

**แบบจำลองพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่
และพื้นที่โดยรอบ**

**Land Use Change Prediction model in Amphoe Mueang Chiang Mai
and Surrounding Areas**

ชัยวัฒน์ บุญตัน¹ วันณัชชา เทพวงศ์¹ บุญศิริ สุขพร้อมสรรพ¹ ธิดาภัทร อนุชาญ² และ นิตี เอี่ยมชื่น^{1*}

Chaiwat Buntan¹, Wannutchcha Thepwong¹, Boonsiri Sukopromsun¹, Thidapath Anucharn² and Niti Iamchuen^{1*}

¹หน่วยวิจัยเพื่อการพัฒนาวัตกรรมการเมืองพื้นที่ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา 56000

¹Research Unit of Spatial Innovation Development, School of Information and Communication Technology,
University of Phayao, Phayao 56000, Thailand

²สาขาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 90000

²Department of Business Information System, Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Srivijaya 90000

* Corresponding author E-mail: niti018@hotmail.com

Received: August 6, 2021

Revised: August 23, 2021

Accepted: August 25, 2021

บทคัดย่อ

การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการแสดงถึงพื้นที่เชื่อมโยงสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพ สังคม การเมือง และเทคโนโลยี การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2549, 2552 และ 2558 2) และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง FLUS Model 3) เพื่อใช้คาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตปี พ.ศ. 2567 ใช้ Artificial neural network: ANN หาคความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้ง 8 ปัจจัยกับการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ และใช้แบบจำลอง Markov-Chain เพื่อใช้คาดการณ์ขนาดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต ผลการวิจัยพบว่า และผลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2567 เกษตรกรรม 408,977 ไร่ ร้อยละ 26.97 ของพื้นที่ทั้งหมด ป่าไม้ 699,156 ไร่ ร้อยละ 46.11 ของพื้นที่ทั้งหมด เบ็ดเตล็ด 53,987 ไร่ ร้อยละ 3.56 ของพื้นที่ทั้งหมด สิ่งปลูกสร้าง 326,973 ไร่ ร้อยละ 21.56 ของพื้นที่ทั้งหมด และแหล่งน้ำ 27,261 ไร่ ร้อยละ 1.8 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยสามารถนำฐานข้อมูลไปใช้ในการวางแผนจัดการใช้ที่ดินในอนาคตบริเวณพื้นที่เมืองเชียงใหม่และเขตปริมณฑล

คำสำคัญ : การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัยทางกายภาพ มาร์คอฟ จีไอเอสไอเอสพีเอส โครงข่ายประสาทเทียม

Abstract

Land use represents the relationship of physical, social, political and technological factors. The objectives of this study are: 1) to study the land use change of the of Land Development Department in 2006, 2009 and 2015, in Amphoe Mueang Chiang Mai and surrounding areas, 2) to validate the FLUS Model and 3) to predict the land use change in 2024. The relationship of 8 factors and land use 5 types including agriculture area forest area miscellaneous area built-up area and water bodies area by using Artificial Neuron Network (ANN) and the future scenario from Markov Model were applied to predict the land use change. The research results from land use

prediction in 2024 illustrated that agriculture area was 408,977 rai 26.97% of the total area, forest area was 699,156 rai 46.11% of the total area, miscellaneous area was 53,987 rai 3.56% of the total area, built-up area was 326,973 rai 21.56% of the total area and water bodies area was 27,261 rai 1.8% of the total area. The database can be implemented to land use management planning for Amphoe Mueang Chiang Mai and surrounding areas.

Keywords Land use, Physical factors, MARKOV, GeoSOS-FLUS, Artificial neural network: ANN

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงอย่างเป็นพลวัตโดยเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ การพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมเป็นปัจจัยขับเคลื่อนที่ช่วยเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การขยายตัวของเมือง การเจริญเติบโตทางภาคอุตสาหกรรม และความต้องการอาหารหรือสินค้าการเกษตรที่มากขึ้น สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน [1] และ [2]

โมเดลการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นวิธีการเชิงปริมาณที่ใช้ข้อมูลที่มีอยู่และเป็นการคาดการณ์ร่วมกับทฤษฎีพฤติกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมเพื่อทำนายการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในแต่ละประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการกำหนดสถานการณ์ หรือ แนวโน้มการใช้ที่ดินในอนาคตที่อาจเกิดขึ้น เช่น สถานการณ์ในอนาคตที่เกิดจากแนวโน้มการใช้ที่ดินในอดีต และสถานการณ์ในอนาคตที่เป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดนั้นจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยในปัจจุบันมีแบบจำลองที่ใช้ในการคาดการณ์เป็นจำนวนมาก แต่แบบจำลองที่ได้รับความนิยมใช้กันมากในการคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต คือ แบบจำลอง Ca -Markov [3] เพราะเป็นแบบจำลองที่ใช้งานง่าย และใช้เพียงข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในการวิเคราะห์เท่านั้น ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยขับเคลื่อน และแบบจำลอง Clue-s เป็นแบบจำลองที่ได้รับความนิยมเช่นเดียวกัน แต่จะใช้งานค่อนข้างยากและมีการนำปัจจัยขับเคลื่อนต่าง ๆ เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์ด้วย แต่ข้อจำกัดของแบบจำลอง Clue-s คือ ผู้ใช้จะต้องกำหนดอนาคตให้กับแบบจำลองเอง ซึ่งในปัจจุบันก็ได้มีได้มีแบบจำลอง FLUS ที่พัฒนาโดย East China Normal University (ECNU) ในประเทศจีน เป็นแบบจำลองตัวใหม่ที่มีการประยุกต์ใช้รูปแบบการจัดสรรพื้นที่แบบ Cellular Automata (CA) ร่วมกับการวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network : ANN) ซึ่งแบบจำลอง FLUS มีจุดเด่นคือ มีการนำโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินกับปัจจัยขับเคลื่อน ทั้งที่เกิดจากมนุษย์ จากธรรมชาติ และวิเคราะห์ Markov Chain เพื่อคาดการณ์แนวโน้มการใช้ที่ดินในอนาคตไม่เพียงเท่านั้นยังสามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ และ ยังมีฟังก์ชัน Accelerate ที่สามารถกำหนดความเร็วในการประมวลผลของโมเดลได้ ในการแสดงผลโมเดลจะเป็นการแสดงผลแบบเรียลไทม์แบบครั้งต่อครั้งอีกด้วย ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ผู้ศึกษาจึงเลือกนำแบบจำลอง FLUS ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่สะดวกและมีประสิทธิภาพ ที่สำคัญจากการทบทวนวรรณกรรมในประเทศยังไม่มียานวิจัยใดนำมาใช้ เนื่องจากเป็นแบบจำลองตัวใหม่ และการทบทวนวรรณกรรมจากต่างประเทศพบว่าแบบจำลองนี้ให้ความถูกต้องมากกว่าแบบจำลองตัวอื่นๆ เช่น CLUE-S, ANN-CA, Logistic-CA [4] ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำแบบจำลองนี้มาใช้ในการคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต

การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกรรพัฒนาที่ดิน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง FLUS ก่อหน้าไปคาดการณ์ในอนาคต และเพื่อคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง FLUS ในพื้นที่เมืองเชียงใหม่และเขตปริมณฑล ซึ่งผลจากการวิเคราะห์จะทำให้ทราบถึงทิศทางการขยายตัวของเมืองที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต และเป็นแนวทางในการวางแผนจัดการพื้นที่ในด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ศึกษาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวกรุงเทพมหานคร [5] ศึกษาศักยภาพแหล่งเกษตรกรรม เพื่อการอนุรักษ์ให้เป็นพื้นที่สีเขียวของเมืองเชียงใหม่ [6] และ ศึกษาการพัฒนาพื้นที่สวนสาธารณะเพื่อตอบรับกับนโยบายและมาตรฐานของภาครัฐ: กรณีศึกษา เทศบาลเมืองกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร [7] ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการบริหารและการจัดการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ได้อย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด เป็นต้น

2. ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรรพัฒนาที่ดิน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเพื่อใช้ในการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต ได้ทำการทบทวนแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ โมเดล การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการประยุกต์ใช้งานร่วมกันของ Model Markov Chain และ Model FLUS ในงานวิจัยทั้งในและนอกประเทศ

2.1 Modelการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.1.1 Model CA Markov

Model CA Markov คือ แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของมาร์คอฟ เป็น โมเดลที่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาที่สร้างขึ้นบนพื้นฐานของกระบวนการมาร์คอฟ (Markovian process) โดยกำหนดว่าการเปลี่ยนแปลงสถานะของพื้นที่หนึ่ง ๆ ในอนาคต (ช่วงเวลา $t+1$) ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่นั้น ๆ ในช่วงเวลาปัจจุบัน (ช่วงเวลา t) โดยใช้ตารางความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงจากช่วงเวลาหนึ่งไปยังอีกช่วงเวลาหนึ่ง (transition probability matrix) ดังนั้นกระบวนการมาร์คอฟจึงสามารถนำมาใช้คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันได้ [8]

2.1.2 Model FLUS

Model FLUS เป็นแบบจำลองแบบผสมสำหรับการจำลองสถานการณ์การใช้งานที่ดินแบบหลายประเภท โดยรวมผลกระทบของมนุษย์และธรรมชาติ โมดูลจำลองเชิงพื้นที่ของ Model FLUS สร้างขึ้นเป็นซอฟต์แวร์ GUI ชื่อ GeoSOS-FLUS ได้รับการพัฒนาเป็นส่วนเสริมของซอฟต์แวร์ GeoSOS ก่อนหน้านี้เพื่ออำนวยความสะดวกในการจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ซอฟต์แวร์นี้มีรูปแบบการจัดสรร CA หลายแบบสำหรับจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการวิเคราะห์สถานการณ์ รูปแบบการจัดสรร CA หลายรูปแบบได้รับการพัฒนาตามทฤษฎีของ Cellular Automata (CA) แต่มีการปรับปรุงหลายอย่างใน CA ดั้งเดิม [9]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยขับเคลื่อนการใช้ประโยชน์ที่ดิน สามารถแสดงดังตารางที่ 1

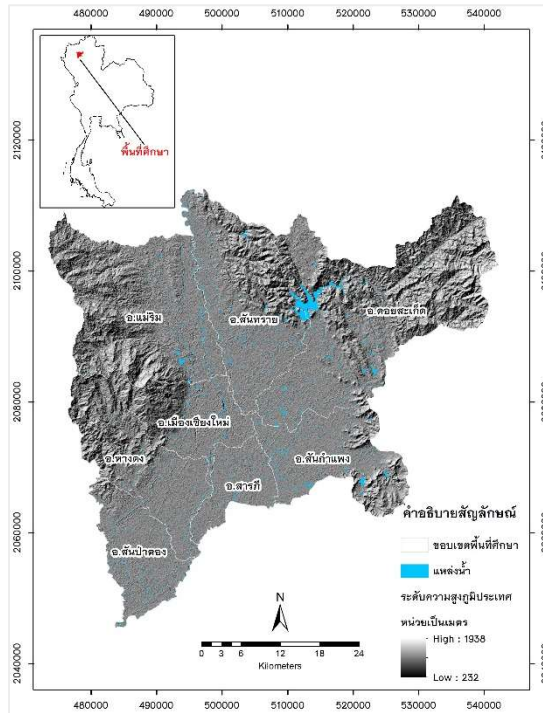
ตารางที่ 1 ปัจจัยขับเคลื่อนที่รวบรวจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้เขียน	พื้นที่ศึกษา	ปัจจัยขับเคลื่อนการใช้ประโยชน์ที่ดิน															
		dem	slope	ทางน้ำ	aspect	ดิน	ปริมาณน้ำฝน	ถนน	หมู่บ้าน	ทางรถไฟ	หิน	ประชากร	GDP	ระยะห่างใจกลางเมือง	ป่า	บ่อน้ำ	รอยเลื่อน
[10]	Ranong and Chumphon	X	X	X	X		X	X	X								
[11]	Hong Kong	X	X		X			X		X			X				
[12]	Africa			X		X		X	X								
[13]	Greater Dhaka	X	X			X					X	X	X				
[14]	Thailand	X	X		X	X		X				X					
[15]	Chiang Mai	X	X	X	X	X	X	X	X		X						
[16]	North Sumatra Indonesia	X	X		X	X		X									
[17]	Southern Chin	X	X		X			X		X		X	X	X			
[18]	Chongqing	X	X	X	X			X		X		X					
[19]	Hong Kong		X	X		X		X	X				X	X			
[20]	Phayao	X	X	X		X	X	X	X							X	X

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 11 งาน (ตารางที่ 1) มีปัจจัยทั้งหมด 16 ปัจจัย ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกปัจจัยที่จะนำมาใช้ในการศึกษาตามวัตถุประสงค์ บริบทของพื้นที่ และการนำข้อมูลมาแปลงเป็นข้อมูลทางภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์ เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าเหลือเพียง 8 ปัจจัยที่จะนำมาใช้ศึกษา ได้แก่ ระยะห่างหมู่บ้าน ความลาดเท ทางรถไฟ เส้นทางน้ำ ถนนขนส่ง ทิศทางความลาดเท ความสูงเชิงเลข และระยะห่างใจกลางเมือง

3. ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

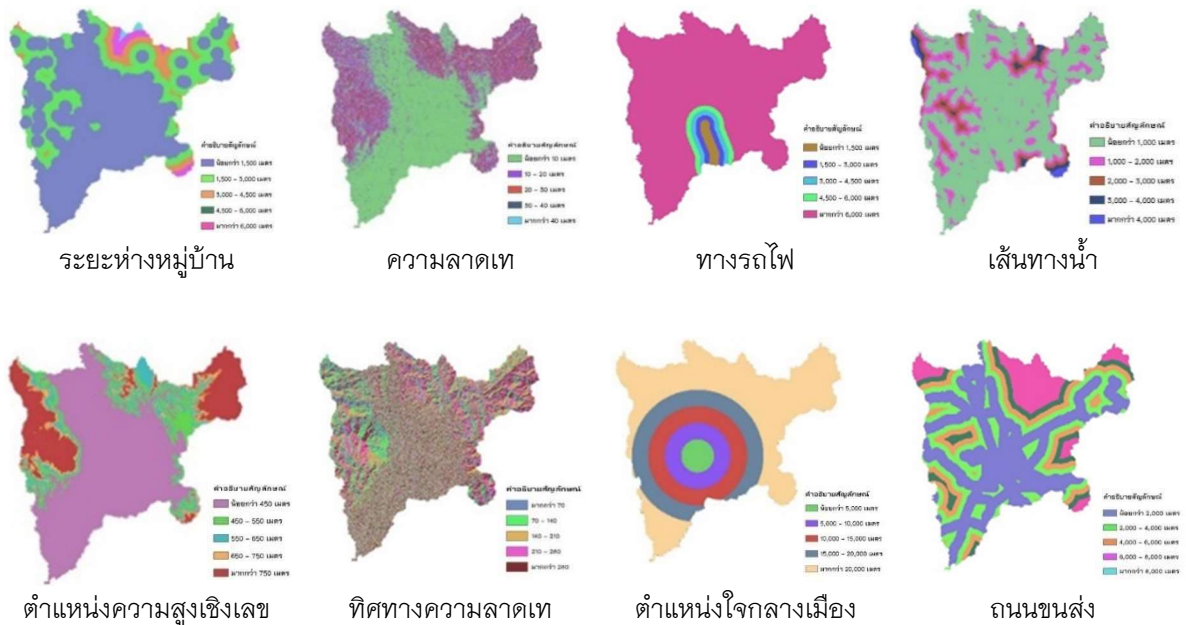
พื้นที่ศึกษาประกอบด้วย พื้นที่เมืองเชียงใหม่และเขตปริมณฑล ครอบคลุมพื้นที่ 7 อำเภอ ได้แก่ อำเภอแม่ริม อำเภอสันทราย อำเภอดอยสะเก็ด อำเภอหางดง อำเภอสารภี อำเภอสันกำแพง และอำเภอสันป่าตอง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาเมืองเชียงใหม่และเขตปริมณฑล

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

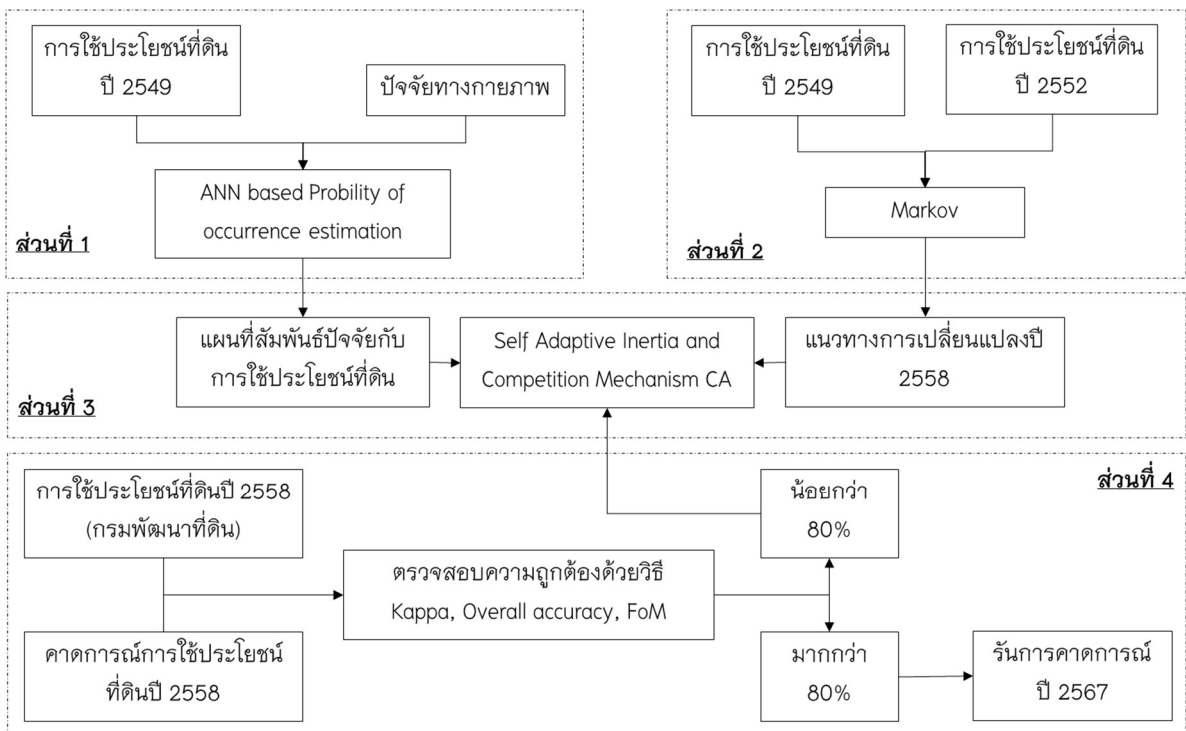
เนื่องด้วยการศึกษาเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ ดังนั้นเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ โปรแกรมรหัสเปิดทางภูมิสารสนเทศศาสตร์, ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2549 2552 และปี พ.ศ. 2558 และข้อมูลปัจจัยขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน 8 ปัจจัย ได้แก่ ระยะห่างหมู่บ้าน ความลาดเท ทางรถไฟ เส้นทางน้ำ ถนนขนส่ง ทิศทางความลาดเท ความสูงเชิงเลข และระยะห่างใจกลางเมือง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ปัจจัยขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Driving factors)

การวิเคราะห์

การวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ 1) เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ. 2549 2552 และ 2558 มาเปรียบเทียบเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 ปี หลังจากนั้นจัดทำตารางการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2) ตรวจสอบความถูกต้องของ Model FLUS และคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนย่อย ได้แก่ (1) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยการขับเคลื่อนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยขับเคลื่อนกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน (2) การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินด้วย Model Markov Chain คำนวณความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากประเภทหนึ่งไปเป็นอีกประเภทหนึ่ง โดยอาศัยข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2549 และ ปี พ.ศ. 2552 เป็นข้อมูลฐานสำหรับคาดการณ์พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2558 (3) เป็นการกำหนดค่าพารามิเตอร์และการนำเข้าของข้อมูล เพื่อคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2558 โดยข้อมูลที่นำเข้าประกอบด้วย ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2558 จากการดำเนินงานในส่วนที่ 2 และ ส่วนที่ 1 (4) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2558 กับการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2558 ของกรมพัฒนาที่ดินโดยการตรวจสอบของข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ 1) การหาค่าสัมประสิทธิ์ Kappa และค่าความผิดพลาดโดยรวม และ 2) การหาค่าสถิติ figure of merit: FoM เป็นค่าปริมาณที่ใช้เพื่อวัดความแม่นยำในการสร้างแบบจำลองของการจำลอง หลังจากตรวจสอบถูกต้องทั้ง 2 แบบ หากผลการวิเคราะห์เกิน 80 เปอร์เซนต์ขึ้นไปจึงทำคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2567 โดยจะมีขั้นตอนใกล้เคียงกับการดำเนินงานทั้ง 4 ส่วนที่ผ่านมา โดยมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินปีตั้งต้นเปลี่ยนเป็นปี พ.ศ. 2558 และการคาดการณ์จาก Model Markov Chain ปี พ.ศ. 2567 จากนั้นทำการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน Model FLUS ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การตรวจสอบความถูกต้องของ Model FLUS และคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

5. ผลการศึกษา

การศึกษากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2549 2552 และ 2558 และ การศึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของ Model FLUS ก่อนนำไปคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต โดยใช้ Model FLUS ในการคาดการณ์อนาคต กรณีศึกษาพื้นที่เมืองเชียงใหม่และเขตปริมณฑล โดยได้แบ่งรายละเอียดผล การศึกษาดังนี้

5.1 การศึกษากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ. 2549 2552 และ 2558

ระหว่าง ปี พ.ศ. 2549 – 2552 เมื่อเปรียบเทียบรายปีพบว่า พื้นที่เกษตรมีจำนวนลดลงปีละ 11,484 ไร่ พื้นที่ ป่าไม้มีจำนวนลดลง 249 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ดมีจำนวนเพิ่มขึ้น 610 ไร่ พื้นที่สิ่งปลูกสร้างมีจำนวนเพิ่มขึ้น 9,974 ไร่ และ พื้นที่แหล่งน้ำมีจำนวนเพิ่มขึ้น 1,150 ไร่ ระหว่าง ปี พ.ศ. 2552 – 2558 เปรียบเทียบรายปีพบว่า พื้นที่เกษตรมีจำนวน ลดลง 1,059 ไร่ พื้นที่ป่าไม้มีจำนวนลดลง 410 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ดมีจำนวนลดลง 941 ไร่ พื้นที่สิ่งปลูกสร้างมีจำนวน เพิ่มขึ้น 2,202 ไร่ พื้นที่แหล่งน้ำมีจำนวนเพิ่มขึ้น 209 ไร่ โดยการศึกษากการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว ปี พ.ศ. 2549 – 2558 พื้นที่เกษตรมีจำนวนลดลงปีละ 4,534 ไร่ พื้นที่ป่าไม้มีจำนวนลดลง 356 ไร่ พื้นที่เบ็ดเตล็ดมีจำนวนลดลง 424 ไร่ พื้นที่สิ่งปลูกสร้างมีจำนวนเพิ่มขึ้น 4,792 ไร่ พื้นที่แหล่งน้ำมีจำนวนเพิ่มขึ้น 523 ไร่ รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2549 2552 และ 2558

การใช้ประโยชน์ที่ดิน									
ประเภท	ไร่			ร้อยละ			ไร่		
	ปี พ.ศ.2549	ปี พ.ศ.2552	ปี พ.ศ.2558	ปี พ.ศ.2549	ปี พ.ศ.2552	ปี พ.ศ.2558	ปี 2549-2552 (รายปี)	ปี 2552-2558 (รายปี)	ปี 2549-2558 (รายปี)
เกษตรกรรม	480,241	445,788	439,432	31.67	29.40	28.98	-11,484	-1,059	-4,534
ป่าไม้	706,174	705,426	702,966	46.57	46.52	46.36	-249	-410	-356
เบ็ดเตล็ด	61,456	63,286	57,638	4.05	4.17	3.80	+610	-941	-424
เมือง	245,925	275,847	289,057	16.22	18.19	19.06	+9,974	+2,202	+4,792
แหล่งน้ำ	22,558	26,007	27,261	1.49	1.72	1.80	+1,150	+209	+523
รวม	1,516,354	1,516,354	1,516,354	100	100	100			

5.2 การตรวจสอบความถูกต้อง Model FLUS

การตรวจสอบความถูกต้องของ Model FLUS ประกอบด้วยค่าสถิติ 3 ค่า ได้แก่ 1) ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa หรือ Cohen's kappa coefficient เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบความสอดคล้อง (Consistency) กันของข้อมูล 2 กลุ่ม โดย ผลลัพธ์ของค่าสัมประสิทธิ์ Kappa คือ 0.92 หรือ 92.78 เปอร์เซนต์ 2) Overall Accuracy หรือความถูกต้องโดยรวม

เป็นการแสดงความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลที่มีความสอดคล้องตรงกันระหว่างจุดตรวจสอบกับข้อมูล โดยค่าความถูกต้องโดยรวมคือ 0.95 หรือคิดเป็น 95.19 เปอร์เซนต์ ดังตารางที่ 3

ตาราง 3 การตรวจสอบความถูกต้องของ Model FLUS ปี 2558 (ค่าสัมประสิทธิ์ และ ค่าความถูกต้องโดยรวม)

ประเภทการใช้ที่ดิน	เกษตรกรรม	ป่าไม้	เบ็ดเตล็ด	เมือง	แหล่งน้ำ	รวม
เกษตรกรรม	385,413	1,672	3,688	48,632	27	439,432
ป่าไม้	2,947	699,699	0	320	0	702,966
เบ็ดเตล็ด	2,516	400	53,852	845	25	57,638
เมือง	5,758	400	4,318	278,566	15	289,057
แหล่งน้ำ	814	212	242	53	25,940	27,261
รวม	397,448	702,383	62,100	328,416	26,007	1,516,354
Kappa Coefficient	92.78					
Overall Accuracy	95.19					

3) สถิติ FoM เป็นค่าปริมาณที่ใช้วัดความแม่นยำในการสร้างแบบจำลองของการจำลอง เพื่อใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน โดยหากค่าการความแม่นยำเข้าใกล้ 0 ถือว่ามีความแม่นยำสูง โดยค่าสถิติ FoM ในการวิเคราะห์ครั้งนี้มีค่าความแม่นยำอยู่ที่ 0.04 ดังรูปที่ 5

<p>A=,19775 (The area of error due to observed change predicted as persistence พื้นที่ของข้อผิดพลาดจากการเปลี่ยนแปลงที่คาดการณ์ว่ามีความคงอยู่)</p> <p>B=,3070 (The area corrected due to observed change predicted as change พื้นที่ที่ถูกแก้ไขเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่คาดการณ์ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลง)</p> <p>C=,574 (The area of error due to the observed change predicted as change in the wrong category พื้นที่ของข้อผิดพลาดจากการเปลี่ยนแปลงที่คาดการณ์ว่ามีการเปลี่ยนแปลงในหมวดที่ไม่ถูกต้อง)</p> <p>D=,52535 (The area of error due to observed persistence predicted as change พื้นที่ของข้อผิดพลาดจากการคงอยู่ที่คาดการณ์ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลง)</p>	<p>[Figure of Merit]=B/(A+B+C+D) FoM=,0.0404192 [Producer's Accuracy]=B/(A+B+C) Producer's Accuracy=, 0.13109 [User's Accuracy]=B/(B+C+D) User's Accuracy=,0.0546468</p>
---	--

รูปที่ 5 ค่าสถิติ FoM หรือ Figure of Merit

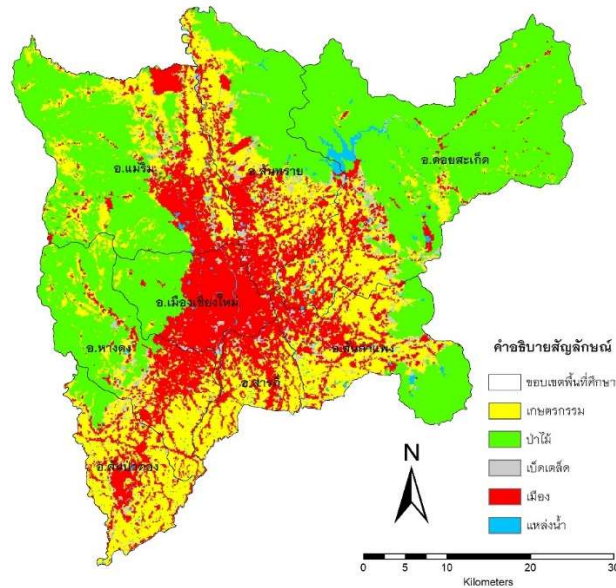
5.3 การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2567 ด้วย Model FLUS

ผลลัพธ์ที่ได้ในปี พ.ศ. 2567 (รูปที่ 6) การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2567 ในพื้นที่เมืองเชียงใหม่และเขตปริมณฑล ได้แก่ อำเภอแม่ริม อำเภอสันทราย อำเภอดอยสะเก็ด อำเภอหางดง อำเภอสารภี อำเภอสันกำแพง และอำเภอสันป่าตอง พบว่า

พื้นที่เกษตรปี พ.ศ. 2567 มีพื้นที่ 408,977 ไร่ จากเดิม 439,432 ไร่ ของปี พ.ศ. 2558 มีแนวโน้มลดลง 30,455 ไร่ โดยส่วนมากจะเปลี่ยนแปลงมากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณอำเภอสันทราย และอำเภอดอยสะเก็ด พื้นที่ป่าไม้มีจำนวน 699,156 ไร่ จากเดิมมี 702,966 ไร่ มีแนวโน้มลดลง 3,810 ไร่ มีการเปลี่ยนแปลงมากทางทิศตะวันตกบริเวณอำเภอแม่ริม และอำเภอหางดง เป็นส่วนมาก พื้นที่เบ็ดเตล็ดมีจำนวน 53,987 ไร่ จากเดิมมี 57,638 มีแนวโน้มลดลง 3,651 ไร่ มีการเปลี่ยนแปลงมากทางทิศเหนือบริเวณอำเภอสันทราย และอำเภอแม่ริม พื้นที่สิ่งปลูกสร้างมีจำนวน 326,973 ไร่ จากเดิมมี 289,057 ไร่ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 37,916 ไร่ การเปลี่ยนแปลงมากทางทิศเหนือบริเวณอำเภอสันทราย และอำเภอดอยสะเก็ด และพื้นที่แหล่งน้ำมีจำนวน 27,261 ไร่ ทั้ง 2 ปี ไม่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่แต่ละอำเภอไม่ต่างกันมาก

ตารางที่ 4 ตารางการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2558 – 2567

การใช้ประโยชน์ที่ดิน					
ประเภทการใช้ที่ดิน	(ไร่)		ร้อยละ		ปี พ.ศ. 2558 – 2567 (ไร่)
	ปี พ.ศ. 2558	ปี พ.ศ. 2567	ปี พ.ศ. 2558	ปี พ.ศ. 2567	
เกษตรกรรม	439,432	408,977	28.98	26.97	-30,455
ป่าไม้	702,966	699,156	46.36	46.11	-3,810
เบ็ดเตล็ด	57,638	53,987	3.80	3.56	-3,651
เมือง	289,057	326,973	19.06	21.56	37,916
แหล่งน้ำ	27,261	27,261	1.80	1.80	0
รวม	1,516,354	1,516,354	100.00	100.00	



รูปที่ 6 การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2567

6. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2549 2552 และ 2558 พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่สิ่งปลูกสร้างและพื้นที่แหล่งน้ำมีจำนวนเพิ่มขึ้น และการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีจำนวนลดลง

จากการตรวจสอบความถูกต้องของ Model FLUS โดยการเทียบความถูกต้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินและปัจจัยขับเคลื่อน พบว่า Model FLUS มีความน่าเชื่อถือที่ดีมากเนื่องจาก 1) ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa มีค่า 85 เปอร์เซนต์ ซึ่งถือว่ามีค่าที่น่าเชื่อถือในเกณฑ์ดีมาก 2) ค่าความถูกต้องโดยรวม มีค่า 90 เปอร์เซนต์ ซึ่งถือว่ามีค่าที่น่าเชื่อถือในเกณฑ์ดีมาก และ 3) ค่าสถิติ FoM มีค่า 0.046 ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์ดีมากเช่นเดียวกัน

จากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2567 ประกอบด้วยพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ พบว่า พื้นที่สิ่งปลูกสร้างและพื้นที่แหล่งน้ำมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางทิศเหนือ และทิศตะวันออกของตัวเมือง ที่จะเห็นว่ามีพื้นที่สิ่งปลูกสร้างเกิดขึ้นอย่างมากมาย เพื่อตอบสนองความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้นทั้งในเขตเมืองเอง และที่มาจากกรอพยพจากต่างถิ่นเข้ามาพำนักอาศัย เนื่องจากจังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีสถิติการเจริญเติบโตของเมืองเป็นอันดับ 7 ของประเทศและเป็นอันดับ 1 ของภาคเหนือ โดยพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีแนวโน้มที่จะลดลง เพราะเมื่อการขยายตัวของเมืองเกิดแออัดจึงทำให้จำเป็นต้องมีการย้ายพื้นที่ไปสร้างบริเวณที่มีพื้นที่โล่งกว่าจึงทำให้พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีแนวโน้มที่จะลดลงซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ [21], [22], [23] พบว่า ปัญหาการลดลงและการสูญหายของพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด เกี่ยวข้องอย่างมากกับการขยายอิทธิพลของเมือง ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างเหมาะสมในอนาคตต่อไป

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Turner, II B.L., Skole, D., Sanderson, S., Fischer, G., Fresco, L. & Leemans, R. (1995). Land use land cover change. science/research plan (IGBP Report No. 35 and HDP Report No.7).
- [2] Lambin, EF. et.al. (2001). The causes of land–use and land–cover change: Moving beyond the myths. *Global Environmental Change*. 11(4), 261–269.
- [3] Chudech, L. (2016). Land Use Change Model and Urban Area Prediction in the Future. *Journal of Social Sciences Srinakharinwirot University*, 19, 340–357.
- [4] Liu, X., Liang, X., Li, X., Xu, X., Ou, J., Chen, Y., Li, S., Wang, S., and Pei, F. (2017). A future land use simulation model (FLUS) for simulating multiple land use scenarios by coupling human and natural effects. *Landscape and Urban Planning*, 168: 94–116.
- [5] Vanno, S. (2012). Bangkok’s Green Infrastructure. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*. 9(2), 1–13.
- [6] Lanchanon, P. (2013). The Potential of Agricultural Lands for Conservation of Green Area in Chiang Mai City. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*. 10(2), 115–137.
- [7] Khongouan, W. & Khamwachirapithak, P. (2020). Park Area Development Plan in Response to the Government Policies and Standards: Case Study of Krathumbaen Municipality, Samut Sakhon. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*. 17(2), 111–128.
- [8] Hyandye, C. & Martz, L. W. (2017). A Markovian and cellular automata land–use change predictive Model of the Usangu Catchment. *International Journal of Remote Sensing*, 38(1), 64–81.
- [9] Liu, X., Li, X. & Liang, X. (2020). A Future Land Use Simulation Model by coupling Human and Natural Effects. *GeoSOS–FLUS User's Manual*.
- [10] Ruensukon, T., Trisurat, Y., Tangtham, N., & Tokrisna, R. (2016). Valuation of ecosystem services in Klongchumphon watershed, Ranong and Chumphon province. *Thai Journal of Forestry (Thailand)*.
- [11] Chena, Y., Li, X., Liua, X., Ai, B., & Li, S. (2016). Capturing the varying effects of driving forces over time for the simulation of urban growth by using survival analysis and cellular automata. *Landscape and Urban Planning*, 152, 59–71.
- [12] Brinkmann, k., Schumacher, J., Dittrich, A., Kadaore, I., & Buerkert, A. (2012). Analysis of landscape transformation processes in and around four West African cities over the last 50 years. *Landscape and Urban Planning*, 105(1–2), 94–105.
- [13] Ashraf, M. D., & Yamaguchi, Y. (2009). Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography*, 29(3), 390–401.
- [14] Pumchan, S., Trisuratand, Y. & Pipatwattanakul, D. (2014). Application of clue – s model and globio 3 model in the assess of land use change on biodiversity. Kasetart University.

- [15] Kiriwongwattana, K. (2007). Application of Clue-S Model for Land Use and Land Cover Changes Projection at Mae Yod Watershed, Maechaem District, Chiang Mai Province. Kasetsart University.
- [16] Muhammad, H. S. & Han, S. L. (2019). Prediction of Land Use and Land Cover Changes for North Sumatra, Indonesia, Using an Artificial-Neural-Network-Based Cellular Automaton. *Sustainability*, 11(11), 1-16.
- [17] Lianga, X., Liua, X., Lib, a. X., Chenb, Y., Tiana, H., & Yao, Y. (2018). Delineating multi-scenario urban growth boundaries with a CA-based FLUS Model and morphological method. *Landscape and Urban Planning*, 177, 47-63.
- [18] Wang, Y., Xu, T., Lv, X., & Zhang, Z. (2016). Simulation of Land Use Dynamic Change using selected driving factors based on the method of Feature Selection. *Advances in Engineering Research*, 3, 855-860.
- [19] Li, X. & Anthony, G. (2002). *Urban Simulation Using Neural Networks and Cellular Automata for Land Use Planning*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 451-465.
- [20] Iamchuen, N. & Thepwong, W. (2020). Relationship between Physical Factors and Land Use for the Future Land Use Prediction. *Journal of Architectural Planning Research and Studies*. 17(2): 79-92.
- [21] Thepwong, W. & Chakaew, N. (2019). Application on spatial models for land use prediction. The 4th Conference on Natural Resources, Geoinformation and Environment. 455-461.
- [22] Suppawimut, W. (2018). Agricultural land losses in surrounded area of Chiang Mai middle ring road. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*. 13(3),103-113.
- [23] Somporn, S. (2009). Dynamics of Land-Cover/Land-Use in the Chiang Mai Area and Prediction of Urbanization Using the SLEUTH Model. *Journal of Social Sciences*. Chiang Mai University. 21, 119-169.