | 0             | 0           | 5             | 5          |
| <b>รวม</b>               | <b>6</b>                  | <b>6</b>   | <b>6</b>      | <b>6</b>    | <b>6</b>      | <b>30</b>  |
| <b>ตรงกัน</b>            | <b>6</b>                  | <b>3</b>   | <b>4</b>      | <b>6</b>    | <b>5</b>      | <b>24</b>  |
| <b>ร้อยละความถูกต้อง</b> | <b>100%</b>               | <b>50%</b> | <b>66.67%</b> | <b>100%</b> | <b>83.33%</b> | <b>80%</b> |



**ภาพที่ 4** แสดงจุดตรวจสอบภาคสนามในกลุ่มน้ำลำตะคอง พ.ศ. 2556 จำแนกตามการใช้ที่ดิน 5 ประเภท

### 3. วิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ด้วยเทคนิค Crosstabulation

3.1 เปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินด้วยดาวเทียม Landsat พ.ศ. 2534 เทียบกับปี 2545 พบว่ามีอาคารและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำและพื้นที่อื่นๆ มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 46.23, 35.19, 19.31 และ 30.36 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 107.94, 6.21, 19.31 และ 58.79 ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในปี 2534 พื้นที่เกษตรกรรมมีพื้นที่ลดลง 117.24 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 4.47 ของปี 2534 ตารางที่ 4

3.2 เปรียบเทียบข้อมูลการใช้ที่ดินปีด้วยดาวเทียม Landsat พ.ศ. 2545 เทียบกับปี 2556 พบว่ามีอาคารและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่ป่าไม้ และแหล่งน้ำมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 89.14, 57.39 และ 17.05 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 100.10, 9.40 และ 50.59 ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในปี 2545 พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่อื่นๆ มีพื้นที่ลดลง 127.60 และ 35.99 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 5.10 และ 43.89 ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในปี 2545 ตารางที่ 5

**ตารางที่ 4** Crosstab ของการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2534 เทียบกับปี 2545 แสดงพื้นที่ และร้อยละของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

| การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2545    | การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2534 (ตร.กม.) |                          |                            |                         |                         |                 |
|---------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|
|                           | อาคาร/<br>สิ่งปลูกสร้าง         | ป่าไม้                   | เกษตร                      | แหล่งน้ำ                | อื่นๆ                   | รวม             |
| อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง       | 7.86<br>18.36%                  | 6.24<br>1.08%            | 73.26<br>2.80%             | 0.78<br>2.78%           | 0.91<br>1.75%           | 89.05           |
| ป่าไม้                    | 5.43<br>12.69%                  | 353.43<br>61.45%         | 231.01<br>8.82%            | 0.65<br>2.30%           | 19.87<br>38.47%         | 610.39          |
| เกษตร                     | 28.40<br>66.30%                 | 191.22<br>33.24%         | 2,255.00<br>86.06%         | 4.05<br>14.32%          | 24.37<br>47.19%         | 2503.03         |
| แหล่งน้ำ                  | 0.45<br>1.04%                   | 0.63<br>0.11%            | 9.39<br>0.36%              | 22.68<br>80.26%         | 0.57<br>1.10%           | 33.71           |
| อื่นๆ                     | 0.69<br>1.61%                   | 23.68<br>4.12%           | 51.60<br>1.97%             | 0.10<br>0.34%           | 5.93<br>11.49%          | 82.00           |
| <b>รวม</b>                | <b>42.83</b><br>100.00%         | <b>575.19</b><br>100.00% | <b>2,620.26</b><br>100.00% | <b>28.25</b><br>100.00% | <b>51.64</b><br>100.00% | <b>3,318.17</b> |
| <b>พื้นที่แตกต่าง</b>     | <b>34.97</b><br>81.65%          | <b>221.77</b><br>38.56%  | <b>365.26</b><br>13.94%    | <b>5.58</b><br>19.74%   | <b>45.71</b><br>88.52%  |                 |
| <b>พื้นที่เปลี่ยนแปลง</b> | <b>46.23</b><br>107.94%         | <b>35.19</b><br>6.12%    | <b>-117.24</b><br>-4.47%   | <b>5.46</b><br>19.31%   | <b>30.36</b><br>58.79%  |                 |

ตารางที่ 5 Crosstab ของการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2545 เทียบกับปี 2556 แสดงพื้นที่  
และร้อยละของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

| การใช้ที่ดิน<br>พ.ศ. 2556 | การใช้ที่ดินปี 2545 (ตร.กม.) |         |          |          |         | รวม      |
|---------------------------|------------------------------|---------|----------|----------|---------|----------|
|                           | อาคาร/<br>สิ่งปลูกสร้าง      | ป่าไม้  | เกษตร    | แหล่งน้ำ | อื่นๆ   |          |
| อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง       | 18.80                        | 9.66    | 146.43   | 0.36     | 2.94    | 178.19   |
|                           | 21.12%                       | 1.58%   | 5.85%    | 1.06%    | 3.59%   |          |
| ป่าไม้                    | 7.29                         | 384.81  | 243.86   | 0.30     | 31.52   | 7.29     |
|                           | 8.19%                        | 63.04%  | 9.74%    | 0.88%    | 38.44%  |          |
| เกษตร                     | 59.14                        | 191.62  | 2,078.46 | 3.61     | 42.60   | 2,375.43 |
|                           | 66.41%                       | 31.39%  | 83.04%   | 10.71%   | 51.95%  |          |
| แหล่งน้ำ                  | 3.17                         | 1.30    | 16.71    | 29.39    | 0.19    | 50.76    |
|                           | 3.55%                        | 0.21%   | 0.67%    | 87.20%   | 0.24%   |          |
| อื่นๆ                     | 0.65                         | 23.00   | 17.56    | 0.05     | 4.75    | 46.01    |
|                           | 0.73%                        | 3.77%   | 0.70%    | 0.16%    | 5.79%   |          |
| รวม                       | 89.05                        | 610.39  | 2,503.03 | 33.71    | 82.00   | 3,318.17 |
|                           | 100.00%                      | 100.00% | 100.00%  | 100.00%  | 100.00% |          |
| พื้นที่แตกต่าง            | 70.25                        | 225.58  | 424.57   | 4.32     | 77.25   |          |
|                           | 78.88%                       | 36.96%  | 16.96%   | 12.81%   | 94.21%  |          |
| พื้นที่เปลี่ยนแปลง        | 89.14                        | 57.39   | -127.60  | 17.05    | -35.99  |          |
|                           | 100.10%                      | 9.40%   | -5.10%   | 50.59%   | -43.89% |          |

#### 4. แบบจำลอง CA-MARKOV เพื่อคาดการณ์การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2556 และ 2567

4.1 การคาดการณ์การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2556 จากข้อมูลดาวเทียม พ.ศ. 2534 และ 2545 โดยกำหนดสัดส่วนการใช้ที่ดิน (Transition Area) และความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแต่ละประเภท (Probability of Changing) ด้วยแบบจำลอง MARKOV ตารางที่ 6 และ 7 นำค่าดังกล่าวไปใช้เพื่อการทำนายรูปแบบการใช้ที่ดินใน พ.ศ. 2556 ด้วยแบบจำลอง CA ภาพที่ 5

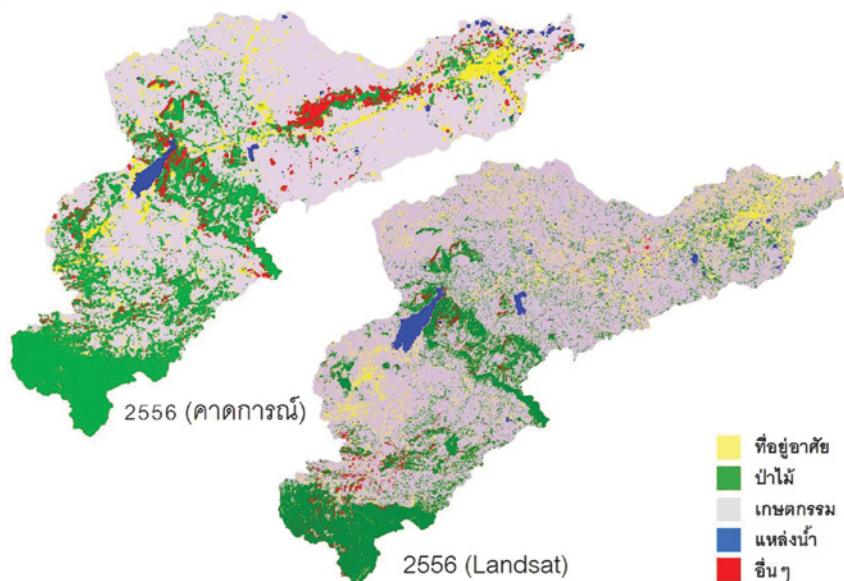
ข้อมูลการใช้ที่ดินจากแบบจำลอง CA พ.ศ. 2556 เปรียบเทียบกับข้อมูลดาวเทียม Landsat ปีเดียวกัน มีสัดส่วนการใช้ที่ดินตรงกันร้อยละ 70 จากการคำนวณค่าความคล้าย (Similarity Analysis) ภาพที่ 6 ตารางที่ 8

ตารางที่ 6 ตารางสัดส่วนการใช้ที่ดินใน พ.ศ. 2556 ที่ได้จากแบบจำลอง Markov

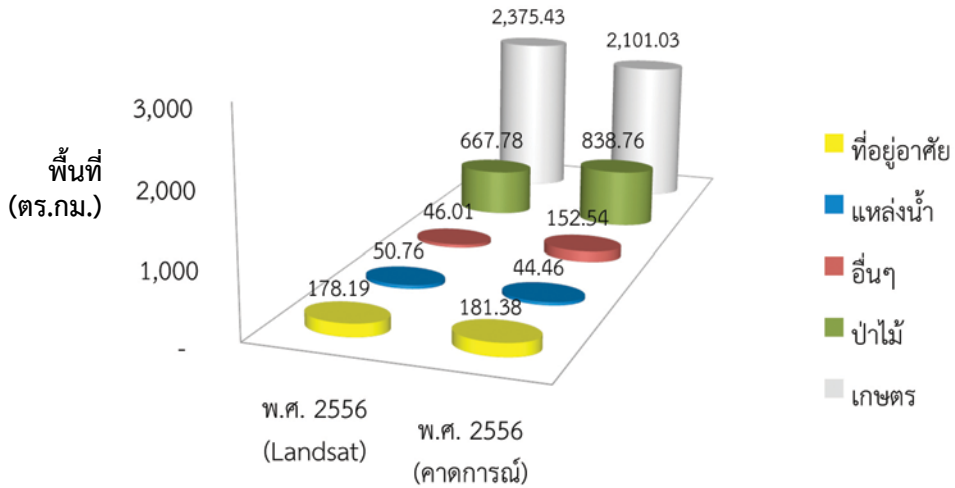
| สัดส่วนการใช้ที่ดิน<br>พ.ศ. 2545 | สัดส่วนการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2556 (คาดการณ์)/ตร.กม. |        |          |          |        |          |
|----------------------------------|---|--------|----------|----------|--------|----------|
|                                  | อาคาร/<br>สิ่งปลูกสร้าง                         | ป่าไม้ | เกษตร    | แหล่งน้ำ | อื่นๆ  | รวม      |
| อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง              | 13.08   | 11.81  | 61.70    | 0.97     | 1.50   | 89.05    |
| ป่าไม้                           | 8.73  | 300.04 | 267.59   | 0.88     | 33.14  | 610.39   |
| เกษตร                            | 156.40  | 493.14 | 1,723.28 | 20.04    | 110.16 | 2,503.03 |
| แหล่งน้ำ                         | 1.70  | 1.41   | 8.75     | 21.64    | 0.21   | 33.71    |
| อื่นๆ                            | 1.48  | 32.36  | 39.70    | 0.93     | 7.53   | 82.00    |
| รวม                              | 181.38  | 838.76 | 2,101.03 | 44.46    | 152.54 | 3,318.17 |

ตารางที่ 7 ความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2556

| สัดส่วนการใช้ที่ดิน<br>พ.ศ. 2545 | ความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2556 (คาดการณ์) |        |        |          |        |
|----------------------------------|--|--------|--------|----------|--------|
|                                  | อาคาร/<br>สิ่งปลูกสร้าง  | ป่าไม้ | เกษตร  | แหล่งน้ำ | อื่นๆ  |
| อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง              | 0.1468   | 0.1326 | 0.6928 | 0.0109   | 0.0168 |
| ป่าไม้                           | 0.0143   | 0.4916 | 0.4384 | 0.0014   | 0.0543 |
| เกษตร                            | 0.0625   | 0.1970 | 0.6885 | 0.0080   | 0.0440 |
| แหล่งน้ำ                         | 0.0504   | 0.0418 | 0.2596 | 0.6421   | 0.0061 |
| อื่นๆ                            | 0.0180   | 0.3947 | 0.4842 | 0.0113   | 0.0919 |



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลอง CA-MARKOV กับข้อมูลที่จำแนกจากดาวเทียม Landsat 8 โดยมีสัดส่วนพื้นที่ตรงกันร้อยละ 70



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้ที่ดินที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม พ.ศ. 2556 เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง CA-MARKOV ในปีเดียวกัน

4.2 การคาดการณ์การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2567 จากข้อมูลดาวเทียม พ.ศ. 2545 และ 2556 โดยกำหนดสัดส่วนการใช้ที่ดิน (Transition Area) และความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแต่ละประเภท (Probability of Changing) ด้วยแบบจำลอง MARKOV ตารางที่ 9 และ 10 นำค่าดังกล่าวไปใช้เพื่อการทำนายรูปแบบการใช้ที่ดินในปี 2024 ด้วยแบบจำลอง CA (cellular automata) ภาพที่ 7

ตารางที่ 8 ตารางแสดงความคล้ายระหว่างข้อมูลการใช้ที่ดินที่ได้จากดาวเทียม พ.ศ. 2556 กับข้อมูลการใช้ที่ดินที่ได้จากแบบจำลอง CA-MARKOV ในปีเดียวกัน

| การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2556 จากแบบจำลอง CA-MARKOV/ตร.กม. | การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2556 (ดาวเทียม)/ตร.กม. |               |                 |              |              |                 |
|---|--|---------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|
|   | อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง                      | ป่าไม้        | เกษตร           | แหล่งน้ำ     | อื่นๆ        | รวม             |
| อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง                                 | 39.58                                    | 12.33         | 121.89          | 6.77         | 0.81         | 181.38          |
| ป่าไม้  | 20.01                                    | 436.99        | 351.08          | 2.00         | 28.77        | 838.84          |
| เกษตร   | 109.65                                   | 173.83        | 1,796.09        | 11.64        | 9.82         | 2,101.02        |
| แหล่งน้ำ  | 1.62                                     | 0.87          | 11.82           | 30.01        | 0.07         | 44.39           |
| อื่นๆ   | 7.34                                     | 43.75         | 94.55           | 0.35         | 6.54         | 152.53          |
| <b>รวม</b>  | <b>178.19</b>                            | <b>667.78</b> | <b>2,375.43</b> | <b>50.76</b> | <b>46.01</b> | <b>3,318.17</b> |
| <b>ตรงกัน</b>                                       | <b>39.58</b>                             | <b>436.99</b> | <b>1,796.09</b> | <b>30.01</b> | <b>6.54</b>  | <b>2,309.21</b> |
| <b>ร้อยละความถูกต้อง</b>                            |  |               |                 |              |              | <b>70%</b>      |

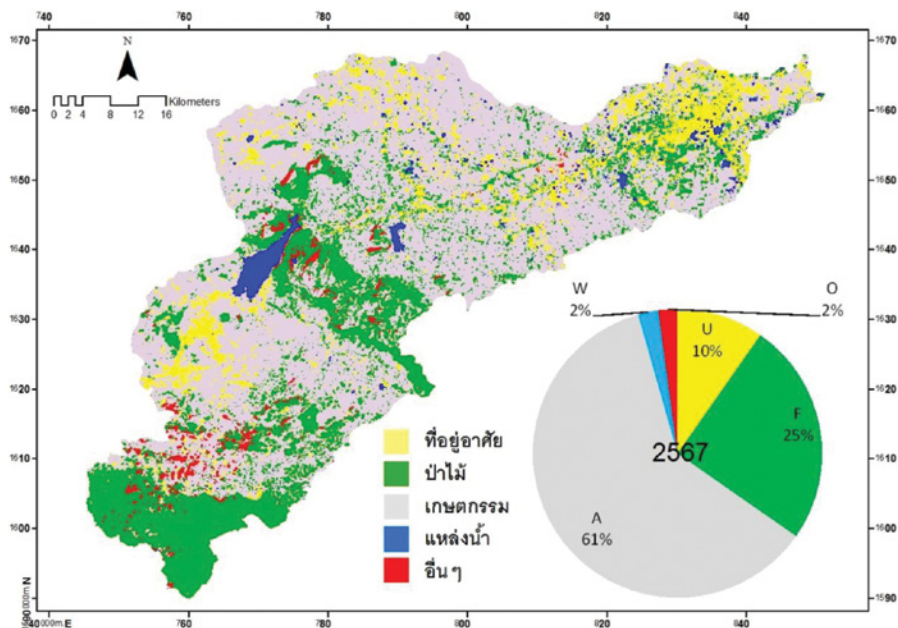


ตารางที่ 9 ตารางสัดส่วนการใช้ที่ดินใน พ.ศ. 2567 ที่ได้จากแบบจำลอง Markov

| สัดส่วนการใช้ที่ดิน<br>ปี พ.ศ. 2556 | สัดส่วนการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2567 (คาดการณ์)/ตร.กม. |        |          |          |       |          |
|-------------------------------------|---|--------|----------|----------|-------|----------|
|                                     | อาคาร/<br>สิ่งปลูกสร้าง                         | ป่าไม้ | เกษตร    | แหล่งน้ำ | อื่นๆ |          |
| อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง                 | 30.10   | 15.38  | 124.68   | 6.67     | 1.36  | 178.19   |
| ป่าไม้                              | 14.17   | 336.79 | 281.16   | 1.90     | 33.75 | 667.78   |
| เกษตร                               | 275.03  | 458.02 | 1,578.01 | 31.39    | 32.98 | 2,375.43 |
| แหล่งน้ำ                            | 1.27  | 1.05   | 12.84    | 35.41    | 0.19  | 50.76    |
| อื่นๆ                               | 1.67  | 17.90  | 24.19    | 0.11     | 2.13  | 46.01    |
| รวม                                 | 322.24  | 829.14 | 2,020.88 | 75.49    | 70.42 | 3,318.17 |

ตารางที่ 10 ความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2567

|                     | ความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2567 (คาดการณ์) |        |        |          |        |
|---------------------|--|--------|--------|----------|--------|
|                     | อาคาร/<br>สิ่งปลูกสร้าง  | ป่าไม้ | เกษตร  | แหล่งน้ำ | อื่นๆ  |
| อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง | 0.1689   | 0.0863 | 0.6997 | 0.0374   | 0.0076 |
| ป่าไม้              | 0.0212   | 0.5043 | 0.4210 | 0.0029   | 0.0505 |
| เกษตร               | 0.1158   | 0.1928 | 0.6643 | 0.0132   | 0.0139 |
| แหล่งน้ำ            | 0.0251   | 0.0207 | 0.2529 | 0.6976   | 0.0038 |
| อื่นๆ               | 0.0363   | 0.3891 | 0.5258 | 0.0024   | 0.0463 |



ภาพที่ 7 แสดงการใช้ที่ดินจากแบบจำลอง CA-MARCOV พร้อมสัดส่วนการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2567



## สรุปผลการศึกษา

### 1. พื้นที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง

การจำแนกการใช้ที่ดินที่ได้จากข้อมูลดาวเทียม Landsat ใน พ.ศ. 2534, 2545 และ 2556 สามารถจำแนกได้ 5 ประเภท ได้แก่ ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง ป่าไม้ เกษตรกรรม แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่นๆ โดยพื้นที่ที่อยู่อาศัยฯ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมากโดยพื้นที่อยู่อาศัย พ.ศ. 2556 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 416 ของพื้นที่อยู่อาศัย พ.ศ. 2534 หรือมีที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นประมาณ 4 เท่าในเวลา 22 ปี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสถิติจำนวนบ้านของสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง พ.ศ. 2556 มีจำนวนบ้านเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 เท่าของจำนวนบ้าน พ.ศ. 2533 และคาดการณ์ว่าที่อยู่อาศัยฯ จะมีขยายตัวต่อเนื่อง โดยแบบจำลอง CA-MARCOV ใน พ.ศ. 2567 พื้นที่ที่อยู่อาศัยฯ เท่ากับ 322.24 ตารางกิโลเมตร หรือเพิ่มขึ้น 1.8 เท่าจาก พ.ศ. 2556 โดยพื้นที่ที่มีการขยายตัวของที่อยู่อาศัยฯ มาก ได้แก่ เขตเทศบาลนคร นครราชสีมา อำเภอเมืองนครราชสีมา เทศเมืองปากช่อง อำเภอปากช่อง และบางส่วนของเทศบาลตำบลสีคิ้ว อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

### 2. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้

ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม พ.ศ. 2534-2556 พบว่า พ.ศ. 2556 มีพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 16.10 ของพื้นที่ป่าไม้ พ.ศ. 2534 สอดคล้องกับข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ที่พื้นที่ป่าไม้ในจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2554 เพิ่มขึ้นร้อยละ 33.86 ของพื้นที่ป่าไม้ พ.ศ. 2534 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าไม้ส่วนหนึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ปลูกยางพาราที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วประมาณร้อยละ 119 โดยคำนวณจากพื้นที่ปลูกยางพาราในจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2556 เทียบกับ พ.ศ. 2551 (5 ปี) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) นอกจากนั้นพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองตอนกลางถึงตอนปลายจะพบไม้ยืนต้นที่ขึ้นสองฝั่งลำน้ำ โดยพืชที่สำคัญได้แก่ ต้นกระถินยักษ์ ซึ่งมีปริมาณหนาแน่นและเติบโตเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปีที่มีปริมาณน้ำท่ามาก เช่น พ.ศ. 2545 และปี 2556 เป็นต้น

### 3. พื้นที่การเกษตรมีแนวโน้มลดลง

ข้อมูลพื้นที่เกษตรที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม พ.ศ. 2534-2556 พบว่า มีแนวโน้มลดลง ร้อยละ 9.34 ของพื้นที่เกษตร พ.ศ. 2534 เนื่องจากการเพิ่มที่ของพื้นที่อยู่อาศัยฯ และพื้นที่เกษตรที่เปลี่ยนรูปแบบจากพืชไร่เป็นสวนยางพาราซึ่งจำแนกการใช้ที่ดินจากข้อมูลดาวเทียมระบุเป็นพื้นที่ป่าไม้

#### 4. พื้นที่แหล่งน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ข้อมูลพื้นที่แหล่งน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม พ.ศ. 2534-2556 พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ร้อยละ 79.68 ของพื้นที่แหล่งน้ำ พ.ศ. 2534 พื้นที่แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงสูงเนื่องจากสาเหตุหลักได้แก่ ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองมีสูง ใน พ.ศ. 2545 ปริมาณน้ำท่าได้รับผลกระทบจากอุทกภัยในภาคเหนือตอนล่างและในภาคกลางในปีดังกล่าวส่งผลกระทบต่อบางส่วนให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองซึ่งติดกับพื้นที่ภาคกลาง และใน พ.ศ. 2556 พื้นที่ภาคอีสานได้รับผลกระทบอย่างมากจากพายุ 3 ลูก ได้แก่ พายุดีเปรสชัน Eighteen (เดือนกันยายน) พายุ WUTIP (ต้นเดือนตุลาคม) และพายุ NARI (ปลายเดือนตุลาคม) ส่งผลในปริมาณน้ำท่า พ.ศ. 2556 ในลุ่มน้ำลำตะคองสูงมาก (คลังข้อมูลสภาพน้ำ, 2557)

#### 5. พื้นที่อื่นๆ

ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ผลัดใบหรือพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง และพื้นที่ว่างเปล่าอื่นๆ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ สภาพการเกิดไฟป่าหรือการเกิดน้ำท่วมขังในแต่ละปีที่มีความไม่แน่นอน โดยพื้นที่ดังกล่าวมีประมาณร้อยละ 1.80 ของพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองทั้งหมด

#### 6. พื้นที่คาดการณ์การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2556

เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่การใช้ที่ดินที่ได้จากข้อมูลดาวเทียมปีเดียวกัน มีความคล้ายกัน (Similarity) ประมาณร้อยละ 70 ทำให้ความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง CA-MARKOV อยู่ในระดับที่พอใช้ และสามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2567 ได้

#### 7. พื้นที่คาดการณ์การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2567

สัดส่วนการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2567 ที่ได้จากการคาดการณ์โดยแบบจำลอง CA-MARKOV ได้แก่ พื้นที่อยู่อาศัยฯ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตร พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่นๆ มีค่าเท่ากับ 322.24, 829.14, 2,020.88, 75.49 และ 70.42 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 9.71, 24.99, 60.90, 2.27 และ 2.12 ตามลำดับ

พื้นที่ที่อยู่อาศัยฯ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดเพิ่มขึ้นร้อยละ 80.84 จาก พ.ศ. 2556 โดยพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่อยู่อาศัยฯ มากที่สุดได้แก่พื้นที่เกษตรกรรม จากแนวโน้มดังกล่าวทำให้การใช้ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยฯ ควรมีการจัดการหรือการวางแผนที่ถูกต้องและเหมาะสมต่อไปในอนาคต พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น 1 ใน 4 ของพื้นที่ป่าไม้เดิมใน พ.ศ. 2556 (เพิ่มขึ้นร้อยละ

24.19) โดยพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าไม้มากที่สุดได้แก่พื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เกษตรกรรมแบบดั้งเดิม (นาข้าวหรือทำไร่) เป็นสวนยางพารา เป็นต้น พื้นที่เกษตรกรรมมีพื้นที่ลดลงร้อยละ 14.93 ของพื้นที่เกษตรกรรม พ.ศ. 2556 โดยพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงจากพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดได้แก่พื้นที่ที่อยู่อาศัยฯ

พื้นที่แหล่งน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 48.36 โดยพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่แหล่งน้ำมากที่สุดได้แก่พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่อื่นๆ มีพื้นที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 53.05 โดยพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่อื่นๆ มากที่สุดได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ โดยพื้นที่ดังกล่าวอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้มากที่สุดขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในขณะนั้น เช่น น้ำท่วม หรือฝนแล้ง เป็นต้น แต่พื้นที่ดังกล่าวมีประมาณร้อยละ 2 ของพื้นที่ลุ่มน้ำจึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรวมของพื้นที่น้อย

### ข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยแบบจำลอง CA-MARKOV เป็นแบบจำลองที่มีความแม่นยำระดับพอใช้ (ร้อยละ 70) และสามารถนำมาใช้ในการคำนวณสัดส่วนการใช้ที่ดินแบบไม่มีข้อจำกัดเชิงพื้นที่ทุกประเภท เปิดโอกาสให้มีการเปลี่ยนแปลงในทุกประเภทการใช้ที่ดิน เช่น พื้นที่ป่าไม้มีโอกาสเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่อื่นๆ เป็นต้น ดังนั้นในการศึกษาขั้นต่อไปควรกำหนดให้ความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงมีเงื่อนไขเพื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนที่ได้จากแบบจำลองที่กำหนดเงื่อนไขและไม่กำหนดเงื่อนไขในการเปลี่ยนแปลงว่าแบบจำลองแบบใดที่เหมาะสมในการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต รวมถึงการกำหนดปัจจัยเสริมในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพื่อลดการสูญเสียจากภัยธรรมชาติ เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสูญเสียที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่อยู่อาศัยฯ ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมากในอนาคต หากขาดการจัดการการใช้ที่ดินที่เหมาะสมในอนาคตจะทำให้พื้นที่อยู่อาศัยฯ มีแนวโน้มจะได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากภัยธรรมชาติที่ส่งผลกระทบอย่างมากต่อชีวิตและทรัพย์สิน

## เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรน้ำ. (2552). **ลุ่มน้ำสาขาลำตะคอง**. [ออนไลน์].  
<http://www.sut.ac.th/im/mun/lk.html>. (วันที่ค้นข้อมูล 4 สิงหาคม 2556)
- คลังข้อมูลสภาพน้ำ. (2557). **บันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคม 2556**. [ออนไลน์].  
[http://www.thaiwater.net/current/FloodNE\\_SepToOct56.html](http://www.thaiwater.net/current/FloodNE_SepToOct56.html).  
(วันที่ค้นข้อมูล 25 มีนาคม 2557).
- สำนักบริหารการทะเบียน. กรมการปกครอง. (2557). **จำนวนประชากรและบ้าน**. [ออนไลน์]. <http://stat.bora.dopa.go.th/xstat/popyear.html>.  
(วันที่ค้นข้อมูล 18 มกราคม 2557)
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2557). **การใช้ที่ดิน: เนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร รายจังหวัด พ.ศ. 2545-2554**. [ออนไลน์].  
[http://www.oae.go.th/more\\_news.php?cid=262](http://www.oae.go.th/more_news.php?cid=262).  
(วันที่ค้นข้อมูล 25 มกราคม 2557)
- \_\_\_\_\_. (2557). **การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรของประเทศไทย ระดับประเทศ ปี 2529-2549**. [ออนไลน์]. [http://www2.oae.go.th/oae\\_go\\_th/landused.xls](http://www2.oae.go.th/oae_go_th/landused.xls).  
(วันที่ค้นข้อมูล 25 มกราคม 2557)
- \_\_\_\_\_. (2557). **ยางพารา**. [ออนไลน์]. <http://www.oae.go.th/download/prcai/farmcrop/rubber.pdf>. (วันที่ค้นข้อมูล 25 มกราคม 2557)
- \_\_\_\_\_. (2557). **สถิติยางไทย: พื้นที่ปลูกยางของประเทศไทย**. [ออนไลน์].  
[http://www.rubberthai.com/statistic/stat\\_index.htm](http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm).  
(วันที่ค้นข้อมูล 25 มกราคม 2557)
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2549). **พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์**. ราชบัณฑิตยสถาน.
- CreateSurvey. (2013). **What is crosstabulation?** [Online].  
[www.createsurvey.com/docs/what\\_is\\_crosstab.html](http://www.createsurvey.com/docs/what_is_crosstab.html). April 23, 2013.
- Eastman, J. Ronald. (2003). "IDRISI Kilimanjaro Guide to GIS and Image Processing", **Clark Labs**, Clark University. USA.
- Geri, Francesco, Valerio Amici and Duccio Rocchini. (2010). "Human activity impact on the heterogeneity of a Mediterranean landscape". **Applied Geography**, Volume 30, Issue 3, Pages 370-379

- Halder, Anindya, Ashish Ghosh and Susmita Ghosh. (2010). “Supervised and unsupervised landuse map generation from remotely sensed images using ant based systems.” **Applied Soft Computing** (11) :5770-5781).
- Sang, Lingling, Chao Zhang, Jianyu Yang, Dehai Zhu and Wenju Yun. (2011). “Simulation of land use spatial pattern of towns and villages based on CA–Markov model”. **Mathematical and Computer Modelling**, Volume 54, Issues 3–4, Pages 938-943.
- Shalaby, Adel and Tateishi Ryutaro. (2007). “Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt”. **Applied Geography**, Volume 27, Issue 1, Pages 28-41
- Zhang, Xinchang, Tingjun Kang, Haiying Wang and Ying Sun. (2010). “Analysis on spatial structure of landuse change based on remote sensing and geographical information system”. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, Volume 12, Supplement 2, September 2010, Pages S145-S150