

การสกัดการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส  
โดยการจำแนกเชิงวัตถุ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
ปีการศึกษา 2555

**LAND USE AND LAND COVER EXTRACTION OF  
THEOS DATA USING OBJECT-ORIENTED  
CLASSIFICATION**



**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Degree of Master of Science in Geoinformatics  
Suranaree University of Technology  
Academic Year 2012**

การสกัดการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมหรือออส  
โดยการจำแนกเชิงวัตถุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา สราภิรมย์)  
ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง)  
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกต ทศานนท์)  
กรรมการ

(อาจารย์ ดร.คุณฉวี ชาญลิขิต)  
กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิ้มปิจำนงค์)  
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ แม่นยำ)  
คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์

บททอง ช้ันเจริณู : การสก้ตการใ้ประ โยชน้ที่ดิและล้ิงปกคลุ่ดิจากข้อมูลดาวเทียม  
ธีออสโดยการจ้แนกเชิงวัตุ (LAND USE AND LAND COVER EXTRACTION OF  
THEOS DATA USING OBJECT-ORIENTED CLASSIFICATION) อจกรย้ที่ปริกา :  
รองศาสตราจกรย้ ดร.สุวิทย์ อ้องสมหวัง, 168 หน้า.

ใ้ปัจจุบันการค้ันคว้าวัจย้รูปแบบการใ้ประ โยชน้ข้อมูลจากดาวเทียมธีออส ช้ิงเป็น  
ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดวงแรกของประเทศไทยเป็นไปอย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นการ  
เพิ่มประสิทธิภาพการประยัค้ข้อมูลใ้มีความคุ้่มค่ามากยิ่งขึ้น ผู้วัจย้จ้ิงได้นำหลักการและวิธีการ  
จ้แนกประเภทข้อมูลภาพด้วยวิธีเชิงวัตุมาใ้ในการศีกษา โดยมีวัตุประสงค้ คือ (1) เพื่อจ้แนก  
การใ้ที่ดินและล้ิงปกคลุ่ดิด้วยวิธีการจ้แนกเชิงวัตุจากข้อมูลการปรับรงความละเอียดด้วย  
ข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออสใ้พื้นที่ดิแบบ 3 บริเวณ (พื้นที่  
ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้) พร้อมทำการประเมินความถุกต้อง และ (2) เพื่อ  
ประเมินความเหมาะสมของการเลือกใ้ประเภทข้อมูลจากดาวเทียมธีออสใ้ในการจ้แนกการใ้  
ที่ดินประเภทต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ดิแบบ สำหรับวิธีการศีกษาแบ่งออกเป็น 6 ช้ันตอน  
ประกอบด้วย (1) การค้ดเลือกพื้นที่ดิแบบ (2) การจ้หาข้อมูลและประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น (3)  
การจ้เตรียมข้อมูลพื้นที่ดิแบบ (4) การจ้แนกประเภทข้อมูลเชิงวัตุ (5) การสำรวจภาคสนาม  
และประเมินความถุกต้องและ (6) การประเมินความเหมาะสมการเลือกใ้ข้อมูล

ผลการจ้แนกประเภทการใ้ที่ดินและล้ิงปกคลุ่ดิ ระดับที่ 2 ในพื้นที่ดิแบบ 3 บริเวณ  
จากข้อมูลการปรับรงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น พบว่า (1)  
พื้นที่ชุมชนเมือง ประกอบด้วย พื้นที่ชุมชนและล้ิงปลูกสร้าง และสวนสาธารณะและดิไม้ (2)  
พื้นที่เกษตรกรรม ประกอบด้วย นาข้าว พืชไร่ และไม้ยืนดิและไม้ผล (3) พื้นที่ป่าไม้  
ประกอบด้วย ป่าผลัดใบที่มีเรื้อนยอดแน่นทึบ ป่าผลัดใบที่มีเรื้อนยอดไม่แน่นทึบ และสวนป่า ใน  
ขณะเดียวกัน ผลการประเมินความถุกต้องการจ้แนกประเภทการใ้ที่ดินและล้ิงปกคลุ่ดิ ระดับ  
ที่ 2 จากข้อมูลดาวเทียมธีออสทั้งสองประเภทใ้พื้นที่ดิแบบ พบว่า ในพื้นที่ชุมชนเมือง ความ  
ถุก ต้อง โดย รว ม และ สัม ป ระ สิ ท ธิ์ แ ค บ ป ่า ส ำ ห รั บ ข ้อมูล ก าร ป รั บ ร ุง  
ความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น มีค่าเท่ากับร้อยละ 71.43 57.78  
66.67 และ 50.79 ตามลำดับ ในพื้นที่เกษตรกรรม มีค่าเท่ากับร้อยละ 66.87 48.59 72.39 และ 53.96  
ตามลำดับ และใ้พื้นที่ป่าไม้ มีค่าเท่ากับร้อยละ 91.82 80.98 88.99 และ 74.96 ตามลำดับ

ใ้การประเมินความเหมาะสมของการเลือกใ้ข้อมูลดาวเทียมธีออสสำหรับใ้ในการ  
จ้แนกการใ้ที่ดินและล้ิงปกคลุ่ดิ พบว่า ในพื้นที่ชุมชนเมือง หากพิจารณาเฉพาะค่าความ



ถูกต้องโดยรวมและสัมประสิทธิ์แคปปา ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวมีความเหมาะสมมากกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่น แต่หากนำราคาข้อมูลภาพและการทดสอบความแตกต่างกันของค่าสัมประสิทธิ์แคปปาโดยการทดสอบค่า Z มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีความเหมาะสมมากกว่าข้อมูลปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ในขณะที่เดียวกัน ในพื้นที่เกษตรกรรม เมื่อพิจารณาความถูกต้องโดยรวม ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ราคาข้อมูล และการทดสอบความแตกต่างกันของค่าสัมประสิทธิ์แคปปาโดยการทดสอบค่า Z พบว่า ข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีความเหมาะสมมากกว่าข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว สำหรับในพื้นที่ป่าไม้ พบว่า หากพิจารณาเฉพาะค่าความถูกต้องโดยรวมและสัมประสิทธิ์แคปปา ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวมีความเหมาะสมมากกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่น แต่หากนำราคาข้อมูลภาพและการทดสอบความแตกต่างกันของค่าสัมประสิทธิ์แคปปาโดยการทดสอบค่า Z มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีความเหมาะสมมากกว่าข้อมูลปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า วิธีการจำแนกเชิงวัตถุ (Object-oriented classification) สามารถนำมาใช้จำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำข้อมูลหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออสมาใช้จำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้จะให้ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาสูงที่สุดเมื่อเทียบกับพื้นที่ต้นแบบประเภทอื่น

TOBTHONG CHANCHAROEN : LAND USE AND LAND COVER  
EXTRACTION OF THEOS DATA USING OBJECT-ORIENTED  
CLASSIFICATION. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SUWIT  
ONGSOMWANG, Dr. rer. Nat. 168 PP.

OBJECT-ORIENTED CLASSIFICATION/LAND USE AND LAND  
COVER/THEOS DATA

Currently, researches on the use of data from THEOS, which is the first natural resource observation satellite of Thailand, are widely promoted in every possible way of application. Therefore, principle and method of the object-oriented classification were here applied in the study. Main objectives are (1) to classify land use and land cover (LULC) by object-oriented classification from the THEOS's pansharpening and multispectral data in three modeled areas (urban area, agricultural area, and forest area), and (2) to evaluate an optimum THEOS data type for LULC classification in modeled areas. The methodology of the study has 6 main steps including (1) modeled area identification, (2) data acquisition and preprocessing, (3) modeled area extraction, (4) object-oriented classification, (5) ground survey and accuracy assessment, and (6) optimum data type selection evaluation.

The results of the LULC classification at level 2 in modeled areas from pansharpening and multispectral data showed that (1) urban area consisted of urban and built-up areas and the parks and trees, (2) agricultural area consisted of paddy field, field crop, perennial and orchard, and (3) forest area composed of closed deciduous forest, opened deciduous forest and forest plantation. At the same time, results of the accuracy assessment for LULC classification at level 2 from both

THEOS data types in models areas revealed that the overall accuracy and Kappa coefficient for pan-sharpening and multispectral data in urban area were 71.43 and 57.78% and 66.67 and 50.78%, respectively, in agricultural area were 66.87 and 48.59% and 72.39 and 53.96%, respectively, moreover, in forest area were 91.82 and 80.98% and 88.99 and 74.96%, respectively.

For an optimum THEOS data type selection for LULC classification in urban area, when only overall accuracy and kappa coefficient were considered, the pansharpening data was more suitable than the multispectral data. However, when price and Z statistics were corporately considered with overall accuracy and Kappa coefficient, the spectral data was more suitable than the pan-sharpening data. For agricultural area, when overall accuracy, Kappa coefficient, price and Z statistics were altogether considered, the spectral data was more suitable than the pansharpening data. For forest area, when only overall accuracy and Kappa coefficient were considered, the pansharpening data was more suitable than the spectral data. But when overall accuracy, Kappa coefficient, price and Z statistics were altogether considered, the spectral data was more suitable than the pan-sharpening data.

Based on results of the study, it can be concluded that the object-oriented classification can be applied to classify LULC categories in all three modeled areas. Especially, the use of the multispectral data from THEOS for LULC classification in the forest area provides the highest values of the overall accuracy and Kappa coefficient.

School of Remote Sensing

Academic Year 2012

Student's Signature\_\_\_\_\_

Advisor's Signature\_\_\_\_\_

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความรู้ คำปรึกษาและแนะแนวทาง พร้อมทั้งวิธีการแก้ปัญหาในการทำวิจัยเป็นอย่างดี จนสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลัญญา สราภิรมย์ หัวหน้าสาขาวิชาการรับรู้อจากระยะไกล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกต ทศานนท์ และอาจารย์ ดร.คชฎี ชาญลิจิต อาจารย์ประจำสาขาวิชาการรับรู้อจากระยะไกล ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะตั้งแต่โครงร่างวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์ที่สมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณรชนีกร ฉัตรอุทัย และ คุณสิริลักษณ์ ตะนัง เลขานุการสาขาวิชาการรับรู้อจากระยะไกล ในการช่วยเหลืองานด้านเอกสารตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

ขอขอบคุณ คุณวินัย เยาวเรศ และ คุณดิณดี ธิรกุลโตมร เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ การรับรู้อจากระยะไกล ในการอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนให้คำแนะนำในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณสมพร ชอบธรรม และ คุณสวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข ในการให้คำปรึกษาในการเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และการประมวลผล ตลอดจนให้คำชี้แนะที่มีประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณ คุณปฎิวัติ ฤทธิเดช คุณนิตติ เอี่ยมชื่น และ คุณอารดี ชุมเสนา ในการให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามจนสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ นักศึกษาสาขาวิชาการรับรู้อจากระยะไกลทุกท่านสำหรับความมีไมตรีที่มีให้ตลอดมา

สุดท้ายนี้ หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจและผู้วิจัยท่านอื่นบ้าง ความดีที่ได้ทั้งหมด ผู้วิจัยขออุทิศให้แก่ คุณสุภัตรา การณจิตต์ ผู้ที่เป็นทั้ง น้ำ และ แม่บุญธรรม ของผู้วิจัย

ทบทอง ชั้นเจริญ

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฏ

## บทที่

<b>1</b>	<b>บทนำ.....</b>	<b>1</b>
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
	1.3 ขอบเขตของเบื้องต้น.....	2
	1.4 ขอบเขตการศึกษาและข้อจำกัด.....	3
	1.5 พื้นที่ศึกษา.....	4
	1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา.....	4
<b>2</b>	<b>ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>12</b>
	2.1 หลักการของการจำแนกเชิงวัตถุ (Principle of object-oriented classification).....	12
	2.1.1 การแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation).....	12
	2.1.2 การจำแนกวัตถุภาพ (Object image classification).....	16
	2.2 วิธีการจำแนกเชิงวัตถุ (Object-oriented classification).....	19
	2.2.1 คุณสมบัติของวัตถุ (Object properties).....	20
	2.2.2 เกณฑ์การกำหนดการสร้างวัตถุภาพ (Image segmentation parameters).....	20
	2.2.3 ขั้นตอนวิธีการของการแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation algorithms).....	22
	2.2.4 ฟังก์ชันพื้นฐานของการแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation function).....	25
	2.2.5 ขั้นตอนการจำแนกวัตถุภาพแบบจุดภาพข้างเคียงที่ใกล้ที่สุด (Step of nearest neighbor classification).....	26

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 ดาวเทียมธีออส .....	26
2.3.1 อุปกรณ์ตรวจวัดของดาวเทียมธีออส .....	26
2.3.2 ผลกระทบต่อข้อมูลจากดาวเทียมธีออส .....	28
2.3.3 คุณสมบัติของผลกระทบข้อมูลจากดาวเทียมธีออส .....	29
2.3.4 ชนิดของผลกระทบข้อมูลจากดาวเทียมธีออส .....	32
2.3.5 รายการและราคาข้อมูลจากดาวเทียมธีออส .....	32
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	33
<b>3 ข้อมูล อุปกรณ์และวิธีการศึกษา .....</b>	<b>37</b>
3.1 ข้อมูลและอุปกรณ์ .....	37
3.2 วิธีการศึกษา .....	41
3.2.1 การคัดเลือกพื้นที่ต้นแบบ (Model area identification) .....	41
3.2.2 การจัดหาข้อมูลและประมวลผลเบื้องต้น (Data acquisition and preprocessing) .....	41
3.2.3 การจัดเตรียมข้อมูลพื้นที่ต้นแบบ (Model area extraction) .....	43
3.2.4 การจำแนกประเภทข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-oriented classification) .....	43
3.2.5 การสำรวจภาคสนามและประเมินความถูกต้อง (Ground survey and accuracy assessment) .....	44
3.2.6 การประเมินความเหมาะสมการเลือกใช้ข้อมูล (Optimum data type selection evaluation) .....	49
<b>4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล .....</b>	<b>50</b>
4.1 ผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยวิธีเชิงวัตถุ .....	50
4.1.1 การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมือง .....	50
4.1.2 การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรม .....	66
4.1.3 การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้ .....	81
4.1.4 ข้อมูลอุทกวิทยา .....	76
4.2 ผลการสำรวจภาคสนามและประเมินความถูกต้อง .....	97
4.2.1 การประเมินความถูกต้องของพื้นที่ชุมชนเมือง .....	100

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.2 การประเมินความถูกต้องของพื้นที่เกษตรกรรม.....	104
4.2.3 การประเมินความถูกต้องของพื้นที่ป่าไม้.....	108
4.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้อัตราดอกเบี้ยหรืออัตรา.....	112
4.3.1 การประเมินความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ชุมชนเมือง.....	113
4.3.2 การประเมินความเหมาะสมสำหรับพื้นที่เกษตรกรรม.....	114
4.3.2 การประเมินความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ป่าไม้.....	115
<b>5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>116</b>
5.1 สรุปผล.....	116
5.1.1 การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยวิธีเชิงวัตถุ.....	116
5.1.2 การประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้อัตราดอกเบี้ยหรืออัตรา.....	118
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	120
เอกสารอ้างอิง.....	121
ภาคผนวก.....	125
ภาคผนวก ก ข้อมูลการสำรวจภาคสนามสำหรับใช้ในการประเมินความถูกต้อง.....	126
ก1 ข้อมูลการสำรวจภาคสนามสำหรับใช้ในการประเมินความถูกต้อง.....	126
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบความแตกต่างกันของความถูกต้องจากค่า	
สัมประสิทธิ์แคปปา โดยการทดสอบค่า Z.....	155
ข1 พื้นที่ชุมชนเมือง.....	155
ข2 พื้นที่เกษตรกรรม.....	159
ข3 พื้นที่ป่าไม้.....	163
ข4 ตาราง Z แบบสองทาง.....	167
ประวัติผู้เขียน.....	168

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1	ประเภทและขนาดพื้นที่การใช้ที่ดินหลักในพื้นที่ชุมชนเมือง ..... 11
1.2	ประเภทและขนาดพื้นที่การใช้ที่ดินหลักในพื้นที่เกษตรกรรม ..... 11
1.3	ประเภทและขนาดพื้นที่การใช้ที่ดินหลักในพื้นที่ป่าไม้ ..... 11
2.1	คุณสมบัติที่สำคัญของกล้องบันทึกภาพของดาวเทียมธีออส ..... 27
2.2	ขนาดภาพมาตรฐานของดาวเทียมธีออส ..... 28
2.3	คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ระดับ 1A ..... 30
2.4	คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ระดับ 2A ..... 31
2.5	การผสมช่วงคลื่นของผลิตภัณฑ์จากดาวเทียมธีออส ..... 32
2.6	ชนิดและราคาข้อมูลจากดาวเทียมธีออส ..... 33
3.1	ระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ..... 45
4.1	ประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ของพื้นที่ชุมชนเมือง ..... 59
4.2	พื้นที่และร้อยละของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ..... 64
4.3	พื้นที่และร้อยละของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น ..... 64
4.4	ประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ของพื้นที่เกษตรกรรม ..... 74
4.5	พื้นที่และร้อยละของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ..... 79
4.6	พื้นที่และร้อยละของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น ..... 79
4.7	ประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ของพื้นที่ป่าไม้ ..... 89
4.8	พื้นที่และร้อยละของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้ จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ..... 95



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.9	พื้นที่และร้อยละของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้ จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น ..... 95
4.10	จำนวนจุดตัวอย่างในการสำรวจจากสนามของพื้นที่ชุมชนเมือง ..... 99
4.11	จำนวนจุดตัวอย่างในการสำรวจจากสนามของพื้นที่เกษตรกรรม ..... 99
4.12	จำนวนจุดตัวอย่างในการสำรวจจากสนามของพื้นที่ป่าไม้ ..... 99
4.13	เมทริกซ์ความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้อง ของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมือง จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ..... 101
4.14	เมทริกซ์ความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้อง ของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมือง จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น ..... 102
4.15	ผลการเปรียบเทียบการประเมินความถูกต้อง ในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมืองจาก ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น ..... 103
4.16	เมทริกซ์ความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้อง ของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรม จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ..... 105
4.17	เมทริกซ์ความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้อง ของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรม จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น ..... 106
4.18	ผลการเปรียบเทียบการประเมินความถูกต้อง ในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรม จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น ..... 107
4.19	เมทริกซ์ความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้อง ของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้ จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ..... 109

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.20	เมทริกซ์ความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและ สิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น.....	110
4.21	ผลการเปรียบเทียบการประเมินความถูกต้องในการจำแนกการใช้ที่ดินและ สิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว และข้อมูลหลายช่วงคลื่น .....	111
4.22	การเปรียบเทียบความถูกต้องโดยรวม ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา และราคา ของข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและหลายช่วงคลื่น ของพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ .....	112
4.23	การวัดค่าการแจกแจงปกติแบบมาตรฐานเพื่อหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ของความถูกต้องจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว และหลายช่วงคลื่นที่ใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่ชุมชนเมือง.....	113
4.24	การวัดค่าการแจกแจงปกติแบบมาตรฐานเพื่อหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ของความถูกต้องจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว และหลายช่วงคลื่นที่ใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่เกษตรกรรม .....	114
4.25	การวัดค่าการแจกแจงปกติแบบมาตรฐานเพื่อหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ของความถูกต้องจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว และหลายช่วงคลื่นที่ใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่ป่าไม้.....	115
ก.1	ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนก โดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่ชุมชนเมือง.....	126
ก.2	ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนก โดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่เกษตรกรรม ...	135
ก.3	ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนก โดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่ป่าไม้.....	145

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1	พื้นที่ต้นแบบชุมชนเมือง บริเวณ อ.เมือง จ.นครราชสีมา: (ก) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (ข) ข้อมูลภูมิประเทศ..... 5
1.2	พื้นที่ต้นแบบพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณ อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา: (ก) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (ข) ข้อมูลภูมิประเทศ..... 6
1.3	พื้นที่ต้นแบบพื้นที่ป่าไม้ บริเวณ อ.จักราช และ อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.นครราชสีมา: (ก) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (ข) ข้อมูลภูมิประเทศ..... 7
1.4	สภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่ชุมชนเมือง จากข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 ..... 8
1.5	สภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่เกษตรกรรม จากข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551..... 9
1.6	สภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่ป่าไม้ จากข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 ..... 10
2.1	การแยกและการรวมพื้นที่..... 15
2.2	แผนภาพการจำแนกประเภทข้อมูลแบบลำดับชั้น ..... 16
2.3	ขั้นตอนวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงที่ใกล้ที่สุด 3 แบบรูปและผลลัพธ์ที่ได้รับ ..... 18
2.4	แผนภาพการทำงานของโปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Develop..... 19
2.5	คุณสมบัติของวัตถุ ..... 20
2.6	แนวคิดของความละเอียดหลายระดับ..... 22
2.7	ตัวอย่างการแบ่งส่วนภาพแบบกระดานหมากรุก ..... 22
2.8	ขั้นตอนของการแบ่งส่วนภาพแบบควอดทรี ..... 23
2.9	ตัวอย่างการแบ่งส่วนภาพแบบควอดทรี..... 23
2.10	ตัวอย่างการแบ่งส่วนภาพแบบความละเอียดหลายระดับ ..... 24
2.11	การเชื่อมโยงของวัตถุกับจุดภาพข้างเคียง ..... 24
2.12	คุณสมบัติการสะท้อนของวัตถุในช่วงคลื่นที่ใช้ในอุปกรณ์ตรวจวัดของดาวเทียมธีออส.. 27
2.13	การตัดภาพระบบแบบหลายช่วงคลื่นจากแถบภาพ..... 29
2.14	ผังงานของการพัฒนาชุดกฎเกณฑ์การจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุ ..... 34
3.1	ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมธีออสที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่ชุมชนเมือง (ก) ข้อมูลหลายช่วงคลื่น (ข) ข้อมูลไวแสงทุกสี ..... 38

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.2	ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมหรือสที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เกษตรกรรม
	(ก) ข้อมูลหลายช่วงคลื่น (ข) ข้อมูลไวแสงทุกสี ..... 39
3.3	ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมหรือสที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่ป่าไม้
	(ก) ข้อมูลหลายช่วงคลื่น (ข) ข้อมูลไวแสงทุกสี ..... 40
3.4	ขั้นตอนของวิธีการศึกษา..... 42
3.5	คุณลักษณะของเมทริกซ์ความผิดพลาด ..... 46
4.1	ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ของพื้นที่ชุมชนเมือง ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 400 ..... 51
4.2	ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ของพื้นที่ชุมชนเมือง ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 30 40 และ 50 ..... 52
4.3	ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ชุมชนเมือง ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 100 ..... 53
4.4	ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ชุมชนเมือง ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 10 20 และ 30 ..... 54
4.5	ข้อมูลการใช้ที่ดินของพื้นที่ชุมชนเมืองในรูปของเวกเตอร์: (ก) กรมพัฒนาที่ดิน (ข) ข้อมูลภาพจากดาวเทียม..... 55
4.6	พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว: (ก) ระดับที่ 1 และ (ข) ระดับที่ 2..... 56
4.7	พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น: (ก) ระดับที่ 1 และ (ข) ระดับที่ 2 ..... 57
4.8	ข้อมูลแรสเตอร์ของพื้นที่ชุมชนเมือง: (ก) กรมพัฒนาที่ดิน (ข) ข้อมูลภาพจากดาวเทียมความละเอียด 2 x 2 เมตร และ (ค) กรมพัฒนาที่ดิน (ง) ข้อมูลภาพจากดาวเทียม ความละเอียด 15 x 15 เมตร ..... 58
4.9	ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ..... 60

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.10 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว .....	61
4.11 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น .....	62
4.12 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น .....	63
4.13 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ของพื้นที่เกษตรกรรม ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 500 .....	67
4.14 การแบ่งส่วนข้อมูลภาพการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ของพื้นที่เกษตรกรรม ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 40 60 และ 80.....	68
4.15 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของพื้นที่เกษตรกรรม ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 100 .....	69
4.16 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของพื้นที่เกษตรกรรม ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 10 20 และ 30 .....	70
4.17 ข้อมูลการใช้ที่ดินของพื้นที่เกษตรกรรม ในรูปของเวกเตอร์จากกรมพัฒนาที่ดิน .....	71
4.18 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่เกษตรกรรม จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว: (ก) ระดับที่ 1 และ (ข) ระดับที่ 2.....	72
4.19 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่เกษตรกรรม จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น: (ก) ระดับที่ 1 และ (ข) ระดับที่ 2.....	73
4.20 ข้อมูลแรสเตอร์ของพื้นที่เกษตรกรรม: (ก) ความละเอียด 2 x 2 เมตร และ (ข) ความละเอียด 15 x 15 เมตร .....	74
4.21 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว.....	75
4.22 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว.....	76

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.23 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น .....	77
4.24 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น .....	78
4.25 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ของพื้นที่ป่าไม้ ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 400 .....	82
4.26 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ของพื้นที่ป่าไม้ ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 60 80 และ 100 .....	83
4.27 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ป่าไม้ ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 100 .....	84
4.28 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ป่าไม้ ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 10 20 และ 40 .....	85
4.29 ข้อมูลการใช้ที่ดินของพื้นที่ป่าไม้ ในรูปของเวกเตอร์: (ก) กรมพัฒนาที่ดิน (ข) ข้อมูลภาพจากดาวเทียม .....	86
4.30 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่ป่าไม้ จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว: (ก) ระดับที่ 1 และ (ข) ระดับที่ 2 .....	87
4.31 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่ป่าไม้ จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น: (ก) ระดับที่ 1 และ (ข) ระดับที่ 2 .....	88
4.32 ข้อมูลแรสเตอร์ของพื้นที่ป่าไม้: (ก) ความละเอียด 2 x 2 เมตร และ (ข) ความละเอียด 15 x 15 เมตร .....	89
4.33 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 ในพื้นที่ป่าไม้ จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว .....	91
4.34 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่ป่าไม้ จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว .....	92
4.35 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 ในพื้นที่ป่าไม้ จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น .....	93

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.36 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่ป่าไม้ จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น .....	94
4.37 การจุดตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามของพื้นที่ชุมชนเมือง .....	97
4.38 จุดตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามของพื้นที่เกษตรกรรม .....	98
4.39 จุดตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามของพื้นที่ป่าไม้.....	98



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การรับรู้จากระยะไกลเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการบ่งบอกการจำแนกประเภท หรือการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ของวัตถุโดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง (Erdas, 2006) ในขณะเดียวกัน การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image classification) เป็นการประมวลผลข้อมูลทางสถิติ เพื่อแยกข้อมูลจุดภาพ (Pixel) ทั้งหมดที่ประกอบเป็นพื้นที่ศึกษา (Study area) ออกเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ลักษณะทางสถิติเป็นตัวกำหนดความแตกต่างระหว่างกลุ่มจุดภาพ โดยจุดภาพที่ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะมีลักษณะเฉพาะกลุ่มไปในทิศทางเดียวกัน แต่ละกลุ่มจุดภาพที่จำแนกได้นั้น จะแสดงถึงสิ่งปกคลุมดิน (Land cover) ประเภทใดประเภทหนึ่งแตกต่างกันไป (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552ก)

โดยทั่วไป การจำแนกประเภทส่วนใหญ่จะใช้วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel-based classification) ซึ่งอาศัยค่าการสะท้อนแสงที่มีความแตกต่างกันของจุดภาพ เพื่อแยกวัตถุแต่ละชนิดบนภาพดาวเทียมว่าประกอบด้วยพื้นที่ลักษณะใด ซึ่งแตกต่างกับการจำแนกประเภทข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-oriented classification) ที่ใช้เทคนิคในการแยกแยะวัตถุบนภาพดาวเทียม โดยอาศัยคุณสมบัติของวัตถุ (Object properties) บนภาพเข้ามาช่วยในการจำแนก เช่น ขนาด (Size) และรูปร่าง (Shape) ของพื้นที่ โดยจะได้ค่าการสะท้อนรวมของจุดภาพที่ใกล้เคียงกันเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถแยกวัตถุในภาพออกมาได้ (Clark Labs, 2009)

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้หลักการและวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลภาพด้วยวิธีเชิงวัตถุ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการจำแนกที่ดีกว่าวิธีเชิงจุดภาพ เพื่อจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพดาวเทียมธีออส (THEOS) ซึ่งเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดวงแรกของประเทศไทย ฉะนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการประยุกต์ข้อมูลให้มีความคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น ในการศึกษาจึงเลือกใช้ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว (Pan-sharpening data) ที่ความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 2 x 2 เมตร และข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral data) ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 15 x 15 เมตร มาจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลเชิงวัตถุและประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออสในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ คือ (1) พื้นที่ชุมชนเมือง (2) พื้นที่เกษตรกรรม และ (3) พื้นที่



ป่าไม้ ว่าสามารถจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินตามระบบจำแนกของกรมพัฒนาที่ดินได้มากน้อยอย่างไร เพื่อนำผลที่ได้รับมาใช้ในการจัดหาข้อมูลดาวเทียมหรืออสให้เหมาะสมกับแบบรูป (Pattern) การใช้ประโยชน์ในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเลือกใช้อ้างอิงข้อมูลและวิธีการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เฉพาะ

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อจำแนกการใช้ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุของข้อมูลดาวเทียมหรืออส จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่นในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ ประกอบด้วย (1) พื้นที่ชุมชนเมือง (2) พื้นที่เกษตรกรรม และ (3) พื้นที่ป่าไม้ สำหรับประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินในแต่ละประเภทข้อมูลของแต่ละพื้นที่ต้นแบบ

1.2.1 เพื่อประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้อ้างอิงข้อมูลดาวเทียมหรืออส ประเภทข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่นให้เหมาะสมกับการจำแนกการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ต้นแบบ

## 1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น

ข้อตกลงเบื้องต้นในการดำเนินงานวิจัย มีดังต่อไปนี้

1.3.1 พื้นที่ต้นแบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบการจำแนกประเภทข้อมูลการใช้ที่ดินโดยวิธีการเชิงวัตถุ พิจารณาจากสัดส่วนการใช้ที่ดินจากข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 โดยมีข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

(1) พื้นที่ชุมชนเมือง หมายถึง ข้อมูลจากดาวเทียมหรืออส ที่มีขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 10 x 10 ตร.กม. และมีสัดส่วนการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and built-up area) มากกว่าร้อยละ 75 ตามระบบการจำแนกประเภทข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งประกอบด้วยตัวเมืองและย่านการค้า (U1) หมู่บ้าน (U2) สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ (U3) สถานีคมนาคม (U4) ย่านอุตสาหกรรม (U5) และ อื่น ๆ (U6)

(2) พื้นที่เกษตรกรรม หมายถึง ข้อมูลจากดาวเทียมหรืออส ที่มีขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 10 x 10 ตร.กม. และมีสัดส่วนการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural land) มากกว่าร้อยละ 75 ตามระบบการจำแนกประเภทข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งประกอบด้วยนาข้าว (A1) พืชไร่ (A2) ไม้ยืนต้น (A3) ไม้ผล (A4) พืชสวน (A5) ไร่หมุนเวียน (A6) ทุ่งหญ้าเลี้ยง

สัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ (A7) พืชน้ำ (A8) สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (A9) และเกษตรผสมผสาน และไร่นาสวนผสม (A10)

(3) พื้นที่ป่าไม้ หมายถึง ข้อมูลจากดาวเทียมธีออส ที่มีขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 10 x 10 ตร.กม. และมีสัดส่วนการใช้ที่ดินเป็นป่าไม้ (Forest land) มากกว่าร้อยละ 75 ตามระบบการจำแนกประเภทข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งประกอบด้วย ป่าดิบ (F1) ป่าผลัดใบ (F2) ป่าชายเลน (F3) ป่าพรุ (F4) สวนป่า (F5) และวนเกษตร (F6)

#### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส โดยการจำแนกเชิงวัตถุ มีขอบเขตการศึกษา ดังต่อไปนี้

(1) ประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ ใช้ระบบการจำแนกการใช้ที่ดิน ในระดับที่ 2 ของกรมพัฒนาที่ดิน

(2) การจำแนกประเภทข้อมูลเชิงวัตถุด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Developer ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

การแบ่งส่วนภาพ ใช้เทคนิค Multiresolution segmentation

การจำแนกวัตถุภาพ ใช้ขั้นตอนวิธี Nearest neighbor classification

(3) ในการเปรียบเทียบผลการจำแนกการใช้ที่ดินด้วยวิธีการเชิงวัตถุจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น อาศัยการประเมินหาความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

(4) ในการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลจากดาวเทียมธีออส ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น พิจารณาจากค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa coefficient) รวมทั้ง ราคาข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออส

## 1.5 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา ได้แก่ พื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ คือ (1) พื้นที่ชุมชนเมือง (2) พื้นที่เกษตรกรรม และ (3) พื้นที่ป่าไม้ ที่คัดเลือกจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่นครอบคลุมบริเวณจังหวัดนครราชสีมา ที่มีขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 10 x 10 ตร.กม. ตามเกณฑ์ที่กำหนดในข้อตกลงเบื้องต้นจากข้อมูลการใช้ที่ดินจังหวัดนครราชสีมา ใน พ.ศ. 2551 ของกรมพัฒนาที่ดิน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1.1 ถึง 1.3 ตามลำดับ

สภาพการใช้ที่ดินหลักของพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ (พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้) แสดงไว้ในภาพที่ 1.4 ถึง 1.6 ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกัน พื้นที่และสัดส่วนของประเภทการใช้ที่ดิน ระดับ 2 ตามระบบการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน (2552) ในพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ สรุปไว้ในตารางที่ 1.1 ถึง 1.3

## 1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

(1) ทำให้ทราบถึงขั้นตอนวิธีและผลจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส ในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ ประกอบด้วย (ก) พื้นที่ชุมชนเมือง (ข) พื้นที่เกษตรกรรม และ (ค) พื้นที่ป่าไม้ และผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินในแต่ละประเภทข้อมูลของแต่ละพื้นที่ต้นแบบ

(2) ทำให้ทราบผลการประเมินการเลือกใช้ประเภทของข้อมูล (ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น) ให้เหมาะสมกับการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมในพื้นที่ต้นแบบ

(3) ทำให้ทราบถึงศักยภาพของโปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Developer และข้อจำกัดของการใช้ข้อมูล (ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น) ในการจำแนกเชิงวัตถุ



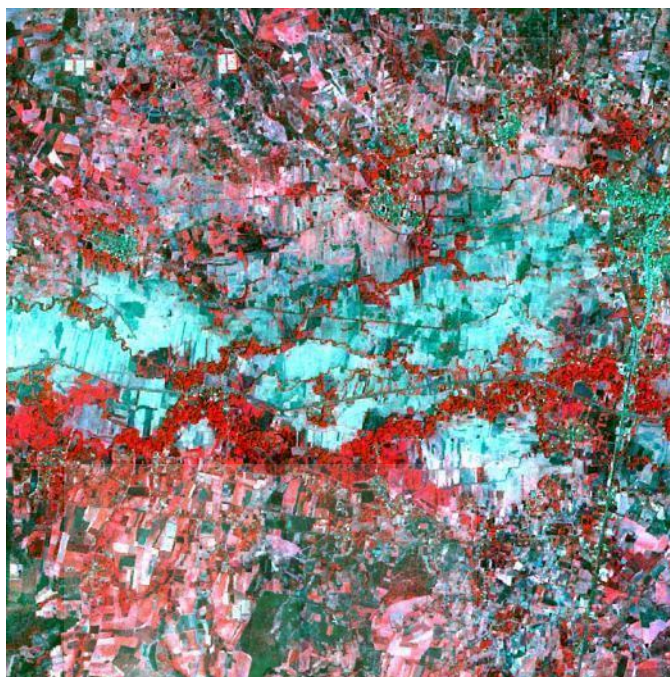
(ก)



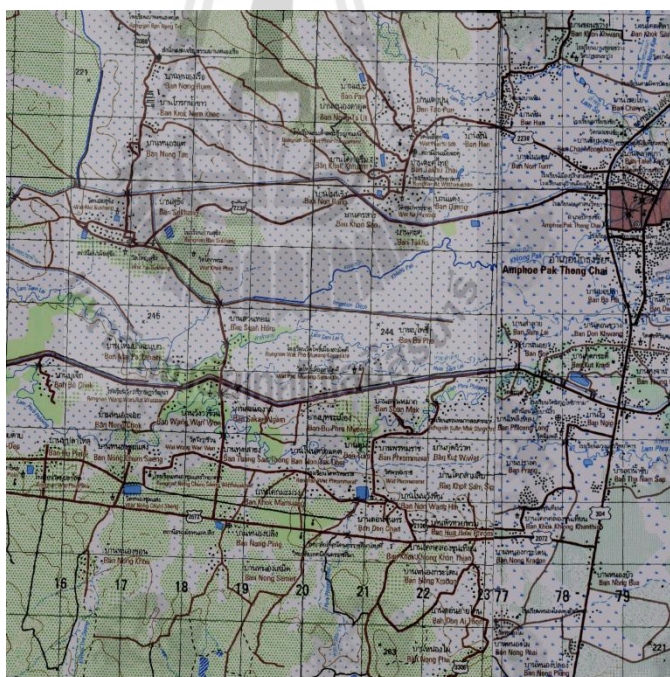
(ข)

ภาพที่ 1.1 พื้นที่ต้นแบบชุมชนเมือง บริเวณ อ.เมือง จ.นครราชสีมา:  
 (ก) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (ข) ข้อมูลภูมิประเทศ

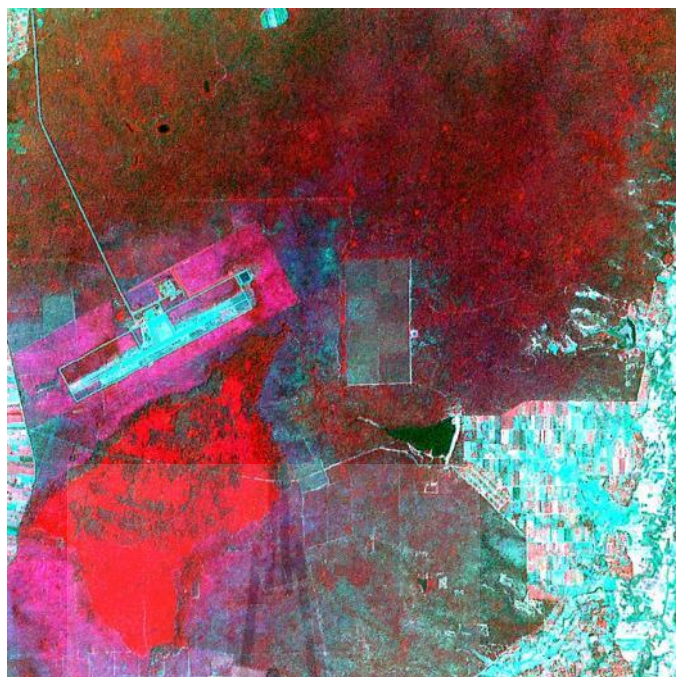




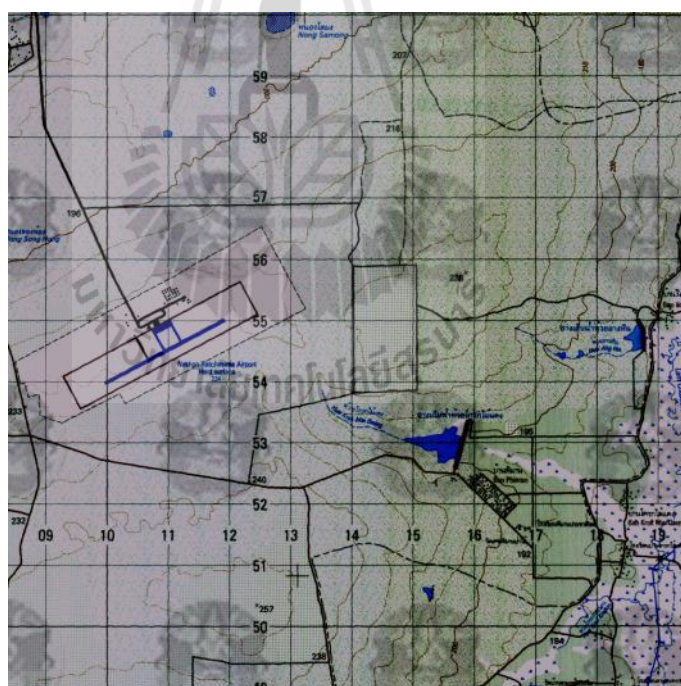
(ก)



ภาพที่ 1.2 พื้นที่ต้นแบบพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณ อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา:  
 (ก) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (ข) ข้อมูลภูมิประเทศ



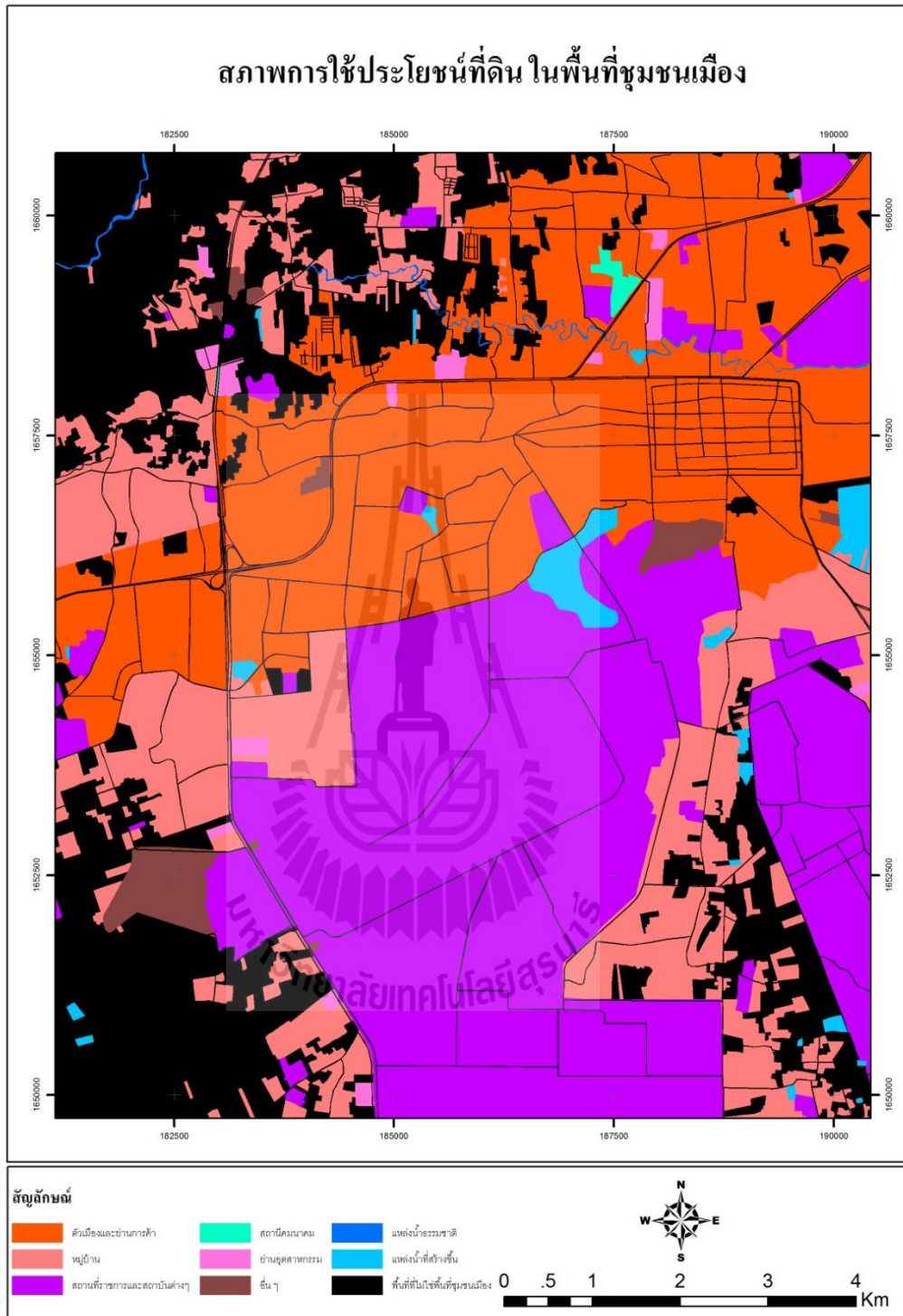
(ก)



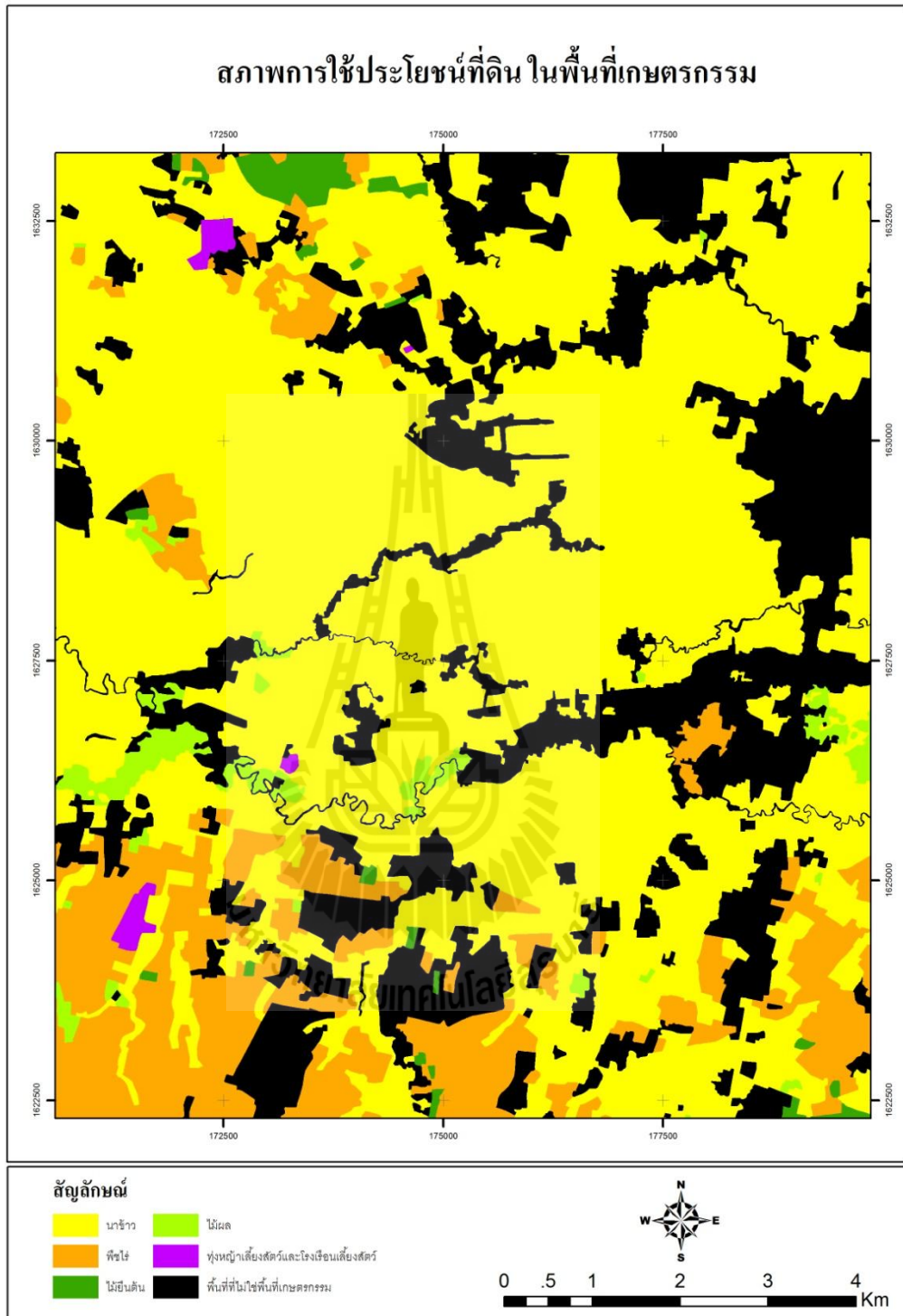
(ข)

ภาพที่ 1.3 พื้นที่ต้นแบบพื้นที่ป่าไม้ บริเวณ อ.จักราช และ อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.นครราชสีมา:  
 (ก) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (ข) ข้อมูลภูมิประเทศ



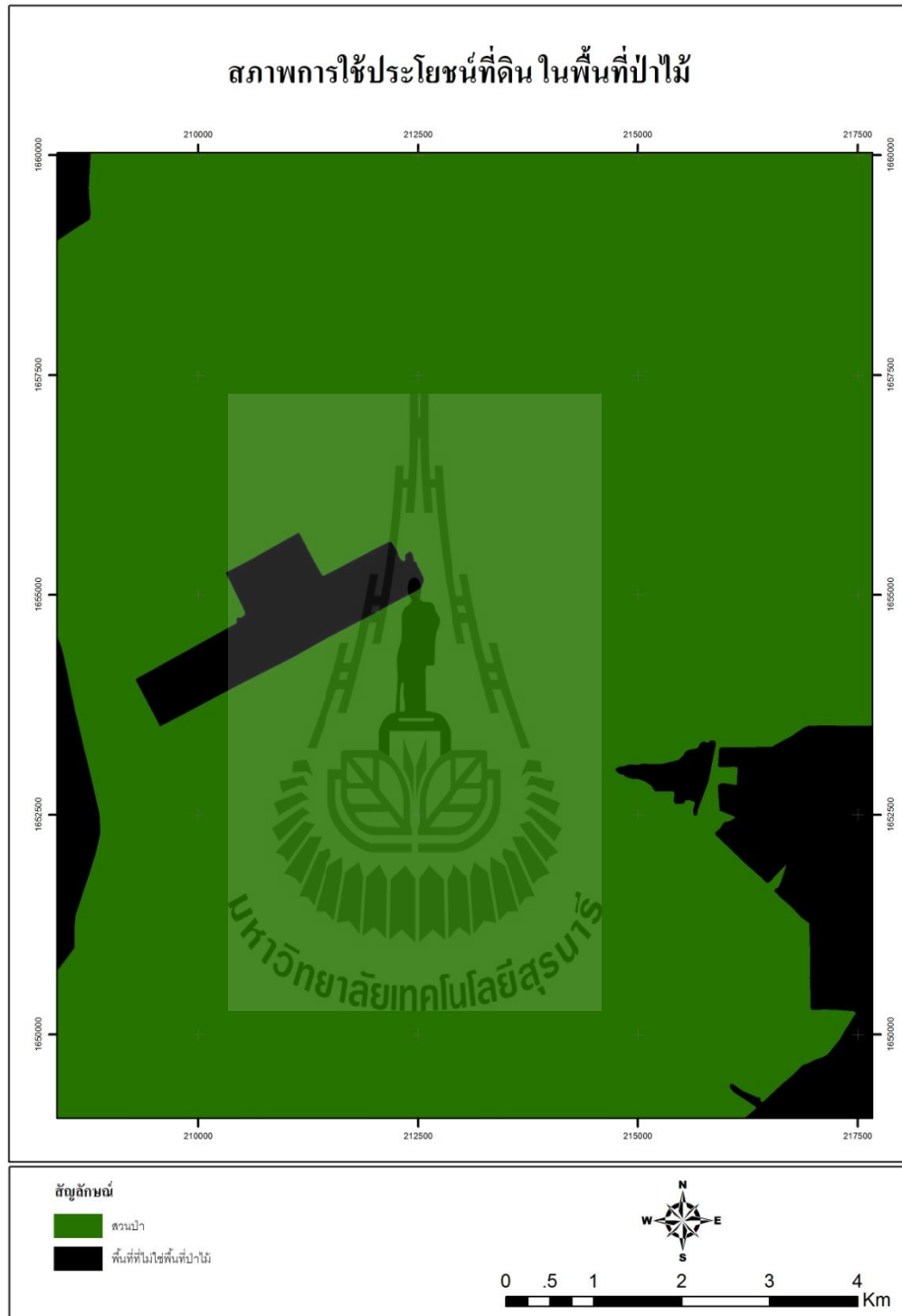


ภาพที่ 1.4 สภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่ชุมชนเมือง จากข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551



ภาพที่ 1.5 สภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่เกษตรกรรม จากข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551





ภาพที่ 1.6 สภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่ป่าไม้ จากข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551

ตารางที่ 1.1 ประเภทและขนาดพื้นที่การใช้ที่ดินหลักในพื้นที่ชุมชนเมือง

ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	90.08	72.79
พื้นที่น้ำ	2.05	1.66
พื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่ชุมชนเมือง	31.62	25.55
รวม	123.75	100.00

ตารางที่ 1.2 ประเภทและขนาดพื้นที่การใช้ที่ดินหลักในพื้นที่เกษตรกรรม

ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
นาข้าว	71.99	57.19
พืชไร่	22.24	17.67
ไม้ยืนต้นและไม้ผล	4.74	3.77
พื้นที่น้ำ	0.90	0.72
พื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่เกษตรกรรม	26.00	20.66
รวม	125.87	100.00

ตารางที่ 1.3 ประเภทและขนาดพื้นที่การใช้ที่ดินหลักในพื้นที่ป่าไม้

ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
สวนป่า	104.30	83.74
พื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่ป่าไม้	20.25	16.26
รวม	124.55	100.00

## บทที่ 2

### ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมหรือส โดยการใช้การจำแนกเชิงวัตถุ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักการและวิธีการของการจำแนกเชิงวัตถุ ตลอดจนรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแหล่งอ้างอิงในการดำเนินการศึกษา

#### 2.1 หลักการของการจำแนกเชิงวัตถุ (Principle of object-oriented classification)

วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลภาพเชิงวัตถุอาศัยคุณสมบัติของวัตถุบนภาพมาช่วยในการจำแนกประเภทข้อมูล ซึ่งจะได้จุดภาพที่มีค่าการสะท้อนรวมที่ใกล้เคียงกันเข้ามาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ทำให้สามารถแยกวัตถุในภาพออกมาได้ หลักการจำแนกเชิงวัตถุ ประกอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation) และการจำแนกวัตถุภาพ (Object image classification)

##### 2.1.1 การแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation)

การแบ่งส่วนภาพเป็นแนวคิดในการสร้างวัตถุจากจุดภาพลงในพื้นที่ (Region) หรือวัตถุ (Object) ตามคุณสมบัติที่กำหนด (Navulur, 2007) การแบ่งส่วนภาพเป็นการแบ่งกลุ่มจุดภาพอย่างต่อเนื่องที่ได้จากการตรวจวัดบนพื้นฐานของภาวะเอกพันธ์ (Homogeneity) โดยอาศัยการแบ่งหรือการรวมพื้นที่ที่มีความเหมือนเข้าด้วยกัน การแบ่งส่วนจะทำให้การวิเคราะห์วัตถุในภาพมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีคุณสมบัติเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน (de Jong and van der Meer, 2004)

การแบ่งส่วนภาพจะทำให้สามารถแยกข้อมูลภาพในส่วนที่ต้องการออกมาได้ โดยต้องเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนกับข้อมูลตัวอย่าง วิธีการพื้นฐานสำหรับการแบ่งส่วนภาพ คือ การพิจารณาค่าความสว่างของภาพสำหรับภาพที่คู่ช่วงค่าระดับสีเทาและค่าความแตกต่างสำหรับภาพสี นอกจากนี้ยังพิจารณาขอบเขตของวัตถุและลักษณะความหยาบละเอียดของภาพด้วย

โดยทั่วไป วิธีการแบ่งส่วนภาพประกอบด้วย 3 วิธีการหลัก (ศุภลักษณ์ หน้อยสุขะ, 2552) คือ

(1) Pixel-based เป็นเทคนิคพิจารณาความเข้มของจุดภาพภายในภาพ ซึ่งผลของการแบ่งส่วนจะขึ้นอยู่กับวิธีการกำหนดขอบเขตของส่วนประกอบที่เป็นความเข้มหรือสีของจุดภาพ

และค่าเส้นขอบเขตสามารถหาได้จากฮิสโทแกรมของภาพ แต่ในหลาย ๆ กรณีที่การเปลี่ยนแปลงของฮิสโทแกรมไม่สามารถบอกการเปลี่ยนแปลงขอบเขตระหว่างวัตถุได้อย่างชัดเจน

(2) Edge-based วิธีการนี้จะทำการหาขอบเขตของวัตถุที่สนใจก่อน โดยการหาขอบเขตนี้ทำได้โดยการกำหนดเมทริกซ์ซึ่งมีขนาดเป็น  $2 \times 2$  มาใช้ในการพิจารณาหาขอบเขต โดยขั้นตอนวิธีของวิธีการนี้จะทำการกราดภาพ (Scan) ไปตามจุดภาพของภาพตั้งแต่จุดภาพแรกไปยังจุดภาพสุดท้ายทางแนวนอนและแนวตั้ง โดยในระหว่างการกราดภาพให้นำจุดภาพรอบข้าง 4 จุดภาพไปทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลเมทริกซ์ที่กำหนดไว้ ถ้าไม่มีตรงกับเมทริกซ์ใดเลยให้กราดภาพไปยังจุดภาพถัดไป แต่ถ้าตรงกับเมทริกซ์ใด ๆ ให้ทำการเลื่อนตำแหน่งปัจจุบันไปตามทิศทางที่ได้กำหนดไว้ ก่อนที่จะมีการเลื่อนตำแหน่งให้มีการเก็บค่าตำแหน่งปัจจุบันไว้เนื่องจากตำแหน่งนี้คือตำแหน่งของขอบเขตของวัตถุนั้นเอง และให้ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ โดยจะหยุดเมื่อพบว่าได้เวียนกลับมาที่เดิม

(3) Region-based วิธีการนี้ให้ความสำคัญกับลักษณะของวัตถุที่เป็นพื้นที่ที่ต้องการเกิดการเชื่อมต่อจุดภาพที่มีลักษณะเหมือนกันและกำหนดเป็นกลุ่มของข้อมูลภาพ โดยจะให้ลักษณะภาพแทนด้วยกลุ่มของจุดภาพที่มีการเชื่อมต่อจุดกัน โดยเริ่มเชื่อมต่อจุดต่อจุดไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ขอบเขตของวัตถุ ซึ่งขอบเขตที่ได้จะมีข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนกันและขอบเขตจะขยายไปเรื่อย ๆ จนไม่มีจุดภาพใดที่สามารถแบ่งได้แล้ว จากนั้นจะทำการสร้างกลุ่มของจุดภาพขึ้นมาใหม่ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนทั่วทั้งภาพ วิธีการนี้มีข้อเสียตรงที่เกิดการปะปนกันระหว่างสิ่งที่เป็นวัตถุที่ต้องการและไม่ใช่วัตถุที่ต้องการ ดังนั้นจึงควรทำการกำหนดขอบเขตจากขอบไปยังจุดที่เป็นวัตถุและไม่ใช่วัตถุ การแบ่งส่วนภาพด้วยวิธีนี้แบ่งออกได้ 3 ขั้นตอนวิธี (Algorithm) ดังนี้

(3.1) Region merging มีการทำงานโดยการอ่านข้อมูลจุดภาพต่าง ๆ ภายในภาพจากจุดภาพแรกไปยังจุดภาพสุดท้ายของภาพไปตามแนวนอนและแนวตั้งตามลำดับ ในช่วงระหว่างการอ่านข้อมูลจะมีการกำหนดจุดภาพนั้นไปยังกลุ่มภาพต่าง ๆ เช่น ถ้าแสดงการอ่านอยู่ที่จุดภาพ  $(k, l)$  ดังนั้น จุดภาพแรกจนถึงจุดภาพ  $(k-1, l)$  ได้ถูกกำหนดให้อยู่ในกลุ่มภาพต่าง ๆ หมดแล้ว ดังนั้นจุดภาพที่  $(k, l)$  จึงเปรียบเสมือนเป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่พยายามจะรวมเข้ากับกลุ่มภาพที่มีอยู่ก่อนหน้านี้ (กลุ่มภาพที่มีทั้งหมด  $R_i$  โดยจะเลือกเฉพาะกลุ่มภาพที่อยู่ข้างเคียงเท่านั้น ได้แก่ กลุ่มภาพที่มีจุดภาพ ณ ตำแหน่ง  $(k-1, l)$   $(k+1, l)$   $(k, l-1)$  และ  $(k, l+1)$  เป็นสมาชิกอยู่) หากพบว่าไม่สามารถทำการรวมเข้ากับกลุ่มใดจะทำการสร้างกลุ่มใหม่ขึ้นมา ประสิทธิภาพของวิธีนี้ขึ้นอยู่กับกฎของการรวมกลุ่ม  $(P(R_i \cup (k, l)))$  ของจุดภาพ  $(k, l)$  เข้ากับกลุ่ม  $R_i$  กฎของการรวมกลุ่มจะขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของกลุ่ม  $m_i$  ในสมการที่ 2.1 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $\sigma_i$  ในสมการที่ 2.2

$$m_i = \frac{1}{n} \sum_{(k,l) \in R_i} f(k,l) \quad (2.1)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{(k,l) \in R_i} (f(k,l) - m_i)^2} \quad (2.2)$$

เมื่อ  $m_i$  เป็นค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มในกลุ่มที่  $i$  ที่มีจำนวนจุดภาพเท่ากับ  $n$  จุดภาพ แต่สำหรับการรวมกันของ  $R_i \cup (k,l)$  จะมีการเปลี่ยนแปลงการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังที่แสดงในสมการที่ 2.3

$$m'_i = \frac{1}{n+1} (f(k,l) + nm_i) \quad (2.3)$$

$$\sigma'_i = \sqrt{\frac{1}{n+1} \left( n\sigma_i^2 + \frac{n}{n+1} [f(k,l) - m_i]^2 \right)} \quad (2.4)$$

การรวมกันสามารถทำได้เมื่อค่าความเข้มของจุดภาพ  $f(k,l)$  มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย ดังที่แสดงในสมการที่ 2.5

$$|f(k,l) - m_i| \leq T_i(k,l) \quad (2.5)$$

เมื่อ  $T_i$  เป็นค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold,  $T$ ) ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่างกลุ่ม  $R_i$  กับความเข้มของจุดภาพ  $f(k,l)$  ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ 2.6

$$T_i(k,l) = \left( 1 - \frac{\sigma'_i}{m'_i} \right) T \quad (2.6)$$

ถ้าหากไม่มีกลุ่มใดเลยที่จุดภาพที่  $(k,l)$  สามารถรวมเข้าด้วยกันได้ให้สร้างกลุ่มใหม่ขึ้นมา ถ้าหากมีมากกว่าหนึ่งกลุ่มที่จุดภาพที่  $(k,l)$  สามารถรวมเข้าด้วยกันให้รวมเข้าด้วยกันกับกลุ่มที่มีค่าความแตกต่าง  $f(k,l) - m_i$  ที่มีค่าน้อยที่สุด การขยายตัวของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับค่าขีดเริ่มเปลี่ยน ( $T$ ) ซึ่งถ้ามีค่าน้อย ๆ ก็จะทำให้ค่า  $T_i(k,l)$  มีค่าน้อยด้วย (สำหรับทุก ๆ กลุ่ม) และการ

รวมกลุ่มกันจะทำให้ยากยิ่งขึ้น แต่ถ้าค่าขีดเริ่มเปลี่ยน ( $T$ ) มีค่ามากจะทำให้แต่ละกลุ่มมีค่าความแตกต่างของสมาชิกภายในกลุ่มมากขึ้น (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีมากขึ้น) นอกจากนี้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน ( $T$ )  $T_i(k,l)$  ยังจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วน  $\sigma'_i/m'_i$  ถ้าในกลุ่มมีสมาชิกที่มีค่าความเข้มที่แตกต่างกันน้อย จะทำให้อัตราส่วนนี้มีค่าเข้าใกล้ศูนย์และค่า  $T_i(k,l)$  จะมีค่าเข้าใกล้  $T$  ดังนั้น  $T$  จึงเป็นค่าความแตกต่างของ  $|f(k,l) - m_i|$  ที่มากที่สุดที่สามารถยอมรับได้ และถ้าหากค่าความแตกต่างของความเข้มของสมาชิกในกลุ่มยังมีค่าสูงขึ้น (Less homogeneous) ค่าอัตราส่วน  $\sigma'_i/m'_i$  จะมีค่าสูงขึ้นด้วย

(3.2) Region splitting วิธีการนี้มีลักษณะตรงข้ามกับวิธี Region merging โดยเริ่มต้นกำหนดให้ทั้งภาพจะมีเพียงหนึ่งกลุ่มภาพเท่านั้น จากนั้นให้ทำการแยกกลุ่มนี้ออกเป็นสี่กลุ่มย่อย และจะมีการพิจารณาลักษณะนี้เรื่อย ๆ จนกระทั่งได้กลุ่มของภาพที่สมาชิกของกลุ่มมีค่าเป็นแบบเดียวกันในระดับที่ยอมรับได้ (Homogeneous) การตรวจสอบว่ากลุ่มใดยอมรับได้หรือไม่ทำได้โดยการคำนวณผลต่างของค่าความเข้มของจุดภาพที่ได้จากค่าความเข้มสูงสุดลบกับจุดภาพที่มีความเข้มน้อยที่สุดแล้วนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับค่าเส้นขอบเขตว่ามีค่าน้อยกว่าหรือไม่

(3.3) Region split and merge เป็นการนำเอาหลักการทำงานของวิธี Region merging และ Region splitting เข้าด้วยกัน ซึ่งมีลักษณะการทำงานดังนี้

- 1) ถ้ากลุ่ม  $R_{ij}$  เป็นกลุ่มที่ไม่สามารถยอมรับได้หรือมีความแตกต่างกันมาก (Heterogeneous) ทำการแยกออกเป็นสี่กลุ่มย่อยเรื่อย ๆ
- 2) ถ้าหากกลุ่มสองกลุ่ม  $R_i, R_j$  สามารถรวมเข้ากันได้หรือมีค่าเป็นแบบเดียวกันมาก (Homogeneous) ( $P(R_i \cup R_j) = TRUE$ ) จะทำการรวมกลุ่มทั้งสองเข้าด้วยกัน การทำงานนี้จะหยุดเมื่อไม่สามารถแยกกลุ่มเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้อีกรวมทั้งไม่สามารถรวมกลุ่มต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกันได้อีกแล้ว (ภาพที่ 2.1)

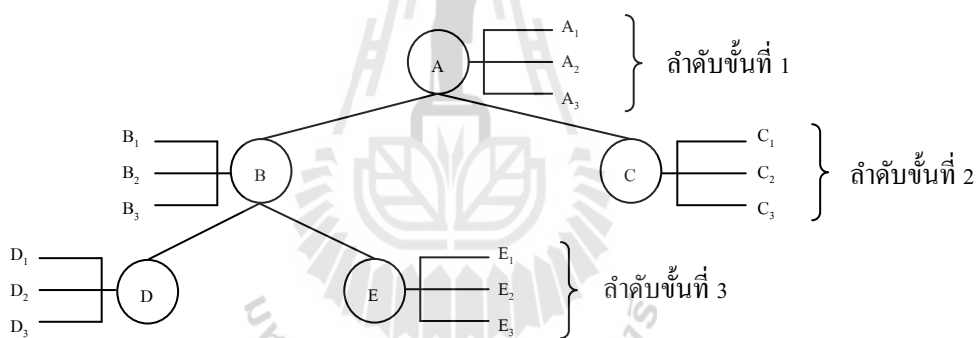


ภาพที่ 2.1 การแยกและการรวมพื้นที่ (de Jong and van der Meer, 2004)

## 2.1.2 การจำแนกวัตถุภาพ (Object image classification)

### 2.1.2.1 การสร้างชั้นข้อมูล

การจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุสามารถทำได้โดยการแบ่งลำดับชั้น (Hierarchical) ของการจำแนกเชิงวัตถุ โดยวัตถุ A ประกอบด้วยคุณลักษณะ (Attribute) หรือประเภทข้อมูล  $A_1, A_2, A_3$  ซึ่งมีลักษณะเฉพาะตามตัวแปรที่กำหนดเงื่อนไขที่ทำให้สามารถจำแนกประเภทข้อมูล  $A_1, A_2, A_3$  ได้ โดยได้วัตถุ B แต่พบว่ามี การปะปนกันของวัตถุ B และวัตถุ C ดังนั้น จึงต้องทำการจำแนกวัตถุในลำดับชั้นที่ 2 ต่อ ซึ่งในวัตถุ B ประกอบด้วยคุณลักษณะ  $B_1, B_2, B_3$  และวัตถุ C ประกอบด้วยคุณลักษณะ  $C_1, C_2, C_3$  ที่มีตัวแปรและเงื่อนไขต่างกัน จากนั้น ทำการจำแนกวัตถุต่อ ซึ่งวัตถุ B ได้วัตถุ D แต่พบว่ามี การปะปนกันของวัตถุ E จึงต้องทำการจำแนกวัตถุในลำดับชั้นที่ 3 และทำไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่มี การปะปนกันของวัตถุอีก แผนภาพการจำแนกประเภทข้อมูลแบบลำดับชั้น แสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แผนภาพการจำแนกประเภทข้อมูลแบบลำดับชั้น (ศุภลักษณ์ หน้อยสุยะ, 2552)

### 2.1.2.2 การจำแนกวัตถุภาพ

การจำแนกวัตถุภาพเป็นการแยกกลุ่มวัตถุภาพทั้งหมดที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา ตามลักษณะร่วมทางค่าสถิติ รูปร่างของวัตถุ ความละเอียดและข้อมูลตามลักษณะของแต่ละกลุ่มร่วมกัน และมีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ซึ่งคำสั่งหลักของการจำแนกวัตถุภาพโดยวิธีการเชิงวัตถุที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ขั้นตอนวิธีการจำแนก (Classification algorithm) และ ขั้นตอนวิธีการกำหนดคลาส (Assign class algorithm)

#### (1) ขั้นตอนวิธีการจำแนก (Classification algorithm)

หลังจากมีการกำหนดลักษณะชั้นข้อมูล (2.1.2.1) ในการจำแนกวัตถุภาพ จะใช้คำสั่งจำแนกประเภทข้อมูลในการจำแนกวัตถุภาพ โดยกำหนดจากเงื่อนไขและค่าทางสถิติ

จากพื้นที่ตัวอย่างที่เลือกไว้ ขั้นตอนวิธีนี้ใช้คุณสมบัติจากจำแนกแบบลำดับชั้น ซึ่งในการจำแนกประเภทข้อมูลครั้งเดียวอาจไม่เพียงพอ เพราะอาจมีประเภทข้อมูลอื่นปะปนอยู่ จึงต้องทำการจำแนกอีกครั้งโดยกำหนดเงื่อนไขอื่นเพิ่มเติม

### (1.1) วิธีการกำหนดขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold setting)

ในการจำแนกวัตถุภาพโดยใช้ขีดเริ่มเปลี่ยนหรือเงื่อนไขนั้น วัตถุภาพจะถูกจำแนกโดยพิจารณาว่าวัตถุภาพนั้น ๆ ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ ตัวอย่างเงื่อนไขที่ใช้ในการจำแนก เช่น ระดับความสูง ค่าการสะท้อนเชิงคลื่นของการใช้ที่ดินแต่ละประเภท ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มอลไลซ์ เป็นต้น ดังนั้น วัตถุที่มีคุณสมบัติตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ส่วนวัตถุที่อยู่นอกเหนือเงื่อนไขดังกล่าวจะถูกจัดเป็นอีกกลุ่มหนึ่ง

### (1.2) วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด

(Nearest neighbor classification)

วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลวิธีนี้เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล โดยเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (Training area) ของประเภทวัตถุที่ต้องการจำแนกซึ่งจะเป็นข้อมูลทางสถิติสำหรับใช้ในการกำหนดคุณสมบัติของวัตถุ เช่น ระดับความสูง ค่าการสะท้อนเชิงคลื่นของการใช้ที่ดินแต่ละประเภท ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มอลไลซ์ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบคุณสมบัติของพื้นที่ตัวอย่างจากฮิสโทแกรม

วิธีนี้เป็นหนึ่งในกระบวนการพื้นฐานของการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine learning) ที่เป็นแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (Non-parametric) การจำแนกนี้สามารถจำแนกเวกเตอร์การวัดจุดภาพที่ไม่ทราบค่าให้เป็นประเภทข้อมูลใดประเภทข้อมูลหนึ่งของประเภทข้อมูลทั้งหมด  $m$  ประเภทข้อมูล โดยใช้เพียงค่าความสว่างของข้อมูลตัวอย่างในแต่ละช่วงคลื่นและการวัดระยะห่างของจุดภาพข้างเคียงใกล้มากที่สุด (Jensen, 2005)

ในการคำนวณระยะห่างทุกจุดภาพ (วัตถุ) จะแสดงในรูปเวกเตอร์ตำแหน่ง (Position vector) ในปริภูมิรังสี  $n$  มิติ โดยเวกเตอร์  $\vec{x}$  และ  $\vec{y}$  เป็นจำนวนข้อมูล  $p$  ข้อมูลที่ต้องการจำแนก  $(x_1, x_2, \dots, x_p)$  ระยะยุคลิดระหว่าง  $\vec{x}$  และ  $\vec{y}$  คำนวณจากสมการที่ 2.7

$$d(\vec{x}, \vec{y}) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_p - y_p)^2} \quad (2.7)$$

จุดภาพ (วัตถุ) ที่เป็นจุดภาพข้างเคียงกันจะต้องมีระยะห่างระหว่างกันน้อยกว่าขีดเริ่มเปลี่ยน ( $T$ ) ที่กำหนด

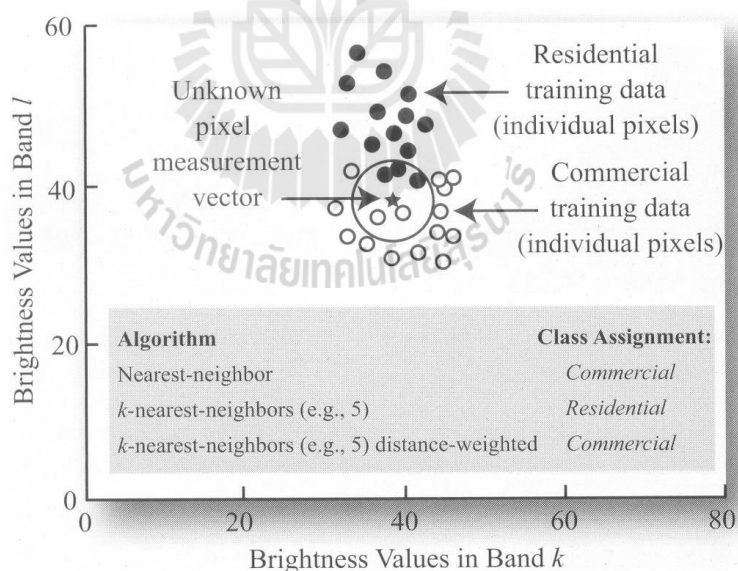
ขั้นตอนวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด ที่นิยมใช้มากที่สุด ได้แก่



(ก) ขั้นตอนวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด (Nearest neighbor) ตัวจำแนกนี้จะคำนวณระยะยุคลิด (Euclidean distance) ของจุดภาพที่จะถูกจำแนกกับจุดภาพของข้อมูลตัวอย่างที่ใกล้เคียงที่สุดในปริภูมิ  $n$  มิติ และกำหนดให้จุดภาพที่ใกล้ที่สุดเป็นประเภทข้อมูลนั้น

(ข) ขั้นตอนวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุดตามจำนวนจุดภาพ  $K$  ( $K$ -nearest neighbor) ตัวจำแนกนี้จะค้นหาออกจากจุดภาพที่จะถูกจำแนกในทุกทิศทางจนครบตามจำนวนจุดภาพ ( $K$ ) ของข้อมูลตัวอย่างที่กำหนด (เช่น  $k$  เท่ากับ 5 จุดภาพ) จากนั้น จะกำหนดประเภทข้อมูลให้จุดภาพที่ต้องจำแนกตามประเภทข้อมูลของจุดภาพส่วนใหญ่ที่ค้นพบ

(ค) ขั้นตอนวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุดตามจำนวนจุดภาพ  $K$  กับระยะห่างแบบถ่วงน้ำหนัก ( $K$ -nearest-neighbor distance-weighted) ตัวจำแนกนี้มีวิธีการจำแนกแบบเดียวกับตัวจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุดตามจำนวนจุดภาพ  $K$  แต่มีการถ่วงค่าน้ำหนักให้กับจุดภาพตามตรรกศาสตร์การถ่วงน้ำหนักตามระยะห่าง (Distance-weight logic) จุดภาพที่ต้องถูกจำแนกจะถูกกำหนดให้เป็นประเภทข้อมูลตามประเภทข้อมูลของจุดภาพที่มีค่าน้ำหนักรวมสูงสุด ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างขั้นตอนวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุดของ 3 แบบรูป และผลลัพธ์ที่ได้รับ



ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด 3 แบบรูปและผลลัพธ์ที่ได้รับ (Jensen, 2005)

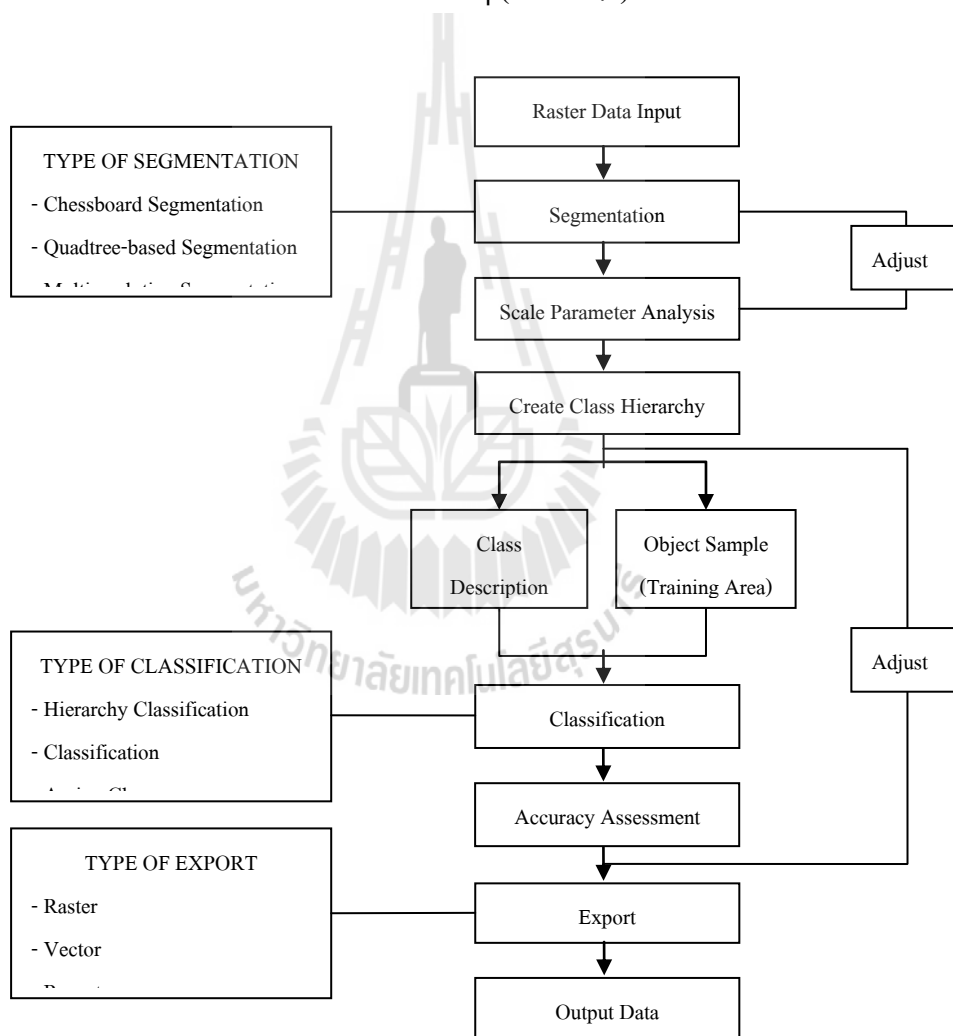
## (2) ขั้นตอนวิธีการกำหนดคลาส (Assign class algorithm)

เป็นขั้นตอนวิธีที่ใช้สั่งให้รวมวัตถุภาพที่เป็นวัตถุที่มีลักษณะเหมือนกัน แต่ถูกแยกจากการจำแนกแบบลำดับขั้นให้รวมกัน โดยพิจารณาจากเงื่อนไขที่ตั้งขึ้นซึ่งจะใช้

หลังจากจำแนกวัตถุภาพออกเป็นประเภทข้อมูลภาพจนครบทุกประเภทข้อมูลด้วยขั้นตอนวิธีการจำแนกแล้ว

## 2.2 วิธีการจำแนกเชิงวัตถุ (Object-oriented classification)

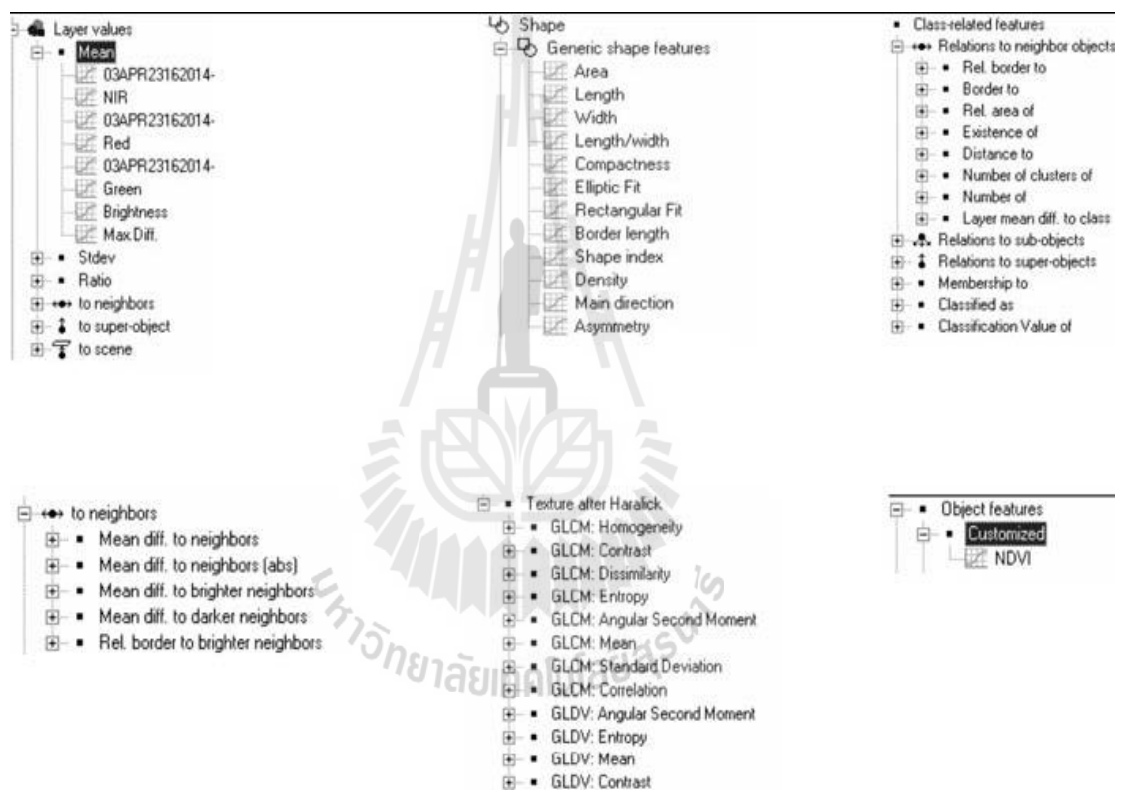
ในการจำแนกเชิงวัตถุภายใต้โปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Developer แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ การแบ่งส่วนข้อมูลภาพ และการจำแนกข้อมูลวัตถุภาพ หลังจากทำการแบ่งส่วนภาพเพื่อสร้างวัตถุภาพจะนำวัตถุภาพที่ได้ไปทำการจำแนกประเภทของวัตถุโดยอาศัยขั้นตอนวิธีการจำแนกประเภทต่าง ๆ (ภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.4 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Developer (Definiens AG, 2007).

### 2.2.1 คุณสมบัติของวัตถุ (Object properties)

คุณสมบัติของวัตถุมีหลายประการซึ่งสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ภาพได้ ได้แก่ รูปร่าง ขนาด ค่าการสะท้อน และอื่น ๆ ภาพที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติของวัตถุที่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลเชิงวัตถุภายใต้โปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Developer เช่น การนำค่าสัดส่วนระหว่างความกว้างและความยาวของวัตถุมาใช้จำแนกแหล่งน้ำออกมาเป็นประเภทลำน้ำ ทะเลสาบ และอ่างเก็บน้ำ โดยทั่วไป คุณสมบัติของวัตถุที่ใช้ในการวิเคราะห์วิธีการเชิงวัตถุส่วนใหญ่จะไม่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงจุดภาพได้



ภาพที่ 2.5 คุณสมบัติของวัตถุ (Navulur, 2007)

### 2.2.2 พารามิเตอร์การแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation parameters)

ในกระบวนการสร้างวัตถุภาพ การที่จะได้วัตถุขึ้นมาต้องมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับการแบ่งส่วนภาพ ซึ่งมีอยู่ 3 ค่า คือ ค่ามาตราส่วน ค่าสีหรือรูปร่าง และค่าการอัดแน่นหรือความราบเรียบ

(1) พารามิเตอร์มาตราส่วน (Scale parameter) เป็นตัวกำหนดขนาดของการสร้างวัตถุภาพ โดยค่าในการกำหนดมาตราส่วน ค่าที่ต่ำหมายถึง ขนาดของวัตถุมีขนาดเล็ก ข้อมูลที่ได้ยิ่ง

เล็กมีความเหมือนกันสูง และค่ามาตราส่วนที่สูง หมายถึง ขนาดของวัตถุมีขนาดใหญ่ ข้อมูลที่ได้ยังมีความเหมือนกันต่ำ เนื่องจากว่าขนาดของข้อมูลยิ่งใหญ่อังมีการปะปนมากขึ้น ในการกำหนดค่ามาตราส่วนสำหรับการแบ่งวัตถุภาพนั้นผู้ใช้จะเป็นผู้กำหนดค่ามาตราส่วนของวัตถุและพิจารณามาตราส่วนที่มีความเหมาะสมกับขนาดของวัตถุภาพที่ต้องการศึกษา

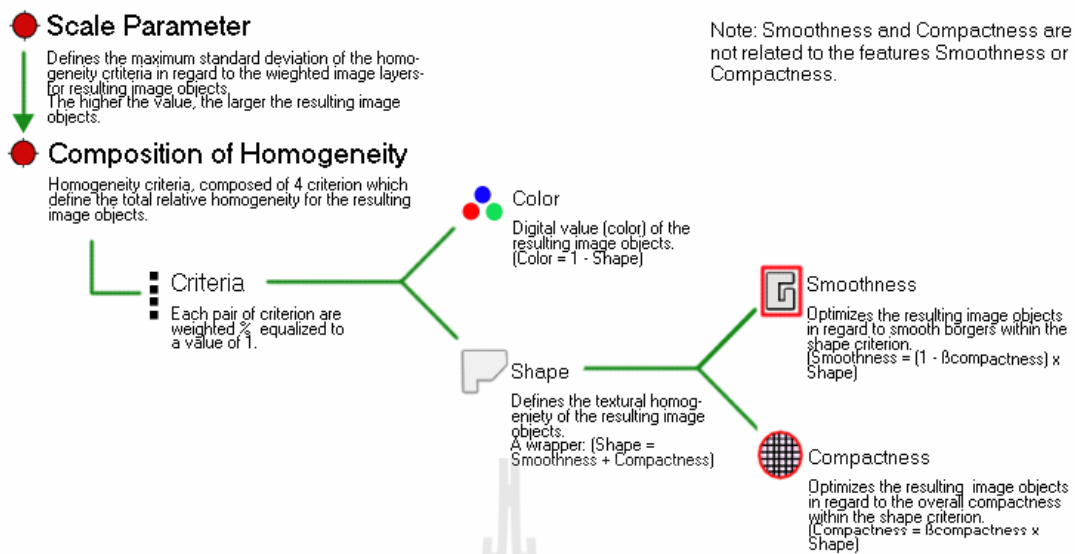
(2) พารามิเตอร์รูปร่างหรือสี (Shape/color parameter) ในการสร้างวัตถุภาพมีทางเลือกสำหรับการพิจารณาที่จะเลือกให้ค่าน้ำหนักของสีหรือค่าน้ำหนักรูปร่างมากกว่ากัน ถ้าพิจารณาความเป็นสีมากกว่า ควรพิจารณาจากค่าการสะท้อนตามช่วงคลื่นต่าง ๆ ที่เลือกมาทำภาพสีผสม ซึ่งในข้อมูลดาวเทียมใด ๆ ที่มีค่าของสีแต่ละวัตถุที่ชัดเจน จะให้ค่าน้ำหนักของสีมากกว่ารูปร่าง ในขณะที่รูปร่างจะพิจารณาจากรูปร่างของวัตถุหรือองค์ประกอบใด ๆ ที่ปรากฏบนภาพดาวเทียม

การให้ค่าน้ำหนักของสีและรูปร่างที่โดยรวมกันต้องไม่เกิน 1 (ภาพที่ 2.6) ในการให้ค่าน้ำหนักควรให้ค่าความน่าจะเป็นของสีมากกว่ารูปร่าง เนื่องจากข้อมูลที่อยู่ในจุดภาพเป็นข้อมูลเชิงคลื่นซึ่งมีความสำคัญมากในการสร้างวัตถุภาพ ในขณะที่ รูปร่างเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ช่วยในการแยกประเภทของวัตถุภาพจากรูปร่างของวัตถุ

(3) พารามิเตอร์ความอัดแน่นหรือความเรียบ (Compactness/smoothness parameter) ปัจจัยด้านความอัดแน่นและความเรียบเป็นการเน้นในความสัมพันธ์กับรูปร่างของวัตถุ ค่าน้ำหนักความอัดแน่นและความเรียบต้องรวมกันไม่เกิน 1 (ภาพที่ 2.6) การให้ค่าน้ำหนักของความอัดแน่นจะมีผลทำให้รูปทรงของวัตถุเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะถูกใช้เมื่อวัตถุสองสิ่งมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด หมายความว่า วัตถุภาพนั้นมีความสัมพันธ์เชิงคลื่นต่ำ เช่น วัตถุที่เป็นน้ำกับดิน สีของวัตถุสองประเภทนี้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ในขณะที่ค่าน้ำหนักความเรียบจะถูกใช้เมื่อวัตถุสองสิ่งไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน เช่น วัตถุที่เป็นพืช ถ้าพืชที่มีระยะเวลาการปลูกใกล้กันจะทำให้มองเห็นขอบเขตไม่ชัดเจน

การให้ค่าความอัดแน่นสูงกว่าค่าความเรียบจะทำให้วัตถุถูกบีบอัดให้เล็กลง และกลุ่มของวัตถุที่ได้มีความเหมือนกันมาก ส่วนการให้ค่าความเรียบสูงกว่าค่าความอัดแน่นจะทำให้ได้วัตถุที่มีขอบของรูปทรงที่เรียบมากขึ้น และกลุ่มของวัตถุที่ได้มีความหลากหลายของข้อมูลมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม ไม่มีกฎแน่นอนในการเลือกกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการสกัดข้อมูลออกมาจากภาพ ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับผลลัพธ์ที่ต้องการ และความผิดพลาดที่เกิดจากการประมวลผลที่ยอมรับได้ (Ranasinghe, 2008)



ภาพที่ 2.6 แนวคิดของความละเอียดหลายระดับ (Definiens AG, 2007)

### 2.2.3 ขั้นตอนวิธีการของการแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation algorithms)

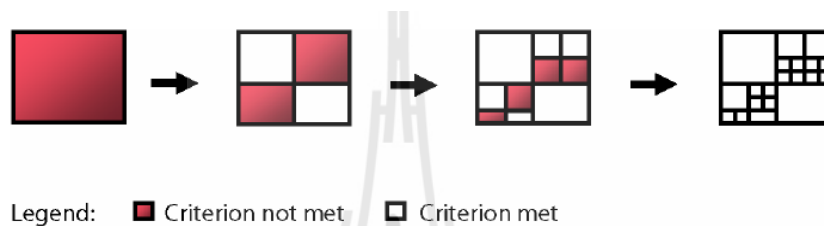
กระบวนการทำงานของการแบ่งส่วนภาพ มี 3 วิธีการหลัก ได้แก่ Chessboard segmentation, Quadtree segmentation และ Multiresolution segmentation ซึ่งกระบวนการทำงานในแต่ละขั้นตอนวิธี สรุปได้ดังนี้

(1) การแบ่งส่วนภาพแบบกระดานหมากรุก (Chessboard segmentation) เป็นการแบ่ง (Split) จุดภาพหรือวัตถุในภาพเป็นกระดานหมากรุกหรือรูปสี่เหลี่ยมขนาดเท่า ๆ กัน โดยจะเรียงจากขอบด้านบนซ้ายของภาพไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบทั้งภาพหลังจากนั้นวัตถุแต่ละชิ้นจะถูกตัดแบ่งตามเส้นกริด (Grid) นี้ ขนาดวัตถุจะถูกกำหนดจากขนาดของตารางกริดในรูปของจุดภาพ โดยสามารถกำหนดขนาดกระดานหมากรุกได้มากกว่าขนาดของจุดภาพในภาพนั้น (ภาพที่ 2.7)



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการแบ่งส่วนภาพแบบกระดานหมากรุก (Definiens AG, 2007)

(2) การแบ่งส่วนภาพแบบควอดทรี (Quadtree-based segmentation) เป็นการแบ่งจุดภาพหรือวัตถุในภาพให้เป็นลักษณะตารางรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเรียกว่าควอดทรี ตารางกริดของควอดทรีจะประกอบด้วยสี่เหลี่ยม 4 ส่วน ที่มีสองลักษณะซึ่งเกิดจากการเปรียบเทียบค่าความเหมือน โดยจะเรียงจากขอบด้านบนซ้ายของภาพไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบทั้งภาพ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ความเหมือนที่กำหนด ในการแบ่งส่วน จะทำการแบ่งภาพเริ่มต้นออกเป็น 4 ส่วน และทำการทดสอบค่าความเหมือนตามเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับส่วนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะถูกแบ่งส่วนต่อไปเรื่อย ๆ ในลักษณะของควอดทรีจนทุกส่วนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด (ภาพที่ 2.8 และ 2.9)

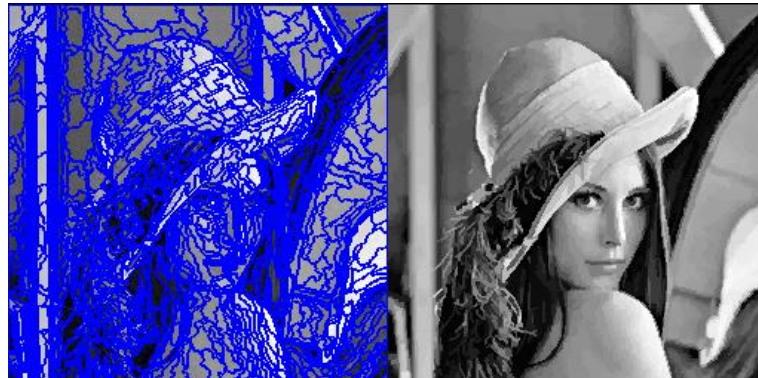


ภาพที่ 2.8 ขั้นตอนของการแบ่งส่วนภาพแบบควอดทรี (Definiens AG, 2007)



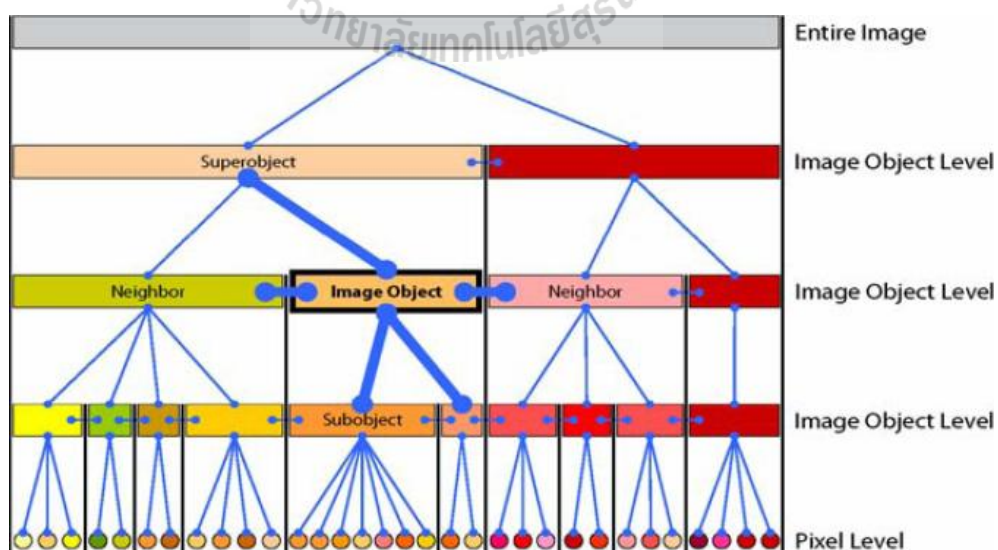
ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างการแบ่งส่วนภาพแบบควอดทรี (Definiens AG, 2007)

(3) การแบ่งส่วนภาพแบบความละเอียดหลายระดับ (Multiresolution segmentation) วิธีการนี้เป็นการรวมเอาจุดภาพที่มีลักษณะใกล้เคียงกันและอยู่ติดกันเข้าด้วยกันเป็นกลุ่มจุดภาพหรือวัตถุ โดยสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ สี (Color) รูปร่าง (Shape) ความอัดแน่น (Compactness) และความเรียบ (Smoothness) ได้ตามต้องการ ข้อดีของวิธีการนี้คือ การแบ่ง/การสร้างวัตถุภาพจะแปรผันตามค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด ทำให้ได้ขนาดวัตถุภาพที่แตกต่างกัน และมีขนาดใกล้เคียงกับสภาพที่เป็นจริงมากกว่า (ภาพที่ 2.10)



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างการแบ่งส่วนภาพแบบความละเอียดหลายระดับ (Definiens AG, 2007)

อนึ่ง ในการแบ่งส่วนภาพแบบความละเอียดหลายระดับ ภายใต้โปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Developer จะใช้ขั้นตอนวิธีประเภท Region-merging แบบล่างขึ้นบน (Bottom-up) ซึ่งเป็นการรวมวัตถุที่มีขนาดเล็กเข้าด้วยกันไปเป็นวัตถุที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเดียว โดยดูจากเกณฑ์ความเหมือนกันของค่ารูปร่างและสี ขนาดของวัตถุจะถูกกำหนดจากค่ามาตราส่วน ซึ่งพิจารณาจากความแตกต่างกันมากที่สุดที่ยอมให้สร้างเป็นวัตถุได้ และรูปร่างจะขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ เช่น ค่าน้ำหนักในการเลือกใช้ช่วงคลื่น (Image layer weights) ระดับของการแบ่งส่วนภาพ (Level of the segmentation) วัตถุในรูปจะถูกสร้างจากระดับชั้นของเครือข่ายและการเชื่อมโยงทางตรรกะ (Network of hierarchical levels and logically link) ของความสัมพันธ์กับจุดภาพข้างเคียง (Neighbors) ที่เป็น Sub objects และ Super objects (ภาพที่ 2.11)



ภาพที่ 2.11 การเชื่อมโยงของวัตถุกับจุดภาพข้างเคียง (Ranasinghe, 2008)

### 2.2.4 ฟังก์ชันพื้นฐานของการแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation function)

Baatz and Schape (2000) ได้อธิบายการแบ่งส่วนภาพแบบความละเอียดหลายระดับ ที่นำไปสู่การพัฒนากระบวนการของโปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Developer ในรูปของ ฟังก์ชันการแบ่งส่วน ( $S_f$ ) ดังนี้

$$S_f = w_{color} \cdot h_{color} + (1 - w_{color}) \cdot h_{shape} \quad (2.8)$$

$$h_{color} = \sum_{k=1}^m w_k \cdot \sigma_k \quad (2.9)$$

$$h_{shape} = w_{cpt} \cdot h_{cpt} + (1 - w_{cpt}) \cdot h_{smooth} \quad (2.10)$$

$$h_{cpt} = \frac{l}{\sqrt{n}} \quad (2.11)$$

$$h_{smooth} = \frac{l}{b} \quad (2.12)$$

- โดย
- $S_f$  = segmentation function
  - $w_{color}$  = the user-defined weight for spectral color versus shape  
 $0 \leq w_{color} \leq 1$
  - $w_k$  = the user-defined weight for each layer
  - $w_{cpt}$  = the user-defined weight for compactness versus smoothness  $0 \leq w_{cpt} \leq 1$
  - $h_{color}$  = spectral (i.e., color) heterogeneity ( $h$ )
  - $h_{shape}$  = shape heterogeneity ( $h$ )
  - $h_{cpt}$  = compactness heterogeneity ( $h$ )
  - $h_{smooth}$  = smoothness heterogeneity ( $h$ )
  - $k$  = channel of band
  - $m$  = total of band
  - $\sigma_k$  = standard deviation at channel of band
  - $l$  = pixel perimeter length
  - $n$  = number of pixel forming objects
  - $b$  = shortest possible border length of a box bounding the image object



### 2.2.5 ขั้นตอนการจำแนกวัตถุภาพแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด

#### (Step of nearest neighbor classification)

Ozsakabasi (2008) ได้สรุปกระบวนการทำงานของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุดตามลำดับการทำงาน ดังนี้

(1) ขั้นตอนการกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (Training phase) เป็นการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างให้กับตัวจำแนกเพื่อจดจำประเภทข้อมูลและคุณลักษณะที่ต้องการใช้ในการจำแนก หลังจากนั้นจึงจำแนกจุดภาพเข้าสู่ประเภทข้อมูลที่ต้องการ

(2) ขั้นตอนการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification phase) จุดภาพจะถูกจัดเข้าสู่ประเภทข้อมูลตามกระบวนการจำแนกข้างต้น กล่าวคือ

นำพื้นที่ตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับหาจุดภาพข้างเคียงที่ใกล้ที่สุด

คำนวณระยะยูคลิดของจุดภาพที่ต้องการจัดเข้าสู่ประเภทข้อมูลกับพื้นที่ตัวอย่างในปริภูมิรั้งสี่  $n$  มิติ จากนั้น กำหนดให้จุดภาพที่ใกล้ที่สุดเป็นประเภทข้อมูลนั้น

## 2.3 ดาวเทียมธีออส (THEOS)

โครงการพัฒนาดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของประเทศไทย (THailand Earth Observation System: THEOS) เริ่มขึ้นเมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 ภายใต้ข้อตกลงความร่วมมือด้านเทคโนโลยีอวกาศและการประยุกต์ใช้ระหว่างรัฐบาลไทยและรัฐบาลฝรั่งเศส โดยมีสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กับบริษัทอีเอดีเอส แอสเตอเรียม (EADS Astrium SAS) ประเทศฝรั่งเศสเป็นผู้รับผิดชอบ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552ข)

### 2.3.1 อุปกรณ์ตรวจวัดของดาวเทียมธีออส

อุปกรณ์ตรวจวัดของดาวเทียมธีออสมี 2 ระบบ ได้แก่

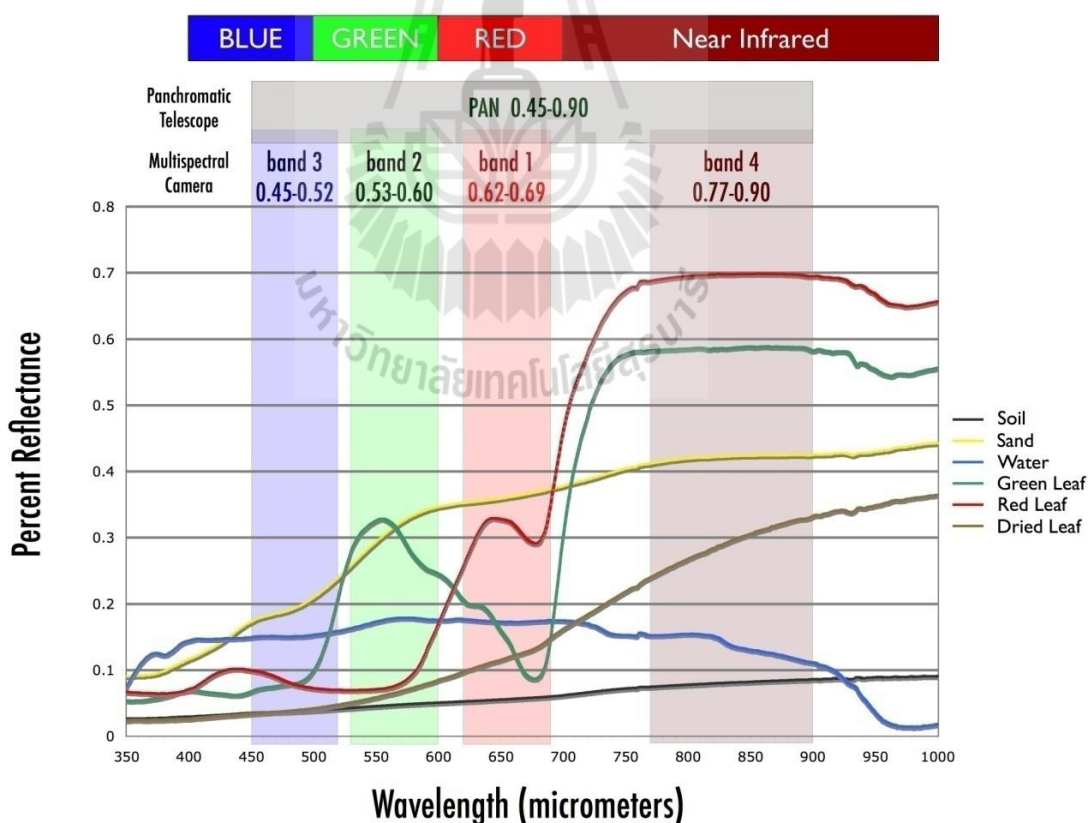
(1) กล้องบันทึกภาพแบบไวแสงทุกสี (Panchromatic camera)

(2) กล้องบันทึกภาพแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral camera)

คุณสมบัติสำคัญของกล้องบันทึกภาพของดาวเทียมธีออส สรุปได้ดังตารางที่ 2.1 และรูปที่ 2.12 แสดงคุณสมบัติการสะท้อนของวัตถุในช่วงคลื่นที่ใช้ในอุปกรณ์ตรวจวัดของดาวเทียมธีออส

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติที่สำคัญของกล้องบันทึกภาพของดาวเทียมธีออส

คุณสมบัติ	แบบไวแสงทุกสี	แบบหลายช่วงคลื่น
- ช่วงคลื่นของการตรวจวัด	P: 0.45 – 0.90 $\mu\text{m}$	B0 (red) : 0.62 – 0.69 $\mu\text{m}$ B1 (green) : 0.53 – 0.60 $\mu\text{m}$ B2 (blue) : 0.45 – 0.52 $\mu\text{m}$ B3 (NIR) : 0.77 – 0.90 $\mu\text{m}$
- รายละเอียดภาพ	2 เมตร	15 เมตร
- จำนวนจุดภาพต่อแถว	12,000 จุดภาพ	6,000 จุดภาพ
- ความกว้างของแนวบันทึกภาพ	22 กม.	90 กม.
- ความกว้างของแนวที่สามารถบันทึกภาพได้ (Accessible corridor)	1,003 (ที่ $\pm 30^\circ$ )	1,100 กม. (ที่ $\pm 30^\circ$ )
	2,273 กม. (ที่ $\pm 30^\circ$ )	2,548 กม. (ที่ $\pm 30^\circ$ )



ภาพที่ 2.12 คุณสมบัติการสะท้อนของวัตถุในช่วงคลื่นที่ใช้ในอุปกรณ์ตรวจวัดของดาวเทียมธีออส (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552ข)

### 2.3.2 ผลกระทบข้อมูลจากดาวเทียมธีออส

(1) ระดับของการปรับแก้ผลกระทบข้อมูลดาวเทียมธีออส

ผลกระทบข้อมูลดาวเทียมธีออสมีการปรับแก้ 2 ระดับ ประกอบด้วย

(1.1) การปรับแก้โดยระบบ (1A) ทำการปรับแก้เชิงคลื่น ปรับระดับการตอบสนองสัมพัทธ์ของตัวตรวจวัด (Detector equalization) และกำจัดความผิดพลาดเชิงคลื่น ช่วงคลื่นไวแสงทุกสีและช่วงคลื่นสีแดงของระบบแบบหลายช่วงคลื่นจะใช้เป็นช่วงคลื่นอ้างอิง จะไม่ได้รับการปรับแก้เชิงเรขาคณิต ส่วนช่วงคลื่น 3 ช่วงคลื่นที่เหลือจะได้รับการขยับ (Shifted) เพื่อทดแทนการเอียงกันของข้อมูลในแต่ละช่วงคลื่น

(1.2) ระดับการปรับแก้เชิงพื้นที่ (2A) ทำการปรับแก้เชิงคลื่นเหมือนระดับ 1A นอกจากนี้ ทำการแก้ไขความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตของแต่ละช่วงคลื่น (Registered) และการปรับแก้เชิงเรขาคณิต และจัดข้อมูลใหม่บนระบบพิกัดเชิงแผนที่ (Cartographic grid)

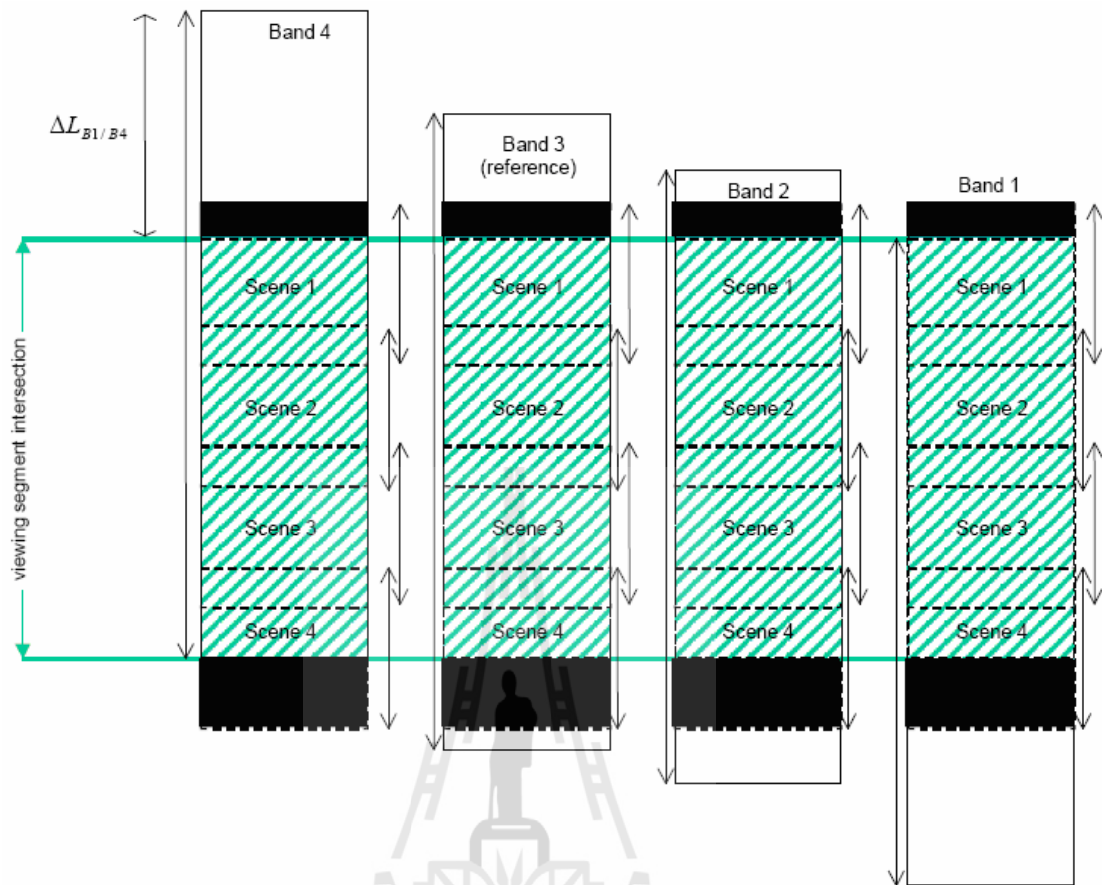
(2) คำจำกัดความของภาพมาตรฐานและการตัดภาพ

ภาพมาตรฐานของดาวเทียมธีออสเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส (หน่วยเป็นจุดภาพ) ของข้อมูลภาพที่ได้บันทึกมาอย่างต่อเนื่องด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดของดาวเทียมธีออส ที่มีขนาดของภาพมาตรฐานแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ขนาดภาพมาตรฐานของดาวเทียมธีออส

ระบบบันทึกภาพ	ขนาดของจุดภาพ (สี่เหลี่ยมจัตุรัส)	พื้นที่ซ้อนทับระหว่างภาพ (1/12 ของภาพ)	ระยะห่างของ จุดกึ่งกลางของ 2 ภาพ
แบบไวแสงทุกสี	12,000 แกว	1,000 แกว (~2 กม.)	11,000 แกว
แบบหลายช่วงคลื่น	6,000 แกว	500 แกว (~7.5 กม.)	5,500 แกว

สำหรับภาพระบบแบบหลายช่วงคลื่น การตัดภาพจะทำเฉพาะส่วนของภาพที่ทุกช่วงคลื่นมีส่วนร่วมกัน (Viewing segment intersection) ดังแสดงในรูปที่ 2.13 เมื่อมีการสั่งผลิตภาพภาพมาตรฐานสามารถเลื่อนขึ้นลงได้ตามแนวการบันทึกภาพเพื่อให้ได้ภาพที่ครอบคลุมพื้นที่ที่สนใจ



ภาพที่ 2.13 การตัดภาพระบบแบบหลายช่วงคลื่นจากแถบภาพ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552ข)

### 2.3.3 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ข้อมูลจากดาวเทียมธีออส

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ระดับ 1A และ 2A แสดงไว้ในตารางที่ 2.3 และ 2.4 ตามลำดับ

### ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ระดับ 1A

คุณสมบัติเชิงกายภาพ	
พื้นที่น้อยที่สุดที่ส่งได้	1 ภาพ
การตัดภาพของผลิตภัณฑ์	ภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส
โครงสร้างเชิงกายภาพของผลิตภัณฑ์	ภาพเป็นจำนวนเต็ม
ความกว้างของแถบภาพไวแสงทุกสี	12,000 จุดภาพ
ขนาดภาพไวแสงทุกสี (บันทึกในแนวนิ่ง)	~22 กม. x 22 กม.
ความกว้างของแถบภาพหลายช่วงคลื่น	6,000 จุดภาพ
ขนาดภาพหลายช่วงคลื่น (บันทึกในแนวนิ่ง)	~90 กม. x 90 กม.
ข้อกำหนดในการประมวลผล	
ความถูกต้องในการกำหนดตำแหน่ง	< 300 เมตร (RMS)
การปรับแก้เชิงคลื่น	สัมประสิทธิ์การเพิ่ม/ลดเซช สัมประสิทธิ์การปรับเทียบเชิงคลื่น แถวข้อมูลที่หายไป
ตัวเลือกของผลิตภัณฑ์	
ประเภทผลิตภัณฑ์	ไวแสงทุกสี และ หลายช่วงคลื่น
จำนวนบิตต่อภาพ	8 บิต
วิธีปรับค่าตัวเลข	เชิงเส้น โดยกำหนดค่าสูงสุดเป็น 255
ตัวเลือกในการจัดข้อมูล	bi cubic
การจัดระยะห่างระหว่างจุดภาพของข้อมูลขาออก	2 เมตร สำหรับข้อมูลไวแสงทุกสี และ 15 เมตร สำหรับข้อมูลหลายช่วงคลื่น
ปริมาณกลุ่มเมฆ	0 - 20%
รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เผยแพร่	
สื่อบันทึกข้อมูล	FTP, CD, และ DVD
รูปแบบข้อมูล	GeoTIFF
การบีบอัดข้อมูล	สูง/ต่ำ
ข้อมูลสนับสนุน	
แฟ้มข้อมูลทั้งหมดที่ผู้ใช้ได้รับ	README.HTM, LOGO.JPG, <OE>.PDF, METADATA.DIM, IMAGERY.TIF, PREVIEW.JPG, ICON.JPG, STYLE.XSL

## ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ระดับ 2A

คุณสมบัติเชิงกายภาพ	
พื้นที่น้อยที่สุดที่ส่งได้	1 ภาพ
การตัดภาพของผลิตภัณฑ์	ภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส
โครงสร้างเชิงกายภาพของผลิตภัณฑ์	ภาพเป็นจำนวนเต็ม
ความกว้างของแถบภาพไวแสงทุกสี	12,000 - 20,000 จุดภาพ
ความกว้างของแถบภาพหลายช่วงคลื่น	6,000 - 10,000 จุดภาพ
ข้อกำหนดในการประมวลผล	
ความถูกต้องในการกำหนดตำแหน่ง	< 300 เมตร (RMS)
การปรับแก้เชิงคลื่น	สัมประสิทธิ์การเพิ่ม/ชดเชย สัมประสิทธิ์การปรับเทียบเชิงคลื่น แถวข้อมูลที่หายไป
การปรับแก้เชิงเรขาคณิต	การกำหนดขนาดจุดภาพ จำนวนจุดกำหนดเชิงแผนที่ และขนาด แบบจำลองการเปลี่ยนรูปแบบของภาพระดับ 2A
ตัวเลือกของผลิตภัณฑ์	
ประเภทผลิตภัณฑ์	ไวแสงทุกสี และ หลายช่วงคลื่น
จำนวนบิตต่อภาพ	8 บิต
วิธีปรับค่าตัวเลข	เชิงเส้น โดยกำหนดค่าสูงสุดเป็น 255
ตัวเลือกในการจัดข้อมูล	bi cubic
การจัดระยะห่างระหว่างจุดภาพของข้อมูลขาออก	2 เมตร สำหรับข้อมูลไวแสงทุกสี และ 15 เมตร สำหรับข้อมูลหลายช่วงคลื่น
ปริมาณกลุ่มเมฆ	0 - 20%
รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่เผยแพร่	
สื่อบันทึกข้อมูล	FTP, CD, และ DVD
รูปแบบข้อมูล	GeoTIFF
การบีบอัดข้อมูล	สูง/ต่ำ
ข้อมูลสนับสนุน	
แฟ้มข้อมูลทั้งหมดที่ผู้ใช้ได้รับ	README.HTM, LOGO.JPG, <OE>.PDF, METADATA.DIM, IMAGERY.TIF, PREVIEW.JPG, ICON.JPG, STYLE.XSL

### 2.3.4 ชนิดของผลิตภัณฑ์ข้อมูลจากดาวเทียมธีออส

ผลิตภัณฑ์ข้อมูลจากดาวเทียมธีออสมีหลายแบบ โดยแต่ละแบบจะใช้การผสมช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.5 ซึ่งทำให้ได้รายละเอียดเชิงพื้นที่ของจุดภาพแตกต่างกัน

#### (1) ผลิตภัณฑ์ไวแสงทุกสี (Panchromatic product)

ผลิตภัณฑ์ไวแสงทุกสีของดาวเทียมธีออสให้รายละเอียดเชิงพื้นที่ 2 เมตร ที่การบันทึกในแนวตั้ง มีข้อมูล 8 บิตต่อจุดภาพ ภาพที่ได้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 22 กม. x 22 กม.

#### (2) ผลิตภัณฑ์หลายช่วงคลื่น (Multispectral product)

ผลิตภัณฑ์หลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออสให้รายละเอียดเชิงพื้นที่ 15 เมตร ที่การบันทึกในแนวตั้ง มีข้อมูล 8 บิตต่อจุดภาพ และภาพที่ได้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 90 กม. x 90 กม.

#### (3) ผลิตภัณฑ์การปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว (Pan-sharpening product)

ผลิตภัณฑ์การปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวเป็นการรวมข้อมูลที่ตามองเห็นจาก 4 ช่วงคลื่น (น้ำเงิน เขียว แดง และอินฟราเรดใกล้) เข้ากับข้อมูลเชิงพื้นที่ของช่วงคลื่นไวแสงทุกสีเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ทำให้ความละเอียดเชิงพื้นที่ 2 เมตร มีให้บริการเฉพาะผลิตภัณฑ์ในระดับ 2A และภาพที่ได้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 22 กม. x 22 กม.

### ตารางที่ 2.5 การผสมช่วงคลื่นของผลิตภัณฑ์จากดาวเทียมธีออส

ชนิดของผลิตภัณฑ์	ขาว – ดำ	น้ำเงิน	เขียว	แดง	อินฟราเรดใกล้	ความละเอียดเชิงพื้นที่
Panchromatic	x	-	-	-	-	2 เมตร
Multispectral	-	x	x	x	x	15 เมตร
Pan-sharpening	x	x	x	x	x	2 เมตร

### 2.3.5 รายการและราคาข้อมูลจากดาวเทียมธีออส

ราคาข้อมูลจากดาวเทียมธีออสแต่ละชนิดที่มีให้บริการสำหรับภาคราชการและภาคเอกชน แสดงไว้ในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ชนิดและราคาข้อมูลจากดาวเทียมธีออส

ชนิดข้อมูล	ราคา (บาท)	
	ภาครัฐ	เอกชน
Panchromatic	5,000	7,000
Multispectral	5,000	7,000
Pan-sharpening	6,500	9,100

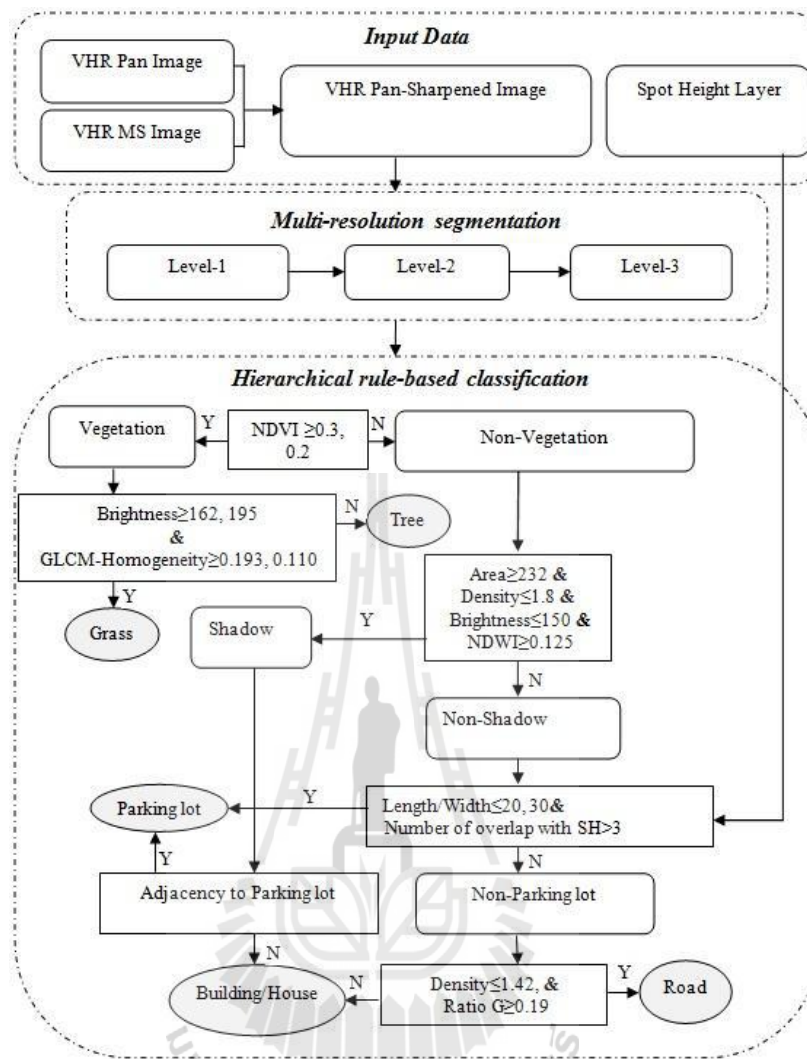
หมายเหตุ 1. ข้อมูลอ้างอิง ณ วันที่ 25 มีนาคม 2556 (GISTDA, 2013)  
2. ราคายังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุสรุปได้ดังต่อไปนี้

Salehi, Zhang, Zhong, and Dey (2012) ได้ศึกษาหัวข้อ Object-based classification of urban areas using VHR imagery and height points ancillary data โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ (1) เพื่อพัฒนารอบงานของวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ โดยการบูรณาการข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงกับข้อมูลเวกเตอร์เพื่อจำแนกสภาพแวดล้อมของเมืองที่ประกอบด้วย อาคารขนาดใหญ่ บ้านเรือนขนาดเล็ก สถานที่จอดรถ ถนนสายหลักและถนนสายรอง และพืชพรรณที่ประกอบด้วยหญ้าและต้นไม้ (2) เพื่อประเมินความสามารถใช้กรอบงานของวิธีการจำแนกเชิงวัตถุกับพื้นที่อื่น (3) เพื่อประเมินผลกระทบเชิงตำแหน่งของข้อมูลเวกเตอร์ที่มีต่อข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดสูงในการจำแนกเชิงวัตถุ ในการศึกษาเริ่มจากการพัฒนาชุดกฎเกณฑ์สำหรับการจำแนก (Rule set classification development) โดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่ตัวอย่าง จากนั้นนำผลที่ได้ไปทดลองใช้กับภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง (QuickBird และ IKONOS) ที่มีการจัดสร้างข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว (Pan-sharpening data) เพื่อนำไปใช้จำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ประกอบด้วย (1) อาคารขนาดใหญ่ (2) บ้านเรือนขนาดเล็ก (3) สถานที่จอดรถ (4) ถนนสายหลักและถนนสายรอง และ (5) พืชพรรณ (หญ้าและต้นไม้) ดังแสดงในภาพที่ 2.13 ผลการศึกษาพบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคบป่าของการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุจากข้อมูลดาวเทียม QuickBird และ IKONOS มีค่าเท่ากับร้อยละ 91.58 และ 88.00 ตามลำดับ และเท่ากับร้อยละ 85.60 และ 80.00 ตามลำดับ





ภาพที่ 2.14 ผลงานของการพัฒนาชุดกฎเกณฑ์การจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุ (Salehi, Zhang, Zhong and Dey, 2012)

Myint, Gober, Brazel, Grossman-Clarke, and Weng (2011) ได้ศึกษาหัวข้อ Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลโดยวิธีการเชิงจุดภาพกับวิธีการเชิงวัตถุของการใช้ที่ดินในชุมชนเมือง ในการศึกษาการจำแนกเชิงจุดภาพอาศัยวิธีการจำแนกแบบความควรจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood) และการจำแนกเชิงวัตถุอาศัยวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุดร่วมกับฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership function) จากการศึกษาพบว่าวิธีการจำแนกเชิงวัตถุให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีเชิงจุดภาพ โดยมีความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 90.40 และ 67.60 ตามลำดับ

ÖzsakabaŞi (2008) ได้ศึกษาหัวข้อ Classification of forest areas by k nearest neighbor method: Case study of Antalya เพื่อจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุดตามจำนวนจุดภาพ K (K nearest neighbor) โดยโปรแกรม MATLAB ผลการศึกษาพบว่า พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจำแนกข้อมูลโดยวิธีแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุดตามจำนวนจุดภาพ K คือ เมทริกซ์ของระยะยुकฤติคแบบการถ่วงน้ำหนักระยะห่างแบบผกผัน และมีค่า K เท่ากับ 14 โดยใช้ข้อมูลแบนด์ช่วงคลื่น 4 3 2 และให้ค่าความผิดพลาด Cross-validation เท่ากับ 0.009174 และมีค่าความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 86 และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจำแนกแบบความควรจะเป็นสูงสุดพบว่า มีค่าความถูกต้องเพียงพอกับการนำไปประยุกต์ใช้ในการจำแนกพื้นที่ป่าไม้

Ranasinghe (2008) ได้ศึกษาหัวข้อ Multiscale segmentation techniques in object oriented image analysis เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลโดยวิธีการเชิงวัตถุจากโปรแกรมประมวลผลภาพ 2 โปรแกรม (Parbat และ Definiens 5) โดยใช้กระบวนการแบ่งส่วนภาพแบบหลายมาตราส่วน LBP (multi-scale Local Binary Pattern) ภายใต้โปรแกรมประมวลผลภาพ Parbat และใช้กระบวนการแบ่งส่วนภาพแบบความละเอียดหลายระดับภายใต้โปรแกรมประมวลผลภาพ Definiens 5 ผลการศึกษาพบว่า ขั้นตอนวิธีการแบ่งส่วนภาพแบบความละเอียดหลายระดับของโปรแกรมประมวลผลภาพ Definiens 5 ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีการแบบหลายมาตราส่วน LBP ของโปรแกรม Parbat เมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ด้วยสายตา

Herold, Guenther, and Clarke (2006) ได้ศึกษาหัวข้อ Mapping urban areas in the Santa Barbara South Coast using Ikonos data and Definiens eCognition เพื่อประยุกต์ใช้การจำแนกประเภทข้อมูลโดยวิธีการเชิงวัตถุสำหรับติดตามการเปลี่ยนแปลงของชุมชนเมืองด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ Definiens โดยเทคนิคแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด ซึ่งให้ผลลัพธ์ในการจำแนกประเภทข้อมูลมีความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 79

Gao and Mas (2006) ได้ศึกษาหัวข้อ A comparison of the performance of pixel-based and object-based classifications over images with various spatial resolutions เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลโดยวิธีการเชิงจุดภาพด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ ILWIS โดยอาศัยวิธีการจำแนกแบบความควรจะเป็นสูงสุดและการจำแนกด้วยระยะใกล้ที่สุด/จุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด และวิธีการเชิงวัตถุด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition โดยวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด จากข้อมูล Landsat-7 ETM+ และ MODIS จากการศึกษาพบว่า ความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกข้อมูล Landsat-7 ETM+ โดยวิธีการเชิงจุดภาพด้วยการจำแนกแบบความควรจะเป็นสูงสุดและการจำแนกด้วยระยะใกล้ที่สุด/จุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด มีค่าเท่ากับร้อยละ 50.10 และ 48.80 ตามลำดับ และพบว่า วิธีการจำแนกเชิงวัตถุแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุดให้ค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 51.70 ในขณะเดียวกัน ผลการจำแนกข้อมูลภาพ MODIS

โดยวิธีเชิงจุดภาพมีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 47.60 และ 46.10 ตามลำดับ และโดยวิธีเชิงวัตถุมีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 43.90 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าวิธีการจำแนกเชิงวัตถุเหมาะสมสำหรับใช้งานกับข้อมูลภาพดาวเทียมที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง

Mittelberg (2006) ได้ศึกษาหัวข้อ Pixel versus Object: A method comparison for analysing urban areas with VHR data เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลโดยวิธีการจำแนกเชิงจุดภาพและวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ โดยทำการจำแนกประเภทข้อมูลเชิงจุดภาพจากภาพถ่ายทางอากาศด้วยเทคนิคความควรจะเป็นสูงสุดและจากภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูงด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural network) และทำการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุโดยอาศัยเทคนิคการแบ่งส่วนภาพแบบความละเอียดหลายระดับ และวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด โดยโปรแกรมประมวลผลภาพ Definiens จากข้อมูลภาพชุดเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกโดยวิธีเชิงวัตถุมีความถูกต้องร้อยละ 74.40 และวิธีการจำแนกเชิงจุดภาพโดยอาศัยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม มีความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 67.40 ในขณะเดียวกันพบว่า วิธีการจำแนกเชิงจุดภาพโดยเทคนิคความควรจะเป็นสูงสุด ไม่สามารถจำแนกข้อมูลชุมชนเมืองได้

van der Sande, de Jong, and de Roo (2003) ได้ศึกษาหัวข้อ IKONOS imagery classified with Definiens eCognition for a flood damage assessment โดยอาศัยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุด้วยวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด เพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมดินสำหรับใช้ประเมินความเสียหายจากน้ำท่วม ผลการศึกษาพบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินมีค่าเท่ากับร้อยละ 74.00

Meinel and Neubert (2002) ได้ศึกษาหัวข้อ A comparison of segmentation programs for high resolution remote sensing data เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลโดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุจากโปรแกรมประมวลผลภาพจำนวน 8 โปรแกรม ได้แก่ eCognition 2.1 & 3.0 Data Dissection Tools CAESAR 3.1 InfoPACK 1.0 Image segmentation for Erdas Imagine Minimum Entropy Approach to Adaptive Image Polygonization และ SPRING 4.0 ผลการศึกษาพบว่า โปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition ทั้งสองรุ่น (Version) ให้ผลลัพธ์ในการแบ่งส่วนภาพและผลการจำแนกถูกต้องมากที่สุด

## บทที่ 3

### ข้อมูล อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

#### 3.1 ข้อมูลและอุปกรณ์

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา มีดังต่อไปนี้

(1) ภาพถ่ายจากดาวเทียมธีออส จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่บันทึกภาพเมื่อ พ.ศ. 2551-2553 จำนวน 5 ภาพ ได้แก่

(1.1) ข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral data)

Scene ID T1 M 2008/11/29 03:13:09.3 0265-0319 5020

Scene ID T1 M 2010/02/19 03:21:51.8 0265-0320 0

(1.2) ข้อมูลไวแสงทุกสี (Panchromatic data)

Scene ID T1 P 2008/11/29 03:13:06.4 0265-0320 0

Scene ID T1 P 2010/02/19 03:21:51.3 0265-0320 0

Scene ID T1 P 2010/02/19 03:21:54.6 0265-0321 0

ดังแสดงในภาพที่ 3.1 ถึง 3.3

(2) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2551 จากกรมพัฒนาที่ดิน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ดังต่อไปนี้

(1) ซอฟต์แวร์

(1.1) ERDAS Imagine

(1.2) ArcGIS Desktop

(1.3) eCognition Developer

(2) ฮาร์ดแวร์

(2.1) คอมพิวเตอร์

(2.2) ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS)

(2.3) กล้องถ่ายภาพดิจิทัล



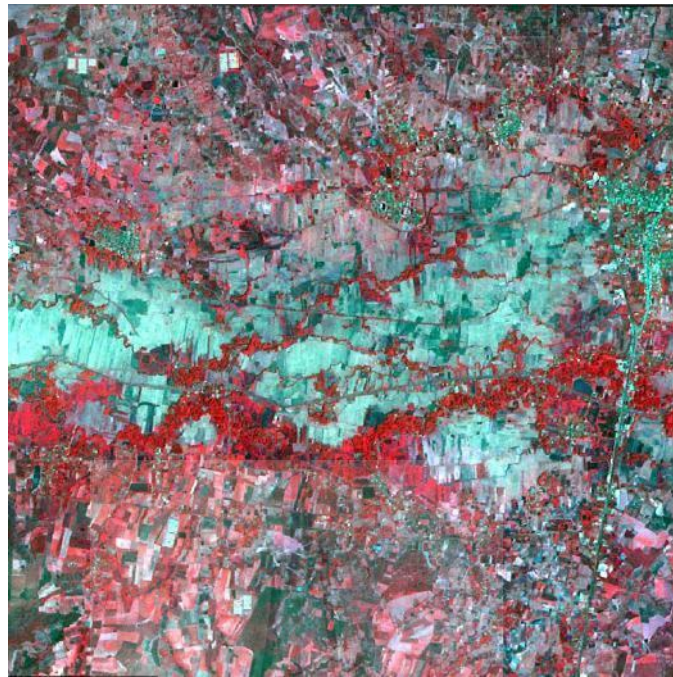
(ก)



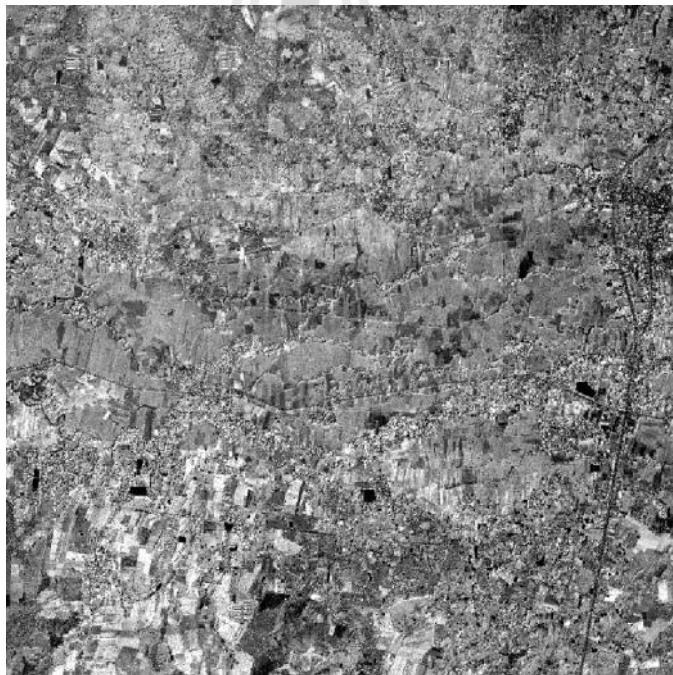
(ข)

ภาพที่ 3.1 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมธีออสที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่ชุมชนเมือง  
(ก) ข้อมูลหลายช่วงคลื่น (ข) ข้อมูลไวแสงทุกสี



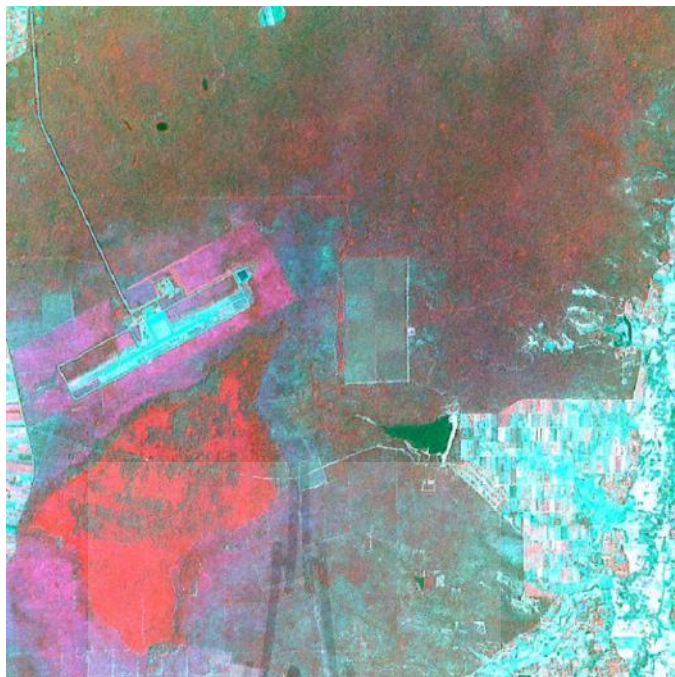


(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.2 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมธีออสที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เกษตรกรรม  
(ก) ข้อมูลหลายช่วงคลื่น (ข) ข้อมูลไวแสงทุกสี



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.3 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมธีออสที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่ป่าไม้  
(ก) ข้อมูลหลายช่วงคลื่น (ข) ข้อมูลไวแสงทุกสี

### 3.2 วิธีการศึกษา

ในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส โดยการจำแนกเชิงวัตถุ ในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ (พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และ พื้นที่ป่าไม้) และการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออส แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) การคัดเลือกพื้นที่ต้นแบบ (Define model area) (2) การจัดหาข้อมูลและประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น (Data acquisition and data preprocessing) (3) การจัดเตรียมข้อมูลพื้นที่ต้นแบบ (Model area extraction) (4) การจำแนกประเภทข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-oriented classification) (5) การสำรวจภาคสนามและประเมินความถูกต้อง (Ground survey and accuracy assessment) และ (6) การประเมินความเหมาะสมการเลือกใช้ข้อมูล (Optimum data type selection evaluation) (ภาพที่ 3.4) โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้

#### 3.2.1 การคัดเลือกพื้นที่ต้นแบบ (Model area identification)

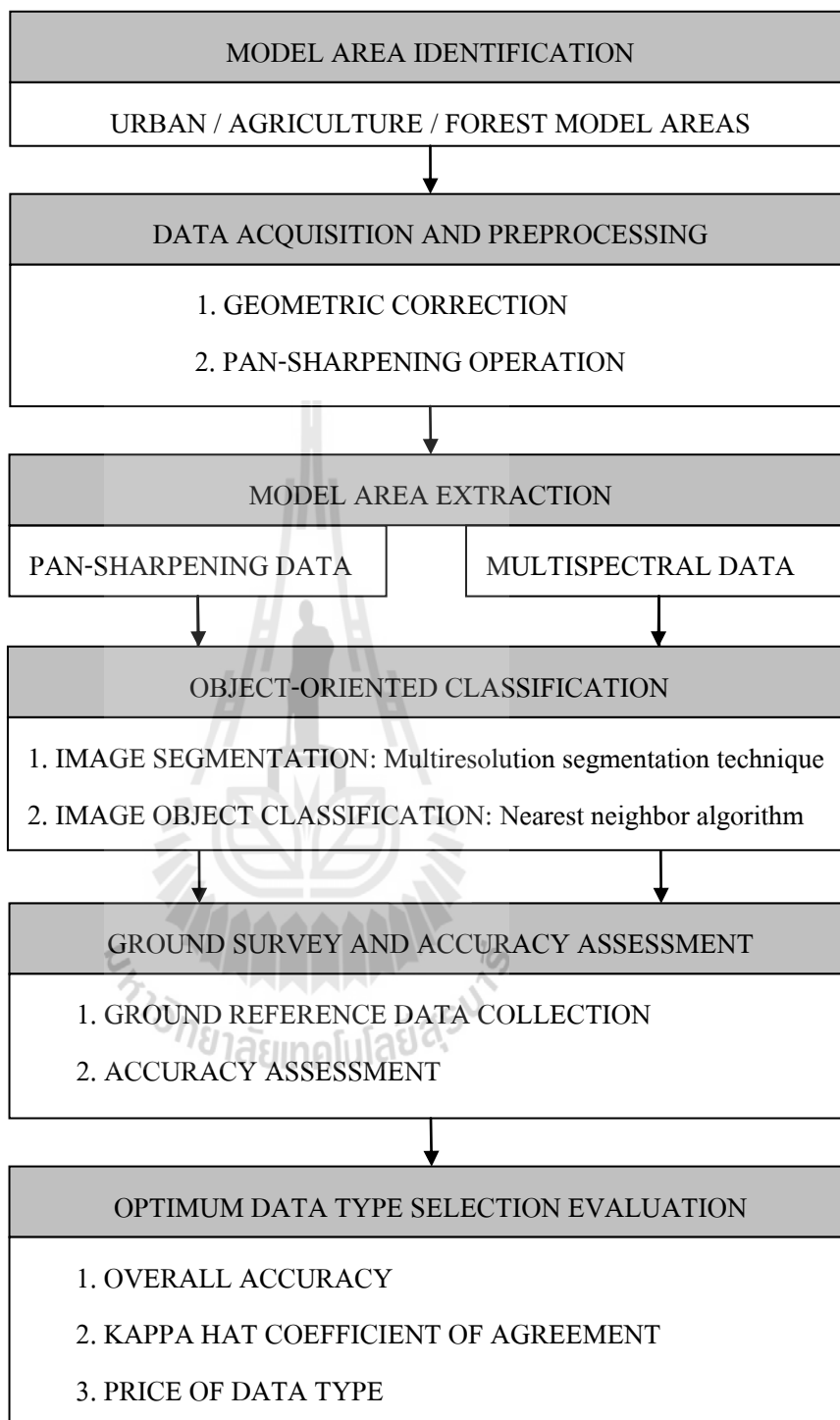
ในการคัดเลือกพื้นที่ต้นแบบ ทั้ง 3 บริเวณ ประกอบด้วย (1) พื้นที่ชุมชนเมือง (2) พื้นที่เกษตรกรรม และ (3) พื้นที่ป่าไม้ สำหรับใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลการใช้ที่ดินโดยวิธีการเชิงวัตถุ พิจารณาจากสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 ตามเงื่อนไขที่กำหนดในข้อตกลงเบื้องต้น โดยพื้นที่ต้นแบบมีขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 100 ตารางกิโลเมตร

#### 3.2.2 การจัดหาข้อมูลและประมวลผลเบื้องต้น (Data acquisition and preprocessing)

ในการจัดหาข้อมูลภาพดาวเทียมอสังหาริมทรัพย์สืบค้นผ่านระบบค้นหาข้อมูลภาพดาวเทียมธีออสผ่านเว็บไซต์ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ([www.gistda.or.th](http://www.gistda.or.th)) พร้อมจัดทำหนังสือขอการสนับสนุนข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา สำหรับการประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น ประกอบด้วย 2 กระบวนการ ดังต่อไปนี้

(1) การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (Geometric correction) โดยอาศัยจุดควบคุมพื้นดิน (Ground Control Point, GCP) จากข้อมูลภาพถ่ายออร์โธโทลี (Color orthophoto data) ของกรมพัฒนาที่ดินที่บันทึกภาพเมื่อ พ.ศ. 2543-2545 ด้วยวิธีการตรงภาพแบบภาพคู่ภาพ (Image-to-image registration) ซึ่งเป็นกระบวนการปรับแนวโดยการเลื่อนขนานและหมุน (Translation and rotation alignment process) โดยวิธีนี้ ภาพ 2 ภาพ ซึ่งมีเรขาคณิตคล้ายกันและมีพื้นที่ทางภูมิศาสตร์เหมือนกันจะถูกกำหนดตำแหน่งให้ตรงกันจากภาพหนึ่งไปสู่อีกภาพหนึ่ง ฉะนั้น องค์ประกอบที่สอดคล้องกันของพื้นที่ทางภาคพื้นดินเหมือนกันจะปรากฏในสถานที่เหมือนกันบนภาพที่ถูกตรง





ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนของวิธีการศึกษา

(2) การปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว (Pan-sharpening) ในการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ซึ่งเป็นเทคนิคการหลอมรวมข้อมูล (Data fusion) ระหว่างข้อมูลไวแสงทุกสี (Panchromatic data) ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงแต่มีความละเอียดเชิงคลื่นต่ำ กับข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral data) ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ต่ำแต่มีความละเอียดเชิงคลื่นสูง เข้าด้วยกัน โดยวิธีการนี้จะรักษาความละเอียดเชิงคลื่นของข้อมูลหลายช่วงคลื่นไว้ ในขณะที่ได้ความละเอียดเชิงพื้นที่ที่ให้กับข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Stathaki, 2008) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการ Modified IHS resolution merge ของโปรแกรมประมวลผลภาพ ERDAS Imagine ซึ่งมีหลักการคือ นำข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่นที่อยู่ในระบบสี RGB (Red Green Blue) มาแปลงให้อยู่ในระบบสี IHS (Intensity Hue Saturation) จากนั้นนำข้อมูลไวแสงทุกสีมากระจายความเข้มให้เป็นไปตามฮิสโตแกรม (Histogram Matching) ของข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่นที่ได้แปลงในรูปแบบ IHS แล้ว โดยใช้ค่าความเข้ม (Intensity) เป็นค่าอ้างอิง และนำข้อมูลแบบช่วงคลื่นเดียวไปแทนค่าความเข้มของข้อมูลหลายช่วงคลื่น จากนั้นจึงแปลงระบบสี IHS ของข้อมูลหลายช่วงคลื่นกลับมาเป็นระบบสี RGB อีกครั้ง

### 3.2.3 การจัดเตรียมข้อมูลพื้นที่ต้นแบบ (Model area extraction)

นำข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว จำนวน 4 แบนด์ และข้อมูลหลายช่วงคลื่น จำนวน 4 แบนด์ ของดาวเทียมธีออส ที่ผ่านการปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต มาตัดภาพให้ครอบคลุมพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ

### 3.2.4 การจำแนกประเภทข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-oriented classification)

ในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ต้นแบบ (พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้) โดยวิธีการจำแนกประเภทเชิงวัตถุ อาศัยโปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Developer ในการประมวลผล ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

(1) การแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation) ทำการแบ่งส่วนภาพด้วยเทคนิค Multiresolution segmentation ของพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ โดยทำการแบ่งส่วนภาพ 2 ขั้นตอน คือ (1) การแบ่งส่วนภาพระดับที่ 1 (Image segmentation level 1) เป็นการแบ่งส่วนภาพที่มีการกำหนดค่ามาตราส่วน (Scale) เพื่อให้ขนาดของวัตถุมีขนาดเหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่หนึ่ง (LULC classification level 1) พร้อมทั้งกำจัดข้อมูลที่ไม่ต้องการศึกษาออกไป และ (2) การแบ่งส่วนภาพระดับที่ 2 (Image segmentation level 2) เป็นการนำข้อมูลที่ได้คัดกรองแล้วจากขั้นตอนที่ 1 มาการแบ่งส่วนภาพอีกครั้ง โดยกำหนดค่ามาตราส่วน (Scale) เพื่อให้ขนาดของวัตถุมีขนาดเหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 (LULC classification level 2)

(2) การจำแนกข้อมูลวัตถุภาพ (image object classification) ทำการจำแนกข้อมูลวัตถุภาพด้วยขั้นตอนวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด ในพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ โดยมีการจำแนกวัตถุภาพ 2 ขั้นตอน คือ (1) การจำแนกวัตถุภาพ ระดับที่ 1 (Image object classification level 1) นำข้อมูลที่ได้จากการแบ่งส่วนภาพ ระดับที่ 1 มาจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ (2) การจำแนกวัตถุภาพ ระดับที่ 2 (Image object classification level 2) นำข้อมูลจากการแบ่งส่วนภาพระดับที่ 2 มาทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ตามระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

อนึ่ง ในการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ มีการนำข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 ซึ่งเป็นข้อมูลแบบเวกเตอร์มาใช้ประกอบในขั้นตอนการแบ่งส่วนภาพ และนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินดังกล่าวมาแปลงเป็นข้อมูลราสเตอร์ ที่มีความละเอียดเท่ากับ 2 x 2 เมตร สำหรับข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว และความละเอียดเท่ากับ 15 x 15 เมตร สำหรับข้อมูลหลายช่วงคลื่น มาใช้ประกอบในการจำแนกข้อมูลวัตถุภาพ

### 3.2.5 การสำรวจภาคสนามและประเมินความถูกต้อง

#### (Ground survey and accuracy assessment)

นำข้อมูลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ ไปสำรวจความถูกต้องในภาคสนาม โดยเริ่มจากการคำนวณหาจุดตัวอย่าง (Sample point) บนพื้นฐานการแจกแจงแบบอนอกนาม (Multinomial distribution) (Congalton and Green, 2009) ดังแสดงในสมการที่ 3.1

$$N = \frac{B\Pi_i(1-\Pi_i)}{b_i^2} \quad (3.1)$$

โดยที่  $\Pi_i$  คือ สัดส่วนของประชากรในประเภทที่  $i$  จากทั้งหมด  $k$  ประเภท ที่มีสัดส่วนเข้าใกล้ 50 เปอร์เซ็นต์

$b_i$  คือ ความแม่นยำที่ต้องการได้รับสำหรับประเภททั้งหมด

$B$  คือ ค่าขีดจำกัดบน ( $\alpha/k$ ) คูณ 100 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของการกระจายแบบไคสแควร์ (Chi square:  $\chi^2$ ) ที่มีระดับขั้นความเสรี (Degree of freedom) เท่ากับ 1

$k$  คือ จำนวนประเภททั้งหมด

ตารางที่ 3.1 ระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

ระดับที่ 1 (Level 1)		ระดับที่ 2 (Level 2)	
รหัส	ประเภท (ภาษาไทย/อังกฤษ)	รหัส	ประเภท (ภาษาไทย/อังกฤษ)
U	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง - Urban and Built-up land	U1	ตัวเมืองและย่านการค้า - City, Town, Commercial
		U2	หมู่บ้าน - Village
		U3	สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ - Institutional land
		U4	สถานีคมนาคม - Transportation, Communication and Utility
		U5	ย่านอุตสาหกรรม - Industrial land
		U6	อื่น ๆ - Other
A	พื้นที่เกษตรกรรม - Agricultural land	A1	นาข้าว - Paddy field
		A2	พืชไร่ - Field crop
		A3	ไม้ยืนต้น - Perennial
		A4	ไม้ผล - Orchard
		A5	พืชสวน - Horticulture
		A6	ไร่หมุนเวียน - Swidden cultivation
		A7	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ - Pasture and farm house
		A8	พืชน้ำ - Aquatic plant
		A9	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ - Aquacultural land
		A0	เกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม - Integrated farm/ Diversified farm
F	พื้นที่ป่าไม้ - Forest land	F1	ป่าดิบ - Evergreen forest
		F2	ป่าผลัดใบ - Deciduous forest
		F3	ป่าเลน - Mangrove forest
		F4	ป่าพรุ - Swamp forest
		F5	สวนป่า - Forest plantation
		F6	วนเกษตร - Agro-forestry
W	พื้นที่น้ำ - Water body	W1	แหล่งน้ำธรรมชาติ - Natural water body
		W2	แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น - Reservoir (Built-up)
M	พื้นที่เบ็ดเตล็ด - Miscellaneous land	M1	ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ - Rangeland
		M2	พื้นที่ลุ่ม - Marsh and Swamp
		M3	เหมืองแร่ บ่อขุด - Mine, pit
		M4	อื่น ๆ - Other

จากนั้น นำจำนวนจุดตัวอย่างที่ได้ไปสุ่มหาตำแหน่งที่จะทำการสำรวจโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบจำแนกชั้น (Stratified random sampling) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการสำรวจภาคสนาม พร้อมทำการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินโดยการคำนวณค่าทางสถิติ ดังต่อไปนี้

(1) การประเมินผลเมทริกซ์ความผิดพลาดโดยสถิติเชิงพรรณนาแบบง่าย (Simple descriptive statistics) เป็นวิธีสำรวจความถูกต้องโดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการจำแนกในรูปของเมทริกซ์ความผิดพลาด (Error matrix หรือ confusion matrix) ดังแสดงในภาพที่ 3.5 และนำค่าในเมทริกซ์ไปใช้ในการคำนวณค่าความถูกต้อง ดังต่อไปนี้

		j = Columns (Reference)			Row Total
		1	2	k	$n_{i+}$
i = Rows (Classification)	1	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{1k}$	$n_{1+}$
	2	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{2k}$	$n_{2+}$
	k	$n_{k1}$	$n_{k2}$	$n_{kk}$	$n_{k+}$
Column Total $n_{+j}$		$n_{+1}$	$n_{+2}$	$n_{+k}$	n

ภาพที่ 3.5 คุณลักษณะของเมทริกซ์ความผิดพลาด (Congalton and Green, 2009)

(1.1) ความถูกต้องของผู้ผลิต (ความผิดพลาดส่วนที่ขาดหายไป) (Producer's accuracy (Omission error)) คือ การประเมินค่าความผิดพลาดเนื่องจากการไม่จัดเข้ากลุ่ม หรือความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกขาดหายไป โดยอาศัยสมการที่ 3.2

$$\text{Producer's accuracy } j = \frac{n_{jj}}{n_{+j}} \quad (3.2)$$

(1.2) ความถูกต้องของผู้ใช้ (ความผิดพลาดของส่วนที่เกินเข้ามา) (User's accuracy (Commission error)) คือ การประเมินค่าความผิดพลาดเนื่องจากการจัดเข้ากลุ่มหรือ ความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำกรจำแนกเกินมา โดยอาศัยสมการที่ 3.3

$$\text{User's accuracy } i = \frac{n_{ii}}{n_{+i}} \quad (3.3)$$

(1.3) ความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) คือ การประเมินค่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนก โดยอาศัยสมการที่ 3.4

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{n} \quad (3.4)$$

(2) การประเมินผลเมทริกซ์ความผิดพลาดสถิติเชิงวิเคราะห์แบบหลายตัวแปร (Multivariate analytical statistical techniques) เป็นวิธีการประเมินความถูกต้องโดยอาศัยหลักการทางสถิติแบบหลายตัวแปรมาคำนวณค่าความถูกต้อง ประกอบด้วย

(2.1) สัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa coefficient) คำนวณ โดยอาศัยสมการที่ 3.5

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^k x_{ii} - \sum_{i=1}^k (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^k (x_{i+} \times x_{+i})} \quad (3.5)$$

โดยที่  $k$  คือ จำนวนของแถวหรือประเภทการใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน

$x_{ii}$  คือ จำนวนในแนวเฉียงของแถว  $i$  และสดมภ์  $i$

$x_{i+}$  คือ จำนวนรวมในแถว  $i$

$x_{+i}$  คือ จำนวนรวมในสดมภ์  $i$

$N$  คือ จำนวนรวมทั้งหมด

(2.2) สัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไข (Condition Kappa coefficient) คำนวณโดยอาศัยสมการที่ 3.6

$$\hat{K}_i = \frac{N(x_{ii}) - (x_{i+} \times x_{+i})}{N(x_{i+}) - (x_{i+} \times x_{+i})} \quad (3.6)$$

โดยที่  $x_{ii}$  คือ จำนวนในแนวเฉียงของแถว  $i$  และสดมภ์  $i$

$x_{i+}$  คือ จำนวนรวมในแถว  $i$

$x_{+i}$  คือ จำนวนรวมในสดมภ์  $i$

$N$  คือ จำนวนรวมทั้งหมด

นอกจากนี้ นำค่าสัมประสิทธิ์แคปปาที่ได้รับจากการจำแนกข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น ในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ มาเปรียบเทียบว่า ค่าความถูกต้องสัมประสิทธิ์แคปปาที่ได้รับจากประเภทข้อมูลที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยคำนวณค่าสถิติ  $Z$  ( $Z$  Score) ที่มีการปรับมาตรฐานและมีการกระจายแบบปกติ (Congalton and Green, 2009) ซึ่งคำนวณโดยอาศัยสมการที่ 3.7

$$Z = \frac{|\hat{K}_1 - \hat{K}_2|}{\sqrt{\hat{\text{var}}(\hat{K}_1) + \hat{\text{var}}(\hat{K}_2)}} \quad (3.7)$$

โดยที่  $Z$  คือ ค่าการแจกแจงปกติแบบมาตรฐาน

$\hat{K}_1$  คือ สัมประสิทธิ์แคปปาของความสอดคล้อง สำหรับข้อมูลชุดที่ 1

$\hat{K}_2$  คือ สัมประสิทธิ์แคปปาของความสอดคล้อง สำหรับข้อมูลชุดที่ 2

$\hat{\text{var}}(\hat{K}_1)$  คือ ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์แคปปา สำหรับข้อมูลชุดที่ 1

$\hat{\text{var}}(\hat{K}_2)$  คือ ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์แคปปา สำหรับข้อมูลชุดที่ 2

ทั้งนี้ ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคปปาคำนวณโดยวิธีการเดลตา (Delta method) โดยอาศัยสมการที่ 3.8

$$\hat{\text{var}}(\hat{K}) = \frac{1}{n} \left\{ \frac{\theta_1(1-\theta_1)}{(1-\theta_2)^2} + \frac{2(1-\theta_1)(2\theta_1\theta_2 - \theta_3)}{(1-\theta_2)^3} + \frac{(1-\theta_1)^2(\theta_4 - 4\theta_2^2)}{(1-\theta_2)^4} \right\} \quad (3.8)$$

$$\text{โดยที่ } \theta_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_{ii}$$

$$\theta_2 = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}$$

$$\theta_3 = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^k n_{ii} (n_{i+} + n_{+i})$$

$$\theta_4 = \frac{1}{n^3} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k n_{ij} (n_{j+} + n_{+i})^2$$

จากนั้น นำค่า  $Z$  ที่ได้จากการคำนวณจากสมการ 3.7 มาทดสอบความแตกต่างกับค่า  
ค่าวิกฤติของการทดสอบค่า  $Z$  แบบสองทาง (Two-tailed  $Z$  Test) โดยกำหนดสมมุติฐานดังนี้

$$H_0: (K_1 - K_2) = 0 \text{ และ}$$

$$H_1: (K_1 - K_2) \neq 0$$

โดยที่  $H_0$  จะถูกปฏิเสธ ถ้า  $Z \geq Z_{\alpha/2}$  เมื่อ ค่า  $\alpha/2$  คือ ระดับความมั่นใจของการ  
ทดสอบค่า  $Z$  แบบสองทางและระดับของสาเหตุที่ถูกต้องกำหนดให้มีค่านันต์ (Congalton and Green,  
2009)

### 3.2.6 การประเมินความเหมาะสมการเลือกใช้ข้อมูล

#### (Optimum data type selection evaluation)

ในการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมหรือส ปรเภทข้อมูล  
การปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น ให้เหมาะสมกับการ  
จำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ พิจารณาจากค่า  
ความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน  
ในพื้นที่ต้นแบบ และราคาข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลาย  
ช่วงคลื่น เพื่อสรุปเป็นแนวทางการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมหรือสทั้งสองประเภทให้เหมาะสมกับ  
การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในแต่ละบริเวณของพื้นที่ต้นแบบ



## บทที่ 3

### ข้อมูล อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

#### 3.1 ข้อมูลและอุปกรณ์

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา มีดังต่อไปนี้

(1) ภาพถ่ายจากดาวเทียมธีออส จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่บันทึกภาพเมื่อ พ.ศ. 2551-2553 จำนวน 5 ภาพ ได้แก่

(1.1) ข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral data)

Scene ID T1 M 2008/11/29 03:13:09.3 0265-0319 5020

Scene ID T1 M 2010/02/19 03:21:51.8 0265-0320 0

(1.2) ข้อมูลไวแสงทุกสี (Panchromatic data)

Scene ID T1 P 2008/11/29 03:13:06.4 0265-0320 0

Scene ID T1 P 2010/02/19 03:21:51.3 0265-0320 0

Scene ID T1 P 2010/02/19 03:21:54.6 0265-0321 0

ดังแสดงในภาพที่ 3.1 ถึง 3.3

(2) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2551 จากกรมพัฒนาที่ดิน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ดังต่อไปนี้

(1) ซอฟต์แวร์

(1.1) ERDAS Imagine

(1.2) ArcGIS Desktop

(1.3) eCognition Developer

(2) ฮาร์ดแวร์

(2.1) คอมพิวเตอร์

(2.2) ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS)

(2.3) กล้องถ่ายภาพดิจิทัล

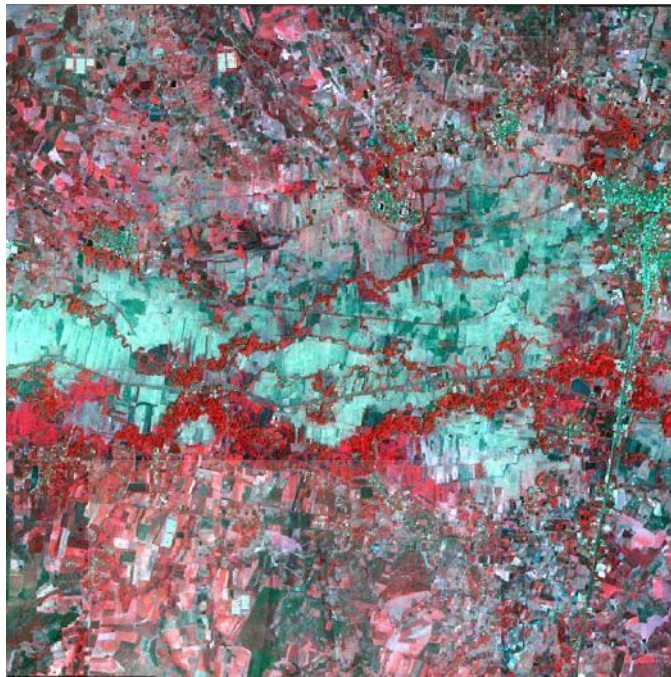


(ก)

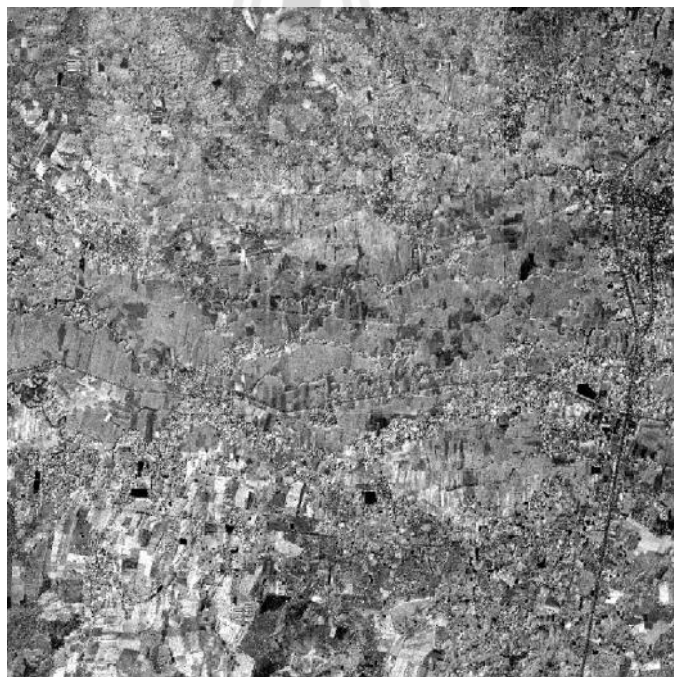


(ข)

ภาพที่ 3.1 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมธีออสที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่ชุมชนเมือง  
(ก) ข้อมูลหลายช่วงคลื่น (ข) ข้อมูลไวแสงทุกสี



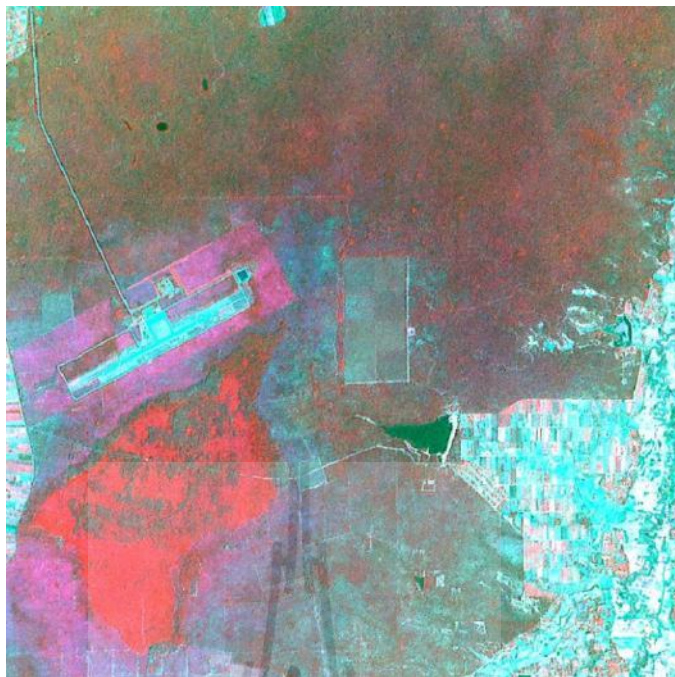
(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.2 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมธีออสที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เกษตรกรรม  
(ก) ข้อมูลหลายช่วงคลื่น (ข) ข้อมูลไวแสงทุกสี





(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.3 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมธีออสที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่ป่าไม้  
(ก) ข้อมูลหลายช่วงคลื่น (ข) ข้อมูลไวแสงทุกสี

### 3.2 วิธีการศึกษา

ในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส โดยการจำแนกเชิงวัตถุ ในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ (พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และ พื้นที่ป่าไม้) และการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออส แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) การคัดเลือกพื้นที่ต้นแบบ (Define model area) (2) การจัดหาข้อมูลและประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น (Data acquisition and data preprocessing) (3) การจัดเตรียมข้อมูลพื้นที่ต้นแบบ (Model area extraction) (4) การจำแนกประเภทข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-oriented classification) (5) การสำรวจภาคสนามและประเมินความถูกต้อง (Ground survey and accuracy assessment) และ (6) การประเมินความเหมาะสมการเลือกใช้ข้อมูล (Optimum data type selection evaluation) (ภาพที่ 3.4) โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้

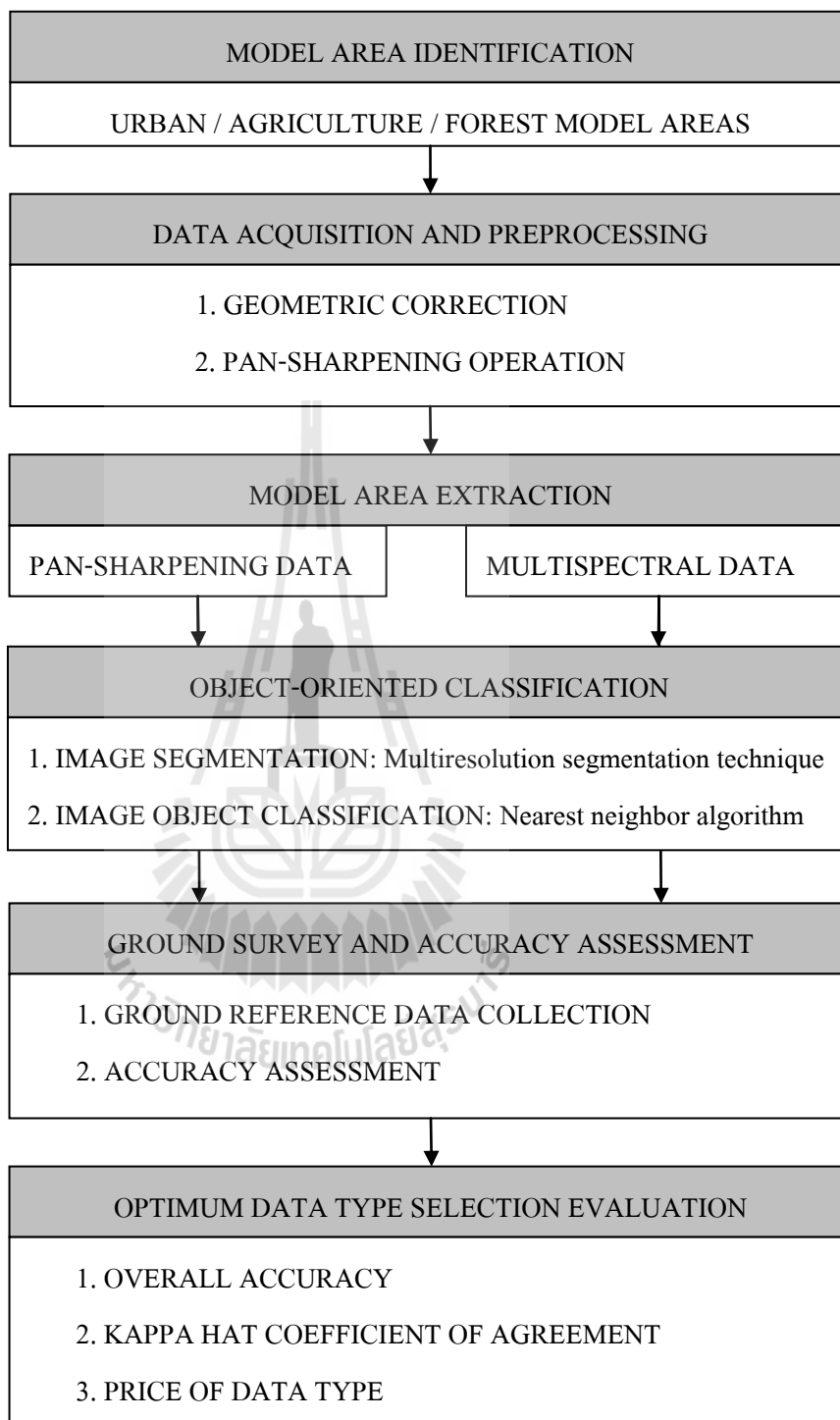
#### 3.2.1 การคัดเลือกพื้นที่ต้นแบบ (Model area identification)

ในการคัดเลือกพื้นที่ต้นแบบ ทั้ง 3 บริเวณ ประกอบด้วย (1) พื้นที่ชุมชนเมือง (2) พื้นที่เกษตรกรรม และ (3) พื้นที่ป่าไม้ สำหรับใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลการใช้ที่ดินโดยวิธีการเชิงวัตถุ พิจารณาจากสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 ตามเงื่อนไขที่กำหนดในข้อตกลงเบื้องต้น โดยพื้นที่ต้นแบบมีขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 100 ตารางกิโลเมตร

#### 3.2.2 การจัดหาข้อมูลและประมวลผลเบื้องต้น (Data acquisition and preprocessing)

ในการจัดหาข้อมูลภาพดาวเทียมอสังหาริมทรัพย์การสืบค้นผ่านระบบค้นหาข้อมูลภาพดาวเทียมธีออสผ่านเว็บไซต์ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ([www.gistda.or.th](http://www.gistda.or.th)) พร้อมจัดทำหนังสือขอการสนับสนุนข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา สำหรับการประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น ประกอบด้วย 2 กระบวนการ ดังต่อไปนี้

(1) การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (Geometric correction) โดยอาศัยจุดควบคุมพื้นดิน (Ground Control Point, GCP) จากข้อมูลภาพถ่ายออร์โทสี (Color orthophoto data) ของกรมพัฒนาที่ดินที่บันทึกภาพเมื่อ พ.ศ. 2543-2545 ด้วยวิธีการตรงภาพแบบภาพคู่ภาพ (Image-to-image registration) ซึ่งเป็นกระบวนการปรับแนวโดยการเลื่อนขนานและหมุน (Translation and rotation alignment process) โดยวิธีนี้ ภาพ 2 ภาพ ซึ่งมีเรขาคณิตคล้ายกันและมีพื้นที่ทางภูมิศาสตร์เหมือนกันจะถูกกำหนดตำแหน่งให้ตรงกันจากภาพหนึ่งไปสู่อีกภาพหนึ่ง ฉะนั้น องค์ประกอบที่สอดคล้องกันของพื้นที่ทางภาคพื้นดินเหมือนกันจะปรากฏในสถานที่เหมือนกันบนภาพที่ถูกตรง



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนของวิธีการศึกษา

(2) การปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว (Pan-sharpening) ในการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ซึ่งเป็นเทคนิคการหลอมรวมข้อมูล (Data fusion) ระหว่างข้อมูลไวแสงทุกสี (Panchromatic data) ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงแต่มีความละเอียดเชิงคลื่นต่ำ กับข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral data) ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ต่ำแต่มีความละเอียดเชิงคลื่นสูง เข้าด้วยกัน โดยวิธีการนี้จะรักษาความละเอียดเชิงคลื่นของข้อมูลหลายช่วงคลื่นไว้ ในขณะที่เดียวกัน เป็นการเพิ่มความละเอียดเชิงพื้นที่ให้กับข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Stathaki, 2008) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการ Modified IHS resolution merge ของโปรแกรมประมวลผลภาพ ERDAS Imagine ซึ่งมีหลักการคือ นำข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่นที่อยู่ในระบบสี RGB (Red Green Blue) มาแปลงให้อยู่ในระบบสี IHS (Intensity Hue Saturation) จากนั้นนำข้อมูลไวแสงทุกสีมากระจายความเข้มให้เป็นไปตามฮิสโตแกรม (Histogram Matching) ของข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่นที่ได้แปลงในรูปแบบ IHS แล้ว โดยใช้ค่าความเข้ม (Intensity) เป็นค่าอ้างอิง และนำข้อมูลแบบช่วงคลื่นเดียวไปแทนค่าความเข้มของข้อมูลหลายช่วงคลื่น จากนั้นจึงแปลงระบบสี IHS ของข้อมูลหลายช่วงคลื่นกลับมาเป็นระบบสี RGB อีกครั้ง

### 3.2.3 การจัดเตรียมข้อมูลพื้นที่ต้นแบบ (Model area extraction)

นำข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว จำนวน 4 แบนด์ และข้อมูลหลายช่วงคลื่น จำนวน 4 แบนด์ ของดาวเทียมธีออส ที่ผ่านการปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต มาตัดภาพให้ครอบคลุมพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ

### 3.2.4 การจำแนกประเภทข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-oriented classification)

ในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ต้นแบบ (พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้) โดยวิธีการจำแนกประเภทเชิงวัตถุ อาศัยโปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Developer ในการประมวลผล ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

(1) การแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation) ทำการแบ่งส่วนภาพด้วยเทคนิค Multiresolution segmentation ของพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ โดยทำการแบ่งส่วนภาพ 2 ขั้นตอน คือ (1) การแบ่งส่วนภาพระดับที่ 1 (Image segmentation level 1) เป็นการแบ่งส่วนภาพที่มีการกำหนดค่ามาตราส่วน (Scale) เพื่อให้ขนาดของวัตถุมีขนาดเหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่หนึ่ง (LULC classification level 1) พร้อมทั้งกำจัดข้อมูลที่ไม่ต้องการศึกษาออกไป และ (2) การแบ่งส่วนภาพระดับที่ 2 (Image segmentation level 2) เป็นการนำข้อมูลที่ได้คัดกรองแล้วจากขั้นตอนที่ 1 มาการแบ่งส่วนภาพอีกครั้ง โดยกำหนดค่ามาตราส่วน (Scale) เพื่อให้ขนาดของวัตถุมีขนาดเหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 (LULC classification level 2)

(2) การจำแนกข้อมูลวัตถุภาพ (image object classification) ทำการจำแนกข้อมูลวัตถุภาพด้วยขั้นตอนวิธีการจำแนกแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด ในพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ โดยมีการจำแนกวัตถุภาพ 2 ขั้นตอน คือ (1) การจำแนกวัตถุภาพ ระดับที่ 1 (Image object classification level 1) นำข้อมูลที่ได้จากการแบ่งส่วนภาพ ระดับที่ 1 มาจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ (2) การจำแนกวัตถุภาพ ระดับที่ 2 (Image object classification level 2) นำข้อมูลจากการแบ่งส่วนภาพระดับที่ 2 มาทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ตามระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

อนึ่ง ในการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ มีการนำข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 ซึ่งเป็นข้อมูลแบบเวกเตอร์มาใช้ประกอบในขั้นตอนการแบ่งส่วนภาพ และนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินดังกล่าวมาแปลงเป็นข้อมูลราสเตอร์ ที่มีความละเอียดเท่ากับ 2 x 2 เมตร สำหรับข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว และความละเอียดเท่ากับ 15 x 15 เมตร สำหรับข้อมูลหลายช่วงคลื่น มาใช้ประกอบในการจำแนกข้อมูลวัตถุภาพ

### 3.2.5 การสำรวจภาคสนามและประเมินความถูกต้อง

#### (Ground survey and accuracy assessment)

นำข้อมูลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ ไปสำรวจความถูกต้องในภาคสนาม โดยเริ่มจากการคำนวณหาจุดตัวอย่าง (Sample point) บนพื้นฐานการแจกแจงแบบอนอกนาม (Multinomial distribution) (Congalton and Green, 2009) ดังแสดงในสมการที่ 3.1

$$N = \frac{B\Pi_i(1 - \Pi_i)}{b_i^2} \quad (3.1)$$

โดยที่  $\Pi_i$  คือ สัดส่วนของประชากรในประเภทที่  $i$  จากทั้งหมด  $k$  ประเภท ที่มีสัดส่วนเข้าใกล้ 50 เปอร์เซ็นต์

$b_i$  คือ ความแม่นยำที่ต้องการได้รับสำหรับประเภททั้งหมด

$B$  คือ ค่าขีดจำกัดบน ( $\alpha/k$ ) คูณ 100 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของการกระจายแบบไคสแควร์ (Chi square:  $\chi^2$ ) ที่มีระดับขั้นความเสรี (Degree of freedom) เท่ากับ 1

$k$  คือ จำนวนประเภททั้งหมด



ตารางที่ 3.1 ระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

ระดับที่ 1 (Level 1)		ระดับที่ 2 (Level 2)	
รหัส	ประเภท (ภาษาไทย/อังกฤษ)	รหัส	ประเภท (ภาษาไทย/อังกฤษ)
U	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง - Urban and Built-up land	U1	ตัวเมืองและย่านการค้า - City, Town, Commercial
		U2	หมู่บ้าน - Village
		U3	สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ - Institutional land
		U4	สถานีคมนาคม - Transportation, Communication and Utility
		U5	ย่านอุตสาหกรรม - Industrial land
		U6	อื่น ๆ - Other
A	พื้นที่เกษตรกรรม - Agricultural land	A1	นาข้าว - Paddy field
		A2	พืชไร่ - Field crop
		A3	ไม้ยืนต้น - Perennial
		A4	ไม้ผล - Orchard
		A5	พืชสวน - Horticulture
		A6	ไร่หมุนเวียน - Swidden cultivation
		A7	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ - Pasture and farm house
		A8	พืชน้ำ - Aquatic plant
		A9	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ - Aquacultural land
		A0	เกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม - Integrated farm/ Diversified farm
F	พื้นที่ป่าไม้ - Forest land	F1	ป่าดิบ - Evergreen forest
		F2	ป่าผลัดใบ - Deciduous forest
		F3	ป่าเลน - Mangrove forest
		F4	ป่าพรุ - Swamp forest
		F5	สวนป่า - Forest plantation
		F6	วนเกษตร - Agro-forestry
W	พื้นที่น้ำ - Water body	W1	แหล่งน้ำธรรมชาติ - Natural water body
		W2	แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น - Reservoir (Built-up)
M	พื้นที่เบ็ดเตล็ด - Miscellaneous land	M1	ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ - Rangeland
		M2	พื้นที่ลุ่ม - Marsh and Swamp
		M3	เหมืองแร่ บ่อขุด - Mine, pit
		M4	อื่น ๆ - Other

จากนั้น นำจำนวนจุดตัวอย่างที่ได้ไปสุ่มหาตำแหน่งที่จะทำการสำรวจโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบจำแนกชั้น (Stratified random sampling) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการสำรวจภาคสนาม พร้อมทำการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินโดยการคำนวณค่าทางสถิติ ดังต่อไปนี้

(1) การประเมินผลเมทริกซ์ความผิดพลาดโดยสถิติเชิงพรรณนาแบบง่าย (Simple descriptive statistics) เป็นวิธีสำรวจความถูกต้องโดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการจำแนกในรูปของเมทริกซ์ความผิดพลาด (Error matrix หรือ confusion matrix) ดังแสดงในภาพที่ 3.5 และนำค่าในเมทริกซ์ไปใช้ในการคำนวณค่าความถูกต้อง ดังต่อไปนี้

		j = Columns (Reference)			Row Total
		1	2	k	$n_{i+}$
i = Rows (Classification)	1	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{1k}$	$n_{1+}$
	2	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{2k}$	$n_{2+}$
	k	$n_{k1}$	$n_{k2}$	$n_{kk}$	$n_{k+}$
Column Total		$n_{+1}$	$n_{+2}$	$n_{+k}$	n

ภาพที่ 3.5 คุณลักษณะของเมทริกซ์ความผิดพลาด (Congalton and Green, 2009)

(1.1) ความถูกต้องของผู้ผลิต (ความผิดพลาดส่วนที่ขาดหายไป) (Producer's accuracy (Omission error)) คือ การประเมินค่าความผิดพลาดเนื่องจากการไม่จัดเข้ากลุ่ม หรือความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกขาดหายไป โดยอาศัยสมการที่ 3.2

$$\text{Producer's accuracy } j = \frac{n_{jj}}{n_{+j}} \quad (3.2)$$

(1.2) ความถูกต้องของผู้ใช้ (ความผิดพลาดของส่วนที่เกินเข้ามา) (User's accuracy (Commission error)) คือ การประเมินค่าความผิดพลาดเนื่องจากการจัดเข้ากลุ่มหรือ ความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำกรจำแนกเกินมา โดยอาศัยสมการที่ 3.3

$$\text{User's accuracy } i = \frac{n_{ii}}{n_{+i}} \quad (3.3)$$

(1.3) ความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) คือ การประเมินค่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนก โดยอาศัยสมการที่ 3.4

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{n} \quad (3.4)$$

(2) การประเมินผลเมทริกซ์ความผิดพลาดสถิติเชิงวิเคราะห์แบบหลายตัวแปร (Multivariate analytical statistical techniques) เป็นวิธีการประเมินความถูกต้องโดยอาศัยหลักการทางสถิติแบบหลายตัวแปรมาคำนวณค่าความถูกต้อง ประกอบด้วย

(2.1) สัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa coefficient) คำนวณ โดยอาศัยสมการที่ 3.5

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^k x_{ii} - \sum_{i=1}^k (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^k (x_{i+} \times x_{+i})} \quad (3.5)$$

โดยที่  $k$  คือ จำนวนของแถวหรือประเภทการใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน

$x_{ii}$  คือ จำนวนในแนวเฉียงของแถว  $i$  และสดมภ์  $i$

$x_{i+}$  คือ จำนวนรวมในแถว  $i$

$x_{+i}$  คือ จำนวนรวมในสดมภ์  $i$

$N$  คือ จำนวนรวมทั้งหมด

(2.2) สัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไข (Condition Kappa coefficient) คำนวณโดยอาศัยสมการที่ 3.6

$$\hat{K}_i = \frac{N(x_{ii}) - (x_{i+} \times x_{+i})}{N(x_{i+}) - (x_{i+} \times x_{+i})} \quad (3.6)$$

โดยที่  $x_{ii}$  คือ จำนวนในแนวเฉียงของแถว  $i$  และสดมภ์  $i$

$x_{i+}$  คือ จำนวนรวมในแถว  $i$

$x_{+i}$  คือ จำนวนรวมในสดมภ์  $i$

$N$  คือ จำนวนรวมทั้งหมด

นอกจากนี้ นำค่าสัมประสิทธิ์แคปปาที่ได้รับจากการจำแนกข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น ในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ มาเปรียบเทียบกับค่าความถูกต้องสัมประสิทธิ์แคปปาที่ได้รับจากประเภทข้อมูลที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยคำนวณค่าสถิติ  $Z$  (Z Score) ที่มีการปรับมาตรฐานและมีการกระจายแบบปกติ (Congalton and Green, 2009) ซึ่งคำนวณโดยอาศัยสมการที่ 3.7

$$Z = \frac{|\hat{K}_1 - \hat{K}_2|}{\sqrt{\hat{\text{var}}(\hat{K}_1) + \hat{\text{var}}(\hat{K}_2)}} \quad (3.7)$$

โดยที่  $Z$  คือ ค่าการแจกแจงปกติแบบมาตรฐาน

$\hat{K}_1$  คือ สัมประสิทธิ์แคปปาของความสอดคล้อง สำหรับข้อมูลชุดที่ 1

$\hat{K}_2$  คือ สัมประสิทธิ์แคปปาของความสอดคล้อง สำหรับข้อมูลชุดที่ 2

$\hat{\text{var}}(\hat{K}_1)$  คือ ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์แคปปา สำหรับข้อมูลชุดที่ 1

$\hat{\text{var}}(\hat{K}_2)$  คือ ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์แคปปา สำหรับข้อมูลชุดที่ 2

ทั้งนี้ ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคปปาคำนวณโดยวิธีการเดลตา (Delta method) โดยอาศัยสมการที่ 3.8

$$\hat{\text{var}}(\hat{K}) = \frac{1}{n} \left\{ \frac{\theta_1(1-\theta_1)}{(1-\theta_2)^2} + \frac{2(1-\theta_1)(2\theta_1\theta_2 - \theta_3)}{(1-\theta_2)^3} + \frac{(1-\theta_1)^2(\theta_4 - 4\theta_2^2)}{(1-\theta_2)^4} \right\} \quad (3.8)$$

โดยที่  $\theta_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_{ii}$

$$\theta_2 = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}$$

$$\theta_3 = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^k n_{ii} (n_{i+} + n_{+i})$$

$$\theta_4 = \frac{1}{n^3} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k n_{ij} (n_{j+} + n_{+i})^2$$

จากนั้น นำค่า  $Z$  ที่ได้จากการคำนวณจากสมการ 3.7 มาทดสอบความแตกต่างกับค่า  
ค่าวิกฤติของการทดสอบค่า  $Z$  แบบสองทาง (Two-tailed  $Z$  Test) โดยกำหนดสมมุติฐานดังนี้

$$H_0: (K_1 - K_2) = 0 \text{ และ}$$

$$H_1: (K_1 - K_2) \neq 0$$

โดยที่  $H_0$  จะถูกปฏิเสธ ถ้า  $Z \geq Z_{\alpha/2}$  เมื่อ ค่า  $\alpha/2$  คือ ระดับความมั่นใจของการ  
ทดสอบค่า  $Z$  แบบสองทางและระดับของสาเหตุที่ถูกต้องกำหนดให้มีค่านันต์ (Congalton and Green,  
2009)

### 3.2.6 การประเมินความเหมาะสมการเลือกใช้ข้อมูล

#### (Optimum data type selection evaluation)

ในการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมหรือส ปรเภทข้อมูล  
การปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น ให้เหมาะสมกับการ  
จำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ พิจารณาจากค่า  
ความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน  
ในพื้นที่ต้นแบบ และราคาข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลาย  
ช่วงคลื่น เพื่อสรุปเป็นแนวทางการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมหรือสทั้งสองประเภทให้เหมาะสมกับ  
การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในแต่ละบริเวณของพื้นที่ต้นแบบ

## บทที่ 4

### ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษาหลักของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส โดยการจำแนกเชิงวัตถุ ประกอบด้วย (1) ผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยวิธีเชิงวัตถุ (2) ผลการสำรวจภาคสนามและประเมินความถูกต้อง และ (3) ผลการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ประเภทข้อมูล (ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว และข้อมูลหลายช่วงคลื่น) โดยมีรายละเอียดของผลการศึกษาและอภิปรายผล ดังต่อไปนี้

#### 4.1 ผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยวิธีเชิงวัตถุ

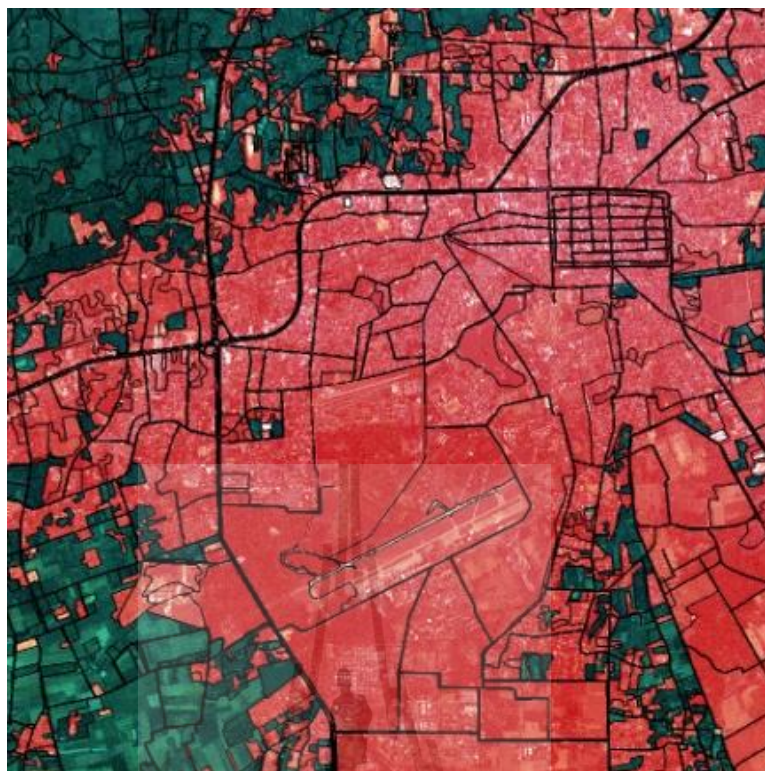
ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ (พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้) อาศัยโปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Developer ที่ได้แบ่งการประมวลผลออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การแบ่งส่วนข้อมูลภาพและการจำแนกวัตถุภาพ โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดิน พ.ศ. 2551 ของกรมพัฒนาที่ดินเป็นข้อมูลสนับสนุน (Ancillary data) ในการแบ่งส่วนข้อมูลภาพและการจำแนกวัตถุภาพ

##### 4.1.1 การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมือง

ในการแบ่งส่วนข้อมูลภาพดาวเทียมธีออสในพื้นที่ชุมชนเมืองพิจารณาจากค่ามาตราส่วน (Scale) ของการกำหนดขนาดวัตถุภาพ ซึ่งผันแปรตามประเภทข้อมูลที่นำมาใช้ ดังต่อไปนี้

##### (1) ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว

ผลจากปรับเปลี่ยนมาตราส่วนขนาดต่าง ๆ ที่แปรผันระหว่าง 300 400 และ 500 พบว่า มาตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการแบ่งส่วนภาพเพื่อนำไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 มีค่าเท่ากับ 400 (ภาพที่ 4.1) ซึ่งเหมาะสมสำหรับการจำแนกพื้นที่ชุมชนเมืองและพื้นที่มิใช่เมือง ในขณะเดียวกัน ผลการปรับเปลี่ยนขนาดมาตราส่วนสำหรับการแบ่งส่วนภาพเพื่อนำไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ที่แปรผันระหว่างมาตราส่วน 30 40 และ 50 (ภาพที่ 4.2) พบว่า มาตราส่วนที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 40 เนื่องจากค่าการสะท้อนรวมของวัตถุภาพใกล้เคียงกันกับประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 มากที่สุด



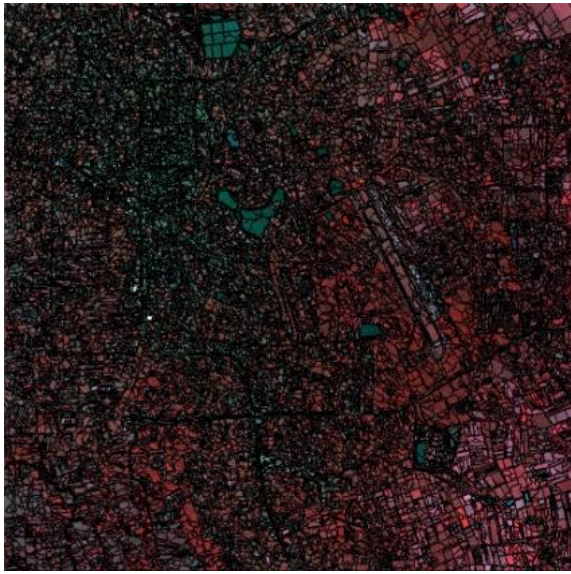
ภาพที่ 4.1 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวของพื้นที่ชุมชนเมือง ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 400

(2) ข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ผลจากปรับเปลี่ยนมาตราส่วนขนาดต่าง ๆ ในการแบ่งส่วนภาพที่มีผลต่อขนาดวัตถุ พบว่า มาตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการแบ่งส่วนภาพเพื่อนำไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 มีค่าเท่ากับ 100 (ภาพที่ 4.3) ในขณะเดียวกัน ผลการปรับเปลี่ยนมาตราส่วนสำหรับการแบ่งส่วนภาพเพื่อนำไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ที่แปรผันระหว่างมาตราส่วน 10 20 และ 30 (ภาพที่ 4.4) มีค่าเท่ากับ 20 เนื่องจากมีความเหมือนกันของข้อมูลในวัตถุที่เหมาะสมมากที่สุด สำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2

ทั้งนี้ คำนวณน้ำหนักที่ใช้ในการแบ่งส่วนภาพของสี (Color) มีค่าเท่ากับ 0.9 และค่ารูปร่าง (Shape) มีค่าเท่ากับ 0.1 และค่าน้ำหนักของค่าการเกาะกลุ่ม (Compactness) และค่าความเรียบ (Smoothness) มีค่าเท่ากันคือ 0.5 พร้อมใช้ข้อมูลเวกเตอร์การใช้ที่ดินของพื้นที่ชุมชนเมืองของกรมพัฒนาที่ดิน (ภาพที่ 4.5) เป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาแบ่งส่วนภาพ

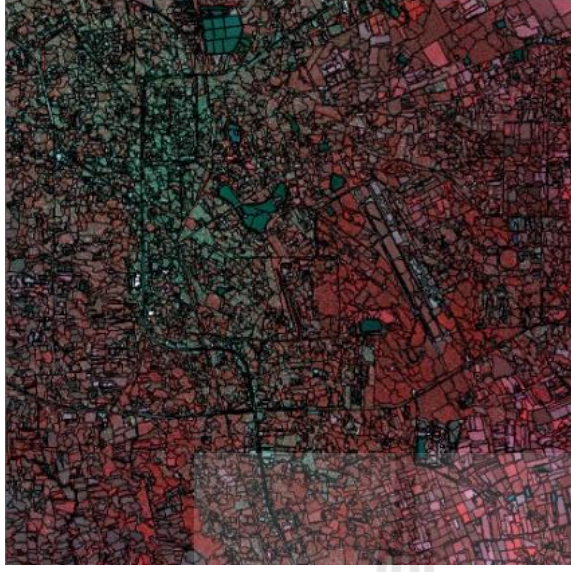




ค่ามาตราส่วน 30



ค่ามาตราส่วน 40



ค่ามาตราส่วน 50

ภาพที่ 4.2 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพการปรับปรุงความละเอียดข้อมูลช่วงคลื่นเดียวของพื้นที่ชุมชนเมือง ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 30 40 และ 50





ภาพที่ 4.3 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ชุมชนเมือง ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 100





ค่ามาตรฐานส่วน 10

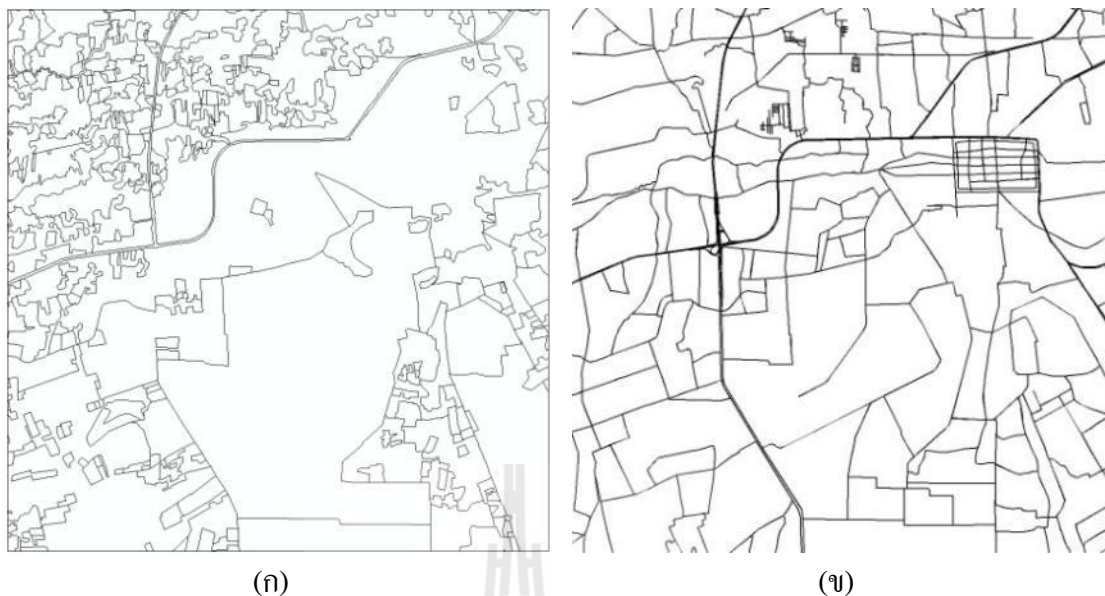


ค่ามาตรฐานส่วน 20



ค่ามาตรฐานส่วน 30

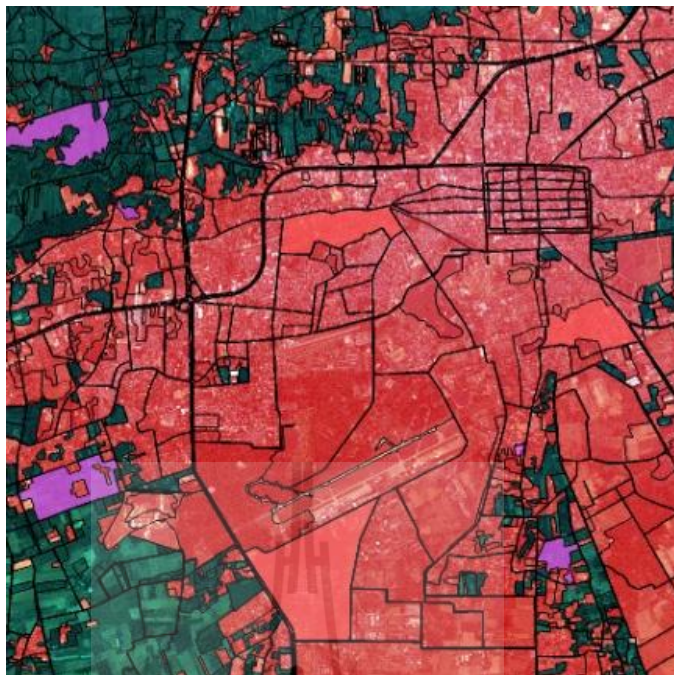
ภาพที่ 4.4 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ชุมชนเมือง ที่ใช้ค่ามาตรฐานเท่ากับ 10 20 และ 30



ภาพที่ 4.5 ข้อมูลการใช้ที่ดินของพื้นที่ชุมชนเมืองในรูปของเวกเตอร์: (ก) กรมพัฒนาที่ดิน (ข) ข้อมูลภาพจากดาวเทียม

สำหรับการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลภาพดาวเทียมหรืออส 2 ประเภท (ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น) โดยอาศัยขั้นตอนวิธีแบบจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด (Nearest neighbor) ที่เริ่มต้นจากการพิจารณากำหนดประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษาตามระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 4.1) จากนั้น ทำการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างให้กับข้อมูลการแบ่งส่วนภาพใน 2 ระดับ ของข้อมูลทั้งสองประเภท (ภาพที่ 4.6 และ 4.7) พร้อมทำการแปลงข้อมูลการใช้ที่ดิน ใน พ.ศ. 2551 ของกรมพัฒนาที่ดินแบบเวกเตอร์ให้เป็นแบบแรสเตอร์ตามความละเอียดของประเภทข้อมูลที่ใช้ในการจำแนก 2 ประเภท เพื่อสนับสนุนการจำแนกประเภทวัตถุภาพ (ภาพที่ 4.8) โดยนำผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ ระดับที่ 1 มาใช้จำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 (LULC classification level 1) ในขณะเดียวกัน นำผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ ระดับที่ 2 มาใช้จำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 (LULC classification level 2)





(ก) ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1

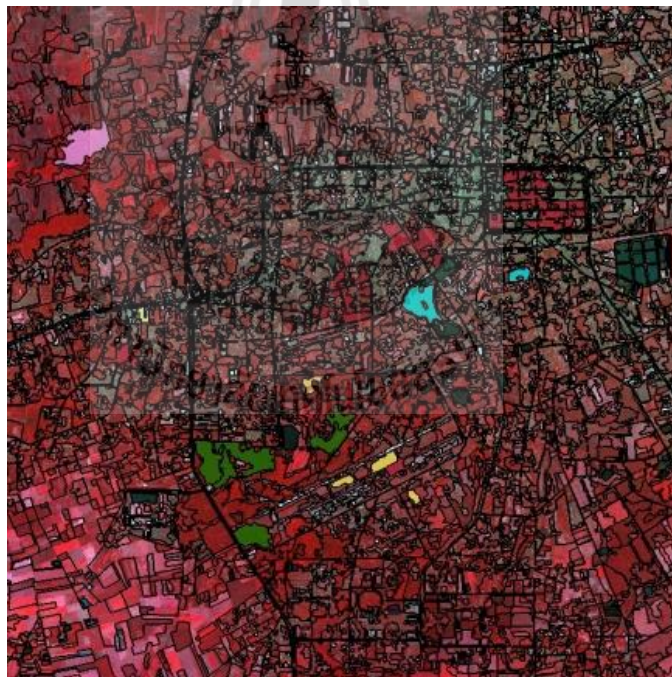


(ข) ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2

ภาพที่ 4.6 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว: (ก) ระดับที่ 1 และ (ข) ระดับที่ 2

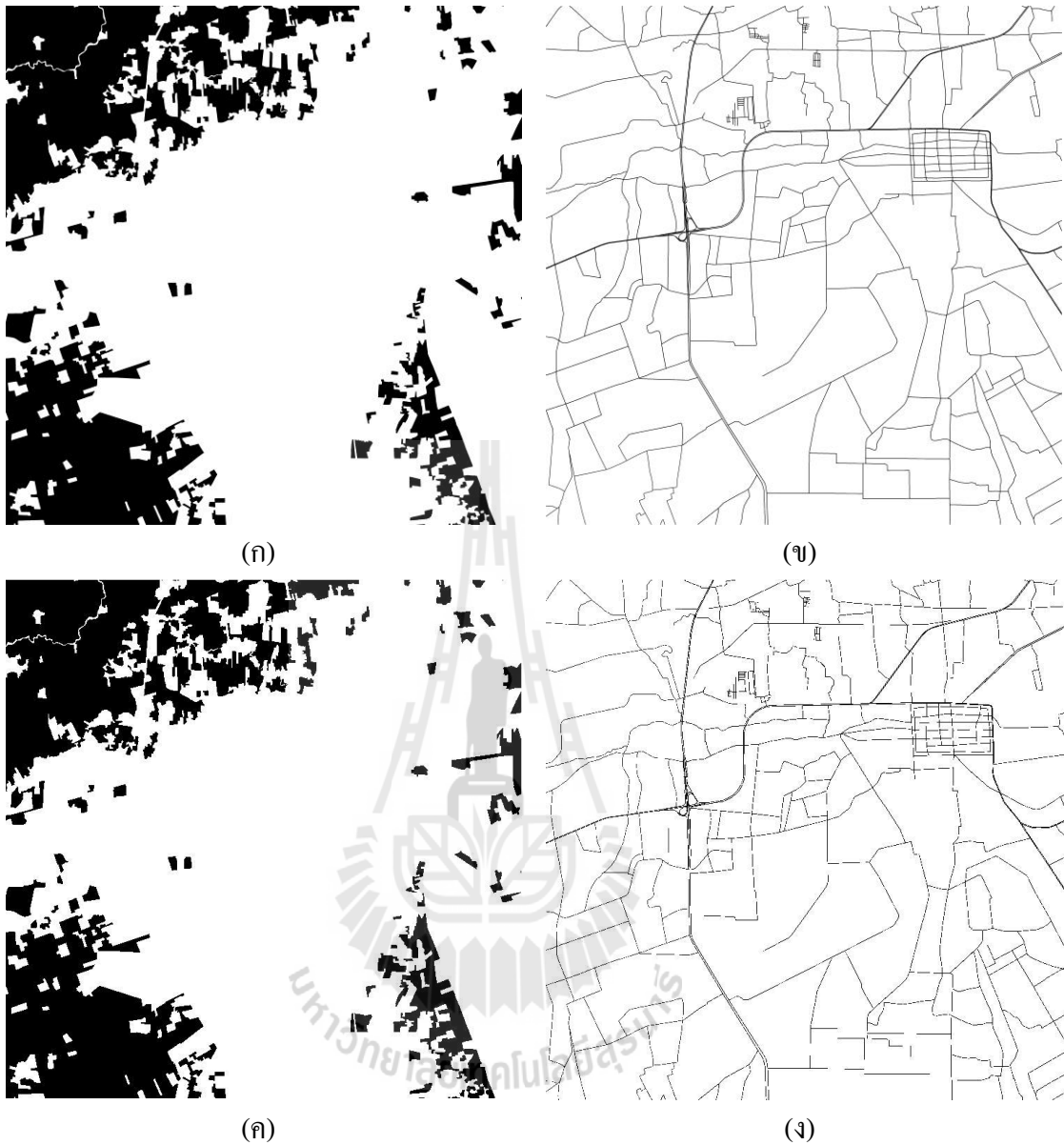


(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.7 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น: (ก) ระดับที่ 1 และ (ข) ระดับที่ 2



ภาพที่ 4.8 ข้อมูลแรสเตอร์พื้นที่ชุมชนเมือง: (ก) กรมพัฒนาที่ดิน และ (ข) ข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่มีความละเอียด 2 x 2 เมตร ที่ใช้สนับสนุนการจำแนกประเภทวัตถุภาพจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว (ค) จากกรมพัฒนาที่ดิน และ (ง) จากข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่มีความละเอียด 15 x 15 เมตร ที่ใช้สนับสนุนการจำแนกประเภทวัตถุภาพจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น



ตารางที่ 4.1 ประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ของพื้นที่ชุมชนเมือง

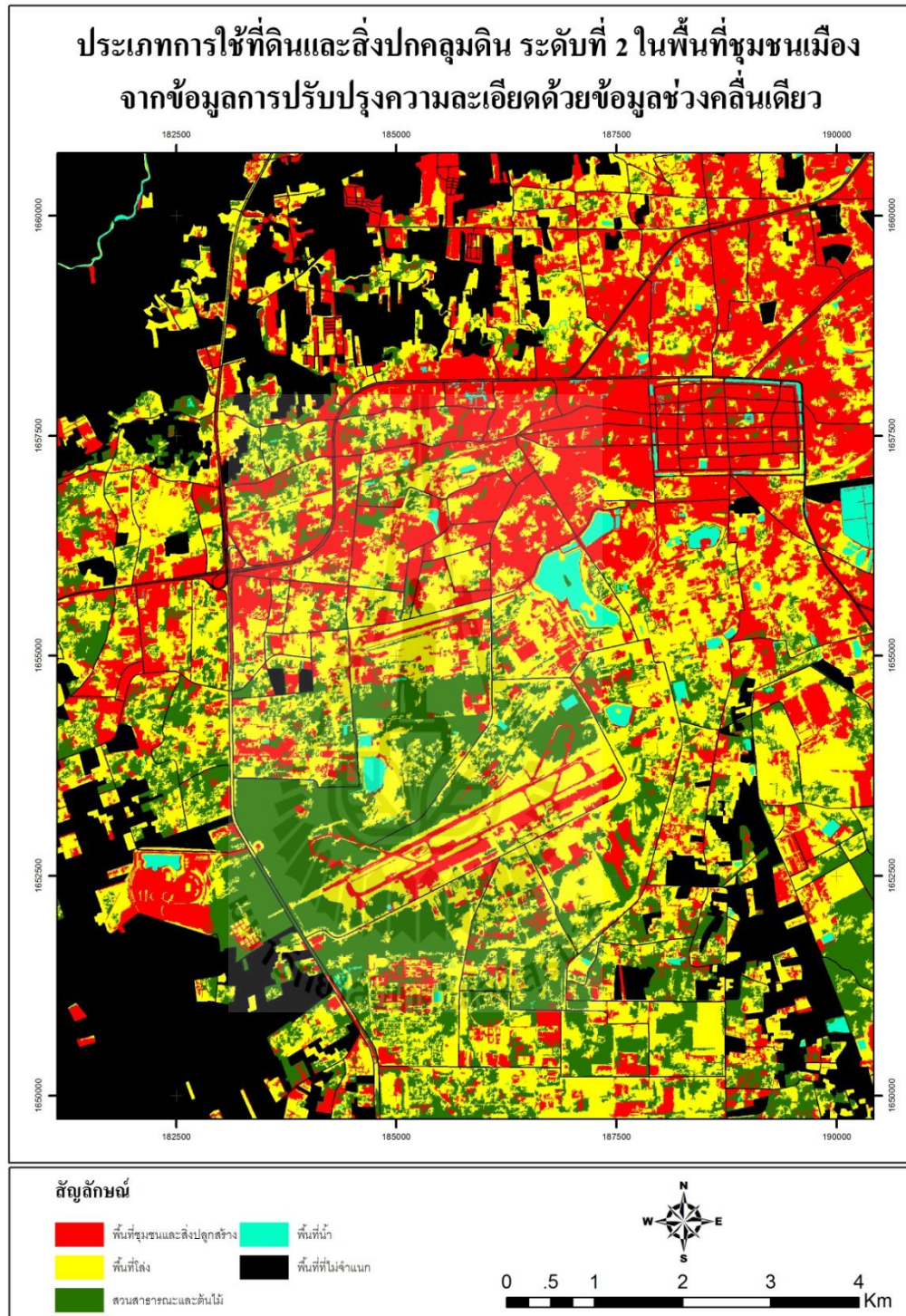
ประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ของพื้นที่ชุมชนเมือง		
ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	รหัสกรรมพัฒนาที่ดิน
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	Urban and built-up area	U1, U2, U3, U4, U5
พื้นที่โล่ง	Bare land	M4
สวนสาธารณะและต้นไม้	Park and trees	U6
พื้นที่น้ำ	Water body	W
พื้นที่ที่ไม่จำแนก	Unclassified area	n. a.

ผลการจำแนกประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว แสดงไว้ในภาพที่ 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกัน ผลการจำแนกประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น แสดงไว้ในภาพที่ 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ สำหรับรายละเอียดพื้นที่การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่ชุมชนเมือง ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว และข้อมูลหลายช่วงคลื่นในสรุปไว้ในตารางที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.9 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว



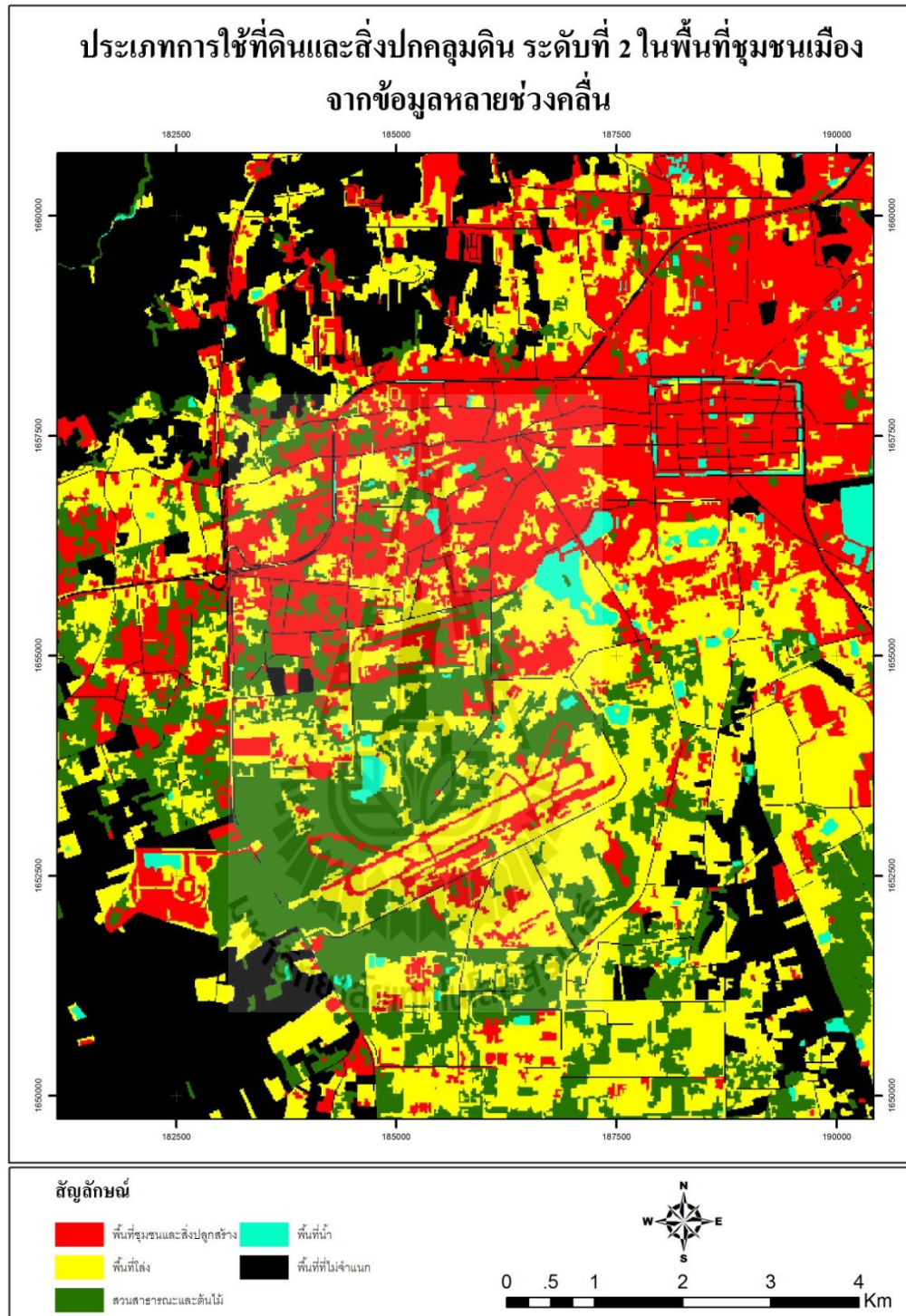


ภาพที่ 4.10 ผลการจำแนกการใช้ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว



ภาพที่ 4.11 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น





ภาพที่ 4.12 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ตารางที่ 4.2 พื้นที่และร้อยละของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

ประเภท	การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1		การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2		
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ	ประเภท	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	89.03	71.70	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	29.00	23.36
พื้นที่ที่ไม่จำแนก	35.14	28.30	พื้นที่โล่ง	38.22	30.78
			สวนสาธารณะและต้นไม้	19.74	15.90
			พื้นที่น้ำ	2.06	1.66
			พื้นที่ที่ไม่จำแนก	35.14	28.30
รวม	124.17	100.00	รวม	124.17	100.00

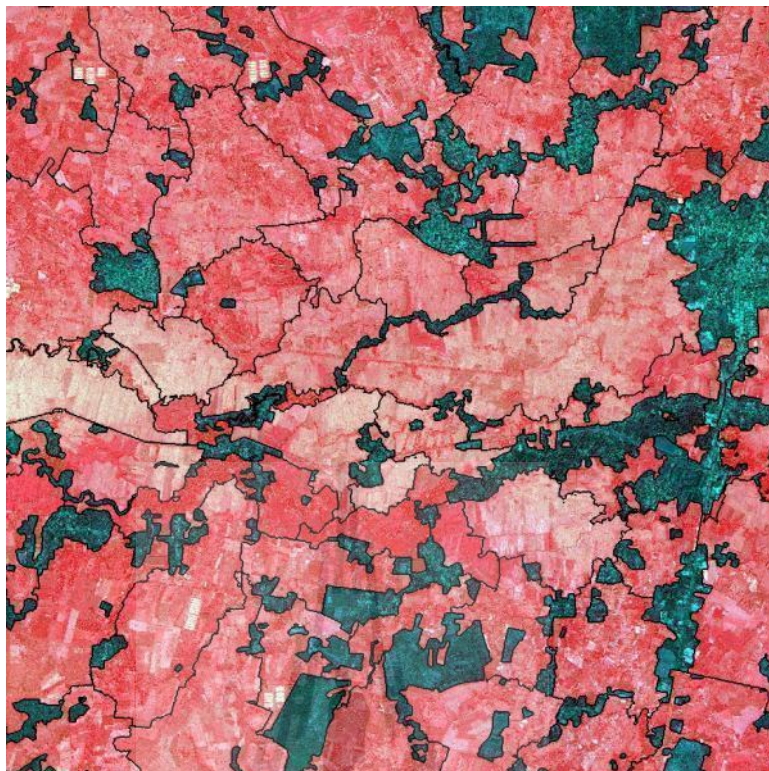
ตารางที่ 4.3 พื้นที่และร้อยละของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ประเภท	การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1		การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2		
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ	ประเภท	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	88.94	71.41	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	29.41	23.61
พื้นที่ที่ไม่จำแนก	35.60	28.59	พื้นที่โล่ง	36.34	29.17
			สวนสาธารณะและต้นไม้	20.74	16.65
			พื้นที่น้ำ	2.46	1.98
			พื้นที่ที่ไม่จำแนก	35.60	28.59
รวม	124.54	100.00	รวม	124.54	100.00

จากผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่นโดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ (ตารางที่ 4.2 และ 4.3) ซึ่งเป็นข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออส ที่บันทึกภาพใน พ.ศ. 2553 พบว่า ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินหลัก ระดับที่ 2 ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง: U1-U5 และสวนสาธารณะและต้นไม้: U6) และหากนำไปเปรียบเทียบกับประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 (ตารางที่ 1.1) พบว่า เนื้อที่ของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้จากการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุและเนื้อที่ของประเภทการใช้ที่ดินที่ได้จากการแปลตีความด้วยสายตามีความแตกต่างกัน โดยพบว่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างที่ได้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น มีเนื้อที่เท่ากับ 48.74 และ 50.15 ตร.กม. ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างที่ได้จากกรมพัฒนาที่ดิน มีเนื้อที่เท่ากับ 90.08 ตร.กม. สาเหตุสำคัญของความแตกต่างของเนื้อที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเกิดจากวิธีการจำแนกและการกำหนดประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้พื้นที่ที่ไม่มีสิ่งใดปกคลุมเป็นพื้นที่โล่ง (Bare land) ซึ่งมีการใช้ที่ดินสำหรับพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง เช่น สนามฟุตบอล สนามบิน ลานจอดรถ ลานตากและแหล่งรับซื้อทางการเกษตร และสถานที่ทิ้งร้าง เป็นต้น ซึ่งพื้นที่เหล่านี้ได้ถูกจำแนกให้เป็นพื้นที่โล่ง โดยพบว่า พื้นที่ของพื้นที่โล่งที่ได้ถูกจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น มีพื้นที่เท่ากับ 38.22 และ 36.34 ตร.กม. ตามลำดับ ซึ่งหากรวมพื้นที่โล่งเข้ากับพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างจะมีพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่การใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งในการจำแนกพื้นที่ชุมชนเมืองโดยวิธีการเชิงวัตถุในครั้งนี้อาศัยเฉพาะค่าการสะท้อนคลื่นแสงและรูปร่างของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเป็นหลัก ทำให้การจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน ในระดับที่ 2 ที่มีอย่างหลากหลาย เช่น ตัวเมืองและย่านการค้า สถานที่ราชการและสถาบัน สถานีกมนาคม หมู่บ้าน หมู่บ้านจัดสรร ออกจากการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่เป็นพื้นที่โล่งได้ยาก

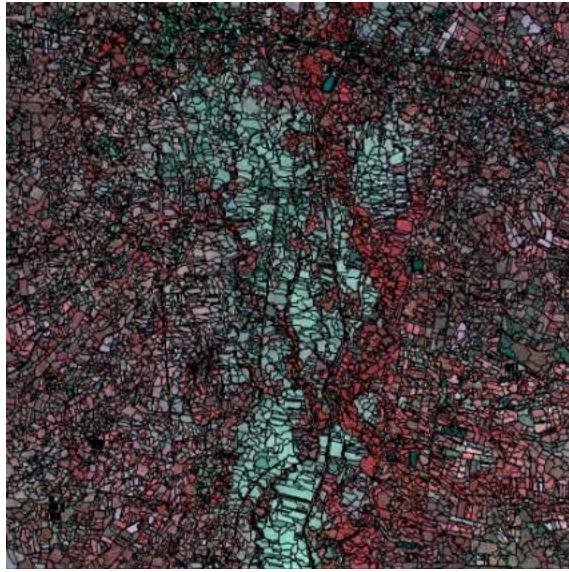
#### 4.1.2 การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรม

ในทำนองเดียวกันกับพื้นที่ชุมชนเมือง ในการแบ่งส่วนข้อมูลภาพถ่ายเทียมรีออสในพื้นที่เกษตรกรรมพิจารณาจากค่ามาตราส่วน (Scale) ของการกำหนดขนาดวัตถุภาพ ซึ่งผันแปรตามประเภทข้อมูลที่น่ามาใช้ พบว่า ค่ามาตราส่วนที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับนำข้อมูลวัตถุภาพไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว มีค่าเท่ากับ 500 และ 60 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.13 และ 4.14 ตามลำดับ ในขณะที่พบค่ามาตราส่วนที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับนำข้อมูลวัตถุภาพไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลหลายช่วงคลื่นเดี่ยวมีค่าเท่ากับ 100 และ 10 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.15 และ 4.16 ตามลำดับ ทั้งนี้ ค่าน้ำหนักที่ใช้ในการแบ่งส่วนภาพมีค่าเหมือนกับการแบ่งส่วนภาพของพื้นที่ชุมชนเมือง กล่าวคือ ค่าน้ำหนักของสีมีค่าเท่ากับ 0.9 และค่ารูปร่างมีค่าเท่ากับ 0.1 และค่าน้ำหนักของค่าการเกาะกลุ่มและค่าความราบเรียบมีค่าเท่ากันคือ 0.5 พร้อมใช้ข้อมูลเวกเตอร์การใช้ที่ดินของพื้นที่เกษตรกรรมของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 (ภาพที่ 4.17) เป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาแบ่งส่วนภาพ



ภาพที่ 4.13 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวของพื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 500

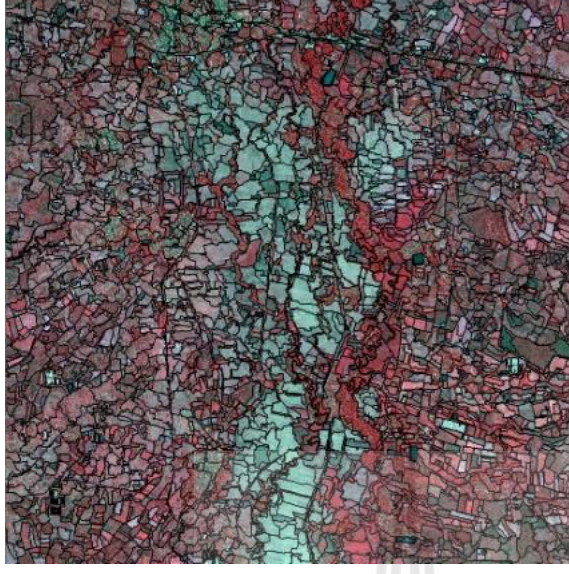




ค่ามาตราส่วน 40



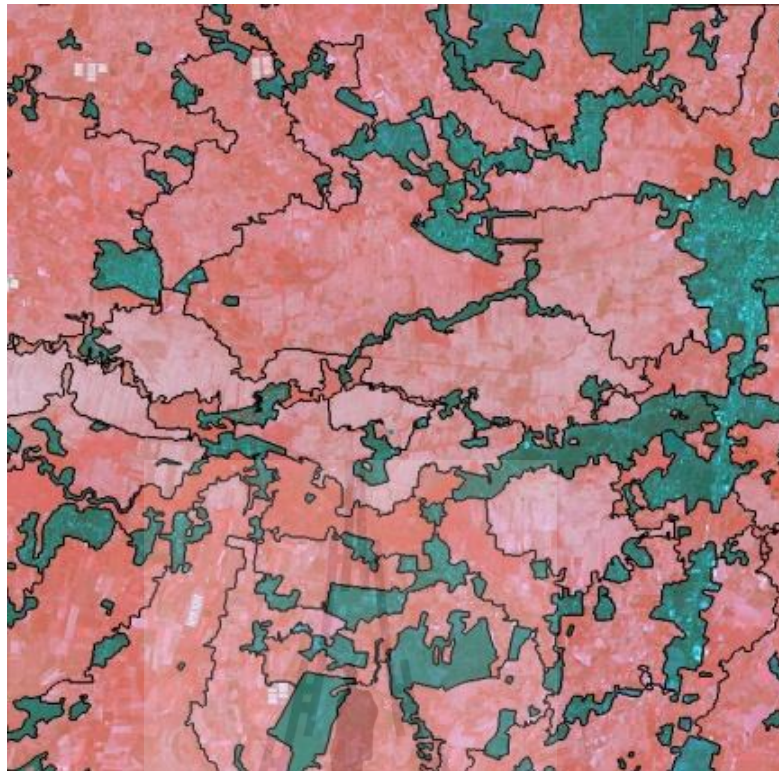
ค่ามาตราส่วน 60



ค่ามาตราส่วน 80

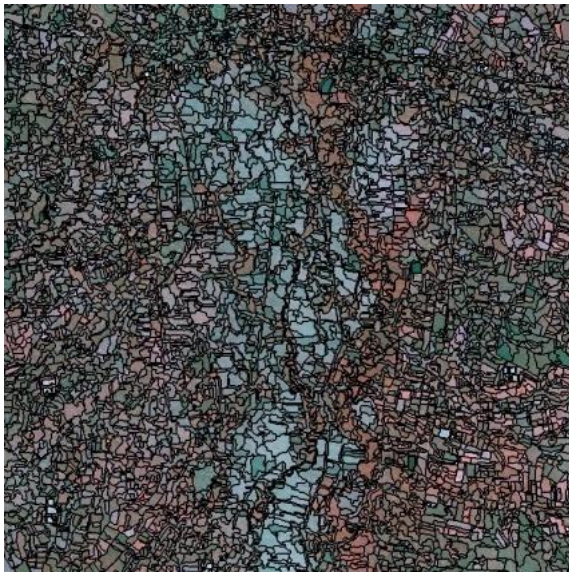
ภาพที่ 4.14 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวของพื้นที่เกษตรกรรม ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 40 60 และ 80





ภาพที่ 4.15 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของพื้นที่เกษตรกรรม ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 100

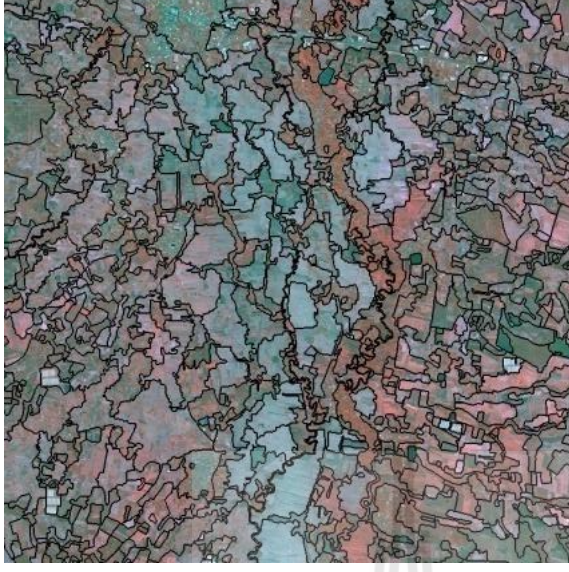




ค่ามาตราส่วน 10

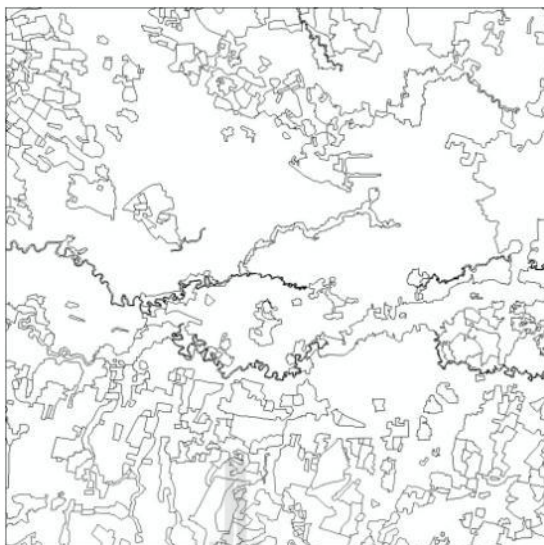


ค่ามาตราส่วน 20



ค่ามาตราส่วน 30

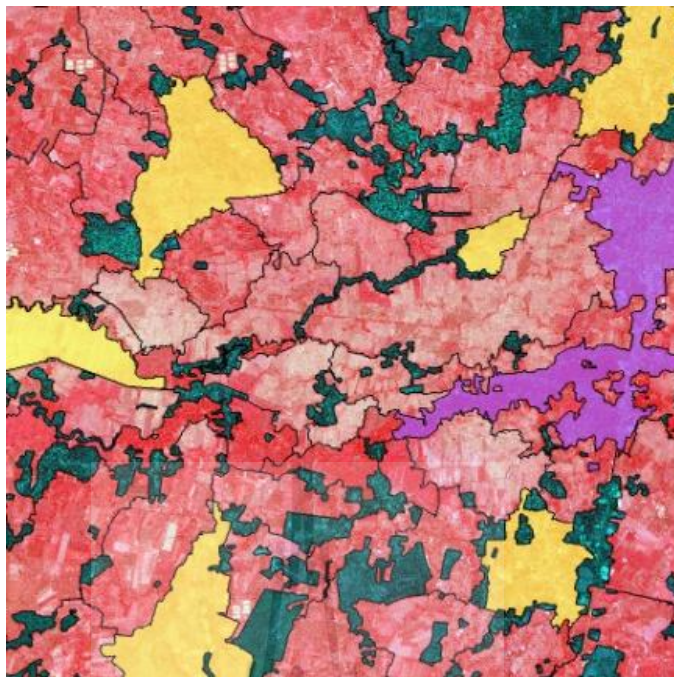
ภาพที่ 4.16 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของพื้นที่เกษตรกรรม ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 10 20 และ 30



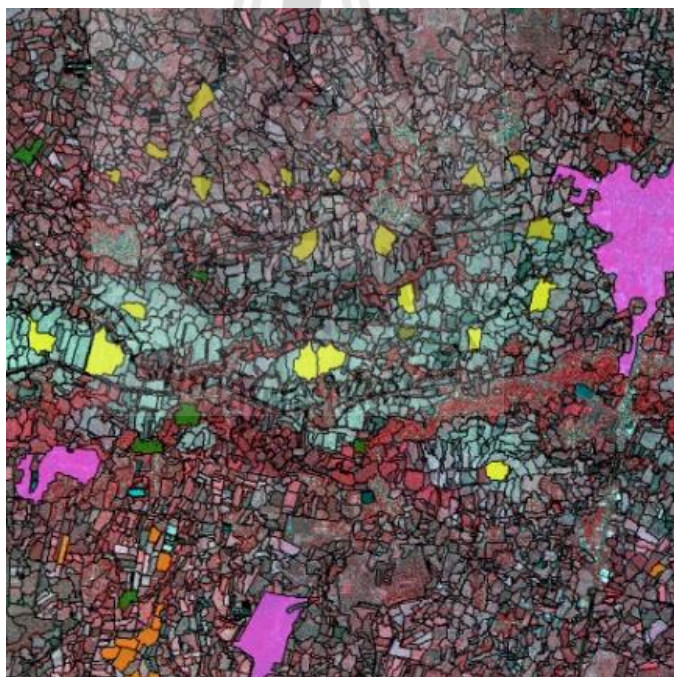
ภาพที่ 4.17 ข้อมูลการใช้ที่ดินของพื้นที่เกษตรกรรม ในรูปของเวกเตอร์จากกรมพัฒนาที่ดิน

ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรมได้พิจารณาและกำหนดประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษาตามระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 4.4) และพื้นที่ตัวอย่างที่ใช้ในการจำแนกภาพถ่ายจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นสำหรับจำแนกประเภทการใช้ที่ดินในระดับที่ 1 และ 2 จากข้อมูลผลการแบ่งส่วนภาพ แสดงไว้ในภาพที่ 4.18 และ 4.19 ตามลำดับ สำหรับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินที่ถูกแปลงเป็นข้อมูลแรสเตอร์ให้มีความละเอียดเท่ากับประเภทข้อมูลภาพ 2 ประเภท ที่นำมาใช้งาน เพื่อสนับสนุนการจำแนกภาพถ่าย แสดงไว้ในภาพที่ 4.20



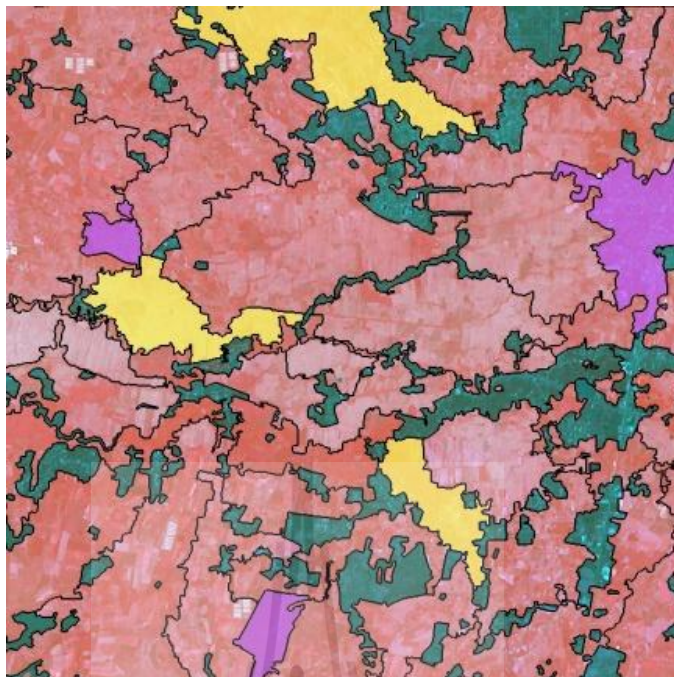


(ก) ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1

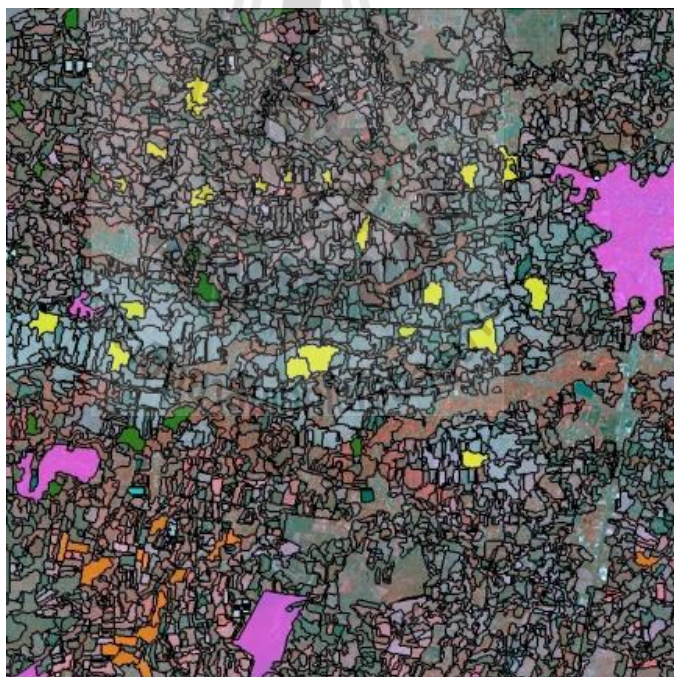


(ข) ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2

ภาพที่ 4.18 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรม จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว: (ก) ระดับที่ 1 และ (ข) ระดับที่ 2

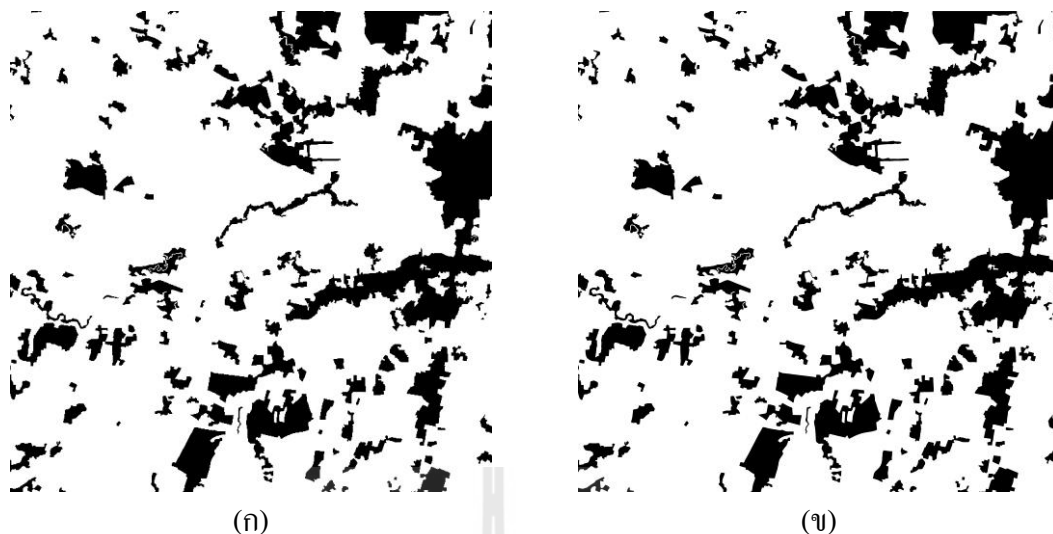


(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.19 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรม จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น: (ก) ระดับที่ 1 และ (ข) ระดับที่ 2



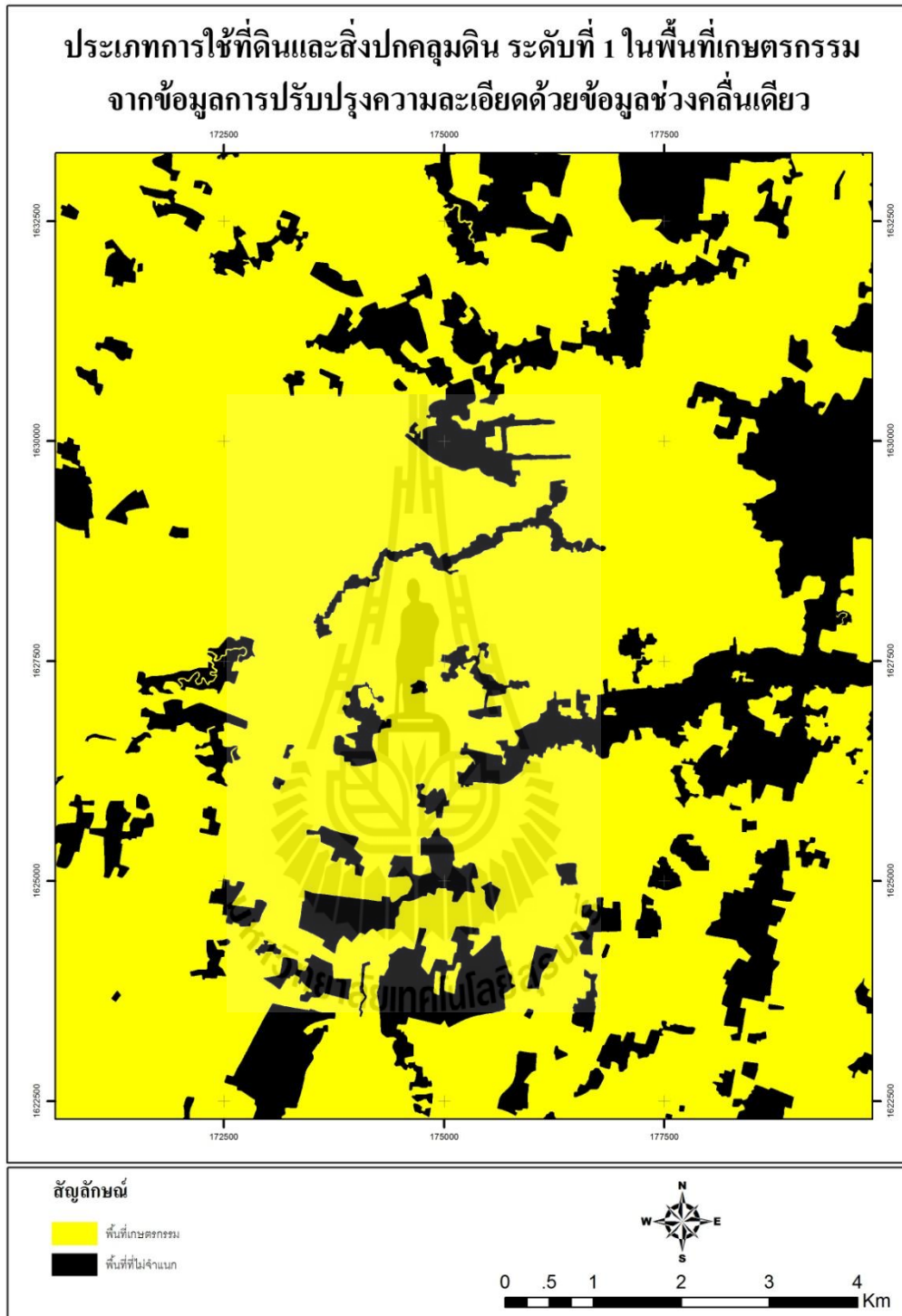
ภาพที่ 4.20 ข้อมูลเรสเตอร์พื้นที่เกษตรกรรมจากกรมพัฒนาที่ดินที่ใช้สนับสนุนการจำแนกประเภทภาพถ่าย: (ก) ความละเอียด 2 x 2 เมตร สำหรับใช้กับข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว และ (ข) ความละเอียด 15 x 15 เมตร สำหรับใช้กับข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ตารางที่ 4.4 ประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ของพื้นที่เกษตรกรรม

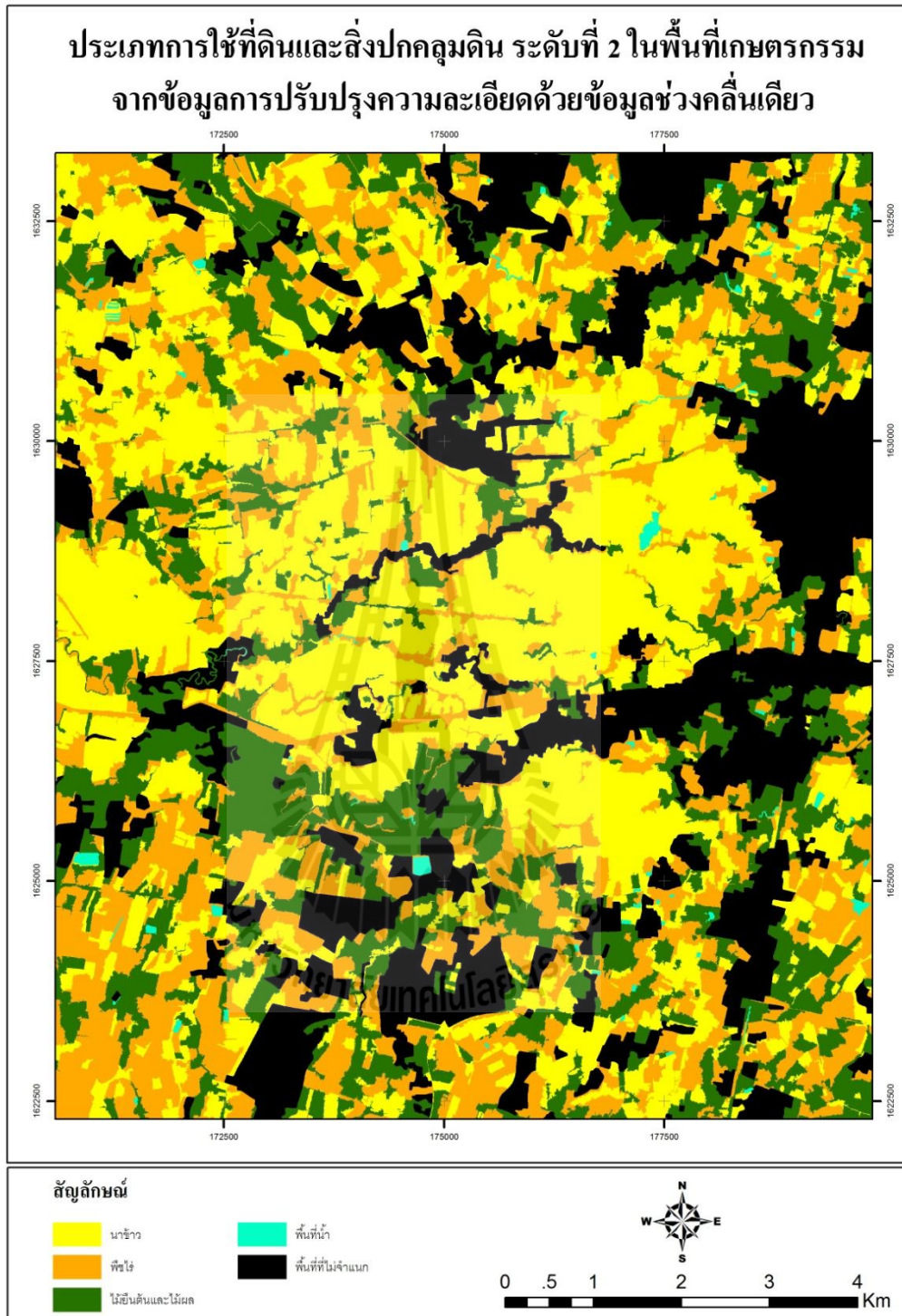
ประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ของพื้นที่เกษตรกรรม		
ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	รหัสกรมพัฒนาที่ดิน
นาข้าว	Paddy Field	A1
พืชไร่	Field Crop	A2
ไม้ยืนต้นและไม้ผล	Perennial/Orchard	A3/A4
พื้นที่น้ำ	Water Body	W
พื้นที่ที่ไม่จำแนก	Unclassified area	n. a.

ผลการจำแนกประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว แสดงไว้ในภาพที่ 4.21 และ 4.22 ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกัน ผลการจำแนกประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น แสดงไว้ในภาพที่ 4.23 และ 4.24 ตามลำดับ สำหรับรายละเอียดพื้นที่การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่เกษตรกรรมที่ได้จากการจำแนกข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว และข้อมูลหลายช่วงคลื่นในสรุปไว้ในตารางที่ 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ



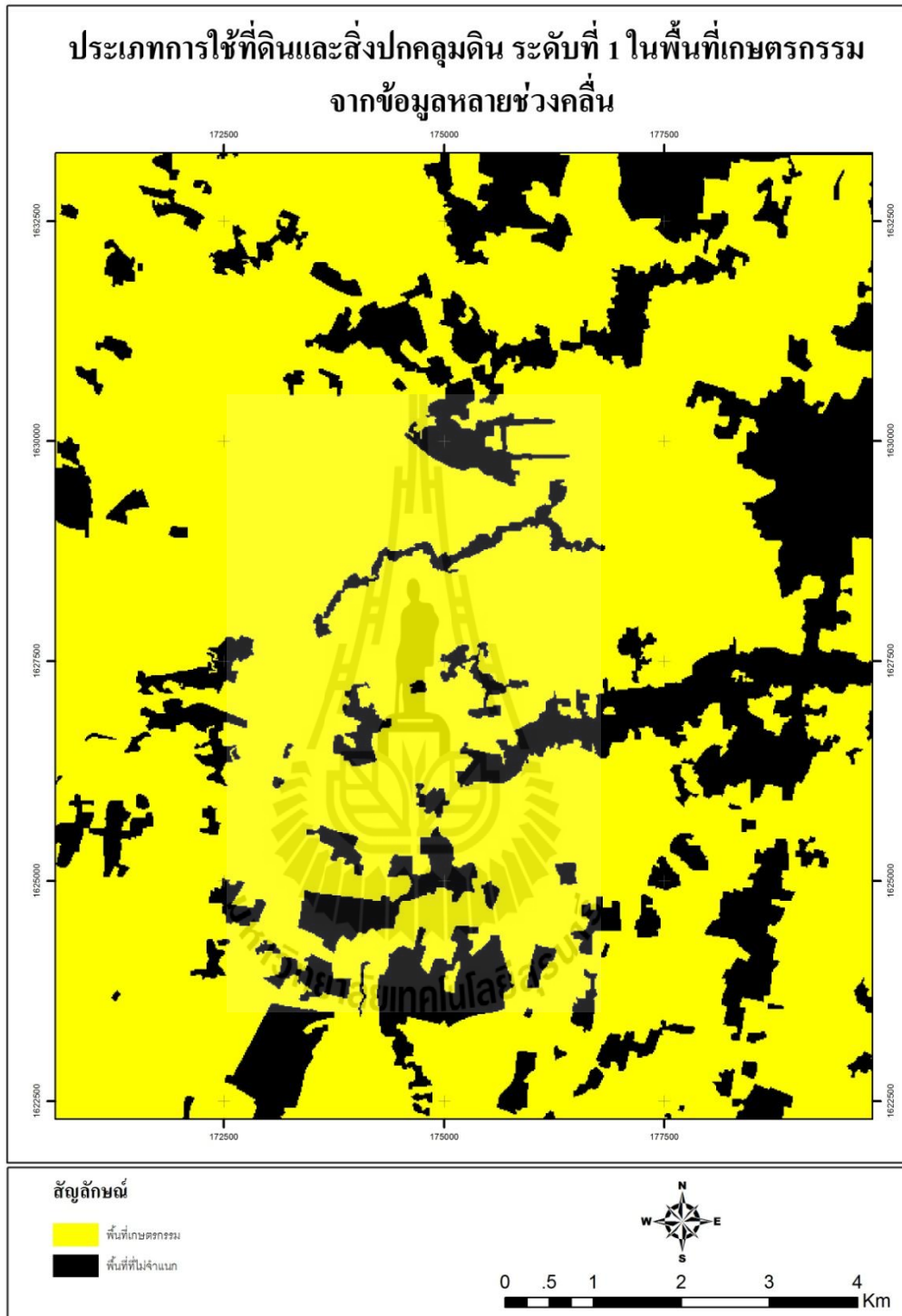


**ภาพที่ 4.21** ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

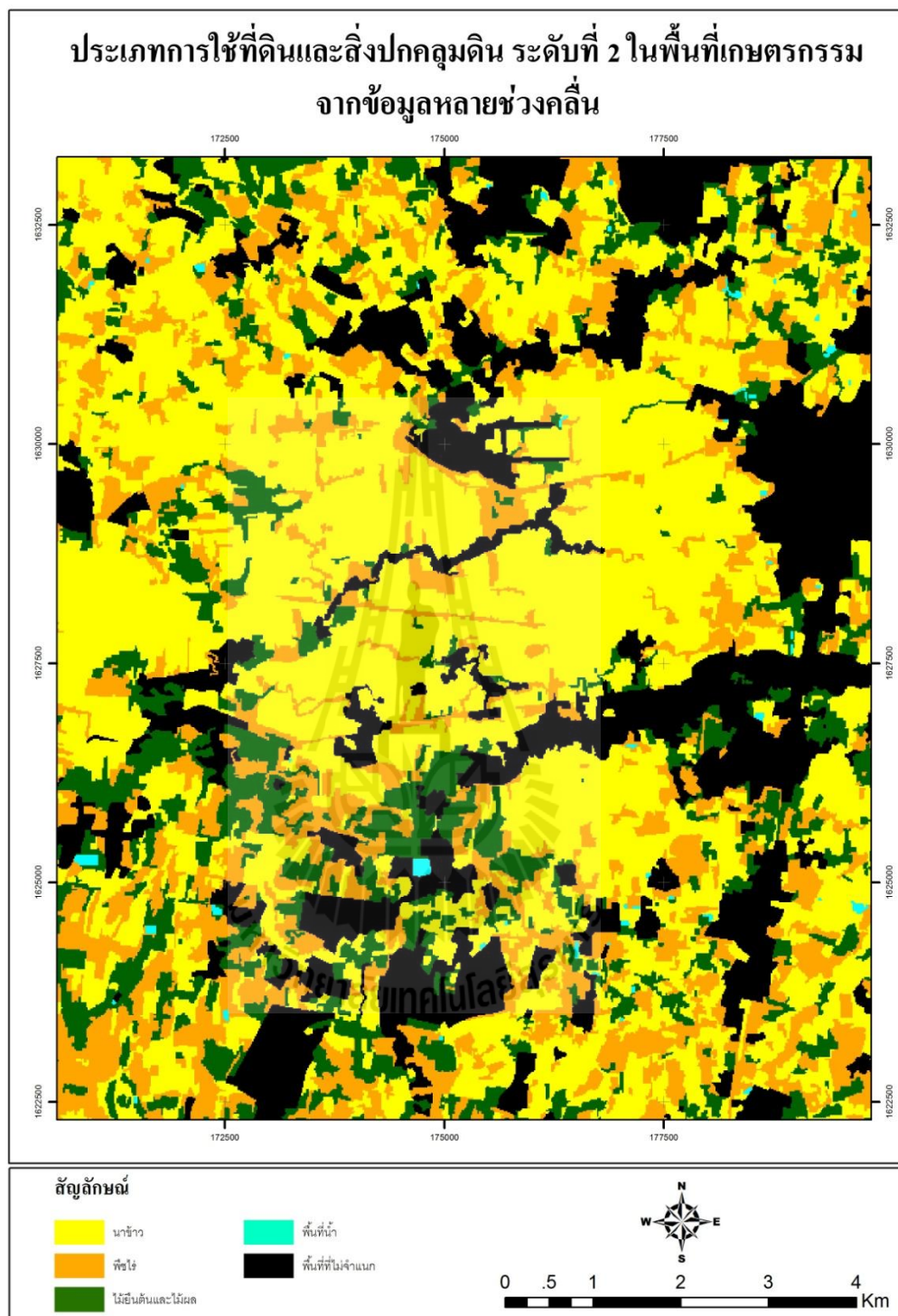


ภาพที่ 4.22 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว





ภาพที่ 4.23 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น



ภาพที่ 4.24 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น

**ตารางที่ 4.5** พื้นที่และร้อยละของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1			การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2		
ประเภท	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ	ประเภท	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตรกรรม	99.75	79.88	นาข้าว	41.00	32.83
พื้นที่ที่ไม่จำแนก	25.13	20.12	พืชไร่	31.40	25.14
			ไม้ยืนต้นและไม้ผล	26.81	21.47
			พื้นที่น้ำ	0.54	0.43
			พื้นที่ที่ไม่จำแนก	25.13	20.12
รวม	124.88	100.00	รวม	124.88	100.00

**ตารางที่ 4.6** พื้นที่และร้อยละของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น

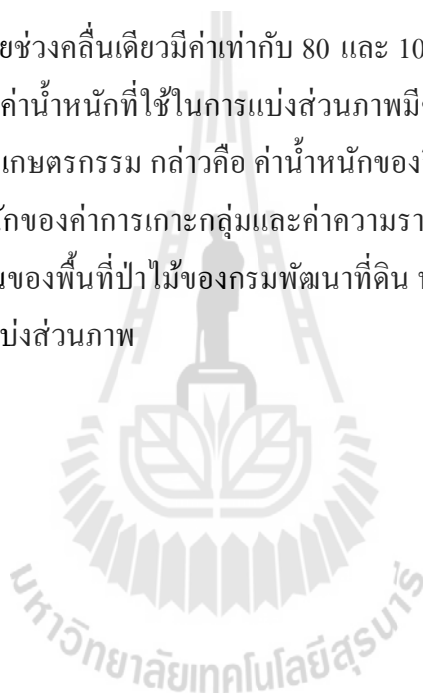
การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1			การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2		
ประเภท	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ	ประเภท	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตรกรรม	100.36	79.82	นาข้าว	55.42	44.08
พื้นที่ที่ไม่จำแนก	25.36	20.18	พืชไร่	25.83	20.55
			ไม้ยืนต้นและไม้ผล	18.75	14.91
			พื้นที่น้ำ	0.36	0.28
			พื้นที่ที่ไม่จำแนก	25.36	20.18
รวม	125.72	100.00	รวม	125.72	100.00

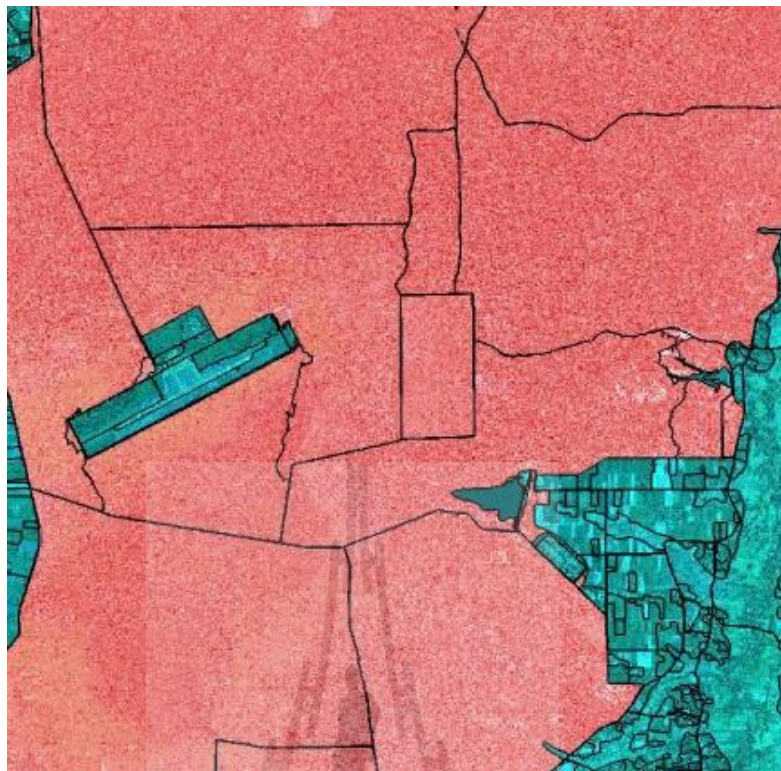
จากผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น โดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ (ตารางที่ 4.5 และ 4.6) ซึ่งเป็นข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออส ที่บันทึกภาพใน พ.ศ. 2553 พบว่า ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินหลัก ระดับที่ 2 ได้แก่ นาข้าว (A1) มีพื้นที่เท่ากับ 41.00 และ 55.42 ตร.กม. ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ พืชไร่ (A2) มีเนื้อที่เท่ากับ 31.40 และ 25.83 ตร.กม. ตามลำดับ และไม้ยืนต้นและไม้ผล (A3/A4) มีพื้นที่เท่ากับ 26.81 และ 18.75 ตร.กม. ตามลำดับ และหากนำไปเปรียบเทียบกับประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 (ตารางที่ 1.2) พบว่า พื้นที่ของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้จากการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุและพื้นที่ของประเภทการใช้ที่ดินที่ได้จากการแปลตีความด้วยสายตา มีความแตกต่างกัน โดยพบว่า นาข้าวที่ได้จากการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุจากข้อมูลภาพทั้งสองประเภทมีขนาดพื้นที่น้อยกว่าข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน ในทางตรงกันข้าม พืชไร่และไม้ยืนต้นและไม้ผลมีขนาดพื้นที่มากกว่าข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งสาเหตุสำคัญของความแตกต่างของพื้นที่เกิดจากวิธีการจำแนกที่ต่างกัน และความแตกต่างของเวลาของข้อมูลที่ใช้จำแนกรวมทั้ง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและการเพาะปลูกทางการเกษตรที่คำนึงถึงราคาของผลผลิตเป็นสำคัญ

แต่อย่างไรก็ตาม หากรวมพื้นที่การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินทุกประเภทเข้าด้วยกันจะมีขนาดใกล้เคียงกับประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน โดยพบว่า พื้นที่รวมของพื้นที่เกษตรกรรมทุกประเภทจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น มีพื้นที่เท่ากับ 99.21 และ 100.00 ตร.กม. ในขณะที่ พื้นที่รวมของพื้นที่เกษตรกรรมทุกประเภทจากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน มีพื้นที่เท่ากับ 98.97 ตร.กม.

#### 4.1.3 การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้

ในทำนองเดียวกันกับพื้นที่ชุมชนเมือง ในการแบ่งส่วนข้อมูลภาพถ่ายเทียมรีออสในพื้นที่ป่าไม้พิจารณาจากค่ามาตราส่วน (Scale) ของการกำหนดขนาดวัตถุภาพ ซึ่งผันแปรตามประเภทข้อมูลที่น่ามาใช้ พบว่า ค่ามาตราส่วนที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับนำข้อมูลวัตถุภาพไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 ในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว มีค่าเท่ากับ 400 และ 80 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.25 และ 4.26 ตามลำดับ ในขณะที่พบค่ามาตราส่วนที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับนำข้อมูลวัตถุภาพไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 ในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลหลายช่วงคลื่นเดียวมีค่าเท่ากับ 80 และ 10 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.27 และ 4.28 ตามลำดับ ทั้งนี้ ค่าน้ำหนักที่ใช้ในการแบ่งส่วนภาพมีค่าเหมือนกับการแบ่งส่วนภาพของพื้นที่ชุมชนเมืองและพื้นที่เกษตรกรรม กล่าวคือ ค่าน้ำหนักของสีมีค่าเท่ากับ 0.9 และค่ารูปร่างมีค่าเท่ากับ 0.1 และค่าน้ำหนักของค่าการเกาะกลุ่มและค่าความราบเรียบมีค่าเท่ากันคือ 0.5 พร้อมใช้ข้อมูลเวกเตอร์การใช้ที่ดินของพื้นที่ป่าไม้ของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 (ภาพที่ 4.29) เป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาแบ่งส่วนภาพ

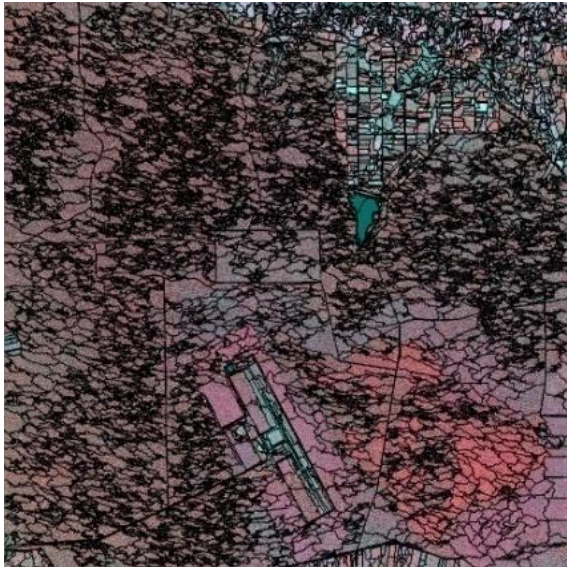




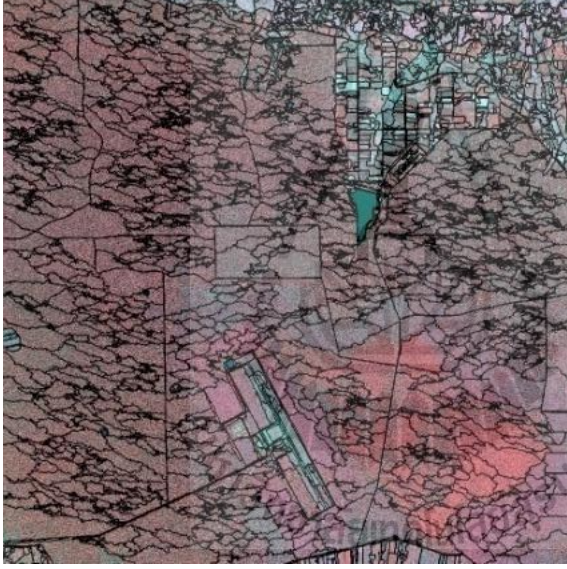
ภาพที่ 4.25 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวของพื้นที่ป่าไม้ ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 400



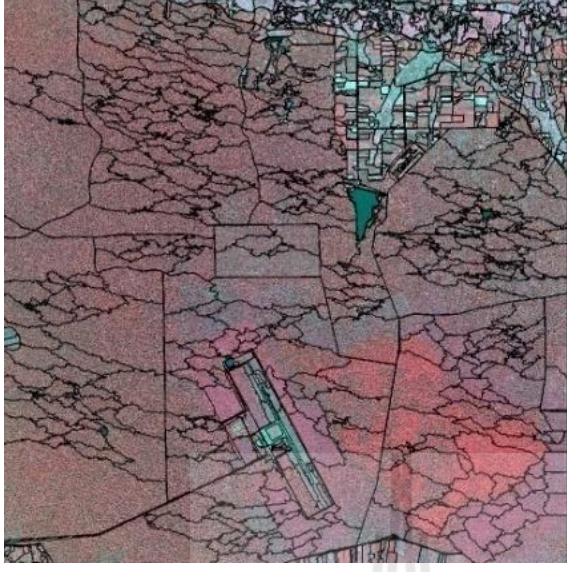




ค่ามาตราส่วน 60

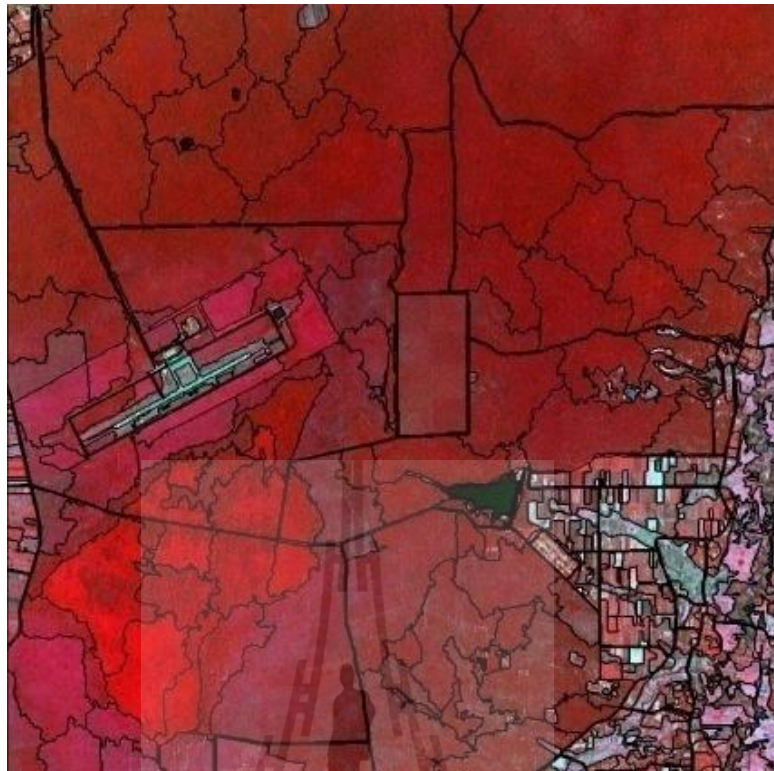


ค่ามาตราส่วน 80



ค่ามาตราส่วน 100

ภาพที่ 4.26 ผลการแปลงส่วนข้อมูลภาพการปรับปรุงความละเอียดข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวของพื้นที่ป่าไม้ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 60 80 และ 100



ภาพที่ 4.27 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ป่าไม้ ที่ใช้ค่ามาตราส่วนเท่ากับ 100



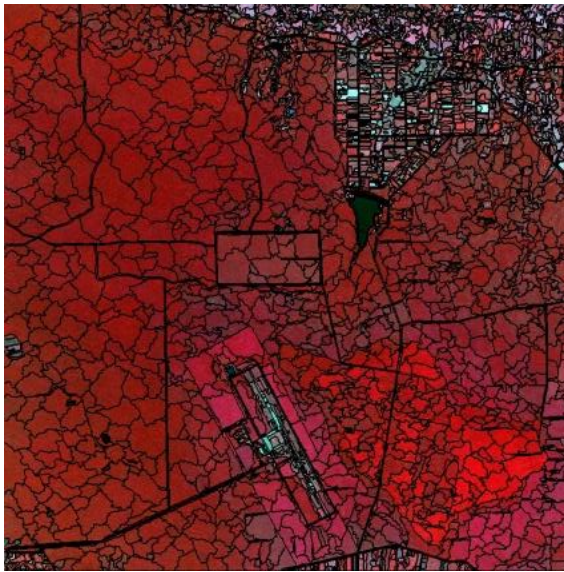




คำมาตรฐานส่วน 4



คำมาตรฐานส่วน 20



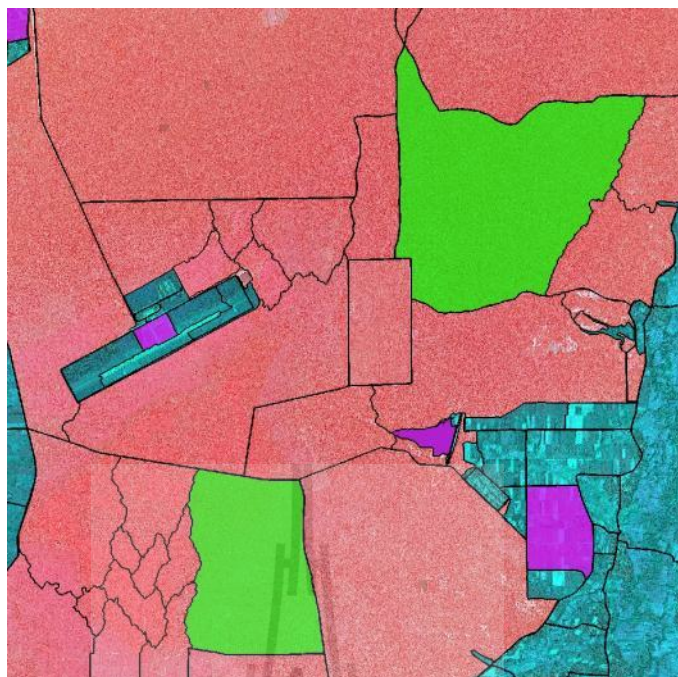
คำมาตรฐานส่วน 10

ภาพที่ 4.28 ผลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ป่าไม้ที่ใช้คำมาตรฐานเท่ากับ 10 20 และ 40

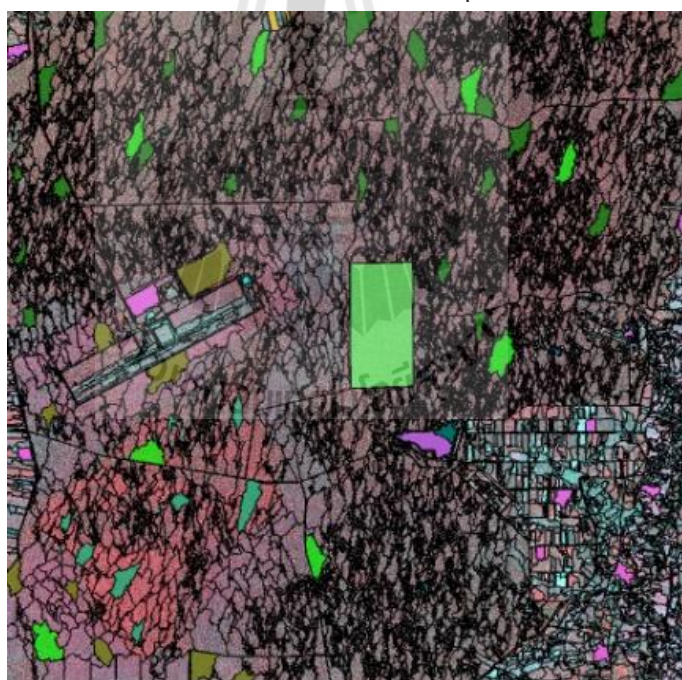


ภาพที่ 4.29 ข้อมูลการใช้ที่ดินของพื้นที่ป่าไม้ ในรูปของเวกเตอร์: (ก) กรมพัฒนาที่ดิน (ข) ข้อมูลภาพจากดาวเทียม

ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้ได้พิจารณาและกำหนดประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษาตามระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 4.7) และพื้นที่ตัวอย่างที่ใช้ในการจำแนกวัตถุภาพจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นสำหรับจำแนกประเภทการใช้ที่ดินในระดับที่ 1 และ 2 จากข้อมูลผลการแบ่งส่วนภาพ แสดงไว้ในภาพที่ ภาพที่ 4.30 และ 4.31 ตามลำดับ สำหรับข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินที่ถูกแปลงเป็นข้อมูลแรสเตอร์ให้มีความละเอียดเท่ากับประเภทข้อมูลภาพที่นำมาใช้งาน 2 ประเภท เพื่อสนับสนุนการจำแนกวัตถุภาพ แสดงไว้ในภาพที่ 4.32



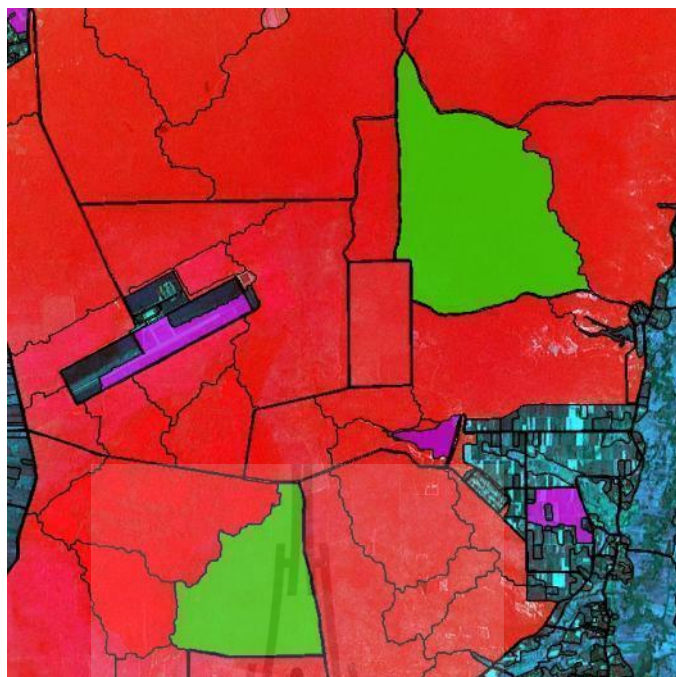
(ก) ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1



(ข) ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2

ภาพที่ 4.30 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้ จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว: (ก) ระดับที่ 1 และ (ข) ระดับที่ 2



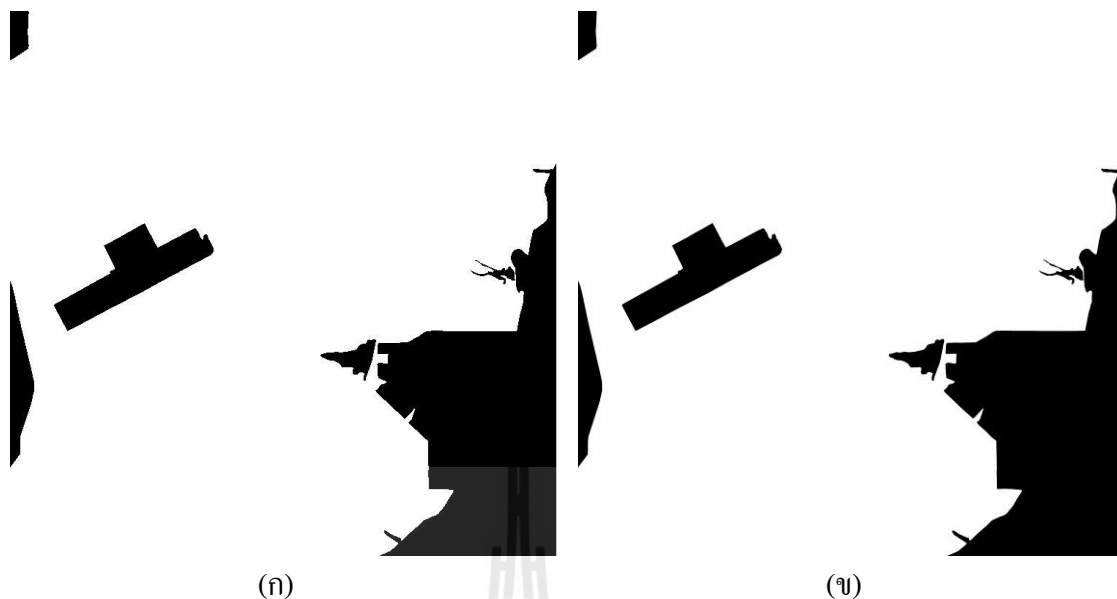


(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.31 พื้นที่ตัวอย่างสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่า  
ไม้ จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น: (ก) ระดับที่ 1 และ (ข) ระดับที่ 2



ภาพที่ 4.32 ข้อมูลเรสเตอร์ของพื้นที่ป่าไม้จากกรมพัฒนาที่ดินที่ใช้สนับสนุนการจำแนกประเภท  
 วัตถุภาพ: (ก) ความละเอียด 2 x 2 เมตร สำหรับใช้กับข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูล  
 ช่วงคลื่นเดี่ยว และ (ข) ความละเอียด 15 x 15 เมตร สำหรับใช้กับข้อมูลหลายช่วงคลื่น

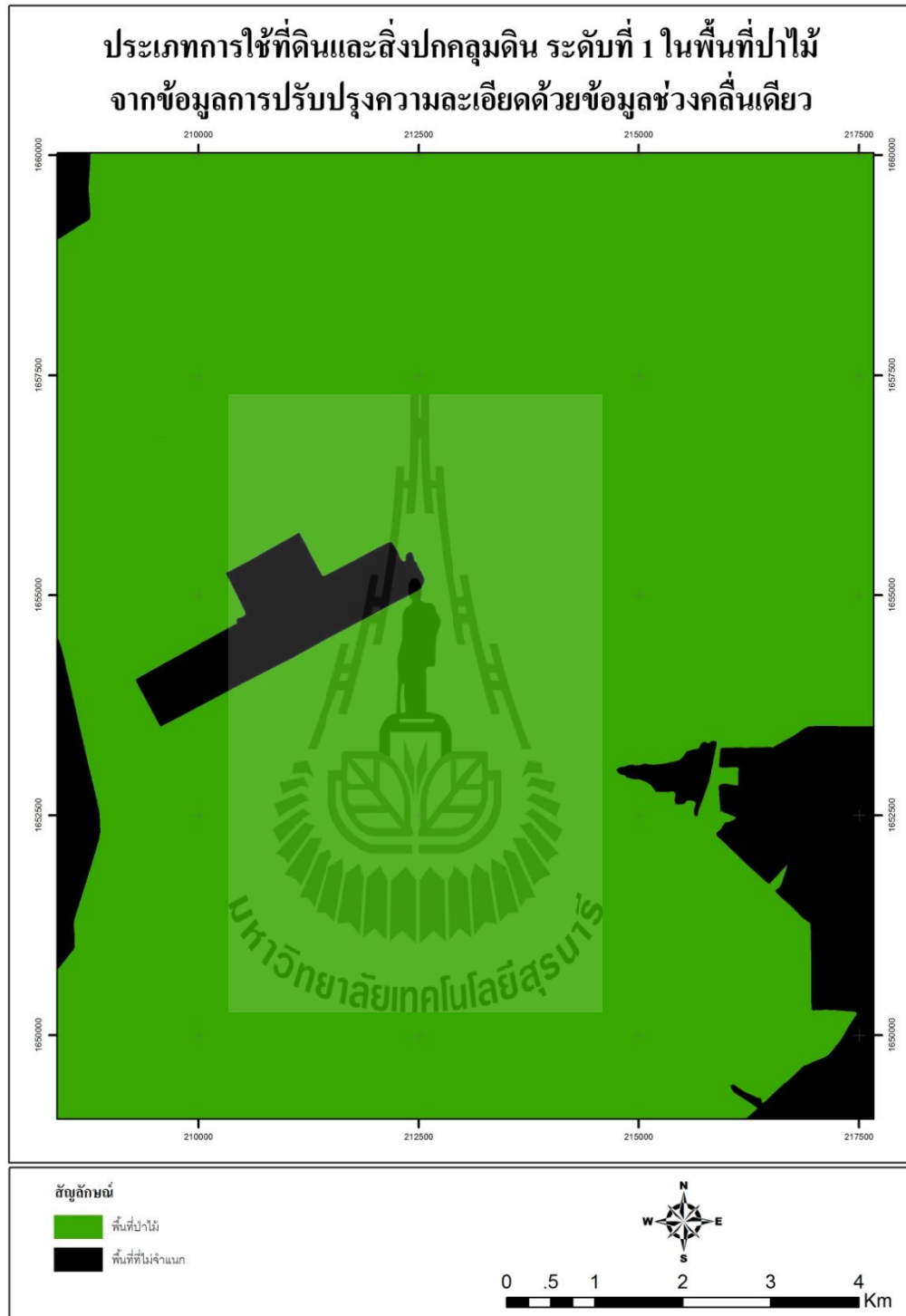
ตารางที่ 4.7 ประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ของพื้นที่ป่าไม้

ประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ของพื้นที่ป่าไม้		
ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	รหัสกรมพัฒนาที่ดิน
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	Closed deciduous Forest	F2-S1
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ	Opened Deciduous Forest	F2-S2
สวนป่า	Forest Plantation	F5
พื้นที่โล่ง	Bare land	M4
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	Urban and built-up area	U
พื้นที่น้ำ	Water Body	W
พื้นที่ที่ไม่จำแนก	Unclassified area	n. a.

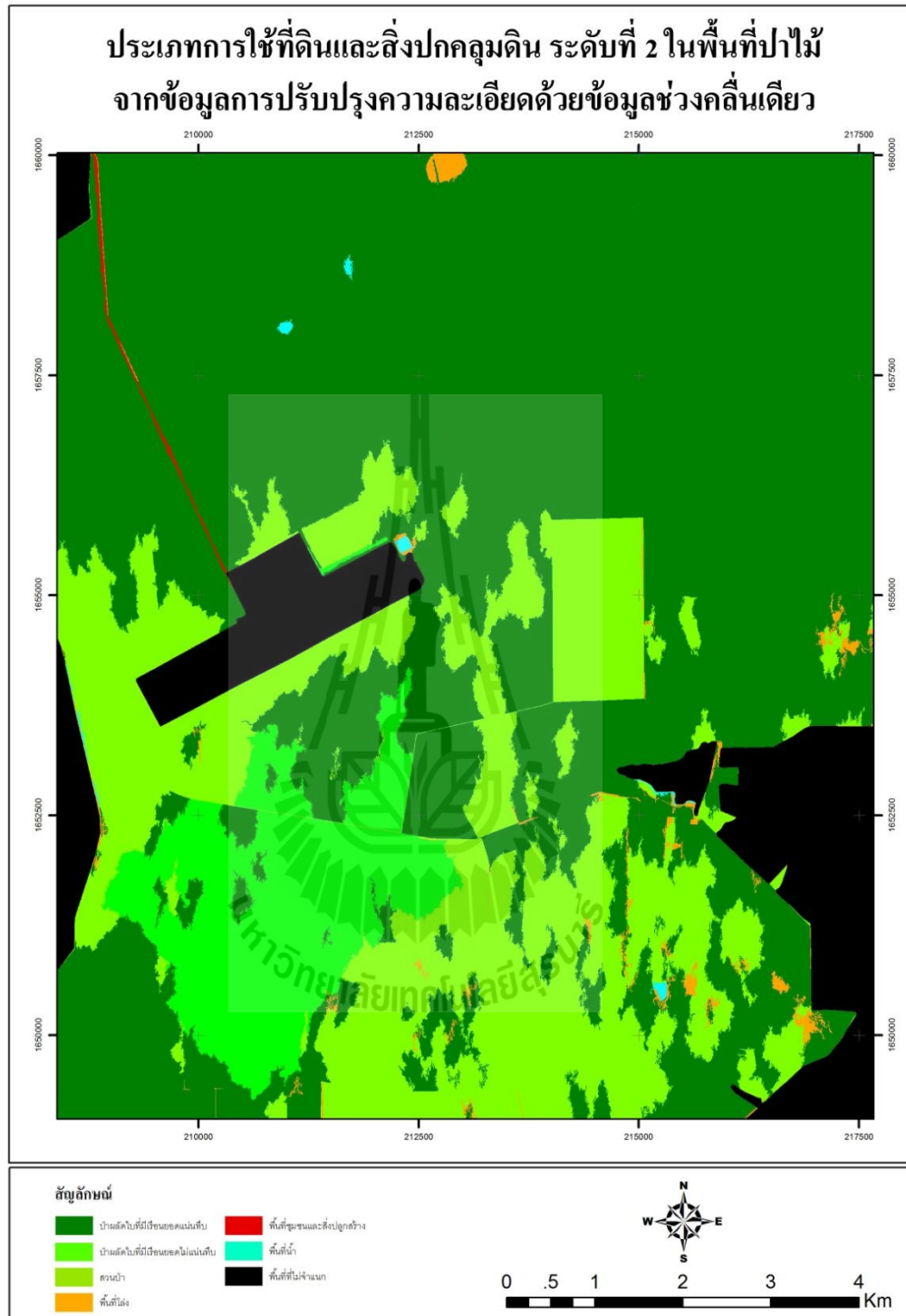
ผลการจำแนกประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 ในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว แสดงไว้ใน ภาพที่ 4.33 และ 4.34 ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกัน ผลการจำแนกประเภทการจำแนกการใช้ที่ดินและ สิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 ในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น แสดงไว้ในภาพที่ 4.35 และ 4.36 ตามลำดับ สำหรับรายละเอียดพื้นที่การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้ที่ได้ จากการจำแนกข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น ในสรุปไว้ในตารางที่ 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ



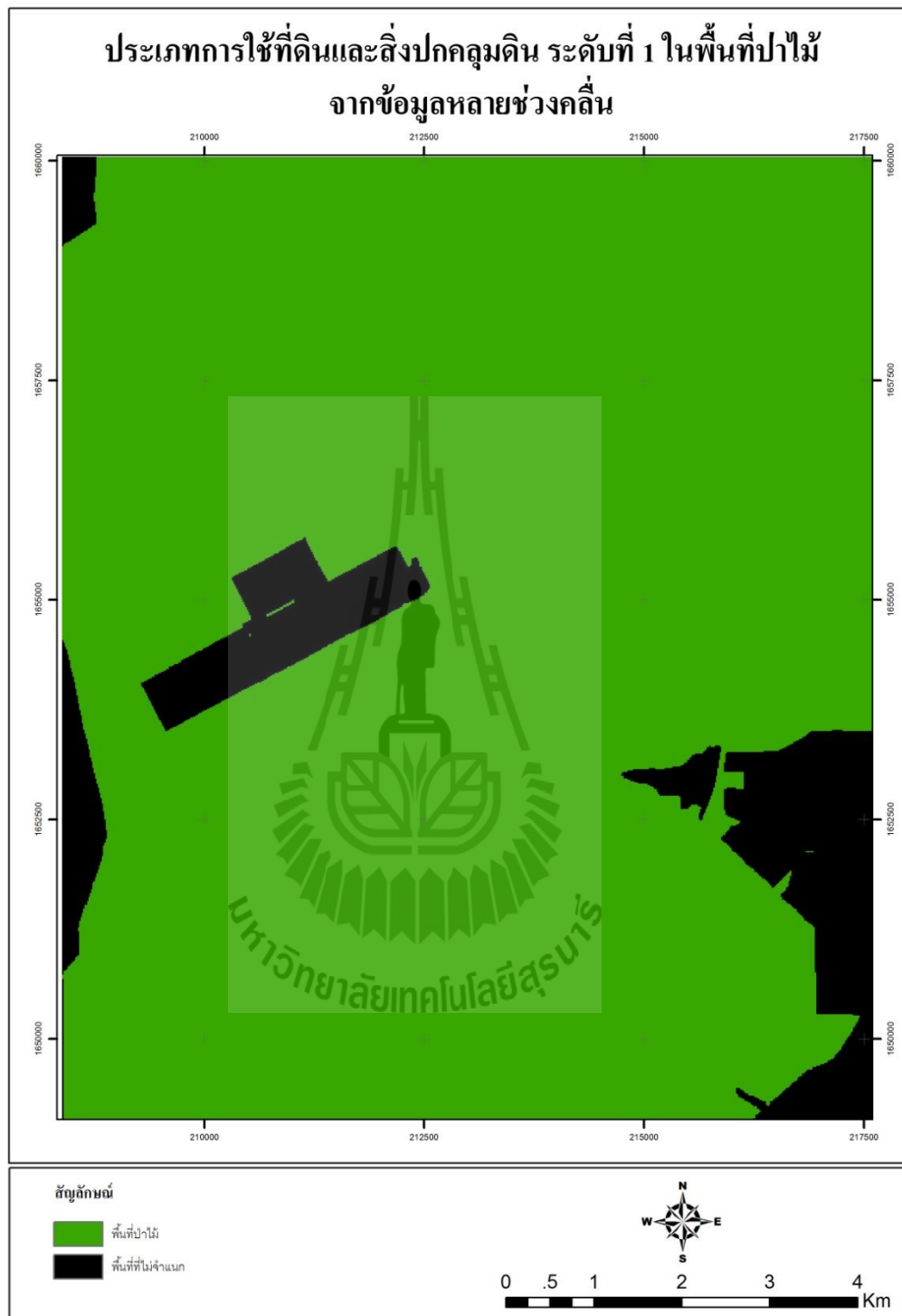




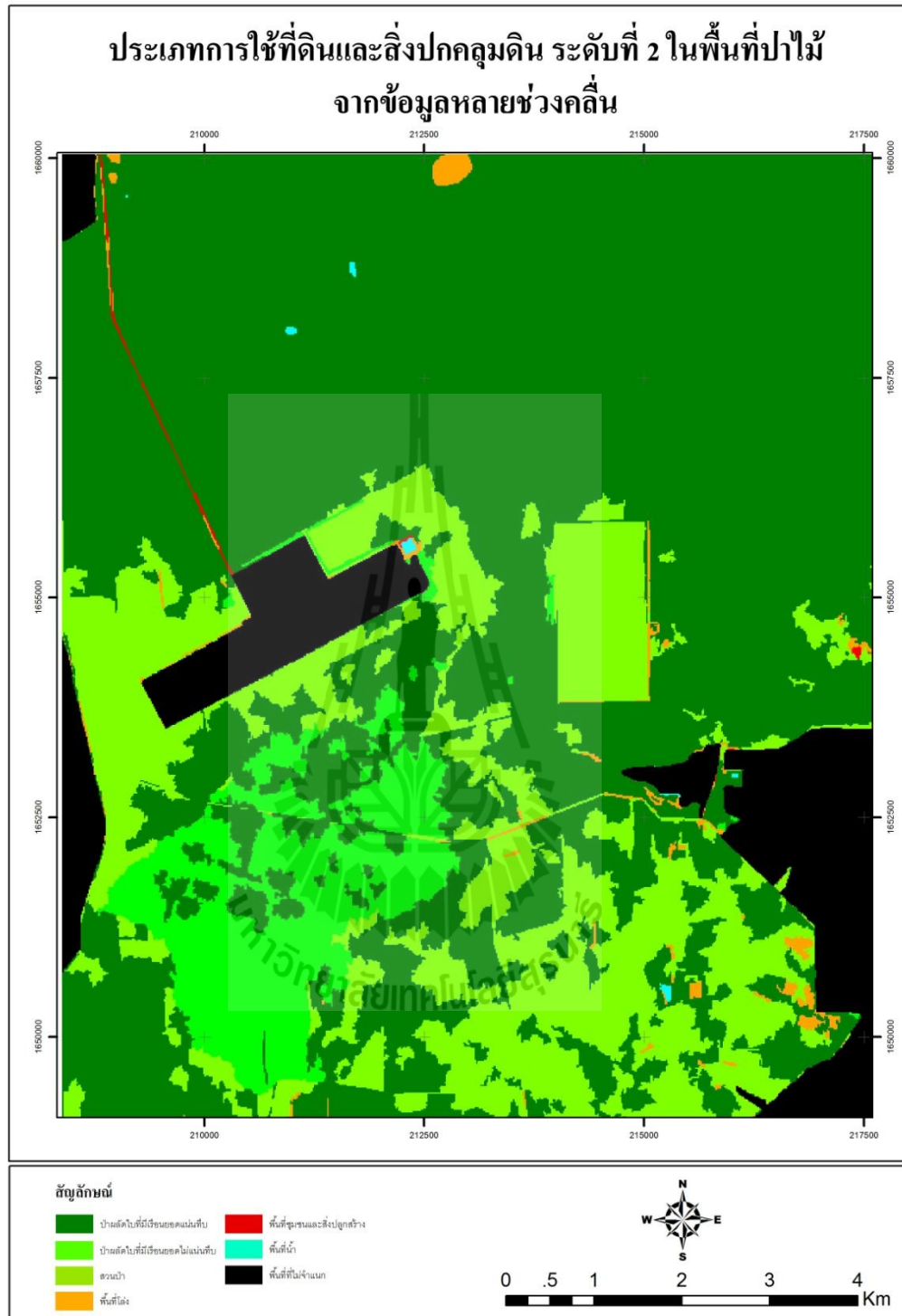
ภาพที่ 4.33 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 ในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว



ภาพที่ 4.34 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว



ภาพที่ 4.35 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 ในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น



ภาพที่ 4.36 ผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ตารางที่ 4.8 พื้นที่และร้อยละของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินระดับที่ 1			การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินระดับที่ 2		
ประเภท	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ	ประเภท	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
พื้นที่ป่าไม้	104.33	83.72	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	71.71	57.55
พื้นที่ที่ไม่จำแนก	20.29	16.28	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ	8.01	6.43
			สวนป่า	23.38	18.76
			พื้นที่โล่ง	0.96	0.77
			พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	0.13	0.10
			พื้นที่น้ำ	0.13	0.11
			พื้นที่ที่ไม่จำแนก	20.29	16.28
รวม	124.61	100.00	รวม	124.61	100.00

ตารางที่ 4.9 พื้นที่และร้อยละของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น

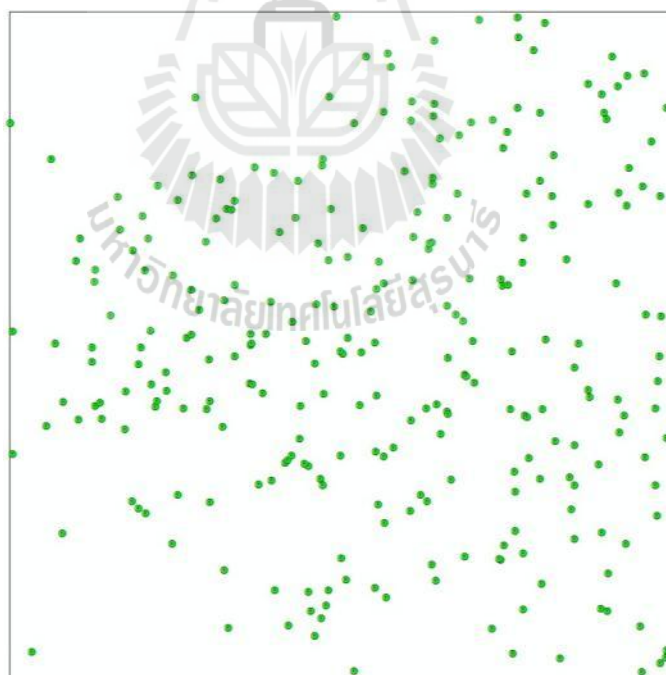
การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินระดับที่ 1			การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินระดับที่ 2		
ประเภท	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ	ประเภท	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
พื้นที่ป่าไม้	104.57	83.62	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	74.60	59.66
พื้นที่ที่ไม่จำแนก	20.48	16.38	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ	7.56	6.05
			สวนป่า	20.99	16.79
			พื้นที่โล่ง	1.19	0.95
			สิ่งปลูกสร้าง	0.13	0.11
			พื้นที่น้ำ	0.08	0.07
			พื้นที่ที่ไม่จำแนก	20.48	16.38
รวม	125.05	100.00	รวม	125.05	100.00

จากผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น โดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ (ตารางที่ 4.8 และ 4.9) ซึ่งเป็นข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออส ที่บันทึกภาพใน พ.ศ. 2551 พบว่า ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินหลัก ระดับที่ 2 ได้แก่ ป่าผลัดใบ (F2) ซึ่งประกอบด้วยป่าผลัดใบ ที่มีเรือนยอดแน่นทึบ (F2-S1) และป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ (F2-S2) และสวนป่า (F5) มีเนื้อที่เท่ากับ 71.71 8.01 และ 23.38 ตร.กม. ตามลำดับ และเท่ากับ 74.60 7.56 และ 20.99 ตร.กม. ตามลำดับ และหากนำไปเปรียบเทียบกับประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 (ตารางที่ 1.3) พบว่า ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยวิธีการเชิงวัตถุสามารถจำแนกประเภทของพื้นที่ป่าไม้ในระดับที่ 2 มีจำนวนมากกว่าประเภทการใช้ที่ดิน ระดับที่ 2 ของกรมพัฒนาที่ดินที่อาศัยการแปลตีความด้วยสายตา และยังสามารถจำแนกรายละเอียดของป่าผลัดใบ ในระดับที่ 3 ซึ่งพิจารณาจากร้อยละของการปกคลุมของเรือนยอด (Percent of crown cover) โดยแบ่งออกเป็นป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ (Closed deciduous forest) ที่มีร้อยละของการปกคลุมของเรือนยอดมากกว่าหรือเท่ากับ 75 และป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ (Opened deciduous forest) ที่มีร้อยละของการปกคลุมของเรือนยอดน้อยกว่า 75 โดยพบว่า จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบมีเนื้อที่เท่ากับ 71.71 และ 74.60 ตร.กม. ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ สวนป่า มีเนื้อที่เท่ากับ 23.38 และ 20.99 ตร.กม. ตามลำดับ และป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ มีเนื้อที่เท่ากับ 8.01 และ 7.56 ตร.กม. ตามลำดับ และในทำนองเดียวกันกับกรณีพื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ที่ได้จากการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุจากข้อมูลสองประเภทมีเนื้อที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าไม้ของกรมพัฒนาที่ดิน โดยพบว่า พื้นที่รวมของพื้นที่ป่าไม้ทุกประเภท จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดจากข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น มีเนื้อที่เท่ากับ 103.10 และ 103.16 ตร.กม. ในขณะที่ พื้นที่รวมของพื้นที่ป่าไม้ทุกประเภทจากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน มีเนื้อที่เท่ากับ 104.30 ตร.กม.

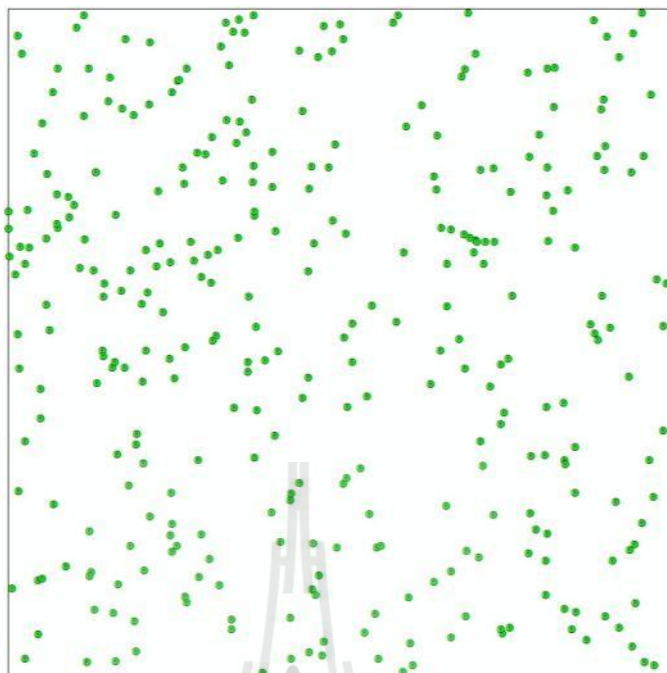


## 4.2 ผลการสำรวจภาคสนามและประเมินความถูกต้อง

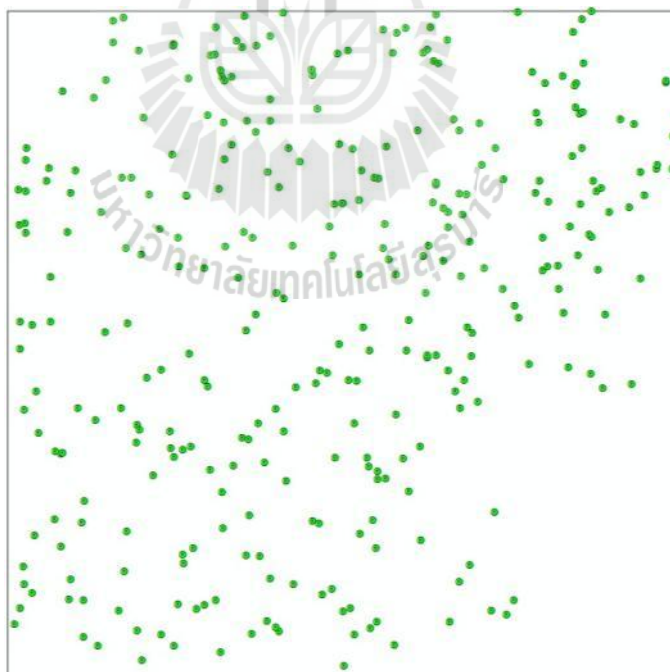
ในการสำรวจภาคสนามที่อาศัยการคำนวณจุดตัวอย่างบนพื้นฐานการแจกแจงแบบอนเนกนามที่พิจารณาสัดส่วนของประชากรในประเภทข้อมูลหลักเข้าใกล้ร้อยละ 50 พบว่า พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 30 50 และ 50 ตามลำดับ และจากกำหนดระดับความเชื่อมั่นเท่ากับร้อยละ 95 และความแม่นยำเท่ากับร้อยละ 5 ที่ต้องการได้รับจากคำนวณจำนวนจุดตัวอย่างของทั้ง 3 พื้นที่ พบว่า จำนวนจุดตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามของพื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ มีค่าเท่ากับ 273 326 และ 320 จุด ตามลำดับ จากนั้น ทำการสุ่มตัวอย่างแบบจำแนกชั้น (Stratified random sampling) ซึ่งมีข้อดีคือ ทุกประเภทข้อมูลไม่ว่าจะมีสัดส่วนต่อพื้นที่ศึกษาบ่อยอย่างไร จะมีตัวอย่างสำหรับการประเมินความผิดพลาด (Congalton and Green, 2009) ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในภาพที่ 4.37 4.38 และ 4.39 ตามลำดับ รายละเอียดของจุดตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจภาคสนามของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ แสดงไว้ในตารางที่ 4.10 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.37 จุดตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามของพื้นที่ชุมชนเมือง



ภาพที่ 4.38 จุดตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามของพื้นที่เกษตรกรรม



ภาพที่ 4.39 จุดตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามของพื้นที่ป่าไม้

**ตารางที่ 4.10** จำนวนจุดตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามของพื้นที่ชุมชนเมือง

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวนจุดสำรวจ
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	29.41	33.06	90
พื้นที่โล่ง	36.34	40.85	111
สวนสาธารณะและต้นไม้	20.74	23.32	64
พื้นที่น้ำ	2.46	2.77	8
รวม	88.95	100.00	273

**ตารางที่ 4.11** จำนวนจุดตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามของพื้นที่เกษตรกรรม

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวนจุดสำรวจ
นาข้าว	55.42	55.22	179
พืชไร่	25.83	25.74	84
ไม้ยืนต้นและไม้ผล	18.75	18.68	61
พื้นที่น้ำ	0.36	0.36	2
รวม	88.95	100.00	326

**ตารางที่ 4.12** จำนวนจุดตัวอย่างในการสำรวจภาคสนามของพื้นที่ป่าไม้

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวนจุดสำรวจ
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	74.60	71.35	227
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ	7.56	7.23	23
สวนป่า	20.99	20.08	64
พื้นที่โล่ง	1.19	1.14	4
สิ่งปลูกสร้าง	0.13	0.12	1
พื้นที่น้ำ	0.08	0.08	1
รวม	104.55	100.00	320

จากนั้น นำผลที่ได้รับจากการสำรวจในภาคสนาม (ดังรายละเอียดในตารางที่ 1-3 ภาคผนวก ก) ไปใช้ประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยวิธีการเชิงวัตถุของพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ โดยมีผลการศึกษา ดังต่อไปนี้

#### 4.2.1 การประเมินความถูกต้องของพื้นที่ชุมชนเมือง

ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวจากจุดตัวอย่างเท่ากับ 273 จุด พบว่า มีความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 71.43 ความถูกต้องของผู้ผลิตมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 64.10 ถึง 80.00 ความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งาน มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 54.95 ถึง 86.21 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับร้อยละ 57.78 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไขของแต่ละประเภทของความถูกต้องของผู้ผลิต มีค่าอยู่ระหว่าง ร้อยละ 47.31 ถึง 79.63 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไขของแต่ละประเภทของความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งาน มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 35.95 ถึง 79.63 ดังรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.13

ในขณะเดียวกัน ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น ให้ผลความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 66.67 ความถูกต้องของผู้ผลิตมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 64.29 ถึง 100.00 ความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งานมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 47.75 ถึง 87.78 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับร้อยละ 50.79 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไขของแต่ละประเภทของความถูกต้องของผู้ผลิต มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 41.75 ถึง 100.00 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไขของแต่ละประเภทของความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งานมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 25.70 ถึง 78.61 ดังรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.14

จากผลการศึกษาที่ได้รับ พบว่า ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวให้ความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาสูงกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่น แต่อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาเปรียบเทียบความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและผู้ใช้งานทั้ง 2 วิธี พบว่า ความถูกต้องของผู้ผลิตของพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างและแหล่งน้ำจากข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีความถูกต้องมากกว่าข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ในทางตรงข้าม ความถูกต้องของผู้ผลิตของพื้นที่โล่งและสวนสาธารณะและต้นไม้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวสูงกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่น ดังรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.13 เมทริกซ์ความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม					
	ข้อมูลจากการจำแนกข้อมูลภาพวัตถุ	U1-U5	M4	U6	W	รวม
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U1-U5)		75	12	0	0	87
พื้นที่โล่ง (M4)		34	61	15	1	111
สวนสาธารณะและต้นไม้ (U6)		8	7	55	0	70
พื้นที่น้ำ (W)		0	1	0	4	5
รวม		117	81	70	5	273

Overall accuracy =  $195/273 = 71.43\%$

Producer's accuracy (Omission error)

U1-U5	=	75/117	=	64.10%	35.90%	omission error
M4	=	61/81	=	75.31%	24.69%	omission error
U6	=	55/70	=	78.57%	21.43%	omission error
W	=	4/5	=	80.00%	20.00%	omission error

User's accuracy (Commission error)

U1-U5	=	75/87	=	86.21%	13.79%	commission error
M4	=	61/111	=	54.95%	45.05%	commission error
U6	=	55/70	=	78.57%	21.43%	commission error
W	=	4/5	=	80.00%	20.00%	commission error

Kappa hat coefficient of agreement = 57.78%

Condition K hat coefficient of agreement

Producer's accuracy

U1-U5	=	47.31%
M4	=	58.39%
U6	=	71.18%
W	=	79.63%

User's accuracy

U1-U5	=	75.86%
M4	=	35.95%
U6	=	71.18%
W	=	79.63%

ตารางที่ 4.14 เมตริกซ์ความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม				
	U1-U5	M4	U6	W	รวม
ข้อมูลจากการจำแนกข้อมูลภาพวัตถุ					
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U1-U5)	79	9	2	0	90
พื้นที่โล่ง (M4)	35	53	23	0	111
สวนสาธารณะและต้นไม้ (U6)	3	16	45	0	64
พื้นที่น้ำ (W)	0	3	0	5	8
รวม	117	81	70	5	273

Overall accuracy =  $182/273 = 66.67\%$

Producer's accuracy (Omission error)

U1-U5	=	79/117	=	67.52%	32.48%	omission error
M4	=	53/81	=	65.43%	34.57%	omission error
U6	=	45/70	=	64.29%	35.71%	omission error
W	=	5/5	=	100.00%	0.00%	omission error

User's accuracy (Commission error)

U1-U5	=	79/90	=	87.78%	12.22%	commission error
M4	=	53/111	=	45.75%	52.25%	commission error
U6	=	45/64	=	70.31%	29.69%	commission error
W	=	5/8	=	62.50%	37.50%	commission error

Kappa hat coefficient of agreement = 50.79%

Condition K hat coefficient of agreement

Producer's accuracy

User's accuracy

U1-U5	=	51.55%	78.61%
M4	=	41.75%	25.70%
U6	=	53.35%	60.08%
W	=	100.00%	61.80%



ตารางที่ 4.15 ผลการเปรียบเทียบการประเมินความถูกต้องในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมืองจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ประเภทการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน	Pansharpening data				Multispectral data			
	PA	UA	KPA	KUA	PA	UA	KPA	KUA
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U1-U5)	64.10	86.21	47.31	75.86	67.52	87.78	51.55	78.61
พื้นที่โล่ง (M4)	75.31	54.95	58.39	35.95	65.43	47.75	41.75	25.70
สวนสาธารณะและต้นไม้ (U6)	78.57	78.57	71.18	71.18	64.29	70.31	53.35	60.08
พื้นที่น้ำ (W)	80.00	80.00	79.63	79.63	100.00	62.50	100.00	61.80
ความถูกต้องโดยรวม			71.43				66.67	
ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา			57.78				50.79	

หมายเหตุ: PA คือ ความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's accuracy)  
 UA คือ ความถูกต้องของผู้ใช้งาน (User's accuracy)  
 KPA คือ ความถูกต้องของผู้ผลิตจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไข  
 KUA คือ ความถูกต้องของผู้ใช้งานจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไข

#### 4.2.2 การประเมินความถูกต้องของพื้นที่เกษตรกรรม

ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว โดยมีจำนวนจุดตัวอย่างเท่ากับ 326 จุด พบว่า ความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 66.87 ความถูกต้องของผู้ผลิตมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 50.00 ถึง 80.77 ความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งาน มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 50.00 ถึง 100.00 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับร้อยละ 48.59 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไขของแต่ละประเภทในลักษณะของความถูกต้องของผู้ผลิต มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 42.49 ถึง 75.06 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไขของแต่ละประเภทของความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งาน มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 34.89 ถึง 100.00 ดังรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.16

ในขณะเดียวกัน ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลหลายช่วงคลื่นให้ผลความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 72.39 ความถูกต้องของผู้ผลิตมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 56.12 ถึง 100.00 ความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งาน มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 52.46 ถึง 100.00 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับร้อยละ 53.96 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไขของแต่ละประเภทในลักษณะของความถูกต้องของผู้ผลิต มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 40.89 ถึง 100.00 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไขของแต่ละประเภทของความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งานมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 43.44 ถึง 100.00 ดังรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.17

จากผลการศึกษาที่ได้รับ พบว่า ข้อมูลหลายช่วงคลื่นให้ความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาสูงกว่าข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว และหากพิจารณาเปรียบเทียบความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและผู้ใช้งานทั้ง 2 วิธี พบว่า ความถูกต้องของผู้ผลิตของพืชไร่และไม้ผลและไม้ยืนต้น และความถูกต้องของผู้ใช้ของนาข้าวจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวมีความถูกต้องสูงกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่น แต่อย่างไรก็ตาม ความถูกต้องของผู้ผลิตสำหรับไม้ผลและไม้ยืนต้นและความถูกต้องของผู้ใช้งานสำหรับนาข้าวจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวสูงกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่น ดังรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.16 เมตริกซ์ความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม				
	A1	A2	A3/A4	W	รวม
ข้อมูลจากการจำแนกข้อมูลภาพวัตถุ					
นาข้าว (A1)	114	13	2	0	129
พืชไร่ (A2)	42	61	8	1	112
ไม้ยืนต้นและไม้ผล (A3/A4)	18	24	42	0	84
พื้นที่น้ำ (W)	0	0	0	1	1
รวม	174	98	52	2	326

Overall accuracy =  $218/326 = 66.87\%$

Producer's accuracy (Omission error)

A1	=	114/174	=	65.52%	34.48%	omission error
A2	=	61/98	=	62.24%	37.76%	omission error
A3/A4	=	42/52	=	80.77%	19.23%	omission error
W	=	1/2	=	50.00%	50.00%	omission error

User's accuracy (Commission error)

A1	=	114/129	=	88.37%	11.63%	commission error
A2	=	61/112	=	54.46%	45.54%	commission error
A3/A4	=	42/84	=	50.00%	50.00%	commission error
W	=	1/1	=	100.00%	0.00%	commission error

Kappa hat coefficient of agreement = 48.59%

Condition K hat coefficient of agreement

Producer's accuracy

A1	=	42.94%
A2	=	42.49%
A3/A4	=	74.09%
W	=	49.85%

User's accuracy

75.06%
34.89%
40.51%
100.00%

ตารางที่ 4.17 เมตริกซ์ความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม				
	A1	A2	A3/A4	W	รวม
ข้อมูลจากการจำแนกข้อมูลภาพวัตถุ					
นาข้าว (A1)	147	25	7	0	179
พืชไร่ (A2)	16	55	13	0	84
ไม้ยืนต้นและไม้ผล (A3/A4)	11	18	32	0	61
พื้นที่น้ำ (W)	0	0	0	2	2
รวม	174	98	52	2	326

$$\text{Overall accuracy} = 236/326 = 72.39\%$$

**Producer's accuracy (Omission error)**

A1	=	147/174	=	84.48%	15.52%	omission error
A2	=	55/98	=	56.12%	43.88%	omission error
A3/A4	=	32/52	=	61.54%	38.46%	omission error
W	=	2/2	=	100.00%	0.00%	omission error

**User's accuracy (Commission error)**

A1	=	147/179	=	82.12%	17.88%	commission error
A2	=	55/84	=	65.48%	34.52%	commission error
A3/A4	=	32/61	=	52.46%	47.54%	commission error
W	=	2/2	=	100.00%	0.00%	commission error

$$\text{Kappa hat coefficient of agreement} = 53.96\%$$

**Condition K hat coefficient of agreement**

**Producer's accuracy**

A1	=	65.59%
A2	=	40.89%
A3/A4	=	52.69%
W	=	100.00%

**User's accuracy**

A1	=	61.66%
A2	=	50.64%
A3/A4	=	43.44%
W	=	100.00%

ตารางที่ 4.18 ผลการเปรียบเทียบการประเมินความถูกต้องในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรมจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ประเภทการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน	Pan-sharpening data				Multispectral data			
	PA	UA	KPA	KUA	PA	UA	KPA	KUA
นาข้าว (A1)	65.52	88.37	42.94	75.06	84.48	82.12	65.59	61.66
พืชไร่ (A2)	62.24	54.46	42.49	34.89	56.12	65.48	40.89	50.64
ไม้ผลและไม้ยืนต้น (A3/A4)	80.77	50.00	74.09	40.51	61.54	52.46	52.69	43.44
แหล่งน้ำ (W)	50.00	100.00	49.85	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
ความถูกต้องโดยรวม			66.87				72.39	
ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา			48.59				53.96	

หมายเหตุ: PA คือ ความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's accuracy)  
 UA คือ ความถูกต้องของผู้ใช้งาน (User's accuracy)  
 KPA คือ ความถูกต้องของผู้ผลิตจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไข  
 KUA คือ ความถูกต้องของผู้ใช้งานจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไข

#### 4.2.3 การประเมินความถูกต้องของพื้นที่ป่าไม้

ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว โดยมีจำนวนจุดตัวอย่างเท่ากับ 318 จุด พบว่า ความถูกต้องโดยรวมมีค่าเท่ากับร้อยละ 91.82 ความถูกต้องของผู้ผลิต มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 78.26 ถึง 100.00 ความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งาน มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 81.82 ถึง 100.00 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับร้อยละ 80.98 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไขของแต่ละประเภทในลักษณะของความถูกต้องของผู้ผลิต มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 76.65 ถึง 100.00 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไขของแต่ละประเภทของความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งาน มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 78.05 ถึง 100.00 ดังรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.19

ในขณะเดียวกัน ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลหลายช่วงคลื่นให้ผลความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 88.99 ความถูกต้องของผู้ผลิตมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 75.41 ถึง 100.00 ความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งาน มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 71.88 ถึง 100.00 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับร้อยละ 74.96 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไขของแต่ละประเภทในลักษณะของความถูกต้องของผู้ผลิต มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 69.21 ถึง 100.00 และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาแบบมีเงื่อนไขของแต่ละประเภทของความถูกต้องสำหรับผู้ใช้งานมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 65.20 ถึง 100.00 ดังรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.20

จากผลการศึกษาที่ได้รับ พบว่า ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวให้ความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาสูงกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่น และหากพิจารณาเปรียบเทียบความถูกต้องของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและผู้ใช้งานทั้ง 2 วิธี พบว่า ความถูกต้องของป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ สวนป่า และพื้นที่โล่งจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวมีความถูกต้องสูงกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่น แต่อย่างไรก็ตาม ความถูกต้องของป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบจากข้อมูลหลายช่วงคลื่นสูงกว่าข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว ในขณะเดียวกัน ความถูกต้องของพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างและแหล่งน้ำจากการจำแนกโดยใช้ข้อมูลทั้งสองประเภทมีค่าเท่ากัน ดังรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 4.21



ตารางที่ 4.19 เมตริกซ์ความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม						
ข้อมูลจากการจำแนกข้อมูลภาพวัตถุ	F2_S1	F2_S2	F5	M4	B	W	รวม
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ (F2-S1)	218	4	9	0	0	0	231
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ (F2-S2)	3	18	1	0	0	0	22
สวนป่า (F5)	10	1	51	0	0	0	62
พื้นที่โล่ง (M4)	0	0	0	3	0	0	3
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U)	0	0	0	0	1	0	1
พื้นที่น้ำ (W)	0	0	0	0	0	1	1
รวม	231	23	61	3	1	1	318

Overall accuracy =  $292/318 = 91.82\%$

Producer's accuracy (Omission error)

F2-S1	=	218/231	=	94.37%	5.63%	omission error
F2-S2	=	18/23	=	78.26%	21.74%	omission error
F5	=	51/61	=	83.61%	16.39%	omission error
M4	=	3/3	=	100.00%	0.00%	omission error
B	=	1/1	=	100.00%	0.00%	omission error
W	=	1/1	=	100.00%	0.00%	omission error

User's accuracy (Commission error)

F2-S1	=	218/231	=	94.37%	5.63%	commission error
F2-S2	=	18/22	=	81.82%	18.18%	commission error
F5	=	51/62	=	82.26%	17.74%	commission error
M4	=	3/3	=	100.00%	0.00%	commission error
B	=	1/1	=	100.00%	0.00%	commission error
W	=	1/1	=	100.00%	0.00%	commission error

Kappa hat coefficient of agreement = 80.98%

Condition K hat coefficient of agreement

Producer's accuracy	User's accuracy
F2-S1 = 79.43%	79.43%
F2-S2 = 76.65%	80.40%
F5 = 79.64%	78.05%
M4 = 100.00%	100.00%
B = 100.00%	100.00%
W = 100.00%	100.00%

ตารางที่ 4.20 เมตริกซ์ความผิดพลาดในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม						รวม
	F2_S1	F2_S2	F5	M4	B	W	
ข้อมูลจากการจำแนกข้อมูลภาพวัตถุ							
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ (F2-S1)	211	2	13	0	0	0	226
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ (F2-S2)	2	21	1	0	0	0	24
สวนป่า (F5)	18	0	46	0	0	0	64
พื้นที่โล่ง (M4)	0	0	1	3	0	0	4
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U)	0	0	0	0	1	0	1
พื้นที่น้ำ (W)	0	0	0	0	0	1	1
รวม	231	23	61	3	1	1	318

Overall accuracy =  $283/318 = 88.99\%$

Producer's accuracy (Omission error)

F2-S1	=	211/231	=	91.34%	8.66%	omission error
F2-S2	=	21/23	=	91.30%	8.70%	omission error
F5	=	46/61	=	75.41%	24.59%	omission error
M4	=	3/3	=	100.00%	0.00%	omission error
B	=	1/1	=	100.00%	0.00%	omission error
W	=	1/1	=	100.00%	0.00%	omission error

User's accuracy (Commission error)

F2_S1	=	211/226	=	93.36%	6.64%	commission error
F2_S2	=	21/24	=	87.50%	12.50%	commission error
F5	=	46/64	=	71.88%	28.13%	commission error
M4	=	3/4	=	75.00%	25.00%	commission error
B	=	1/1	=	100.00%	0.00%	commission error
W	=	1/1	=	100.00%	0.00%	commission error

Kappa hat coefficient of agreement = 74.96%

Condition K hat coefficient of agreement

Producer's accuracy		User's accuracy	
F2_S1	=	70.07%	75.74%
F2_S2	=	90.59%	86.53%
F5	=	69.21%	65.20%
M	=	100.00%	74.76%
B	=	100.00%	100.00%
W	=	100.00%	100.00%

ตารางที่ 4.21 ผลการเปรียบเทียบการประเมินความถูกต้องในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ประเภทการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน	Pan-sharpening Data				Multispectral data			
	PA	UA	KPA	KUA	PA	UA	KPA	KUA
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอด แน่นทึบ (F2-S1)	94.37	94.37	79.43	79.43	91.34	93.36	70.07	75.74
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอด ไม่แน่นทึบ(F2-S2)	78.26	81.82	76.65	80.40	91.30	87.50	90.59	86.53
สวนป่า (F5)	83.61	82.26	79.64	78.05	75.41	71.88	69.21	65.20
พื้นที่โล่ง (M4)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	75.00	100.00	74.76
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
พื้นที่น้ำ (W)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
ความถูกต้องโดยรวม	91.82				88.99			
ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา	80.98				74.96			

จากผลการสำรวจภาคสนามและประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ (พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้) พบว่า ความถูกต้องของการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ต้นแบบ ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ในพื้นที่ป่าไม้มีรูปแบบการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีขอบเขตและรูปร่างชัดเจน และมีการปะปนกันของประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินน้อย (Homogeneous) ให้ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa coefficient) สูงสุด คิดเป็นร้อยละ 91.82 และ 80.89 ตามลำดับ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์แคปปาที่ได้รับแสดงถึงความสอดคล้องระหว่างข้อมูลการจำแนกและข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดินสูง ตามเกณฑ์การแบ่งระดับความถูกต้องของ Landis and Koch (1977) ในขณะที่ พื้นที่ชุมชนเมืองมีแบบรูปการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่หลากหลาย (Heterogeneous) ขอบเขตและรูปร่าง ไม่มีลักษณะเฉพาะของการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ชัดเจน ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาค่าสุด คิดเป็นร้อยละ 71.43 และ 57.78 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาที่ได้รับให้ความสอดคล้องระหว่างข้อมูลการจำแนกและข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดินระดับปานกลาง

นอกจากนี้ หากนำค่าความถูกต้องของการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ต้นแบบไปเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ใช้วิธีการเชิงวัตถุและข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว จากการศึกษาของ Salehi, Zhang, Zhong, and Dey (2012) ที่เริ่มจากการพัฒนาชุดกฎเกณฑ์ (Rule set) สำหรับใช้จำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่ตัวอย่างและนำชุดกฎเกณฑ์ที่ได้ไปใช้ทดสอบกับข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวของดาวเทียม QuickBird และ IKONOS ผลการศึกษาให้ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปา คิดเป็นร้อยละ 91.58 และ 88.00 ตามลำดับ และคิดเป็นร้อยละ 85.60 และ 80.00 ตามลำดับ พบว่า ค่าความถูกต้องของพื้นที่ป่าไม้ให้ค่าความถูกต้องใกล้เคียงกัน ในขณะที่พื้นที่ชุมชนเมืองและพื้นที่เกษตรกรรมให้ค่าความถูกต้องต่ำกว่า

#### 4.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออส

ในการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออสประเภทข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและแบบหลายช่วงคลื่นให้เหมาะสมกับการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ (พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้) ที่พิจารณาจากค่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์แคปปารวมทั้งราคาข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลายช่วงคลื่นสรุปไว้ในตารางที่ 4.22 และรายละเอียดการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออสในแต่ละพื้นที่ต้นแบบ มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.22 การเปรียบเทียบความถูกต้องโดยรวม ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา และราคาของข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ

พื้นที่ต้นแบบ	Pansharpening data			Multispectral data		
	Overall accuracy	Kappa coefficient	Price (Baht)	Overall accuracy	Kappa coefficient	Price (Baht)
พื้นที่ชุมชนเมือง	71.43%	57.78%	10,000	66.67%	50.79%	5,000
พื้นที่เกษตรกรรม	66.87%	48.59%	10,000	72.39%	53.96%	5,000
พื้นที่ป่าไม้	91.82%	80.98%	10,000	88.99%	74.96%	5,000
ค่าเฉลี่ย	76.71%	62.45%	10,000	76.02%	59.90%	5,000

##### 4.3.1 การประเมินความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ชุมชนเมือง

ในการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออสสำหรับพื้นที่ชุมชนเนื่องจากการเปรียบเทียบความถูกต้องโดยรวม ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา และราคาของข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ชุมชนเมือง (ดูตารางที่ 4.22 ประกอบ) พบว่า หากพิจารณาเฉพาะความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวมีความเหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมืองโดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมากกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่น เนื่องจากมีความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาสูงกว่า แต่อย่างไรก็ตาม หากนำราคาข้อมูลภาพมาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ราคาข้อมูลปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว (Pansharpening data) สูงกว่าราคาข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral data) ประมาณหนึ่งเท่าตัว และผลการทดสอบความแตกต่างกันของความถูกต้องจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปาโดยการทดสอบค่า Z (Z score) พบว่า ค่าความถูกต้องที่ได้รับจากข้อมูลทั้ง 2 ประเภท ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 80 90 และ 95 ดังสรุปในตารางที่ 4.23 และรายละเอียดในภาคผนวก ข1 ดังนั้น หากนำราคาข้อมูลและผลการทดสอบค่า Z มาใช้ในการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออส พบว่า ข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีความเหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมืองโดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมากกว่าข้อมูลปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยว เนื่องจากมีราคาถูกกว่าและให้ผลความถูกต้องในการจำแนกไม่แตกต่างกัน

**ตารางที่ 4.23** การวัดค่าการแจกแจงปกติแบบมาตรฐานเพื่อหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความถูกต้องจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและหลายช่วงคลื่นที่ใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมือง

ระดับความเชื่อมั่น (Confidence level)	ค่าวิกฤติ (Critical value)	ค่า Z (Z statistics)
80%	1.28	1.18
90%	1.65	1.18
95%	1.96	1.18

#### 4.3.2 การประเมินความเหมาะสมสำหรับพื้นที่เกษตรกรรม

ในการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้อินพุตความถี่หรือสสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมจากการเปรียบเทียบความถูกต้องโดยรวม ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา และราคาของข้อมูล การปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและหลายช่วงคลื่นของพื้นที่เกษตรกรรม (ดูตารางที่ 4.22 ประกอบ) พบว่า หากพิจารณาเฉพาะความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีความเหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรมโดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมากกว่าข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว เนื่องจากมีความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาสูงกว่า นอกจากนี้ หากนำราคาข้อมูลมาพิจารณาด้วย พบว่า ราคาข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral data) ต่ำกว่า ราคาข้อมูลปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว (Pansharpening data) ประมาณหนึ่งเท่าตัว และผลการทดสอบความแตกต่างกันของความถูกต้องจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปาโดยการทดสอบค่า Z (Z score) พบว่า ค่าความถูกต้องที่ได้รับจากข้อมูลทั้ง 2 ประเภท ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 80 90 และ 95 ดังสรุปในตารางที่ 4.24 และรายละเอียดในภาคผนวก ข2 ดังนั้น หากนำราคาข้อมูลและผลการทดสอบค่า Z มาใช้ในการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้อินพุตความถี่หรือส ข้อมูลหลายช่วงคลื่นจึงมีความเหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรมโดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมากกว่าข้อมูลปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว เนื่องจากมีราคาถูกกว่าและให้ความถูกต้องในการจำแนกดีกว่า

**ตารางที่ 4.24** การวัดค่าการแจกแจงปกติแบบมาตรฐานเพื่อหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความถูกต้องจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและหลายช่วงคลื่นที่ใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรม

ระดับความเชื่อมั่น (Confidence level)	ค่าวิกฤติ (Critical value)	ค่า Z (Z statistics)
80%	1.28	0.95
90%	1.65	0.95
95%	1.96	0.95



### 4.3.2 การประเมินความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ป่าไม้

ในทำนองเดียวกันกับพื้นที่เกษตรกรรม ในการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมหรือสสำหรับพื้นที่ป่าไม้จากการเปรียบเทียบความถูกต้องโดยรวม ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา และราคาของข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและหลายช่วงคลื่นของพื้นที่ป่าไม้ (ดูตารางที่ 4.22 ประกอบ) พบว่า หากพิจารณาเฉพาะความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว มีความเหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้โดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมากกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่น เนื่องจากมีความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาสูงกว่า แต่อย่างไรก็ตาม หากนำราคาข้อมูลมาพิจารณาด้วย พบว่า ราคาข้อมูลปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวสูงกว่าราคาข้อมูลหลายช่วงคลื่นประมาณหนึ่งเท่าตัว และผลการทดสอบความแตกต่างกันของความถูกต้องจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปาโดยการทดสอบค่า Z (Z score) พบว่า ค่าความถูกต้องที่ได้รับจากข้อมูลทั้ง 2 ประเภท ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 80 90 และ 95 ดังสรุปในตารางที่ 4.25 และรายละเอียดในภาคผนวก ข3 ดังนั้น ข้อมูลหลายช่วงคลื่นจึงมีความเหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้โดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมากกว่าข้อมูลปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว เนื่องจากมีราคาถูกลงและให้ผลความถูกต้องในการจำแนกไม่แตกต่างกัน

**ตารางที่ 4.25** การวัดค่าการแจกแจงปกติแบบมาตรฐานเพื่อหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความถูกต้องจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและหลายช่วงคลื่นที่ใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้

ระดับความเชื่อมั่น (Confidence level)	ค่าวิกฤติ (Critical value)	ค่า Z (Z statistics)
80%	1.28	1.12
90%	1.65	1.12
95%	1.96	1.12

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

จากผลการศึกษารูปแบบการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส โดยการจำแนกเชิงวัตถุ ที่มีวัตถุประสงค์คือ (1) เพื่อจำแนกการใช้ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุจากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวและข้อมูลหลายช่วงคลื่นของข้อมูลดาวเทียมธีออสในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ (พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้) พร้อมทำการประเมินความถูกต้อง และ (2) เพื่อประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ประเภทข้อมูลของดาวเทียมธีออสให้เหมาะสมกับการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ต้นแบบ สามารถสรุปผลการศึกษาดังต่อไปนี้

##### 5.1.1 การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยวิธีเชิงวัตถุ

ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ (พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และ พื้นที่ป่าไม้) โดยอาศัยโปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Developer ที่มีขั้นตอนในประมวลผลหลักคือ การแบ่งส่วนข้อมูลภาพและการจำแนกวัตถุภาพ พร้อมประเมินความถูกต้องผลการจำแนกที่ได้รับ สรุปได้ดังนี้

ในการแบ่งส่วนภาพ ที่มีการกำหนดค่าน้ำหนักของสี (Color) เท่ากับ 0.9 รูปร่าง (Shape) เท่ากับ 0.1 ค่าการเกาะกลุ่ม (Compactness) และค่าความราบเรียบ (Smoothness) ของรูปร่างเท่ากับ 0.5 พบว่า ค่ามาตราส่วนที่ใช้ในการกำหนดขนาดของวัตถุสำหรับการแบ่งส่วนข้อมูลภาพสำหรับใช้จำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจาก 2 ประเภทข้อมูลในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ มีค่าแตกต่างกัน โดยพบว่า

(1) **พื้นที่ชุมชนเมือง** มาตราส่วนที่เหมาะสมในการแบ่งส่วนภาพข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 400 และ 40 ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกัน มาตราส่วนที่เหมาะสมในการแบ่งส่วนภาพข้อมูลหลายช่วงคลื่นสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 100 และ 20 ตามลำดับ

(2) **พื้นที่เกษตรกรรม** มาตราส่วนที่เหมาะสมในการแบ่งส่วนภาพข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดี่ยวสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน

และสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 500 และ 60 ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกัน มาตรฐานส่วนที่เหมาะสมในการแบ่งส่วนภาพข้อมูลหลายช่วงคลื่นสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 100 และ 10 ตามลำดับ

(3) **พื้นที่ป่าไม้** มาตรฐานที่เหมาะสมในการแบ่งส่วนภาพข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 400 และ 80 ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกัน มาตรฐานส่วนที่เหมาะสมในการแบ่งส่วนภาพข้อมูลหลายช่วงคลื่นสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 80 และ 10 ตามลำดับ

สำหรับผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยขั้นตอนวิธี Nearest neighbor กับข้อมูลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ ระดับที่ 1 ที่ใช้จำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และข้อมูลการแบ่งส่วนข้อมูลภาพ ระดับที่ 2 ที่ใช้จำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 พบว่า สามารถนำวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมาใช้จำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 1 และ 2 จากข้อมูลภาพดาวเทียม 2 ประเภทในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ ได้จริง แต่จำนวนประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้รับมีความแตกต่างกับประเภทการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน โดยพบว่า

(1) **พื้นที่ชุมชนเมือง** จำนวนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ที่สามารถจำแนกได้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลายช่วงคลื่นประกอบด้วย (1) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งได้แก่ ตัวเมืองและย่านการค้า (U1) หมู่บ้าน (U2) สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ (U3) สถานีกมนาคม (U4) และย่านอุตสาหกรรม (U5) ตามระบบการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2552 และ (2) สวนสาธารณะและต้นไม้ ได้แก่ พื้นที่อื่น ๆ (U6) ตามระบบการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน

(2) **พื้นที่เกษตรกรรม** จำนวนประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ที่สามารถจำแนกได้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลายช่วงคลื่นประกอบด้วย (1) นาข้าว (2) พืชไร่ ซึ่งสอดคล้องกับประเภทการใช้ที่ดินตามระบบการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2552 และ (3) ไม้ยืนต้นและไม้ผล ซึ่งเป็นประเภทการใช้ที่ดินแบบผสมระหว่างไม้ยืนต้น (A3) และไม้ผล (A4)

(3) **พื้นที่ป่าไม้** จำนวนประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 ที่สามารถจำแนกได้จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและข้อมูลหลายช่วงคลื่น ประกอบด้วย (1) ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ (2) ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ และ (3)

สวนป่า ซึ่งสอดคล้องกับประเภทการใช้ที่ดินตามระบบการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2552 ได้แก่ ป่าผลัดใบ (F2) และ สวนป่า (F5)

สำหรับผลการประเมินความถูกต้องการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน 2 ระดับ จาก 2 ประเภทข้อมูลในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ พบว่า ในพื้นที่ชุมชนเมืองค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวให้ค่าสูงกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่น และพบว่า ในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 จากข้อมูลหลายช่วงคลื่นให้ค่าสูงกว่าข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว โดยพบว่า

(1) **พื้นที่ชุมชนเมือง** ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวมีค่าเท่ากับร้อยละ 71.43 และ 57.78 ตามลำดับ ในขณะที่ ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาจากข้อมูลหลายช่วงคลื่น มีค่าเท่ากับร้อยละ 66.67 และ 50.79 ตามลำดับ

(2) **พื้นที่เกษตรกรรม** ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว มีค่าเท่ากับร้อยละ 66.87 และ 48.59 ตามลำดับ ในขณะที่ ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาจากข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีค่าเท่ากับร้อยละ 72.39 และ 53.96 ตามลำดับ

(3) **พื้นที่ป่าไม้** ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของผลการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ระดับที่ 2 จากข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว มีค่าเท่ากับร้อยละ 91.82 และ 80.98 ตามลำดับ ในขณะที่ ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปาจากข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีค่าเท่ากับร้อยละ 88.99 และ 74.96 ตามลำดับ

### 5.1.2 การประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออส

ในการประเมินความเหมาะสมของการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออสประเภทข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวและหลายช่วงคลื่นให้เหมาะสมกับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ต้นแบบ 3 บริเวณ (พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้) ที่พิจารณาจากค่าความถูกต้องโดยรวม และค่าสัมประสิทธิ์แคปปารวมทั้งราคาข้อมูล พบว่า ข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกประเภท

การใช้ที่ดินและสิ่งปลูกคลุมดินโดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุในพื้นที่ต้นแบบทั้ง 3 บริเวณ มากกว่าข้อมูลปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว เนื่องจากให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกไม่แตกต่างกันและมีราคาถูก โดยพบว่า

(1) **พื้นที่ชุมชนเมือง** หากพิจารณาเฉพาะค่าความถูกต้องโดยรวมและสัมประสิทธิ์แคปปา พบว่า ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกคลุมดินโดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมากกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่นแต่อย่างไรก็ตาม หากนำราคาข้อมูลภาพและการทดสอบความแตกต่างกันของความถูกต้องจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปาโดยการทดสอบค่า Z มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกคลุมดินในพื้นที่ชุมชนเมืองโดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมากกว่าข้อมูลปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

(2) **พื้นที่เกษตรกรรม** เมื่อพิจารณาความถูกต้องโดยรวม ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ราคาข้อมูล และการทดสอบความแตกต่างกันของความถูกต้องจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปาโดยการทดสอบค่า Z พบว่า ข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกคลุมดินในพื้นที่เกษตรกรรมโดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมากกว่าข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

(3) **พื้นที่ป่าไม้** หากพิจารณาเฉพาะค่าความถูกต้องโดยรวมและสัมประสิทธิ์แคปปา พบว่า ข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียวมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกคลุมดินโดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมากกว่าข้อมูลหลายช่วงคลื่น แต่อย่างไรก็ตาม หากนำราคาข้อมูลภาพและการทดสอบความแตกต่างกันของความถูกต้องจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปาโดยการทดสอบค่า Z มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้โดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุมากกว่าข้อมูลปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาที่ได้รับในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมหรือออสโดยการจำแนกเชิงวัตถุ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต ดังนี้

(1) ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำคุณสมบัติของวัตถุพื้นฐาน (ค่าการสะท้อนคลื่นแสง ค่าการเกาะกลุ่ม และค่าความราบเรียบของวัตถุ) มาใช้ในการจำแนกเท่านั้น ฉะนั้น ในอนาคตควรพิจารณานำคุณสมบัติของวัตถุอื่น ๆ เช่น รูปลักษณะของรูปร่าง (พื้นที่ ความยาว ความกว้าง สัดส่วนความยาวกับความกว้าง ฯลฯ) ลักษณะลายผิวของวัตถุ (ค่าความแปรปรวน ค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม ค่าสหสัมพันธ์ ค่าเอนโทรปี (Entropy) ค่าความแตกต่าง ค่าความเป็นเอกพันธ์) มาใช้ในการจำแนกในอนาคต

(2) ในการศึกษาครั้งนี้อาศัยโปรแกรมประมวลผลภาพ eCognition Developer ในการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้ขั้นตอนวิธีจุดภาพข้างเคียงใกล้ที่สุด เพียงวิธีการเดียวเท่านั้น ฉะนั้นในอนาคตควรทดลองนำขั้นตอนวิธีจำแนกอื่น เช่น CART and decision tree หรือ การจำแนกจากแบบอิงหลักเกณฑ์ (Rule-based classification) มาใช้ในการจำแนกพร้อมเปรียบเทียบความถูกต้อง

(3) ในการศึกษาที่มีการประเมินความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ข้อมูลดาวเทียมที่เป็นปัจจุบันหรือใกล้เคียงปัจจุบัน เพราะจะส่งผลต่อค่าความถูกต้องที่ได้รับจากการศึกษา ทั้งนี้ เนื่องจากการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้การตรวจสอบความถูกต้องทางภาคสนามมีความยุ่งยาก





เอกสารอ้างอิง

## เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. (2552). **การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน**. ส่วนวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2552ก). **ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ**. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2552ข). **คู่มือผู้ใช้ข้อมูลดาวเทียมธีออส (THEOS)** [ออนไลน์]. ได้จาก: [http://www.gistda.or.th/gistda\\_n/index.php/component/docman/doc\\_download/128-](http://www.gistda.or.th/gistda_n/index.php/component/docman/doc_download/128-)
- ศุภลักษณ์ หน้อยสุขะ. (2552). **การจำแนกพื้นที่ไร่มนเวียนด้วยวิธีการเชิงวัตถุ** [ออนไลน์]. ได้จาก: [http://library.cmu.ac.th/digital\\_collection/theses/fulltext.php?id=20684#](http://library.cmu.ac.th/digital_collection/theses/fulltext.php?id=20684#).
- Baatz, M. and Schape A. (2000). **Multiresolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation** [On-line]. Available: [http://www.ecognition.cc/download/baatz\\_schaepe.pdf](http://www.ecognition.cc/download/baatz_schaepe.pdf).
- Clark Labs. (2009). **Segmentation and Segment-Based Classification**. Clark Labs.
- Congalton, R. G. and Green, K. (2009). **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices**. CRC Press Taylor&Francis Group.
- Definiens AG. (2007). **Definiens Developer 7 User Guide**. Definiens AG.
- De Jong, S. M. and Van der Meer, F. D. (2004). **Remote Sensing Image Analysis: Including the Spatial Domain**. Kluwer Academic Publishers.
- Ecognition Developer. (2011). **Training Manual ecognition developer**. Ecognition.
- Erdas Imagine. (2006). **Tour Guide**. Leica Geosystems Geospatial Imaging.
- Gao, Y. and Mas, J.F. (2006). **A comparison of the performance of pixel-based and**

**object- based classifications over images with various spatial resolutions**

[On-line]. Available: [http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/4-C1/Session/Session1/6589\\_Y\\_Gao\\_Proc\\_pap.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/4-C1/Session/Session1/6589_Y_Gao_Proc_pap.pdf).

GISTDA. (2013). รายการและราคาข้อมูลจากดาวเทียมธีออส [ออนไลน์]. ได้จาก: [http://www.gistda.or.th/gistda\\_n/dmdocuments/u-price-theos-20101118.pdf](http://www.gistda.or.th/gistda_n/dmdocuments/u-price-theos-20101118.pdf)

Herold, M., Guenther, S. and Clarke, K. C. (2006). **Mapping urban areas in the**

**Santa Barbara South Coast using Ikonos data and Definiens eCognition**

[On-line]. Available: <http://www.ecognition.com/document/mapping-urban-areas-santa-barbara-south-coast-using-ikonos-data-and-definiens-ecognition.pdf>.

Jensen, J. R. (2005). **Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective**. New Jersey: Practice Hall.

Jensen, J. R. (2006). **Introductory Digital Image Processing**. Prentice Hall.

Landis, J. and Koch, G. (1977). **The measurement of observer agreement for categorical data**. Biometrics. 33: 159-174.

Meinel, G. and Neubert, M. (2002). **A comparison of segmentation programs for high resolution remote sensing data** [On-line]. Available: [https://sharepoint.ngdc.wvu.edu/sites/digital\\_soils/Remote%20Sensing/References/comparison\\_of\\_image\\_segmentation\\_software.pdf](https://sharepoint.ngdc.wvu.edu/sites/digital_soils/Remote%20Sensing/References/comparison_of_image_segmentation_software.pdf).

Mittelberg, B. (2006). **Pixel vs. Object: A method comparison for analysing urban areas with VHR data**. [On-line]. Available: <http://www.ecognition.com/document/pixel-vs-object-method-comparison-analysing-urban-areas-vhr-data.pdf>.

Myint, S. W., Gober P., Brazel, A., Grossman-Clarke, S. and Weng, Q. (2011). **Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high**

- spatial resolution imagery.** Remote Sensing of Environment (2011)  
doi:10.1016/j.rse.2010.12.017.
- Navulur, K. (2007). **Multispectral Image Analysis Using The Object-Oriented Paradigm.**Taylor & Francis Group.
- Özsakabaşı, F. (2008). **Classification of forest areas by k nearest neighbor method : case study, Antalya** [On-line]. Available: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12609548/index.pdf>.
- Ranasinghe, A. (2008). **Multiscale segmentation techniques in object oriented image analysis** [On-line]. Available: <http://www.a-a-r-s.org/acrs/proceeding/ACRS2008/Papers/TS%2016.7.pdf>.
- Salehi, B., Zhang, Y., Zhongand, M. and Dey, V. 2012. **Object-Based Classification of Urban Areas Using VHR Imagery and Height Points Ancillary Data.** Remote Sensing: (4): 2256-2276.
- Stathaki, T. (Ed.). (2008). **Image Fusion: Algorithms and Applications.** Academic Press.
- van der Sande,C. J., de Jong, S. M., and A. P. J. de Rooc Van der Sande, C. (2003). **IKONOS imagery classified with Definiens eCognition for a flood damage assessment** [On-line]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.201.7547&rep=rep1&type=pdf>



ภาคผนวก ก

ข้อมูลการสำรวจภาคสนามสำหรับการประเมินความถูกต้อง

ก.1 ข้อมูลการสำรวจภาคสนามสำหรับการประเมินความถูกต้อง

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่ชุมชนเมือง

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
1	180081	1658941	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
2	180126	1655461	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
3	180126	1653421	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
4	180441	1650106	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ	พื้นที่โล่ง
5	180681	1653886	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
6	180771	1658341	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่น้ำ
7	180831	1655266	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
8	180951	1652086	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
9	180966	1654291	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
10	181176	1656646	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
11	181221	1653991	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
12	181251	1657021	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
13	181446	1654951	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง
14	181446	1655191	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
15	181491	1656301	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
16	181506	1654216	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
17	181506	1656496	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
18	181581	1654276	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
19	181611	1654006	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
20	181761	1655731	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
21	181881	1657711	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
22	181911	1657171	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
23	182001	1653826	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
24	182016	1654456	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
25	182121	1652626	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง





ตารางที่ ก.1 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่ชุมชนเมือง (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
61	183651	1655986	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
62	183696	1657516	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
63	183726	1650511	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
64	183771	1657501	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
65	183831	1655056	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง
66	183831	1656241	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
67	183831	1657651	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
68	184086	1654591	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
69	184101	1655236	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
70	184101	1655431	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
71	184116	1655266	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
72	184131	1654576	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
73	184161	1658206	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
74	184236	1652911	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
75	184296	1654441	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง
76	184356	1655431	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	สวนสาธารณะและต้นไม้
77	184431	1655956	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
78	184446	1652971	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
79	184491	1658116	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง
80	184506	1651141	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
81	184581	1657126	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
82	184671	1653271	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
83	184716	1653316	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
84	184731	1650556	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
85	184776	1653391	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
86	184791	1655626	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	สวนสาธารณะและต้นไม้
87	184851	1657366	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
88	184881	1657981	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
89	184911	1653676	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
90	184926	1654216	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
91	185001	1653256	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
92	185016	1655311	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
93	185061	1653211	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
94	185061	1651111	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
95	185106	1650796	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่ชุมชนเมือง (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
96	185166	1650376	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
97	185166	1654936	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
98	185196	1655926	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
99	185226	1656931	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
100	185256	1653001	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
101	185271	1650676	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
102	185286	1658236	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
103	185301	1652896	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
104	185301	1658341	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
105	185316	1654426	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
106	185361	1650886	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
107	185391	1651141	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
108	185391	1656661	พื้นที่โล่ง	พื้นที่น้ำ	พื้นที่โล่ง
109	185406	1659391	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
110	185436	1657516	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
111	185496	1655881	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
112	185526	1660726	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
113	185601	1655131	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
114	185601	1653391	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
115	185616	1651681	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
116	185631	1655086	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
117	185691	1651321	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
118	185721	1655356	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
119	185721	1656706	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
120	185826	1649791	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
121	185826	1658941	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
122	185916	1654231	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
123	185946	1655116	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
124	185976	1657186	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	สวนสาธารณะและต้นไม้
125	186021	1660051	พื้นที่น้ำ	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	สวนสาธารณะและต้นไม้
126	186111	1655806	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
127	186171	1655281	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
128	186171	1651186	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
129	186186	1653451	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
130	186201	1654396	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้



ตารางที่ ก.1 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่ชุมชนเมือง (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
166	187371	1654126	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
167	187371	1655896	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
168	187371	1657366	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
169	187386	1654081	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
170	187386	1655026	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
171	187446	1652986	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
172	187521	1655746	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ
173	187551	1657771	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
174	187581	1658746	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
175	187641	1655641	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
176	187671	1654741	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
177	187671	1651711	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
178	187701	1654711	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	สวนสาธารณะและต้นไม้
179	187746	1656346	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
180	187776	1658956	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
181	187806	1655311	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
182	187836	1654606	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
183	187911	1660666	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
184	188121	1650496	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
185	188136	1659001	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
186	188241	1651666	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
187	188271	1656331	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
188	188271	1651651	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
189	188301	1656226	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
190	188316	1658536	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง
191	188331	1651891	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
192	188376	1658791	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
193	188391	1656241	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ
194	188436	1654171	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
195	188466	1655131	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
196	188481	1650091	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
197	188496	1653121	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
198	188511	1652791	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
199	188511	1652131	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
200	188556	1660711	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ





ตารางที่ ก.1 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่ชุมชนเมือง (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
236	189906	1653241	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
237	189951	1650841	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
238	189966	1652101	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
239	189966	1659421	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
240	189996	1659121	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
241	190041	1659016	พื้นที่โล่ง	พื้นที่น้ำ	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
242	190056	1650796	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ
243	190071	1651426	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
244	190131	1660051	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง
245	190206	1656271	พื้นที่โล่ง	พื้นที่น้ำ	พื้นที่โล่ง
246	190221	1659556	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง
247	190221	1654321	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
248	190236	1657786	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
249	190251	1653781	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
250	190341	1654066	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
251	190356	1651921	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง
252	190371	1657561	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
253	190386	1659736	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
254	190416	1658191	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
255	190596	1650541	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
256	190626	1649776	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
257	190641	1657891	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง
258	190671	1659781	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
259	190686	1653361	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	สวนสาธารณะและต้นไม้
260	190701	1655746	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง
261	190791	1658641	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
262	190851	1654186	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง
263	190851	1652896	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
264	190881	1652386	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้	สวนสาธารณะและต้นไม้
265	190896	1654636	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
266	190926	1655056	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
267	190941	1657726	สวนสาธารณะและต้นไม้	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
268	190941	1649926	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
269	190956	1655716	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
270	191031	1650016	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่ชุมชนเมือง (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
271	191046	1659196	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง
272	191046	1653691	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
273	191046	1650136	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง	พื้นที่โล่ง



ตารางที่ ก.2 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่เกษตรกรรม

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
1	171574	1627093	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	ไม่ย่นต้นและไม้ผล
2	171979	1623763	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	นาข้าว	ไม่ย่นต้นและไม้ผล
3	173344	1624348	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
4	172609	1631038	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
5	169804	1629793	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
6	173974	1632478	นาข้าว	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	นาข้าว
7	169594	1630168	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
8	175459	1631308	พืชไร่	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	พืชไร่
9	179539	1625713	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
10	168784	1629598	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
11	174889	1628308	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
12	173719	1631563	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
13	178879	1627933	นาข้าว	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	นาข้าว
14	171034	1627033	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
15	173719	1626763	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
16	175984	1631158	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
17	169009	1632523	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	ไม่ย่นต้นและไม้ผล
18	172024	1624468	พืชไร่	นาข้าว	พืชไร่
19	170224	1623208	พืชไร่	พืชไร่	ไม่ย่นต้นและไม้ผล
20	171064	1623868	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
21	169984	1628938	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
22	177079	1622818	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
23	172909	1629808	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
24	178669	1630813	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
25	171514	1625173	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
26	173809	1628878	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
27	173824	1622503	พืชไร่	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	พืชไร่
28	178789	1630588	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	พืชไร่
29	176209	1623853	พืชไร่	นาข้าว	พืชไร่
30	174454	1625413	นาข้าว	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	ไม่ย่นต้นและไม้ผล
31	177244	1628473	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
32	176929	1630603	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
33	177529	1630798	นาข้าว	ไม่ย่นต้นและไม้ผล	ไม่ย่นต้นและไม้ผล

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่เกษตรกรรม (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
34	173089	1627393	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
35	178834	1632808	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
36	173914	1629343	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
37	177049	1626328	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
38	177499	1632208	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
39	178984	1625023	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
40	179569	1631848	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
41	171619	1632073	พื้นที่น้ำ	พืชไร่	พื้นที่น้ำ
42	177214	1630213	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
43	170254	1630543	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
44	170044	1633168	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
45	170824	1628893	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
46	174559	1628008	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
47	172444	1631413	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
48	170044	1631488	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
49	179779	1627963	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่	พืชไร่
50	170749	1632778	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
51	170359	1627558	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
52	173824	1630273	นาข้าว	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
53	172294	1629238	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
54	174994	1622398	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
55	173509	1625053	พืชไร่	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
56	176449	1627258	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
57	176149	1628293	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
58	173509	1623073	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
59	172894	1633168	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
60	170059	1629418	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
61	168979	1629298	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
62	172669	1631383	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
63	172189	1628698	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
64	174934	1623148	พืชไร่	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
65	170374	1627453	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
66	169069	1629013	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่เกษตรกรรม (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
67	178114	1625713	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
68	174289	1624258	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
69	170389	1628683	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
70	171379	1628203	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
71	175924	1623673	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
72	175864	1626988	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
73	170674	1628548	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
74	173659	1632583	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
75	170539	1623163	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
76	172264	1627798	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
77	169924	1632958	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
78	172894	1630648	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
79	171529	1624648	พืชไร่	นาข้าว	นาข้าว
80	175504	1623418	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
81	171049	1625668	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
82	176464	1623103	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
83	177199	1622908	นาข้าว	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	นาข้าว
84	170809	1625293	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ	พื้นที่น้ำ
85	172384	1630408	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
86	178294	1629283	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
87	171649	1632088	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
88	173524	1625158	พืชไร่	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
89	176629	1632523	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
90	176479	1624198	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
91	176869	1626958	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
92	177829	1630618	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่	พืชไร่
93	176929	1624798	นาข้าว	นาข้าว	พืชไร่
94	171529	1624183	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
95	179614	1625098	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
96	170929	1622518	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
97	175294	1628038	นาข้าว	นาข้าว	พืชไร่
98	169609	1629613	นาข้าว	นาข้าว	พืชไร่
99	171529	1631878	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่เกษตรกรรม (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
100	178294	1625938	นาข้าว	ไม่มีต้นและไม้ผล	พืชไร่
101	169429	1630513	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล
102	177799	1624033	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
103	176629	1629403	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
104	169279	1622803	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
105	171739	1630348	นาข้าว	ไม่มีต้นและไม้ผล	พืชไร่
106	171769	1623343	พืชไร่	พืชไร่	ไม่มีต้นและไม้ผล
107	178234	1622878	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล
108	175234	1633048	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
109	172564	1626598	พืชไร่	ไม่มีต้นและไม้ผล	พืชไร่
110	179314	1623328	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
111	177694	1631173	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
112	173314	1627543	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
113	170689	1631608	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
114	171094	1627558	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
115	168934	1632823	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล
116	169414	1629433	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
117	175714	1631668	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
118	173524	1622398	พืชไร่	ไม่มีต้นและไม้ผล	พืชไร่
119	172159	1624063	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
120	179779	1626208	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล
121	172024	1628788	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล
122	170584	1622353	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
123	176944	1629373	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
124	178609	1633093	พืชไร่	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล
125	172354	1632643	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล
126	170149	1624528	ไม่มีต้นและไม้ผล	นาข้าว	นาข้าว
127	177109	1626508	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
128	174409	1632778	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
129	172879	1630378	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
130	172324	1623628	พืชไร่	พืชไร่	ไม่มีต้นและไม้ผล
131	169219	1630858	ไม่มีต้นและไม้ผล	ไม่มีต้นและไม้ผล	นาข้าว
132	171964	1625713	นาข้าว	นาข้าว	ไม่มีต้นและไม้ผล

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่เกษตรกรรม (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
133	170524	1627273	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
134	171289	1630228	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
135	171484	1627423	นาข้าว	พืชไร่	ไม่ย่นคันและไม้ผล
136	172804	1627198	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
137	168784	1629883	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
138	173194	1624843	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
139	175324	1633168	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
140	175969	1630258	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
141	174964	1624258	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
142	177829	1624483	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
143	172819	1628458	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
144	177634	1624558	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
145	169549	1624978	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล
146	176209	1622743	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
147	179029	1632478	นาข้าว	นาข้าว	พืชไร่
148	170494	1632133	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
149	169609	1632283	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
150	170569	1627363	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
151	174154	1630618	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
152	169069	1622398	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล
153	175564	1622278	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
154	179659	1628743	นาข้าว	พืชไร่	ไม่ย่นคันและไม้ผล
155	173044	1622158	ไม่ย่นคันและไม้ผล	พืชไร่	นาข้าว
156	172654	1633108	พืชไร่	ไม่ย่นคันและไม้ผล	นาข้าว
157	176524	1629448	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
158	174229	1629733	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
159	170629	1623643	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
160	177544	1624828	นาข้าว	พืชไร่	พืชไร่
161	171139	1631683	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
162	170614	1625818	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
163	177934	1631638	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
164	176494	1633213	พืชไร่	ไม่ย่นคันและไม้ผล	พืชไร่
165	177049	1627318	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว



ตารางที่ ก.2 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่เกษตรกรรม (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
166	175534	1622653	พืชไร่	พืชไร่	ไม่ยืนต้นและไม่ผล
167	174409	1625323	พืชไร่	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	ไม่ยืนต้นและไม่ผล
168	173884	1623553	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
169	170899	1623028	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
170	179269	1632868	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
171	179029	1622908	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	ไม่ยืนต้นและไม่ผล
172	170179	1623838	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	พืชไร่	พืชไร่
173	171499	1629028	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	พืชไร่
174	170269	1627003	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
175	173809	1627108	นาข้าว	นาข้าว	พืชไร่
176	178549	1627993	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
177	172219	1627723	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
178	170884	1631503	พืชไร่	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	นาข้าว
179	174049	1622443	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
180	172534	1623043	พืชไร่	พืชไร่	ไม่ยืนต้นและไม่ผล
181	174754	1622833	พืชไร่	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	พืชไร่
182	174079	1632988	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
183	176449	1632268	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
184	172549	1632898	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	ไม่ยืนต้นและไม่ผล
185	173269	1629553	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
186	169099	1629913	พืชไร่	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	พืชไร่
187	178744	1628473	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
188	170584	1629823	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
189	170824	1624288	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
190	173209	1630888	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
191	173989	1623793	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
192	172204	1631128	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
193	179299	1624303	พืชไร่	นาข้าว	พืชไร่
194	178309	1623178	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	พืชไร่
195	177919	1629898	นาข้าว	นาข้าว	พืชไร่
196	177559	1625788	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
197	179194	1627123	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	ไม่ยืนต้นและไม่ผล	ไม่ยืนต้นและไม่ผล
198	170374	1628458	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่เกษตรกรรม (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
199	178114	1623223	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
200	168949	1625203	พืชไร่	นาข้าว	นาข้าว
201	169354	1631368	พืชไร่	นาข้าว	ไม่ย่นคันและไม้ผล
202	169324	1626418	นาข้าว	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล
203	169324	1626913	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
204	177844	1629388	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
205	179419	1624663	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
206	176674	1624093	พืชไร่	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล
207	173209	1630288	พืชไร่	นาข้าว	พืชไร่
208	171319	1629343	นาข้าว	ไม่ย่นคันและไม้ผล	พืชไร่
209	172744	1632883	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล
210	171019	1628338	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
211	170734	1627273	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
212	168844	1623568	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
213	169594	1629673	พืชไร่	นาข้าว	พืชไร่
214	172909	1629883	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
215	178624	1627843	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
216	171949	1630873	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
217	174439	1629508	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
218	176599	1629193	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
219	168934	1627828	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
220	178684	1627738	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
221	170104	1622338	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
222	177784	1625803	นาข้าว	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล
223	178489	1622713	พืชไร่	ไม่ย่นคันและไม้ผล	พืชไร่
224	171754	1627603	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
225	176389	1632148	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
226	171154	1624768	พืชไร่	พืชไร่	ไม่ย่นคันและไม้ผล
227	172534	1622878	พืชไร่	พืชไร่	ไม่ย่นคันและไม้ผล
228	177829	1632283	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล
229	169414	1628323	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
230	179464	1622338	ไม่ย่นคันและไม้ผล	พืชไร่	นาข้าว
231	171154	1632718	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่เกษตรกรรม (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
232	177814	1630153	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
233	179824	1628683	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
234	171769	1632283	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
235	172429	1633048	พืชไร่	นาข้าว	นาข้าว
236	172804	1627363	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
237	169069	1626028	นาข้าว	พืชไร่	พืชไร่
238	172864	1631758	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
239	173254	1626133	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
240	168799	1629133	พืชไร่	นาข้าว	นาข้าว
241	170929	1625983	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
242	179209	1624213	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
243	169744	1623943	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
244	174274	1631008	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
245	176044	1629613	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
246	176704	1626028	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
247	178174	1630243	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
248	172639	1629448	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
249	174214	1632568	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
250	171709	1630618	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
251	179629	1622278	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
252	177514	1624153	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
253	169474	1627903	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
254	171604	1624288	พืชไร่	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
255	170209	1628893	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
256	176644	1629373	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
257	172954	1626553	นาข้าว	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
258	177814	1626613	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
259	178804	1630978	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
260	170464	1631728	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
261	170944	1626163	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
262	172129	1629163	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
263	170254	1630543	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
264	176344	1627753	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่เกษตรกรรม (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
265	176704	1630588	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
266	174079	1622683	นาข้าว	นาข้าว	พืชไร่
267	175039	1624288	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
268	178774	1631758	นาข้าว	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	นาข้าว
269	177169	1627423	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
270	169789	1630123	พืชไร่	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
271	173944	1623463	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
272	178294	1625173	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
273	174799	1626793	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
274	178924	1624033	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
275	178804	1623103	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
276	170149	1623778	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
277	176794	1629373	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
278	169879	1629988	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
279	179449	1630813	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
280	176134	1624948	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
281	169279	1623703	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่	นาข้าว
282	171904	1629058	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
283	171844	1629373	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
284	171124	1628533	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
285	171754	1623433	พืชไร่	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
286	175399	1622173	พืชไร่	พืชไร่	นาข้าว
287	172774	1631218	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
288	173659	1625338	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
289	169534	1631878	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
290	174349	1633018	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
291	169354	1623733	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
292	176434	1629493	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
293	171274	1628968	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
294	178099	1626673	พืชไร่	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
295	172909	1625758	นาข้าว	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	พืชไร่
296	174844	1624813	นาข้าว	ไม้ยืนต้นและไม้ผล	ไม้ยืนต้นและไม้ผล
297	172084	1630843	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่เกษตรกรรม (ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
298	171094	1629238	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
299	176749	1625623	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
300	174694	1625578	นาข้าว	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล
301	178129	1625653	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
302	176149	1629013	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
303	173869	1630633	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
304	179254	1622593	นาข้าว	ไม่ย่นคันและไม้ผล	พืชไร่
305	172939	1627948	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
306	175924	1630468	นาข้าว	ไม่ย่นคันและไม้ผล	นาข้าว
307	176764	1629013	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
308	176029	1627558	นาข้าว	ไม่ย่นคันและไม้ผล	นาข้าว
309	174424	1627768	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
310	179239	1630543	พืชไร่	ไม่ย่นคันและไม้ผล	พืชไร่
311	177049	1622878	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล	พืชไร่
312	177799	1623463	ไม่ย่นคันและไม้ผล	พืชไร่	นาข้าว
313	168964	1627258	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
314	177949	1632298	ไม่ย่นคันและไม้ผล	ไม่ย่นคันและไม้ผล	นาข้าว
315	170134	1632283	พืชไร่	นาข้าว	นาข้าว
316	175414	1629193	นาข้าว	นาข้าว	พืชไร่
317	172489	1632328	พืชไร่	นาข้าว	นาข้าว
318	174559	1627363	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
319	176209	1629583	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
320	171499	1624453	พืชไร่	นาข้าว	นาข้าว
321	173899	1624318	พืชไร่	ไม่ย่นคันและไม้ผล	นาข้าว
322	178729	1631593	พืชไร่	ไม่ย่นคันและไม้ผล	พืชไร่
323	168904	1628833	พืชไร่	พืชไร่	พืชไร่
324	174469	1626613	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว
325	169129	1629283	นาข้าว	พืชไร่	นาข้าว
326	179419	1633213	นาข้าว	พืชไร่	พืชไร่













**ตารางที่ ก.3** ข้อมูลจุดสำรวจภาคสนามและผลการจำแนกโดยวิธีการเชิงวัตถุในพื้นที่ป่าไม้  
(ต่อ)

จุด	ตำแหน่ง ทางราบ	ตำแหน่ง ทางตั้ง	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน		
			ข้อมูลภาคสนาม	Pansharpening data	Multispectral data
166	213865	1652584	สวนป่า	สวนป่า	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
167	213910	1659334	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
168	213925	1657819	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
169	213925	1654474	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
170	213985	1656829	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
171	214000	1650019	สวนป่า	สวนป่า	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ
172	214000	1656829	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
173	214015	1649104	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	สวนป่า	สวนป่า
174	214075	1659379	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
175	214090	1653874	สวนป่า	สวนป่า	สวนป่า
176	214120	1650064	สวนป่า	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	สวนป่า
177	214165	1657744	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
178	214180	1653154	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	สวนป่า
179	214180	1649629	สวนป่า	สวนป่า	สวนป่า
180	214225	1653859	สวนป่า	สวนป่า	สวนป่า
181	214270	1656889	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
182	214270	1655644	สวนป่า	สวนป่า	สวนป่า
183	214285	1651309	สวนป่า	สวนป่า	สวนป่า
184	214300	1657384	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
185	214330	1654759	สวนป่า	สวนป่า	สวนป่า
186	214405	1652584	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
187	214420	1652434	สวนป่า	สวนป่า	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
188	214435	1654369	สวนป่า	สวนป่า	สวนป่า
189	214450	1649734	สวนป่า	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	สวนป่า
190	214495	1651534	สวนป่า	สวนป่า	สวนป่า
191	214525	1657264	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
192	214540	1651069	สวนป่า	สวนป่า	สวนป่า
193	214555	1649839	สวนป่า	สวนป่า	สวนป่า
194	214570	1652224	สวนป่า	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	สวนป่า
195	214570	1652359	สวนป่า	สวนป่า	สวนป่า
196	214585	1657249	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
197	214660	1659724	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ
198	214660	1656079	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ	ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ











## ภาคผนวก ข

### ผลการทดสอบความแตกต่างกันของความถูกต้องจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปา โดยการทดสอบค่า Z (Z score)

#### ข.1 พื้นที่ชุมชนเมือง

ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม				
	U1-U5	M4	U6	W	รวม
ข้อมูลจากการจำแนกข้อมูลภาพวัตถุ					
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U1-U5)	75	12	0	0	87
พื้นที่โล่ง (M4)	34	61	15	1	111
สวนสาธารณะและต้นไม้ (U6)	8	7	55	0	70
พื้นที่น้ำ (W)	0	1	0	4	5
รวม	117	81	70	5	273

ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.5778 ( $K_1$ )

(1) ผลการคำนวณค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ( $\text{var}(K_1)$ )

(1.1) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณค่าความแปรปรวนค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

$$\theta_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_{ii}$$

$$\theta_1 = \frac{1}{273} \times (75 + 61 + 55 + 4) = \frac{195}{273} = 0.7143$$

$$\theta_2 = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i} =$$

$$\theta_2 = \frac{1}{273^2} \times ((117 \times 87) + (81 \times 111) + (70 \times 70) + (5 \times 5)) = \frac{24095}{74529} = 0.3233$$

$$\theta_3 = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^k n_{ii}(n_{i+} + n_{+i})$$

$$\begin{aligned} \theta_3 &= \frac{1}{273^2} \times ((75 \times (117 + 87)) + (61 \times (81 + 111)) + (55 \times (70 + 70)) + (4 \times (5 + 5))) \\ &= \frac{345752}{74529} = 0.4663 \end{aligned}$$

$$\theta_4 = \frac{1}{n^3} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k n_{ij}(n_{j+} + n_{+i})^2$$

$$\begin{aligned} \theta_4 &= \frac{1}{273^3} \times ((75 \times (117 + 87)^2) + (34 \times (117 + 111)^2) + (8 \times (117 + 70)^2) + (0 \\ &\quad \times (117 + 5)^2)) \\ &\quad + ((12 \times (81 + 87)^2) + (61 \times (81 + 111)^2) + (7 \times (81 + 70)^2) \\ &\quad + (1 \times (81 + 5)^2)) \\ &\quad + ((0 \times (70 + 87)^2) + (15 \times (70 + 111)^2) + (55 \times (70 + 70)^2) \\ &\quad + (0 \times (70 + 5)^2)) \\ &\quad + ((0 \times (5 + 87)^2) + (1 \times (5 + 111)^2) + (0 \times (5 + 70)^2) \\ &\quad + (4 \times (5 + 5)^2)) = \frac{9506074}{20346417} = 0.4672 \end{aligned}$$

## (1.2) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

$$\widehat{\text{var}}(\widehat{K}) = \frac{1}{n} \left\{ \frac{\theta_1(1-\theta_1)}{(1-\theta_2)^2} + \frac{2(1-\theta_1)(2\theta_1\theta_2-\theta_3)}{(1-\theta_2)^3} + \frac{(1-\theta_1)^2(\theta_4-4\theta_2^2)}{(1-\theta_2)^4} \right\} \quad (3.8)$$

$$\begin{aligned} \widehat{\text{var}}(\widehat{K}) &= \frac{1}{273} \left\{ \frac{0.7143(1-0.7143)}{(1-0.3233)^2} + \frac{2(1-0.7143)((2 \times 0.7143 \times 0.3233) - 0.4663)}{(1-0.3233)^3} \right. \\ &\quad \left. + \frac{(1-0.7143)^2(0.4672 - 4(0.3233)^2)}{(1-0.3233)^4} \right\} = \frac{0.4566}{273} = 0.0017 \end{aligned}$$

ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกคลุมดิน	ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม				
	U1-U5	M4	U6	W	รวม
ข้อมูลจากการจำแนกข้อมูลภาพวัตถุ					
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U1-U5)	79	9	2	0	90
พื้นที่โล่ง (M4)	35	53	23	0	111
สวนสาธารณะและต้นไม้ (U6)	3	16	45	0	64
พื้นที่น้ำ (W)	0	3	0	5	8
รวม	117	81	70	5	273

ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ  $0.5079 (\widehat{K}_2)$

(2) ผลการคำนวณค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ( $var(\widehat{K}_2)$ )

(2.1) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณค่าความแปรปรวนค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

$$\theta_1 = \frac{1}{273} \times (79 + 53 + 45 + 5) = \frac{185}{273} = 0.6667$$

$$\theta_2 = \frac{1}{273^2} \times ((117 \times 90) + (81 \times 111) + (70 \times 64) + (5 \times 8)) = \frac{24041}{74529} = 0.3226$$

$$\theta_3 = \frac{1}{273^2} \times ((79 \times (117 + 90)) + (53 \times (81 + 111)) + (45 \times (70 + 64)) + (5 \times (5 + 8))) \\ = \frac{32624}{74529} = 0.4377$$

$$\theta_4 = \frac{1}{273^3} \times ((79 \times (117 + 90)^2) + (35 \times (117 + 111)^2) + (3 \times (117 + 64)^2) + (0 \\ \times (117 + 8)^2)) \\ + ((9 \times (81 + 90)^2) + (53 \times (81 + 111)^2) + (16 \times (81 + 64)^2) \\ + (3 \times (81 + 8)^2)) \\ + ((2 \times (70 + 90)^2) + (23 \times (70 + 111)^2) + (45 \times (70 + 64)^2) \\ + (0 \times (70 + 8)^2)) \\ + ((0 \times (5 + 90)^2) + (0 \times (5 + 111)^2) + (0 \times (5 + 64)^2) \\ + (5 \times (5 + 8)^2)) = \frac{9493486}{20346417} = 0.4666$$

## (2.2) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคลป

$$\widehat{var}(\widehat{K}) = \frac{1}{273} \left\{ \frac{0.6667(1 - 0.6667)}{(1 - 0.3226)^2} + \frac{2(1 - 0.6667)((2 \times 0.6667 \times 0.3226) - 0.4377)}{(1 - 0.3226)^3} + \frac{(1 - 0.6667)^2(0.4666 - 4(0.3188)^2)}{(1 - 0.3226)^4} \right\} = \frac{0.4998}{273} = 0.0018$$

## (3) ผลการคำนวณค่า Z

$$Z = \frac{|\widehat{K}_1 - \widehat{K}_2|}{\sqrt{\widehat{var}(K_1) + \widehat{var}(K_2)}} \quad (3.7)$$

$$Z = \frac{|0.5778 - 0.5079|}{\sqrt{0.0017 + 0.0018}} = \frac{0.0699}{0.0592} = 1.1815$$

## (4) ผลการทดสอบความแตกต่างความถูกต้องของค่าสัมประสิทธิ์ในระดับความเชื่อมั่น 3 ระดับ

ระดับความเชื่อมั่น (Confidence level)	ค่าวิกฤติ (Critical value)	ค่า Z (Z statistics)	ผลทดสอบ
80%	1.28	1.18	ไม่มีความแตกต่าง
90%	1.65	1.18	ไม่มีความแตกต่าง
95%	1.96	1.18	ไม่มีความแตกต่าง

ค่าวิกฤติ ในแต่ละระดับความเชื่อมั่นอาศัยการอ่านค่าจากตาราง Z แบบสองทาง (Two-tailed Z Test) ในภาคผนวก ข4

## ข.2 พื้นที่เกษตรกรรม

ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม				
	A1	A2	A3/A4	W	รวม
ข้อมูลจากการจำแนกข้อมูลภาพวัตถุ					
นาข้าว (A1)	114	13	2	0	129
พืชไร่ (A2)	42	61	8	1	112
ไม้ยืนต้นและไม้ผล (A3/A4)	18	24	42	0	84
พื้นที่น้ำ (W)	0	0	0	1	1
รวม	174	98	52	2	326

ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.4859 ( $\widehat{K}_1$ )

(1) ผลการคำนวณค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ( $var(\widehat{K}_1)$ )

(1.1) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณค่าความแปรปรวนค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

$$\theta_1 = \frac{1}{326} \times (114 + 61 + 42 + 1) = \frac{218}{326} = 0.6687$$

$$\theta_2 = \frac{1}{326^2} \times ((174 \times 129) + (98 \times 112) + (52 \times 84) + (2 \times 1)) = \frac{37792}{106276} = 0.3556$$

$$\theta_3 = \frac{1}{326^2} \times ((114 \times (174 + 129)) + (61 \times (98 + 112)) + (42 \times (52 + 84)) + (1 \times (2 + 1))) = \frac{53067}{106276} = 0.4993$$

$$\begin{aligned} \theta_4 = \frac{1}{326^3} \times & ((114 \times (174 + 129)^2) + (42 \times (174 + 112)^2) + (18 \times (174 + 84)^2) + (0 \\ & \times (174 + 1)^2)) \\ & + ((13 \times (98 + 129)^2) + (61 \times (98 + 112)^2) + (24 \times (98 + 84)^2) \\ & + (0 \times (98 + 1)^2)) \\ & + ((2 \times (52 + 129)^2) + (8 \times (52 + 112)^2) + (42 \times (52 + 84)^2) \\ & + (0 \times (52 + 1)^2)) \\ & + ((0 \times (2 + 129)^2) + (1 \times (2 + 112)^2) + (0 \times (2 + 84)^2) \\ & + (1 \times (2 + 1)^2)) = \frac{20325290}{34645976} = 0.5867 \end{aligned}$$

### (1.2) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

$$\begin{aligned} \widehat{\text{var}}(K) = \frac{1}{326} \left\{ \frac{0.6687(1 - 0.6687)}{(1 - 0.3556)^2} + \frac{2(1 - 0.6687)((2 \times 0.6687 \times 0.3556) - 0.4993)}{(1 - 0.3556)^3} \right. \\ \left. + \frac{(1 - 0.6687)^2(0.5867 - 4(0.3556)^2)}{(1 - 0.3556)^4} \right\} = \frac{0.5262}{326} = 0.0016 \end{aligned}$$

### ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม				
	A1	A2	A3/A4	W	รวม
ข้อมูลจากการจำแนกข้อมูลภาพวัดดู					
นาข้าว (A1)	147	25	7	0	179
พืชไร่ (A2)	16	55	13	0	84
ไม้ยืนต้นและไม้ผล (A3/A4)	11	18	32	0	61
พื้นที่น้ำ (W)	0	0	0	2	2
รวม	174	98	52	2	326

### ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.5396 ( $\widehat{K}_2$ )

### (2) ผลการคำนวณค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ( $\widehat{\text{var}}(K_2)$ )

#### (2.1) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณค่าความแปรปรวนค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

$$\theta_1 = \frac{1}{326} \times (147 + 55 + 32 + 2) = \frac{236}{326} = 0.7239$$



$$\theta_2 = \frac{1}{326^2} \times ((174 \times 179) + (98 \times 84) + (52 \times 61) + (2 \times 2)) = \frac{42554}{106276} = 0.4004$$

$$\theta_3 = \frac{1}{326^2} \times ((147 \times (174 + 179)) + (55 \times (98 + 84)) + (32 \times (52 + 61)) + (2 \times (2 + 2))) = \frac{65525}{106276} = 0.6166$$

$$\begin{aligned} \theta_4 = \frac{1}{326^3} \times & ((147 \times (174 + 179)^2) + (42 \times (174 + 84)^2) + (18 \times (174 + 61)^2) + (0 \\ & \times (174 + 2)^2)) \\ & + ((25 \times (98 + 179)^2) + (55 \times (98 + 84)^2) + (18 \times (98 + 61)^2) \\ & + (0 \times (98 + 2)^2)) \\ & + ((7 \times (52 + 179)^2) + (13 \times (52 + 84)^2) + (32 \times (52 + 61)^2) \\ & + (0 \times (52 + 2)^2)) \\ & + ((0 \times (2 + 179)^2) + (0 \times (2 + 84)^2) + (0 \times (2 + 61)^2) \\ & + (2 \times (2 + 2)^2)) = \frac{25207740}{34645976} = 0.7276 \end{aligned}$$

(2.2) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

$$\widehat{\text{var}}(\widehat{K}) = \frac{1}{326} \left\{ \frac{0.7239(1 - 0.7239)}{(1 - 0.4004)^2} + \frac{2(1 - 0.7239)((2 \times 0.7239 \times 0.4004) - 0.6166)}{(1 - 0.4004)^3} + \frac{(1 - 0.7239)^2(0.7276 - 4(0.4004)^2)}{(1 - 0.4004)^4} \right\} = \frac{0.5125}{326} = 0.0016$$

(3) ผลการคำนวณค่า Z

$$Z = \frac{|0.4859 - 0.5396|}{\sqrt{0.0016 + 0.0016}} = \frac{0.0537}{0.0566} = 0.9493$$

## (4) ผลการทดสอบความแตกต่างความถูกต้องของค่าสัมประสิทธิ์ในระดับความเชื่อมั่น 3 ระดับ

ระดับความเชื่อมั่น (Confidence level)	ค่าวิกฤติ (Critical value)	ค่า Z (Z statistics)	ผลทดสอบ
80%	1.28	0.95	ไม่มีความแตกต่าง
90%	1.65	0.95	ไม่มีความแตกต่าง
95%	1.96	0.95	ไม่มีความแตกต่าง

ค่าวิกฤติ ในแต่ละระดับความเชื่อมั่นอาศัยการอ่านค่าจากตาราง Z แบบสองทาง (Two-tailed Z Test) ในภาคผนวก ข4



### ข.3 พื้นที่ป่าไม้

ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของข้อมูลการปรับปรุงความละเอียดด้วยข้อมูลช่วงคลื่นเดียว

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม						
ข้อมูลจากการจำแนกข้อมูลภาพวัดถุ	F2_S1	F2_S2	F5	M4	B	W	รวม
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ (F2-S1)	<b>218</b>	4	9	0	0	0	231
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ (F2-S2)	3	<b>18</b>	1	0	0	0	22
สวนป่า (F5)	10	1	<b>51</b>	0	0	0	62
พื้นที่โล่ง (M4)	0	0	0	<b>3</b>	0	0	3
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U)	0	0	0	0	<b>1</b>	0	1
พื้นที่น้ำ (W)	0	0	0	0	0	<b>1</b>	1
รวม	231	23	61	3	1	1	<b>318</b>

ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.8098 ( $\widehat{K}_1$ )

(1) ผลการคำนวณค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ( $\widehat{var}(\widehat{K}_1)$ )

(1.1) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณค่าความแปรปรวนค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

$$\theta_1 = \frac{1}{318} \times (218 + 18 + 51 + 3 + 1 + 1) = \frac{292}{318} = 0.9182$$

$$\begin{aligned} \theta_2 &= \frac{1}{318^2} \times ((231 \times 231) + (23 \times 22) + (61 \times 62) + (3 \times 3) + (1 \times 1) + (1 \times 1)) \\ &= \frac{57660}{101124} = 0.5702 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_3 &= \frac{1}{318^2} \times ((218 \times (231 + 231)) + (18 \times (23 + 22)) + (51 \times (61 + 62)) + (3 \times (3 + 3)) \\ &\quad + (1 \times (1 + 1)) + (1 \times (1 + 1))) = \frac{107821}{101124} = 1.0662 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\theta_4 &= \frac{1}{318^3} \times ((218 \times (231 + 231)^2) + (3 \times (231 + 22)^2) + (10 \times (231 + 62)^2) \\
&\quad + (0 \times (231 + 3)^2) + (0 \times (231 + 1)^2) + (0 \times (231 + 1)^2)) \\
&\quad + ((4 \times (23 + 231)^2) + (18 \times (23 + 22)^2) + (1 \times (23 + 62)^2) \\
&\quad + (0 \times (23 + 3)^2) + (0 \times (23 + 1)^2) + (0 \times (23 + 1)^2)) \\
&\quad + ((9 \times (61 + 231)^2) + (1 \times (61 + 22)^2) + (51 \times (61 + 62)^2) \\
&\quad + (0 \times (61 + 3)^2) + (0 \times (61 + 1)^2) + (0 \times (61 + 1)^2)) \\
&\quad + ((0 \times (3 + 231)^2) + (0 \times (3 + 22)^2) + (0 \times (3 + 62)^2) \\
&\quad + (3 \times (3 + 3)^2) + (0 \times (3 + 1)^2) + (0 \times (3 + 1)^2)) \\
&\quad + ((0 \times (1 + 231)^2) + (0 \times (1 + 22)^2) + (0 \times (1 + 62)^2) \\
&\quad + (0 \times (1 + 3)^2) + (1 \times (1 + 1)^2) + (0 \times (1 + 1)^2)) \\
&\quad + ((0 \times (1 + 231)^2) + (0 \times (1 + 22)^2) + (0 \times (1 + 62)^2) \\
&\quad + (0 \times (1 + 3)^2) + (0 \times (1 + 1)^2) + (1 \times (1 + 1)^2)) = \frac{49429000}{32157432} \\
&= 1.5371
\end{aligned}$$

### (1.2) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคลปปา

$$\begin{aligned}
\widehat{\text{var}}(K) &= \frac{1}{326} \left\{ \frac{0.9182(1 - 0.9182)}{(1 - 0.5702)^2} + \frac{2(1 - 0.9182)((2 \times 0.9182 \times 0.5702) - 1.0662)}{(1 - 0.5702)^3} \right. \\
&\quad \left. + \frac{(1 - 0.9182)^2(1.5371 - 4(0.5702)^2)}{(1 - 0.5702)^4} \right\} = \frac{0.4124}{326} = 0.0013
\end{aligned}$$

### ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของข้อมูลหลายช่วงคลื่น

ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกคลุมดิน	ข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม						รวม
	ข้อมูลจากการจำแนกข้อมูลภาพวัตถุ	F2_S1	F2_S2	F5	M4	B	
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดแน่นทึบ (F2-S1)	211	2	13	0	0	0	226
ป่าผลัดใบที่มีเรือนยอดไม่แน่นทึบ (F2-S2)	2	21	1	0	0	0	24
สวนป่า (F5)	18	0	46	0	0	0	64
พื้นที่โล่ง (M4)	0	0	1	3	0	0	4
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U)	0	0	0	0	1	0	1
พื้นที่น้ำ (W)	0	0	0	0	0	1	1
รวม	231	23	61	3	1	1	318

ค่าสัมประสิทธิ์แคลปปา เท่ากับ 0.7496 ( $\widehat{K}_2$ )

(2) ผลการคำนวณค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ( $\widehat{\text{var}}(\widehat{K}_2)$ )

(2.1) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณค่าความแปรปรวนค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

$$\theta_1 = \frac{1}{318} \times (211 + 21 + 46 + 3 + 1 + 1) = \frac{283}{318} = 0.8899$$

$$\begin{aligned} \theta_2 &= \frac{1}{318^2} \times ((231 \times 226) + (23 \times 24) + (61 \times 64) + (3 \times 4) + (1 \times 1) + (1 \times 1)) \\ &= \frac{56676}{101124} = 0.5605 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_3 &= \frac{1}{318^2} \times ((211 \times (231 + 226)) + (21 \times (23 + 24)) + (46 \times (61 + 64)) + (3 \times (3 + 4)) \\ &\quad + (1 \times (1 + 1)) + (1 \times (1 + 1))) = \frac{103189}{101124} = 1.0204 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_4 &= \frac{1}{318^3} \times ((211 \times (231 + 226)^2) + (2 \times (231 + 24)^2) + (18 \times (231 + 64)^2) \\ &\quad + (0 \times (231 + 4)^2) + (0 \times (231 + 1)^2) + (0 \times (231 + 1)^2)) \\ &\quad + ((2 \times (23 + 226)^2) + (21 \times (23 + 24)^2) + (0 \times (23 + 64)^2) \\ &\quad + (0 \times (23 + 4)^2) + (0 \times (23 + 1)^2) + (0 \times (23 + 1)^2)) \\ &\quad + ((13 \times (61 + 226)^2) + (1 \times (61 + 24)^2) + (46 \times (61 + 64)^2) \\ &\quad + (1 \times (61 + 4)^2) + (0 \times (61 + 1)^2) + (0 \times (61 + 1)^2)) \\ &\quad + ((0 \times (3 + 226)^2) + (0 \times (3 + 24)^2) + (0 \times (3 + 64)^2) \\ &\quad + (3 \times (3 + 4)^2) + (0 \times (3 + 1)^2) + (0 \times (3 + 1)^2)) \\ &\quad + ((0 \times (1 + 226)^2) + (0 \times (1 + 24)^2) + (0 \times (1 + 64)^2) \\ &\quad + (0 \times (1 + 4)^2) + (1 \times (1 + 1)^2) + (0 \times (1 + 1)^2)) \\ &\quad + ((0 \times (1 + 226)^2) + (0 \times (1 + 24)^2) + (0 \times (1 + 64)^2) \\ &\quad + (0 \times (1 + 4)^2) + (0 \times (1 + 1)^2) + (1 \times (1 + 1)^2))) = \frac{47735174}{32157432} \\ &= 1.4844 \end{aligned}$$

(2.2) ค่าความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

$$\begin{aligned} \widehat{\text{var}}(\widehat{K}) &= \frac{1}{n} \left\{ \frac{\theta_1(1 - \theta_1)}{(1 - \theta_2)^2} + \frac{2(1 - \theta_1)(2\theta_1\theta_2 - \theta_3)}{(1 - \theta_2)^3} + \frac{(1 - \theta_1)^2(\theta_4 - 4\theta_2^2)}{(1 - \theta_2)^4} \right\} \\ \widehat{\text{var}}(\widehat{K}) &= \frac{1}{326} \left\{ \frac{0.8899(1 - 0.8899)}{(1 - 0.5605)^2} + \frac{2(1 - 0.8899)((2 \times 0.8899 \times 0.5605) - 1.0204)}{(1 - 0.5605)^3} \right. \\ &\quad \left. + \frac{(1 - 0.8899)^2(1.4844 - 4(0.5605)^2)}{(1 - 0.5605)^4} \right\} = \frac{0.5217}{326} = 0.0016 \end{aligned}$$

## (3) ผลการคำนวณค่า Z

$$Z = \frac{|\hat{K}_1 - \hat{K}_2|}{\sqrt{\widehat{var}(K_1) + \widehat{var}(K_2)}} \quad (3.7)$$

$$Z = \frac{|0.8098 - 0.7496|}{\sqrt{0.0013 + 0.0016}} = \frac{0.0602}{0.0539} = 1.1179$$

## (4) ผลการทดสอบความแตกต่างความถูกต้องของค่าสัมประสิทธิ์ในระดับความเชื่อมั่น 3 ระดับ

ระดับความเชื่อมั่น (Confidence level)	ค่าวิกฤติ (Critical value)	ค่า Z (Z statistics)	ผลทดสอบ
80%	1.28	1.12	ไม่มีความแตกต่าง
90%	1.65	1.12	ไม่มีความแตกต่าง
95%	1.96	1.12	ไม่มีความแตกต่าง

ค่าวิกฤติ ในแต่ละระดับความเชื่อมั่นอาศัยการอ่านค่าจากตาราง Z แบบสองทาง (Two-tailed Z Test) ในภาคผนวก ข4

#### ข.4 ตาราง Z แบบสองทาง (Two-tailed Z Test)

df	Level of significance for one-tailed test					
	.10	.05	.025	.01	.005	.0005
	Level of significance for two-tailed test					
	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.599
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.500	5.408
8	1.397	1.860	2.306	2.897	3.355	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	1.372	1.813	2.228	2.764	3.169	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.625	2.977	4.141
15	1.341	1.753	2.131	2.603	2.947	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.584	2.921	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.540	2.861	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	1.320	1.714	2.069	2.500	2.807	3.768
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.705	3.551
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.374
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายทบทอง ชั้นเจริญ
วันเดือนปีเกิด	18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517
ที่อยู่ปัจจุบัน	5 ซ.พระยาตรัง 3 ถ.พระยาตรัง อ.เมือง จ.จันทบุรี 22000
การศึกษา	พ.ศ. 2542 ปริญญาตรี (วท.บ. วิทยาการคอมพิวเตอร์) จาก มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี
ผลงานการวิจัย	<ol style="list-style-type: none"><li>ทบทอง ชั้นเจริญ และคณะ. (2555). การพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการแสดงตำแหน่งที่พักอาศัยที่มีคนชราและผู้พิการ. สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดจันทบุรี.</li><li>ทบทอง ชั้นเจริญ. (2550). การสร้างบทเรียนช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต รายวิชาโปรแกรมสำเร็จรูปและการประยุกต์ใช้งาน เรื่องการใช้โปรแกรมตารางงานพื้นฐานและขั้นสูง สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.</li></ol>
ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน	พนักงานมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ หลักสูตรภูมิสารสนเทศ จังหวัดจันทบุรี