



## KKU Engineering Journal

<http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/>

### การใช้ข้อมูลภาพถ่ายเทียมแลนด์แซทหลายช่วงเวลาในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมและการขยายตัวของเมืองนครราชสีมา

Utilization of multi-temporal landsat imagery for analyzing land Use/Cover changes and urban expansion of Nakhon Rachasima City

ปราชญ์ แสงทองวัฒนากุล ชาติชาย ไวยสุระสิงห์\* และ สุริยา ผลพูน

Prach Sangthongwattanakul Chattichai Waisurasingha\* and Suriya Polpoon

ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Sustainable Infrastructure Research and Development Center, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

Received September 2013

Accepted December 2013

#### บทคัดย่อ

สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ คือ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุม เนื่องจากมันมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศที่ส่งผลโดยตรงต่อภาวะโลกร้อน โดยเหตุนี้เอง การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับประเทศกำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุม ซึ่งในช่วงเวลา 40 ปีที่ผ่านมา เมืองนครราชสีมาซึ่งถือเป็นเมืองสำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมไปอย่างรวดเร็ว การศึกษาครั้งนี้จึงมีเป้าหมายที่จะพิจารณาถึงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของเมืองนครราชสีมา ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้การจำแนกแบบผสมผสานเพื่อที่จะวิเคราะห์ให้เห็นแผนที่การใช้ที่ดินของ พ.ศ.2516 พ.ศ.2545 และ พ.ศ.2556 โดยจำแนกเป็น 4 ประเภทการใช้ที่ดินได้แก่ พื้นที่เมืองและชุมชน พื้นที่พืชพรรณ พื้นที่เปิดโล่ง และพื้นที่แหล่งน้ำ โดยการนี้เอง ผลลัพธ์ได้ชี้ให้เห็นถึง การเติบโตของเขตพื้นที่เมืองที่ขึ้นอยู่กับการขยายตัวของเศรษฐกิจและการเติบโตของประชากร รวมถึงโครงข่ายถนนที่เป็นผลให้เมืองมีการขยายตัวอันส่งผลกระทบต่อเมืองอย่างยิ่ง ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้ภาพถ่ายเทียมแลนด์แซทหลายช่วงเวลา ที่ได้แสดงถึงความสำเร็จของงานสำรวจระยะไกลร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศต่างๆ ในการเป็นเครื่องมือตรวจวัดการขยายตัวของเมือง

**คำสำคัญ :** การขยายตัวของเมือง การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ข้อมูลภาพถ่ายเทียมแลนด์แซท การสำรวจระยะไกล

#### Abstract

One of important causes to climate change is land use/ land cover changes due to their important role in the amount of carbon dioxide in the atmosphere which directly relate to a solution to the problem of global warming. Analysis of land use/ land cover changes is thus very important for developing countries such as Thailand, especially to study the trend of land use/land cover changes that can be used for investigation of their driving forces. In addition, during these four decades, land use/cover in Nakhon Ratchasima city, a metropolitan city in Northeastern Thailand, has been rapidly changes because of rapid economical growth

together with its location situated in the central of Northeastern Thailand. This study aims to determine land use/cover changes pattern of the Nakhon Ratchasima city. We employed unsupervised classification approach coupled with GIS analyses was employed to generate land use/cover maps for 1972, 2002 and 2013 with four classes; vegetated areas, settlement areas, barelands and water resources. The results indicate that urban areas have increased based on economic and population growth as well as road network extension and consequently the urban growth affected environmental conditions. In the study, with multi-temporal Landsat data, we successfully used remote sensing techniques together with information technology as a tool for effectively monitoring urban growth.

**Keywords :** Urban growth, Land use/cover changes, Landsat imagery, Remote sensing

## 1. บทนำ

เมืองนครราชสีมา นับได้ว่าเป็นเมืองที่มีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ สังคมอย่างรวดเร็วในช่วงตั้งแต่ 30 ปีที่ผ่านมา อันเป็นผลมาจากการที่จังหวัดนครราชสีมาเป็นศูนย์กลางการค้าการลงทุน การคมนาคม การศึกษา การสาธารณสุขและ เมืองนครราชสีมา โดยเหตุที่เป็นเมืองศูนย์กลางที่เชื่อมระหว่างภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือและพื้นที่ภาคกลาง และภาคตะวันออก ซึ่งเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เป็นภูมิภาคที่มีความสำคัญในเชิงอุตสาหกรรมและการค้าระหว่างประเทศจึงทำให้จังหวัดนครราชสีมาเกิดการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และจากการขยายตัวทั้งสองมิติซึ่งได้แก่ มิติทางเศรษฐกิจ และมิติด้านสังคม นี้เอง จึงเป็นผลทำให้เกิดการขยายตัวของตัวเมืองอย่างรวดเร็ว และอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมก็คือ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยในปัจจุบันนี้ประเทศไทยได้มีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ มาแล้วทั้งหมด 11 ฉบับ ซึ่งจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเมื่อแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติมีการเปลี่ยนแปลงก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมตามมา แต่สิ่งหนึ่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงตามสภาพเศรษฐกิจและสังคมก็คือการขยายตัวของตัวเมืองตามการเปลี่ยนแปลงซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินตามมา ในเขตพื้นที่ตัวเมืองจังหวัดนครราชสีมาเป็นอีกเขตพื้นที่

หนึ่งที่ได้เกิดการเปลี่ยนแปลงของตัวเมืองอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาตั้งแต่ 30-40 ปีที่ผ่านมา โดยมีการขยายตัวของตัวเมืองและเกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอย่างรวดเร็วซึ่งเป็นผลทำให้เกิดผลกระทบในหลายๆด้านไม่ว่าจะเป็นเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้พื้นที่ดินทำการเกษตร ลักษณะการดำรงชีวิตและความเป็นอยู่ โดยปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อประชากรในเขตพื้นที่ตัวเมืองที่อาศัยอยู่มาแต่ดั้งเดิม ซึ่งเป็นผลกระทบอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคมและการขยายตัวของตัวเมือง การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ที่ดินในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบการสำรวจโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งจะช่วยให้การสำรวจการจัดเก็บข้อมูลจะสะดวก รวดเร็วและมีความละเอียดสูง นอกจากนี้แล้วข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ซึ่งเป็นข้อมูลที่จัดหามาได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่องและยังสามารถนำข้อมูลมาใช้ร่วมกันกับระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System, (GIS)) ได้ ผลการศึกษาที่ผ่านมา(e.g.[1]; [2]; [3]; [4]) ได้นำภาพถ่ายดาวเทียม Landsat มาใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน สิ่งปกคลุมดินต่างๆ หรือการขยายตัวของตัวเมือง ดังนั้นภาพถ่ายดาวเทียม Landsat จึงถูกเลือกนำมาใช้ในการศึกษารั้งนี้ โดยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในเขตตัวเมืองนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อประยุกต์ใช้การจำแนกแบบควบคุมในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน สิ่งปกคลุมดินและการขยายตัวของตัวเมืองนครราชสีมา

## 2. เครื่องมือและพื้นที่ศึกษา

### 2.1 เครื่องมือและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

- 2.1.1 ข้อมูลภาพถ่ายเทียมแลนด์แซทหลายช่วงเวลา ดังตารางที่ 1
- 2.1.2 ข้อมูลมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร บริเวณเมืองนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2512 และ พ.ศ. 2540
- 2.1.3 ข้อมูลจากการลงพื้นที่บริเวณเขตเมือง นครราชสีมา และข้อมูล Google Earth ปี พ.ศ. 2556
- 2.1.4 โปรแกรม Erdas Imagine ในการจำแนกประเภท ข้อมูลการใช้ที่ดินภาพถ่ายเทียมแลนด์แซท
- 2.1.5 โปรแกรม ArcGIS เพื่อใช้ในการประกอบ การวิเคราะห์แรงขับเคลื่อนที่มีอิทธิพลต่อการขยายตัวของเมือง

**ตารางที่ 1** ข้อมูลภาพถ่ายเทียมแลนด์แซทที่ใช้ในการ จำแนกการใช้ที่ดิน สิ่งปกคลุมดินในระหว่างปี 2533-2554 (21 ปี)

| ดาวเทียม  | ตัวรับ สัญญาณ | Path/ row | ความละเอียด (เมตร) | บันทึกข้อมูล  |
|-----------|---------------|-----------|--------------------|---------------|
| Landsat 1 | MSS           | 137/50    | 80x80              | 28 ก.พ. 2516  |
| Landsat 7 | ETM+          | 128/50    | 30x30              | 18 ก.พ. 2545  |
| Landsat 8 | OLI           | 128/50    | 30x30              | 29 เม.ย. 2556 |

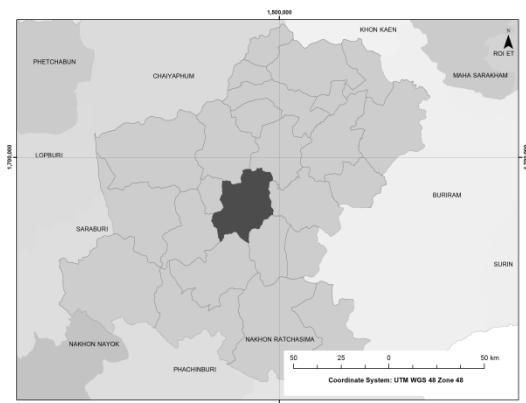
### 2.2 ความสำคัญของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่การศึกษาก่อนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในครั้ง นี้คือ อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา ที่ตั้งอยู่ใน ประเทศไทย มีระยะทางห่างจากกรุงเทพมหานคร ประมาณ 259 กิโลเมตร เป็นเมืองใหญ่บนดินแดนที่ราบ สูง ที่อุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวกทาง การท่องเที่ยว ซึ่งมีพิกัดทางภูมิศาสตร์ 14°58'28"N 102°05'53"E อ.เมืองนครราชสีมา จังหวัด นครราชสีมา ตั้งอยู่ในจุดที่ถนนมิตรภาพ (ทางหลวง แผ่นดินหมายเลข 2) และทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 12 (ถนนสายเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก) ตัดผ่าน ซึ่งเป็น

เส้นทางสำคัญในการเดินทางจากภาคกลางมุ่งสู่ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ โดยตั้งอยู่ในจังหวัดนครราชสีมาที่มี อาณาเขตติดต่อกับอีกหลายจังหวัด ดังนี้

- ทิศเหนือ ติดกับจังหวัดชัยภูมิ และขอนแก่น
- ทิศใต้ ติดกับจังหวัดนครนายก จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดสระแก้ว
- ทิศตะวันออก ติดกับ จังหวัดบุรีรัมย์
- ทิศตะวันตก ติดกับจังหวัดลพบุรี และสระบุรี

พื้นที่มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 200-300 เมตร จาก ระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่ดังกล่าวค่อย ๆ ลาดลงมา ทางทิศเหนือตามลำน้ำมูลและลำน้ำสาขาสำคัญ เช่น ลำตะคอง ลำพระเพลิง ลำเชียงไกร ลำปลายมาศและลำแจะ ความหนาแน่นของประชากรต่อหน่วยพื้นที่ 125.47 คน/ ตร.กม. สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินจะมีการปลูกพืชใน พื้นที่ลุ่ม คือ ข้าว และสามารถทำได้ทั้งข้าวนาปี นาปรัง และนาเกลือ ในสภาพพื้นที่ดอนจะมีการปลูกอ้อย มันสำปะหลังและข้าวโพด



**รูปที่ 1** บริเวณสีแดงเป็นตำแหน่งของเมืองนครราชสีมา ซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษา

## 3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 การจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน

3.1.1 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (Supervised classification)

ในการจำแนกประเภทแบบควบคุม (Supervised classification) เอกลักษณะของแต่ละพื้นที่และการใช้

ประโยชน์ที่ดิน เช่น เมือง พื้นที่การเกษตร พื้นที่ชุ่มน้ำ เราสามารถทราบได้จากการสำรวจภาคสนาม การแปลตีความจากภาพถ่ายทางอากาศ การวิเคราะห์แผนที่ และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ดังนั้นเราสามารถกำหนดตัวอย่างข้อมูลที่เราทราบในแต่ละประเภทบนสิ่งปกคลุมดินได้ และเรียกว่า พื้นที่ตัวอย่าง หรือ "training sample" โดยอาศัยการสะท้อนเชิงสเปกตรัมที่แตกต่างกันของแต่ละพื้นที่ทำให้สามารถจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้ และตัวแปรทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เมตริกซ์ความแปรปรวน จะใช้เป็นการคำนวณสำหรับพื้นที่ตัวอย่าง ทุกจุดภาพของพื้นที่ ทุกจุดภาพของพื้นที่จะถูกประเมินให้อยู่ในประเภทที่มีความน่าจะเป็นสูงสุดของแต่ละสมาชิก

#### 1) การกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (Training sample)

พื้นที่ตัวอย่างเกิดจากการที่ผู้วิเคราะห์ทราบลักษณะภูมิประเทศรวมทั้งประเภทของวัตถุที่ปกคลุมบนพื้นผิวของพื้นที่ในบริเวณที่จะวิเคราะห์ ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวอย่างของข้อมูลแต่ละประเภทบนพื้นผิวให้กับโปรแกรม โปรแกรมจะนำกลุ่มของจุดภาพในพื้นที่ตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะถือว่าเป็นตัวแทนของสิ่งปกคลุมประเภทนั้น หลังจากนั้นจึงนำค่าทางสถิติซึ่งเป็นข้อมูลในแต่ละประเภทมาใช้ในการจำแนกข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด และได้ผลของการจำแนกข้อมูลตามจำนวนพื้นที่ตัวอย่างที่กำหนดไว้เมื่อเริ่มต้น

#### 2) วิธีการที่ใช้จำแนก Maximum likelihood

ตัวจำแนกประเภทแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด (Maximum likelihood classifier) เป็นวิธีจำแนกประเภทในการสำรวจจากระยะไกลที่ได้รับความนิยมมากที่สุดวิธีหนึ่ง ซึ่งเป็นวิธีที่จุดภาพที่มีความน่าจะเป็นได้สูงสุดจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มที่เหมาะสม

##### 3.1.2 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม (unsupervised classification)

ผู้วิเคราะห์จะต้องกำหนดกลุ่มชนิดการใช้ที่ดินก่อน โดยทั่วไปแล้วผู้วิเคราะห์ไม่ทราบสภาพลักษณะภูมิประเทศ ตลอดจนวัตถุที่ปกคลุมบนพื้นผิวนั้นมาก่อน ไม่มีข้อมูลภาคสนามที่จะใช้อ้างอิง หรือพื้นที่บริเวณนั้นไม่ได้เป็นอย่างที่เราคาดเอาไว้ คอมพิวเตอร์จะทำการแบ่งกลุ่ม

ของจุดภาพที่มีลักษณะคล้ายกันเชิงสเปกตรัมและใช้หลักการทางสถิติในการแบ่งกลุ่ม การวิเคราะห์ของคอมพิวเตอร์จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจำแนกประเภทต่อไป Iterative Self-Organizing Data Analysis (ISODATA) เป็นการคำนวณกลุ่มข้อมูลตัวอย่างของข้อมูลแต่ละประเภท เพื่อหาตำแหน่งศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลเริ่มต้น (Initial class center) ให้กับทุกกลุ่มข้อมูลโดยคร่าวๆ แล้วคำนวณหาค่าระยะทาง Minimum euclidean distance ระหว่างแต่ละจุดภาพกับศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลทั้งนี้กลุ่มข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ (Large class) จะถูกตัดแบ่งโดยอาศัยค่าทางสถิติ เช่น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด ค่าระยะทางระหว่างกลุ่มข้อมูลเฉลี่ย (Average distance) และจำนวนจุดภาพของข้อมูลแต่ละประเภท อย่างไรก็ตาม การคำนวณซ้ำจะกระทำอย่างต่อเนื่อง และหยุดเมื่อการย้ายที่ของศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลน้อยที่สุดหรือไม่ย้ายเลย หรืออาจหยุดเมื่อครบจำนวนรอบสูงสุดที่กำหนดไว้

##### 3.2 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงคลื่น (Radiometric correction) ใช้หลักการปรับแก้ด้วยวิธีหักลบเทหวัตถุสีดำ (Blackbody subtraction) ของ [5]

##### 3.3 การประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การประเมินความถูกต้องของการจำแนกประเภทจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ใช้สำหรับอ้างอิงในการตรวจสอบความถูกต้อง ข้อมูลที่ได้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะได้อาจจากการสำรวจภาคสนามหรือจากภาพถ่ายทางอากาศที่มีเวลาใกล้เคียงกันกับภาพถ่ายดาวเทียม

#### ก) ข้อมูลอ้างอิงเปรียบเทียบ (Reference data)

ในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีข้อมูลมาใช้อ้างอิงในการตรวจสอบความถูกต้อง ข้อมูลที่ใช้อ้างอิงอาจจะได้มาจาก 2 แหล่งที่มา คือ

1) แผนที่มาตราส่วน 1: 50,000 ชุด L7017 และ L7018 ซึ่งใช้ข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายในปี พ.ศ. 2512 และ 2540 ตามลำดับ เป็นต้นฉบับในการจัดทำแผนที่ชุดนี้ โดยจะแสดงรายละเอียดบนพื้นผิวภูมิประเทศ บริเวณที่มีพืช

พรรณธรรมชาติ ถนน ลำน้ำ และพื้นที่ชุมชนต่างๆ เราจะใช้ข้อมูลเหล่านี้ตรวจสอบได้เนื่องจากเวลาใกล้เคียงในการผลิตใกล้เคียงกับภาพถ่ายเทียมที่ใช้จำแนกประเภท เพื่อตรวจสอบว่าการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายเทียมนั้นมีความใกล้เคียงกับแผนที่ภูมิประเทศ 1: 50,000 เดิมมากน้อยเพียงใด เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับข้อมูลที่เราจำแนก

2) การเก็บข้อมูลภาคสนาม (Ground truth data) การเก็บข้อมูลจะสุ่มเก็บในแต่ละจุดในพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้อ้างอิงในการตรวจสอบการประเมินความถูกต้องของภาพถ่ายเทียม การสุ่มเลือกตัวอย่างควรทำอย่างน้อย 50 จุดในแต่ละประเภทชุดข้อมูล ตามข้อเสนอของ [6]

ข) เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน (Error matrix) (รูปที่ 2)

การสร้างตารางเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอ้างอิงที่มีกับผลที่ได้จากการจำแนกประเภทให้ตรงกัน โดยข้อมูลที่ได้จากการจำแนกประเภทจะจัดให้อยู่ในหลัก (Columns) ของตารางและข้อมูลที่ใช้อ้างอิงจะจัดให้อยู่ในแถว (Rows) ของเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน [7] ในการสร้างตารางเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อนสามารถหาค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) ความถูกต้องของผู้ใช้ (User's accuracy) ความถูกต้องของผู้ผลิตแผนที่ (Producer's accuracy) และค่า kappa index ความถูกต้องของผู้ใช้ (User's accuracy) สามารถคำนวณได้จากตัวเลขที่ได้จากจุดภาพการจำแนกประเภทในแต่ละกลุ่มหารด้วยค่าทั้งหมดของจุดภาพของการจำแนกประเภทในแถวนั้น (ผลรวมในแถว)

$\frac{x_{ii}}{x_{i+}}$  และความถูกต้องของผู้ผลิตแผนที่ (producer's accuracy) สามารถคำนวณได้จากตัวเลขที่ได้จากจุดภาพการจำแนกประเภทในแต่ละกลุ่มหารด้วยค่าทั้งหมดของจุดภาพของการจำแนกประเภทในคอลัมน์นั้น (ผลรวมในคอลัมน์)  $\frac{x_{ii}}{x_{+i}}$

#### 4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการวิธีการดำเนินการวิจัยของการศึกษาการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน สิ่งปกคลุมดิน และการขยายตัวของเมืองนครราชสีมาโดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลและระบบภูมิสารสนเทศจะมีแนวทางของการดำเนินงานดังต่อไปนี้

|                              |              | j = Columns<br>(Reference) |          |          | Row Total |
|------------------------------|--------------|----------------------------|----------|----------|-----------|
|                              |              | 1                          | 2        | ...      | $x_{i+}$  |
| i = Rows<br>(Classification) | 1            | $x_{11}$                   | $x_{12}$ | $x_{1k}$ | $x_{1+}$  |
|                              | 2            | $x_{21}$                   | $x_{22}$ | $x_{2k}$ | $x_{2+}$  |
|                              | ...          | $x_{i1}$                   | $x_{i2}$ | $x_{ik}$ | $x_{i+}$  |
|                              | Column Total | $x_{+1}$                   | $x_{+2}$ | $x_{+k}$ | $x_{++}$  |

รูปที่ 2 ตัวอย่างการสร้างตารางเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน

##### 4.1 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric correction)

การปรับแก้เชิงเรขาคณิตมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความเพี้ยนเชิงเรขาคณิตของภาพ ซึ่งกระทำได้โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระบบพิกัดภาพและระบบพิกัดภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลเปรียบเทียบของเครื่องวัดข้อมูลตำแหน่ง และข้อมูลการทรงตัวที่มีการวัดไว้ จุดควบคุมภาคพื้นดิน ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้พิกัดภาพและระบบพิกัดภูมิศาสตร์อยู่ในระบบเดียวกันแล้วจึงไม่จำเป็นต้องมีการปรับแก้เชิงเรขาคณิต

##### 4.2 การปรับแก้เชิงคลิ่น (Radiometric correction)

การปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากชั้นบรรยากาศของภาพถ่ายเทียมของแต่ละปี โดยใช้วิธี Dark Object Subtraction

##### 4.3 การกำหนดในพื้นที่ศึกษา

กำหนดพื้นที่ตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลแต่ละประเภท เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ค่าทางสถิติกับกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างเพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

และค่าสหสัมพันธ์เพื่อใช้ค่าสถิติในการกำหนดประเภทข้อมูล

#### 4.4 การจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน

การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษาในแต่ละปี ดังนี้ พ.ศ.2516, 2545 และปี พ.ศ.2556 โดยจะใช้เฉพาะทฤษฎี supervised มาทำการจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน โดยแบ่งการจำแนกตามลักษณะของตัวจำแนกดังนี้

4.4.1 จำแนกประเภทประโยชน์การใช้ที่ดินแบบ supervised classification ด้วย Maximum likelihood ซึ่งสามารถจำแนกประเภทของพื้นที่สิ่งปลูกสร้างและพื้นที่ว่างเปล่าออกจากกันได้ดี

4.4.2 จำแนกประเภทประโยชน์การใช้ที่ดินแบบ Unsupervised classification ด้วย Isodata ซึ่งสามารถจำแนกประเภทของพื้นที่พืชพรรณ และแหล่งน้ำ ออกจากกันได้อย่างชัดเจน

4.4.3 การผสมผสานการจำแนกโดยนำข้อมูลที่จำแนกทั้ง 2 วิธีมาประยุกต์ใช้โดยใช้การซ้อนทับข้อมูลของการจำแนกประเภท เพื่อได้การจำแนกประโยชน์การใช้ที่ดินและการขยายตัวของเมืองนครราชสีมา

#### 4.5 การประเมินความถูกต้อง (Accuracy assessment)

ในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินของปี พ.ศ.2516, 2545 และปี พ.ศ. 2556 จะใช้แผนที่ 1:50,000 ชุด L7017 และ L7018 ของกรมแผนที่ทหาร สำหรับผลการจำแนกข้อมูลปี 2516 และ 2545 ตามลำดับ และข้อมูลจากการสำรวจงานสนามสำหรับข้อมูลปี 2556 สำหรับใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน ในแต่ละภาพแต่ละปี เราทำการสุ่มเลือกจุดในภาพดาวเทียมอย่างน้อย 50 จุด ในแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับภาพถ่ายทางอากาศ หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบมาสร้างตาราง Error matrix เพื่อตรวจสอบค่า User's accuracy, ค่าProducer's accuracy, ค่า Kappa index และค่า Overall accuracy ว่าการจำแนกประเภทภาพดาวเทียมอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่

#### 4.6 วิเคราะห์เชิงบูรณาการร่วมกับระบบ GIS (GIS Integration Analysis)

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในแต่ละปี โดยการแสดงผลข้อมูลเป็นการนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการนำเข้าข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถเข้าใจง่าย และสามารถนำข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ได้กับระบบอื่นๆ งานวิจัยนี้จะนำเสนอผลงานใน 2 รูปแบบ คือ (ก)รูปแบบเชิงสถิติ เป็นการนำเข้าข้อมูลที่ได้จากการจำแนกภาพดาวเทียมมาแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในการจำแนกการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในเชิงสถิติ โดยแผนภูมิแท่งจะแสดงข้อมูลประเภทการใช้ที่ดินในแต่ละปี การแสดงข้อมูลในลักษณะนี้จะเน้นให้เห็นถึงค่าจากน้อยไปมาก และการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่อย่างชัดเจน และ (ข) ในรูปแบบเชิงแผนที่ เป็นการนำเข้าชุดข้อมูลแสดงเนื้อหาการขยายตัวของเมืองนครราชสีมาวัตถุประสงค์หลักของการนำเสนอในรูปแบบแผนที่คือต้องการสร้างสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องการสื่อสารอย่างชัดเจน

#### 4.7 การวิเคราะห์แรงขับเคลื่อนที่ทำให้เกิดการการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ดำเนินการวิเคราะห์และศึกษาปัจจัย ด้านเศรษฐกิจ การศึกษา การคมนาคมขนส่ง ประชากรและที่พักอาศัยที่ทำให้เมืองเกิดการขยายตัว ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญต่อการทำนายการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตได้ การวิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้เมืองเกิดการขยายตัว

### 5. ผลการศึกษา

#### 5.1 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้กันพื้นที่สนามบินออกจากกรจำแนกและแบ่งการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

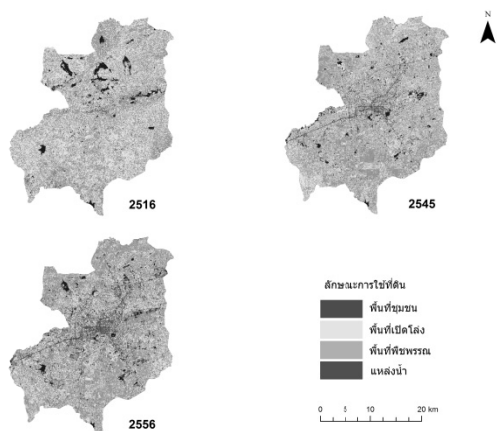
1) พื้นที่แหล่งชุมชน (Settlement areas, [Sett]) คือ บริเวณที่มนุษย์สร้างขึ้น สิ่งปลูกสร้าง ที่พักอาศัย อาคารบ้านเรือน เป็นต้น

2) พื้นที่พืชพรรณ (Vegetated areas, [Veg]) คือ บริเวณพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกทำการเกษตร เช่น ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง เป็นต้น รวมถึงพื้นที่ป่าต่างๆ

3) พื้นที่ว่างเปล่า (Bare land, [BI]) คือ บริเวณพื้นที่โล่งหรือพื้นที่ว่างเปล่า แต่อาจจะมีหญ้าปกคลุมเล็กน้อย

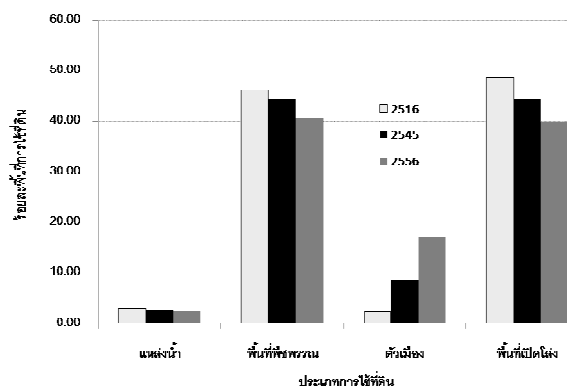
4) แหล่งน้ำ (Water resources, [Wat]) คือ บริเวณที่เป็นน้ำ เช่น แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ บึงหนองหรือรวมไปถึงบริเวณน้ำท่วม

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้เริ่มต้นด้วยกระบวนการเตรียมข้อมูลก่อนการจำแนก โดยเริ่มต้นจากการปรับแก้ข้อมูลเชิงคลื่นของภาพถ่ายดาวเทียม Landsat เพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากชั้นบรรยากาศก่อนการนำข้อมูลทั้งสามปีมาเปรียบเทียบกัน แล้วต่อด้วยการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างเพื่อจำแนกข้อมูลและคุณสมบัติของข้อมูลแล้ว ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา โดยใช้วิธีการจำแนกแบบผสมผสานเพื่อใช้จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละปี ผลจากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ.2516 2545 และปี พ.ศ.2556 เราสามารถสร้างข้อมูลเชิงแผนที่ได้ดังรูปที่ 3 ทั้งนี้การแสดงผลข้อมูลเชิงแผนที่เพื่อต้องการให้ทราบถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละพื้นที่ได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้การแสดงผลข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง (รูปที่ 4) ยังแสดงถึงแนวโน้มของการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละปีได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 3 แสดงการใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินของเมืองนครราชสีมา ในช่วงระยะเวลา 40 ปี ระหว่าง 2516 -2556

จากการจำแนกการใช้ที่ดินจากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษา โดยแบ่งประเภทการใช้ที่ดินออกเป็น 4 ประเภทดังที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว ตารางที่ 2 จะแสดงให้เห็นว่า พื้นที่แหล่งชุมชนและพื้นที่ผสมมีการเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง นับตั้งแต่ปี พ.ศ.2516 จนถึงปี พ.ศ.2556 เนื่องจากการเพิ่มจำนวนของประชากรและการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจของเมืองโดยแหล่งชุมชนจากขนาดพื้นที่ 17.22 ตารางกิโลเมตร เพิ่มขึ้นเป็น 129.04 ตารางกิโลเมตร (เพิ่มขึ้น 649%) ซึ่งต่างจากพื้นที่พืชพรรณจาก 348.35 ตารางกิโลเมตร ลดเป็น 306.01 ตารางกิโลเมตร (ลด 12%) และพื้นที่เปิดโล่งที่มีการลดลงของพื้นที่จาก 367.78 ตารางกิโลเมตร เป็น 301.19 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นการลดลง 18.10% ในขณะที่พื้นที่แหล่งน้ำจะใกล้เคียงเดิม จะเห็นว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่พืชพรรณและพื้นที่เปิดโล่งไปเป็นชุมชน จากรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าแหล่งชุมชนมีการขยายตัวในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ ทั้งนี้เกิดจากปัจจัยการขยายถนนสายหลักไปในทิศทางดังกล่าว และอีกปัจจัยหนึ่งคือ เมืองจะมีอัตราการขยายตัวไปทางสนามบินที่ช้ากว่าการขยายตัวของเมืองในทิศทางอื่น



รูปที่ 4 แผนภูมิแท่งแสดงร้อยละของการใช้ที่ดิน

ในปี พ.ศ.2516 พ.ศ.2542 และปีพ.ศ.2554 ของเมืองนครราชสีมา

## ตารางที่ 2 สรุปการใช้ประโยชน์ที่ดินและร้อยละของการเปลี่ยนแปลง

| การใช้<br>ที่ดิน | 2516                          |       | 2545                          |       | 2556                          |       |
|------------------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|
|                  | พื้นที่<br>(km <sup>2</sup> ) | (%)   | พื้นที่<br>(km <sup>2</sup> ) | (%)   | พื้นที่<br>(km <sup>2</sup> ) | (%)   |
| แหล่งน้ำ         | 22.12                         | 2.93  | 20.49                         | 2.71  | 19.22                         | 2.54  |
| พืชพรรณ          | 348.35                        | 46.11 | 334.75                        | 44.31 | 306.01                        | 40.51 |
| ตัวเมือง         | 17.22                         | 2.28  | 63.86                         | 8.45  | 129.04                        | 17.08 |
| ที่เปิดโล่ง      | 367.78                        | 48.68 | 336.37                        | 44.52 | 301.19                        | 39.87 |
| รวม              | 755.47                        |       | 755.47                        |       | 755.47                        |       |

### 5.2 การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินของปี พ.ศ.2516 และ 2545 ได้ใช้ข้อมูลแผนที่ L7017 และ L7018 ของกรมแผนที่ทหารตามลำดับ ในการตรวจสอบความถูกต้อง และผลของปี

พ.ศ. 2556 ได้ทำการตรวจสอบกับการลงสนามร่วมกับการใช้ Google Earth โดยผลลัพธ์ทั้ง 3 ปีจะทำการเลือกจุดภาพที่จะใช้ในการตรวจสอบทั้งหมด 256 จุดภาพ ด้วยวิธี Stratified Random Sampling การตรวจสอบการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินของปี พ.ศ. 2516 2545 และ 2556 ผลปรากฏว่าค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ของแผนที่ทั้ง 3 ปี สูงกว่า 95% และค่า Kappa index สูงกว่า 0.95 ส่วนค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (User's Accuracy) โดยรวมแล้วจะมีค่าสูงกว่า 95% และค่าความถูกต้องของผู้ผลิตแผนที่ (Producer's Accuracy) โดยรวมแล้วมีค่าสูงกว่า 85% ดังตารางที่ 3 - 5 โดยการนี้เอง จึงทำให้สรุปได้ว่า ผลการจำแนกโดยใช้วิธี Hybrid Supervised and Unsupervised Classification ให้ผลลัพธ์ที่ค่อนข้างสูงมาก ซึ่งผลดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการอ้างอิงถึงได้การเติบโตของเมืองได้เป็นอย่างดี

## 6. สรุปผลการศึกษา

การศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการขยายตัวของเมืองนครราชสีมา ในช่วงปี พ.ศ. 2516 -2556 โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมแลนด์สแตทหลายช่วงเวลา เพื่อจำแนกการใช้ที่ดินออกเป็น 4 ประเภทดังนี้ แหล่งชุมชน (Settlement areas) พื้นที่พืชพรรณ (Vegetated areas) พื้นที่ว่างเปล่า (Bare land) และแหล่งน้ำ (Water resources) แต่ละประเภทการใช้ที่ดินในแต่ละช่วงปี โดยใช้เทคนิคการจำแนกแบบผสมผสาน (Hybrid classification) มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในระบบภูมิสารสนเทศเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจในข้อมูลและเห็นภาพได้อย่างชัดเจน การศึกษาครั้งนี้มีส่วนสำคัญที่ช่วยให้ทราบถึงปัจจัยที่ทำให้เมืองเกิดการขยายตัว และสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนาและวางแผนเมืองนครราชสีมาในอนาคตได้เป็นอย่างดี

### ตารางที่ 3 เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อนของการจำแนกการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2556

| ข้อมูล<br>จำแนก                              | ข้อมูลอ้างอิง |     |      |     | รวม | ค่า<br>ความ<br>ถูกต้อง<br>ของผู้ใช้<br>(%) |
|----------------------------------------------|---------------|-----|------|-----|-----|--------------------------------------------|
|                                              | Wat           | Veg | Sett | Bl  |     |                                            |
| Wat                                          | 47            | 2   | 0    | 1   | 50  | 94                                         |
| Veg                                          | 0             | 51  | 0    | 0   | 51  | 100                                        |
| Sett                                         | 1             | 1   | 49   | 0   | 51  | 96                                         |
| Bl                                           | 0             | 1   | 0    | 50  | 51  | 98                                         |
| รวม                                          | 48            | 55  | 49   | 51  | 203 |                                            |
| ค่า<br>ความ<br>ถูกต้อง<br>ของผู้<br>ผลิต (%) | 100           | 98  | 93   | 100 | 98  |                                            |

Overall Classification Accuracy = 97.66%

Overall Kappa Statistics = 0.9707

Wat: แหล่งน้ำ; Veg: พืชพรรณ; Sett: พื้นที่เมืองและชุมชน; Bl: พื้นที่เปิดโล่ง

**ตารางที่ 4** เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อนของการจำแนกการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2545

| ข้อมูลจำแนก                  | ข้อมูลอ้างอิง |     |      |    | รวม | ค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (%) |
|------------------------------|---------------|-----|------|----|-----|-----------------------------|
|                              | Wat           | Veg | Sett | Bl |     |                             |
| Wat                          | 48            | 0   | 0    | 2  | 50  | 96                          |
| Veg                          | 0             | 51  | 0    | 1  | 52  | 98                          |
| Sett                         | 0             | 0   | 45   | 5  | 50  | 90                          |
| Bl                           | 0             | 1   | 0    | 51 | 52  | 98                          |
| รวม                          | 48            | 52  | 45   | 59 | 204 |                             |
| ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (%) | 100           | 98  | 100  | 86 |     |                             |

Overall Classification Accuracy = 96.48%

Overall Kappa Statistics = 0.956

Wat: แหล่งน้ำ; Veg: พืชพรรณ;

Sett: พื้นที่เมืองและชุมชน; Bl: พื้นที่เปิดโล่ง

**ตารางที่ 5** เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อนของการจำแนกการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2516

| ข้อมูลจำแนก                  | ข้อมูลอ้างอิง |     |      |    | รวม | ค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (%) |
|------------------------------|---------------|-----|------|----|-----|-----------------------------|
|                              | Wat           | Veg | Sett | Bl |     |                             |
| Wat                          | 50            | 0   | 0    | 0  | 50  | 100                         |
| Veg                          | 0             | 49  | 0    | 3  | 52  | 94                          |
| Sett                         | 0             | 1   | 49   | 0  | 50  | 98                          |
| Bl                           | 0             | 6   | 2    | 44 | 52  | 84                          |
| รวม                          | 50            | 56  | 51   | 51 | 208 |                             |
| ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (%) | 100           | 88  | 96   | 94 |     |                             |

Overall Classification Accuracy = 95.31%

Overall Kappa Statistics = 0.9414

Wat: แหล่งน้ำ; Veg: พืชพรรณ;

Sett: พื้นที่เมืองและชุมชน; Bl: พื้นที่เปิดโล่ง

## 7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อนุเคราะห์งบประมาณในการจัดซื้อข้อมูล ทุนวิจัยในการเก็บข้อมูลภาคสนาม และเชื้อเพลิงเพื่อทำวิจัย

ตลอดจนสนับสนุนเครื่องคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูงในการประมวลผลข้อมูล และขอขอบคุณหน่วยงาน USGS ที่อนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat หลายช่วงเวลา และขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือต่างๆ ในทางวิศวกรรมสำรวจ

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Karuga JG, Actions towards a better Nairobi: report and recommendations of the Nairobi city convention. City Hall, Nairobi; 1993.
- [2] Foody G, Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and Practices. The Photogrammetric Record, 2010; 25: 204-205.
- [3] Mundia CN, Aniya M. Analysis of land use/cover changes and urban expansion of Nairobi city using remote sensing and GIS. International Journal of Remote Sensing, 2005; 26(13): 2831-2849.
- [4] Kamusoko C, Aniya M, Hybrid classification of landsat data and GIS for land use/cover change analysis of the Bindura district, Zimbabwe. International Journal of Remote Sensing, 2007; 30: 97-115.
- [5] Chavez PS, McKinnon DJ, Automatic detection of vegetation changes in the southwestern United States using remotely sensed images. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing Annual Conference proceedings, Washington, DC; 1994.
- [6] Congatton RG, Mead RA. A quantitative method to test for consistency and correctness in photointerpretation. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1983;49: 69-74.
- [7] Lillesand TM, Kiefer RW. Remote sensing and image interpretation. 4<sup>th</sup> ed. New York: John Wiley & Son; 2000.