

การใช้เทคนิคการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์เพื่อตรวจหาความเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ขนาดใหญ่
โดยการนำช่วงคลื่นมาลบกัน



นางสาววัลลภา สามนิมโหม

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5322-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RELATIVE RADIOMETRIC NORMALIZATION TECHNIQUE
FOR CHANGE DETECTION IN LARGE AREA BY IMAGE DIFFERENCING



Miss Wallapa Samchomchim

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Survey Engineering
Department of Survey Engineering

Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2003
ISBN 974-17-5322-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การใช้เทคนิคการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์เพื่อตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ในพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยการนำช่วงคลื่นมาลบกัน

โดย

นางสาววัลลภา สามฉิมโฉม

สาขาวิชา

วิศวกรรมสำรวจ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อธิติ ตริสิริสัตยวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อธิติ ตริสิริสัตยวงศ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พลະการ)

..... กรรมการ
(ดร. สุกิจ วิเศษสินธุ์)

วัลลภา สามฉิมโฉม : การใช้เทคนิคการปรับแก้เชิงคลื่นเพื่อตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ในพื้นที่ขนาดใหญ่โดยการนำเอาช่วงคลื่นมาลบกัน. (RELATIVE RADIOMETRIC
NORMALIZATION TECHNIQUE FOR CHANGE DETECTION IN LARGE AREA
BY IMAGE DIFFERENCING) อ. ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.อิทธิ ตรีสิริสัตยวงศ์, จำนวนหน้า
119 หน้า. ISBN 974-17-5322-5.

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำข้อมูลภาพดาวเทียมขนาดเต็มภาพ
มาตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้เทคนิคการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพัทธ์
เพื่อตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่โดยการนำเอาช่วงคลื่นมาลบกัน
รวมทั้งวิเคราะห์หาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมในแต่ละแบนด์
(Optimum Threshold) ข้อมูลภาพดาวเทียมแลนด์แซท 5 ทีเอ็ม ที่ใช้ในการศึกษานี้ครอบคลุม
พื้นที่ 7 จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยเป็นข้อมูลภาพที่บันทึกในวันที่ 26 ธันวาคม
พ.ศ.2533 และวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543 นำข้อมูลภาพดาวเทียมที่บันทึกในปี พ.ศ.2543
มาผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพัทธ์ และนำข้อมูลภาพดาวเทียมที่บันทึกในปี พ.ศ. 2533
มาลบออกจากข้อมูลภาพดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ทำให้ได้ข้อมูลภาพ
ผลต่างและนำไปวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เกิดขึ้นโดยกำหนดตำแหน่ง
ที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นจำนวน 867 จุด ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา

ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของประเภทของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่
เมื่อพิจารณาจากค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) ในแต่ละแบนด์ พบว่า มีค่าความถูกต้องทั้ง
หมดอยู่ในช่วงร้อยละ 82.81-89.73 ยกเว้นในแบนด์ที่ 4 ที่มีค่าความถูกต้องทั้งหมดเป็นร้อยละ
71.16 แต่สำหรับค่าความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดิน
ในแต่ละแบนด์จะพิจารณาจากค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) โดยพบว่า
ในการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินทั้ง 12 กลุ่มของการเปลี่ยนแปลง มีค่าความถูกต้อง
แต่ละประเภทอยู่ในช่วงร้อยละ 84.62-100 เมื่อพิจารณาจากค่าความถูกต้องทั้งสองประเภทแล้ว
สรุปได้ว่า การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมที่
ผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพัทธ์แล้ว ให้ผลการตรวจหาการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินดีกว่า
เมื่อเทียบกับการใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมที่ไม่ผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่น

ภาควิชา.....วิศวกรรมสำรวจ.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมสำรวจ.....
ปีการศึกษา.....2546.....

ลายมือชื่อ.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4370489121 : MAJOR SURVEY ENGINEERING

KEY WORDS : CHANGE DETECTION / RELATIVE RADIOMETRIC NORMALIZATION /
IMAGE DIFFERENCING / LARGE AREA

WALLAPA SAMCHIMCHOM: RELATIVE RADIOMETRIC
NORMALIZATION TECHNIQUE FOR CHANGE DETECTION IN LARGE
AREA BY IMAGE DIFFERENCING. THESIS ADVISOR : ASST. PROF.
DR.ITTHI TRISIRISATAYAWONG, 119 pp. ISBN 974-17-5322-5

The objective of this research is to study the relative radiometric normalization technique for change detection in large area by image differencing. The suitability of change in ground reflectance for each band is identified and analyzed. The study uses 2 LANDSAT 5 TM images covering 7 provinces in the Eastern Thailand, acquired on December 26th,1990 and November 3rd,2000. The relative radiometric normalization technique is performed to the image 2000. Then the image 1990 is used to subtract from image 2000 in the image differencing process. The image differencing result is then analyzed to identify the change detection of ground reflectance. The total number of changing checkpoint is 867 points spread all over the study area.

The result of change detection in large area by image differencing when considering overall accuracy in each band yields the accuracy of 82.81-89.73 %, except for band 4 with the accuracy of 71.16%. When considering the two accuracies, it can be concluded that the correction of satellite image by relative radiometric normalization technique gives better result than the image without relative radiometric correction.

DepartmentSurvey Engineering..... Student's signature.....
Field of study.....Survey Engineering..... Advisor's signature.....
Academic year2003.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิ ตรีสิริสัตยวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำวิธีการอันเป็นประโยชน์อย่างมากตลอดจน คอยแก้ไขปัญหาต่างๆ ในการศึกษาวิจัย และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด พละการ และดร.สุกิจ วิเศษสินธุ์ ที่ให้คำแนะนำสำหรับการศึกษาวิจัย รวมทั้งตรวจสอบ และแก้ไข เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่อนุเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม และกรมที่ดินที่อนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ สำหรับการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่น (พี่วัช พี่เนาวรัตน์ พี่เอ ตู๋ น้อย ต้ม ภาณุ และพิชญ์) ที่เป็นกำลังใจและ อยู่รอจนจบพร้อมกัน ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่สละทั้งเวลา กำลังกาย และกำลังใจ ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ขอขอบคุณสำหรับกำลังใจในการทำงานที่ห้องปฏิบัติการจากเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ และกรมที่ดิน ขอขอบคุณคุณมรกต แก้วมณี สำหรับการช่วย เรียบเรียงบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ (ภาษาอังกฤษ)

และขอขอบคุณเป็นพิเศษ สำหรับคุณพงษ์เทพ คล้ายมาลา และคุณธเนศ จรุงจินันท์ ที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ด้วยดีเสมอมา

ขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัย (เป็นบางส่วน)

และท้ายสุดนี้ คุณค่าความดีของวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบให้บิดามารดา ที่ได้ให้ความรักและกำลังใจ ตลอดระยะเวลาที่เข้าศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย.....	6
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ.....	7
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 การปรับแก้เชิงคลื่น.....	9
2.1.1 การปรับแก้เชิงคลื่นสัมบูรณ์.....	9
2.1.2 การปรับแก้เชิงคลื่นสัมพัทธ์.....	10
2.2 การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน โดยวิธีการนำช่วงคลื่นมาลบกัน.....	13
2.3 การหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม.....	14
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	16
3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	
3.1.1 พื้นที่ศึกษา.....	16
3.1.2 ข้อมูลภาพดาวเทียม 2 ช่วงเวลา.....	17
3.2 การแปลงค่าพิกัดข้อมูลภาพไปสู่พิกัดภูมิศาสตร์ของข้อมูลภาพอ้างอิง และข้อมูลภาพที่ต้องการแก้ไข.....	17
3.3 การปรับแก้เชิงคลื่นสัมพัทธ์ของข้อมูลภาพดาวเทียมโดย วิธีสมการถดถอยเชิงเส้น.....	18

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3.4	การสร้างข้อมูลภาพผลต่างโดยใช้เทคนิคการนำช่วงคลื่นมาลบกัน26
3.5	การประเมินความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน..30
3.5.1	การกำหนดตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของ สิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นในข้อมูลภาพผลต่าง.....30
3.5.2	การสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม.....31
3.5.3	การตรวจสอบประเภทของสิ่งปกคลุมดินในตำแหน่งที่กำหนดให้มี การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ.....32
3.5.4	การเปรียบเทียบผลการตรวจสอบประเภทของสิ่งปกคลุมดิน.....33
3.6	วิเคราะห์หาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน แต่ละประเภทที่เหมาะสม.....34
3.7	การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษา เมื่อทำการแบ่งย่อยออกเป็น 4 ส่วน.....36
3.7.1	การแบ่งข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพออกเป็น 4 ส่วน.....36
3.7.2	การปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์ของข้อมูลภาพดาวเทียมโดย วิธีสมการถดถอยเชิงเส้น.....37
	การสร้างข้อมูลภาพผลต่างโดยใช้เทคนิคการนำช่วงคลื่นมาลบกัน.....57
3.7.3	การกำหนดตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของ สิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่.....61
3.7.4	การวิเคราะห์หาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่.....62
4	การวิเคราะห์ข้อมูล.....64
4.1	การประเมินความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง ของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่.....64
4.1.1	การประเมินค่าความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง ของสิ่งปกคลุมดินและการหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้ เชิงคลื่นแล้ว.....65

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่

4.1.2	การประเมินค่าความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของ สิ่งปกคลุมดินและการหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมของ ข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น_	70
4.1.3	การเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของ สิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพ ที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วกับข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจาก ข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น.....	73
4.2	การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ย่อย.....	82
4.2.1	การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ย่อย.....	82
4.2.2	การเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ระหว่างข้อมูลภาพผลต่างขนาดเต็มภาพกับข้อมูลภาพผลต่างใน พื้นที่ย่อยต่างๆ.....	89
5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	92
5.1	สรุปผลการศึกษา.....	92
5.1.1	แบนด์ที่เหมาะสมสำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของ สิ่งปกคลุมดินในแต่ละกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงประเภทของ สิ่งปกคลุมดิน.....	92
5.1.2	การเปรียบเทียบการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่ขนาดใหญ่ระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพ ที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วกับข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจาก ข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น.....	93
5.1.3	การเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ระหว่างข้อมูลภาพผลต่างขนาดเต็มภาพกับข้อมูลภาพผลต่าง ในพื้นที่ย่อยต่างๆ.....	95
5.2	ศักยภาพของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่.....	96
5.3	ข้อเสนอแนะ.....	96

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
รายการอ้างอิง.....	98
บรรณานุกรม.....	100
ภาคผนวก.....	101
ภาคผนวก ก.	102
ภาคผนวก ข.	103
ภาคผนวก ค.	107
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	119



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แสดงค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้า (Target) ในการทำการปรับแก้เชิงคลื่น ของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา.....	4
3.1 แสดงค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้า (Target) ในการทำการปรับแก้เชิงคลื่น ของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา.....	19
3.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของประเภทของสิ่งปกคลุมดิน.....	33
3.3 แสดงความหมายของประเภทของสิ่งปกคลุมดิน.....	34
3.4 แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภาพผลต่าง	
ก) ข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น.....	35
ข) ข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว.....	35
3.5 แสดงค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้า (Target) ในการทำการปรับแก้เชิงคลื่น ของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา	
ก) พื้นที่ที่ 1.....	38
ข) พื้นที่ที่ 2.....	38
ค) พื้นที่ที่ 3.....	38
ง) พื้นที่ที่ 4.....	39
3.6 แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภาพผลต่างของพื้นที่ต่างๆ	
ก) ข้อมูลภาพผลต่างของพื้นที่ที่ 1.....	62
ข) ข้อมูลภาพผลต่างของพื้นที่ที่ 2.....	62
ค) ข้อมูลภาพผลต่างของพื้นที่ที่ 3.....	63
ง) ข้อมูลภาพผลต่างของพื้นที่ที่ 4.....	63
4.1 แสดงผลการหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมของข้อมูลภาพ ผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว Overall Accuracy ในแต่ละแบนด์.....	65
4.2 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน แยกเป็นกลุ่ม ของการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินในแต่ละแบนด์ของข้อมูลภาพผลต่าง ที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว (ร้อยละ).....	66
4.3 แสดงจำนวนจุดภาพที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของประเภทสิ่งปกคลุมดินในกลุ่มต่างๆ.....	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.4 แสดงผลการหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ได้ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นและค่า Overall Accuracy ในแต่ละแบนด์.....	70
4.5 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน แยกเป็นกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินในแต่ละแบนด์ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น (ร้อยละ).....	71
4.6 แสดงผลการหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมของข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ต่างๆ และค่าความถูกต้องทั้งหมดในแต่ละแบนด์.....	82
4.7 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่มีพืชปกคลุม-> ชุมชน/สิ่งปลูกสร้าง).....	82
4.8 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่มีพืชปกคลุม-> แหล่งน้ำ).....	83
4.9 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากสวนผลไม้ -> ไร่มันสำปะหลัง).....	83
4.10 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากสวนผลไม้ -> สวนยางพารา).....	83
4.11 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากไร่มันสำปะหลัง -> สวนยางพารา)	84
4.12 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากนาข้าว -> ไร่มันสำปะหลัง)	84
4.13 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากนาข้าว -> สวนผลไม้)	84
4.14 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากนาข้าว -> นาทุ่ง).....	85
4.15 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากนาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว -> นาข้าวระยะเจริญเติบโต).....	85
4.16 แสดงค่า Producer's accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ดินว่างเปล่า -> ไร่มันสำปะหลัง).....	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.17 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ดินว่างเปล่า -> สวนผลไม้).....	86
4.18 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ดินว่างเปล่า -> สวนยางพารา).....	86
4.19 แสดงจำนวนจุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินในกลุ่มต่างๆ ในพื้นที่ย่อยๆ.....	87
5.1 แสดงแบนด์ที่เหมาะสมสำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ในกลุ่มต่างๆ.....	92
5.2 แสดงค่าต่างของผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูล ภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว กับ ข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น.....	94
ก-1 แสดงศักยภาพการใช้ประโยชน์ของข้อมูลดาวเทียม Landsat TM.....	102
ค-1 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภ (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ในแบนด์ที่ 1.....	107
ค-2 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภ (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ในแบนด์ที่ 2.....	108
ค-3 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภ (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ในแบนด์ที่ 3.....	109
ค-4 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภ (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ในแบนด์ที่ 4.....	110

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ค-5 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ในแบนด์ที่ 5.....	111
ค-6 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ในแบนด์ที่ 7.....	112
ค-7 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น ในแบนด์ที่ 1.....	113
ค-8 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น ในแบนด์ที่ 2.....	114
ค-9 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น ในแบนด์ที่ 3.....	115
ค-10 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น ในแบนด์ที่ 4.....	116
ค-11 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น ในแบนด์ที่ 5.....	117

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ค-12 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น ในแบนด์ที่ 7.....	118



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
1.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้า ของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา (แบนด์ที่ 1 และ 3).....	5
3.1 แสดงพื้นที่ศึกษาวิจัย.....	16
3.2 แสดงตำแหน่งเป้าที่ใช้ในการปรับแก้เชิงคลื่น.....	18
3.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้า ของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา แบนด์ที่ 1 และ 2.....	21
แบนด์ที่ 3 และ 4.....	22
แบนด์ที่ 5 และ 7.....	23
3.4 แสดงการปรับแก้เชิงคลื่นโดยใช้ฟังก์ชัน Spatial Model.....	24
3.5 แสดงข้อมูลภาพที่ปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว (แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7)	25
3.6 แสดงการสร้างข้อมูลภาพผลต่างโดยการนำฟังก์ชัน Spatial Model ก) ข้อมูลภาพที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่น.....	26
ข) ข้อมูลภาพที่ผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว.....	27
3.7 แสดงข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น (แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7).....	28
3.8 แสดงข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว (แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7).....	29
3.9 แสดงตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้น.....	31
3.10 แสดงตัวอย่างแผนที่ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม.....	32
3.11 แสดงตัวอย่างข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:15,000.....	32
3.12 แสดงพื้นที่ของข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วน.....	36
3.13 แสดงตำแหน่งของเป้าที่ใช้ปรับแก้เชิงคลื่นสัมพัทธ์ในแต่ละพื้นที่ (พื้นที่ที่ 1 - 4)	37
3.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของ ข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 1 แบนด์ที่ 1 และ 2.....	40
แบนด์ที่ 3 และ 4.....	41
แบนด์ที่ 5 และ 7.....	42

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
3.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 2	
แบนด์ที่ 1 และ 2.....	43
แบนด์ที่ 3 และ 4.....	44
แบนด์ที่ 5 และ 7.....	45
3.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 3	
แบนด์ที่ 1 และ 2.....	46
แบนด์ที่ 3 และ 4.....	47
แบนด์ที่ 5 และ 7.....	48
3.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 4	
แบนด์ที่ 1 และ 2.....	49
แบนด์ที่ 3 และ 4.....	50
แบนด์ที่ 5 และ 7.....	51
3.18 แสดงข้อมูลภาพในพื้นที่ที่ 1 ที่ปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว (แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7)	53
3.19 แสดงข้อมูลภาพในพื้นที่ที่ 2 ที่ปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว (แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7)	54
3.20 แสดงข้อมูลภาพในพื้นที่ที่ 3 ที่ปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว (แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7)	55
3.21 แสดงข้อมูลภาพในพื้นที่ที่ 4 ที่ปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว (แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7)	56
3.22 แสดงข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ที่ 1 (แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7)	57
3.23 แสดงข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ที่ 2 (แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7)	58
3.24 แสดงข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ที่ 3 (แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7)	59
3.25 แสดงข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ที่ 4 (แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7)	60
3.26 แสดงตำแหน่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ต่างๆ (พื้นที่ที่ 1 - 4).....	61

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เกิดขึ้น	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณนาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว.....	64
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณนาข้าวระยะเจริญเติบโต.....	64
4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ในพื้นที่ขนาดเต็มภาพ.....	73
4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากพื้นที่มีพืชปกคลุม -> สิ่งปลูกสร้าง.....	74
4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากพื้นที่มีพืชปกคลุม -> แหล่งน้ำ.....	75
4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากสวนผลไม้ -> ไร่มันสำปะหลัง.....	75
4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากสวนผลไม้ -> สวนยางพารา.....	76
4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากไร่มันสำปะหลัง -> สวนยางพารา.....	76
4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากนาข้าว -> ไร่มันสำปะหลัง	77
4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากนาข้าว -> สวนผลไม้.....	77
4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากนาข้าว -> นาทุ่ง.....	78
4.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากนาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว -> นาข้าวระยะเจริญเติบโต.....	78
4.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากพื้นที่ดินว่างเปล่า -> ไร่มันสำปะหลัง	79
4.13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากพื้นที่ดินว่างเปล่า -> สวนผลไม้.....	79

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากพื้นที่ดินว่างเปล่า -> สวนยางพารา.....	80
4.15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินใน พื้นที่ต่างๆ.....	89
ข-1 การเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่มีพืชปกคลุมเป็นชุมชน / สิ่งปลูกสร้าง	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณพื้นที่มี พืชปกคลุม.....	103
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณชุมชน / สิ่งปลูกสร้าง.....	103
ข-2 การเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่มีพืชปกคลุมเป็นชุมชน / สิ่งปลูกสร้าง	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณพื้นที่มี พืชปกคลุม.....	103
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นแหล่งน้ำ.....	103
ข-3 การเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากสวนผลไม้เป็นไร่มันสำปะหลัง	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณสวนผลไม้.....	103
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นไร่มันสำปะหลัง..	103
ข-4 การเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากสวนผลไม้เป็นสวนยางพารา	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณสวนผลไม้.....	104
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นสวนยางพารา.....	104
ข-5 การเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากไร่มันสำปะหลังเป็นสวนยางพารา	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณไร่มันสำปะหลัง	104
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นสวนยางพารา.....	104
ข-6 การเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวเป็นไร่มันสำปะหลัง	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณนาข้าว.....	104
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นไร่มันสำปะหลัง..	104

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
ข-7 การเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวเป็นสวนผลไม้	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณนาข้าว.....	105
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณสวนผลไม้	105
ข-8 การเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยวเป็น นาข้าวระยะเจริญเติบโต	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณ นาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว.....	105
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นนาข้าว ระยะเจริญเติบโต.....	105
ข-9 การเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวเป็นนาทุ่ง	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณนาข้าว.....	105
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นนาทุ่ง.....	105
ข-10 การเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นไร่มันสำปะหลัง	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณ พื้นที่ดินว่างเปล่า.....	106
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นไร่มันสำปะหลัง..	106
ข-11 การเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นสวนผลไม้	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณ พื้นที่ดินว่างเปล่า.....	106
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นสวนผลไม้.....	106
ข-12 การเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นสวนยางพารา	
ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณ พื้นที่ดินว่างเปล่า.....	106
ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ตรวจสอบเป็นสวนยางพารา.....	106

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้หลายแนวทาง ไม่ว่าจะเป็นการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน (Classification) การจัดทำแผนที่แสดงพืชพรรณของโลก การเฝ้าตรวจคุณภาพน้ำ และอีกแนวทางที่นำเอาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายคือ การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Change Detection)

ในปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเป็นไปอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกิดจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจของมนุษย์ ดังนั้น การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง หากเราต้องการปรับปรุงแผนที่แสดงสิ่งปกคลุมดินให้ทันสมัย วางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ของที่ดิน ประเมินสถานการณ์การตัดไม้ทำลายป่า การเฝ้าตรวจการเปลี่ยนแปลงทางเกษตรกรรม หรือสภาพสิ่งแวดล้อม ฯลฯ

กระบวนการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน เป็นกระบวนการที่ใช้จำแนกความแตกต่างของวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา (Multitemporal Remotely-Sensed Data) ของพื้นที่บริเวณเดียวกัน มาวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยประเภทของความเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับสิ่งที่เราสนใจ ซึ่งอาจจะเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น ช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วม หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลายาวนาน เช่น การขยายตัวของบริเวณเมือง เป็นต้น

หลักการของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินโดยการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา คือ ความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินนั้น ต้องเป็นผลจากความเปลี่ยนแปลงของค่าการแผ่รังสี (Radiance Value) โดยค่าการแผ่รังสีที่เปลี่ยนไปควรจะเปลี่ยนไปเนื่องจากความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินมากกว่าที่จะเปลี่ยนแปลงไปเนื่องมาจากปัจจัยอื่นๆ เช่น ความแตกต่างของสภาพชั้นบรรยากาศ ความแตกต่างของมุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ หรือความแตกต่างของความชื้นของดิน (Singh, 1989)

ในทางทฤษฎีแล้ว ข้อมูลภาพที่นำมาวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินนั้น ควรจะได้มาจากเครื่องวัด (Sensor) ตัวเดียวกันหรือคล้ายกัน มีความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) มุมมองทางเรขาคณิต (Viewing Geometry) แบนด์สเปกตรัม (Spectrum Band)

ความละเอียดเชิงคลื่น (Radiometric Resolution) และช่วงเวลาของวันที่ทำการบันทึกภาพที่เหมือนกัน ดังนั้น ข้อมูลภาพดังกล่าวจึงควรจะเป็นข้อมูลภาพที่บันทึกได้ในวันครบรอบปีในปีที่ต่างกัน (Anniversary Dates) เพราะจะมีความแตกต่างของฤดูกาล และมุมตกกระทบของแสงอาทิตย์น้อยที่สุด

แม้ว่าเราจะนำข้อมูลภาพที่ได้จากวันเดียวกันของปีที่ต่างกันมาใช้วิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน แต่ความแตกต่างกันของปัจจัยอื่นๆ เช่น ผลกระทบเนื่องจากชั้นบรรยากาศ ปัจจัยอื่นเนื่องมาจากระดับน้ำในทะเลสาบหรืออ่างเก็บน้ำ สภาพของน้ำขึ้น-น้ำลงกระแสน้ำ หรือความชื้นในดิน ก็ยังคงมีอยู่ ซึ่งต้องนำมาพิจารณาด้วยเช่นกัน (Lillesand and Kiefer, 1999, p.578)

การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินโดยการนำข้อมูลภาพดาวเทียมที่บันทึกได้จากช่วงเวลาที่ต่างกันมาเปรียบเทียบกันโดยตรงนั้นเป็นสิ่งที่ไม่ควรกระทำ เนื่องจากข้อมูลภาพดังกล่าวมีความแตกต่างกันของสภาพชั้นบรรยากาศ มุมที่บันทึกข้อมูลภาพของเครื่องวัด หรือค่าพารามิเตอร์ของเครื่องวัด ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูลภาพ ซึ่งอาจทำให้การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่แท้จริงไม่สามารถตรวจหาได้ (Schott, Salvaggio and Volchok, 1988, p. 261)

ในทางปฏิบัติ บ่อยครั้งที่ข้อมูลภาพที่บันทึกได้ในวันเดียวกันของปีที่ต่างกันนั้นไม่สามารถกระทำได้ จึงต้องใช้ข้อมูลภาพที่บันทึกได้ในวันที่ใกล้เคียงกันแทน ซึ่งอาจจะต่างกันเป็นวันหรือเป็นเดือน ทำให้มุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ และสภาพบรรยากาศของข้อมูลภาพทั้งสองมีความแตกต่างกัน ดังนั้นหากจะนำเอาค่าสะท้อนพลังงานของข้อมูลภาพสองช่วงเวลามาเทียบกันโดยตรง จะทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่าความเปลี่ยนแปลงของค่าสะท้อนพลังงานของข้อมูลภาพที่เกิดขึ้นนั้นเป็นเพราะสิ่งปกคลุมเปลี่ยนแปลงไป หรือเป็นเพราะปัจจัยในเรื่องของมุมตกกระทบของแสงอาทิตย์และสภาพบรรยากาศของข้อมูลภาพทั้งสองที่แตกต่างกัน

เพื่อให้มั่นใจว่าความเปลี่ยนแปลงของค่าสะท้อนพลังงานของข้อมูลภาพที่เกิดขึ้นนั้นเป็นเพราะสิ่งปกคลุมเปลี่ยนแปลงไปเท่านั้น จึงต้องทำการขจัดปัจจัยต่างๆ เช่น มุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ และสภาพบรรยากาศออกจากข้อมูลภาพ ทำได้โดยกระบวนการการปรับแก้เชิงคลื่น (Radiometric Normalization)

การปรับแก้เชิงคลื่นของข้อมูลภาพ (Radiometric Normalization) เป็นกระบวนการเตรียมข้อมูลภาพ (Pre-processing) เพื่อลดความแตกต่างเชิงคลื่นของข้อมูลภาพที่บันทึกได้จากช่วงเวลาที่ต่างกัน เนื่องจากปัจจัยต่างๆ ที่ไม่ได้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน เมื่อความแตกต่างเชิงคลื่นมีค่าลดลงจะทำให้ข้อมูลภาพดาวเทียมหลายช่วงเวลาอยู่ในสภาวะเดียวกัน เราจึงสามารถนำข้อมูลภาพดาวเทียมหลายช่วงเวลามาเปรียบเทียบกันได้

ในปัจจุบันการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่บริเวณไม่กว้างใหญ่มากนัก เช่น การศึกษาวิจัยของ Fung (1990) ที่มีพื้นที่ศึกษาวิจัยครอบคลุม 500 x 700 จุดภาพ และการศึกษาวิจัยของ Heo และ FitzHugh (2000) ที่มีพื้นที่ศึกษาวิจัยครอบคลุมพื้นที่ขนาด 30 x 30 ตารางกิโลเมตร แต่สำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงบนพื้นที่ขนาดใหญ่ หรือข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพ (Full Scene) ยังไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพนั้นครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ ซึ่งอาจจะมีสภาพบรรยากาศที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศที่หลากหลาย มีความแตกต่างของสภาพบรรยากาศที่รุนแรง เช่น ในทวีปอเมริกา หรือทวีปออสเตรเลีย ทำให้การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ขนาดใหญ่เป็นเรื่องที่ย่างยากซับซ้อน เนื่องจากในขั้นตอนของการปรับแก้เชิงคลื่นของข้อมูลภาพนั้น ต้องทำการพล็อตค่าสะท้อนพลังงานของเป้า (Target) ที่เลือกมาทำการปรับแก้เชิงคลื่น เพื่อจะได้ทราบถึงแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าสะท้อนพลังงานของเป้าของข้อมูลภาพสองช่วงเวลา จากนั้นจึงนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เพื่อนำไปใช้ในการปรับแก้เชิงคลื่น หากความสัมพันธ์ระหว่างค่าสะท้อนพลังงานของเป้าของข้อมูลภาพสองช่วงเวลามีความสัมพันธ์ในลักษณะที่สามารถหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแทนบอกถึงความสัมพันธ์ของเป้าทั้งสองได้ การปรับแก้เชิงคลื่นจะสามารถทำได้ง่าย แต่หากความสัมพันธ์ระหว่างค่าสะท้อนพลังงานของเป้าของข้อมูลภาพสองช่วงเวลามีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ไม่สามารถหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแทนของความสัมพันธ์ระหว่างค่าสะท้อนพลังงานของเป้าของข้อมูลภาพสองช่วงเวลา การปรับแก้เชิงคลื่นจะเป็นเรื่องที่ย่างยากซับซ้อน และอาจจะไม่สามารถทำได้ในที่สุด

จากการศึกษาวิจัยเบื้องต้นในบริเวณพื้นที่ศึกษาวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสะท้อนพลังงานของเป้าของข้อมูลภาพสองช่วงเวลานั้น มีความสัมพันธ์ในลักษณะที่สามารถหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นลักษณะเชิงเส้นมาเป็นตัวแทนบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสะท้อนพลังงานของเป้าของข้อมูลภาพสองช่วงเวลา (รูปที่ 1.1 ก) และ ข) ซึ่งเป็นเครื่องบ่งชี้ว่า บริเวณพื้นที่ศึกษาวิจัยนั้นมีสภาพบรรยากาศที่ไม่แตกต่างกันเกินที่จะทำการวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงโดยใช้เทคนิคการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพัทธ์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Normalization)

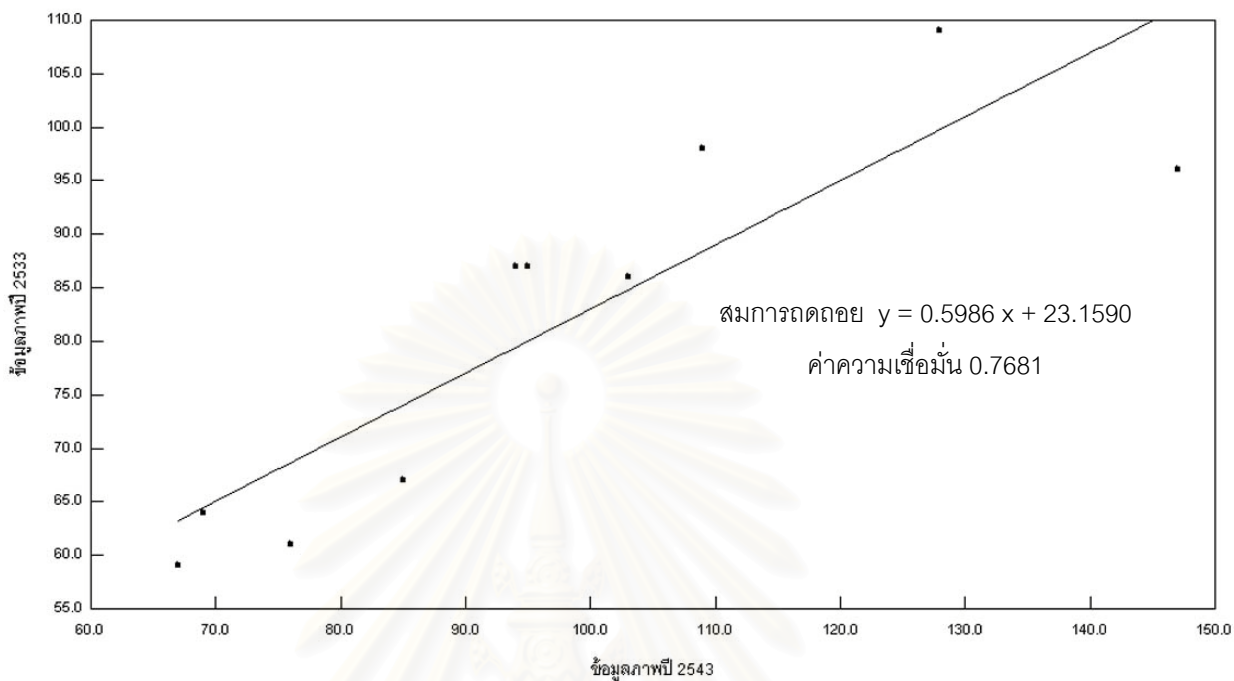
ดังนั้นการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงบนพื้นที่ขนาดใหญ่ในประเทศไทยจึงเป็นเรื่องที่น่าศึกษาวิจัย เพราะหากผลการศึกษาวิจัยพบว่าการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินบนพื้นที่ขนาดใหญ่ได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าเชื่อถือ จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อทำให้การหาความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ขนาดใหญ่กระทำได้อย่างสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้า (Target)
ในการทำการปรับแก้เชิงคลื่นของข้อมูลภาพสองช่วงเวลา

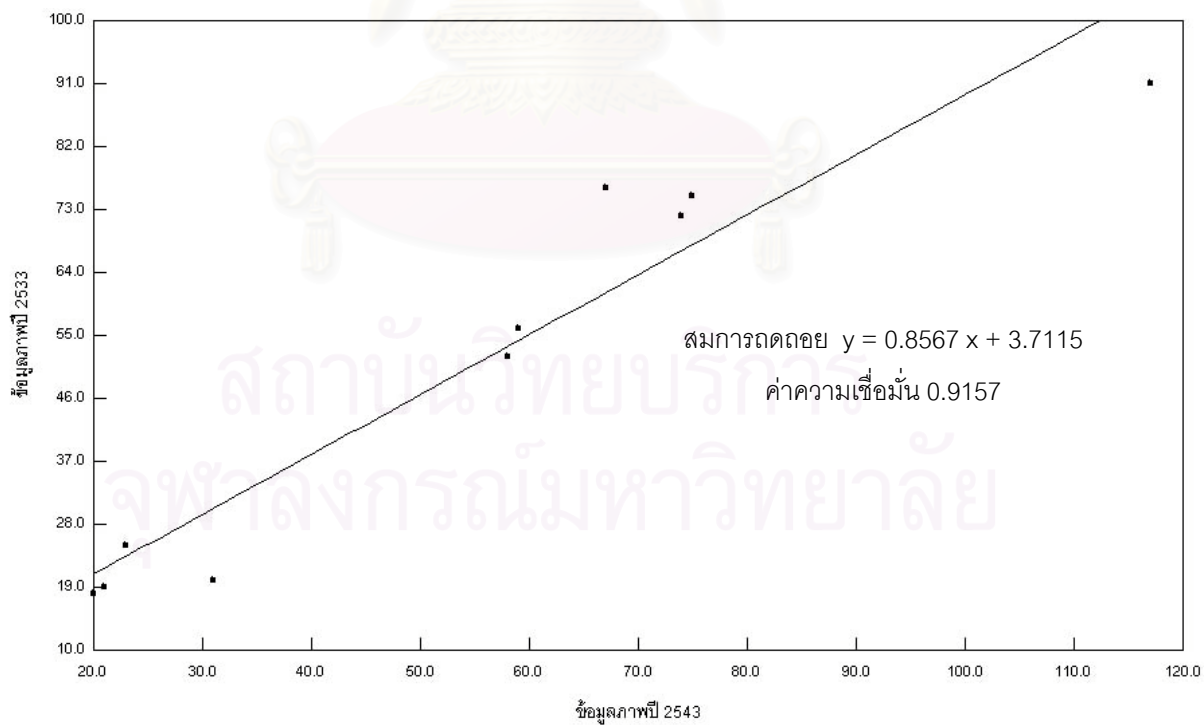
เป้า	ประเภท	ค่าพิกัด E (ม.)	ค่าพิกัด N (ม.)	ภาพวันที่ 26 ธค. 2533						ภาพวันที่ 3 พย. 2543					
				แบนด์ 1	แบนด์ 2	แบนด์ 3	แบนด์ 4	แบนด์ 5	แบนด์ 7	แบนด์ 1	แบนด์ 2	แบนด์ 3	แบนด์ 4	แบนด์ 5	แบนด์ 7
1	ถนน	732157	1406101	109	54	72	66	93	50	128	58	74	81	109	68
2	น้ำ	738433	1427376	67	25	20	10	4	3	85	33	31	15	11	4
3	เมือง	764095	1510987	87	42	56	52	98	57	95	43	59	73	96	60
4	น้ำ	775127	1521120	64	22	18	10	8	2	69	22	20	12	7	5
5	เมือง	823326	1407961	98	50	75	63	116	63	109	50	75	69	129	82
6	น้ำ	844164	1513641	61	28	25	14	5	3	76	25	23	16	11	5
7	ลาน คอนกรีต	844283	1495497	96	55	91	74	160	82	147	81	117	92	159	111
8	ถนน	851769	1379752	86	41	52	66	97	46	103	43	58	66	116	68
9	น้ำ	868009	1505703	59	20	19	10	5	0	67	22	21	13	11	6
10	ลานกว้าง	881243	1389948	87	48	76	71	133	53	94	48	67	69	132	60

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา



ก) แบนด์ที่ 1



ข) แบนด์ที่ 3

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์ (Relative Radiometric Normalization: RRN)
- 2) เพื่อศึกษาวิธีการเตรียมข้อมูลภาพเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน
- 3) เพื่อศึกษาวิเคราะห์หาขอบเขตของความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลภาพที่เหมาะสม (Optimum Threshold)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาวิจัยการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินบนพื้นที่ทำการวิจัย โดยการใช้เทคนิคการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์เพื่อตรวจหาความเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยการนำเอาช่วงคลื่นมาลบกัน

1.3.2 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาครอบคลุม 7 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ปราจีนบุรี และ จังหวัดสระแก้ว ซึ่งเป็นจังหวัดที่อยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย ซึ่งภายในพื้นที่ประกอบด้วยการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความหลากหลาย ทั้งพื้นที่เกษตรกรรมได้แก่ พืชสวน เช่น สวนทุเรียน สวนเงาะ สวนมะม่วง สวนยางพารา นอกจากนี้ยังมีพืชไร่ เช่น ไร่มันสำปะหลัง ไร่ข้าวโพด ไร่สับปะรด พื้นที่(ในเขต)อุตสาหกรรม เขตเมือง ชุมชนขนาดเล็ก พื้นที่ป่าไม้ ส่วนบริเวณตอนล่างของภาคยังเป็นพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่ติดกับอ่าวไทย ที่มีการทำนาุ้งตามแนวชายฝั่งทะเล หาดทราย โคลน และป่าชายเลนอีกด้วย

1.3.3 ข้อมูลภาพดาวเทียม 2 ช่วงเวลา

1) ข้อมูลภาพดาวเทียม แลนด์แซท 5 ที่เอ็ม Path-Row 128-51 มีความละเอียดของจุดภาพขนาด 30 x 30 เมตร แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7 บันทึกภาพวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2533 เป็นภาพอ้างอิง ที่ผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) ให้อยู่ในระบบพิกัดเดียวกับข้อมูลภาพดาวเทียมที่บันทึกภาพวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543

2) ข้อมูลภาพดาวเทียม แลนด์แซท 5 ที่เอ็ม Path-Row 128-51 มีความละเอียดของจุดภาพขนาด 30 x 30 เมตร แบนด์ที่ 1 – 5 และ แบนด์ที่ 7 บันทึกภาพวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543 เป็นภาพที่ต้องการปรับแก้เชิงคลื่น โดยข้อมูลภาพดังกล่าวเป็นข้อมูลภาพที่ผ่านการแปลงค่าพิกัดภาพไปสู่พิกัดภูมิศาสตร์ (Georeference) แล้ว โดยทำการปรับแก้

เชิงเรขาคณิต ให้อยู่ในระบบพิกัดยู ที เอ็ม (UTM) ที่มีค่าพิกัดอ้างอิงบนพื้นหลักฐาน Indian 1975 เรียบร้อยแล้ว

1.3.4 ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000

1.3.5 ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยบินถ่ายภาพในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2533 มาตราส่วน 1: 1,5000

1.3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ประกอบไปด้วยซอฟต์แวร์และคอมพิวเตอร์ของภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ ได้แก่

1) เครื่องคอมพิวเตอร์ Pentium 4, ความเร็ว 512 Mb, HDD 40 Gb

2) ซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพ ERDAS IMAGINE Version 8.5 สำหรับใช้แปลงค่าพิกัดข้อมูลภาพไปสู่พิกัดภูมิศาสตร์ของข้อมูลภาพอ้างอิงและข้อมูลภาพที่ต้องการแก้ไข ใช้ปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์ข้อมูลภาพ และใช้สร้างข้อมูลภาพผลต่างเพื่อนำไปทำการวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่

3) ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView GIS Version 3.2 ใช้สำหรับสร้างแผนที่บอกตำแหน่ง กำหนดเส้นทางในการเก็บข้อมูลสนาม

4) เครื่องมือรังวัดตำแหน่งจากสัญญาณดาวเทียม GPS แบบมือถือ ความละเอียดถูกต้อง 15 เมตร เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการค้นหาตำแหน่งของการเก็บข้อมูลในขั้นตอนการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

1.4.1 การแปลงค่าพิกัดข้อมูลภาพไปสู่พิกัดภูมิศาสตร์ของข้อมูลภาพอ้างอิงและข้อมูลภาพที่ต้องการแก้ไข (Image-to-Image Registration)

1.4.2 การปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์ของข้อมูลภาพโดยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Normalization)

1.4.3 การสร้างข้อมูลภาพผลต่างโดยใช้เทคนิคการนำช่วงคลื่นมาลบกัน (Image Differencing) กำหนดตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้น และวิเคราะห์หาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม

1.4.4 การประเมินความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน

เป็นการประเมินความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน โดยเปรียบเทียบผลการตรวจสอบประเภทของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศกับข้อมูลข้อเท็จจริงที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม และตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดิน ณ ตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้น ซึ่งเมื่อได้ค่าความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินแล้ว จะสามารถวิเคราะห์หาแบบแผนที่เหมาะสมสำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมแต่ละประเภทต่อไป

1.4.5 สรุปและเปรียบเทียบผลการประเมินความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน

การเปรียบเทียบผลการประเมินความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) การประเมินความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว โดยเปรียบเทียบกับผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศและข้อมูลรูปถ่ายทางอากาศของบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ผลิตในปี 2531 หรือปีใกล้เคียงเป็นข้อมูลอ้างอิง และข้อมูลข้อเท็จจริงที่ได้จากการสำรวจสภาพพื้นที่ที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน

2) เปรียบเทียบผลการประเมินความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วกับข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น

3) เปรียบเทียบผลการประเมินความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วน (Sub-scene) กับข้อมูลภาพผลต่างขนาดเต็มภาพ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบถึงศักยภาพของแนวทางการวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่โดยใช้เทคนิคการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพัทธ์

2) สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยไปประยุกต์ใช้สำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่ได้ เนื่องจากในปัจจุบันการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินส่วนใหญ่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณเล็กๆ

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ต่างๆ ทำได้โดยนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลามาวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ระหว่างช่วงเวลาที่แตกต่างกัน สามารถกระทำได้หลายแนวทาง ไม่ว่าจะเป็น การเปรียบเทียบข้อมูลภาพหลังจากการจำแนกประเภทของสิ่งปกคลุมดิน (Post-Classification Comparison) การจำแนกชุดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา (Classification of Multitemporal Data Set) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) การนำแบนด์มาหาอัตราส่วน (Image Ratioing) และการนำช่วงคลื่นมาลบกัน (Image Differencing) ซึ่งจะเป็นแนวทางที่ใช้ในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ในบทนี้ จะกล่าวถึงกระบวนการในการวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ตั้งแต่กระบวนการเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน กระบวนการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินโดยใช้วิธีการนำช่วงคลื่นมาลบกัน และการวิเคราะห์หาขอบเขตความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม รวมทั้งตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การปรับแก้เชิงคลื่น

การปรับแก้เชิงคลื่น สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 แนวทางหลัก ได้แก่

2.1.1 การปรับแก้เชิงคลื่นสัมบูรณ์ (Absolute Radiometric Normalization)

การปรับแก้เชิงคลื่นสัมบูรณ์เป็นแนวทางหนึ่งในการปรับแก้เชิงคลื่นซึ่งต้องใช้ข้อมูลการตรวจวัดสภาพบรรยากาศ ณ ขณะที่มีการบันทึกข้อมูลภาพ เพื่อนำไปคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของผลกระทบเนื่องจากชั้นบรรยากาศเป็นค่าปรับแก้ของสภาพชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Correction) และการวัดสอบเครื่องวัด (Sensor Calibration) แม้ผลที่ได้จะมีความถูกต้องสูง แต่ในทางปฏิบัติแล้ว การวัดสภาพบรรยากาศในสนามจริง อาจจะไม่สะดวกในเรื่องของการเดินทาง นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายสูงแล้ว และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาศึกษาวิจัยมักจะเป็นข้อมูลภาพที่บันทึกได้ในอดีต ซึ่งไม่ได้มีการวัดข้อมูลของชั้นบรรยากาศไว้ (Chavez, 1996) และวิธีการนี้ยังให้ผลที่ไม่ดีนักเมื่อนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไปวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน (Hall et al., 1991)

2.1.2 การปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์ (Relative radiometric normalization: RRN)

การปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์นั้นทำได้ง่ายกว่าการปรับแก้เชิงคลื่นแบบสัมบูรณ์ เนื่องจากไม่ต้องใช้ข้อมูลสภาพชั้นบรรยากาศ ณ ขณะที่ทำการบันทึกข้อมูลภาพดาวเทียม หลักการของแนวทางนี้คือ การปรับแก้ค่าข้อมูลเชิงเลข (Digital Number: DN) ของข้อมูลภาพหลายช่วงเวลาที่ต้องการปรับแก้ (Subject Image) ให้อยู่ในสถานะเดียวกับข้อมูลภาพอ้างอิง (Reference Image) แบบแบนด์ต่อแบนด์ (Band By Band) และเมื่อข้อมูลภาพทั้งสองมีสถานะเดียวกันแล้ว จึงสามารถนำข้อมูลภาพทั้งสองมาเปรียบเทียบหาความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ได้ (Yang & Lo, 2000)

กระบวนการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์ สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) การปรับแก้เชิงสถิติ (Statistical Adjustment)

การปรับแก้เชิงสถิติ เป็นแนวทางที่ประกอบไปด้วยวิธีการมากมาย โดยเป็นการปรับแก้เชิงเส้นของข้อมูลภาพดาวเทียมทั้งสองภาพที่คล้ายคลึงกันในรูปของค่าที่น้อยที่สุดของค่าข้อมูลเชิงเลข - ค่ามากที่สุดของค่าข้อมูลเชิงเลข ค่าเฉลี่ยทางสถิติ และความเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือตัวแปรทางสถิติอื่นๆ ที่เป็นไปได้

Yuan และ Elvidge (1996) ทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคต่างๆ ของการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์พบว่า เทคนิคการใช้ค่าที่น้อยที่สุด - ค่ามากที่สุด (The Minimum - Maximum Normalization) และเทคนิคการใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย (The Mean - Standard Deviation) ให้ผลที่ไม่ดีนัก

2) การเทียบค่าด้วยฮิสโตแกรม (Histogram Matching)

การเทียบค่าด้วยฮิสโตแกรม เป็นวิธีการที่ใช้ทั่วไป โดยใช้เทคนิคของการเน้นข้อมูลภาพเชิงคลื่น (Radiometric Enhancement) ร่วมกับการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับประมวลผลข้อมูลภาพ (Image Processing) การแปลงค่าสะท้อนพลังงานนั้นทำได้โดยเทียบฮิสโตแกรมของค่าสะท้อนพลังงานระหว่างข้อมูลภาพทั้งสอง ดังนั้น การกระจายตัวของค่าสะท้อนพลังงานของข้อมูลภาพทั้งสองจะมีลักษณะที่คล้ายกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ การแปลงค่าสะท้อนพลังงานจะใช้ตารางค้นหา (Look Up Table) เพื่อแปลงฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพภาพหนึ่งไปยังฮิสโตแกรมของข้อมูลภาพอีกภาพหนึ่ง เทคนิคนี้จะมีประโยชน์มากสำหรับการจับคู่ข้อมูลภาพที่อยู่ในบริเวณเดียวกันที่บันทึกได้ในวันที่ต่างกัน โดยมีมุมสะท้อนของดวงอาทิตย์หรือผลกระทบเนื่องจากชั้นบรรยากาศที่ต่างกัน

3) การปรับแก้เชิงคลื่นด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Normalization)

การปรับแก้เชิงคลื่นด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น เป็นแนวทางหนึ่งที่ทำกันอย่างแพร่หลาย และได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการปรับแก้เชิงคลื่น (Heo and FitzHugh, 2000) หลักการคือ ค่าการแผ่รังสีที่ได้จากเครื่องวัดของดาวเทียมจะให้ช่วงสเปกตรัม (Spectral Channel) ที่สามารถทำให้อยู่ในรูปของความสัมพันธ์เชิงเส้นของค่าสะท้อนพลังงานได้ (Schott, 1988) ดังนั้น ผลกระทบเนื่องจากชั้นบรรยากาศที่แตกต่างกันของข้อมูลภาพทั้ง 2 จึงมีความสัมพันธ์กันภายในลักษณะเชิงเส้นด้วยเช่นกัน

การปรับแก้เชิงคลื่นด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น เป็นความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพของข้อมูลภาพที่ต้องการปรับแก้กับข้อมูลภาพอ้างอิง โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเป็นความสัมพันธ์ในลักษณะแบนด์ต่อแบนด์ ซึ่งสามารถหาความสัมพันธ์ได้จากสมการเชิงเส้นถดถอยโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Singh, 1989)

สมการที่ใช้ในการปรับแก้เชิงคลื่นข้อมูลภาพคือ

$$(DN Reference)_i = a + b \times (DN Subject)_i$$

เมื่อ a และ b คือ พารามิเตอร์ของเส้นถดถอย (Linear Regression Parameter) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากเส้นถดถอยโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least-Square Method) (DN Reference) คือ ข้อมูลเชิงเลขของข้อมูลภาพอ้างอิง (DN Subject) คือ ข้อมูลเชิงเลขของข้อมูลภาพที่ต้องการปรับแก้ และ i เป็น แบนด์ของภาพ

สมการเส้นถดถอยโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least-Square Method) คือ สมการเส้นตรงที่เมื่อลากผ่านสแกตเตอร์แกรมแล้วจะทำให้ผลรวมของค่าเหลือ (Residual) ยกกำลังสองมีค่าน้อยที่สุด

ลักษณะความสัมพันธ์ที่บ่งบอกว่าค่าสะท้อนพลังงานของข้อมูลภาพทั้งสองนั้นมีลักษณะความสัมพันธ์ที่เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นหรือไม่นั้น พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Coefficient of Determination: r^2) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่าข้อมูล 2 ชุดมีความสัมพันธ์กันมาก-น้อย อย่างไร

ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหาได้จาก

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

เมื่อ r^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ

\hat{Y} คือ ปริมาณที่ได้จากการทำนาย

\bar{Y} คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

Y_i คือ ปริมาณของข้อมูลจริง

n คือ จำนวนข้อมูล

ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 หากค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจมีค่าเป็น 0 แสดงให้เห็นว่า ข้อมูล 2 ชุดนั้นไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกันเลย แต่หากค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจมีค่าเป็น 1 แสดงว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดนั้น มีความสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างสมบูรณ์ ดังนั้น หากค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจที่คำนวณได้มีค่าใกล้ 1 สามารถบอกได้ว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุด มีความสัมพันธ์เชิงเส้น (Jarrett, 1989, p.383)

การเลือกเป้าที่ใช้สำหรับเป็นจุดควบคุมเชิงคลีน (Radiometric Control Target) เพื่อใช้หาค่าพารามิเตอร์ของเส้นถดถอย มีหลักเกณฑ์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป คือ

- 1) ควรเลือกเป้าให้มีความสูงในระดับเดียวกัน เพราะจะทำให้เป้าแต่ละอันอยู่ในสภาพบรรยากาศที่คล้ายกัน
- 2) ควรเลือกเป้าที่มีพีชปกคลุมน้อยที่สุด เพราะค่าสะท้อนพลังงานของพีชมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
- 3) ควรเลือกเป้าที่อยู่บนพื้นราบสัมพัทธ์ เพราะจะทำให้การเปลี่ยนแปลงของมุมตกกระทบของดวงอาทิตย์ระหว่างข้อมูลภาพสองช่วงเวลาจะได้มีสัดส่วนที่เหมือนกัน
- 4) ในชุดของเป้าที่เลือกควรมีช่วงของค่าสะท้อนพลังงานที่กว้าง เพื่อให้แบบจำลองของเส้นถดถอยเป็นที่น่าเชื่อถือ

การเลือกเป้าโดยเป็นไปตามหลักเกณฑ์ดังกล่าวจะทำให้เป้าเป็นตัวสะท้อนพลังงานคงที่ จึงทำให้ค่าสะท้อนพลังงานที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นผลอันเนื่องมาจากปัจจัยที่ไม่ใช่พื้นผิว (Non-Surface) เพียงอย่างเดียว (Heo and FitzHugh, 2000)

ดังนั้น เราจึงควรเลือกเป้าที่ใช้ในการทำปรับแก้เชิงคลื่น โดยเป้าที่เลือกจะต้องปรากฏอยู่ในข้อมูลภาพทั้งสอง และไม่มีพีชปกคลุม เช่น คอนกรีต, อัสฟัลท์, หลังคาโรงงาน บ่อน้ำ ฯลฯ ซึ่งถือว่าเป็นวัตถุที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าสะท้อนพลังงาน หรือมีการเปลี่ยนแปลงของค่าสะท้อนพลังงานที่น้อยมาก (Pseudoinvariant Feature) ตลอดช่วงระยะเวลาระหว่างข้อมูลภาพทั้งสองจึงทำให้ความเปลี่ยนแปลงของค่าสะท้อนพลังงานระหว่าง 2 ช่วงเวลานั้น จะเกิดขึ้นเนื่องจากความเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศเพียงอย่างเดียว ทำให้เราทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างเป้าที่เลือกมาทำการปรับแก้เชิงคลื่น โดยอยู่ในรูปแบบของสมการปรับแก้เชิงคลื่น ซึ่งจะสามารถจัดผลกระทบเนื่องจากชั้นบรรยากาศ

Schott et al. (1988) เลือกเป้าที่ใช้การปรับแก้เชิงเป็นวัตถุที่อยู่ในเขตชุมชน เช่น ถนน และอาคาร เพราะว่าเป็นวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าสะท้อนพลังงานที่น้อยมาก โดยนำข้อมูลภาพแบนด์ที่ 4 มาทำสัดส่วนกันกับข้อมูลภาพแบนด์ที่ 3 (TM 4/3) โดยเลือกจุดภาพที่เป็นสีดำ และเลือกจุดภาพที่เป็นสีขาวที่ปรากฏในข้อมูลภาพแบนด์ที่ 7 วิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการที่ดีสำหรับใช้จำแนกบริเวณที่เป็นสิ่งก่อสร้างและน้ำออกจากบริเวณที่มีพีชปกคลุม

2.2 การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินโดยวิธีการนำช่วงคลื่นมาลบกัน (Image Differencing)

วิธีการนำช่วงคลื่นมาลบกัน (Image Differencing) เป็นแนวทางหนึ่งในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และใช้กับสภาพภูมิประเทศที่หลากหลายประเภท (Singh, 1989) ทำได้โดยการนำเอาค่าสะท้อนพลังงานของข้อมูลภาพสองช่วงเวลาที่บ้านทักได้จากวันครบรอบปีในปีที่ต่างกัน (Anniversary Date) มาลบออกจากกันแบบจุดภาพต่อจุดภาพ โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นข้อมูลภาพผลต่าง (Difference Image) ซึ่งก็คือการเปลี่ยนแปลงระหว่างสองช่วงเวลา

สมการที่ใช้หาค่าความต่างของค่าสะท้อนพลังงานของข้อมูลภาพคือ

$$Dx_{ij}^k = x_{ij}^k(t_2) - x_{ij}^k(t_1)$$

เมื่อ Dx_{ij}^k คือ ค่าจุดภาพที่เป็นผลต่างของแบนด์ที่ k แถวที่ i สดมภ์ที่ j

$x_{ij}^k(t_2)$ คือ ค่าจุดภาพของข้อมูลภาพแบนด์ที่ k แถวที่ i สดมภ์ที่ j ณ ช่วงเวลาที่ 2

$x_{ij}^k(t_1)$ คือ ค่าจุดภาพของข้อมูลภาพแบนด์ที่ k แถวที่ i สดมภ์ที่ j ณ ช่วงเวลาที่ 1

ค่าผลต่างของค่าสะท้อนพลังงานที่มีค่าใกล้เคียงกับศูนย์แสดงให้เห็นว่าบริเวณดังกล่าวไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะเนื่องจากค่าสะท้อนพลังงานของจุดภาพทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งหมายถึง

เป็นวัตถุ หรือสิ่งปกคลุมดินชนิดเดียวกัน ในขณะที่ค่าผลต่างของค่าสะท้อนพลังงานที่มีค่ามากกว่า หรือน้อยกว่าศูนย์มากๆ แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงของวัตถุในบริเวณดังกล่าว (Fung and LeDrew, 1988) หากข้อมูลภาพเป็นข้อมูลภาพ 8 bit ช่วงของข้อมูลภาพผลต่างจะมีค่า -255 ถึง 255 โดยปกติจะมีค่าคงที่ (255) บวกเพิ่มเข้าไปในข้อมูลภาพแต่ละจุดภาพ เพื่อการแสดงผลข้อมูลภาพ

ข้อดีของวิธีการนำเอาช่วงคลื่นมาลบกัน คือ ประหยัดงบประมาณในการตรวจสอบ อีกทั้งยังสามารถบ่งบอกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยรวมได้อย่างรวดเร็ว ข้อเสียของวิธีการนำเอาช่วงคลื่นมาลบกันคือ การระบุบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้น (Singh, 1989)

Weismiller และคณะ (1977) ได้นำเทคนิคการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน โดยนำช่วงคลื่นมาลบกัน ตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งของมลรัฐเท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยพบว่าเทคนิคดังกล่าวสามารถใช้ได้ผลดี

Jenson และ Toll (1982) นำข้อมูลภาพผลต่างในแบนด์ที่ 5 มาศึกษาวิจัยหาความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่อยู่อาศัยในเขตเมือง โดยพบว่าการขยายตัวของเขตเมืองเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 77 เป็น ร้อยละ 81

Fung (1990) นำเทคนิคการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินนี้ไปประเมินค่าความถูกต้องของการนำข้อมูลภาพดาวเทียมแลนด์แซท ทีเอ็ม มาตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้ข้อมูลภาพ 6 แบนด์มาทำเป็นข้อมูลภาพผลต่าง (แบนด์ที่ 1-5 และแบนด์ที่ 7)

2.3 การหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม (Optimum Threshold)

ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม (Optimum Threshold) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าบริเวณใดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้น และบริเวณใดที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

เนื่องจากเมื่อทำการพิจารณาจากลักษณะการกระจายตัวของค่าจุดภาพในข้อมูลภาพผลต่าง จะพบว่าจุดภาพที่แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้น จะปรากฏในบริเวณที่เป็นส่วนหางของเส้นโค้งปกติ ในขณะที่จุดภาพที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจะอยู่รวมกันบริเวณค่าเฉลี่ยของค่าสะท้อนพลังงานของข้อมูลภาพผลต่าง (Singh, 1989) ดังนั้น เราจึงสามารถหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมโดยใช้หลักการทางสถิติมาทดสอบ เช่น การใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นต้น Nelson (1983) หาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สำหรับในการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมด้วยวิธีการเดียวกันกับงานศึกษาของ Fung และ LeDrew (1988) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภาพผลต่าง
2. คำนวณหาค่าขอบเขตของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม โดยค่าขอบเขตของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ $\pm N$ เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าจุดภาพของข้อมูลภาพผลต่าง เมื่อ N เป็นเลขจำนวนน้อยๆ เช่น 0.1 ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณคือข้อมูลภาพความเปลี่ยนแปลง
3. คำนวณหาค่าขอบเขตของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมซ้ำ โดยเพิ่มค่า N จากเดิมครั้งละ 0.1 ไปเรื่อยๆ จน N มีค่าเป็น 2 ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลภาพความเปลี่ยนแปลงใหม่รอบละ 1 ภาพ
4. นำข้อมูลภาพความเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่สร้างขึ้นมาประเมินค่าความถูกต้อง โดยนำมาเปรียบเทียบกับผลการตรวจสอบข้อเท็จจริงที่ได้จากสำรวจภาคสนามและภาพถ่ายทางอากาศ
5. ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม พิจารณาจากค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) โดยข้อมูลภาพความเปลี่ยนแปลงใดที่ให้ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด จะถือว่าค่า N เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าจุดภาพของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างข้อมูลภาพความเปลี่ยนแปลงนั้น เป็นขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม ซึ่งหาค่าได้จาก

$$\text{ค่าความถูกต้องทั้งหมด} = \frac{\text{จำนวนข้อมูลที่จำแนกได้อย่างถูกต้องทั้งหมด}}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}} \times 100$$

สำหรับการประเมินค่าความถูกต้องในการตรวจหาความความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินโดยการแยกประเภทของสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทนั้น จะพิจารณาจากค่าความถูกต้องของแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ซึ่งหาค่าได้จาก

$$\text{ค่าความถูกต้องของแต่ละประเภท} = \frac{\text{จำนวนข้อมูลที่จำแนกถูกต้องของกลุ่มที่สนใจ}}{\text{จำนวนข้อมูลอ้างอิงทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่มนั้นๆ}} \times 100$$

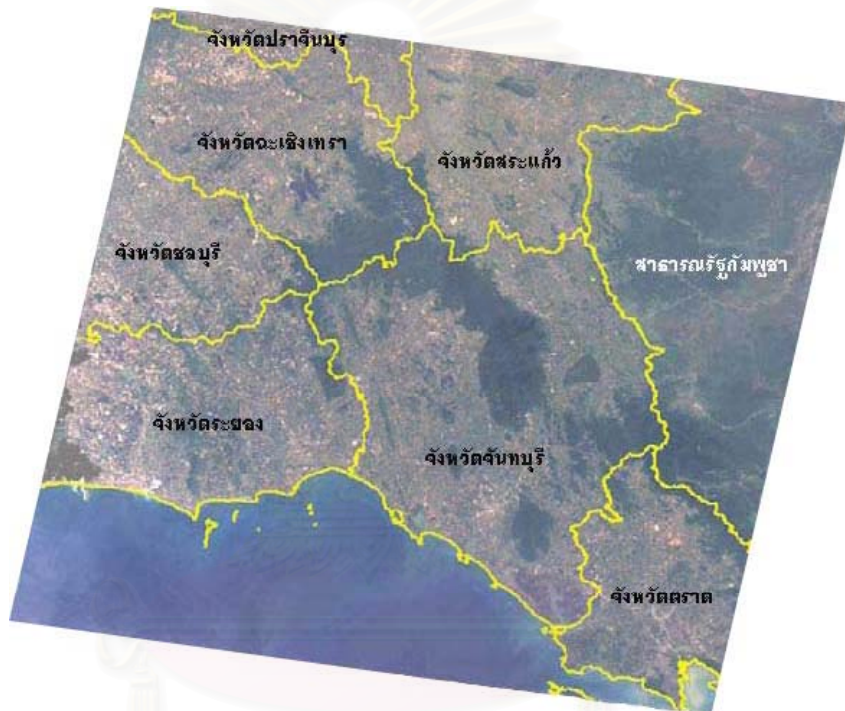
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาวิจัยครอบคลุม 7 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ปราจีนบุรี และ จังหวัดสระแก้ว ซึ่งเป็นจังหวัดที่อยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 รูปแสดงพื้นที่ศึกษาวิจัย

ภายในพื้นที่ประกอบด้วยการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความหลากหลาย ทั้งพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ พื้นที่นาข้าว พื้นที่นาถั่ว พื้นที่นาเกลือ พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น พืชสวน เช่น สวนทุเรียน สวนเงาะ สวนมะม่วง สวนยางพารา พื้นที่ปลูกพืชไร่ เช่น ไร่มันสำปะหลัง ไร่อ้อย ไร่ข้าวโพด ไร่สับปะรด พื้นที่ในเขตอุตสาหกรรม ประกอบด้วยโรงงานขนาดใหญ่ ท่าเรือ พื้นที่เขตเมืองและชุมชนขนาดเล็ก พื้นที่โล่งกว้างทั้งที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น สนามกอล์ฟ สนามบิน ลานตากมัน และพื้นที่โล่งกว้างที่เกิดตามธรรมชาติ เช่น ทุ่งหญ้า พื้นที่ป่าไม้ หาดทราย โคลน และป่าชายเลน ส่วนบริเวณตอนล่างของภาคยังเป็นพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่ติดกับอ่าวไทย

3.1.2 ข้อมูลภาพดาวเทียม 2 ช่วงเวลา

1) ข้อมูลภาพดาวเทียม แลนด์แซท 5 ทีเอ็ม Path-Row 128-51 แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7 บันทึกภาพวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2533 เป็นภาพอ้างอิง ที่ผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) ให้อยู่ในระบบพิกัดเดียวกับข้อมูลภาพดาวเทียมบันทึกภาพวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543 โดยใช้สมการโพลีโนเมียลดีกรีสองที่มีจุดร่วม 30 จุด และมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error) ของการทำให้ข้อมูลภาพดาวเทียมทั้ง 2 ภาพมีระบบพิกัดเดียวกันเป็น 0.20 จุดภาพ

2) ข้อมูลภาพดาวเทียม แลนด์แซท 5 ทีเอ็ม Path-Row 128-51 แบนด์ที่ 1 – 5 และแบนด์ที่ 7 บันทึกภาพวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543 เป็นภาพที่ต้องการปรับแก้เชิงคลื่น โดยข้อมูลภาพดังกล่าว เป็นข้อมูลภาพที่ผ่านกระบวนการแปลงค่าพิกัดภาพไปสู่พิกัดภูมิศาสตร์ (Georeference) เรียบร้อยแล้ว

ข้อมูลจุดภาพของภาพดาวเทียมแลนด์แซท 5 ทีเอ็ม จะประกอบไปด้วยข้อมูลของค่าพิกัดทางแกน X ข้อมูลของค่าพิกัดทางแกน Y และข้อมูลค่าการสะท้อนทั้ง 7 แบนด์ โดยที่แต่ละจุดภาพมีขนาดของพื้นที่จริงบนพื้นโลก เท่ากับ 30 เมตร ยกเว้นข้อมูลของแบนด์ที่ 6 ซึ่งเป็นแบนด์ที่ใช้ตรวจจับคลื่นความร้อน (Thermal Band) เป็นจุดภาพซึ่งมีขนาดจริงบนพื้นโลก เท่ากับ 120 เมตร ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นข้อมูลภาพดาวเทียมขนาดเต็มภาพ (Full Scene) ตามในรูปที่ 3.1 ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมด 6 แบนด์ คือ แบนด์ที่ 1,2,3,4,5 และ 7

3.2 การแปลงค่าพิกัดข้อมูลภาพไปสู่พิกัดภูมิศาสตร์ของข้อมูลภาพอ้างอิงและข้อมูลภาพที่ต้องการแก้ไข (Image-to-Image Registration)

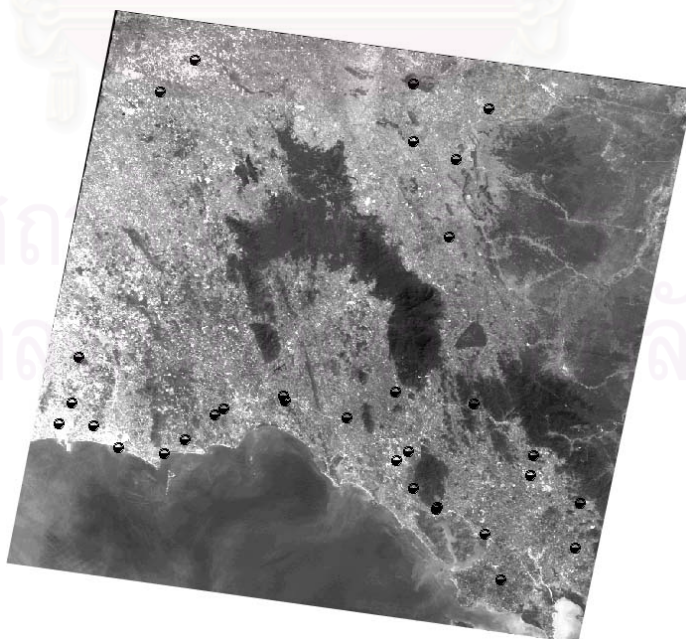
วัตถุประสงค์ของการแปลงค่าพิกัดข้อมูลภาพไปสู่พิกัดภูมิศาสตร์ของข้อมูลภาพอ้างอิงและข้อมูลภาพที่ต้องการแก้ไข คือ เพื่อต้องการให้ข้อมูลภาพทั้งสองมีระบบพิกัดเป็นระบบเดียวกัน โดยการเปรียบเทียบข้อมูลภาพอ้างอิงกับข้อมูลภาพที่ต้องการแก้ไข และปรับให้เข้ากับภาพอ้างอิง ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก โดยทั่วไป สำหรับข้อมูลภาพดาวเทียมแลนด์แซท ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำให้ข้อมูลภาพดาวเทียม 2 ภาพมีระบบพิกัดเดียวกัน (Co-registration) มีค่าระหว่าง 0.25-0.50 จุดภาพ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เนื่องจากถ้าค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำการแก้ไขภาพมีค่ามากกว่า 1 จุดภาพ จะทำให้มีความผิดพลาดอย่างมาก เมื่อทำการวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน (Lillesand and Kiefer, 1999, p.578) ซึ่งการเลือกใช้ระดับของค่าความถูกต้องในการทำให้ข้อมูลภาพดาวเทียม 2 ภาพมีระบบพิกัดเดียวกันนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำข้อมูลภาพไปใช้ประโยชน์

และสำหรับงานวิจัยนี้ จะใช้วิธีการปรับแก้แบบไม่ใช้ค่าพารามิเตอร์ (Non-parametric Correction) โดยใช้สมการโพลีโนเมียลดีกรีสอง และเลือกวิธีการสุ่มเก็บแบบตำแหน่งใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Resampling Method) เพื่อรักษาค่าของจุดภาพไม่ให้อุณหภูมิสูญหายไป โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของการทำให้ข้อมูลภาพดาวเทียม 2 ภาพมีระบบพิกัดเดียวกันที่ได้อยู่ที่ 0.20 จุดภาพ ซึ่งถือว่ายอมรับได้

3.3 การปรับแก้เชิงเส้นสัมพันธ์ของข้อมูลภาพดาวเทียมโดยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้น (Liner Regression Normalization)

การปรับแก้เชิงเส้นสัมพันธ์ของข้อมูลภาพโดยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Normalization) เป็นกระบวนการแปลงค่าความสว่างของข้อมูลภาพ โดยการทำการแปลงค่าความสว่างของข้อมูลภาพที่ต้องการปรับแก้ไปยังข้อมูลภาพอ้างอิง โดยการปรับแก้เชิงเส้นด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น เป็นการลดค่าความแตกต่างของค่าความสว่างของข้อมูลภาพทั้งสองที่เป็นผลมาจากปัจจัยอื่นๆ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) เลือกเป้าที่มีคุณสมบัติของตัวสะท้อนพลังงานที่มีค่าคงที่ โดยจะต้องอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่ไม่ถูกปกคลุมด้วยสิ่งปกคลุมดิน และต้องปรากฏอยู่ทั้งข้อมูลภาพอ้างอิงและข้อมูลภาพที่ต้องการปรับแก้ เช่น บริเวณแหล่งน้ำ ลานคอนกรีต ถนน ลานดิน ฯลฯ สำหรับการวิจัยนี้ เลือกเป้าจำนวน 32 เป้า เพื่อใช้หาสมการถดถอยสำหรับการปรับแก้เชิงเส้น



รูปที่ 3.2 รูปแสดงตำแหน่งเป้าที่ใช้ในการปรับแก้เชิงเส้น

2) หาค่าสะท้อนพลังงานของเป้าที่เลือกมาเพื่อทำการปรับแก้เชิงคลื่นจากข้อมูลภาพทั้งสอง (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้า (Target) ในการทำการปรับแก้เชิงคลื่นของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา

เป้า	ประเภท	ค่าพิกัด E (ม.)	ค่าพิกัด N (ม.)	ภาพวันที่ 26 ธค. 2533						ภาพวันที่ 3 พย. 2543					
				แบนด์ 1	แบนด์ 2	แบนด์ 3	แบนด์ 4	แบนด์ 5	แบนด์ 7	แบนด์ 1	แบนด์ 2	แบนด์ 3	แบนด์ 4	แบนด์ 5	แบนด์ 7
1	ถนน	732157	1406101	109	54	72	66	93	50	128	58	74	81	109	68
2	ถนน	736156	1412728	96	42	54	51	77	38	132	61	83	83	107	65
3	น้ำ	738433	1427376	67	25	20	10	4	3	85	33	31	15	11	4
4	ถนน	743221	1405599	99	48	68	63	132	58	130	61	79	78	121	67
6	ท่าเรือ	751036	1398848	103	52	77	83	123	63	144	64	86	71	110	72
7	ชุมชน	764095	1510987	87	42	56	52	98	57	95	43	59	73	96	60
8	ท่าเรือ	765306	1396933	106	53	72	60	81	47	125	56	71	63	103	67
9	ลานกว้าง	771949	1401147	134	71	110	115	114	45	170	82	110	96	177	113
10	น้ำ	775127	1521120	64	22	18	10	8	2	69	22	20	12	7	5
11	ถนน	781511	1409129	84	37	46	66	79	33	99	43	51	81	96	48
12	ถนน	784115	1411017	86	38	51	43	91	54	112	51	64	64	117	76
13	ถนน	803257	1414923	87	42	63	60	100	52	109	49	62	61	98	61
14	ลานกว้าง	803652	1413565	130	70	98	81	123	72	167	86	120	110	135	90
15	ชุมชน	823326	1407961	98	50	75	63	116	63	109	50	75	69	129	82
16	ถนน	838508	1416406	91	43	64	64	132	63	109	50	67	71	119	72
17	ชุมชน	838910	1394624	127	75	111	91	178	101	177	82	105	77	159	126
18	ถนน	842767	1397340	90	43	56	54	87	47	113	50	66	77	104	58
19	น้ำ	844164	1513641	61	28	25	14	5	3	76	25	23	16	11	5
20	ถนน	844223	1385913	90	42	54	50	72	40	109	48	61	58	84	50
21	ลานคอนกรีต	844283	1495497	96	55	91	74	160	82	147	81	117	92	159	111
22	ถนน	851535	1379308	83	40	55	55	85	43	114	50	65	63	93	60
23	ถนน	851769	1379752	86	41	52	66	97	46	103	43	58	66	116	68
24	ถนน	855539	1465107	92	43	52	56	79	45	114	52	69	70	105	66
25	ถนน	857628	1489596	91	48	66	69	117	62	108	54	79	72	131	82

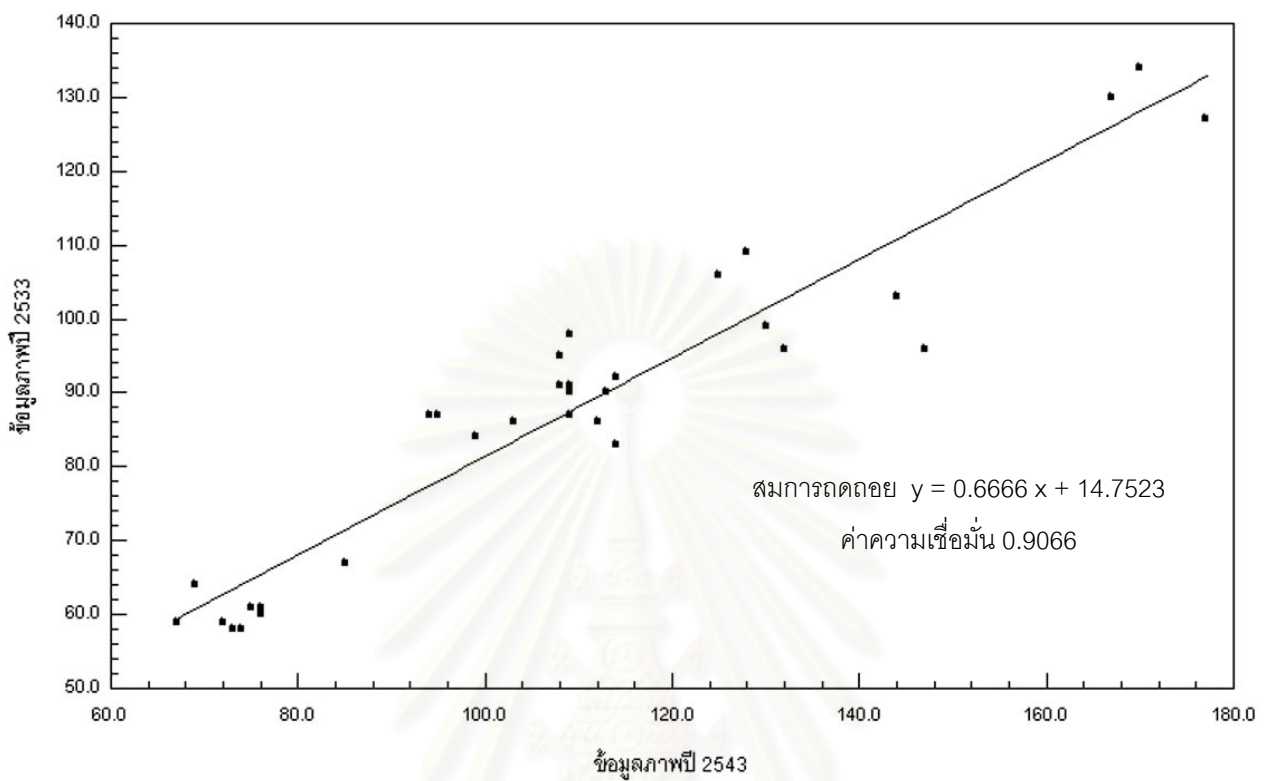
ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ตารางแสดงค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้า (Target) ในการทำการปรับแก้เชิงคลื่นของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา

เป้า	ประเภท	ค่าพิกัด E (ม.)	ค่าพิกัด N (ม.)	ภาพวันที่ 26 ธค. 33						ภาพวันที่ 3 พย. 43					
				Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 7	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 7
26	น้ำ	863449	1412572	58	20	15	8	6	2	74	26	22	14	10	5
27	ถนน	866977	1371244	95	51	80	65	122	69	108	50	69	61	95	62
28	น้ำ	868009	1505703	59	20	19	10	5	0	67	22	21	13	11	6
29	น้ำ	871877	1357009	61	19	15	9	6	2	75	25	23	16	14	6
30	ลานกว้าง	881243	1389948	87	48	76	71	133	53	94	48	67	69	132	60
31	น้ำ	882251	1396279	59	21	16	7	6	3	72	25	21	14	10	5
33	น้ำ	895369	1367075	60	22	18	10	7	3	76	27	25	17	13	7
34	น้ำ	896909	1381075	58	20	17	11	6	4	73	26	22	15	15	5

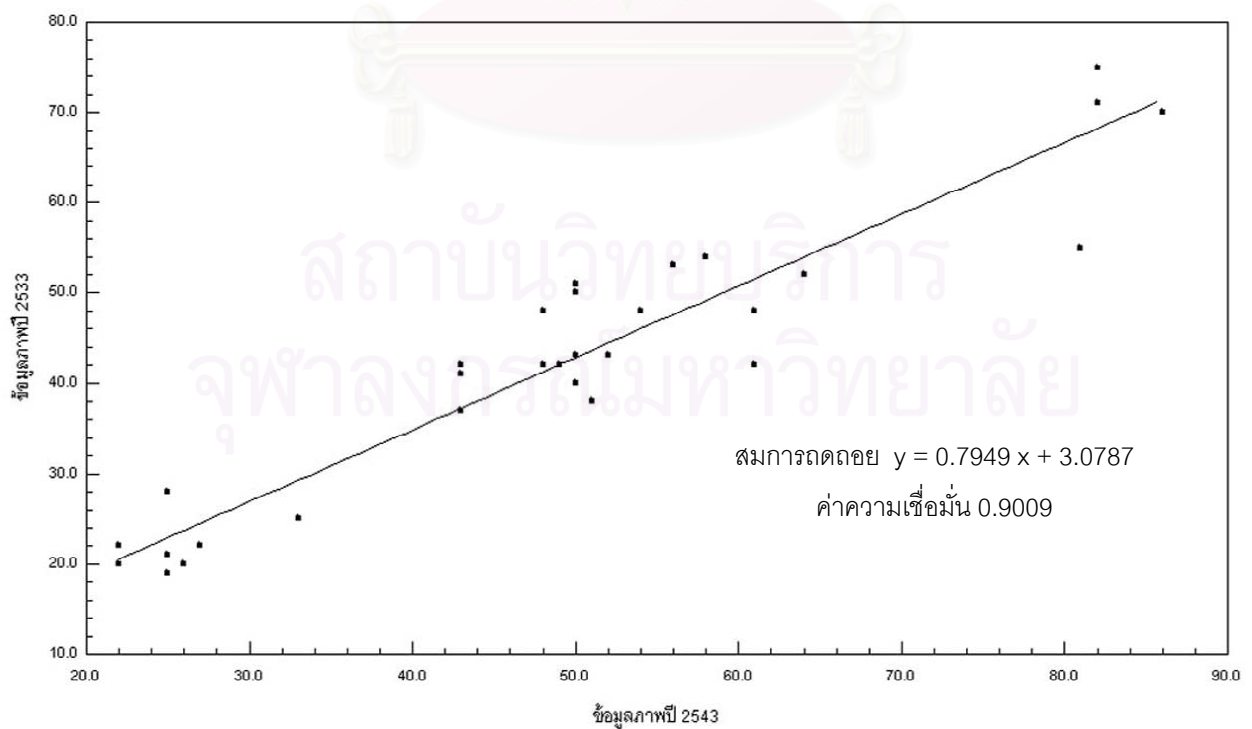
3) พล็อตค่าสะท้อนพลังงานของเป้า เพื่อดูแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างค่าสะท้อนพลังงานของเป้าของข้อมูลภาพทั้งสอง และนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับการวิจัยนี้ เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าสะท้อนพลังงานของเป้าของข้อมูลภาพทั้งสอง สามารถหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นลักษณะเชิงเส้นมาเป็นตัวแทนบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสะท้อนพลังงานของเป้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา

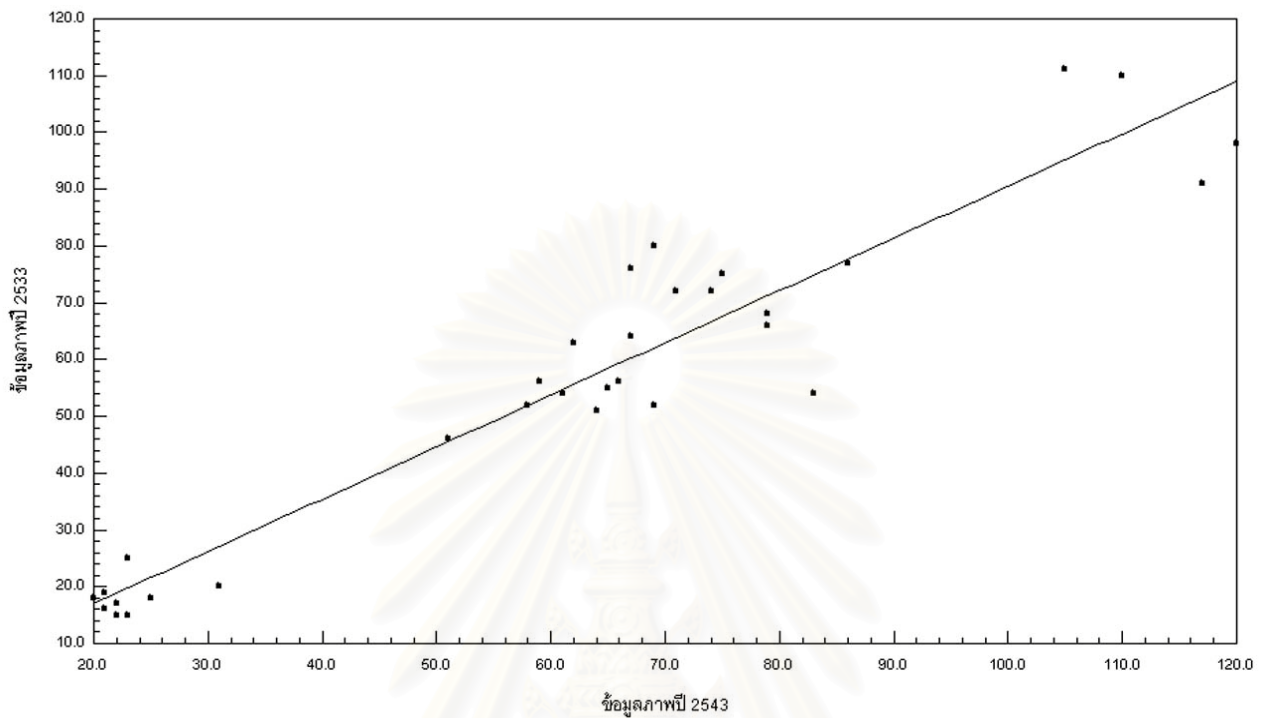


ก) แบนด์ที่ 1

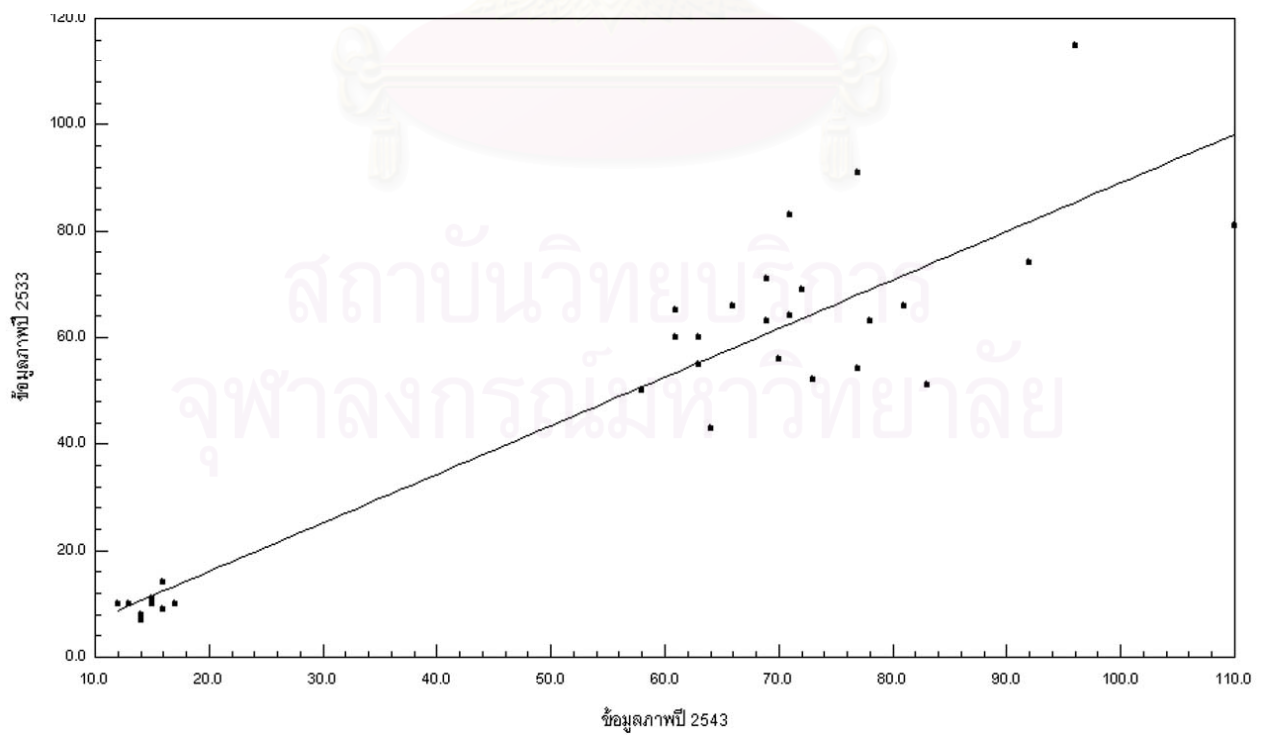


ข) แบนด์ที่ 2

รูปที่ 3.3 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา

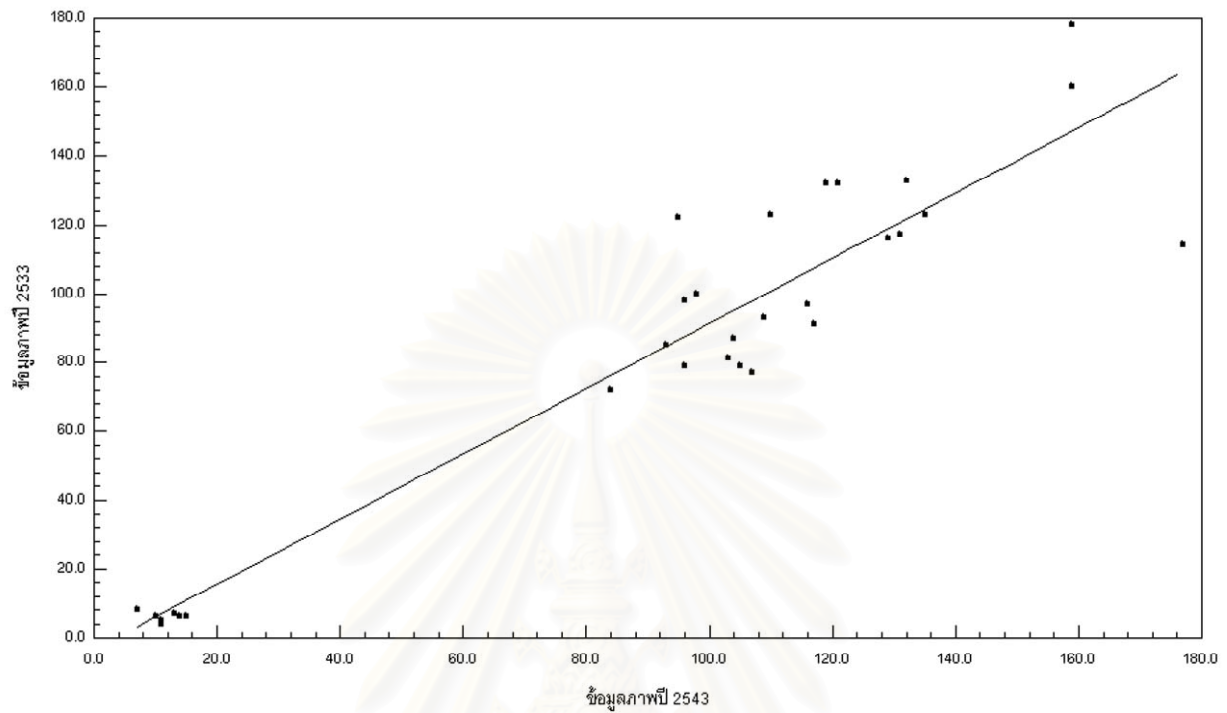


ค) แบนด์ที่ 3

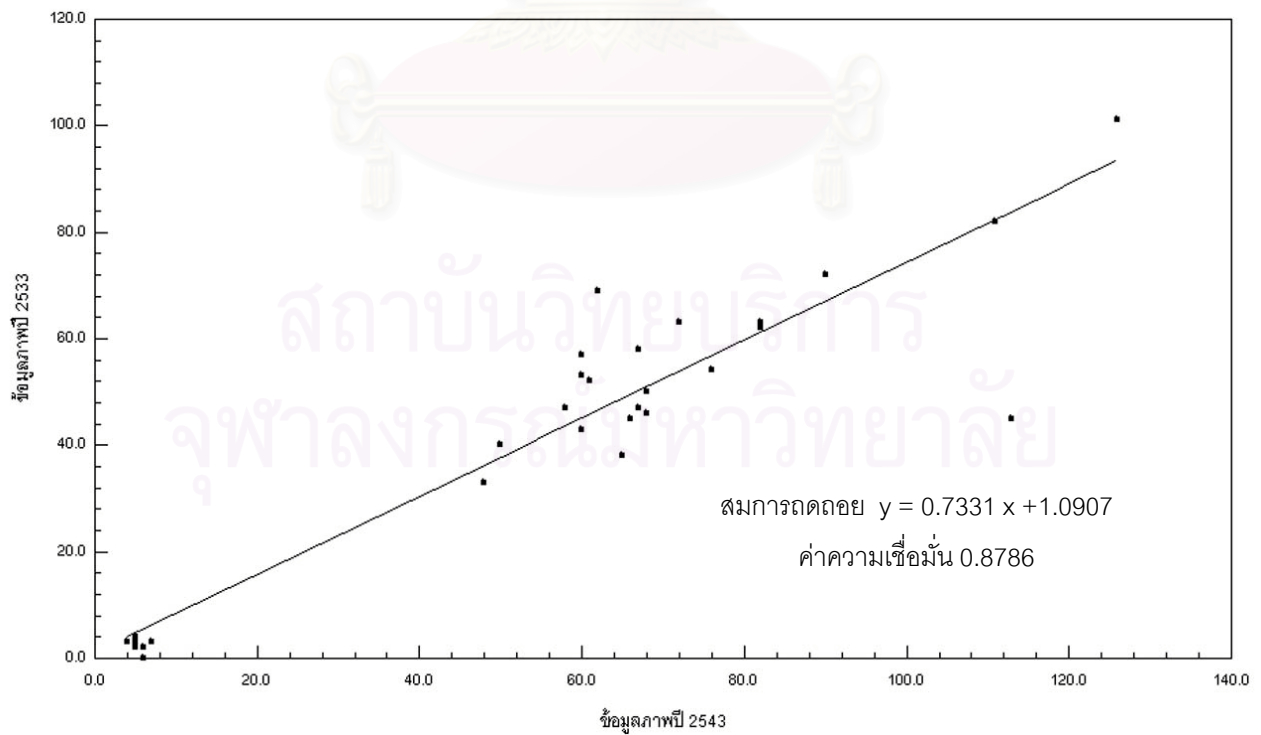


ง) แบนด์ที่ 4

รูปที่ 3.3 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา



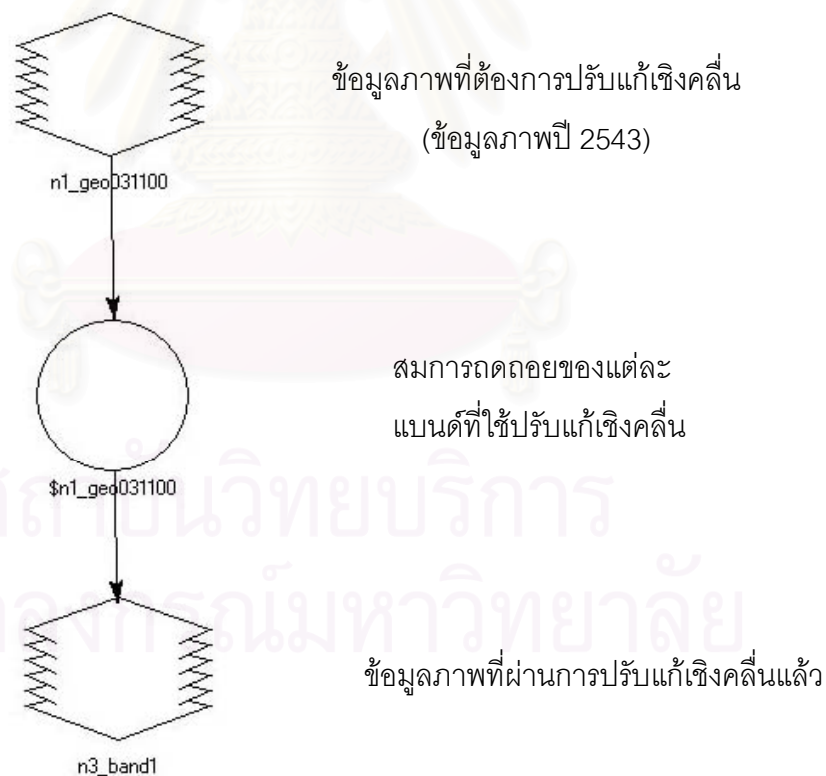
จ) แบนด์ที่ 5



ฉ) แบนด์ที่ 7

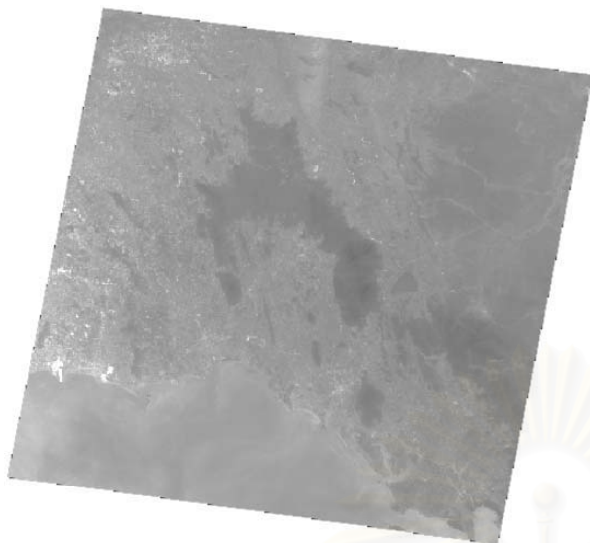
- 4) นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปทำการปรับแก้เชิงคลื่น โดย
- ในแบนด์ที่ 1 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.6666x + 14.7523$
 - ในแบนด์ที่ 2 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.7949x + 3.0787$
 - ในแบนด์ที่ 3 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.9192x - 1.3822$
 - ในแบนด์ที่ 4 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.9121x - 2.1713$
 - ในแบนด์ที่ 5 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.9483x - 3.4515$
 - ในแบนด์ที่ 7 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.7331x + 1.0907$

นำข้อมูลภาพที่ต้องการปรับแก้ (ข้อมูลภาพ ปี 2543) มาผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่นโดยใช้ซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพ (Image Processing) ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้ซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพ ERDAS IMAGINE Version 8.5 และใช้ฟังก์ชัน Spatial Model สร้างแบบจำลองสำหรับการปรับแก้ข้อมูลภาพในแต่ละแบนด์ ให้เป็นข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น

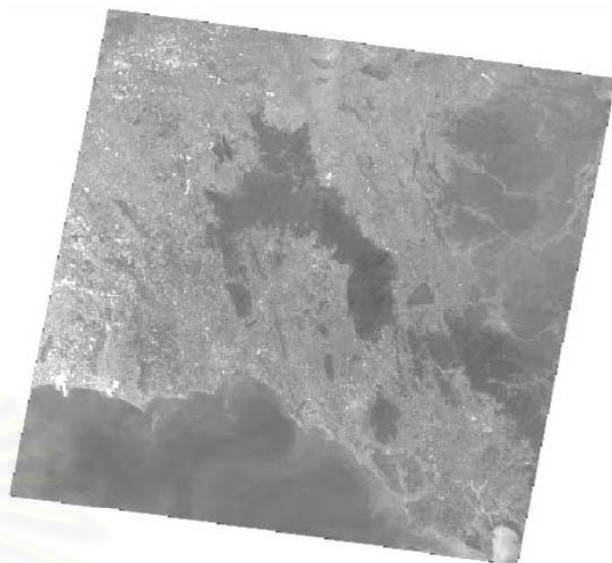


รูปที่ 3.4 รูปแสดงการปรับแก้เชิงคลื่นโดยใช้ฟังก์ชัน Spatial Model

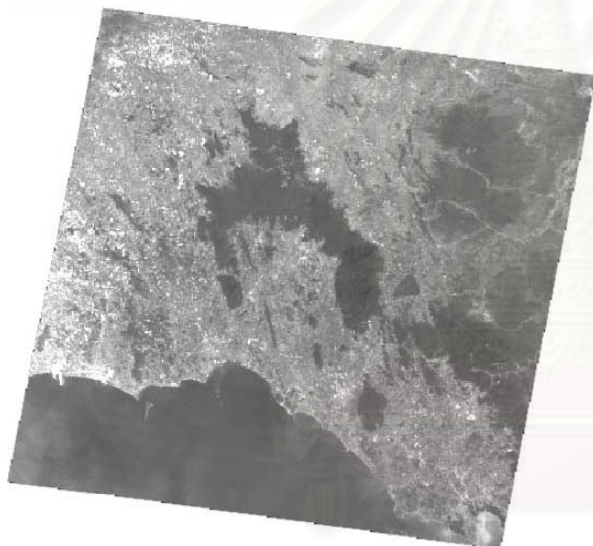
รูปที่ 3.5 ข้อมูลภาพที่ปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว



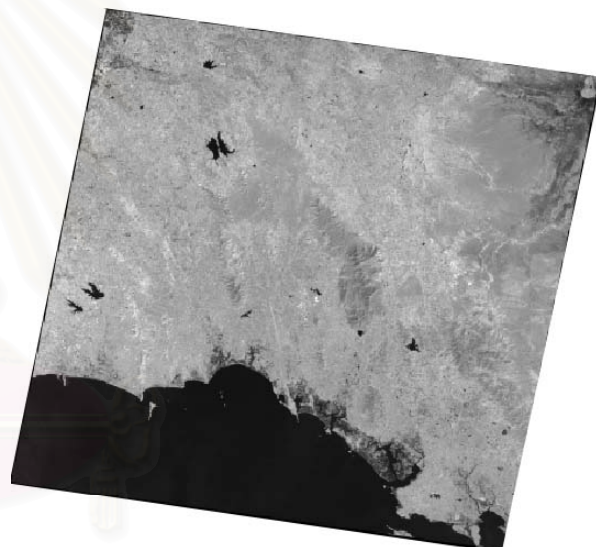
ก) แบนด์ที่ 1



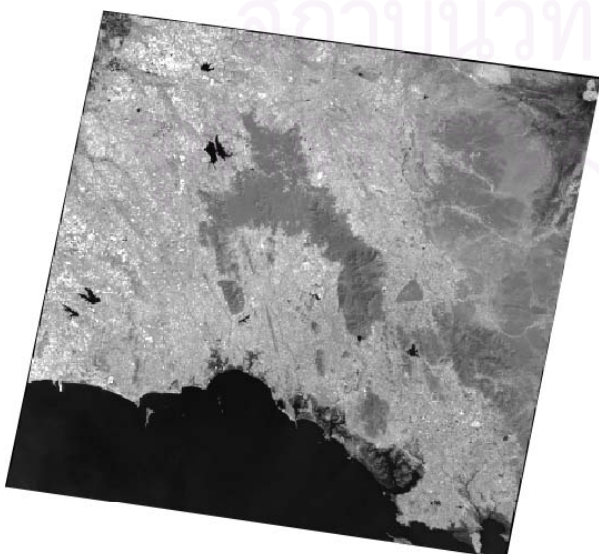
ข) แบนด์ที่ 2



ค) แบนด์ที่ 3



ง) แบนด์ที่ 4



จ) แบนด์ที่ 5



ฉ) แบนด์ที่ 7

3.4 การสร้างข้อมูลภาพผลต่างโดยใช้เทคนิคการนำเอาช่วงคลื่นมาลบกัน (Image Differencing)

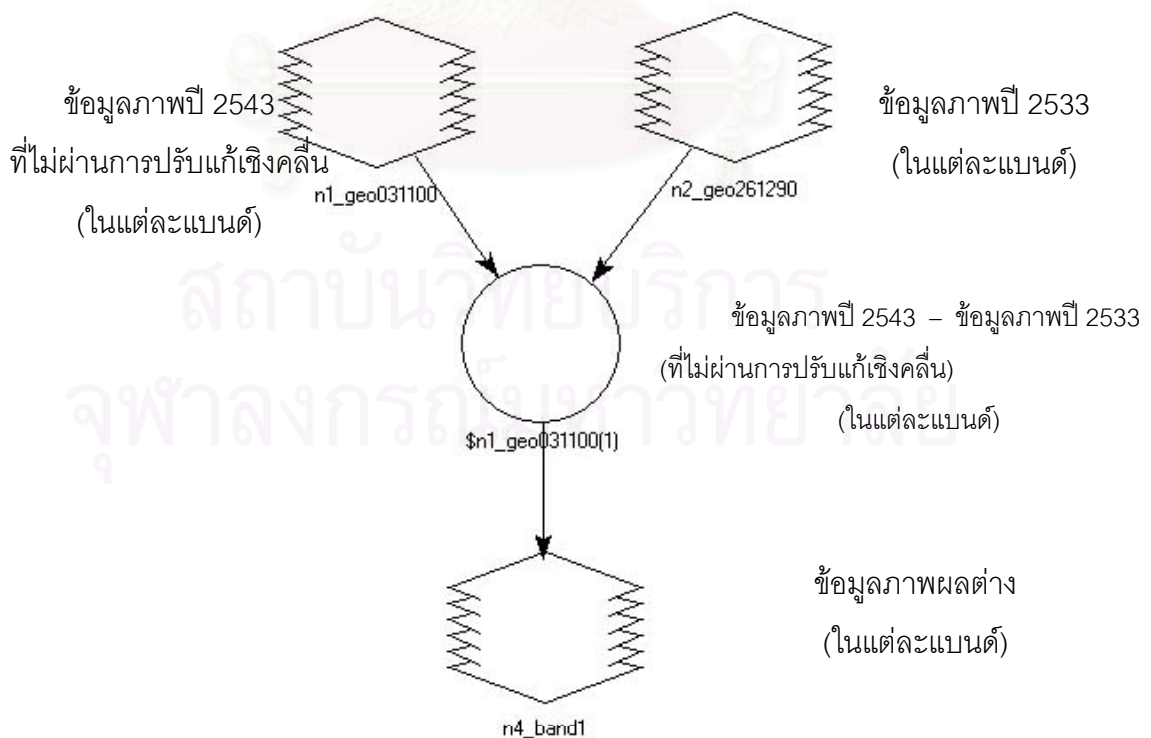
การสร้างข้อมูลภาพผลต่างโดยใช้เทคนิคการนำเอาช่วงคลื่นมาลบกันนั้น ในการวิจัยนี้ ใช้ซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพ ERDAS IMAGINE Version 8.5 และใช้ฟังก์ชัน Spatial Model เพื่อสร้างข้อมูลภาพผลต่าง โดยให้ข้อมูลภาพปี 2543 เป็นข้อมูลภาพตั้งต้น และนำข้อมูลภาพ ปี 2533 มาลบออก ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็คือ ข้อมูลภาพผลต่าง โดยจะเป็นภาพระดับสีเทาที่มีค่าจุดภาพเป็นผลต่างของค่าสะท้อนพลังงานของสิ่งปกคลุมระหว่าง 2 ช่วงเวลา

สำหรับการวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาวิจัยใน 2 ลักษณะ คือ

1. การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่ได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น
2. การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่ได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว

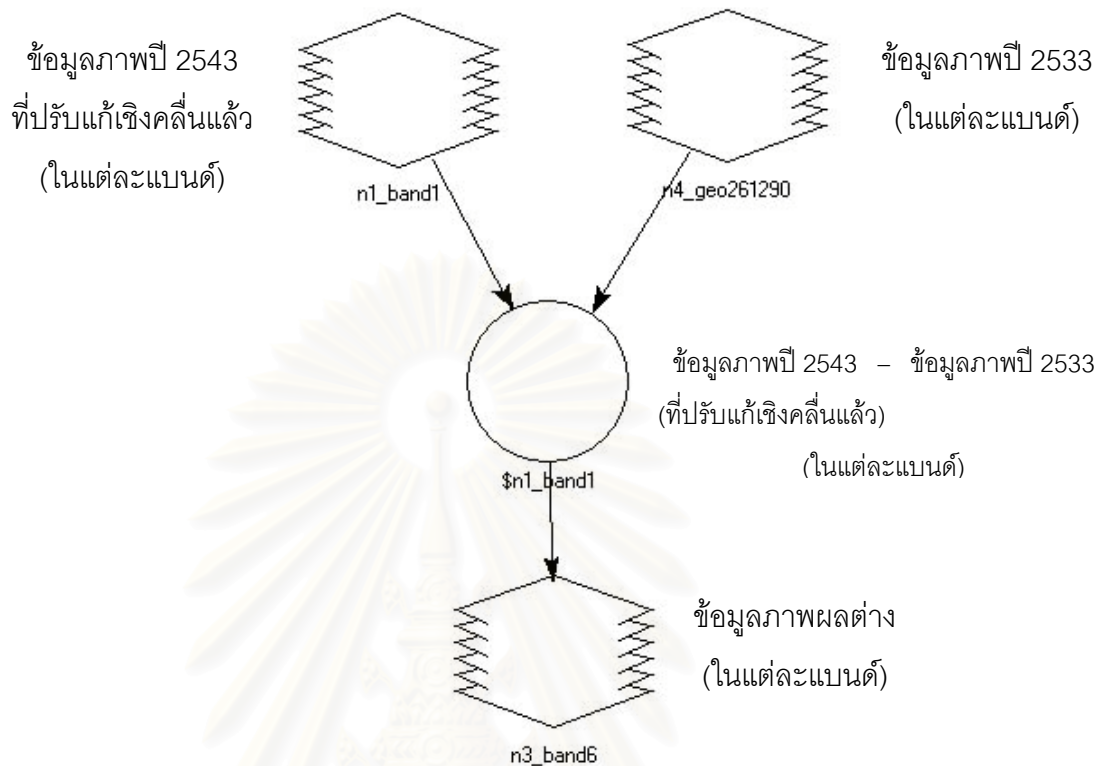
ดังนั้น จึงต้องทำการสร้างข้อมูลภาพผลต่างทั้ง 2 ลักษณะ โดยกระบวนการสร้างข้อมูลภาพผลต่างนั้น แสดงในรูปที่ 3.6 ก) และ 3.6 ข)

รูปที่ 3.6 การสร้างข้อมูลภาพผลต่างโดยการนำฟังก์ชัน Spatial Model



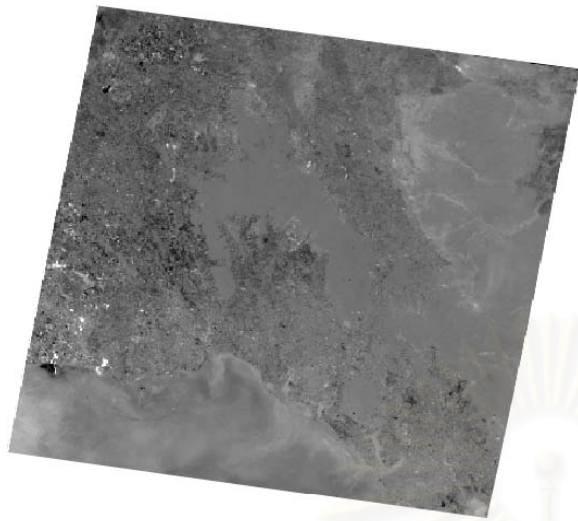
ก) ข้อมูลภาพที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่น

รูปที่ 3.6 (ต่อ) การสร้างข้อมูลภาพผลต่างโดยการเข้าฟังก์ชัน Spatial Model

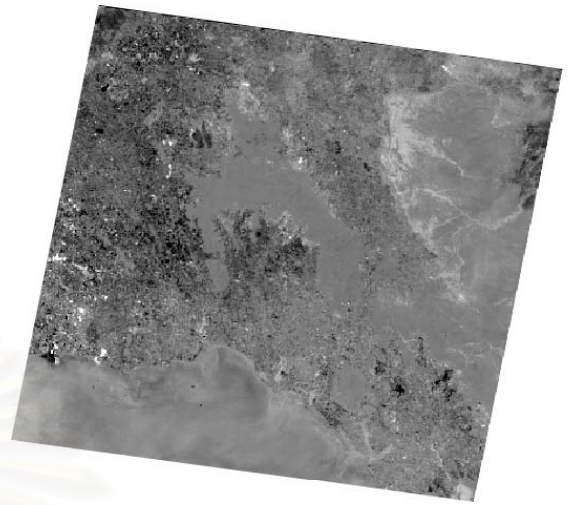


ข) ข้อมูลภาพที่ผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว

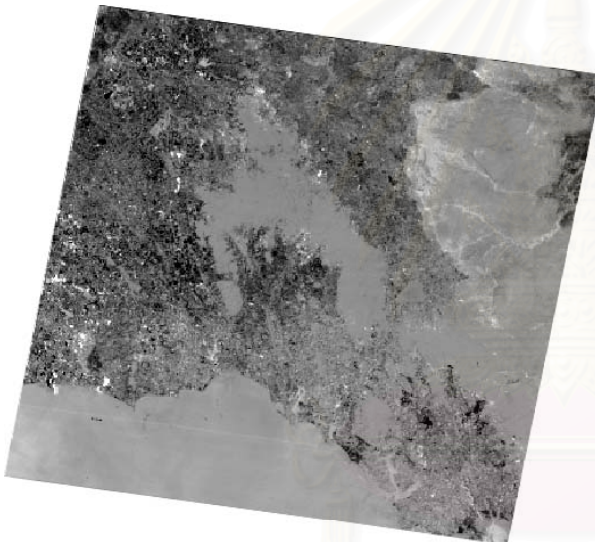
รูปที่ 3.7 ข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น



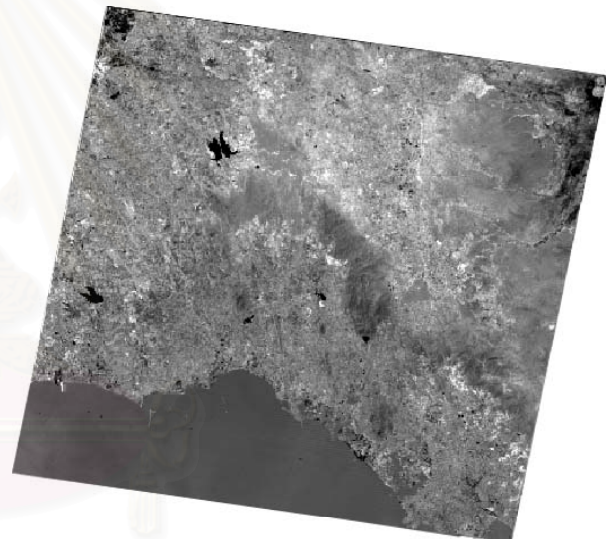
ก) แบนด์ที่ 1



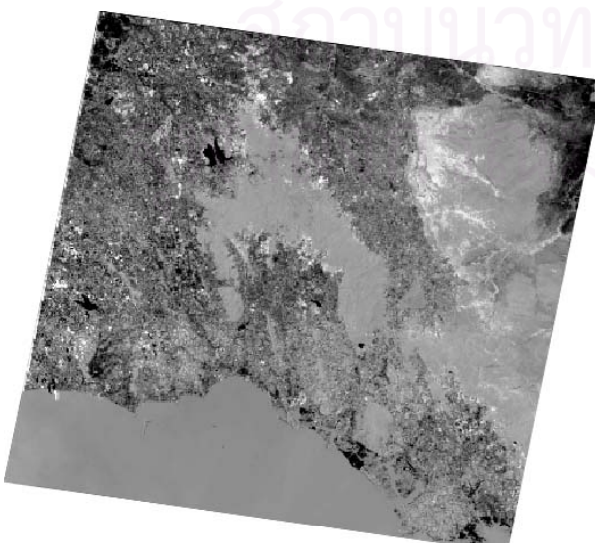
ข) แบนด์ที่ 2



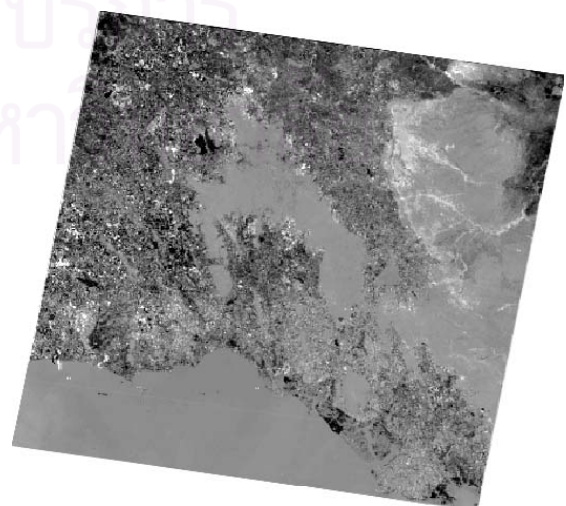
ค) แบนด์ที่ 3



ง) แบนด์ที่ 4

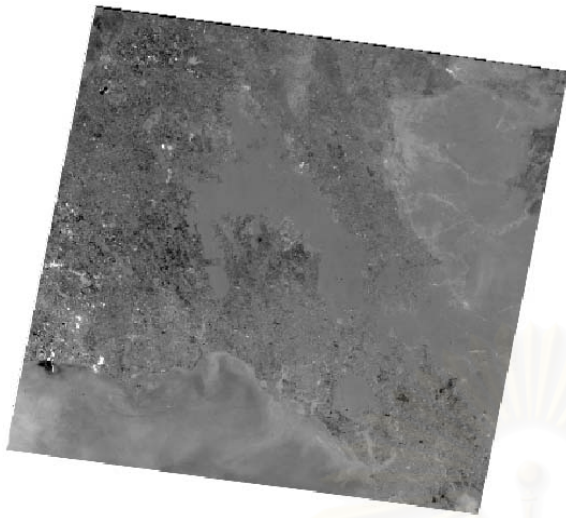


จ) แบนด์ที่ 5

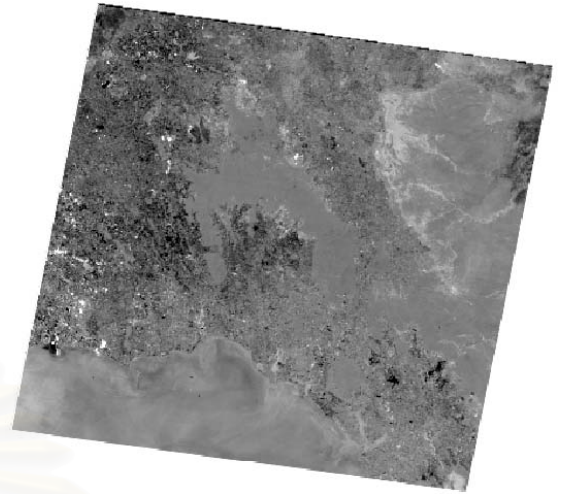


ฉ) แบนด์ที่ 7

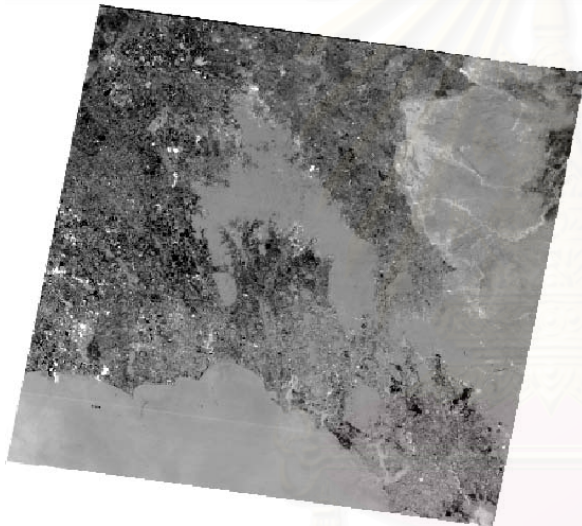
รูปที่ 3.8 ข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว



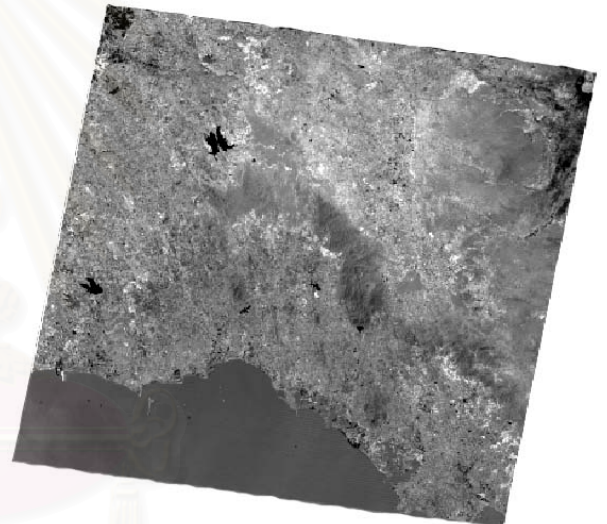
ก) แบนด์ที่ 1



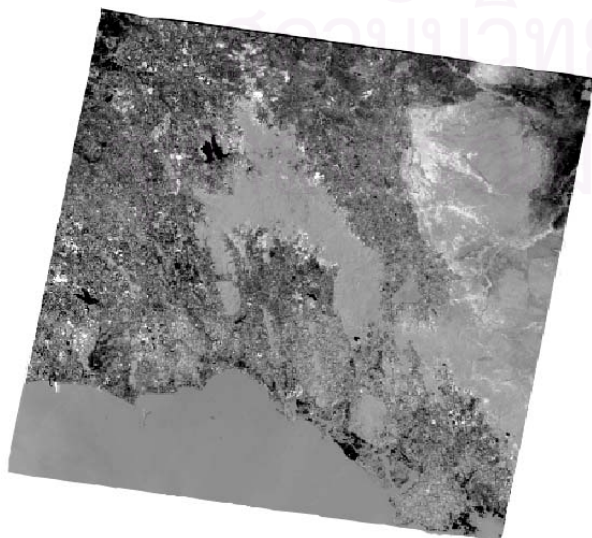
ข) แบนด์ที่ 2



ค) แบนด์ที่ 3



ง) แบนด์ที่ 4



จ) แบนด์ที่ 5



ฉ) แบนด์ที่ 7

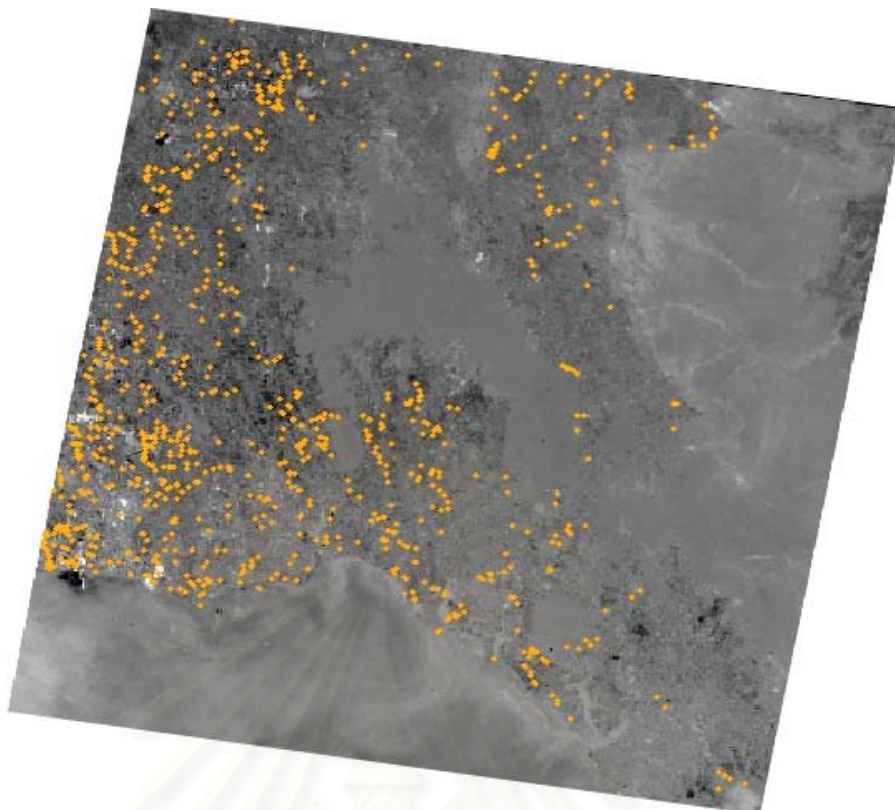
3.5 การประเมินความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน

การประเมินความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินนั้น เป็นการประเมินความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพถ่ายเทียบกับข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง โดยแยกเป็นแต่ละประเภทของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน เพื่อนำค่าความถูกต้องของแต่ละประเภท มาวิเคราะห์หาแบบแผนที่เหมาะสมในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทต่อไป ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นในข้อมูลภาพผลต่าง
2. สืบรวจข้อเท็จจริงในสนาม เพื่อให้ทราบถึงประเภทของสิ่งปกคลุมดินในตำแหน่งที่กำหนด โดยให้เป็นตัวแทนของประเภทของสิ่งปกคลุมดินในข้อมูลภาพปี 2543
3. ตรวจสอบประเภทของสิ่งปกคลุมดินในตำแหน่งที่กำหนด จากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่บินถ่ายภาพในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2533 เพื่อเป็นตัวแทนของประเภทของสิ่งปกคลุมดินในข้อมูลภาพปี 2533
4. เปรียบเทียบผลการตรวจสอบประเภทของสิ่งปกคลุมดินที่เกิดขึ้น เพื่อประเมินความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินต่อไป

3.5.1 การกำหนดตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นในข้อมูลภาพผลต่าง

การกำหนดตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นในข้อมูลภาพผลต่าง ทำได้โดยใช้หลักการของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน โดยวิธีการนำเอาช่วงคลื่นมาลบกัน ซึ่งค่าผลต่างของค่าสะท้อนพลังงานในบริเวณที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจะมีค่าน้อยมากๆ หรือเกือบจะเป็นศูนย์ ในขณะที่ค่าผลต่างของค่าสะท้อนพลังงานในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจะมีค่าบวกหรือลบมากๆ ดังนั้น การกำหนดตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นนั้น สามารถทำได้โดยการสังเกตผลต่างของค่าสะท้อนพลังงานที่มีค่าเป็นบวกหรือลบมากๆ และจากสมมติฐานที่ว่า หากผลต่างของค่าสะท้อนพลังงานที่มีค่าเป็นบวกหรือลบมากๆ ในทุกแบนด์ แสดงว่า ณ ตำแหน่งนั้นๆ มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นจำนวน 867 จุดครอบคลุมพื้นที่ศึกษาวิจัย (รูปที่ 3.9)

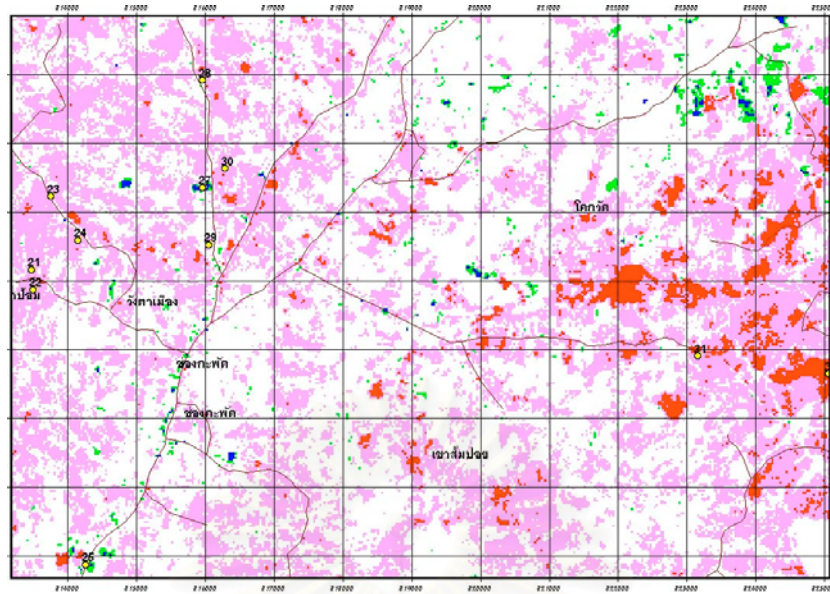


รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้น

3.5.2 การสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม

การสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม จะใช้แผนที่ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม ArcView Version 3.2 เพื่อให้ทราบถึง ตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้น (รูปที่ 3.10) ประกอบกับแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

การเข้าถึงพื้นที่จะอาศัยเครื่องมือรังวัดตำแหน่งจากสัญญาณดาวเทียม GPS แบบมือถือ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการค้นหาตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้น ซึ่งสามารถบอกตำแหน่งได้ในระดับความถูกต้อง 15 เมตร จากนั้นจึงบันทึกรายละเอียดของ ตำแหน่งโดยการจดรายละเอียดประเภทของสิ่งปกคลุมดิน และถ่ายภาพ เพื่อนำมาใช้สำหรับ ประเมินความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินต่อไป



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างแผนที่ที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ประกอบการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม

3.5.3 การตรวจสอบประเภทของสิ่งปกคลุมดินในตำแหน่งที่กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ

การตรวจสอบประเภทของสิ่งปกคลุมดินในตำแหน่งที่กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่บินถ่ายภาพในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2533 มาตราส่วน 1:15,000 สำหรับการค้นหาตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นในข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศนั้น พิจารณาจากลักษณะภูมิประเทศ ลวดลายของเส้นถนน และแม่น้ำ พร้อมทั้งพิจารณาจากมาตราส่วนของแผนที่ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม และรูปถ่ายทางอากาศ เมื่อทราบตำแหน่งที่คาดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินในรูปถ่ายทางอากาศแล้ว จึงทำการแปลข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศตามหลักการแปลข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ (รูปที่ 3.11)



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:15,000

3.5.4 การเปรียบเทียบผลการตรวจสอบประเภทของสิ่งปกคลุมดิน

การเปรียบเทียบผลการตรวจสอบประเภทของสิ่งปกคลุมดินที่ได้จากการสำรวจข้อเท็จจริงในสนาม กับข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ทำได้โดยการนำผลการตรวจสอบประเภทของสิ่งปกคลุมดินดังกล่าวจาก 2 แหล่งข้อมูล มาเปรียบเทียบกัน เพื่อให้ทราบว่าตำแหน่งที่กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นนั้น มีการเปลี่ยนแปลงของประเภทสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นจริงหรือไม่ และหากมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นจริง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินเป็นอย่างไร

จากการศึกษาวิจัยพบว่า สามารถแยกประเภทของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินได้ออกเป็นกลุ่มต่างๆ (ตารางที่ 3.2) และผู้วิจัยได้ให้ความหมายของประเภทสิ่งปกคลุมดิน (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงของประเภทของสิ่งปกคลุมดิน

กลุ่มที่	ประเภทของสิ่งปกคลุมดินในปี 2533	ประเภทของสิ่งปกคลุมดินในปี 2543
1	พื้นที่มีพืชปกคลุม	ชุมชน/สิ่งปลูกสร้าง
2	พื้นที่มีพืชปกคลุม	แหล่งน้ำ
3	สวนผลไม้	ไร่นาสำปะหลัง
4	สวนผลไม้	สวนยางพารา
5	ไร่นาสำปะหลัง	สวนยางพารา
6	นาข้าว	ไร่นาสำปะหลัง
7	นาข้าว	สวนผลไม้
8	นาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว	นาข้าวระยะเจริญเติบโต
9	นาข้าว	นาทุ่ง
10	พื้นที่ดินว่างเปล่า	ไร่นาสำปะหลัง
11	พื้นที่ดินว่างเปล่า	สวนผลไม้
12	พื้นที่ดินว่างเปล่า	สวนยางพารา

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงความหมายของประเภทของสิ่งปกคลุมดิน

ประเภทของสิ่งปกคลุมดิน	ความหมาย
พื้นที่ที่มีพืชปกคลุม	พื้นที่ที่มีพืชปกคลุมดินอยู่ เช่น ทุ่งหญ้า ป่าละเมาะ ฯลฯ
ชุมชน/สิ่งปลูกสร้าง	พื้นที่ที่เป็นสิ่งปลูกสร้างตั้งที่อยู่อย่างหนาแน่น เช่นเขตเมือง และที่อยู่อย่างกระจัดกระจาย เช่น โรงงาน บ้านเรือน ลานตากมัน
แหล่งน้ำ	พื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำ ทั้งที่เกิดเองตามธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น
สวนผลไม้	พื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการปลูกพืชสวน เช่น เงาะ มังคุด ทุเรียน มะม่วง ฯลฯ
ไร่มันสำปะหลัง	พื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการปลูกมันสำปะหลัง
สวนยางพารา	พื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการเพาะปลูกต้นยางพารา
นาข้าว	พื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการเพาะปลูกข้าว
นาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว	พื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการเพาะปลูกข้าว โดยอยู่ในช่วงเวลาข้าวกำลังออกรวง
นาข้าวระยะเจริญเติบโต	พื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการเพาะปลูกข้าว โดยอยู่ในช่วงเวลากำลังเติบโต
นาทุ่ง	พื้นที่ที่เป็นบริเวณทำนาทุ่ง
พื้นที่ดินว่างเปล่า	พื้นที่โล่ง ไม่มีพืช หรือสิ่งเพาะปลูกปกคลุมดิน

3.6 วิเคราะห์หาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทที่เหมาะสม

สำหรับการวิเคราะห์หาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมนั้น ผู้วิจัยได้นำวิธีการวิเคราะห์หาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทที่เหมาะสม ซึ่งเป็นวิธีการที่แนะนำโดย Fung และ LeDrew (1988) คือ ค่าขอบเขตของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม มีค่าเท่ากับ $\pm N$ เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าจุดภาพของข้อมูลภาพผลต่าง เมื่อ N เป็นเลขจำนวนน้อยๆ เช่น 0.1 และคำนวณหาค่าขอบเขตของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมซ้ำ เพื่อให้ได้ข้อมูลภาพความเปลี่ยนแปลงใหม่ โดยทำการเพิ่มค่า N จากเดิมครั้งละ 0.1 ไปเรื่อยๆ จน N มีค่าเป็น 2 ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลภาพที่มีค่าความเปลี่ยนแปลงใหม่รอบละ 1 ภาพ จากนั้นจึงนำข้อมูลภาพที่มีค่าความเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่สร้างขึ้นมาทำการตรวจสอบ

ความถูกต้องโดยเปรียบเทียบกับผลการตรวจสอบข้อเท็จจริงที่ได้จากสำรวจภาคสนามและภาพถ่ายทางอากาศ โดยข้อมูลภาพความเปลี่ยนแปลงที่ให้ค่าความถูกต้องในการเปรียบเทียบผลการตรวจสอบดังกล่าวมากที่สุด คือ ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภาพผลต่าง

. ข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น

แบนด์ที่	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	18.652
2	8.577
3	14.005
4	17.016
5	26.461
7	14.981

. ข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว

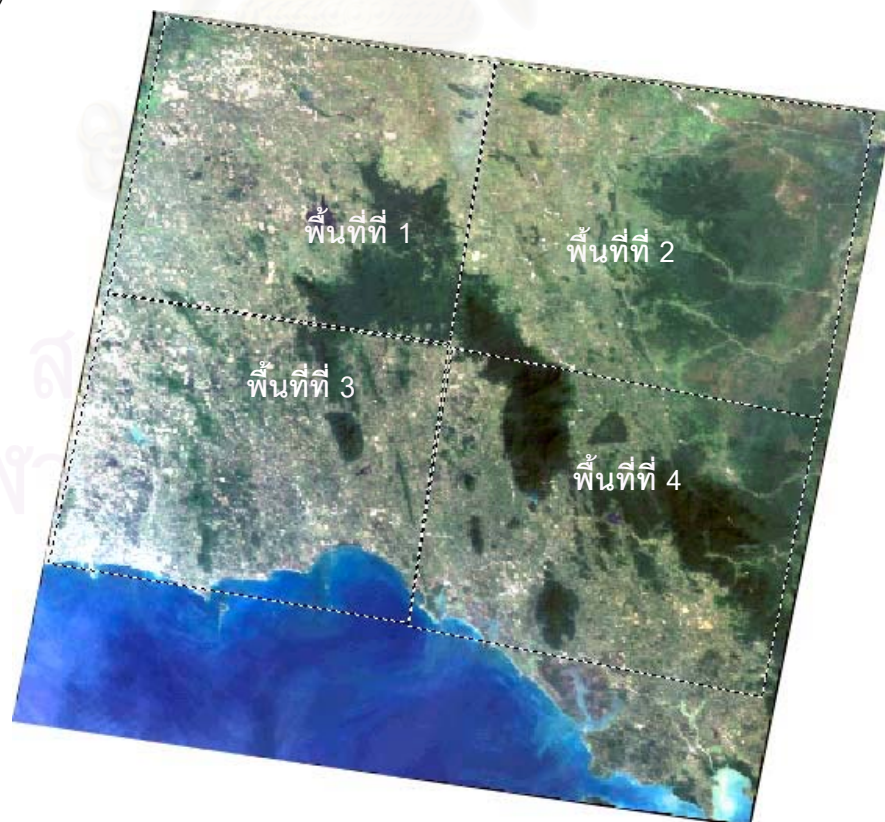
แบนด์ที่	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	16.648
2	7.267
3	11.848
4	14.114
5	22.632
7	12.930

เนื่องจากการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลภาพผลต่างที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วน (Sub-scene) กับผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลภาพผลต่างที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นขนาดเต็มภาพ ดังนั้น จึงต้องทำการแบ่งข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพออกเป็น 4 ส่วน และนำข้อมูลภาพทั้ง 4 ส่วนมาทำการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์ สร้างข้อมูลภาพผลต่าง วิเคราะห์หาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม และเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินกับข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพ ตามลำดับ โดยวิธีการ และขั้นตอนต่างๆ จะใช้วิธีการเดียวกันกับข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.7 การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษาเมื่อทำการแบ่งย่อยออกเป็น 4 ส่วน

3.7.1 การแบ่งข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพออกเป็น 4 ส่วน

สำหรับการแบ่งข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพออกเป็น 4 ส่วนนั้น ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม ERDAS เวอร์ชัน 8.5 ในการแบ่งข้อมูลภาพออกเป็นสี่ส่วนโดยใช้ฟังก์ชัน Data Preparation และใช้คำสั่ง Subset Image และกำหนดขอบเขตที่ต้องการจะแบ่ง จะทำให้ได้ข้อมูลภาพออกเป็น 4 ส่วน (รูปที่ 3.12)



รูปที่ 3.12 รูปแสดงพื้นที่ของข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วน

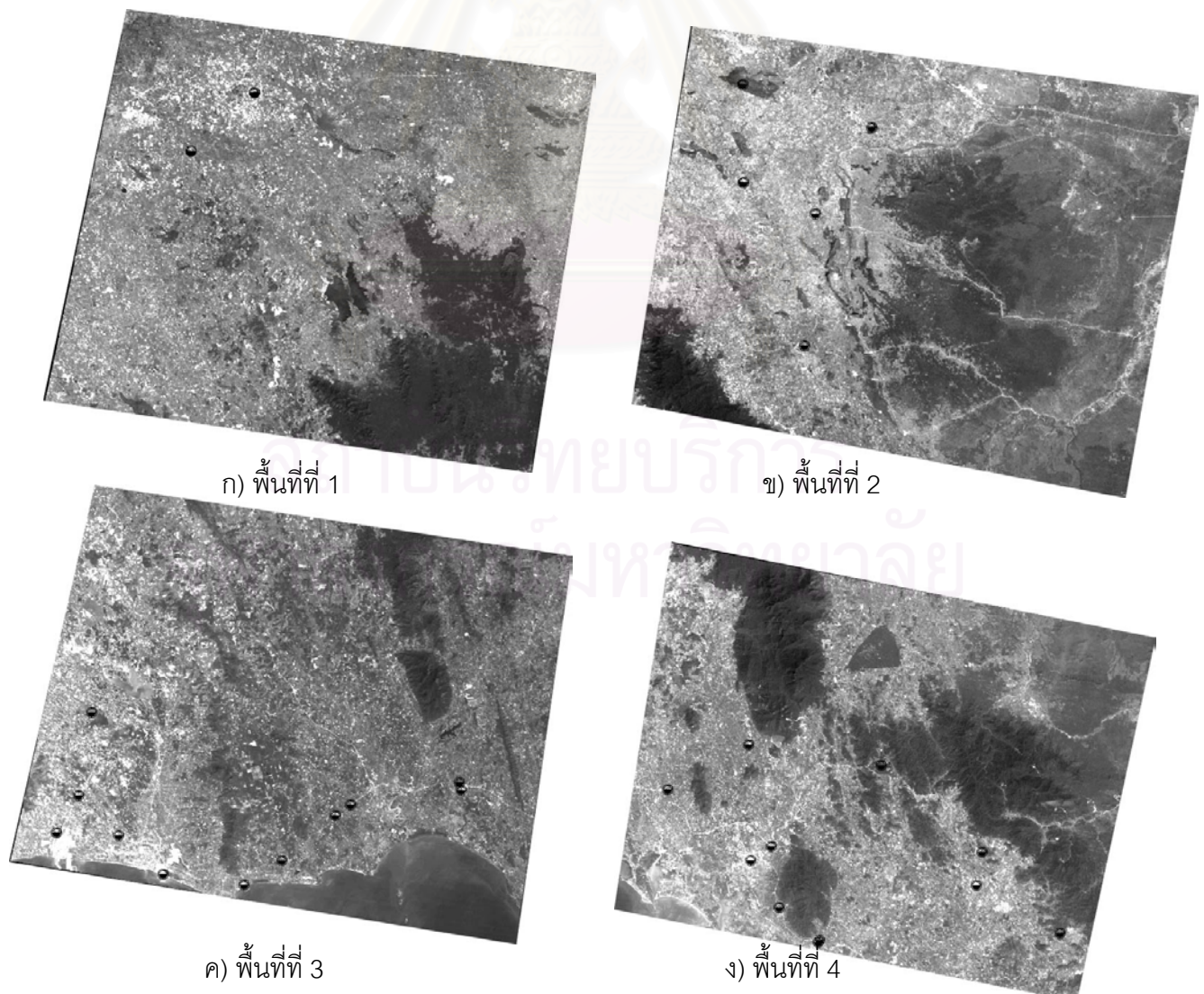
ข้อมูลภาพที่นำมาทำการแบ่งออกเป็นส่วนๆ นั้น เป็นข้อมูลภาพทั้ง 2 ช่วงเวลา คือ ข้อมูลภาพที่บันทึกในวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2533 เป็นข้อมูลภาพอ้างอิงและข้อมูลภาพที่บันทึกในวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543 เป็นข้อมูลภาพที่ต้องการจะปรับแก้เชิงคลื่นเช่นเดียวกับข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพ

เมื่อผ่านกระบวนการแบ่งข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพออกเป็นส่วนๆ แล้ว นำข้อมูลภาพมาผ่านกระบวนการเช่นเดียวกันกับข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพ คือ การปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์การสร้างข้อมูลภาพผลต่าง

3.7.2 การปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์ของข้อมูลภาพดาวเทียมโดยวิธีสมการถดถอยเชิงเส้น

การปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์ของข้อมูลภาพย่อยทั้ง 4 ส่วนนั้น ผู้วิจัยใช้เป้าสำหรับการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์เป็นเป้าเดียวกันกับการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์ของข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพ โดยเป้าที่ใช้ในแต่ละพื้นที่จะเป็นเป้าอยู่ในพื้นที่นั้นๆ เท่านั้น (รูปที่ 3.13)

รูปที่ 3.13 รูปแสดงตำแหน่งของเป้าที่ใช้ปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์ในแต่ละพื้นที่



โดย ข้อมูลภาพพื้นที่ที่ 1 นั้นจะมีเป้าที่ใช้ปรับแก้เชิงคลื่นจำนวน 2 เป้า

ข้อมูลภาพพื้นที่ที่ 2 นั้นจะมีเป้าที่ใช้ปรับแก้เชิงคลื่นจำนวน 5 เป้า

ข้อมูลภาพพื้นที่ที่ 3 นั้นจะมีเป้าที่ใช้ปรับแก้เชิงคลื่นจำนวน 11 เป้า

ข้อมูลภาพพื้นที่ที่ 4 นั้นจะมีเป้าที่ใช้ปรับแก้เชิงคลื่นจำนวน 11 เป้า (ตารางที่ 3.5)

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้า (Target) ในการทำการปรับแก้

เชิงคลื่นของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลาของ

ก) พื้นที่ที่ 1

เป้า	ประเภท	ค่าพิกัด E (ม.)	ค่าพิกัด N (ม.)	ภาพวันที่ 26 ธค. 33						ภาพวันที่ 3 พย. 43					
				Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band
				1	2	3	4	5	7	1	2	3	4	5	7
7	เมือง	764095	1510987	87	42	56	52	98	57	95	43	59	73	96	60
10	น้ำ	775127	1521120	64	22	18	10	8	2	69	22	20	12	7	5

ข) พื้นที่ที่ 2

เป้า	ประเภท	ค่าพิกัด E (ม.)	ค่าพิกัด N (ม.)	ภาพวันที่ 26 ธค. 33						ภาพวันที่ 3 พย. 43					
				Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band
				1	2	3	4	5	7	1	2	3	4	5	7
19	น้ำ	844164	1513641	61	28	25	14	5	3	76	25	23	16	11	5
21	ลานคอนกรีต	844283	1495497	96	55	91	74	160	82	147	81	117	92	159	111
24	สี่แยก	855539	1465107	92	43	52	56	79	45	114	52	69	70	105	66
25	สี่แยก	857628	1489596	91	48	66	69	117	62	108	54	79	72	131	82
28	น้ำ	868009	1505703	59	20	19	10	5	0	67	22	21	13	11	6

ค) พื้นที่ที่ 3

เป้า	ประเภท	ค่าพิกัด E (ม.)	ค่าพิกัด N (ม.)	ภาพวันที่ 26 ธค. 33						ภาพวันที่ 3 พย. 43					
				Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band
				1	2	3	4	5	7	1	2	3	4	5	7
1	สามแยก	732157	1406101	109	54	72	66	93	50	128	58	74	81	109	68
2	ถนน	736156	1412728	96	42	54	51	77	38	132	61	83	83	107	65
3	น้ำ	738433	1427376	67	25	20	10	4	3	85	33	31	15	11	4
4	สามแยก	743221	1405599	99	48	68	63	132	58	130	61	79	78	121	67
6	ท่าเรือ	751036	1398848	103	52	77	83	123	63	144	64	86	71	110	72

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) ตารางแสดงค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้า (Target) ในการทำการปรับแก้เชิงคลื่น
ของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลาของพื้นที่ที่ 3

ค) พื้นที่ที่ 3

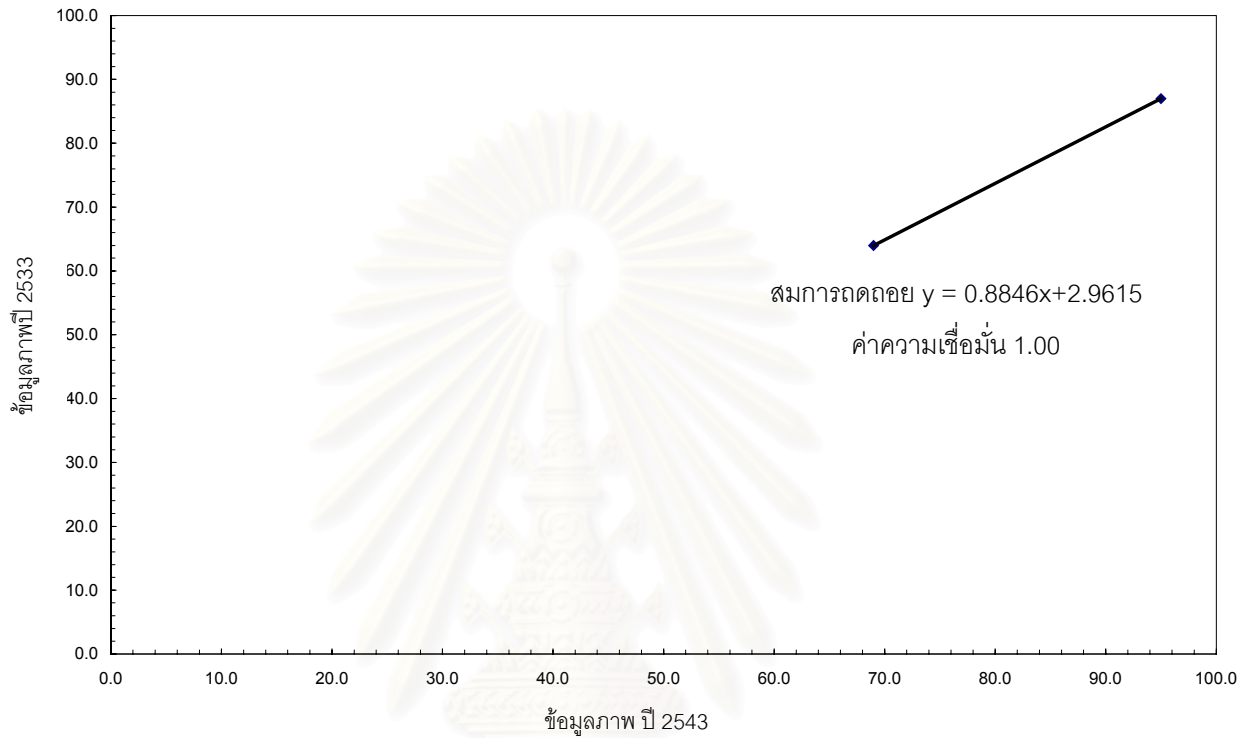
เป้า	ประเภท	ค่าพิกัด E (ม.)	ค่าพิกัด N (ม.)	ภาพวันที่ 26 ธค. 33						ภาพวันที่ 3 พย. 43					
				Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 7	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 7
8	ท่าเรือ	765306	1396933	106	53	72	60	81	47	125	56	71	63	103	67
9	ลานกว้าง	771949	1401147	134	71	110	115	114	45	170	82	110	96	177	113
11	ถนน	781511	1409129	84	37	46	66	79	33	99	43	51	81	96	48
12	สี่แยก	784115	1411017	86	38	51	43	91	54	112	51	64	64	117	76
13	สามแยก	803257	1414923	87	42	63	60	100	52	109	49	62	61	98	61
14	ลานกว้าง	803652	1413565	130	70	98	81	123	72	167	86	120	110	135	90

ง) พื้นที่ที่ 4

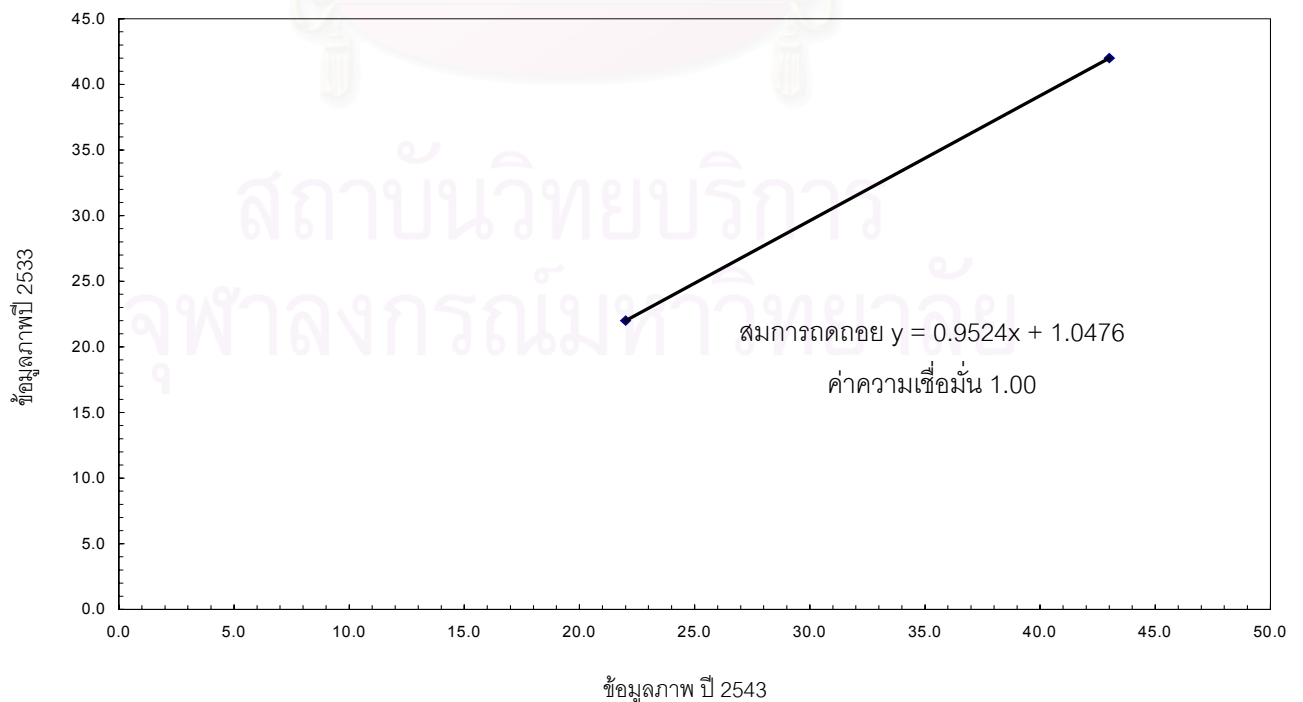
เป้า	ประเภท	ค่าพิกัด E (ม.)	ค่าพิกัด N (ม.)	ภาพวันที่ 26 ธค. 33						ภาพวันที่ 3 พย. 43					
				Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 7	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 7
15	เมือง	823326	1407961	98	50	75	63	116	63	109	50	75	69	129	82
16	ถนน	838508	1416406	91	43	64	64	132	63	109	50	67	71	119	72
17	เมือง	838910	1394624	127	75	111	91	178	101	177	82	105	77	159	126
18	สามแยก	842767	1397340	90	43	56	54	87	47	113	50	66	77	104	58
20	ถนน	844223	1385913	90	42	54	50	72	40	109	48	61	58	84	50
22	สี่แยก	851535	1379308	83	40	55	55	85	43	114	50	65	63	93	60
23	ถนน	851769	1379752	86	41	52	66	97	46	103	43	58	66	116	68
26	น้ำ	863449	1412572	58	20	15	8	6	2	74	26	22	14	10	5
30	ลานกว้าง	881243	1389948	87	48	76	71	133	53	94	48	67	69	132	60
31	น้ำ	882251	1396279	59	21	16	7	6	3	72	25	21	14	10	5
34	น้ำ	896909	1381075	58	20	17	11	6	4	73	26	22	15	15	5

ทำการพล็อตค่าสะท้อนพลังงานของเป้าเพื่อหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (รูปที่ 3.14-3.17)

รูปที่ 3.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 1

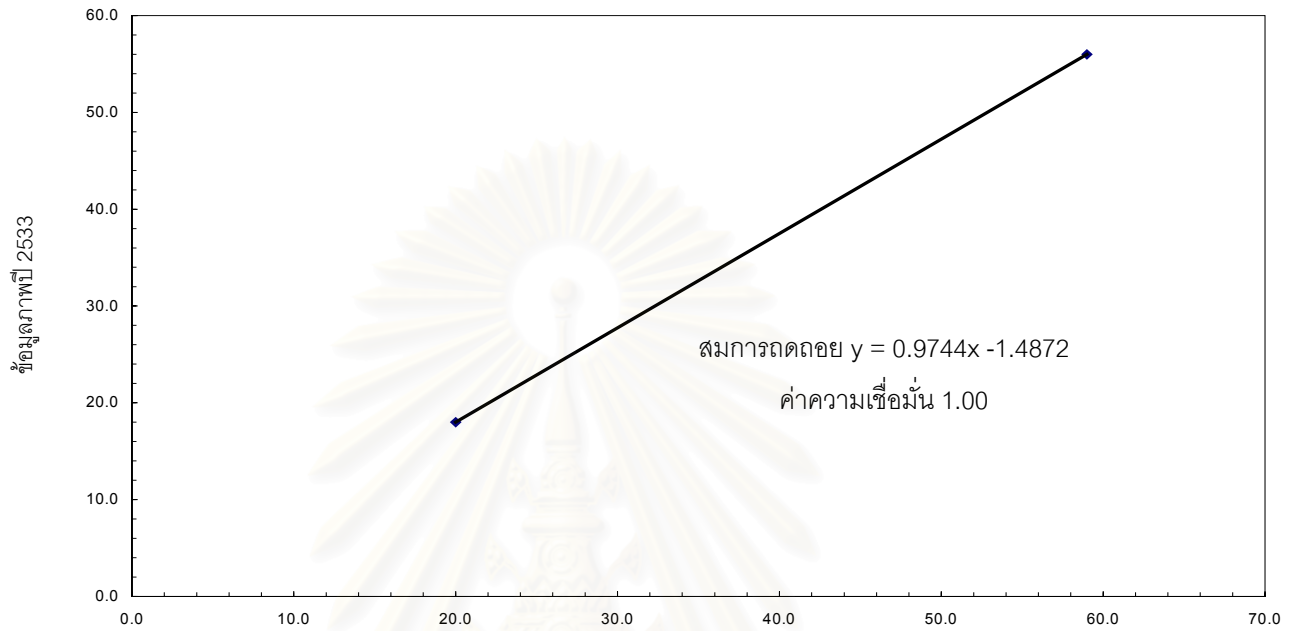


ก) แบนด์ที่ 1

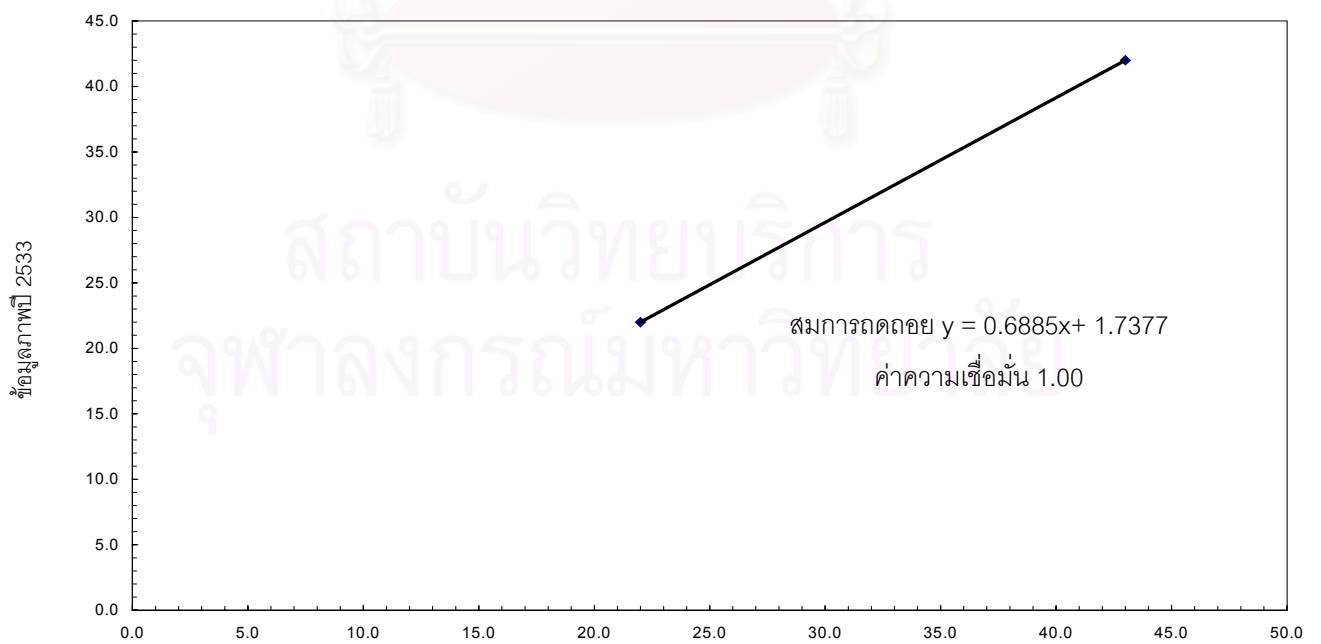


ข) แบนด์ที่ 2

รูปที่ 3.14 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 1



ค) แบนด์ที่ 3

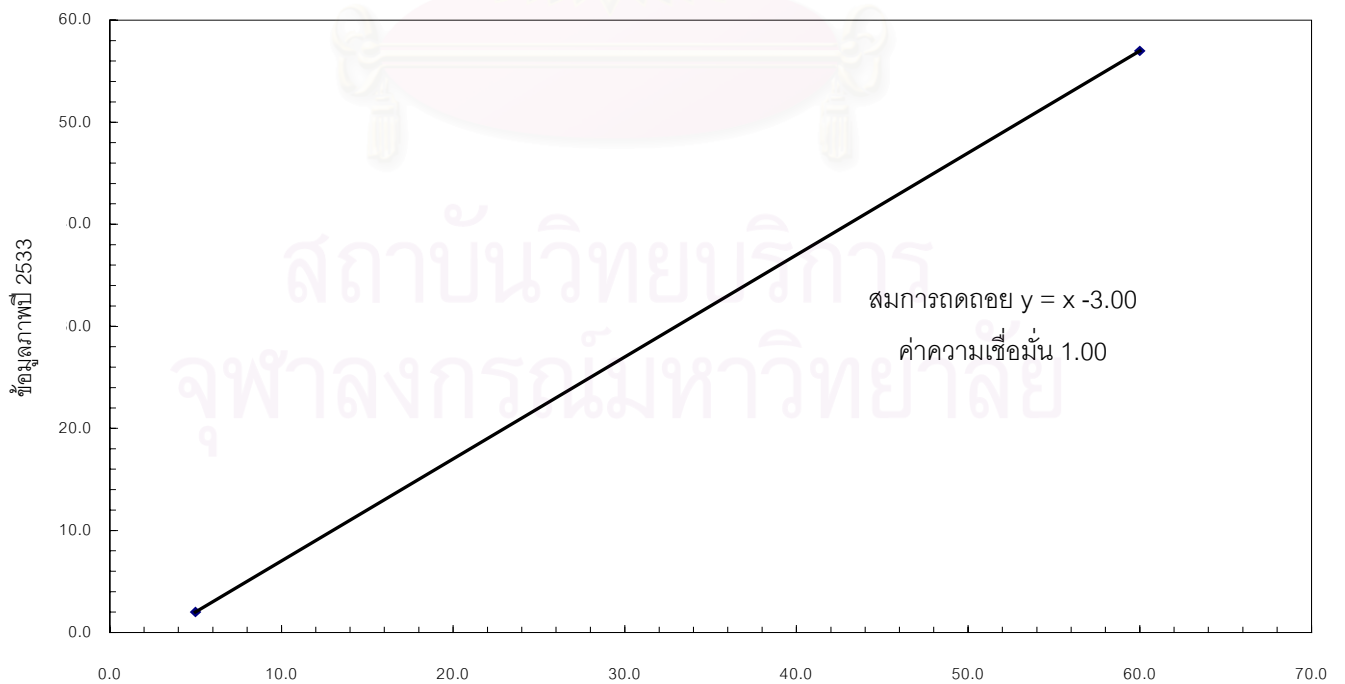


ง) แบนด์ที่ 4

รูปที่ 3.14 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 1

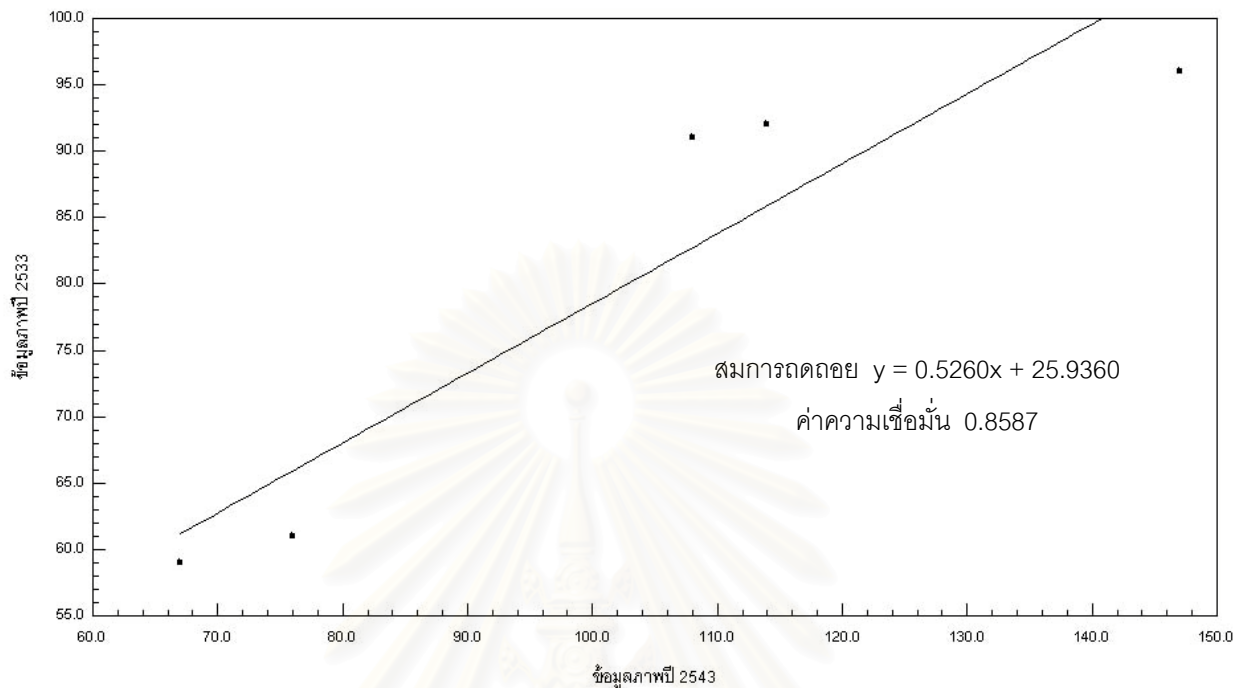


จ) แบนด์ที่ 5

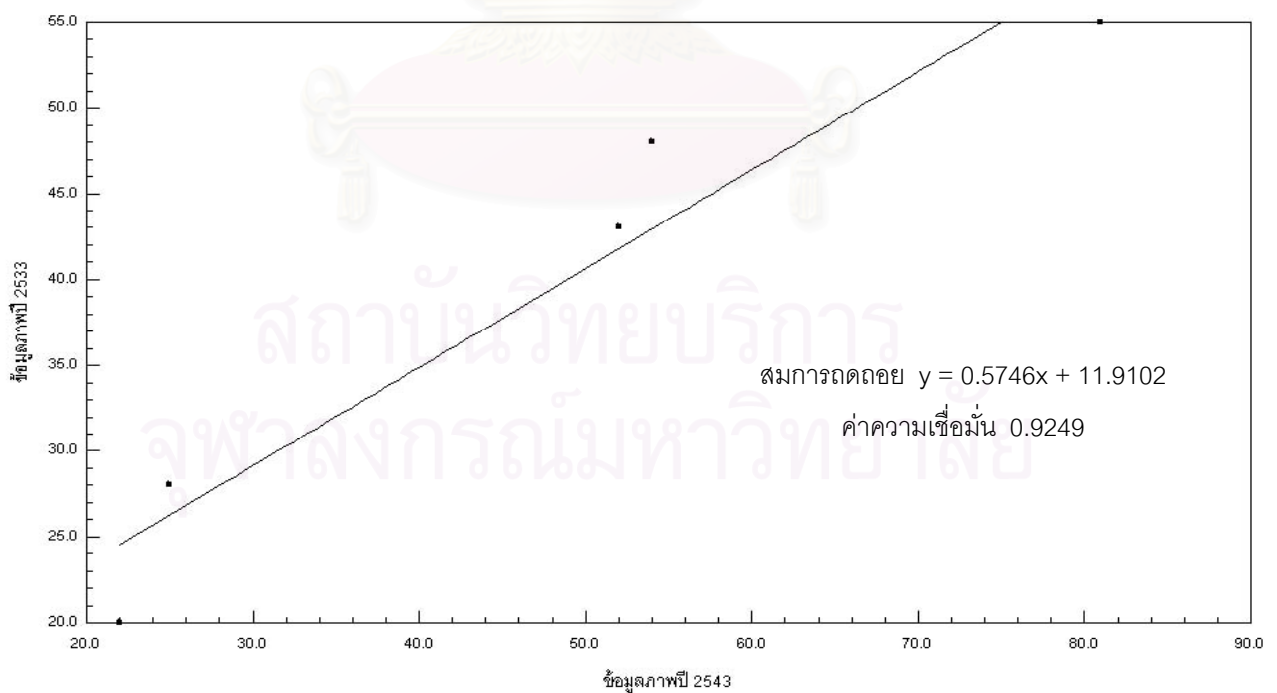


ฉ) แบนด์ที่ 7

รูปที่ 3.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 2

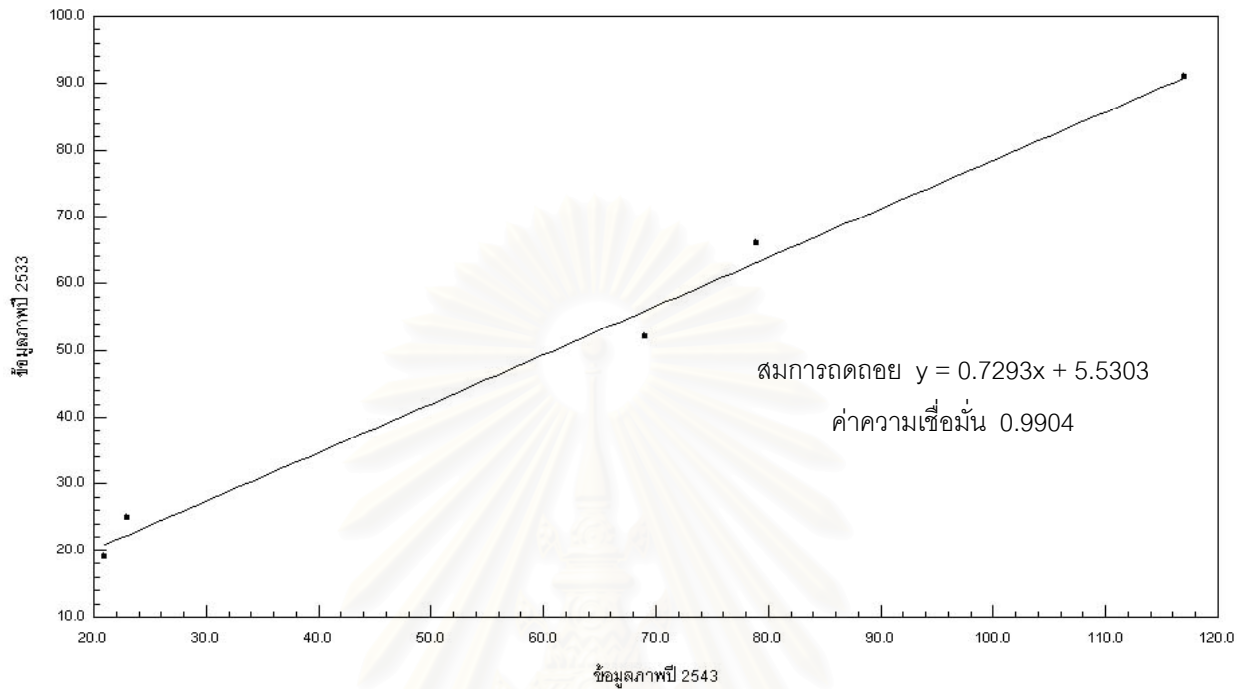


ก) แบนด์ที่ 1

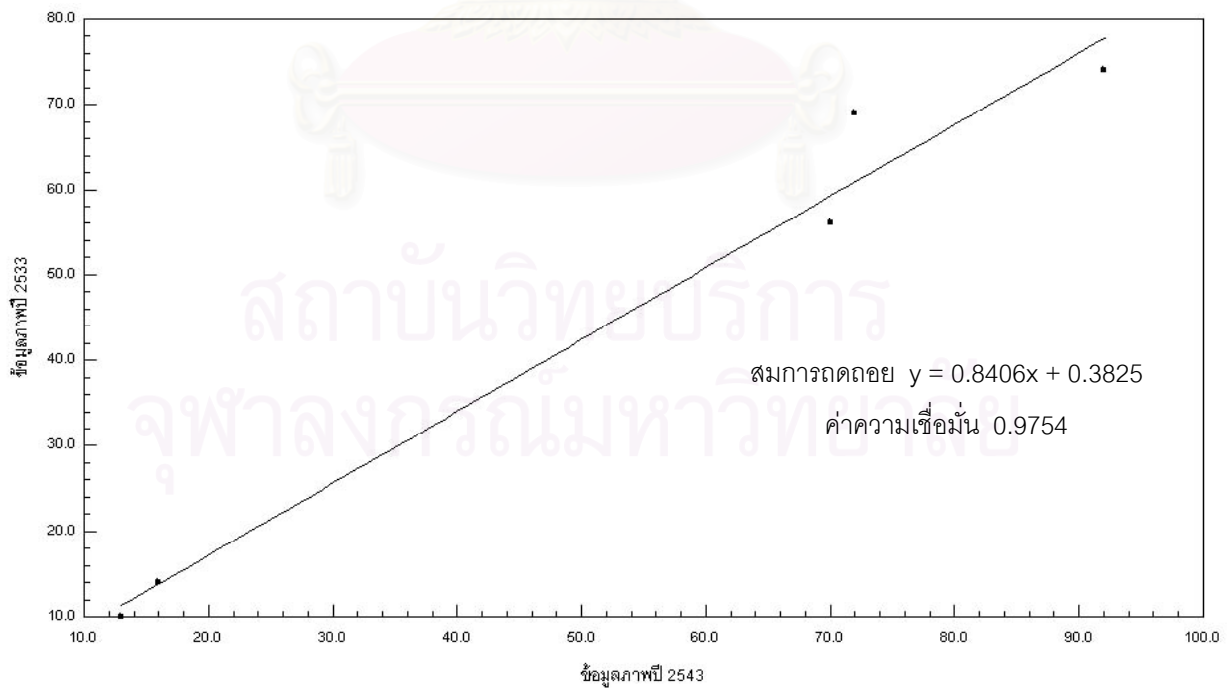


ข) แบนด์ที่ 2

รูปที่ 3.15 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 2

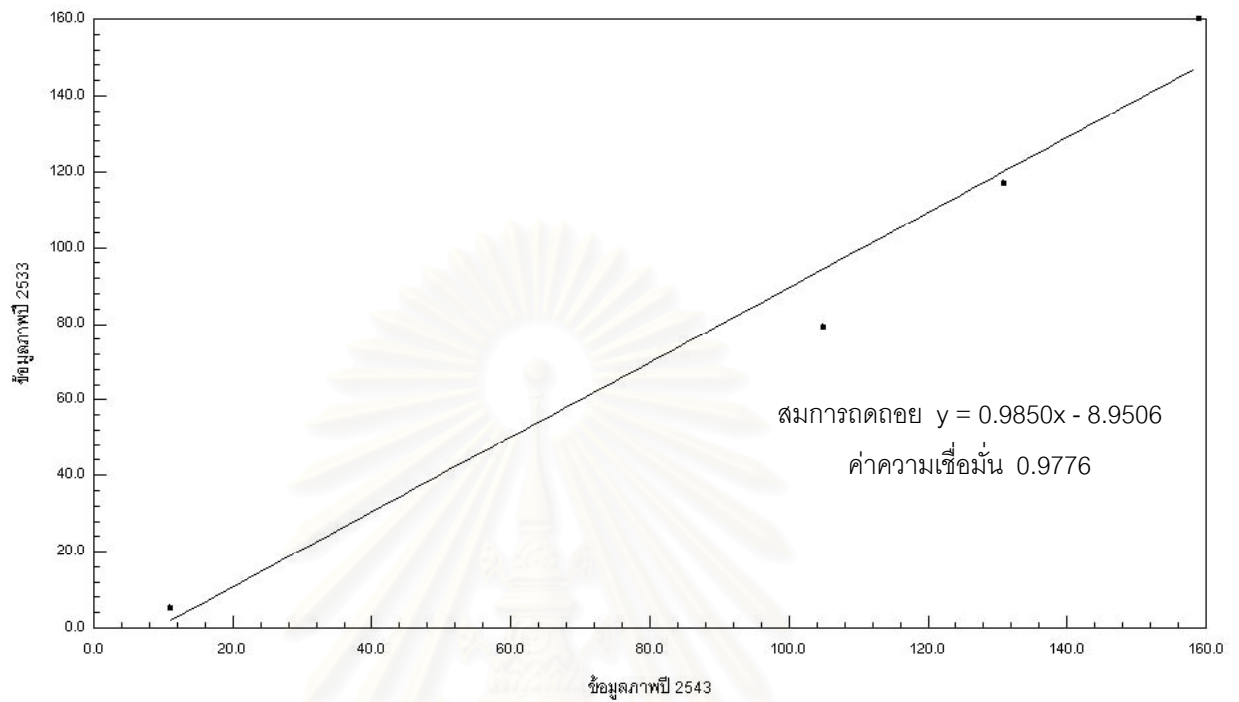


ค) แบนด์ที่ 3

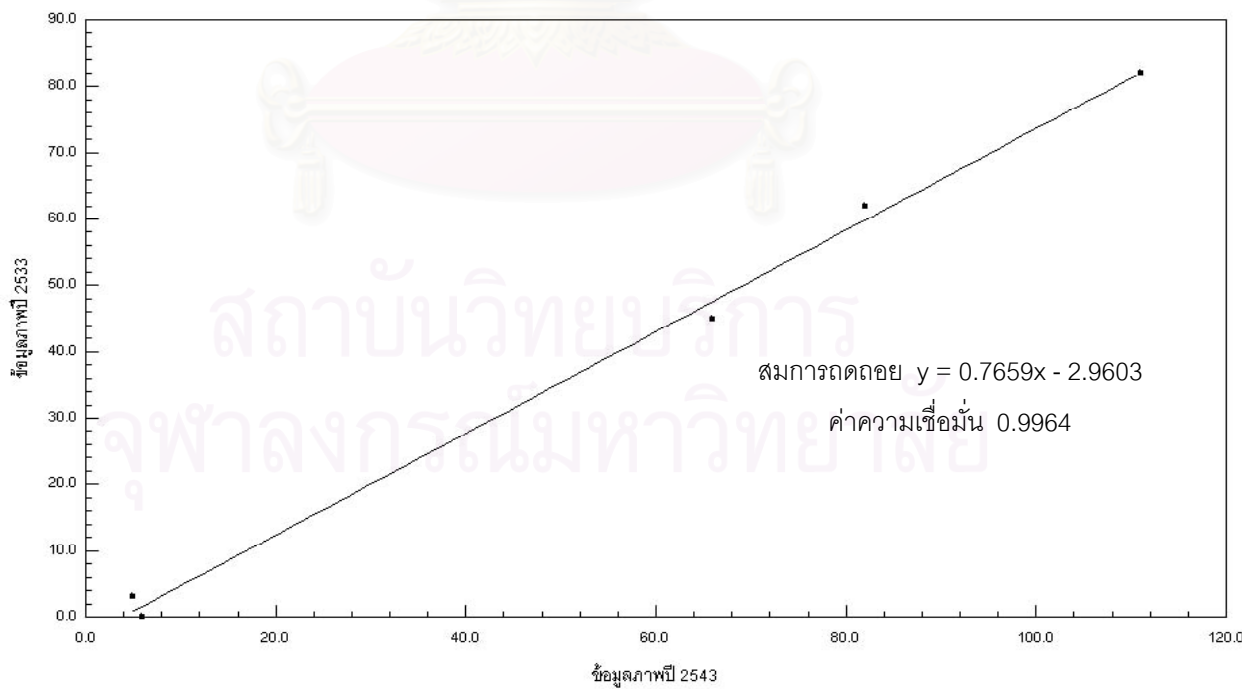


ง) แบนด์ที่ 4

รูปที่ 3.15 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 2

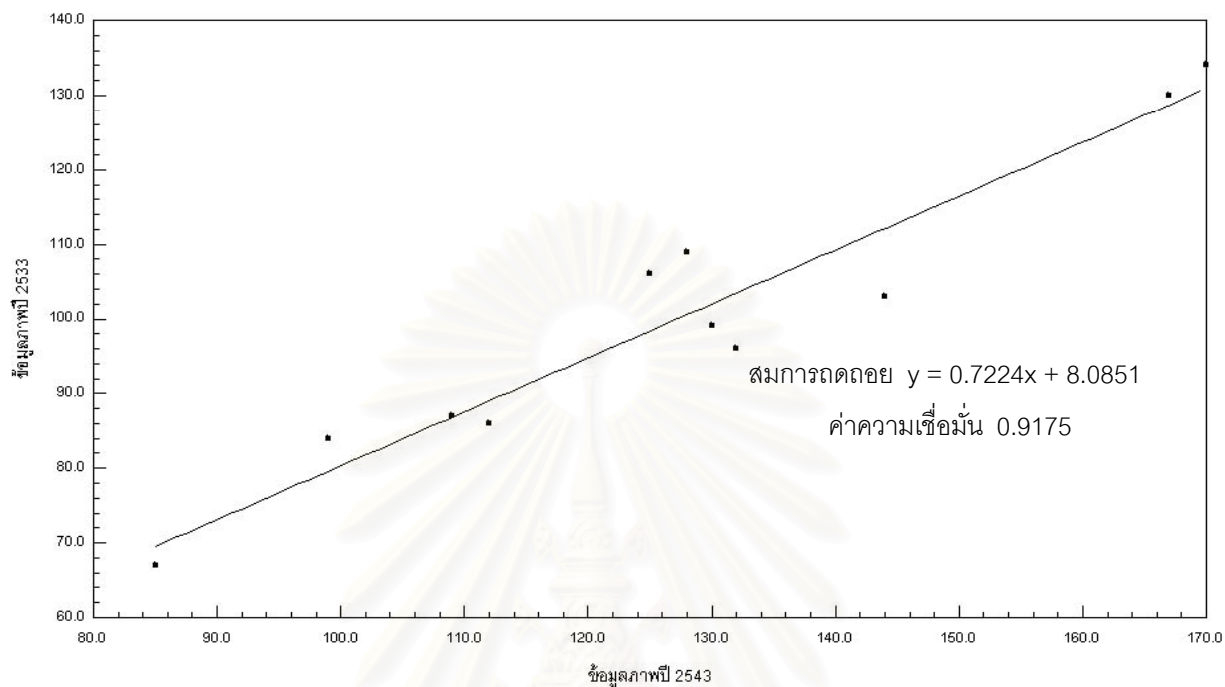


จ) แบนด์ที่ 5

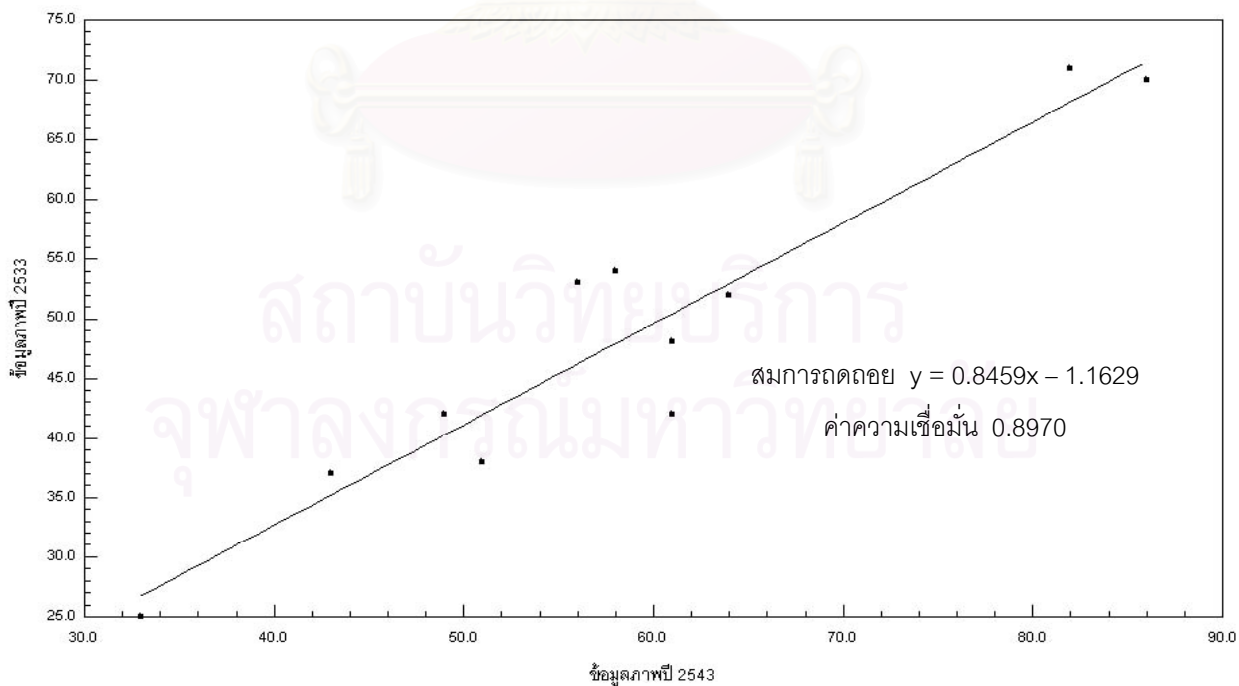


ฉ) แบนด์ที่ 7

รูปที่ 3.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 3

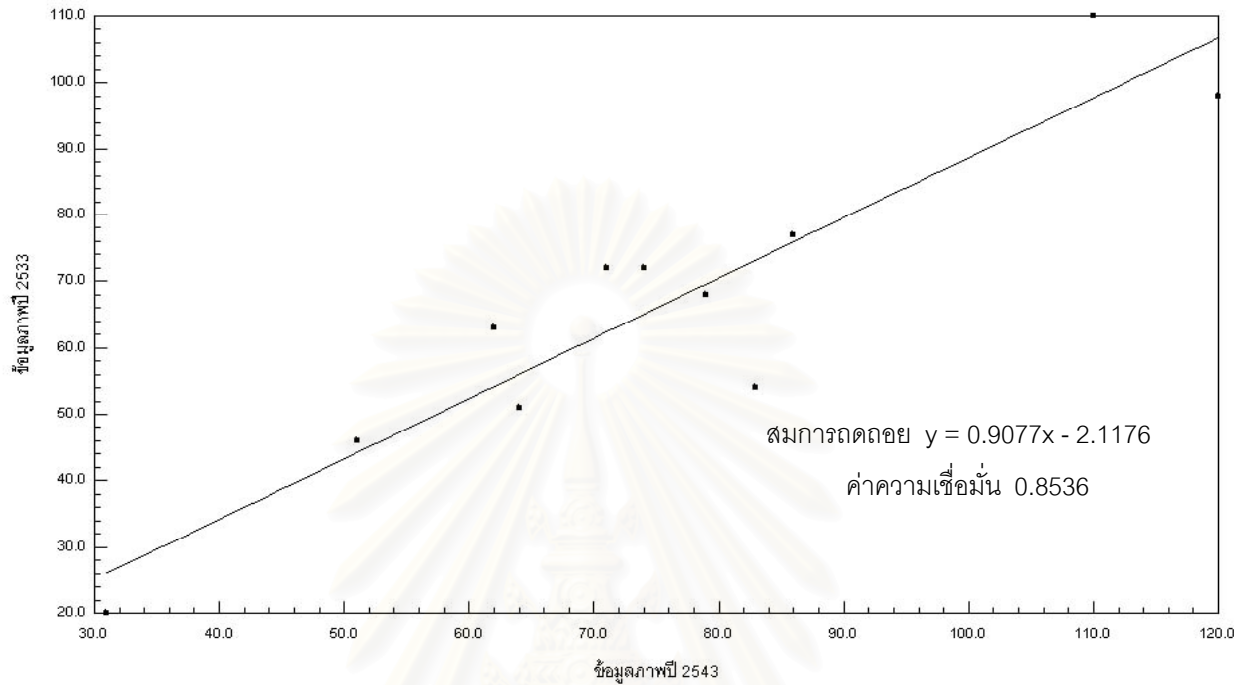


ก) แบนด์ที่ 1

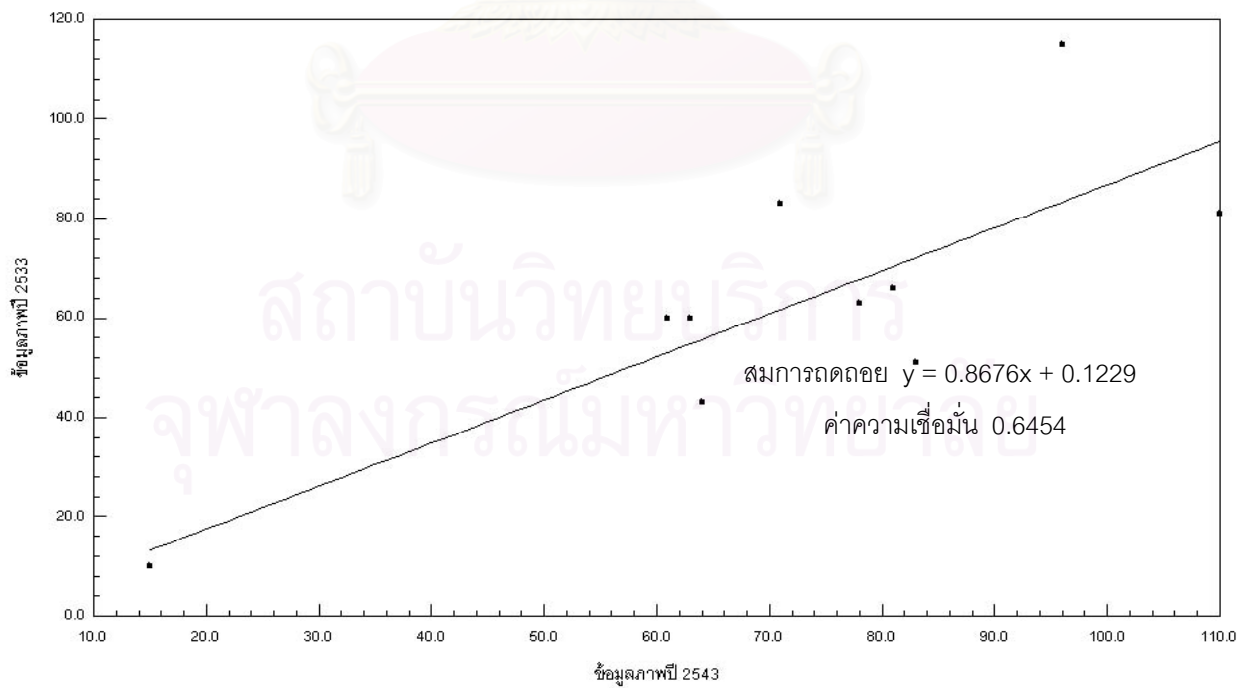


ข) แบนด์ที่ 2

รูปที่ 3.16 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 3

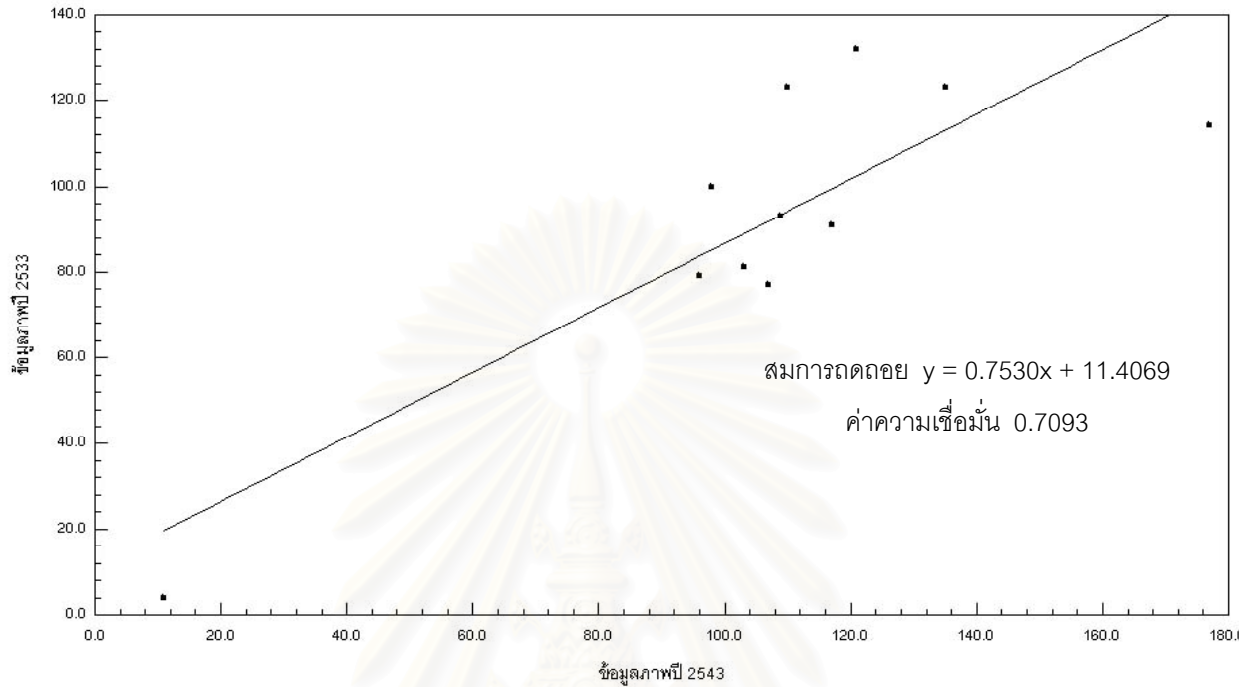


ค) แบนด์ที่ 3

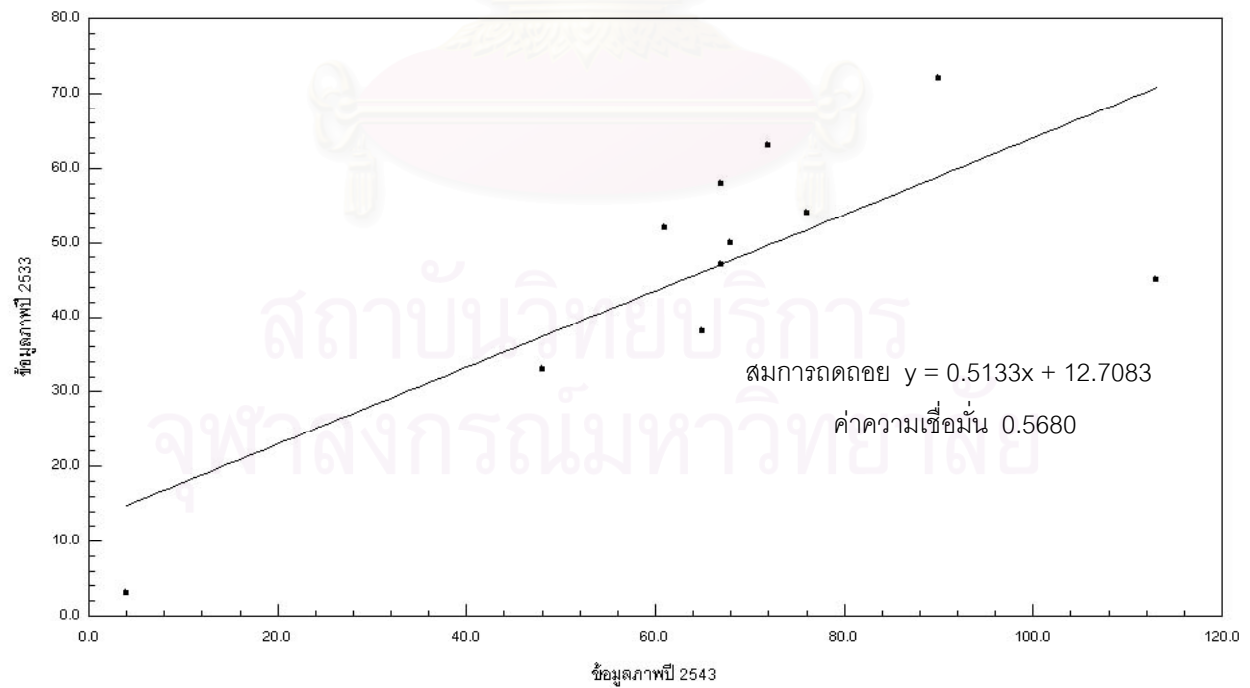


ง) แบนด์ที่ 4

รูปที่ 3.16 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 3

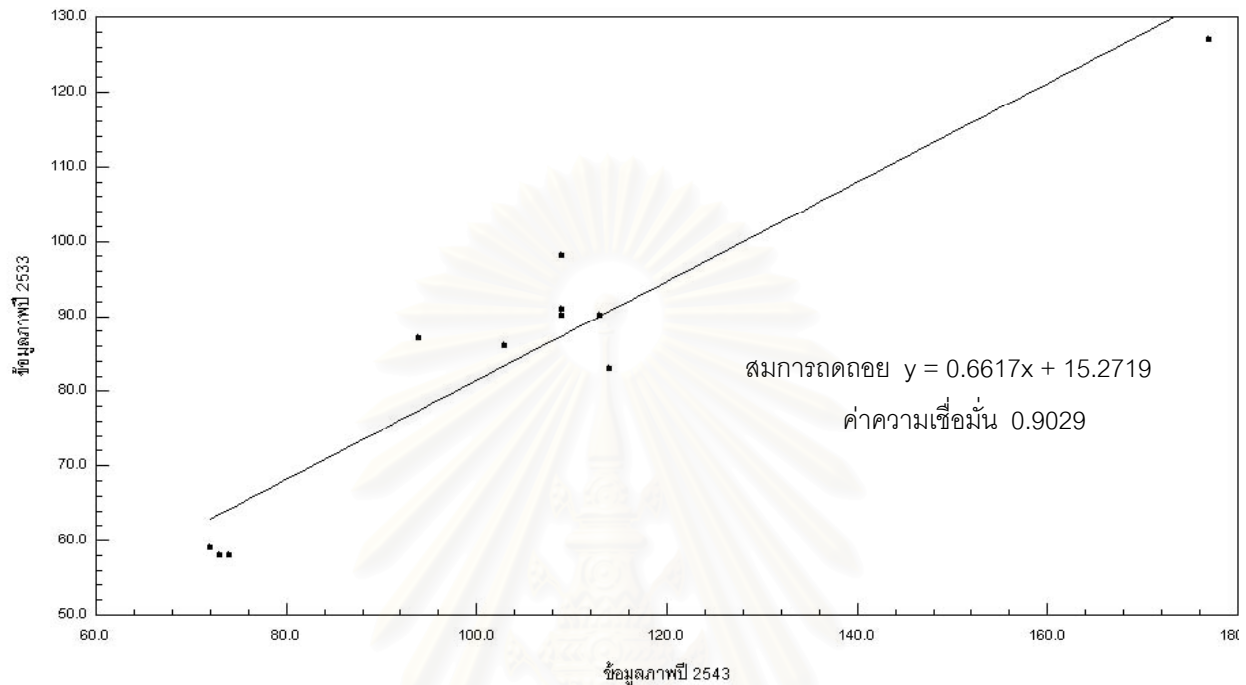


จ) แบนด์ที่ 5

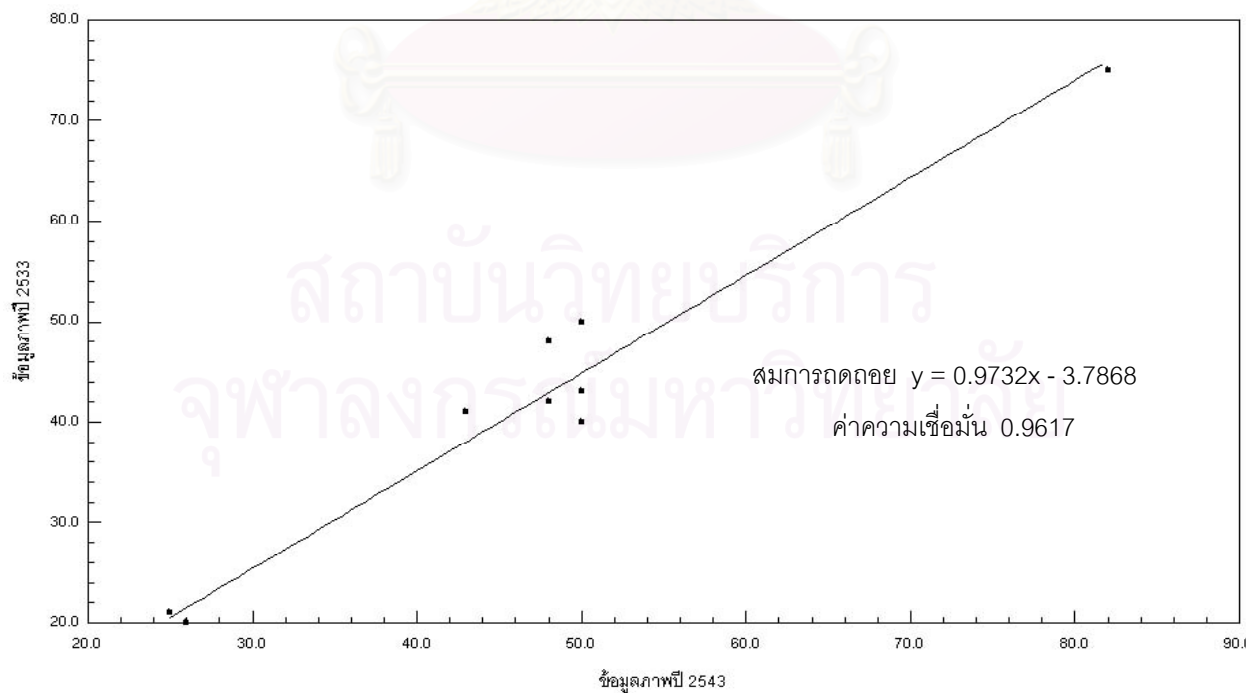


ฉ) แบนด์ที่ 7

รูปที่ 3.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 4

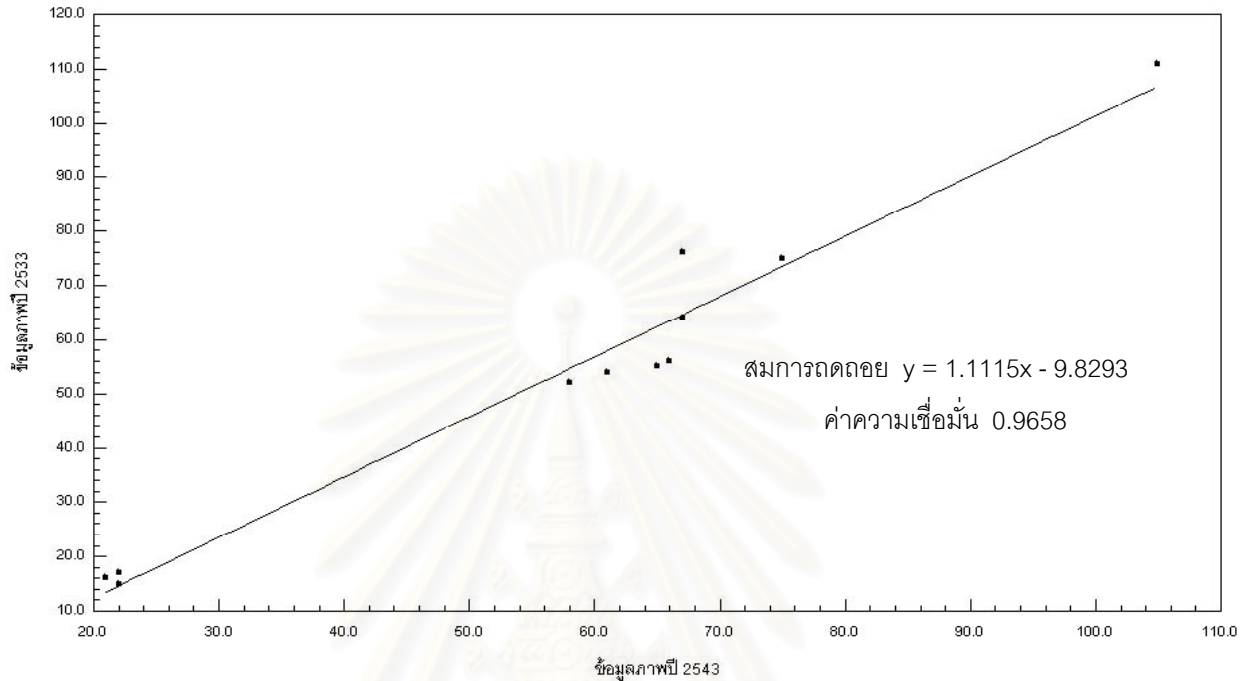


ก) แบนด์ที่ 1

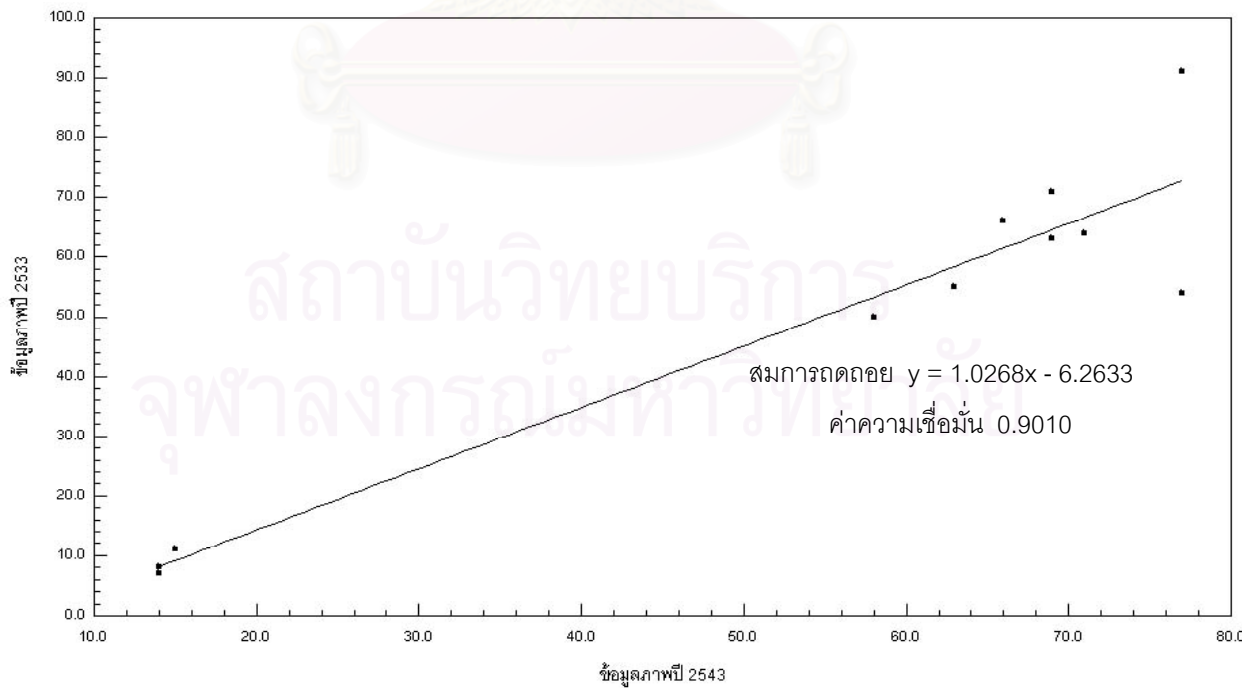


ข) แบนด์ที่ 2

รูปที่ 3.17 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 4

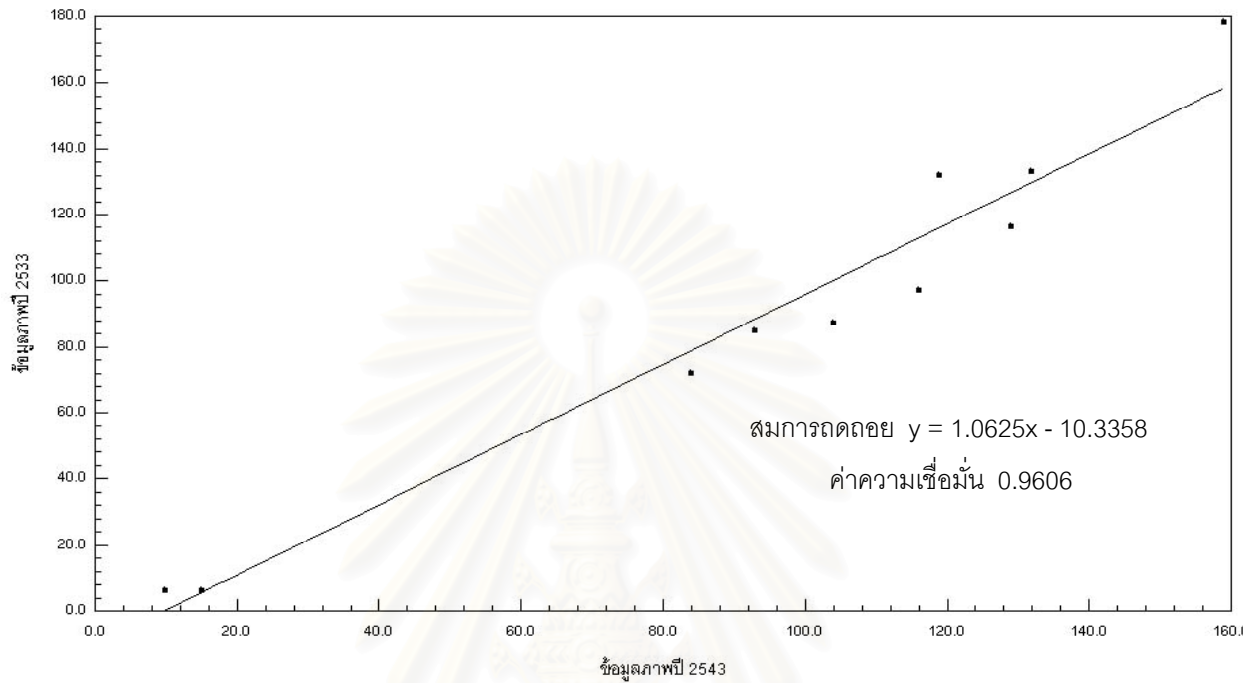


ค) แบนด์ที่ 3

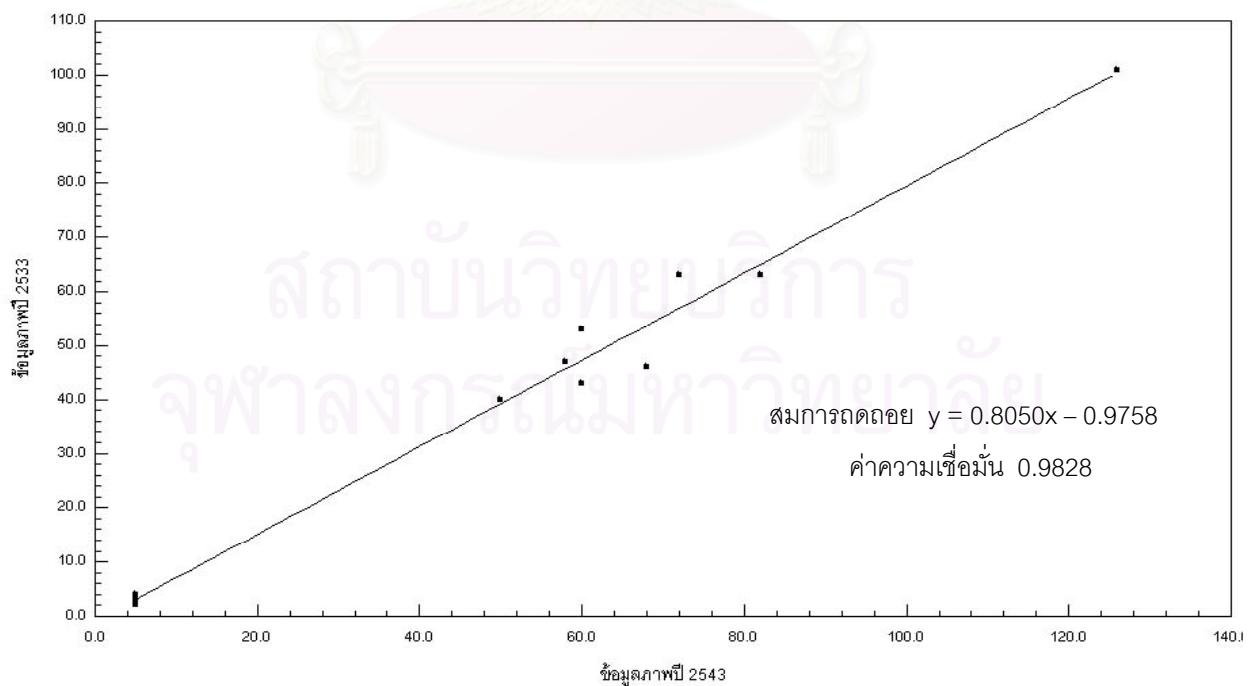


ง) แบนด์ที่ 4

รูปที่ 3.17 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนพลังงาน
ของวัตถุที่ใช้เป็นเป้าของข้อมูลภาพ 2 ช่วงเวลา ในพื้นที่ที่ 4



จ) แบนด์ที่ 5



ฉ) แบนด์ที่ 7

นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปทำการปรับแก้เชิงคลื่น โดย

พื้นที่ที่ 1

- แบนด์ที่ 1 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.8846x + 2.9615$
- แบนด์ที่ 2 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.9524x + 1.0476$
- แบนด์ที่ 3 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.9744x - 1.4872$
- แบนด์ที่ 4 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.6885x + 1.7377$
- แบนด์ที่ 5 มีสมการถดถอยเป็น $y = 1.0112x + 0.9213$
- แบนด์ที่ 7 มีสมการถดถอยเป็น $y = x - 3$

พื้นที่ที่ 2

- แบนด์ที่ 1 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.5260x + 25.9360$
- แบนด์ที่ 2 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.5746x + 11.9102$
- แบนด์ที่ 3 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.7293x + 5.5303$
- แบนด์ที่ 4 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.8406x + 0.3825$
- แบนด์ที่ 5 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.9850x - 8.9506$
- แบนด์ที่ 7 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.7659x - 2.9603$

พื้นที่ที่ 3

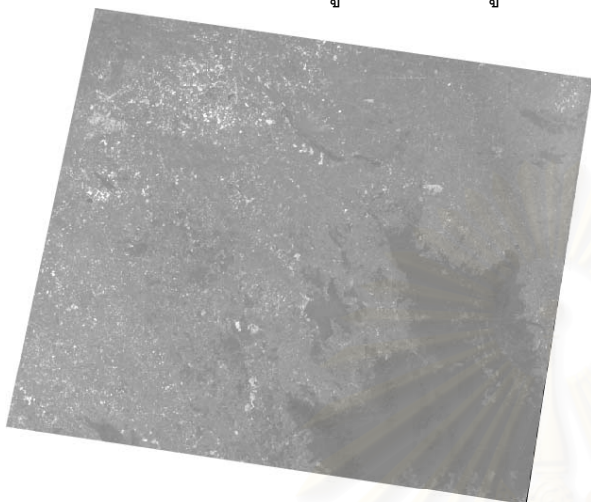
- แบนด์ที่ 1 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.7224x + 8.0851$
- แบนด์ที่ 2 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.8459x - 1.1629$
- แบนด์ที่ 3 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.9077x - 2.1176$
- แบนด์ที่ 4 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.8676x + 0.1229$
- แบนด์ที่ 5 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.7530x + 11.4069$
- แบนด์ที่ 7 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.5133x + 12.7083$

พื้นที่ที่ 4

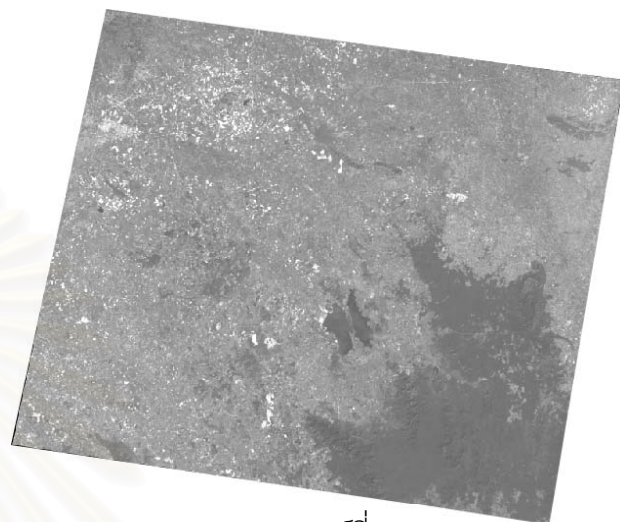
- แบนด์ที่ 1 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.6617x + 15.2719$
- แบนด์ที่ 2 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.9732x - 3.7868$
- แบนด์ที่ 3 มีสมการถดถอยเป็น $y = 1.1115x - 9.8293$
- แบนด์ที่ 4 มีสมการถดถอยเป็น $y = 1.0268x - 6.2633$
- แบนด์ที่ 5 มีสมการถดถอยเป็น $y = 1.0625x - 10.3358$
- แบนด์ที่ 7 มีสมการถดถอยเป็น $y = 0.8050x - 0.9758$

และใช้ซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพ ERDAS IMAGINE Version 8.5 และใช้ฟังก์ชัน Spatial Model สร้างแบบจำลองสำหรับการปรับแก้ข้อมูลภาพในแต่ละแบนด์ ให้เป็นข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น

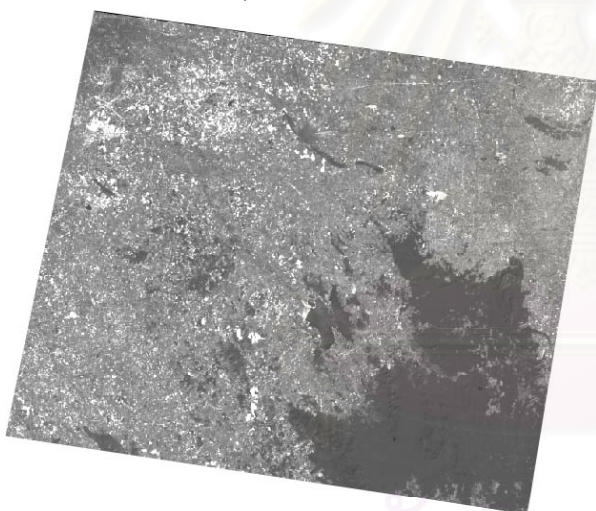
รูปที่ 3.18 ข้อมูลภาพในพื้นที่ที่ 1 ที่ปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว



ก) แบนด์ที่ 1



ข) แบนด์ที่ 2



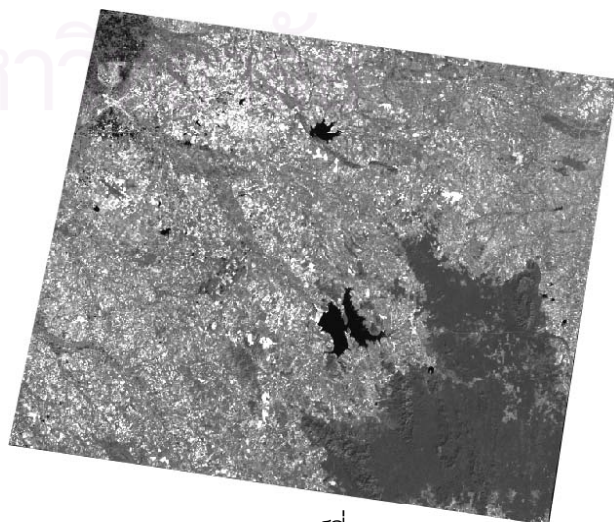
ค) แบนด์ที่ 3



ง) แบนด์ที่ 4

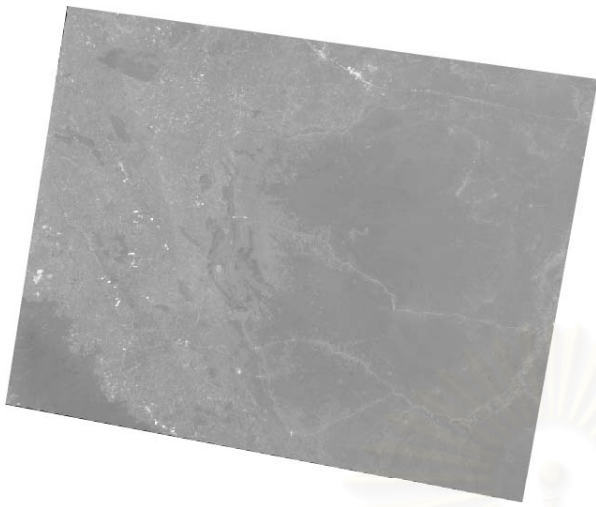


จ) แบนด์ที่ 5

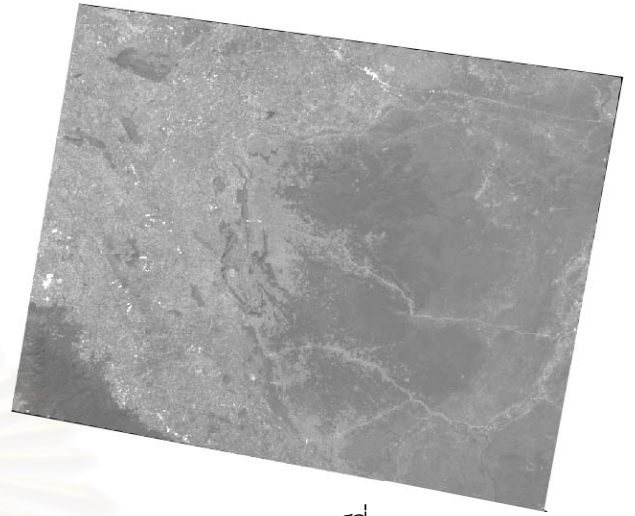


ฉ) แบนด์ที่ 7

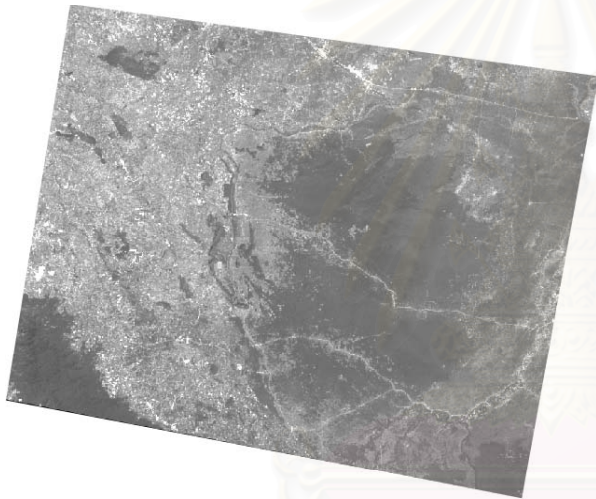
รูปที่ 3.19 ข้อมูลภาพในพื้นที่ที่ 2 ที่ปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว



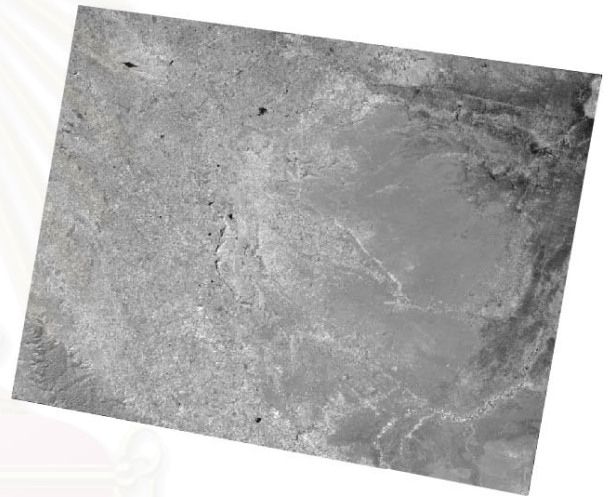
ก) แบนด์ที่ 1



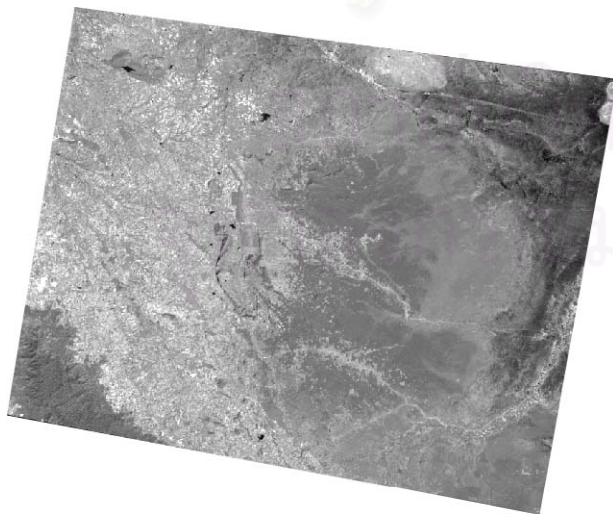
ข) แบนด์ที่ 2



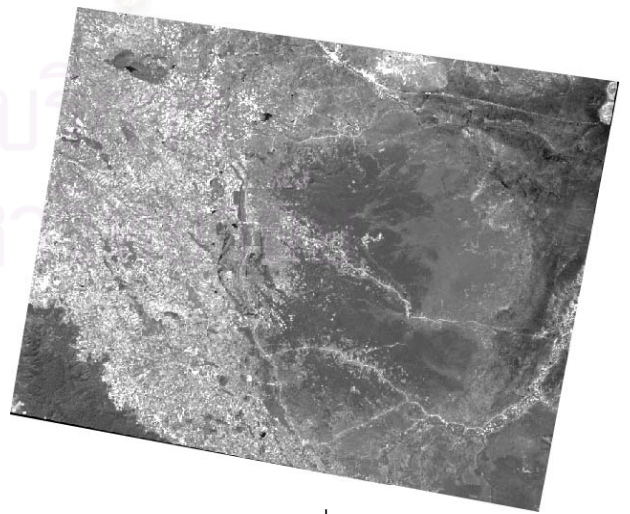
ค) แบนด์ที่ 3



ง) แบนด์ที่ 4

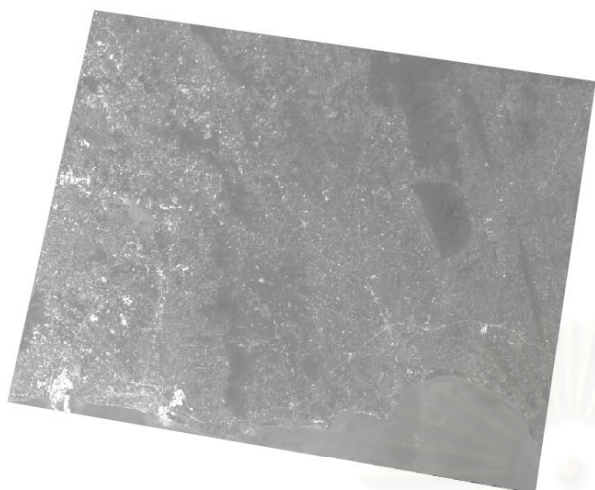


จ) แบนด์ที่ 5

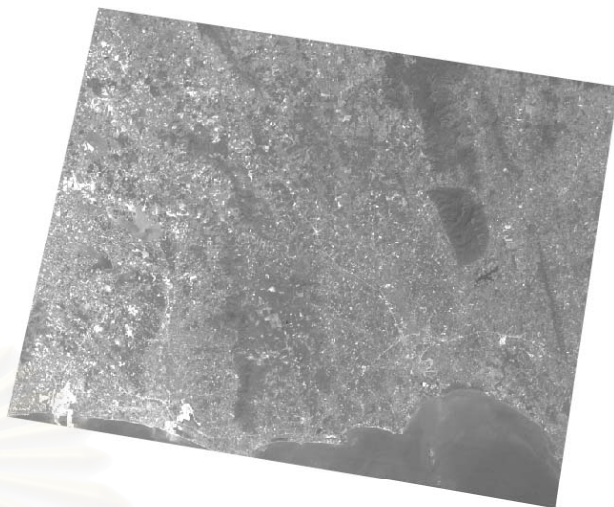


ฉ) แบนด์ที่ 7

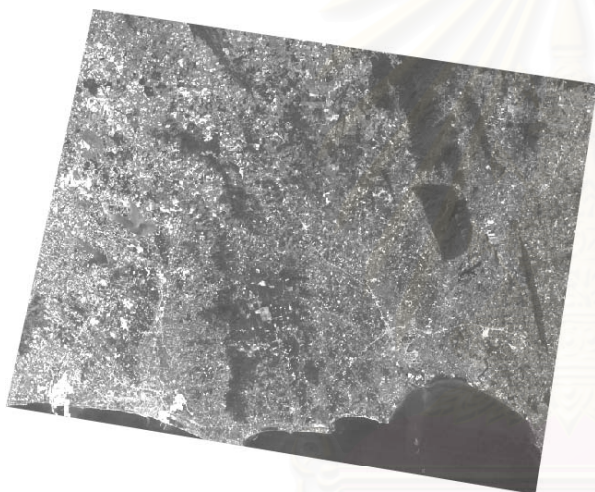
รูปที่ 3.20 ข้อมูลภาพในพื้นที่ที่ 3 ที่ปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว



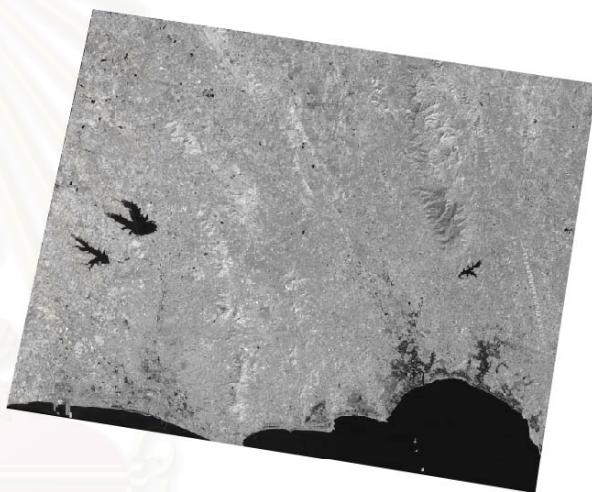
ก) แบนด์ที่ 1



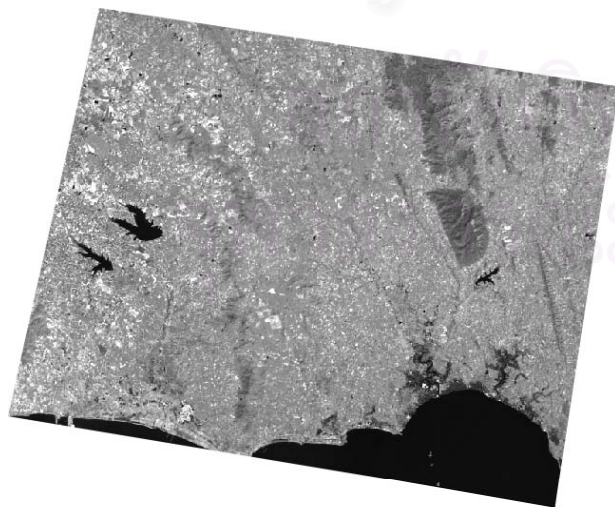
ข) แบนด์ที่ 2



ค) แบนด์ที่ 3



ง) แบนด์ที่ 4

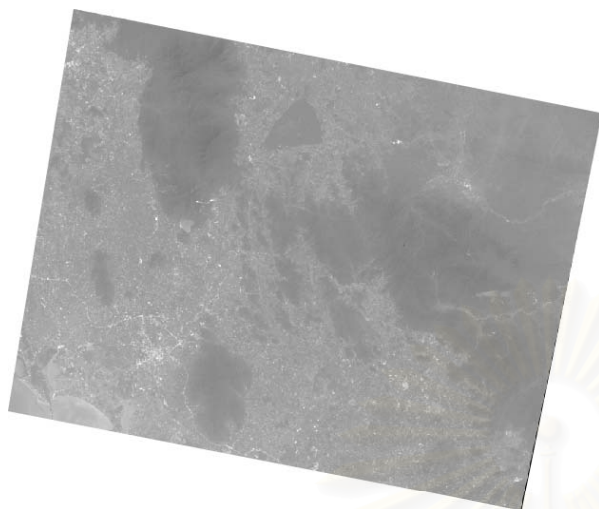


จ) แบนด์ที่ 5

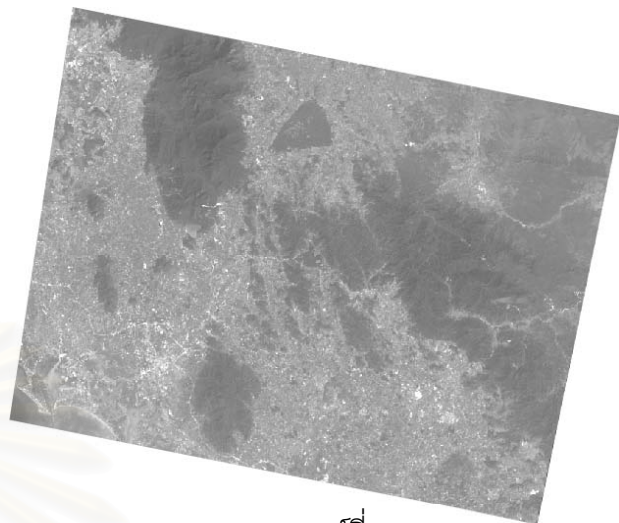


ฉ) แบนด์ที่ 7

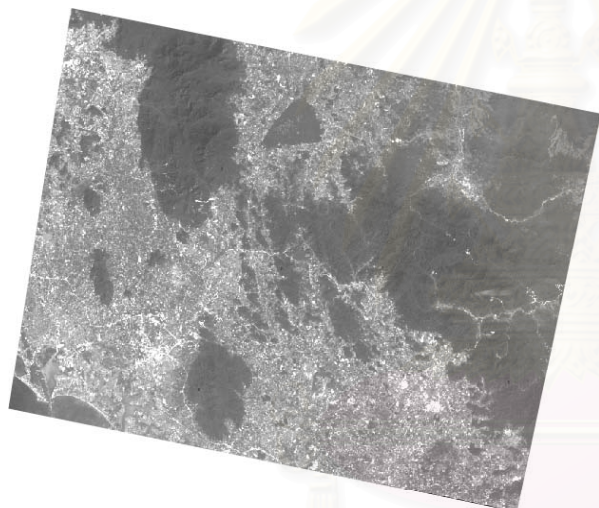
รูปที่ 3.21 ข้อมูลภาพในพื้นที่ที่ 4 ที่ปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว



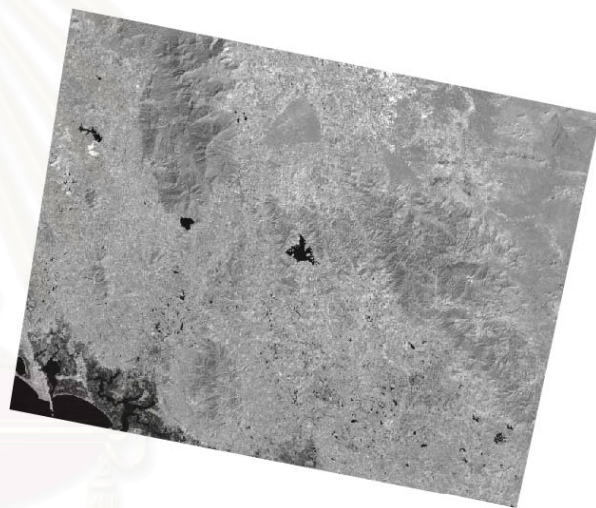
ก) แบนด์ที่ 1



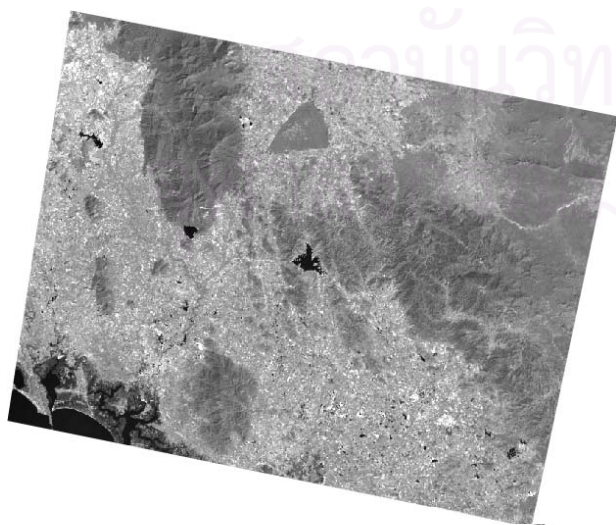
ข) แบนด์ที่ 2



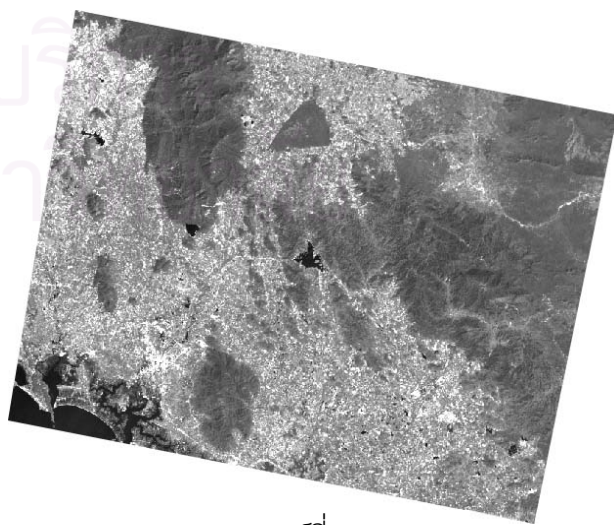
ค) แบนด์ที่ 3



ง) แบนด์ที่ 4



จ) แบนด์ที่ 5

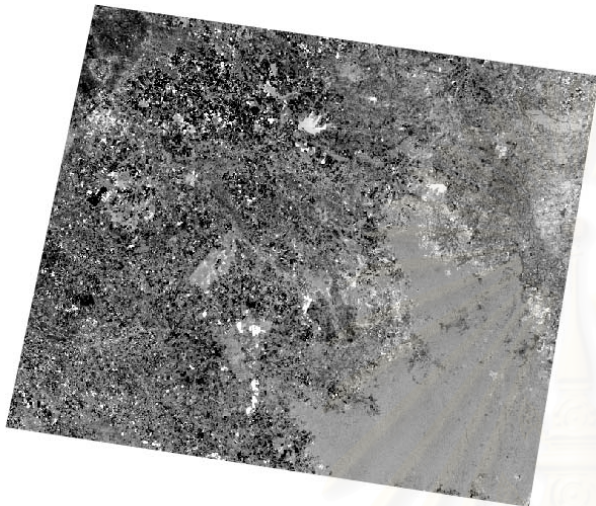


ฉ) แบนด์ที่ 7

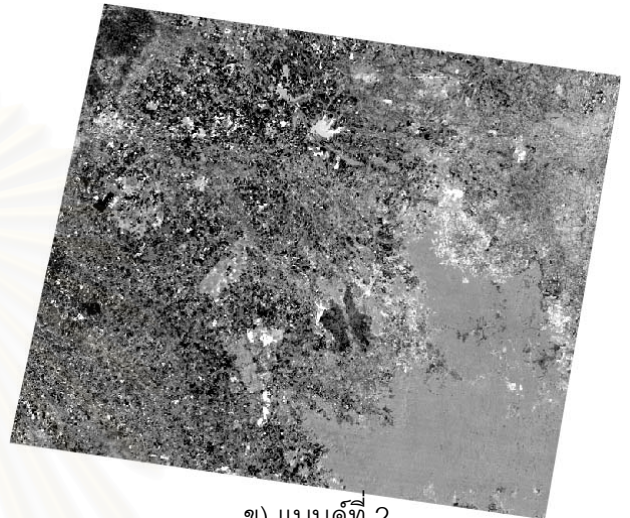
3.7.3 การสร้างข้อมูลภาพผลต่างโดยใช้เทคนิคการนำช่วงคลื่นมาลบกัน

สร้างข้อมูลภาพผลต่างโดยใช้ซอฟต์แวร์ประมวลผลภาพ ERDAS IMAGINE Version 8.5 และใช้ฟังก์ชัน Spatial Model โดยให้ข้อมูลภาพปี 2543 เป็นข้อมูลภาพตั้งต้น และนำข้อมูลภาพปี 2531 มาลบออก

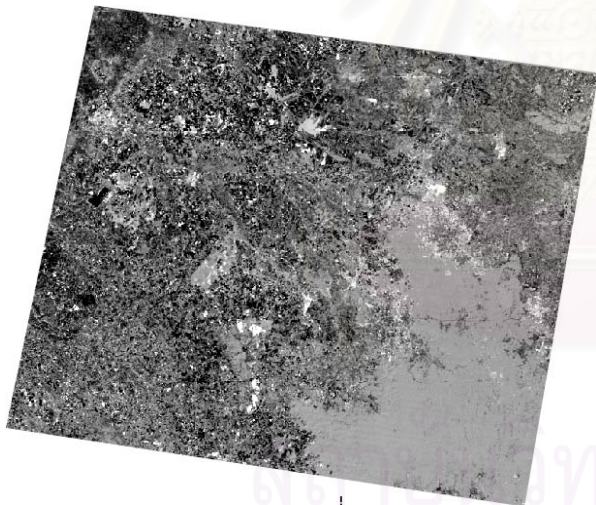
รูปที่ 3.22 ข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ที่ 1



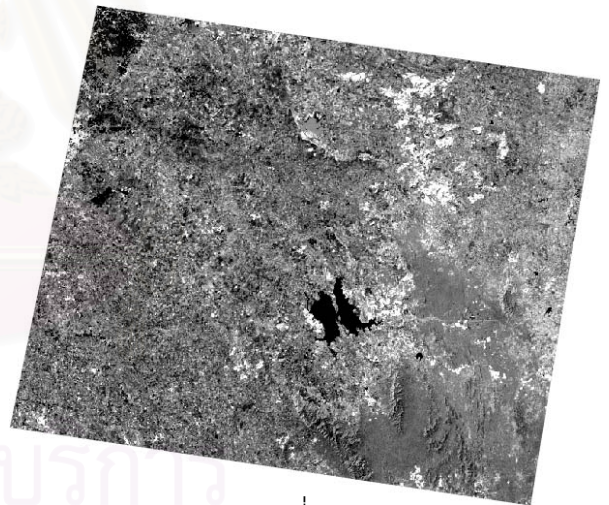
ก) แบนด์ที่ 1



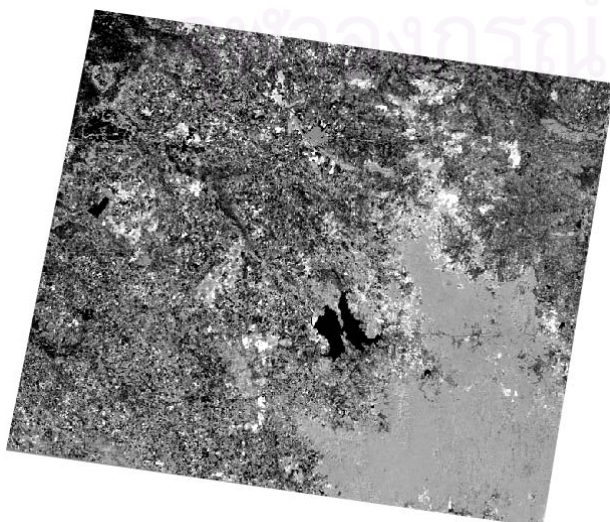
ข) แบนด์ที่ 2



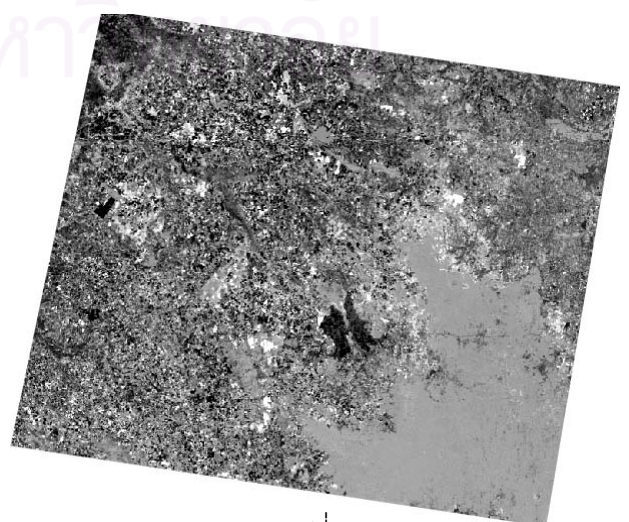
ค) แบนด์ที่ 3



ง) แบนด์ที่ 4

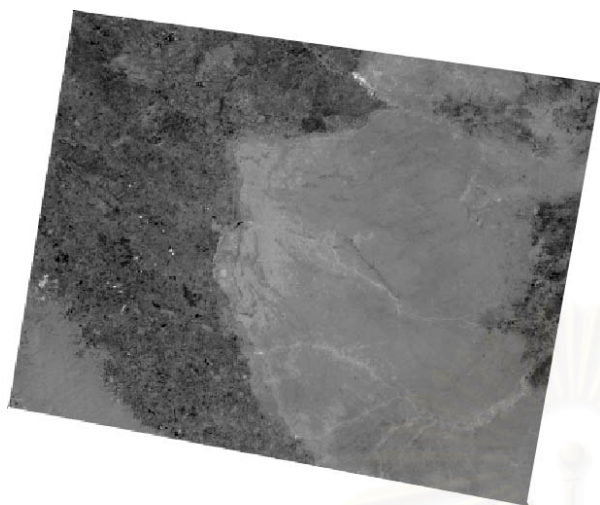


จ) แบนด์ที่ 5

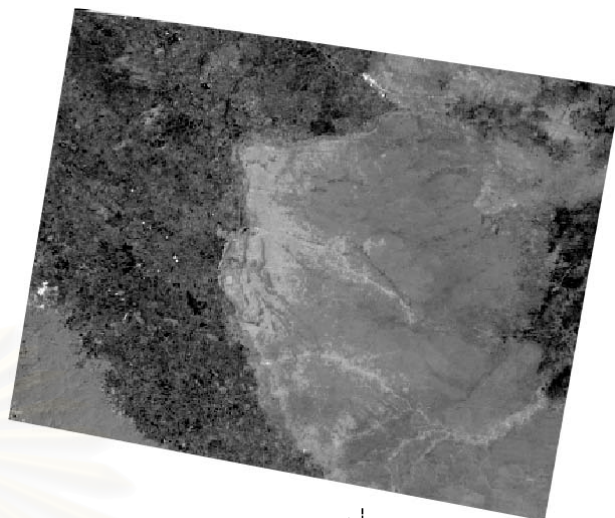


ฉ) แบนด์ที่ 7

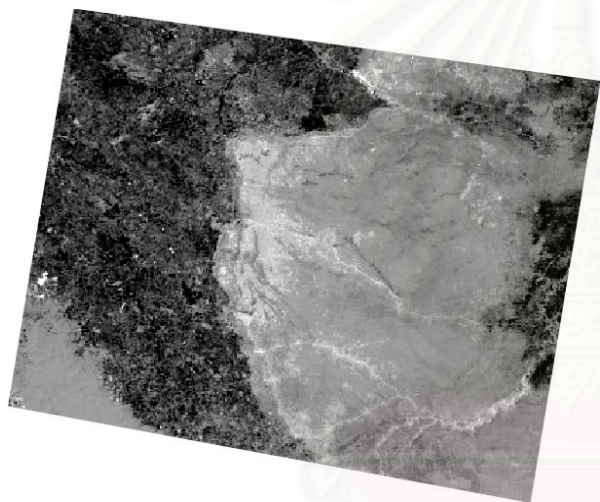
รูปที่ 3.23 ข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ที่ 2



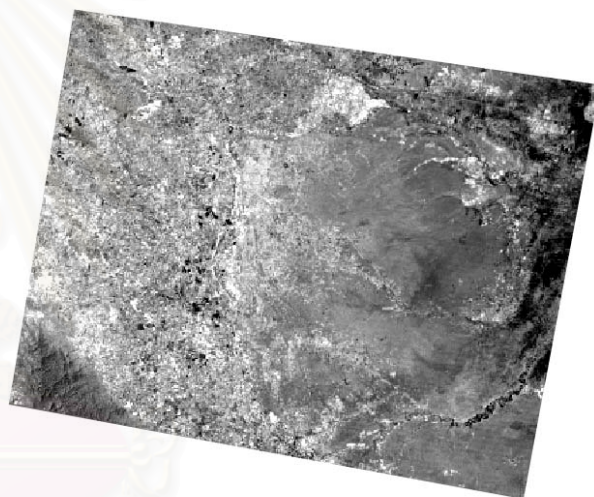
ก) แบนด์ที่ 1



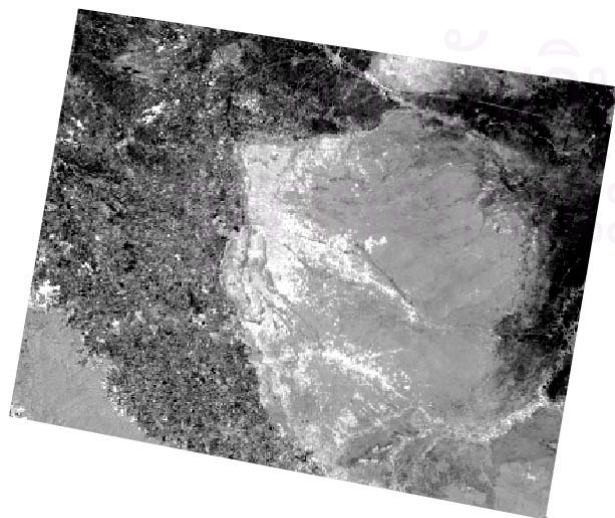
ข) แบนด์ที่ 2



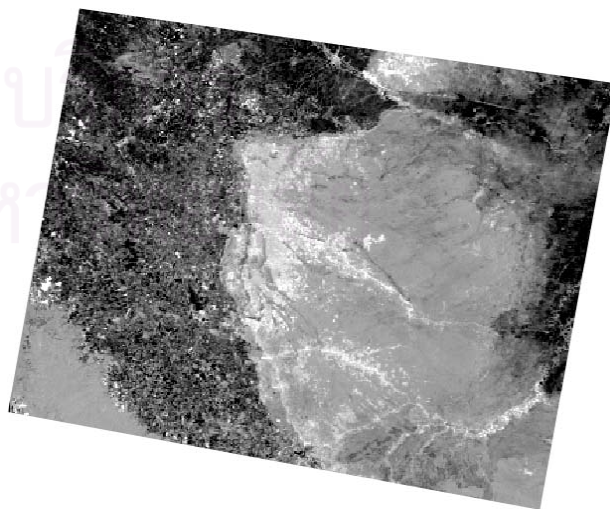
ค) แบนด์ที่ 3



ง) แบนด์ที่ 4

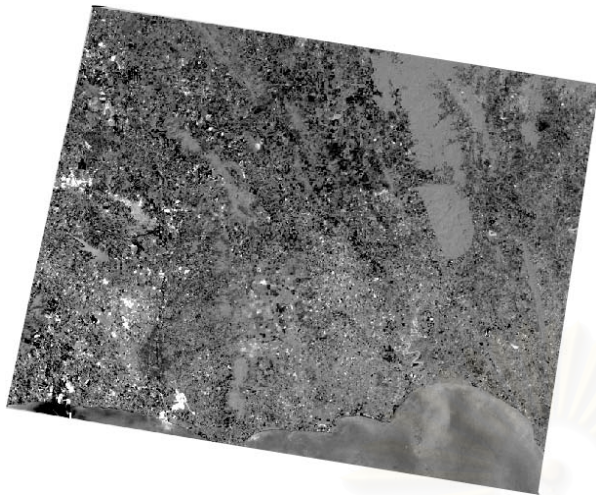


จ) แบนด์ที่ 5

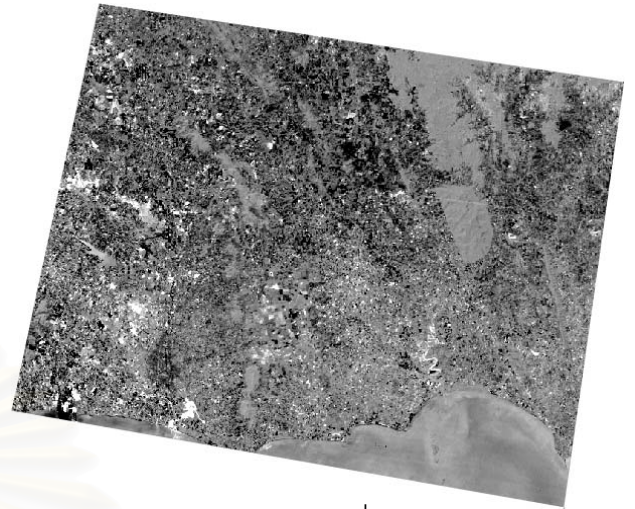


ฉ) แบนด์ที่ 7

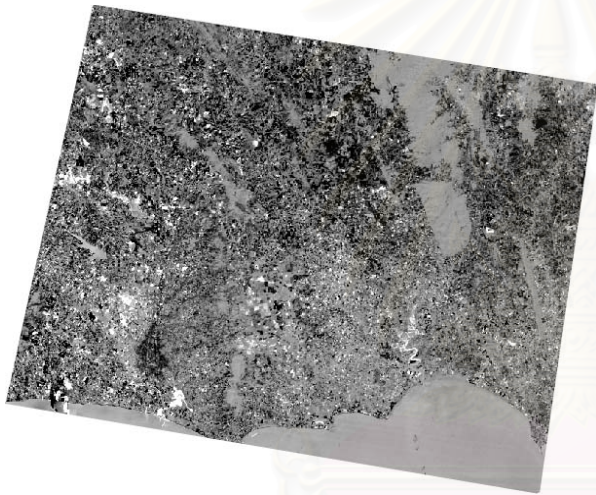
รูปที่ 3.24 ข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ที่ 3



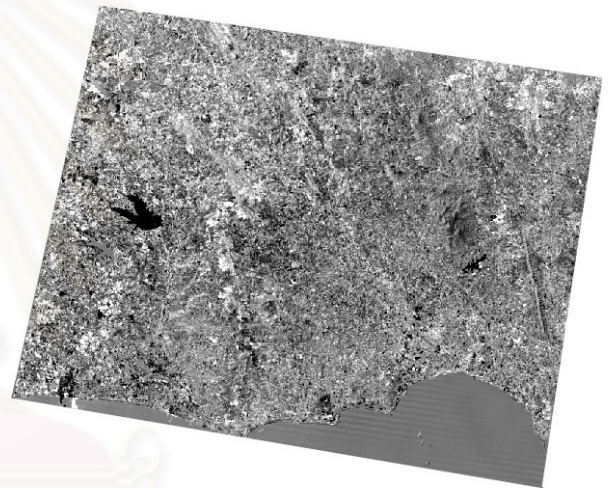
ก) แบนด์ที่ 1



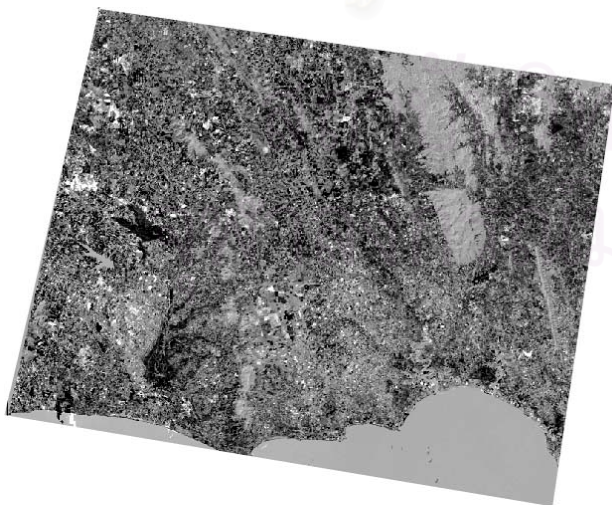
ข) แบนด์ที่ 2



ค) แบนด์ที่ 3



ง) แบนด์ที่ 4

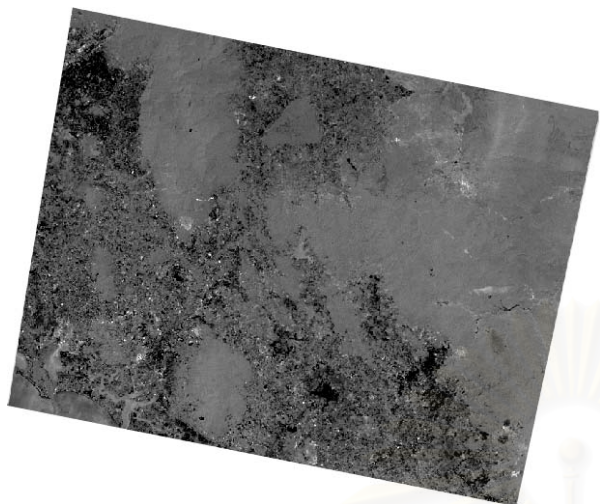


จ) แบนด์ที่ 5

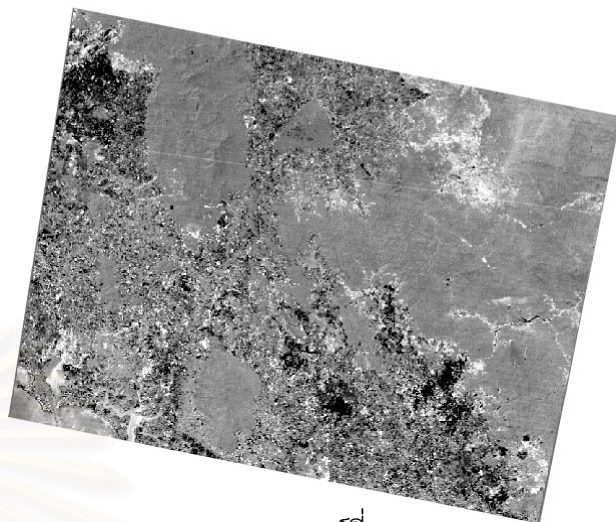


ฉ) แบนด์ที่ 7

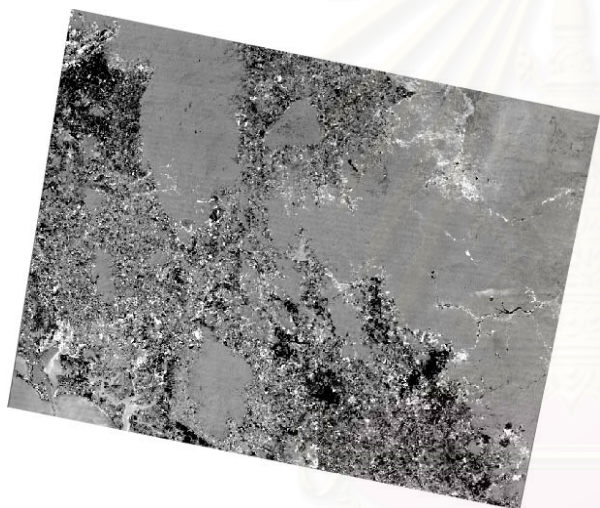
รูปที่ 3.25 ข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ที่ 4



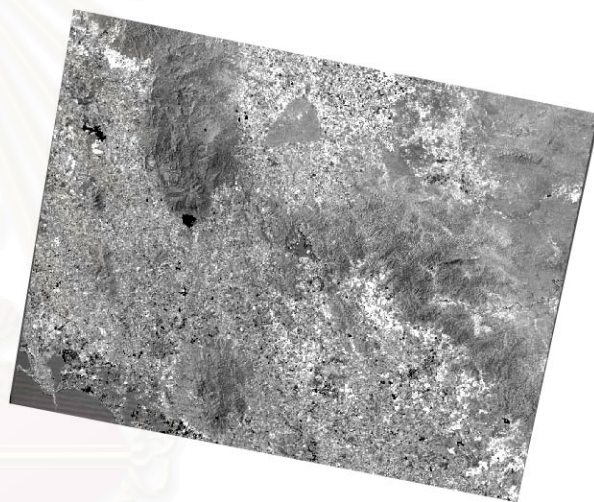
ก) แบนด์ที่ 1



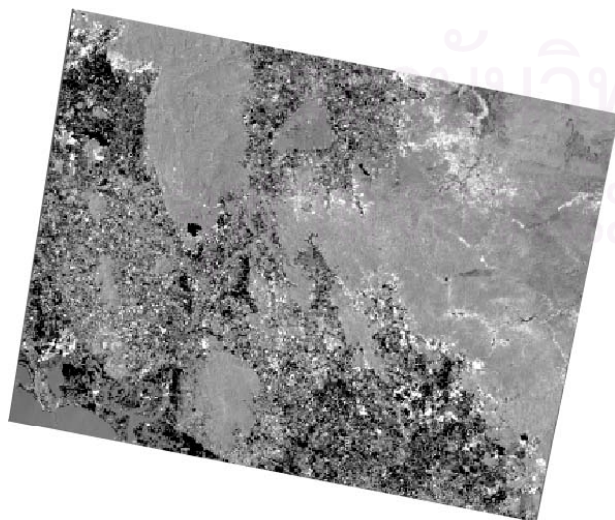
ข) แบนด์ที่ 2



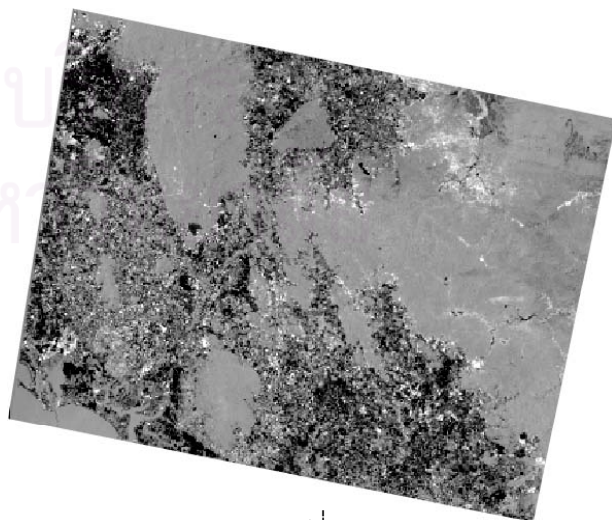
ค) แบนด์ที่ 3



ง) แบนด์ที่ 4



จ) แบนด์ที่ 5



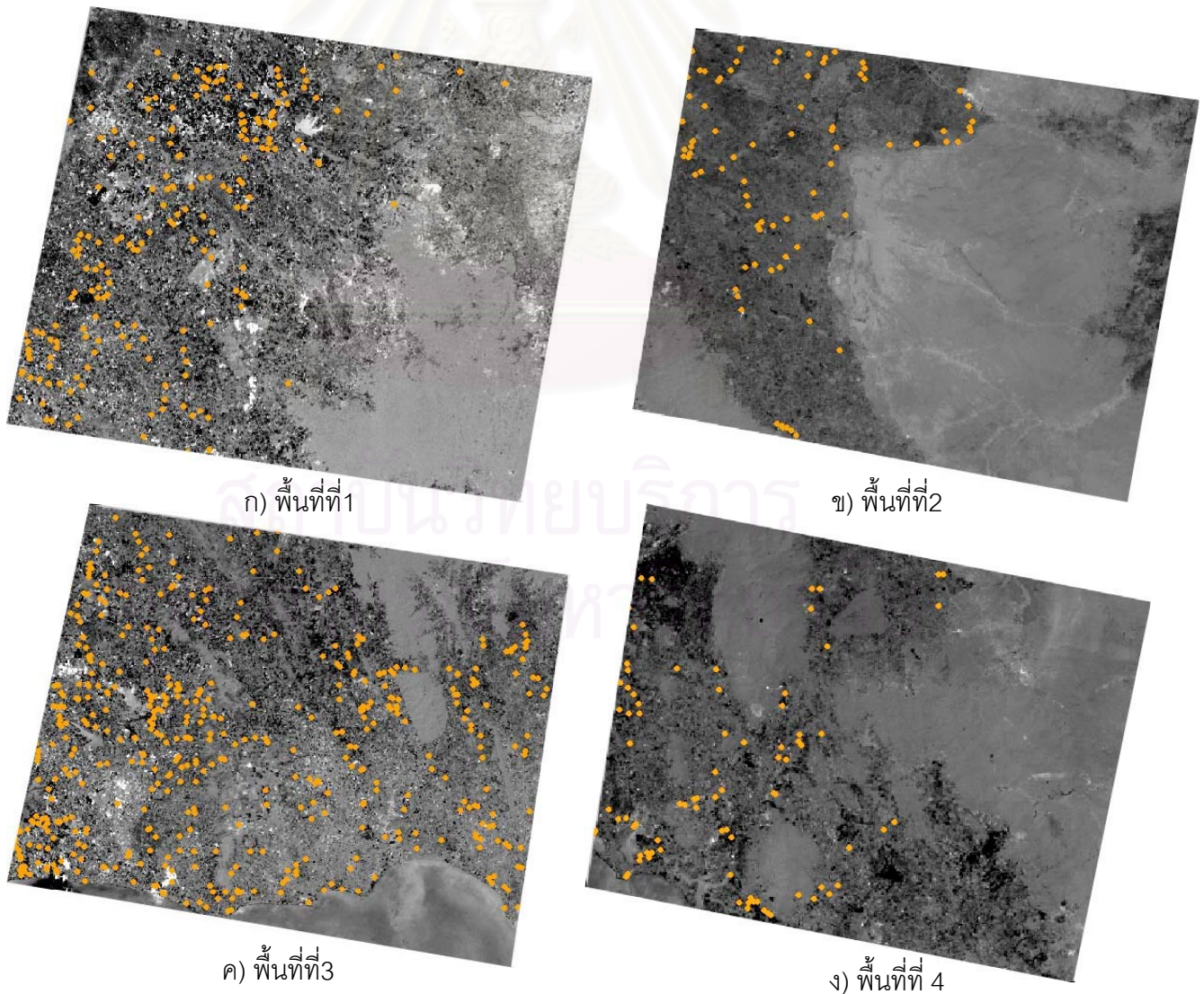
ฉ) แบนด์ที่ 7

3.7.4 การกำหนดตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่

การกำหนดตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่นั้น จะใช้ตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นในข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพ โดยหากตำแหน่งที่กำหนดดังกล่าวอยู่พื้นที่ใดให้ถือว่าเป็นตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นในพื้นที่นั้นๆ โดยจำนวนของตำแหน่งที่คาดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ คือ

- พื้นที่ที่ 1 มีจำนวน 196 ตำแหน่ง
- พื้นที่ที่ 2 มีจำนวน 82 ตำแหน่ง
- พื้นที่ที่ 3 มีจำนวน 479 ตำแหน่ง
- พื้นที่ที่ 4 มีจำนวน 83 ตำแหน่ง

รูปที่ 3.26 รูปแสดงตำแหน่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ต่างๆ



3.7.5 การวิเคราะห์หาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่

การวิเคราะห์หาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมนั้น ใช้วิธีการเช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์หาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม ในข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพ

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภาพผลต่างของพื้นที่ต่างๆ

ก. ข้อมูลภาพผลต่างของพื้นที่ที่ 1

แบนด์ที่	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	7.962
2	5.903
3	12.746
4	11.825
5	25.823
7	16.167

ข. ข้อมูลภาพผลต่างของพื้นที่ที่ 2

แบนด์ที่	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	12.945
2	5.885
3	9.243
4	11.662
5	20.642
7	10.422

ตารางที่ 3.6 (ต่อ) ตารางแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภาพผลต่างของพื้นที่ต่างๆ

ค. ข้อมูลภาพผลต่างของพื้นที่ที่ 3

แบนด์ที่	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	11.601
2	6.929
3	13.849
4	12.489
5	26.758
7	16.648

ง. ข้อมูลภาพผลต่างของพื้นที่ที่ 4

แบนด์ที่	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	8.567
2	3.968
3	8.016
4	14.789
5	18.131
7	8.834

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะกล่าวถึง การประเมินความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย การประเมินความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว และค่าขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมที่เหมาะสม การเปรียบเทียบผลการประเมินความถูกต้องในตรวจหาความเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว กับข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น และการเปรียบเทียบผลการประเมินความถูกต้องในตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่กับพื้นที่ย่อยๆ

4.1 การประเมินความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่

การประเมินความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่ นั้น ทำได้โดยเปรียบเทียบผลการตรวจสอบประเภทของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ กับข้อมูลข้อเท็จจริงที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม และตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดิน ณ ตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นจำนวน 867 จุด โดยหากผลการตรวจสอบพบว่าการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นจริง แสดงว่า การกำหนดตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นนั้นถูกต้อง

รูปที่ 4.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เกิดขึ้น



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533
พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณ
นาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว

ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545
พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณ
นาข้าวกำลังเจริญเติบโต

4.1.1 การประเมินค่าความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน และการหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว

สำหรับการประเมินค่าความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน และการหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วนั้น จะพิจารณาจากค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) โดยค่า N เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าจุดภาพของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างข้อมูลภาพความเปลี่ยนแปลงที่ให้ค่า Overall Accuracy สูงที่สุด จะถือว่าค่า N เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าจุดภาพของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างข้อมูลภาพความเปลี่ยนแปลงนั้น เป็นขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม

แต่สำหรับการประเมินค่าความถูกต้องของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่มของความเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินที่เกิดขึ้นนั้น จะพิจารณาจากค่าความถูกต้องของแต่ละประเภท (Producer's Accuracy)

การหาค่าขอบเขตของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม ทำได้โดยนำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภาพผลต่างของแต่ละแบนด์มาทำทดสอบตามขั้นตอนในบทที่ 3 เพื่อให้ได้ค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) ที่มีสูงสุด ซึ่งก็คือค่าขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมของแต่ละแบนด์นั่นเอง (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว และค่า Overall Accuracy ในแต่ละแบนด์

แบนด์	ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม	ค่า Overall Accuracy (ร้อยละ)
1	6.659	84.31
2	5.814	82.81
3	10.66	89.85
4	9.88	71.16
5	18.106	85.01
7	10.344	89.73

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน แยกเป็นกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดิน ในแต่ละแบนด์ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว (ร้อยละ)

กลุ่มของการเปลี่ยนแปลง	พื้นที่มีพืชปกคลุม	พื้นที่มีพืชปกคลุม	สวนผลไม้	สวนผลไม้	ไร่มันสำปะหลัง	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าวใกล้เคียง	พื้นที่ดินว่างเปล่า	พื้นที่ดินว่างเปล่า	พื้นที่ดินว่างเปล่า
	ชุมชน/สิ่งปลูกสร้าง	แหล่งน้ำ	ไร่มันสำปะหลัง	สวนยางพารา	สวนยางพารา	ไร่มันสำปะหลัง	สวนผลไม้	นาทุ่ง	นาข้าวระยะเจริญเติบโต	ไร่มันสำปะหลัง	สวนผลไม้	สวนยางพารา
1	97.59	44.00	86.11	61.54	84.62	88.24	94.12	88.24	75.41	95.95	96.23	95.45
2	97.59	52.00	72.22	42.31	84.62	52.94	52.94	76.47	40.98	89.19	90.57	92.05
3	97.59	48.00	91.67	73.08	92.31	94.12	94.12	94.12	81.97	97.30	96.23	96.59
4	71.08	100.00	75.00	84.62	80.77	100.00	100.00	100.00	90.16	52.70	60.38	42.05
5	84.34	100.00	75.00	53.85	65.38	64.71	94.12	100.00	90.16	93.24	92.45	85.23
7	87.95	96.00	80.56	61.54	73.08	88.24	100.00	100.00	100.00	95.95	98.11	92.05

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนจุดภาพที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในกลุ่มต่างๆ

กลุ่มที่	ประเภทของสิ่งปกคลุมดินในปี 2533	ประเภทของสิ่งปกคลุมดินในปี 2543	จำนวน (จุด)
1	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง		344
2	พื้นที่มีพืชปกคลุม	ชุมชน/สิ่งปลูกสร้าง	83
3	พื้นที่มีพืชปกคลุม	แหล่งน้ำ	25
4	สวนผลไม้	ไร่นาสำปะหลัง	36
5	สวนผลไม้	สวนยางพารา	26
6	ไร่นาสำปะหลัง	สวนยางพารา	26
7	นาข้าว	ไร่นาสำปะหลัง	17
8	นาข้าว	สวนผลไม้	17
9	นาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว	นาข้าวระยะเจริญเติบโต	17
10	นาข้าว	นาทุ่ง	61
11	พื้นที่ดินว่างเปล่า	ไร่นาสำปะหลัง	74
12	พื้นที่ดินว่างเปล่า	สวนผลไม้	53
13	พื้นที่ดินว่างเปล่า	สวนยางพารา	88
	รวม		867

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน มีความถูกต้องมาก เนื่องจากค่า Overall Accuracy ของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินมีค่ามากกว่าร้อยละ 80 ยกเว้นในแบนด์ที่ 4 ที่มีค่า Overall Accuracy อยู่ที่ประมาณร้อยละ 70 เท่านั้น แต่เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินแล้วพบว่า ในแบนด์ที่ 4 สามารถตรวจหาความเปลี่ยนแปลงได้ดีในกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เป็นพืช คือมีค่า Producer's Accuracy มากกว่าร้อยละ 80 ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากสวนผลไม้เป็นสวนยางพารา (ค่า Producer's Accuracy ร้อยละ 84.62:26 จุด), การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากไร่นาสำปะหลังเป็นสวนยางพารา (ค่า Producer's Accuracy ร้อยละ 80.77: 26 จุด), การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวเป็นไร่นาสำปะหลัง, สวนผลไม้ และนาทุ่ง (ค่า Producer's Accuracy ร้อยละ 100 เท่ากัน: กลุ่มละ 17 จุด) และการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยวเป็นนาข้าวระยะ

เจริญเติบโต (ค่า Producer's Accuracy ร้อยละ 90.16: 61 จุด) ซึ่งเมื่อพิจารณาจำนวนจุดภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในกลุ่มต่างๆ ดังกล่าว พบว่า มีเพียง 164 จุดเท่านั้น ซึ่งเมื่อเทียบกับจำนวนจุดตรวจสอบทั้งหมด (867 จุด) หรือมีเพียงร้อยละ 18.92 และเนื่องจากการประเมินค่าความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินนั้น พิจารณาจากค่า Overall Accuracy จึงทำให้ค่า Overall Accuracy ในแบนด์ที่ 4 มีค่าต่ำกว่าแบนด์อื่น

การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่มีพืชปกคลุมเป็นชุมชน/สิ่งปลูกสร้าง (ตารางที่ 4.2) พบว่าค่า Producer's Accuracy ในแบนด์ที่ 1 – 3 มีค่าสูงเท่ากัน (ร้อยละ 97.59) เนื่องจากแบนด์ดังกล่าวเป็นแบนด์ที่มีศักยภาพในการจำแนกสิ่งปลูกสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้นได้

สำหรับตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่มีพืชปกคลุมเป็นแหล่งน้ำนั้น ในแบนด์ที่ 4 และ 5 สามารถตรวจหาความเปลี่ยนแปลงได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะเห็นได้จากค่า Producer's Accuracy เป็น ร้อยละ 100 เนื่องจากในแบนด์ที่ 4 และ 5 มีสามารถในการวิเคราะห์หาแหล่งน้ำได้นั่นเอง

แบนด์ที่ 3 สามารถตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากสวนผลไม้เป็นไร่มันสำปะหลัง (ค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 91.67) และการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากไร่มันสำปะหลังเป็นสวนยางพารา (ค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 92.31) ได้ดี เนื่องจากในแบนด์ที่ 3 เป็นแบนด์ที่ออกแบบมาเพื่อวัดค่าสะท้อนพลังงานออกจากส่วนที่มีการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ในพืชได้ดี ดังนั้น แบนด์ที่ 3 จึงสามารถตรวจหาและแยกประเภทของพืชต่างชนิดกันได้ แต่สำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากสวนผลไม้เป็นสวนยางพารา ในแบนด์ที่ 3 (ค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 73.08) นั้นกลับมีค่าไม่สูงเมื่อเทียบกับแบนด์ที่ 4 ซึ่งมีค่า Producer's Accuracy สูงถึงร้อยละ 84.62 เนื่องจากแบนด์ที่ 4 สามารถตรวจหาและแยกชนิดของพืชได้ดีกว่าแบนด์ที่ 3

นอกจากจะสามารถแยกชนิดของพืชได้ดีแล้ว แบนด์ที่ 4 ยังสามารถตรวจวัดปริมาณมวลชีวภาพในพืชได้อีกด้วย จึงทำให้แบนด์ที่ 4 สามารถตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวเป็นไร่มันสำปะหลัง, นาข้าวเป็นสวนผลไม้ได้เป็นอย่างดี คือมีค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 100 ทั้ง 2 กลุ่มของการเปลี่ยนแปลง และแบนด์ที่ 4 ยังสามารถตรวจหาแหล่งน้ำได้อีกด้วย จึงทำให้ผลการ

ตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวเป็นนาทุ่งได้ผลดีเช่นกัน (ค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 100)

การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว เป็นนาข้าวระยะเจริญเติบโตนั้น แบนด์ที่ 7 ให้ค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 100 แสดงให้เห็นว่า ในแบนด์นี้สามารถตรวจหาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด ทั้งนี้ เนื่องจากในพื้นที่นาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยวจะเป็นบริเวณที่ต้นข้าวอยู่ในช่วงเวลาออกรวง จึงไม่มีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้น ทำให้บริเวณดังกล่าวปราศจากความชื้นในใบข้าว ในขณะที่บริเวณนาข้าวระยะเจริญเติบโตนั้นเป็นช่วงที่ต้นข้าวยังมีการสังเคราะห์แสงอยู่ ทำให้แบนด์ที่ 7 สามารถตรวจหาความชื้นในใบข้าวได้ แบนด์ที่ 7 จึงสามารถตรวจหาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด เช่นเดียวกันกับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากไร่มันสำปะหลังที่เก็บเกี่ยวแล้วเป็นสวนผลไม้ (ค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 98.11)

แต่สำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นไร่มันสำปะหลัง และสวนยางพารา นั้น แบนด์ที่ 7 กลับให้ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงได้ไม่ดีเท่าผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงในแบนด์ที่ 3 เมื่อพิจารณาแล้ว พบว่าแบนด์ที่ 3 จำนวนของจุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงใน 2 กลุ่มของการเปลี่ยนแปลง (การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นไร่มันสำปะหลัง และสวนยางพารา: 74 และ 88 จุด ตามลำดับ) มีค่ามากกว่าจำนวนจุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยวเป็นนาข้าวระยะเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นสวนผลไม้ (61 และ 53 จุด ตามลำดับ) ดังนั้น การตรวจวัดค่าสะท้อนออกจากส่วนที่มีการดูดกลืนพลังงานในใบพืชของแบนด์ที่ 3 จึงให้ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงที่มากกว่าการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงจากการตรวจหาความชื้นในพืชของแบนด์ที่ 7

4.1.2 การประเมินค่าความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน และการหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น

ค่า Overall Accuracy, ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสม และค่า Producer's Accuracy ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินที่เกิดขึ้น สามารถหาด้วยวิธีการเดียวกันกับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินใน 4.1.1

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น และค่า Overall Accuracy ในแต่ละแบนด์

แบนด์	ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม	ค่า Overall Accuracy (ร้อยละ)
1	13.06	57.79
2	4.29	77.85
3	7.00	87.89
4	18.72	67.24
5	13.23	80.51
7	10.49	80.74

ตารางที่ 4.5 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน แยกเป็นกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดิน ในแต่ละแบนด์ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น (ร้อยละ)

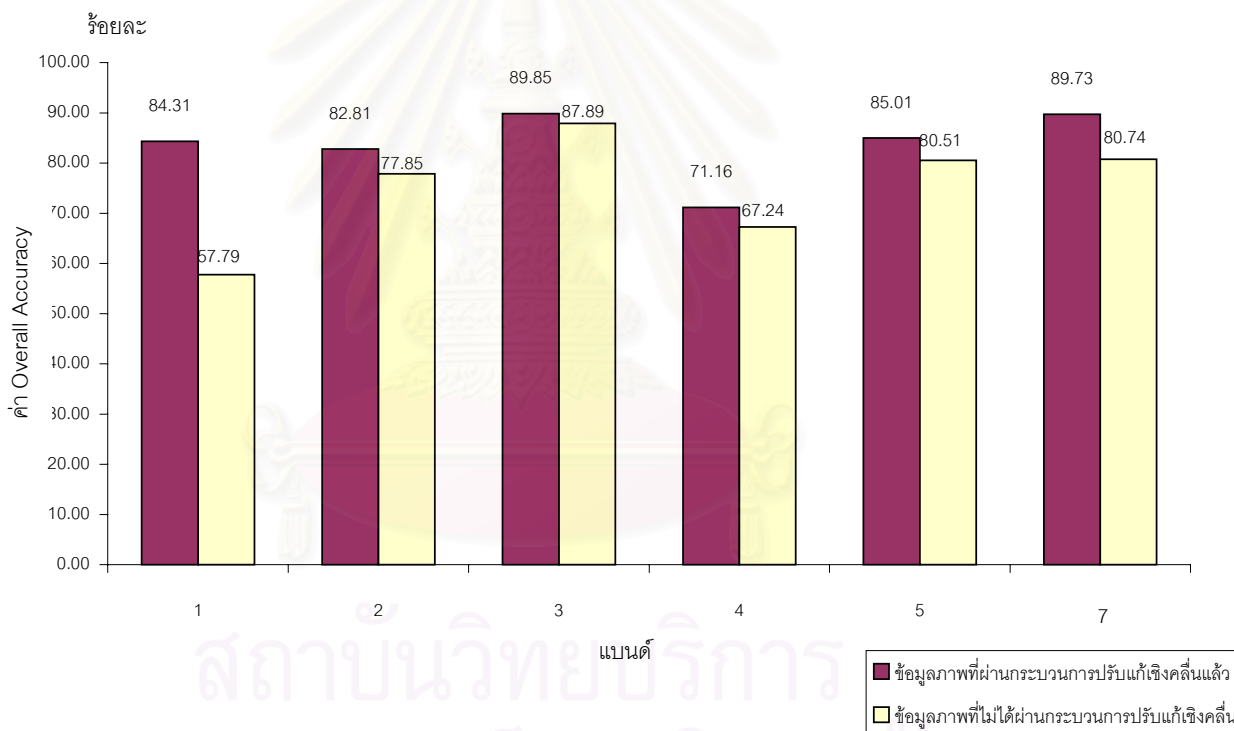
กลุ่มของการเปลี่ยนแปลง	พื้นที่มีพืชปกคลุม	พื้นที่มีพืชปกคลุม	สวนผลไม้	สวนผลไม้	ไร่มัน สำปะหลัง	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าว	นาข้าวใกล้ การเก็บเกี่ยว	พื้นที่ดิน ว่างเปล่า	พื้นที่ดิน ว่างเปล่า	พื้นที่ดิน ว่างเปล่า
	ชุมชน/ สิ่งปลูกสร้าง	แหล่งน้ำ	ไร่มัน สำปะหลัง	สวนยาง พารา	สวนยาง พารา	ไร่มัน สำปะหลัง	สวนผลไม้	นาทุ่ง	นาข้าวระยะ เจริญเติบโต	ไร่มัน สำปะหลัง	สวนผลไม้	สวนยาง พารา
1	98.80	16.00	5.56	3.85	3.85	0.00	0.00	0.00	1.64	48.65	47.17	43.18
2	98.80	44.00	55.56	46.15	73.08	29.41	41.18	70.59	36.07	86.49	83.02	92.05
3	96.39	48.00	88.89	73.08	92.31	88.24	94.12	94.12	78.69	94.59	92.45	96.59
4	63.86	100.00	61.11	76.92	69.23	100.00	100.00	100.00	90.16	43.24	50.94	29.55
5	90.36	100.00	72.22	61.54	69.23	64.71	94.12	100.00	90.16	94.59	88.68	87.50
7	91.57	76.00	55.56	50.00	46.15	64.71	94.12	100.00	83.61	87.84	88.68	85.23

เมื่อพิจารณาค่า Producer's Accuracy ของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในกลุ่มต่างๆ ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น พบว่าแบนด์ที่มีค่า Producer's Accuracy สูงที่สุดในแต่ละกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินมีผลที่สอดคล้องกับผลที่ได้จากการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในกลุ่มต่างๆ ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ยกเว้นในกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยวเป็นนาข้าวระยะเจริญเติบโต โดยแบนด์ที่มีค่า Producer's Accuracy สูงที่สุดของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว คือ แบนด์ที่ 7 (ร้อยละ 100) ในขณะที่ แบนด์ที่มีค่า Producer's Accuracy สูงที่สุดของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น คือ แบนด์ที่ 4 และ 5 (ร้อยละ 90.16) และในกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นสวนผลไม้ โดยแบนด์ที่มีค่า Producer's Accuracy สูงที่สุดของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว คือ แบนด์ที่ 7 (ร้อยละ 98.11) ในขณะที่ แบนด์ที่มีค่า Producer's Accuracy สูงที่สุดของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น คือ แบนด์ที่ 3 (ร้อยละ 92.45)

4.1.3 การเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วกับข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น

การเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วกับข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น โดยทำการเปรียบเทียบค่า Overall Accuracy ของข้อมูลภาพผลต่างทั้งสองประเภท จากตารางที่ 4.1 และ 4.4 (รูปที่ 4.2)

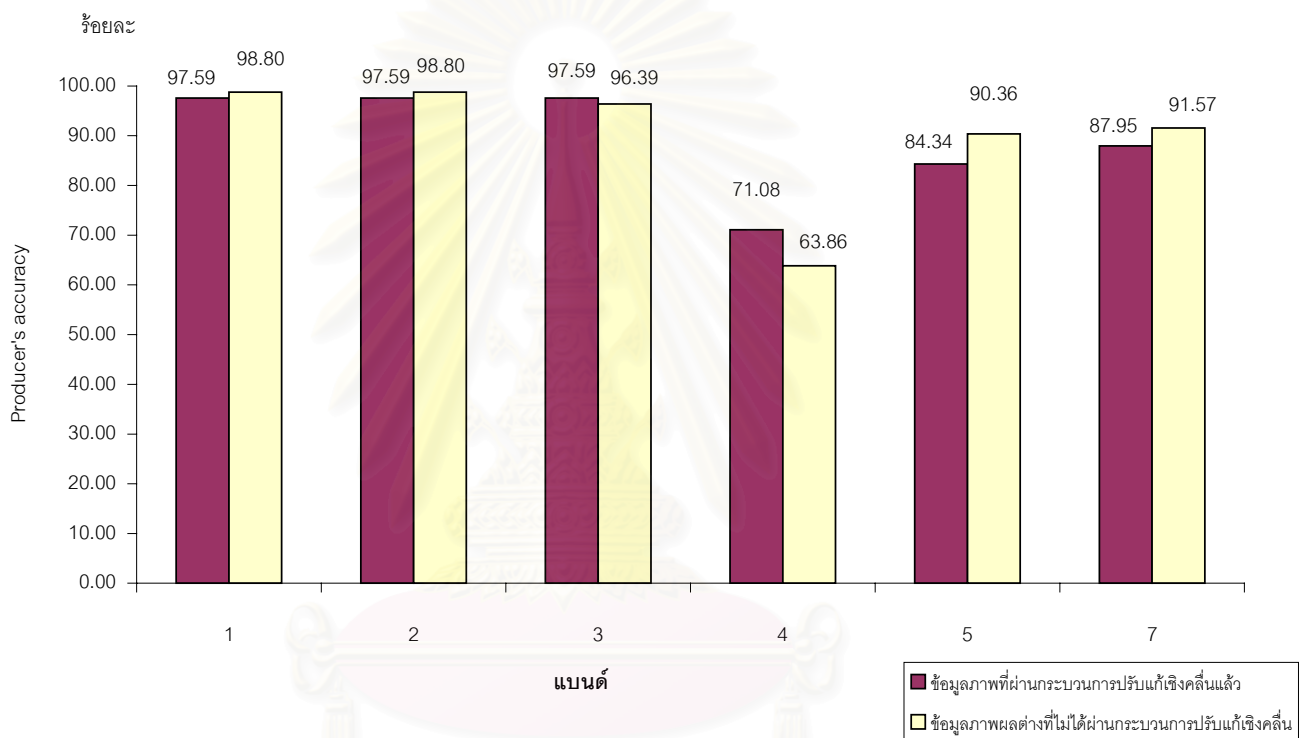
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดเต็มภาพ



เมื่อพิจารณาจากผลการเปรียบเทียบค่า Overall Accuracy ของข้อมูลภาพผลต่างทั้งสองประเภทแล้ว พบว่า การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วให้ผลที่ดีกว่าการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น โดยเฉพาะในแบนด์ที่ 1 มีความแตกต่างของค่า Overall Accuracy มากที่สุด คือ 26.53% และมีค่าความแตกต่างของค่า Overall Accuracy น้อยที่สุดในแบนด์ที่ 3 คือ 1.96%

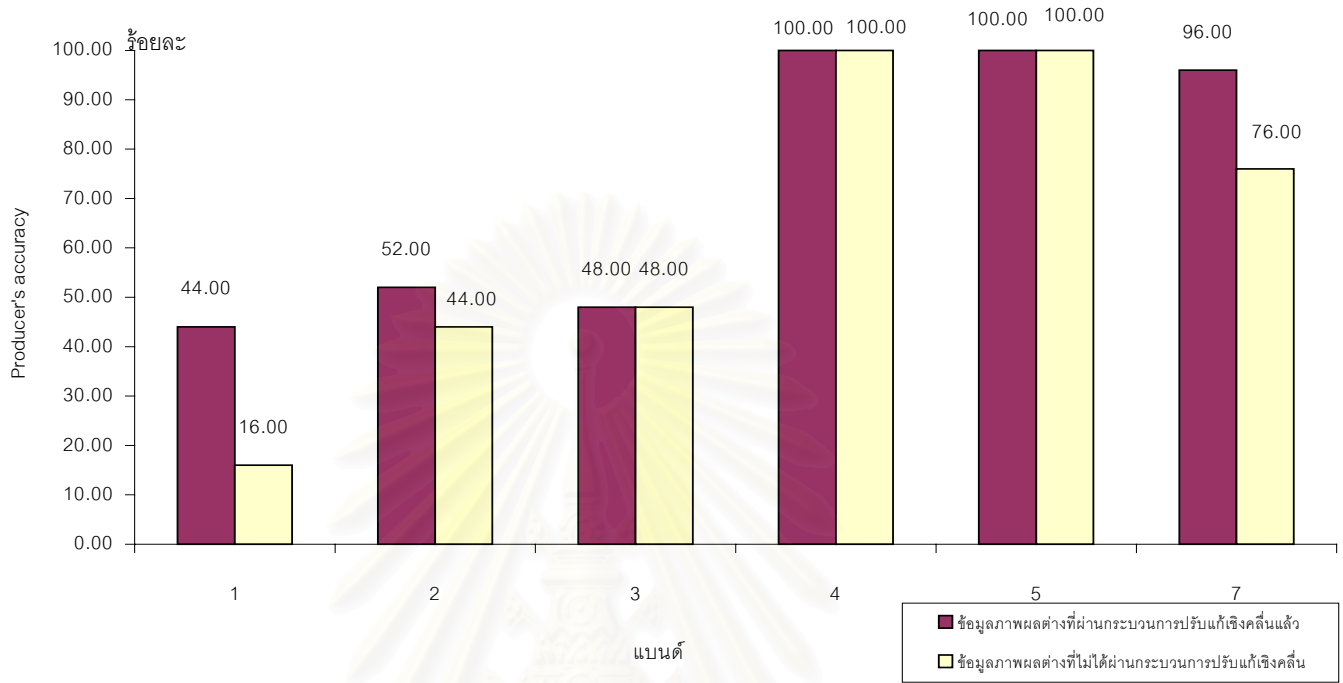
จากผลการเปรียบเทียบข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินนั้น ข้อมูลภาพที่จะนำมาใช้ตรวจหาความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ควรจะผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่นเสียก่อน เนื่องจากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ให้ค่า Overall Accuracy ที่ดีกว่านั่นเอง

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่มีพืชปกคลุม-> สิ่งปลูกสร้าง

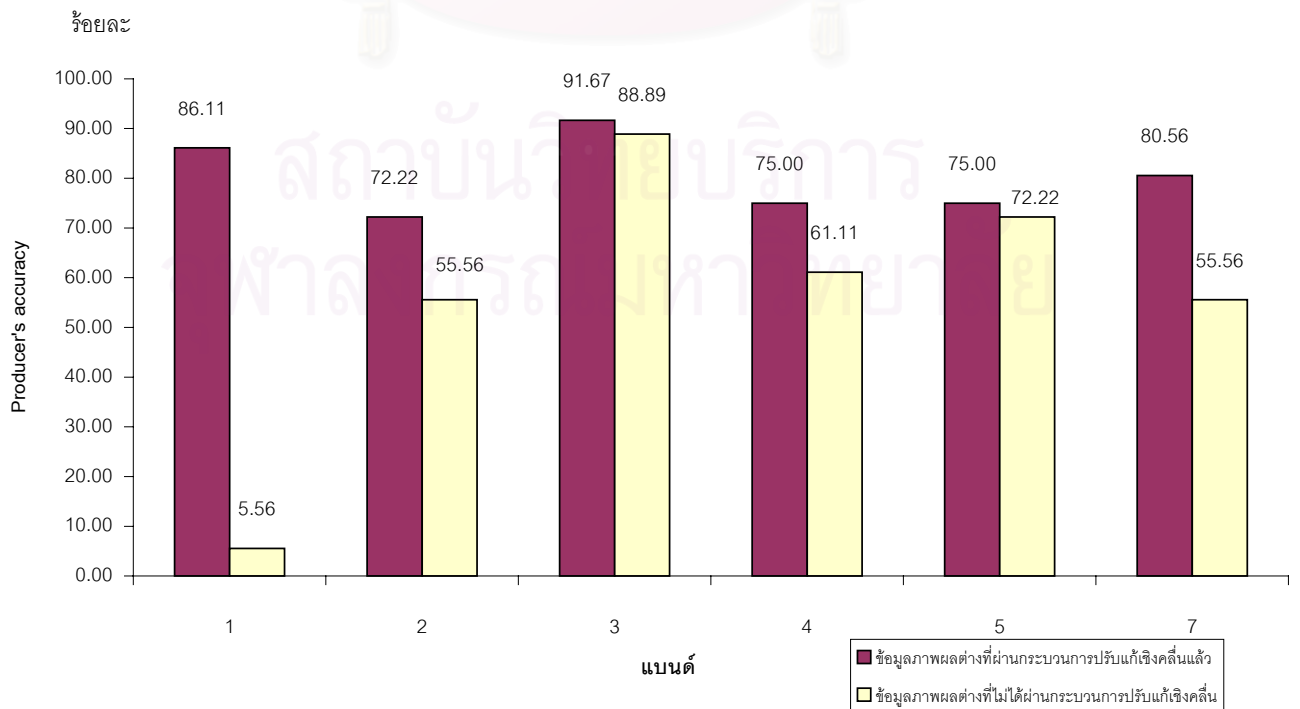


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

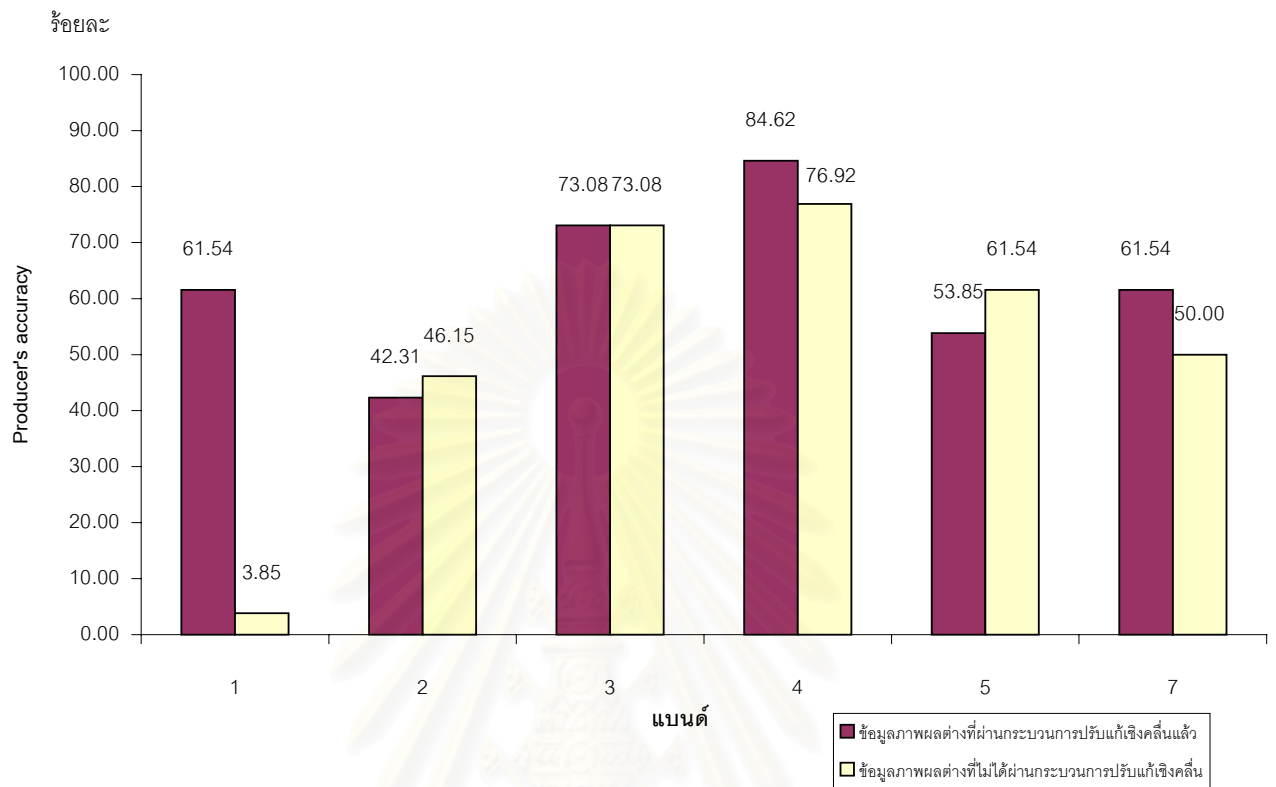
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่มีพืชปกคลุม-> แหล่งน้ำ



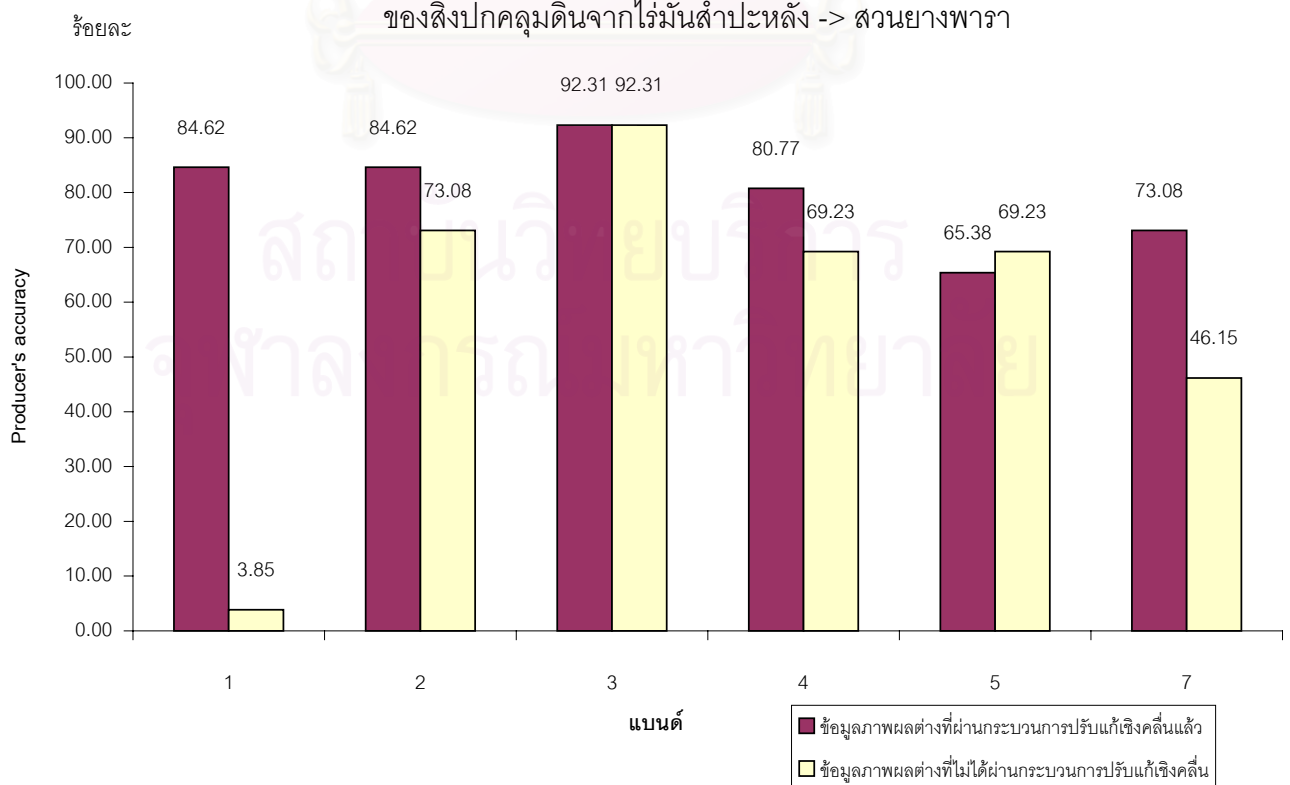
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ของสิ่งปกคลุมดินจากสวนผลไม้ -> ไร่มันสำปะหลัง



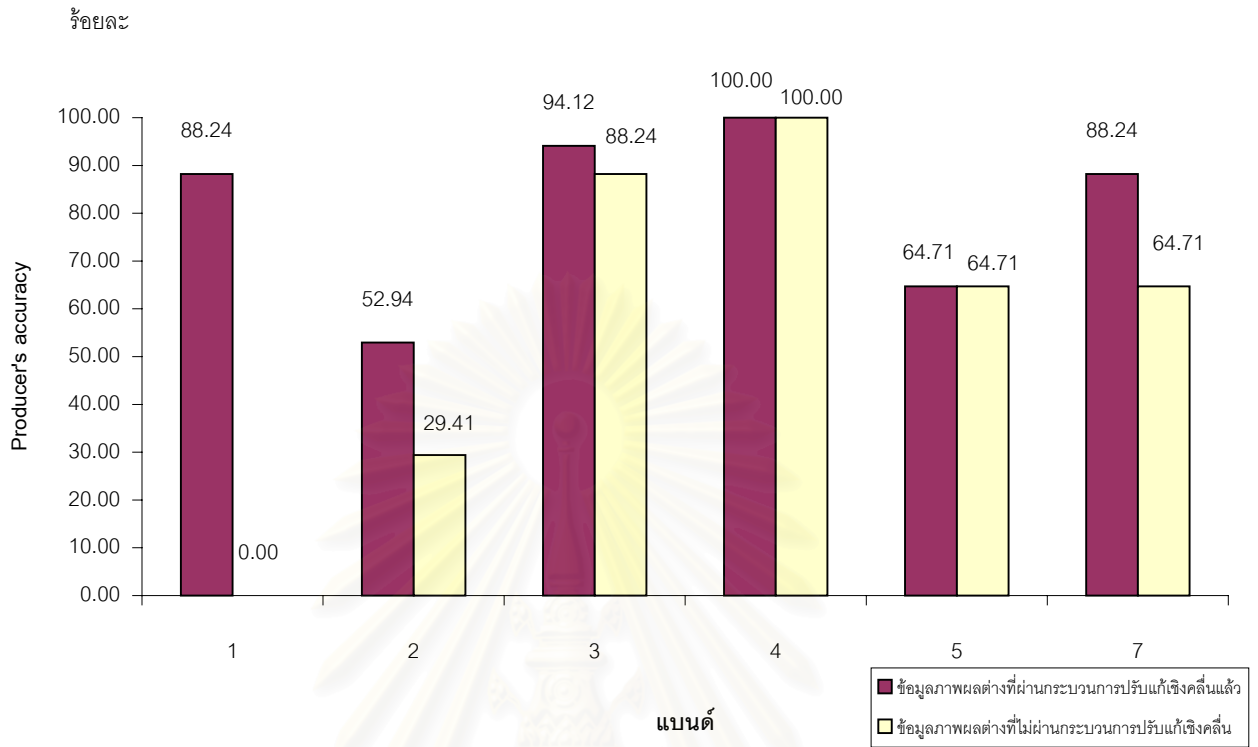
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ของสิ่งปกคลุมดินจากสวนผลไม้ -> สวนยางพารา



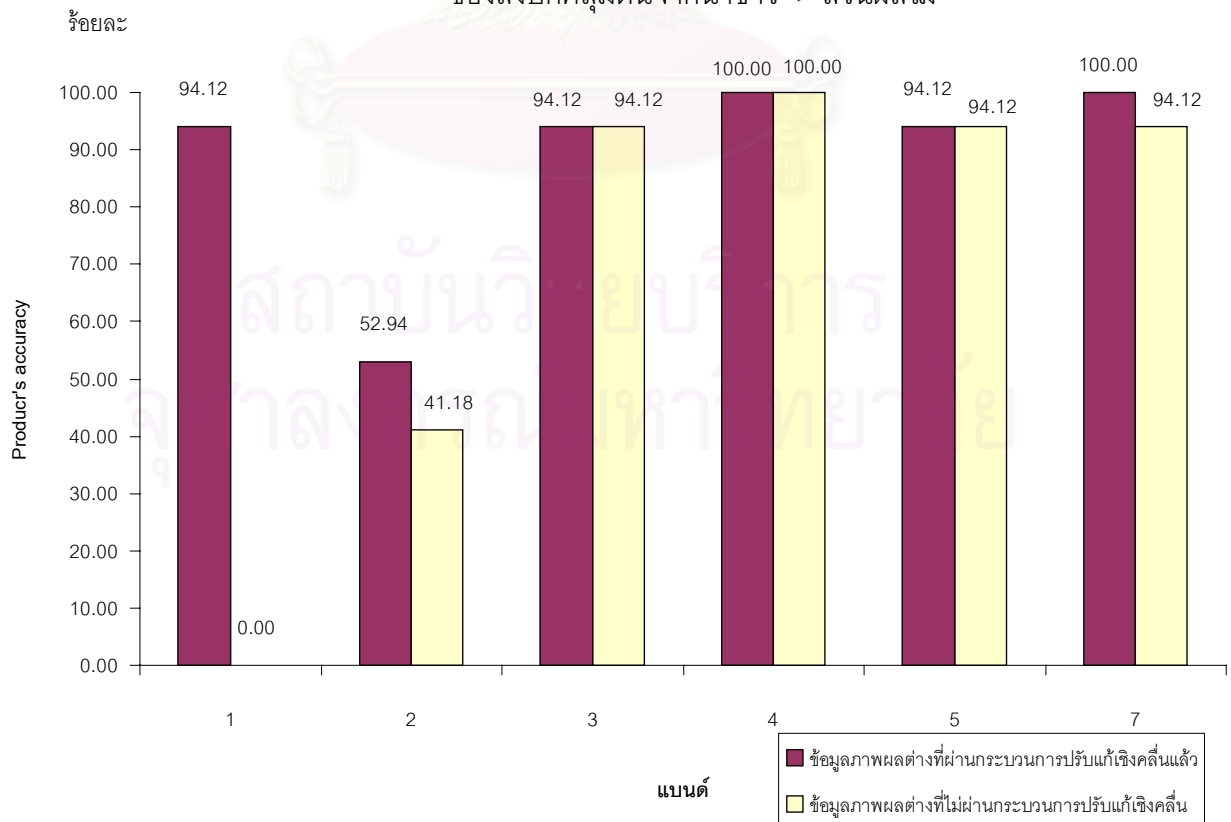
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ของสิ่งปกคลุมดินจากไร่มันสำปะหลัง -> สวนยางพารา



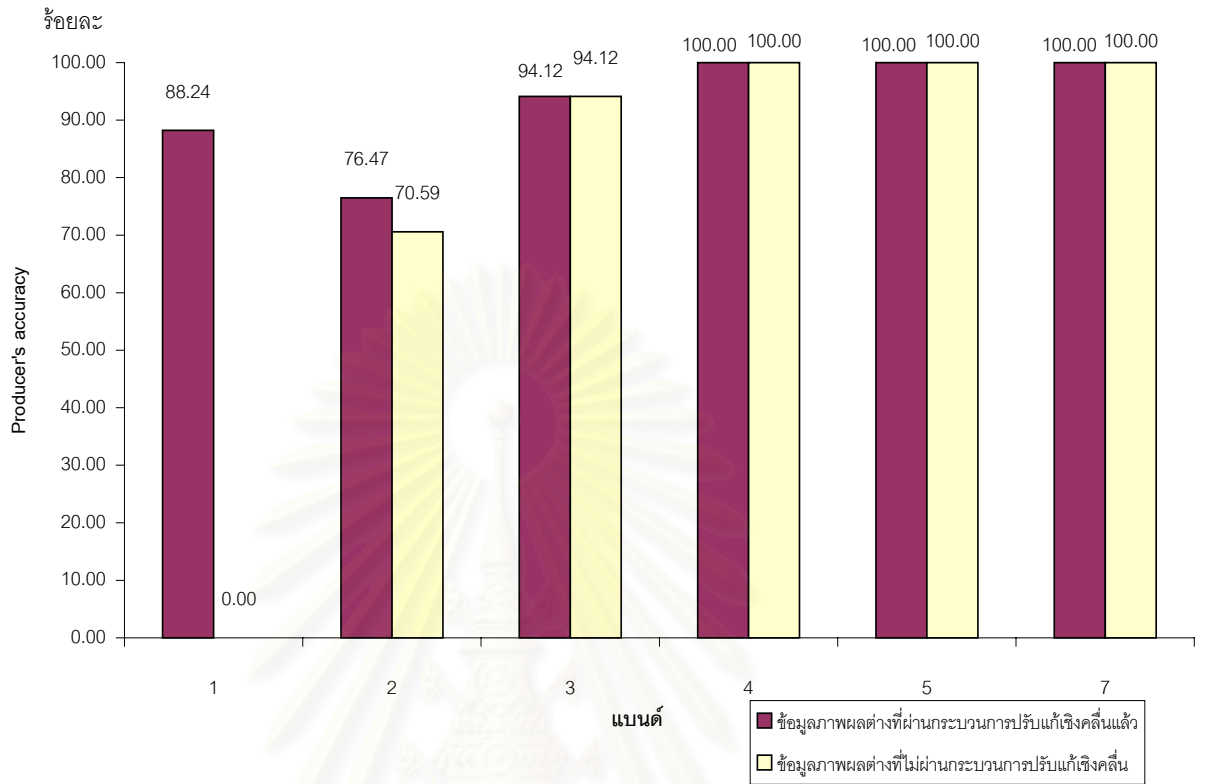
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าว -> ไร่มันสำปะหลัง



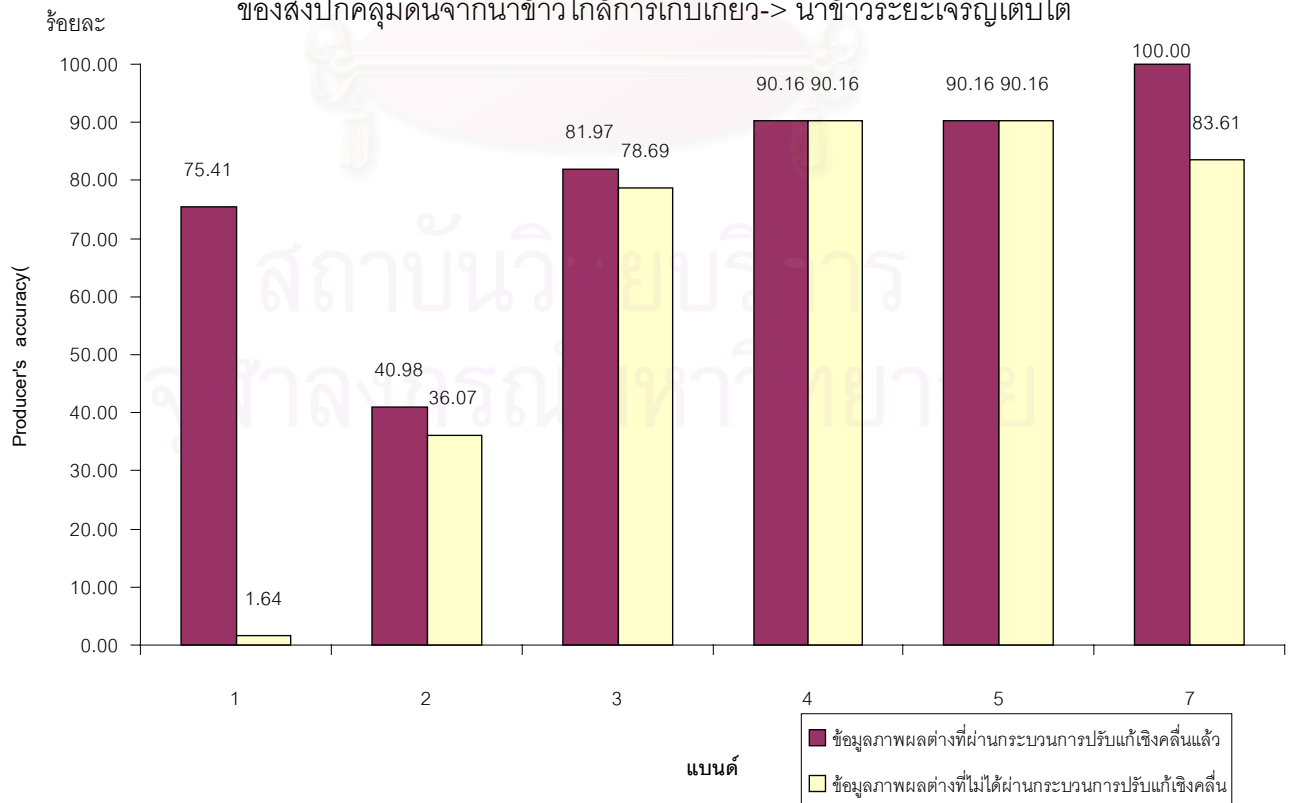
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าว -> สวนผลไม้



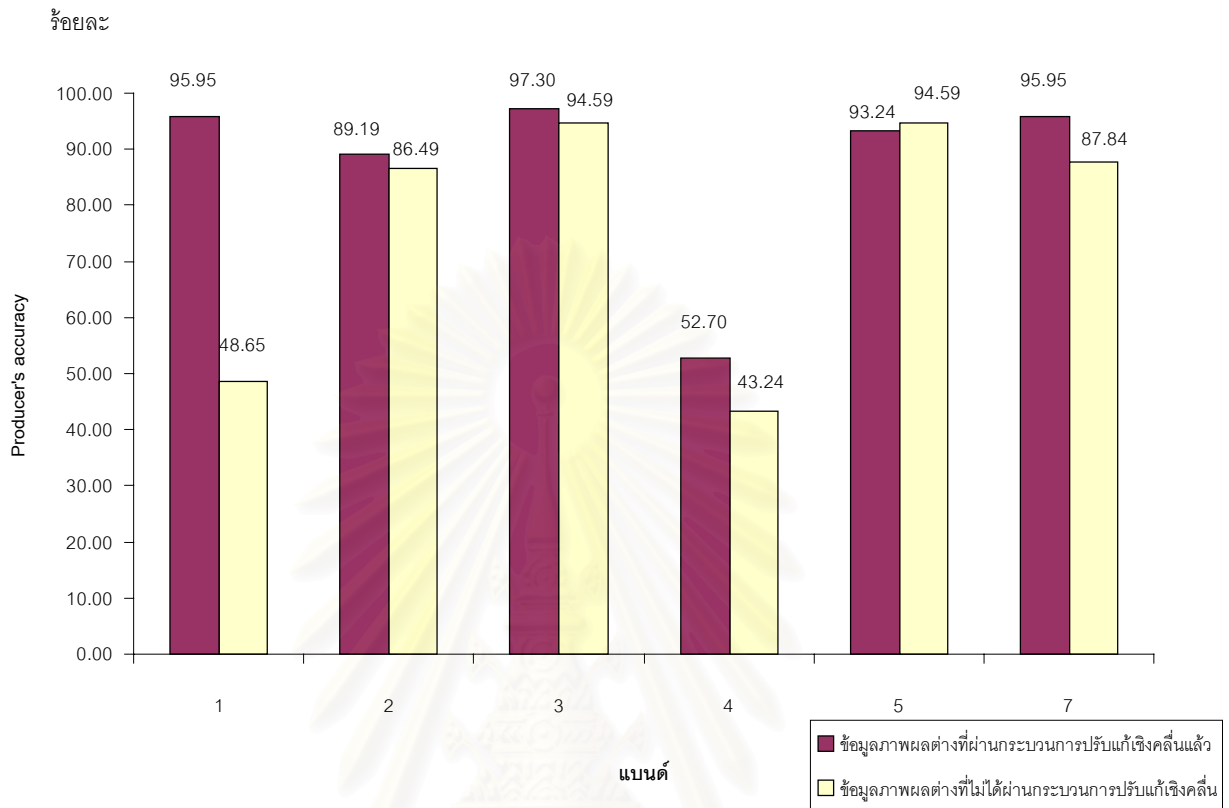
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าว -> นาทุ่ง



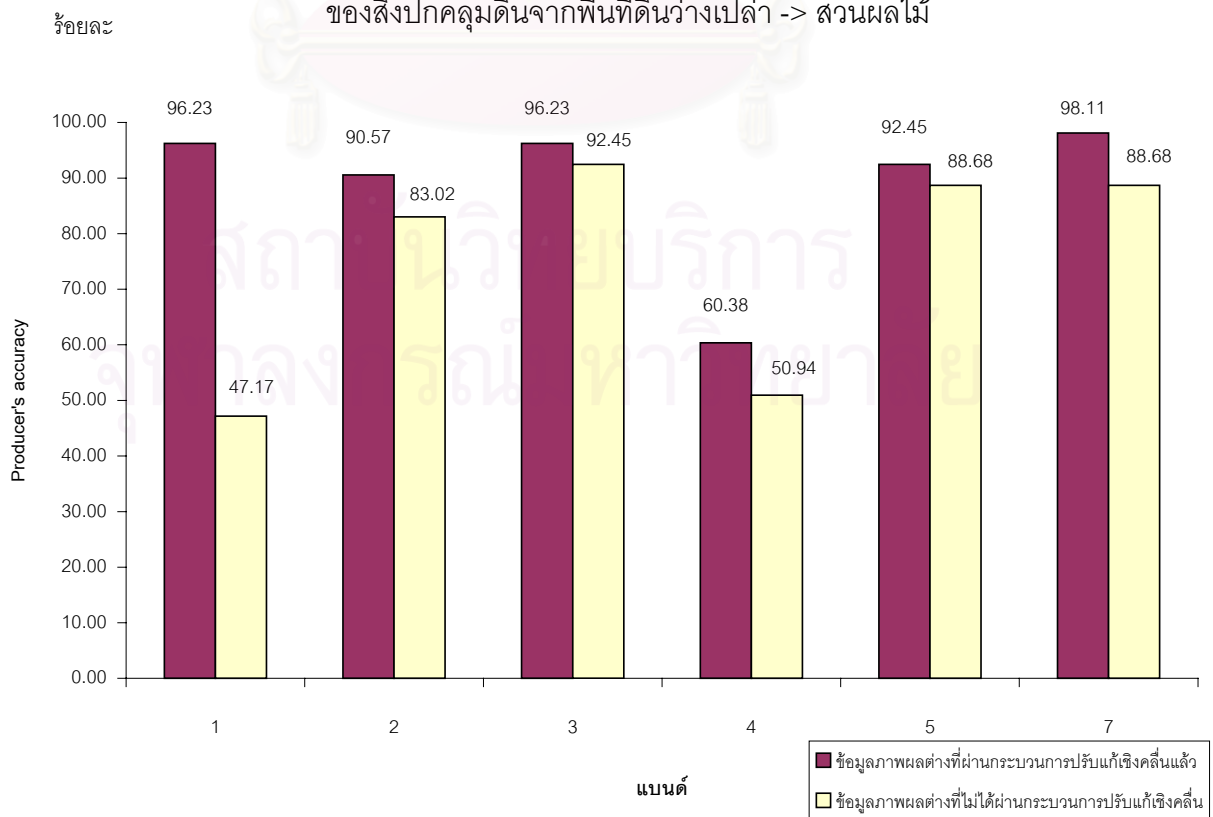
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว-> นาข้าวระยะเจริญเติบโต



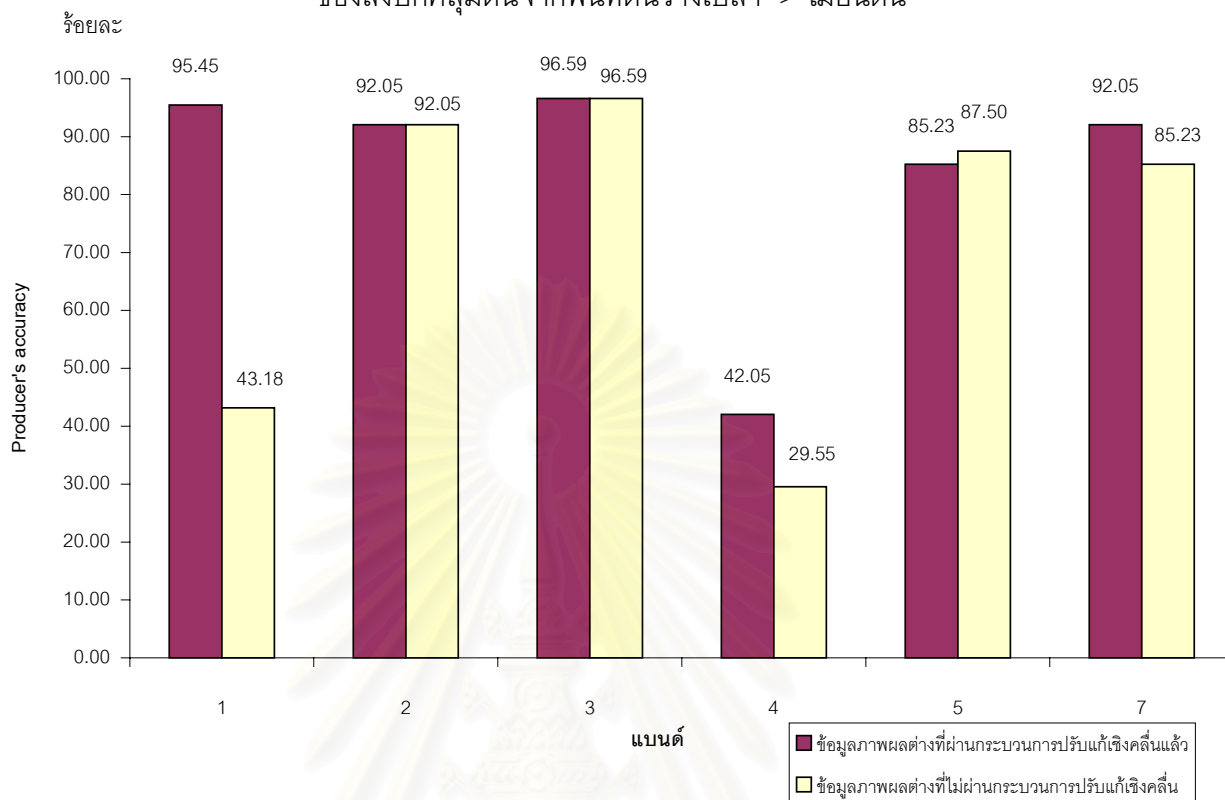
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่า -> ไร่มันสำปะหลัง



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่า -> สวนผลไม้



รูปที่ 4.14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลง
ของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่า -> ไม้ยืนต้น



ในทางทฤษฎี ข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ควรให้ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่ดีกว่า ข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น เนื่องจาก ข้อมูลภาพดาวเทียมที่นำมาตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินนั้น ผ่านกระบวนการขจัดความแตกต่างของสภาพชั้นบรรยากาศเรียบร้อยแล้ว แต่เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่มของประเภทการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินกลับพบว่า ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว กับข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น มีเพียงกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้นที่มีผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น ให้ผลที่ดีกว่าผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว (มีค่า Producer's Accuracy ที่ดีกว่า) คือ การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ที่มีพืชปกคลุมเป็นชุมชนสิ่งปลูกสร้างในแบนด์ที่ 1 และ 2 ซึ่งให้ผลที่ดีกว่า คิดเป็นร้อยละ 1.21 (รูปที่ 4.3)

และผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่มีพืชปกคลุมเป็นแหล่งน้ำ (รูปที่ 4.4) ไร่มันสำปะหลังเป็นสวนยางพารา (รูปที่ 4.7), นาข้าวเป็นไร่มันสำปะหลัง (รูปที่ 4.8), นาข้าวเป็นสวนผลไม้ (รูปที่ 4.9), นาข้าวเป็นนาทุ่ง (รูปที่ 4.10) พื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นสวนยางพารา (รูปที่ 4.14) ให้ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินที่เท่ากัน

สำหรับผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วให้ผลดีกว่า ได้แก่กลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากสวนผลไม้เป็นไร่มันสำปะหลัง เมื่อพิจารณาในแบนด์ที่ 3 ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ให้ผลที่ดีกว่า คิดเป็นร้อยละ 2.78 (รูปที่ 4.5) สวนผลไม้เป็นสวนยางพารา (รูปที่ 4.6) คิดเป็นร้อยละ 7.70, นาข้าวไถดำการเก็บเกี่ยวเป็นนาข้าวระยะเจริญเติบโต (รูปที่ 4.11) คิดเป็นร้อยละ 16.39, พื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นไร่มันสำปะหลัง (รูปที่ 4.12) คิดเป็นร้อยละ 2.71, พื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นสวนผลไม้ (รูปที่ 4.13) คิดเป็นร้อยละ 9.43

ซึ่งการที่มีบางกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่ให้ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่ดีกว่าหรือเท่ากันจากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นนั้น อาจจะเนื่องมาจากสภาพของชั้นบรรยากาศในบริเวณพื้นที่ศึกษาอาจจะมีแตกต่างกันไม่มากนัก ทำให้ไม่มีผลต่อการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของ สิ่งปกคลุมดินนั้นๆ

4.2 การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ย่อย

4.2.1 การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ย่อย

ค่า Overall Accuracy ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมของข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ย่อยต่างๆ และค่า Producer's Accuracy ของความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน หาด้วยวิธีการเดียวกันกับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินใน 4.1.1

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการหาขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมของข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ต่างๆ และค่าความถูกต้องทั้งหมดในแต่ละแบนด์

แบนด์	ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม				ค่า Overall Accuracy (ร้อยละ)			
	พื้นที่ที่ 1	พื้นที่ที่ 2	พื้นที่ที่ 3	พื้นที่ที่ 4	พื้นที่ที่ 1	พื้นที่ที่ 2	พื้นที่ที่ 3	พื้นที่ที่ 4
1	8.76	5.18	13.90	25.70	57.14	47.56	61.17	67.47
2	3.54	4.71	4.85	5.95	78.57	70.73	79.12	78.31
3	7.65	4.62	8.31	11.22	90.82	84.15	87.47	92.77
4	21.29	17.49	18.70	22.18	74.49	82.93	60.96	77.11
5	20.66	8.26	21.41	25.38	75.00	79.27	79.54	91.57
7	8.08	8.34	11.70	12.37	81.12	82.93	79.75	89.16

ตารางที่ 4.7 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ (การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่มีพืชปกคลุม-> ชุมชน/สิ่งปลูกสร้าง)

แบนด์ที่ พื้นที่ที่	1	2	3	4	5	7
1	100.00	100.00	100.00	66.67	66.67	100.00
2	100.00	100.00	100.00	84.62	100.00	92.31
3	2.08	97.92	95.83	60.42	83.33	91.67
4	88.89	88.89	100.00	44.44	88.89	88.89

ตารางที่ 4.8 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ
(การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ที่มีพืชปกคลุม-> แหล่งน้ำ)

พื้นที่ที่ \ แบนด์ที่	1	2	3	4	5	7
1	50.00	33.33	50.00	100.00	100.00	83.33
2	60.00	60.00	80.00	100.00	100.00	100.00
3	75.00	50.00	41.67	100.00	100.00	66.67
4	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00

ตารางที่ 4.9 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ
(การเปลี่ยนแปลงจากสวนผลไม้ -> ไร่มันสำปะหลัง)

พื้นที่ที่ \ แบนด์ที่	1	2	3	4	5	7
1	20.00	30.00	80.00	100.00	100.00	50.00
2	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3	85.71	28.57	71.43	71.43	14.29	28.57
4	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	50.00

ตารางที่ 4.10 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ
(การเปลี่ยนแปลงจากสวนผลไม้ -> สวนยางพารา)

พื้นที่ที่ \ แบนด์ที่	1	2	3	4	5	7
1	0.00	40.00	100.00	60.00	80.00	60.00
2	0.00	100.00	100.00	100.00	0.00	100.00
3	76.19	57.14	95.24	57.14	52.38	57.14
4	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.11 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ
(การเปลี่ยนแปลงจากไร่มันสำปะหลัง -> สวนยางพารา)

แบนด์ที่ พื้นที่ที่	1	2	3	4	5	7
1	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	66.67
2	33.33	66.67	100.00	100.00	100.00	100.00
3	88.89	77.78	94.44	55.56	55.56	77.78
4	0.00	100.00	100.00	0.00	50.00	50.00

ตารางที่ 4.12 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ
(การเปลี่ยนแปลงจากนาข้าว -> ไร่มันสำปะหลัง)

แบนด์ที่ พื้นที่ที่	1	2	3	4	5	7
1	8.33	33.33	91.67	100.00	100.00	83.33
2	75.00	75.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00
4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00

ตารางที่ 4.13 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ
(การเปลี่ยนแปลงจากนาข้าว -> สวนผลไม้)

แบนด์ที่ พื้นที่ที่	1	2	3	4	5	7
1	0.00	80.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2	33.33	33.33	100.00	100.00	66.67	100.00
3	100.00	66.67	100.00	100.00	100.00	100.00
4	0.00	20.00	60.00	100.00	100.00	100.00

ตารางที่ 4.14 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ
(การเปลี่ยนแปลงจากนาข้าว-> นาทุ่ง)

พื้นที่ที่ \ แบนด์ที่	1	2	3	4	5	7
1	0.00	57.14	100.00	100.00	100.00	100.00
2	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3	100.00	66.67	100.00	100.00	100.00	100.00
4	0.00	0.00	100.00	60.00	100.00	100.00

ตารางที่ 4.15 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ
(การเปลี่ยนแปลงจากนาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว-> นาข้าวระยะเจริญเติบโต)

พื้นที่ที่ \ แบนด์ที่	1	2	3	4	5	7
1	25.00	50.00	87.50	100.00	100.00	100.00
2	66.67	54.17	79.17	87.50	95.83	79.17
3	90.48	14.29	90.48	95.24	90.48	90.48
4	0.00	80.00	100.00	100.00	100.00	100.00

ตารางที่ 4.16 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ
(การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ดินว่างเปล่า-> ไร่มันสำปะหลัง)

พื้นที่ที่ \ แบนด์ที่	1	2	3	4	5	7
1	70.59	88.24	97.06	38.24	50.00	91.18
2	100.00	100.00	100.00	0.00	100.00	100.00
3	94.44	83.33	91.67	38.89	88.89	83.33
4	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.17 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ
(การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ดินว่างเปล่า -> สวนผลไม้)

พื้นที่ที่ \ แบนด์ที่	1	2	3	4	5	7
1	64.71	88.24	100.00	64.71	70.59	94.12
2	50.00	50.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3	87.10	80.65	87.10	35.48	80.65	83.87
4	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	100.00

ตารางที่ 4.18 แสดงค่า Producer's Accuracy ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละแบนด์ของพื้นที่ย่อยต่างๆ
(การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ดินว่างเปล่า -> ไม้ยืนต้น)

พื้นที่ที่ \ แบนด์ที่	1	2	3	4	5	7
1	40.00	100.00	100.00	70.00	80.00	90.00
2	-	-	-	-	-	-
3	87.84	91.89	97.30	22.97	85.14	86.49
4	0.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00

ตารางที่ 4.19 แสดงจำนวนจุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินในกลุ่มต่างๆ ในพื้นที่ย่อยๆ

กลุ่มที่	ประเภทของสิ่งปกคลุมดิน ในปี 2533	ประเภทของสิ่งปกคลุมดิน ในปี 2543	พื้นที่ที่ 1	พื้นที่ที่ 2	พื้นที่ที่ 3	พื้นที่ที่ 4
			จำนวน (จุด)	จำนวน (จุด)	จำนวน (จุด)	จำนวน (จุด)
1	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง		67	21	193	50
2	พื้นที่มีพืชปกคลุม	ชุมชน/สิ่งปลูกสร้าง	9	13	48	9
3	พื้นที่มีพืชปกคลุม	แหล่งน้ำ	6	5	12	1
4	สวนผลไม้	ไร่มันสำปะหลัง	7	1	25	2
5	สวนผลไม้	สวนยางพารา	7	1	18	0
6	ไร่มันสำปะหลัง	สวนยางพารา	7	3	14	2
7	นาข้าว	ไร่มันสำปะหลัง	11	4	1	1
8	นาข้าว	สวนผลไม้	6	3	3	5
9	นาข้าว	นาทุ่ง	8	24	21	5
10	นาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว	นาข้าวระยะเจริญเติบโต	7	1	3	5
11	พื้นที่ดินว่างเปล่า	ไร่มันสำปะหลัง	34	2	36	0
12	พื้นที่ดินว่างเปล่า	สวนผลไม้	17	4	31	1
13	พื้นที่ดินว่างเปล่า	ไม้ยืนต้น	10	0	74	2
รวม			196	82	479	83

เมื่อพิจารณาผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ย่อย ทั้ง 4 ส่วน โดยพิจารณาจากค่า Overall Accuracy พบว่า ในพื้นที่ที่ 1 มีเพียง 2 แบนด์ เท่านั้น ที่ให้ค่า Overall Accuracy มากกว่าร้อยละ 80 คือแบนด์ที่ 3 (ร้อยละ 90.82) และแบนด์ที่ 7 (ร้อยละ 81.12) แต่เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่มของประเภท ความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินแล้ว ผลการตรวจหาการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ให้ค่า Producer's Accuracy มีค่าเป็นร้อยละ 100 เกือบทั้งหมดของทุกกลุ่มของการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่า เป็นไร่มันสำปะหลัง ที่มีค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 97.06 และเมื่อพิจารณา จำนวนจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมที่เกิดขึ้น (ตารางที่ 4.19) จะเห็นว่า ในกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นไร่มันสำปะหลัง มีจำนวนมากที่สุด ทำให้ค่า Producer's Accuracy มีค่าที่น้อยกว่าในกลุ่มอื่นๆ

สำหรับในพื้นที่ที่ 2 มี 3 แบนด์ที่ให้ค่า Overall Accuracy มากกว่าร้อยละ 80 คือ แบนด์ที่ 3 (ร้อยละ 84.15), แบนด์ที่ 4 (ร้อยละ 82.93) และแบนด์ที่ 7 (ร้อยละ 82.93) และค่า Producer's Accuracy ในทุกกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินก็ให้ค่าเป็นร้อยละ 100 ยกเว้นในกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าว ไกล่การเก็บเกี่ยวเป็นนาข้าวระยะเจริญเติบโตที่มีค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 95.83 และสำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวเป็นนาทุ่งนั้น ปรากฏว่าในทุกแบนด์สามารถตรวจหาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด (ค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 100 ในทุกแบนด์)

พื้นที่ที่ 3 มีเพียงแบนด์เดียวเท่านั้นที่ให้ค่า Overall Accuracy มากกว่าร้อยละ 80 คือแบนด์ที่ 3 (ร้อยละ 87.47) และในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินมีค่า Producer's Accuracy อยู่ในช่วงร้อยละ 85.71-100

และในพื้นที่ที่ 4 มีแบนด์ที่มีค่า Overall Accuracy มากกว่าร้อยละ 80 อยู่ 3 แบนด์ คือ แบนด์ที่ 3 (ร้อยละ 92.77), แบนด์ที่ 5 (ร้อยละ 91.57) และแบนด์ที่ 7 (ร้อยละ 89.16) และมีค่า Producer's Accuracy ในทุกกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเป็นร้อยละ 100 ยกเว้น ในกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นสวนยางพาราที่มีค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 50.00

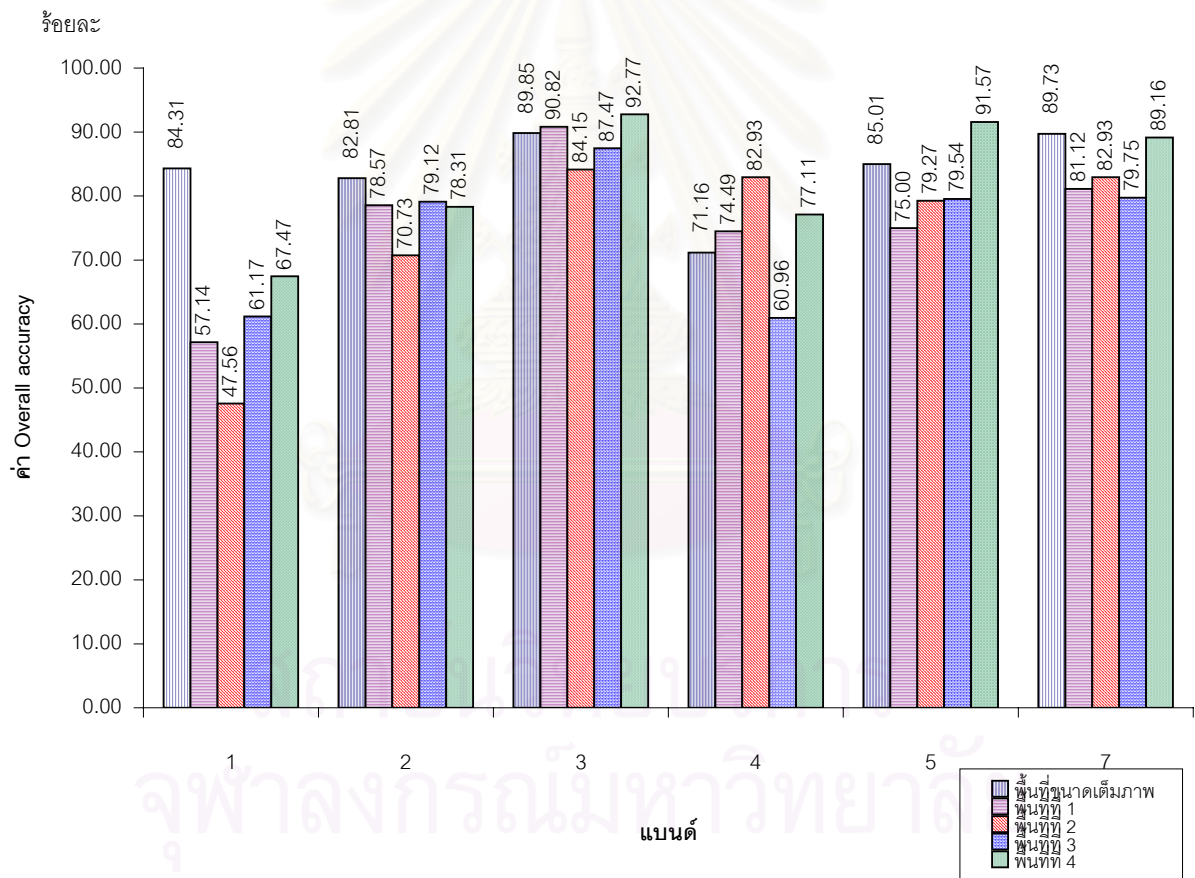
จากผลการศึกษาวิจัยข้างต้น จะเห็นได้ว่าผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ที่ 3 มีความแตกต่างจากพื้นที่อื่นๆ มากที่สุด นั่นคือมีช่วงของค่า Producer's Accuracy ที่กว้างที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในพื้นที่ที่ 3 มีจำนวนจุดที่กำหนดให้เป็นตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นมากที่สุด จึงทำให้มีจำนวนจุดที่อยู่ในกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทมีจำนวนที่ใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินมากขึ้น เมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นๆ ซึ่งมีจำนวนจุดที่กำหนดให้เป็นตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินน้อยกว่าทำให้มีจุดสำหรับตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินมีจำนวนน้อยด้วย จึงทำให้มีค่า Producer's Accuracy สูง เช่น ในกลุ่มการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวเป็นนาทุ่งในพื้นที่ที่ 2 มีจำนวนจุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวน 1 จุด ซึ่งหมายถึงหากในแบนด์ใดที่สามารถตรวจหาความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวพบ จะทำให้

ค่า Producer's Accuracy ของกลุ่มการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินนั้นๆ มีค่าเป็นร้อยละ 100

4.2.2 การเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างขนาดเต็มภาพกับข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ย่อยต่างๆ

การเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างขนาดเต็มภาพ กับข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ย่อยๆ โดยพิจารณาจากค่า Overall Accuracy จาก ตารางที่ 4.1 และ 4.6 (รูปที่ 4.15)

รูปที่ 4.15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ต่างๆ



จากรูปที่ 4.15 ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน โดยพิจารณาจากค่า Overall Accuracy พบว่า ค่า Overall Accuracy ของข้อมูลภาพขนาดเต็มภาพมีค่าสูงกว่าข้อมูลภาพในพื้นที่ย่อยต่างๆ ในแบนด์ที่ 1 (ร้อยละ 84.31), แบนด์ที่ 2 (ร้อยละ 82.81) และแบนด์ที่ 7 (ร้อยละ 89.73) ส่วนในแบนด์ที่ 3 พื้นที่ที่ 4 ให้ค่า Overall Accuracy มากที่สุด คือ ร้อยละ 92.77 สำหรับแบนด์ที่ 4 พื้นที่ที่ 2

ให้ค่า Overall Accuracy มากที่สุด คือ ร้อยละ 82.93 และในแบนด์ที่ 5 พื้นที่ที่ 4 ให้ค่า Overall Accuracy มากที่สุด คือ ร้อยละ 89.16

เมื่อพิจารณาผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างขนาดเต็มภาพกับข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ย่อย พบว่าข้อมูลภาพผลต่างขนาดเต็มภาพมีค่า Overall Accuracy มากกว่าร้อยละ 80 ในเกือบทุกแบนด์ มีเพียงแบนด์ที่ 4 เพียงแบนด์เดียวที่มีค่า Overall Accuracy เป็นร้อยละ 71.16 ในขณะที่ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ย่อย มีค่า Overall Accuracy น้อยกว่าร้อยละ 80 เกือบทุกแบนด์ แต่ในแบนด์ที่ 7 มีค่า Overall Accuracy มากกว่าร้อยละ 80 ในทุกพื้นที่

สำหรับปัจจัยควรนำมาคำนึงในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ต่างๆ คือ จำนวนเป้า ตำแหน่งของเป้าที่ใช้ในการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพันธ์ โดยจำนวนเป้าที่ใช้ปรับแก้เชิงคลื่นในพื้นที่ขนาดเต็มภาพมีจำนวน 32 เป้า, พื้นที่ที่ 1 มีจำนวน 2 เป้า, พื้นที่ที่ 2 มีจำนวน 5 เป้า, พื้นที่ที่ 3 มีจำนวน 11 เป้า และ พื้นที่ที่ 4 มีจำนวน 11 เป้า ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินมีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน คือในพื้นที่ที่มีจำนวนเป้าที่ใช้ในการปรับแก้เชิงคลื่นมากจะให้ค่าความถูกต้องในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินมาก

และอีกหนึ่งปัจจัยที่ควรนำมาพิจารณาในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินคือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการปรับแก้เชิงคลื่น เนื่องจากในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ที่ 3 แบนด์ที่ 4 มีค่า Overall Accuracy เท่ากับร้อยละ 60.96 และในแบนด์ที่ 7 มีค่า Overall Accuracy เท่ากับร้อยละ 79.75 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าเชื่อมั่นของสมการถดถอยเชิงเส้นสำหรับการปรับแก้เชิงคลื่น พบว่า ในแบนด์ที่ 4 และแบนด์ที่ 7 ในพื้นที่ที่ 3 ค่าความเชื่อมั่นของสมการถดถอยเชิงเส้นที่ใช้สำหรับการปรับแก้เชิงคลื่นเป็น 0.6454 และ 0.5680 ตามลำดับ ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของสมการถดถอยเชิงเส้นดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าค่าสะท้อนพลังงานของเป้าที่ใช้ในการปรับแก้เชิงคลื่นในข้อมูลภาพดาวเทียมทั้งสองมีความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงเส้นต่ำ ดังนั้น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงเส้นจึงอาจจะไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการปรับแก้เชิงคลื่นในทั้งสองแบนด์ และหากนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมไปใช้ในการ

การปรับแก้เชิงคลื่นในแบนด์ทั้งสอง จะทำให้ค่า Overall Accuracy มีค่าเพิ่มขึ้น นั่นคือ ทำให้การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินมีประสิทธิภาพมากขึ้น



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 แบนด์ที่เหมาะสมสำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในแต่ละกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดิน

ในการศึกษาผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในกลุ่มต่างๆ สามารถสรุปแบนด์ที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากแบนด์ที่มีค่า Producer's Accuracy สูงในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงแบนด์ที่เหมาะสมสำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในกลุ่มต่างๆ

กลุ่มที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน	ช่วงคลื่น
1	พื้นที่มีพืชปกคลุม -> ชุมชน/สิ่งปลูกสร้าง	1-3
2	พื้นที่มีพืชปกคลุม -> แหล่งน้ำ	4,5 และ 7
3	สวนผลไม้ -> ไร่มันสำปะหลัง	1,3 และ 7
4	สวนผลไม้ -> สวนยางพารา	4 และ 7
5	ไร่มันสำปะหลัง -> สวนยางพารา	1-3
6	นาข้าว -> ไร่มันสำปะหลัง	3 และ 4
7	นาข้าว -> สวนผลไม้	4 และ 7
8	นาข้าว -> นาทุ่ง	4, 5 และ 7
9	นาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว -> นาข้าวระยะเจริญเติบโต	4, 5 และ 7
10	พื้นที่ดินว่างเปล่า -> ไร่มันสำปะหลัง	1,3 และ 7
11	พื้นที่ดินว่างเปล่า -> สวนผลไม้	1,3 และ 7
12	พื้นที่ดินว่างเปล่า -> สวนยางพารา	1 และ 3

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าแบนด์ที่เหมาะสมสำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในแต่ละกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินนั้น จะมีแบนด์ที่เหมาะสมประมาณ 2-3 แบนด์ เนื่องจาก ในแบนด์นั้นๆ มีความสามารถในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินได้ดีเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน เช่นในกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ที่มีพืชปกคลุมดินเป็นแหล่งน้ำ ซึ่งมีค่า Producer's Accuracy ในแบนด์ที่ 4 และ 5 เป็นร้อยละ 100 และมีค่า Producer's Accuracy ในแบนด์ที่ 7 เป็นร้อยละ 96 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า Producer's Accuracy ที่เท่ากันและใกล้เคียงกันตามลำดับ ดังนั้นในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในแต่ละกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจึงสามารถเลือกใช้แบนด์ที่เหมาะสมสำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินได้หลายแบนด์ ซึ่งทำให้สะดวกในการเลือกใช้แบนด์สำหรับตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินได้มากยิ่งขึ้น

5.1.2 การเปรียบเทียบการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่ระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว กับข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่ระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วกับข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นพบว่า ข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วให้ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่ดีกว่าจากผลที่ได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นในทุกช่วงคลื่น จากผลการเปรียบเทียบข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ในการนำข้อมูลภาพดาวเทียมที่จะมาใช้ในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ควรนำข้อมูลภาพดาวเทียมดังกล่าวมาผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่นก่อนที่จะนำไปใช้ตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน

แต่เมื่อพิจารณาผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในแต่ละกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงแล้ว พบว่า บางกลุ่มให้ผลการตรวจหาที่ไม่ต่างกันหรือต่างกันเพียงเล็กน้อย ในขณะที่บางกลุ่มมีค่าต่างของผลการตรวจหาที่มีค่าสูง (ตารางที่ 5.2)

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าต่างของผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วกับข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น

กลุ่มที่	ประเภทการเปลี่ยนแปลงของ สิ่งปกคลุมดิน	ช่วงคลื่น	ค่าต่างของ ร้อยละ ของค่า Overall Accuracy
1	พื้นที่มีพืชปกคลุม -> ชุมชน/สิ่งปลูกสร้าง	1-3	1.2
2	พื้นที่มีพืชปกคลุม -> แหล่งน้ำ	4,5 และ 7	0
3	สวนผลไม้ -> ไร่มันสำปะหลัง	1,3 และ 7	2.78
4	สวนผลไม้ -> สวนยางพารา	4 และ 7	7.69
5	ไร่มันสำปะหลัง -> สวนยางพารา	1-3	0
6	นาข้าว -> ไร่มันสำปะหลัง	3 และ 4	0
7	นาข้าว -> สวนผลไม้	4 และ 7	0 และ 5.88
8	นาข้าว -> นาทุ่ง	4, 5 และ 7	0
9	นาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว -> นาข้าวระยะเจริญเติบโต	4, 5 และ 7	16.39
10	พื้นที่ดินว่างเปล่า -> ไร่มันสำปะหลัง	1,3 และ 7	2.7
11	พื้นที่ดินว่างเปล่า -> สวนผลไม้	1,3 และ 7	9.43
12	พื้นที่ดินว่างเปล่า -> สวนยางพารา	1 และ 3	0

ดังนั้น สำหรับกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินไม่มีความต่างของผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว กับข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น หรือมีค่าต่างกันของผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินเพียงเล็กน้อย เช่น การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่มีพืช ปกคลุมเป็นแหล่งน้ำ หรือการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินจาก

ไรมันลำปะหลังเป็นสวนยางพารา การปรับแก้เชิงคลื่นก็ไม่มีควมจำเป็นสำหรับตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่ แต่สำหรับกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่มีค่าต่างของผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วกับข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นที่มีค่ามาก เช่น การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นนาข้าวระยะเจริญเติบโต (ค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 16.39) หรือการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากสวนผลไม้เป็นสวนยางพารา (ค่า Producer's Accuracy เป็นร้อยละ 7.69) ข้อมูลภาพที่จะนำมาใช้ในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จึงควรผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่นเสียก่อน

5.1.3 การเปรียบเทียบผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินระหว่างข้อมูลภาพผลต่างขนาดเต็มภาพกับข้อมูลภาพผลต่างในพื้นที่ย่อยต่างๆ

สำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่ เมื่อเทียบกับพื้นที่ขนาดย่อยๆ พบว่า การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่ในผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่ดีกว่า โดยมีค่า Overall Accuracy มากกว่าร้อยละ 80 ในทุกแบนด์ ยกเว้นแบนด์ที่ 4 ที่มีค่า Overall Accuracy น้อยกว่าร้อยละ 80 ในขณะที่ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ย่อย มีค่า Overall Accuracy มากกว่าร้อยละ 80 เพียงแบนด์เดียว คือแบนด์ที่ 7 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การนำข้อมูลดาวเทียมขนาดเต็มภาพไปใช้ตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในภาคตะวันออกของประเทศไทย สามารถนำไปใช้ได้ดีกว่าการนำข้อมูลภาพดาวเทียมที่ครอบคลุมพื้นที่ย่อยไปตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน

สำหรับผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ย่อยที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้ที่มีค่า Overall Accuracy น้อยกว่าร้อยละ 80 เป็นส่วนใหญ่ นั้นมีปัจจัยหลายประการในการพิจารณาผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ได้แก่ จำนวนเป้า และตำแหน่งของเป้าที่ใช้ในการปรับแก้เชิงคลื่น รวมถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการปรับแก้เชิงคลื่น

ถึงแม้ว่าจำนวนเป้าจะเป็นปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน โดยการมีเป้าที่ใช้ในการปรับแก้เชิงคลื่นจำนวนมาก

ทำให้สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับปรับแก้เชิงคลื่นที่มีความเหมาะสมมากที่สุด แต่การหาเป้าเพื่อใช้ในการปรับแก้เชิงคลื่นนั้นก็ไม่ใช่เรื่องที่สามารถกระทำได้ในทุกกรณี เนื่องจากเป้าที่ใช้เพื่อการปรับแก้เชิงคลื่นนั้น จะต้องปรากฏอยู่ในข้อมูลภาพดาวเทียมทั้งสอง (หรือทั้งหมด) ที่ต้องการปรับแก้เชิงคลื่น ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการปรับแก้เชิงคลื่นสัมพัทธ์ ในบางกรณีสามารถหาเป้าเพื่อใช้ในการปรับแก้เชิงคลื่นจำนวนน้อย ซึ่งอาจจะทำให้ได้ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินได้ผลไม่ดีนัก การปรับแก้เชิงคลื่นก็ยังคงเป็นสิ่งที่ควรกระทำก่อนการนำข้อมูลภาพดาวเทียมไปตรวจหาความเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดิน

5.2 ศักยภาพของการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่

เมื่อพิจารณาผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ขนาดใหญ่จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว โดยพิจารณาจากค่า Overall Accuracy ในทุกแบนด์ พบว่าให้ค่า Overall Accuracy อยู่ในช่วงร้อยละ 82.81-89.73 ยกเว้นในแบนด์ที่ 4 ที่ให้ค่า Overall Accuracy เพียงร้อยละ 71.16 และ เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่มของประเภทการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน โดยพิจารณาจาก ค่า Producer's Accuracy พบว่า ในทุกกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ให้ค่า Producer's Accuracy อยู่ในช่วงร้อยละ 84.62-100 ซึ่งถือว่าการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินทั้งในภาพรวม และแยกตามกลุ่มของประเภทการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินให้ผลดี ดังนั้น การนำข้อมูลภาพดาวเทียมขนาดเต็มภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้วไปใช้ตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจึงสามารถกระทำได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลภาพดาวเทียมที่นำมาตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ควรเป็นข้อมูลภาพที่บันทึกได้ในวันครบรอบปีในปีที่ต่างกัน หรือเป็นวันที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด เนื่องจากจะทำให้มีความต่างของฤดูกาลที่น้อยที่สุด ซึ่งจะทำให้การตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินให้ผลที่ดียิ่งขึ้น สำหรับในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ข้อมูลภาพดาวเทียมที่นำมาใช้ในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินมีวันที่ทำการบันทึกภาพห่างกันประมาณเกือบ 2 เดือน ซึ่งมีระยะเวลาที่ห่างกันพอสมควร แต่เนื่องจากการหาข้อมูลภาพดาวเทียมที่มีวันบันทึกภาพที่ใกล้เคียงกันที่สุด ไม่สามารถกระทำได้

2. การนำข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศมาเปรียบเทียบกับข้อมูลข้อเท็จจริงที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ควรจะอยู่ในช่วงเดียวกันกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน เพราะจะทำให้การประเมินผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่งข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่นำมาเปรียบเทียบนั้น เป็นข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่บันทึกในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2533 แต่ข้อมูลข้อเท็จจริงที่ได้จากการสำรวจภาคสนามเป็นข้อมูลที่บันทึกในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ.2545 ซึ่งเป็นช่วงเดียวกันกับการบันทึกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน จึงอาจทำให้ได้ผลการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินในบางกลุ่มมีค่าความถูกต้องแต่ละประเภทน้อยกว่าความเป็นจริง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

- Chavez, P.S., Jr. Image-Based Atmospheric Correction Revisited and Improve.
Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 62 (1996): 1025-1036.
- Fung, T. and Ledrew, E. The determination of optimal threshold levels for change detection using various accuracy indices. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 54 (1988): 1449-1454.
- Hall, F.G., Strebel, D.E., Nickeson, J.E., and Goetz, S.J. Radiometric rectification: Toward a common radiometric response among multirate, multisensor images. Remote Sensing of Environment. 35 (1991): 11-27.
- Heo, J. and FitzHugh, T.W. Standardized Radiometric Normalization Method for Change Detection Using Remotely Sensed Imagery. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 66 (2000): 173-181.
- Jarrett, J. and Kraft, A. Statistical analysis for decision making. Fifth Edition. Boston: Allyn an bacon, 1989.
- Jenson, J.R., and Toll, D.L. Detecting residential land use development at the urban fringe. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 48 (1982): 629-643.
- Lillesand, T.M., and Kiefer, R.W. Remote Sensing and Image Interpretation. Forth Edition. New York :Wiley, 1999.
- Nelson, R.F. Detecting forest canopy change due to insect activity using Landsat MSS. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 49 (1983): 1303-1314.

- Schott, J.R., Salvaggio, C., and Volchok, W.J. Radiometric Scene Normalization Using Pseudoinvariant feature. Remote Sensing of Environment 26 (1988): 1-16.
- Singh, A. Digital change detection techniques using remotely-sensed data. International Journal of Remote Sensing 10 (1989): 989-1003.
- Weismiller, R.A., Kristof, S.J., Scholz, D.K., Anuta, P.E., and Momen, S.A., Change Detection in coastal zone environments. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 43 (1977): 1533-1539.
- Yang, X. and Lo, C.P. Relative Radiometric normalization Performance for Change Detection from Multi-Date Satellite Images. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 66 (2000): 967-980.
- Yaun, D. and Elvidge, C.D. Comparison of relative normalization techniques. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 51 (1996): 117-126.

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, คำบรรยายเรื่องการสำรวจจากระยะไกล
กรุงเทพมหานคร, 2540.

ภาษาอังกฤษ

Callahan, K.E. Validation of a radiometric normalization procedure for satellite derived imagery within a change detection framework. Master's Thesis, Department of Geography and Earth Resources, Utah State University, 2003.

Deer, P.J. Digital Change Detection Techniques: Civilian And Military Applications [On-line]. 1995. Available from:
<http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/ISSSR-95/digitalc.htm> [2003, September 14]

Hayes, D.J. and Sader, S.A. Change detection techniques for monitoring forest clearing and regrowth in a tropical moist forest [On-line]. Available from:
www.ghcc.msfc.nasa.gov/corredor/change_detection.pdf [2004, February 2]

MAS, J.F. Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. International Journal of Remote Sensing 20 (1999): 139-152.

Rosin, P.L. Thresholding for Change Detection [On-line]. 1997. Available from:
<http://www.bmva.ac.uk/bmvc/1997/papers/007/thresh2.html>
[2003, September 18]

Trisirisatayawong, I. And Samchimchom, W. Large area change detection by differencing radiometrically-Normalized images. Processing of 23rd Asian Conference on Remote sensing, Nepal, 2002. [On-line] Available from:
<http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2002/adp/adp004.shtml>
[2003, January 1]



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตาราง ก-1 แสดงศักยภาพการใช้ประโยชน์ของข้อมูลดาวเทียม Landsat TM

ช่วงคลื่นที่	ความยาวคลื่น (μm)	ศักยภาพการใช้ประโยชน์
1	0.45-0.52	ออกแบบให้สามารถทะลุลงไปใต้ผิวน้ำได้ จึงเหมาะสำหรับตรวจสอบลักษณะน้ำตามชายฝั่ง ใช้แยกความแตกต่างของต้นไม้ชนิดผลัดใบ และไม่ผลัดใบ ใช้แยกดินจากพันธุ์พืชต่างๆ และใช้แยกแยะพื้นที่เพาะปลูก
2	0.52-0.60	ออกแบบให้วัดค่าการสะท้อนของพืชที่มีพลังงาน สูงสุดของคลื่นตามมองเห็นในคลื่นสีเขียว เพื่อแยกชนิดพืชรวมทั้งการแยกแยะพื้นที่เพาะปลูก
3	0.63-0.69	ออกแบบเพื่อวัดค่าสะท้อนออกจากส่วนที่มี การดูดกลืนพลังงานในใบพืช (ส่วนคลอโรฟิลล์) ซึ่งช่วยแยกชนิดของพืชพรรณ (Species) รวมทั้งการแยกแยะพื้นที่เพาะปลูก
4	0.76-0.90	ใช้แยกประเภทพืชพรรณ และวัดปริมาณมวลชีวภาพ (biomass content) ใช้แยกส่วนที่เป็นน้ำออกจาก ส่วนอื่น และใช้ตรวจหาปริมาณความชื้นในดิน
5	1.55-1.75	ใช้วัดปริมาณน้ำในใบพืชหรือปริมาณความชื้นในพืช และใช้แยกแยะหิมะออกจากเมฆ
6	10.4-12.5	ใช้ตรวจสอบความผิดปกติของพืช ศึกษาความแตกต่างของความชื้นในดิน และศึกษา วัตถุต่างๆ โดยใช้หลักการของคลื่นความร้อน
7	2.08-2.35	ใช้แยกแยะชนิดของแร่ธาตุต่างๆ และชนิดของหิน รวมทั้งศึกษาปริมาณความชื้นในพืช

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างของลักษณะการเกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่พบในการศึกษาวิจัย

รูป ข-1 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่มีพืชปกคลุมเป็นชุมชน / สิ่งปลูกสร้าง



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533

พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณพื้นที่มีพืชปกคลุม

ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545

พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณชุมชน / สิ่งปลูกสร้าง

รูป ข-2 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่มีพืชปกคลุมเป็นแหล่งน้ำ



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533

พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณพื้นที่มีพืชปกคลุม

ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545

พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณอ่างเก็บน้ำ

รูป ข-3 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากสวนผลไม้เป็นไร่มันสำปะหลัง



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533

พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณสวนผลไม้

ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545

พื้นที่ตรวจสอบเป็นไร่มันสำปะหลัง

รูป ข-4 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากสวนผลไม้เป็นสวนยางพารา



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533
พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณสวนผลไม้

ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545
พื้นที่ตรวจสอบเป็นสวนยางพารา

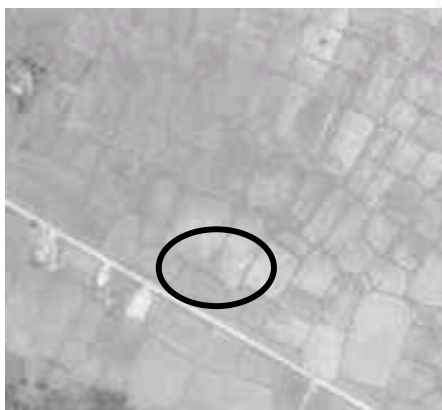
รูป ข-5 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากไร่มันสำปะหลังเป็นสวนยางพารา



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533
พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณไร่มันสำปะหลัง

ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545
พื้นที่ตรวจสอบเป็นสวนยางพารา

รูป ข-6 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวเป็นไร่มันสำปะหลัง



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533
พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณนาข้าว

ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545
พื้นที่ตรวจสอบเป็นไร่มันสำปะหลัง

รูป ข-7 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวเป็นสวนผลไม้



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533
พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณนาข้าว



ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545
พื้นที่ตรวจสอบเป็นสวนผลไม้

รูป ข-8 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยวจากนาข้าวระยะเจริญเติบโต



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533
พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณนาข้าวใกล้การเก็บเกี่ยว



ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545
พื้นที่ตรวจสอบเป็นนาข้าวระยะเจริญเติบโต

รูป ข-9 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากนาข้าวเป็นนาทุ่ง



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533
พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณนาข้าว



ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545
พื้นที่ตรวจสอบเป็นนาทุ่ง

รูป ข-10 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นไร่มันสำปะหลัง



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533

พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณพื้นที่ดินว่างเปล่า

ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545

พื้นที่ตรวจสอบเป็นไร่มันสำปะหลัง

รูป ข-11 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นสวนผลไม้



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533

พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณพื้นที่ดินว่างเปล่า

ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545

พื้นที่ตรวจสอบเป็นสวนผลไม้

รูป ข-12 การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ดินว่างเปล่าเป็นสวนยางพารา



ก) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533

พื้นที่ตรวจสอบเป็นบริเวณพื้นที่ดินว่างเปล่า

ข) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2545

พื้นที่ตรวจสอบเป็นสวนยางพารา

ภาคผนวก ค

ตาราง ค-1 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ในช่วงคลื่นที่ 1

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 16.648

Accuracy Indices	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
yy	459	417	380	347	306	268	236	217	201	182	167	142	127	109	101	84	71
ny	67	109	146	179	220	258	290	309	325	344	359	384	399	417	425	442	455
nn	272	304	318	324	328	332	336	338	340	341	341	341	341	341	341	341	341
yn	69	37	23	17	13	9	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
%Producer 's Accuracy for Changed	87.26	79.28	72.24	65.97	58.17	50.95	44.87	41.25	38.21	34.60	31.75	27.00	24.14	20.72	19.20	15.97	13.50
%Producer 's Accuracy for Unchanged	79.77	89.15	93.26	95.01	96.19	97.36	98.53	99.12	99.71	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
%User 's Accuracy for Changed	86.93	91.85	94.29	95.33	95.92	96.75	97.93	98.64	99.50	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
%User 's Accuracy for Unchanged	80.24	73.61	68.53	64.41	59.85	56.27	53.67	52.24	51.13	49.78	48.71	47.03	46.08	44.99	44.52	43.55	42.84
%Overall Accuracy	84.31	83.16	80.51	77.39	73.13	69.20	65.97	64.01	62.40	60.32	58.59	55.71	53.98	51.90	50.98	49.02	47.52

ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด คือ 84.31

ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม $0.4 \times 16.648 = 6.659$

ตาราง ค-2 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ในช่วงคลื่นที่ 2

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.267

Accuracy Indices	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
yy	474	459	433	414	404	383	369	355	341	317	288	267	248	240	224	211	198
ny	52	67	93	112	122	143	157	171	185	209	238	259	278	286	302	315	328
nn	240	257	283	299	314	321	325	329	330	333	334	334	335	335	335	338	340
yn	101	84	58	42	27	20	16	12	11	8	7	7	6	6	6	3	1
%Producer 's Accuracy for Changed	90.11	87.26	82.32	78.71	76.81	72.81	70.15	67.49	64.83	60.27	54.75	50.76	47.15	45.63	42.59	40.11	37.64
%Producer 's Accuracy for Unchanged	70.38	75.37	82.99	87.68	92.08	94.13	95.31	96.48	96.77	97.65	97.95	97.95	98.24	98.24	98.24	99.12	99.71
%User 's Accuracy for Changed	82.43	84.53	88.19	90.79	93.74	95.04	95.84	96.73	96.88	97.54	97.63	97.45	97.64	97.56	97.39	98.60	99.50
%User 's Accuracy for Unchanged	82.19	79.32	75.27	72.75	72.02	69.18	67.43	65.80	64.08	61.44	58.39	56.32	54.65	53.95	52.59	51.76	50.90
%Overall Accuracy	82.35	82.58	82.58	82.24	82.81	81.20	80.05	78.89	77.39	74.97	71.74	69.32	67.24	66.32	64.48	63.32	62.05

ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด คือ 82.81

ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม $0.8 \times 7.267 = 5.814$

ตาราง ค-3 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ในช่วงคลื่นที่ 3

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.848

Accuracy Indices	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
yy	517	509	504	492	487	475	460	442	431	416	404	385	368	349	333	325	302
ny	9	17	22	34	39	51	66	84	95	110	122	141	158	177	193	201	224
nn	180	223	253	271	292	304	313	320	321	323	324	325	326	329	331	333	335
yn	161	118	88	70	49	37	28	21	20	18	17	16	15	12	10	8	6
%Producer 's Accuracy for Changed	98.29	96.77	95.82	93.54	92.59	90.30	87.45	84.03	81.94	79.09	76.81	73.19	69.96	66.35	63.31	61.79	57.41
%Producer 's Accuracy for Unchanged	52.79	65.40	74.19	79.47	85.63	89.15	91.79	93.84	94.13	94.72	95.01	95.31	95.60	96.48	97.07	97.65	98.24
%User 's Accuracy for Changed	76.25	81.18	85.14	87.54	90.86	92.77	94.26	95.46	95.57	95.85	95.96	96.01	96.08	96.68	97.08	97.60	98.05
%User 's Accuracy for Unchanged	95.24	92.92	92.00	88.85	88.22	85.63	82.59	79.21	77.16	74.60	72.65	69.74	67.36	65.02	63.17	62.36	59.93
%Overall Accuracy	80.39	84.43	87.31	88.00	89.85	89.85	89.16	87.89	86.74	85.24	83.97	81.89	80.05	78.20	76.59	75.89	73.47

ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด คือ 89.85 ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม $0.8 \times 11.848 = 10.700$

ตาราง ค-4 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ในช่วงคลื่นที่ 4

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.114

Accuracy Indices	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.8	1.9	2.0
yy	477	460	433	413	390	369	341	322	305	283	255	230	211	189	138	130	118
ny	49	66	93	113	136	157	185	204	221	243	271	296	315	337	388	396	408
nn	100	133	171	204	227	248	271	285	295	299	310	315	318	327	335	336	336
yn	241	208	170	137	114	93	70	56	46	42	31	26	23	14	6	5	5
%Producer 's Accuracy for Changed	90.68	87.45	82.32	78.52	74.14	70.15	64.83	61.22	57.98	53.80	48.48	43.73	40.11	35.93	26.24	24.71	22.43
%Producer 's Accuracy for Unchanged	29.33	39.00	50.15	59.82	66.57	72.73	79.47	83.58	86.51	87.68	90.91	92.38	93.26	95.89	98.24	98.53	98.53
%User 's Accuracy for Changed	66.43	68.86	71.81	75.09	77.38	79.87	82.97	85.19	86.89	87.08	89.16	89.84	90.17	93.10	95.83	96.30	95.93
%User 's Accuracy for Unchanged	67.11	66.83	64.77	64.35	62.53	61.23	59.43	58.28	57.17	55.17	53.36	51.55	50.24	49.25	46.33	45.90	45.16
%Overall Accuracy	66.55	68.40	69.67	71.16	71.16	71.16	70.59	70.01	69.20	67.13	65.17	62.86	61.01	59.52	54.56	53.75	52.36

ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด คือ 71.16 ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม $0.7 \times 14.114 = 9.880$

ตาราง ค-5 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ในช่วงคลื่นที่ 5

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 22.632

Accuracy Indices	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
yy	486	473	468	452	445	429	416	402	389	369	354	344	324	308	296	277	259
ny	40	53	58	74	81	97	110	124	137	157	172	182	202	218	230	249	267
nn	224	246	261	276	292	300	308	313	317	321	325	328	329	330	333	335	337
yn	117	95	80	65	49	41	33	28	24	20	16	13	12	11	8	6	4
%Producer 's Accuracy for Changed	92.40	89.92	88.97	85.93	84.60	81.56	79.09	76.43	73.95	70.15	67.30	65.40	61.60	58.56	56.27	52.66	49.24
%Producer 's Accuracy for Unchanged	65.69	72.14	76.54	80.94	85.63	87.98	90.32	91.79	92.96	94.13	95.31	96.19	96.48	96.77	97.65	98.24	98.83
%User 's Accuracy for Changed	80.60	83.27	85.40	87.43	90.08	91.28	92.65	93.49	94.19	94.86	95.68	96.36	96.43	96.55	97.37	97.88	98.48
%User 's Accuracy for Unchanged	84.85	82.27	81.82	78.86	78.28	75.57	73.68	71.62	69.82	67.15	65.39	64.31	61.96	60.22	59.15	57.36	55.79
%Overall Accuracy	81.89	82.93	84.08	83.97	85.01	84.08	83.51	82.47	81.43	79.58	78.32	77.51	75.32	73.59	72.55	70.59	68.74

ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด คือ 85.01 ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม $0.8 \times 22.632 = 18.108$

ตาราง ค-6 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นแล้ว ในช่วงคลื่นที่ 7

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12.930

Accuracy Indices	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
yy	497	493	489	479	475	468	449	432	418	399	383	371	355	339	324	306	280
ny	29	33	37	47	51	58	77	94	108	127	143	155	171	187	202	220	246
nn	247	265	279	291	303	306	309	309	312	316	319	321	325	328	329	329	330
yn	94	76	62	50	38	35	32	32	29	25	22	20	16	13	12	12	11
%Producer 's Accuracy for Changed	94.49	93.73	92.97	91.06	90.30	88.97	85.36	82.13	79.47	75.86	72.81	70.53	67.49	64.45	61.60	58.17	53.23
%Producer 's Accuracy for Unchanged	72.43	77.71	81.82	85.34	88.86	89.74	90.62	90.62	91.50	92.67	93.55	94.13	95.31	96.19	96.48	96.48	96.77
%User 's Accuracy for Changed	84.09	86.64	88.75	90.55	92.59	93.04	93.35	93.10	93.51	94.10	94.57	94.88	95.69	96.31	96.43	96.23	96.22
%User 's Accuracy for Unchanged	89.49	88.93	88.29	86.09	85.59	84.07	80.05	76.67	74.29	71.33	69.05	67.44	65.52	63.69	61.96	59.93	57.29
%Overall Accuracy	85.81	87.43	88.58	88.81	89.73	89.27	87.43	85.47	84.20	82.47	80.97	79.82	78.43	76.93	75.32	73.24	70.36

ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด คือ 89.73

ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม $0.8 \times 12.930 = 10.344$

ตาราง ค-7 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น ในช่วงคลื่นที่ 1

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 18.652

Accuracy Indices	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
yy	265	235	210	191	177	159	144	135	126	115	107	103	100	100	95	90	85
ny	261	291	316	335	349	367	382	391	400	411	419	423	426	426	431	436	441
nn	153	209	279	310	314	328	331	334	335	337	337	339	339	340	340	341	341
yn	188	132	62	31	27	13	10	7	6	4	4	2	2	1	1	0	0
%Producer 's Accuracy for Changed	50.38	44.68	39.92	36.31	33.65	30.23	27.38	25.67	23.95	21.86	20.34	19.58	19.01	19.01	18.06	17.11	16.16
%Producer 's Accuracy for Unchanged	44.87	61.29	81.82	90.91	92.08	96.19	97.07	97.95	98.24	98.83	98.83	99.41	99.41	99.71	99.71	100.00	100.00
%User 's Accuracy for Changed	58.50	64.03	77.21	86.04	86.76	92.44	93.51	95.07	95.45	96.64	96.40	98.10	98.04	99.01	98.96	100.00	100.00
%User 's Accuracy for Unchanged	36.96	41.80	46.89	48.06	47.36	47.19	46.42	46.07	45.58	45.05	44.58	44.49	44.31	44.39	44.10	43.89	43.61
%Overall Accuracy	48.21	51.21	56.40	57.79	56.63	56.17	54.79	54.09	53.17	52.13	51.21	50.98	50.63	50.75	50.17	49.71	49.13

ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด คือ 57.79

ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม $0.7 \times 18.652 = 13.056$

ตาราง ค-8 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น ในช่วงคลื่นที่ 2

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.577

Accuracy Indices	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
yy	429	405	379	346	318	318	290	264	248	229	215	207	207	194	184	167	159	142
ny	97	121	147	180	208	208	236	262	278	297	311	319	319	332	342	359	367	384
nn	207	265	296	314	322	322	327	328	330	333	336	336	336	337	340	340	340	340
yn	134	76	45	27	19	19	14	13	11	8	5	5	5	4	1	1	1	1
%Producer 's Accuracy for Changed	81.56	77.00	72.05	65.78	60.46	60.46	55.13	50.19	47.15	43.54	40.87	39.35	39.35	36.88	34.98	31.75	30.23	27.00
%Producer 's Accuracy for Unchanged	60.70	77.71	86.80	92.08	94.43	94.43	95.89	96.19	96.77	97.65	98.53	98.53	98.53	98.83	99.71	99.71	99.71	99.71
%User 's Accuracy for Changed	76.20	84.20	89.39	92.76	94.36	94.36	95.39	95.31	95.75	96.62	97.73	97.64	97.64	97.98	99.46	99.40	99.38	99.30
%User 's Accuracy for Unchanged	68.09	68.65	66.82	63.56	60.75	60.75	58.08	55.59	54.28	52.86	51.93	51.30	51.30	50.37	49.85	48.64	48.09	46.96
%Overall Accuracy	73.36	77.28	77.85	76.12	73.82	73.82	71.16	68.28	66.67	64.82	63.55	62.63	62.63	61.25	60.44	58.48	57.55	55.59

ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด คือ 77.85

ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม $0.5 \times 8.577 = 4.289$

ตาราง ค-9 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น ในช่วงคลื่นที่ 3

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.005

Accuracy Indices	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
yy	510	494	487	466	452	438	422	409	385	370	355	336	326	293	281	265	240
ny	16	32	39	60	74	88	104	117	141	156	171	190	200	233	245	261	286
nn	167	249	268	296	307	313	321	323	324	324	328	330	331	332	335	335	337
yn	174	92	73	45	34	28	20	18	17	17	13	11	10	9	6	6	4
%Producer 's Accuracy for Changed	96.96	93.92	92.59	88.59	85.93	83.27	80.23	77.76	73.19	70.34	67.49	63.88	61.98	55.70	53.42	50.38	45.63
%Producer 's Accuracy for Unchanged	48.97	73.02	78.59	86.80	90.03	91.79	94.13	94.72	95.01	95.01	96.19	96.77	97.07	97.36	98.24	98.24	98.83
%User 's Accuracy for Changed	74.56	84.30	86.96	91.19	93.00	93.99	95.48	95.78	95.77	95.61	96.47	96.83	97.02	97.02	97.91	97.79	98.36
%User 's Accuracy for Unchanged	91.26	88.61	87.30	83.15	80.58	78.05	75.53	73.41	69.68	67.50	65.73	63.46	62.34	58.76	57.76	56.21	54.09
%Overall Accuracy	78.09	85.70	87.08	87.89	87.54	86.62	85.70	84.43	81.78	80.05	78.78	76.82	75.78	72.09	71.05	69.20	66.55

ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด คือ 87.89

ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม $0.5 \times 14.005 = 7.003$

ตาราง ค-10 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น ในช่วงคลื่นที่ 4

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 17.016

Accuracy Indices	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
yy	442	423	397	386	368	347	336	330	301	279	267	254	223	210	184	161	136
ny	84	103	129	140	158	179	190	196	225	247	259	272	303	316	342	365	390
nn	66	100	133	156	187	211	237	253	275	292	298	310	319	321	324	331	333
yn	275	241	208	185	154	130	104	88	66	49	43	31	22	20	17	10	8
%Producer 's Accuracy for Changed	84.03	80.42	75.48	73.38	69.96	65.97	63.88	62.74	57.22	53.04	50.76	48.29	42.40	39.92	34.98	30.61	25.86
%Producer 's Accuracy for Unchanged	19.35	29.33	39.00	45.75	54.84	61.88	69.50	74.19	80.65	85.63	87.39	90.91	93.55	94.13	95.01	97.07	97.65
%User 's Accuracy for Changed	61.65	63.70	65.62	67.60	70.50	72.75	76.36	78.95	82.02	85.06	86.13	89.12	91.02	91.30	91.54	94.15	94.44
%User 's Accuracy for Unchanged	44.00	49.26	50.76	52.70	54.20	54.10	55.50	56.35	55.00	54.17	53.50	53.26	51.29	50.39	48.65	47.56	46.06
%Overall Accuracy	58.59	60.32	61.13	62.51	64.01	64.36	66.09	67.24	66.44	65.86	65.17	65.05	62.51	61.25	58.59	56.75	54.09

ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด คือ 67.24

ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม $1.1 \times 17.016 = 18.718$

ตาราง ค-11 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่น ในช่วงคลื่นที่ 5

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 26.461

Accuracy Indices	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
yy	502	492	469	453	434	416	399	383	362	345	331	307	289	272	253	233	211
ny	24	34	57	73	92	110	127	143	164	181	195	219	237	254	273	293	315
nn	97	136	196	245	263	281	293	304	315	322	325	329	332	336	337	338	339
yn	244	205	145	96	78	60	48	37	26	19	16	12	9	5	4	3	2
%Producer 's Accuracy for Changed	95.44	93.54	89.16	86.12	82.51	79.09	75.86	72.81	68.82	65.59	62.93	58.37	54.94	51.71	48.10	44.30	40.11
%Producer 's Accuracy for Unchanged	28.45	39.88	57.48	71.85	77.13	82.40	85.92	89.15	92.38	94.43	95.31	96.48	97.36	98.53	98.83	99.12	99.41
%User 's Accuracy for Changed	67.29	70.59	76.38	82.51	84.77	87.39	89.26	91.19	93.30	94.78	95.39	96.24	96.98	98.19	98.44	98.73	99.06
%User 's Accuracy for Unchanged	80.17	80.00	77.47	77.04	74.08	71.87	69.76	68.01	65.76	64.02	62.50	60.04	58.35	56.95	55.25	53.57	51.83
%Overall Accuracy	69.09	72.43	76.70	80.51	80.39	80.39	79.82	79.24	78.09	76.93	75.66	73.36	71.63	70.13	68.05	65.86	63.44

ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด คือ 80.51

ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม $0.4 \times 26.461 = 13.231$

ตาราง ค-12 แสดงค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy), ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม (Optimum Threshold) และค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) ที่คำนวณได้ของข้อมูลภาพผลต่างที่สร้างจากข้อมูลภาพที่ไม่ผ่านการปรับแก้เชิงคลื่นในช่วงคลื่นที่ 7

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.981

Accuracy Indices	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
yy	503	492	482	458	452	422	409	384	370	351	336	302	290	265	253	230	223
ny	23	34	44	68	74	104	117	142	156	175	190	224	236	261	273	296	303
nn	66	140	175	221	246	278	288	299	309	317	322	325	327	332	334	334	335
yn	275	201	166	120	95	63	53	42	32	24	19	16	14	9	7	7	6
%Producer 's Accuracy for Changed	95.63	93.54	91.63	87.07	85.93	80.23	77.76	73.00	70.34	66.73	63.88	57.41	55.13	50.38	48.10	43.73	42.40
%Producer 's Accuracy for Unchanged	19.35	41.06	51.32	64.81	72.14	81.52	84.46	87.68	90.62	92.96	94.43	95.31	95.89	97.36	97.95	97.95	98.24
%User 's Accuracy for Changed	64.65	71.00	74.38	79.24	82.63	87.01	88.53	90.14	92.04	93.60	94.65	94.97	95.39	96.72	97.31	97.05	97.38
%User 's Accuracy for Unchanged	74.16	80.46	79.91	76.47	76.88	72.77	71.11	67.80	66.45	64.43	62.89	59.20	58.08	55.99	55.02	53.02	52.51
%Overall Accuracy	65.63	72.90	75.78	78.32	80.51	80.74	80.39	78.78	78.32	77.05	75.89	72.32	71.16	68.86	67.70	65.05	64.36

ค่าความถูกต้องทั้งหมดสูงสุด คือ 80.74

ขอบเขตการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสม $0.7 \times 14.981 = 10.487$

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ผู้เขียนชื่อ นางสาววัลลภา สามฉิมโฉม เกิดเมื่อวันที่ 27 กันยายน พ.ศ.2517 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสำรวจจาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา พ.ศ. 2539 ปัจจุบันรับราชการ ณ กรมที่ดิน กระทรวงมหาดไทย ตำแหน่งวิศวกรรังวัด 5



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย