

โครงการวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 14/2553

เรื่อง

การศึกษาพื้นที่ปลูกอ้อยในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน

ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-5 TM และ SMMS

The Study of Sugarcane Field in Bang Lane Operation and Maintenance Project using

LANDSAT-5 TM and SMMS Remotely Sensed Data

โดย

นายศราวุธ ศิรินนท์ชนเวช

นายวิรัชทร์ ไพบุญย์ผล

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พุทธศักราช 2553

ใบรับรองโครงการวิศวกรรมชลประทาน
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เรื่อง การศึกษาพื้นที่ปลูกอ้อยในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน
ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-5 TM และ SMMS

The Study of Sugarcane Field in Bang Lane Operation and Maintenance Project using
LANDSAT-5 TM and SMMS Remotely Sensed Data

นามผู้จัดทำโครงการ นายศราวุธ ศิรินนท์ธนเวช
นายวิรัชทร์ ไพญูลย์ผล

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ _____
(อ. ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์)
_____/_____/____

หัวหน้าภาควิชา _____
(รศ. สันติ ทองพำนัก)
_____/_____/____

บทคัดย่อ

เรื่อง: การศึกษาพื้นที่ปลูกอ้อยในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน
ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-5 TM และ SMMS

โดย: นายศราวุธ ศิรินนท์ธนเวช
นายวิรัชภัทร์ ไพบุญย์ผล

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน :
(อ. ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์)

___/___/___

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการจำแนกพื้นที่ปลูกอ้อยในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนด้วยภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM และ SMMS โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM ปี ค.ศ. 2003-2004, 2004-2005 และ 2006- 2007 และภาพถ่ายดาวเทียม SMMS ปี ค.ศ. 2009-2010 นำมาแปลงเป็นภาพ NDVI ต่างช่วงเวลา จำนวน 3 ช่วงเวลาในแต่ละปี จากนั้นทำการแปลผลภาพด้วยวิธี Supervised Classification ร่วมกับการสำรวจเพื่อตรวจสอบความถูกต้องภาคสนามด้วยเครื่อง GPS โดยได้จำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละปีออกมาเป็น 7 ประเภท คือ (1) แหล่งน้ำ บ่อปลา นาทุ่ง (2) ถนน เมือง หมู่บ้าน (3) พืชปลูกต่อเนื่องตลอดปี (4) ขั้วนาปรังกลุ่ม A (เริ่มปลูก ม.ค. – ก.พ.) (5) ขั้วนาปรังกลุ่ม B (เริ่มปลูก ก.พ. – มี.ค.) (6) อ้อยกลุ่ม A (เก็บเกี่ยว ม.ค. - ก.พ.) และ (7) อ้อยกลุ่ม B (เก็บเกี่ยว มี.ค. – เม.ย.)

ผลการศึกษาพบว่า การประเมินค่าความแม่นยำในการจำแนกของภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM ปี ค.ศ. 2003-2004, 2004-2005 และ 2006- 2007 มีค่า 83.66%, 53.38% และ 41.72% ตามลำดับ และแปลผลเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยได้ 154,207 ไร่, 187,053 ไร่, 148,580 ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ภาพถ่ายดาวเทียม SMMS ปี ค.ศ. 2009-2010 มีค่าความแม่นยำ 41.24% และแปลผลเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยได้ 102,810 ไร่

ABSTRACT

Title : The Study of Sugarcane Field in Bang Lane Operation and Maintenance Project using
LANDSAT-5 TM and SMMS Remotely Sensed Data

By : Mr.Saravut Sirinonthanawech
Mr.Weerapat Phaiboonphol

Project Advisor :
(Mr.Chuphan Chompuchan)
...../...../.....

The purpose of this project is to compare the difference of sugarcane field area in Bang Lane Operation and Maintenance Project classified by using LANDSAT-5 TM and SMMS remotely sensed images. The 3 different periods of images from LANDSAT-5 TM during the dry season 2003-2004, 2004-2005 and 2006-2007 and also the SMMS during the dry season 2009-2010 were selected and regenerated to NDVI images. Then, they were interpreted by supervised classification method with the ground-truth using GPS to verify the images interpretation and the accuracy of classification was assessed. The land uses were distinguished into 7 classes as follows (1) water resources, aquaculture (2) street, town, village (3) continuous cultivation (4) dry-season rice cultivation group A (started in Jan - Feb) (5) dry-season rice cultivation group B (started in Feb - Mar) (6) sugarcane cultivation group A (Harvested in Jan - Feb) and (7) sugarcane cultivation group B (harvested in Mar - Apr).

As a result, it was found that the classification accuracy assessment of 2003-2004, 2004-2005 and 2006-2007 LANDSAT-5 TM satellite imagery were 83.66%, 53.38% and 41.72% respectively, as well as, interpretation of sugarcane field area were 154,207 Rai, 187,053 Rai and 148,580 Rai respectively, While, the classification accuracy assessment of SMMS satellite imagery of year 2009-2010 was 41.24% and interpretation of sugarcane field area was 102,810 Rai (1 Rai = 1,600 square meters).

คำนิยม

โครงการวิศวกรรมสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณผู้ที่ให้ความสนับสนุนในด้านต่างๆขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตรวจสอบ แก้ไข และให้ข้อคิดเห็นต่างๆ จนกระทั่งโครงการวิศวกรรมเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM และ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SMMS ในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณสมบัติ พวงสมบัติ ที่ให้ความช่วยเหลือ ในด้านข้อมูลต่างๆ ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน สำนักชลประทานที่ 13

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่กรุณาอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือ ในการทำโครงการวิศวกรรมนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่ให้การสนับสนุนในทุกๆด้าน ทั้งในด้านกำลังทรัพย์ และกำลังใจ และให้คำปรึกษา

สุดท้ายนี้ประโยชน์และคุณความดีทั้งหลายอันพึงจะได้รับจากโครงการวิศวกรรมเล่มนี้ ผู้จัดทำขอมอบให้แก่ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณทุกท่าน และท่านอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ความสามารถต่างๆให้ผู้จัดทำ

คณะผู้จัดทำ

พฤษภาคม 2554

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
Abstract	II
คำนิยม	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
บทที่ 2 การตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 ระบบการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล: Remote Sensing System	3
- ระบบการรับข้อมูล (Data Acquisition)	5
- ระบบการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)	6
2.2 ความยาวของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า	7
2.3 การสะท้อนพลังงานของสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลก	9
- ลักษณะการสะท้อนพลังงานของพืช	10
- ลักษณะการสะท้อนพลังงานของดิน	13
- ลักษณะการสะท้อนพลังงานของน้ำ	15
2.4 การผสมสีภาพถ่ายดาวเทียม	17
2.5 ดัชนีพืชพรรณ	18
2.6 การประเมินความแม่นยำของการจำแนกประเภทข้อมูล	19
2.7 ดาวเทียม LANDSAT-5 TM	21
2.8 ดาวเทียม SMMS	22
2.9 โปรแกรม ERDAS IMAGINE	24
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	25
3.1 อุปกรณ์	25

3.2 วิธีการดำเนินงาน	28
----------------------	----

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์	30
4.1 การเลือกแบบจำลองในการแปลผล	30
4.2 Signature ของ NDVI จากพื้นที่กลุ่มตัวอย่างข้อมูล	33
4.3 การประเมินความแม่นยำของการจำแนกประเภทข้อมูล	36
4.4 การวิเคราะห์พื้นที่จากการแปลผลภาพถ่ายดาวเทียม	41
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	45
5.1 สรุปผลการศึกษา	45
5.2 ข้อเสนอแนะ	46
เอกสารอ้างอิง	47
ภาคผนวก	48
ภาคผนวก ก ตารางการเก็บพิกัดข้อมูลด้วยเครื่อง GPS	49
ภาคผนวก ข การเก็บข้อมูลจากการสำรวจด้วย GPS ในตาราง Spread Sheet	62
ภาคผนวก ค การใช้งานโปรแกรม Quantum GIS 1.5.0	65
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งานโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ทางด้านภาพถ่ายดาวเทียม	76
ภาคผนวก จ การเก็บพิกัด GPS ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน	92
ประวัติผู้จัดทำ	95

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.2.1 ความยาวช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	8
4.1.1 ภาพ NDVI ในปี 2003-2010	31
4.3.2 แสดงจำนวนพิกัด GPS	36
4.3.4 ผลการประเมินความถูกต้องของการแปลภาพ LANDSAT-5TM ปี 2003-2004	37
4.3.5 ผลการประเมินความถูกต้องของการแปลภาพ LANDSAT-5TM ปี 2004-2005	38
4.3.6 ผลการประเมินความถูกต้องของการแปลภาพ LANDSAT-5TM ปี 2006-2007	39
4.3.7 ผลการประเมินความถูกต้องของการแปลภาพ SMMS ปี 2009-2010	40
4.4.5 ผลการจำแนกพื้นที่จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม	43

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก1	ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 1-80)	50
ก2	ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 81-160)	51
ก3	ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 161-240)	52
ก4	ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 241-320)	53
ก5	ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 321-400)	54
ก6	ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 401-480)	55
ก7	ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 481-560)	56
ก8	ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 561-640)	57
ก9	ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 641-720)	58
ก10	ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 721-800)	59
ก11	ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 801-880)	60
ก12	ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 881-918)	61

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1.1 กระบวนการของการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล	3
2.1.2 กระบวนการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล	6
2.2.1 แลบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	7
2.3.1 เปอร์เซ็นต์การสะท้อนพลังงานของวัตถุกลุ่มพื้นผิวโลก 3 ประเภทหลัก (ดิน พืชพรรณ และ น้ำ)	9
2.3.2 การสะท้อนพลังงานของพืช ดิน และน้ำ	9
2.3.3 ลักษณะการสะท้อนพลังงานของพืชสีเขียวที่สมบูรณ์	10
2.3.4 การดูดกลืนพลังงานของคลอโรฟิลล์ในใบพืชในช่วงที่ตามองเห็น	11
2.3.5 ลักษณะการสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ของพืชต่างชนิด	12
2.3.6 การดูดกลืนพลังงานของน้ำในใบพืชในช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น	12
2.3.7 ลักษณะ Spectral signature ของ หินและแร่ธาตุ (Clay minerals) ต่างๆ จะแยกประเภทได้ชัดเจนในช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น	14
2.3.8 การสะท้อนพลังงานของน้ำเมื่อน้ำมีปริมาณสารแขวนลอยที่แตกต่างกัน น้ำที่มีตะกอนแขวนลอยอยู่มากจะสะท้อนพลังงานสูงกว่าน้ำใส	15
2.3.9 การสะท้อนพลังงานของน้ำที่มีคลอโรฟิลล์ของพืชใต้น้ำหรือของ แพลงตอนพืชที่มีอยู่ในน้ำ จะมีบทบาทต่อการดูดซับพลังงาน ในช่วงสีแสดงและน้ำเงิน และจะสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นสีเขียวออกมา	16
2.4.1 ระบบสี RGB	17
2.7.1 ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM	21
2.8.1 ตัวอย่างการแปลผลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม SMMS ณ เมืองหยางโจว	23
2.9.1 ภาพเครื่องมือฟังก์ชันต่างๆของโปรแกรม ERDAS IMAGINE 8.4	24
3.1.1 การตีกรอบพื้นที่ที่สนใจ	26
3.1.2 การทำ Layer Stack	26
3.1.3 การทำขั้นตอนการทำขั้นตอน Supervised Classification	27
3.2.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	29
4.1.1 ภาพแสดงการผสมสีระหว่าง NDVI 3 ภาพ	32
4.2.1 กราฟแสดงค่า NDVI ของ Signature ที่เป็นกลุ่มของแหล่งน้ำ	34

พืชตลอดปี และเมืองและถนน

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.2.2 กราฟแสดงค่า NDVI ของ Signature ที่เป็นกลุ่มของข้าวและอ้อย	34
4.2.3 ตัวอย่างภาพของพื้นที่พืชตลอดปี เมือง ถนน และน้ำ	35
4.2.4 ตัวอย่างภาพของพื้นที่เพาะปลูกข้าวและอ้อย	35
4.3.1 ตำแหน่งพิกัดที่ได้ทำการสำรวจด้วย GPS	36
4.4.1 ภาพจากการแปลผลในปี 2003-2004 (ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM)	41
4.4.2 ภาพจากการแปลผลในปี 2004-2005 (ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM)	41
4.4.3 ภาพจากการแปลผลในปี 2006-2007 (ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM)	42
4.4.4 ภาพจากการแปลผลในปี 2009-2010 (ภาพถ่ายดาวเทียม SMMS)	42
4.4.5 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลการแปลผลของดาวเทียม LANDSAT-5 TM กับ ดาวเทียม SMMS	43

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ข1	กรอกข้อมูลพิกัด UTM จากภาคสนาม	63
ข2	การเซฟข้อมูลเป็นไฟล์ (.csv)	63
ข3	การเซฟข้อมูลเป็นไฟล์ (.csv)	64
ค1	หน้าต่างโปรแกรมเมื่อเริ่มใช้งาน	66
ค2	การนำข้อมูลจากโปรแกรม excel เข้าในโปรแกรม Quantum GIS	67
ค3	หน้าต่างที่ขึ้นมาเมื่อทำการเลือกไฟล์จาก excel ลงใน Quantum GIS	67
ค4	การบันทึกข้อมูลให้เป็นนามสกุล Shapefile (.shp)	68
ค5	หน้าต่างที่เด้งมาเมื่อคลิก Save as	68
ค6	แสดงหน้าต่างที่ทำการเลือกที่อยู่ของไฟล์งาน	69
ค7	แสดงการตั้งชื่อของไฟล์	69
ค8	แสดงหน้าต่างที่เด้งขึ้นมาเมื่อทำการเซฟสมบูรณ์	70
ค9	แสดงหน้าต่างการเลือกไฟล์ภาพถ่ายดาวเทียมที่นามสกุล (.img)	71
ค10	แสดงภาพที่ได้ทำการเลือกภาพถ่ายดาวเทียมนามสกุล (.tif)	71
ค11	ขั้นตอนการทำภาพให้เป็นแบบแผนที่	72
ค12	แสดงหน้าต่างเริ่มต้นในขั้นทำแผนที่	72
ค13	แสดงวิธีการวางภาพถ่ายดาวเทียม	73
ค14	แสดงภาพการวางรูปทิศทาง	73
ค15	แสดงภาพการวางสเกลของแผนที่	74
ค16	แสดงการใส่กล่องข้อความในภาพแผนที่	74
ค17	แสดงการใส่กรอบล้อมรอบข้อมูลรูปแบบต่างๆ	75
ง1	แสดงหน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม	77
ง2	แสดงภาพถ่ายดาวเทียม	78
ง3	แสดงการเลือกเพื่อให้ได้กล่องเครื่องมือ	78
ง4	แสดงการเปิดพิกัดพร้อมทั้งแสดงขอบเขตพื้นที่โครงการ	79
ง5	แสดงวิธีการเซฟภาพที่ทำการตัดแล้ว	79
ง6	แสดงหน้าต่างที่เด้งขึ้นมาเพื่อให้เลือกที่เก็บไฟล์	80
ง7	แสดงหน้าต่างที่เด้งขึ้นมาเพื่อให้เลือกที่เก็บไฟล์	80

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ง8	แสดงขั้นตอนต่างๆในการทำ Layer Stack	81
ง9	แสดงผลเมื่อทำการ Layer Stack เสร็จเรียบร้อยแล้ว	81
ง10	แสดงภาพที่ทำการปรับสีBand เป็น 1,2,3 ตามลำดับ	82
ง11	แสดงกล่องเครื่องมือในการทำSignature Editor	82
ง12	แสดงขั้นตอนเพื่อเปิดกล่องเครื่องมือในการทำ Signature Editor	83
ง13	แสดงการเข้าขั้นตอน Signature Editor	83
ง14	แสดงการรวมคลาสที่สืบลักษณะให้เป็น 1 คลาส	84
ง15	แสดงขั้นตอนการทำ Supervised Classification	85
ง16	แสดงขั้นตอนเริ่มต้นของการทำ Accuracy	86
ง17	แสดงข้อมูลที่ทำกรนำเข้ามาในโปรแกรม	86
ง18	แสดงผลของภาพการทำกร Accuracy	87
ง19	แสดงขั้นตอนการเริ่มต้นของการทำ Recode	88
ง20	แสดงขั้นตอนในการทำ Recode	88
ง21	แสดงขั้นตอนในการทำการแปลง Shape File เป็น Image	90
ง22	แสดงขั้นตอนการทำ Mask	91
จ1	เครื่องรับสัญญาณพิกัด GPS และ กล้อง Digital	93
จ2	ตัวอย่างการเก็บพิกัด GPS ในนาข้าว	93
จ3	ตัวอย่างค่าเก็บพิกัด GPS ในไร่อ้อย	94
จ4	ตัวอย่างการถ่ายภาพประกอบตำแหน่งเก็บพิกัด GPS ในไร่อ้อย	94

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศไทย สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน เช่น สภาพน้ำท่วมหรือแห้งแล้ง มีอายุเก็บเกี่ยว 10 -12 เดือน เก็บผลผลิตได้ 2 -3 ปี ซึ่งโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน ก็เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มีการปลูกอ้อยภายในพื้นที่โครงการฯ

เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการชลประทาน ควรมีการสำรวจพื้นที่เพาะปลูก เพื่อให้สามารถวางแผนจัดสรรน้ำได้อย่างทั่วถึงและตรงกับความต้องการน้ำในการปลูกอ้อย โดยการสำรวจระยะใกล้ด้วยภาพถ่ายดาวเทียมจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกพื้นที่ปลูกอ้อยซึ่งจะช่วยให้ทราบว่าการเปลี่ยนแปลงบริเวณเพาะปลูกอ้อย ตลอดจนการกำหนดพื้นที่ที่มีศักยภาพทางการเกษตร ทำให้สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเบื้องต้นได้ว่าการจัดสรรน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูกอ้อยเท่าไรจึงจะเพียงพอต่อความต้องการน้ำของเกษตรกรในการเพาะปลูก

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาพื้นที่เพาะปลูกอ้อยในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน โดยเปรียบเทียบการจำแนกพื้นที่ปลูกอ้อยในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนด้วยภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM และ SMMS ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมแบบต่างๆ ผลลัพธ์ที่ได้คาดว่าจะทำให้ทราบขนาดพื้นที่เพาะปลูกอ้อยที่ถูกต้องและเป็นประโยชน์ในการวางแผนการจัดสรรน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบการจำแนกพื้นที่ปลูกอ้อยในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลนด้วยภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM และ SMMS

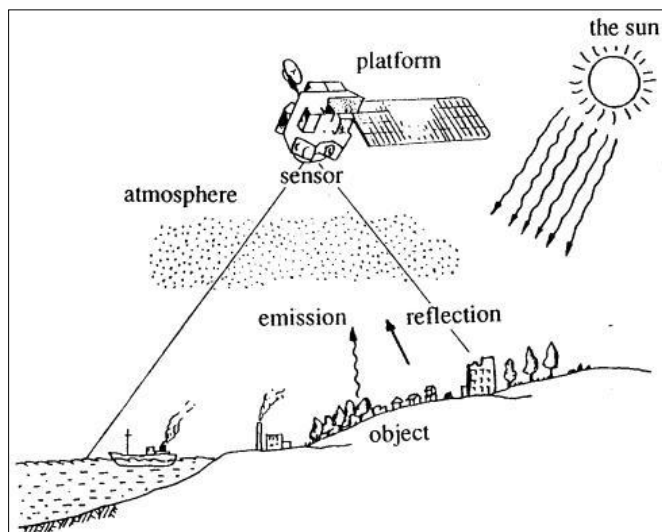
1.3 ขอบเขตการศึกษา

- พื้นที่ศึกษา : อ้อย
- พื้นที่ทำการศึกษ : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน
- ชนิดข้อมูล : ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM และ SMMS
- ช่วงเวลาของภาพถ่ายดาวเทียม : ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM
 ใช้ข้อมูลช่วงปี ค.ศ.2003-2007
ภาพถ่ายดาวเทียม SMMS
 ใช้ข้อมูลช่วงปี ค.ศ.2009-2010

บทที่ 2

การตรวจสอบเอกสาร

2.1 ระบบการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล: Remote Sensing System



ภาพที่ 2.1.1 กระบวนการของการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล

ที่มา Japan Association on Remote Sensing (1993)

“รีโมทเซนซิง” (Remote Sensing) เป็นศัพท์วิชาการ ที่ใช้ครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1960 ซึ่งมีความหมายรวมถึงการทำแผนที่ การแปลภาพถ่าย ธรณีวิทยาเชิงภาพถ่าย และศาสตร์สาขาอื่นๆ อีกมากมาย ดังนั้นคำจำกัดความของรีโมทเซนซิงในช่วงปี ค.ศ. 1960 คือ “การใช้พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า” (Electromagnetic Radiation) ในการบันทึกภาพสิ่งที่อยู่โดยรอบ ซึ่งสามารถนำภาพมาทำการแปลตีความ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์” (สมพร, 2543) และหลังจากปี ค.ศ. 1960 เป็นต้นมา การใช้รีโมทเซนซิงเริ่มแพร่หลายมากขึ้นตามความแตกต่างของลักษณะวิชาที่เกี่ยวข้อง นับตั้งแต่ได้มีการส่งดาวเทียม LANDSAT-1 TM ซึ่งเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดวงแรกขึ้นในปี ค.ศ. 1972 ทำให้เทคโนโลยีภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photograph) และภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Imagery) ตลอดจนเทคโนโลยีต่างๆ ที่เกี่ยวกับการได้มาซึ่งข้อมูลจากตัวรับสัญญาณระยะไกลถูกเรียกรวมกัน ว่าเป็นเทคโนโลยีรีโมทเซนซิง สำหรับคำจำกัดความของรีโมทเซนซิงมีผู้บัญญัติศัพท์ไว้ในระยะต่อมาหลากหลายมากขึ้น อย่างไรก็ตามคำจำกัดความเหล่านั้นได้แสดงถึงแนวคิดพื้นฐานของรีโมทเซนซิง ดังนี้

การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล หรือ รีโมทเซนซิง (Remote Sensing) เป็นวิทยาศาสตร์ ศิลปะ และเทคโนโลยีแขนงหนึ่งของการได้รับข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์จากอุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Remote Sensor) โดยมีได้สัมผัสกับวัตถุหรือพื้นที่เป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคลื่นแสงที่เป็นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลที่แสดง

คุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าใน 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงพื้นฐานของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal) โดยข้อมูลที่ได้รับถูกนำมาจัดการ ทำการวิเคราะห์ และแปลตีความหมายของข้อมูล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ คุณลักษณะของวัตถุทั้ง 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงพื้นฐานของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal) สามารถหาได้จากลักษณะของการสะท้อนหรือการแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุหรือพื้นที่เป้าหมายนั้นๆ โดย “วัตถุแต่ละชนิดจะมีลักษณะการสะท้อนแสงหรือการแผ่รังสีที่เฉพาะตัวแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน

อนึ่งคำว่า รีโมทเซนซิง อาจจำกัดความให้กระชับขึ้น ซึ่งหมายถึง วิธีการใช้พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (คลื่นแสงคลื่นความร้อน และคลื่นวิทยุ) สำหรับตรวจวัดคุณลักษณะเฉพาะของเป้าหมายที่ต้องการ โดยไม่มีการสัมผัสโดยตรงระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดกับเป้าหมายที่ถูกตรวจวัด แล้วทำการบันทึกข้อมูลเก็บไว้หรือส่งผ่านไปยังเครื่องประมวลผล ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของภาพถ่ายทางอากาศ หรือภาพถ่ายดาวเทียม (วีรัตน์, 2546)

ดังนั้นการสำรวจจากระยะไกลจึงเป็นทั้งวิทยาศาสตร์ ศิลปะ และเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับการบันทึกข้อมูลด้วยเครื่องมือที่ใช้วัดค่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุ (Sensor) เช่น กล้องถ่ายรูป (Camera) หรือ เครื่องกวาดภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral Scanner) ที่ถูกติดตั้งบนยานพาหนะหรือยานสำรวจ (Platform) เช่น เครื่องบิน หรือดาวเทียม หลังจากนั้นข้อมูลที่ถูกรับบันทึกจะถูกนำมาแปลตีความ จำแนก และวิเคราะห์ เพื่อให้เข้าใจถึงวัตถุและสภาพแวดล้อมต่างๆ จากลักษณะเฉพาะตัวของการสะท้อนแสงหรือแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า อย่างไรก็ตามตัวกลางอื่นๆ เช่น ความโน้มถ่วง คลื่นเสียงหรือสนามแม่เหล็ก ก็อาจนำมาใช้ในศาสตร์ของการสำรวจจากระยะไกลได้เช่นกัน

กระบวนการของการสำรวจจากระยะไกลประกอบด้วย 2 กระบวนการหลัก คือ การศึกษาเกี่ยวกับระบบการรับหรือการเก็บข้อมูล (Data Acquisition) และการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ (Data Analysis) หรือ การใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่บันทึกไว้ โดยทั้งสองกระบวนการมีองค์ประกอบ ดังนี้

1) ระบบการรับข้อมูล (Data Acquisition) เป็นกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อมูลจากระยะไกล โดยเกิดจากองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

(1) แหล่งพลังงานและการแผ่รังสี (Energy Sources and Radiation) ที่ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีทั้งแหล่งพลังงานตามธรรมชาติ (ดวงอาทิตย์) และ แหล่งพลังงานที่มนุษย์สร้างขึ้นมา (ระบบ RADAR หรือ ระบบ SONAR)

(2) การถ่ายทอดพลังงานในชั้นบรรยากาศ (Propagation of Energy Through The Atmosphere) เป็น ปฏิสัมพันธ์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับชั้นบรรยากาศที่เป็นข้อจำกัดในบางช่วงคลื่นที่ไม่สามารถส่งผ่านมาจนถึงพื้นผิวโลกได้ทั้งหมด เพราะถูกดูดกลืนในชั้นบรรยากาศได้ทั้งหมด เช่น รังสีในย่านอุตราไวโอเลต (Ultraviolet) ถูกดูดกลืนโดยโอโซน (Ozone: O₃) ในบรรยากาศชั้นโอโซนสเฟียร์

(3) ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับพื้นผิวโลก (Energy Interaction with Earth Surface Features) เป็นลักษณะของวัตถุต่างชนิดที่มีการสะท้อน การดูดซับ การส่งผ่าน การแผ่รังสี และการกระจัดกระจายกลับ ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงคลื่นและช่วงเวลา ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อการนำมาแยกแยะวัตถุบนพื้นผิวโลกที่แสดงคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

(4) อุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Airborne and Spaceborne Sensor) เป็นเครื่องมือที่รับและบันทึกสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อน (Reflection) แผ่รังสีความร้อน (Emission) หรือการกระจัดกระจายกลับ (Backscatter) จากวัตถุเป้าหมาย แล้วส่งกลับมายังสถานีรับบนพื้นโลก และแปลงสัญญาณนั้นเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Data) หรือ ข้อมูลภาพ (Image Data) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาปรับแก้ขั้นต้นเพื่อลด หรือขจัดความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต และความบกพร่องของสัญญาณที่ได้รับ ณ สถานีรับสัญญาณก่อนที่จะนำข้อมูลภาพไปเผยแพร่สู่ผู้ใช้งานต่อไป

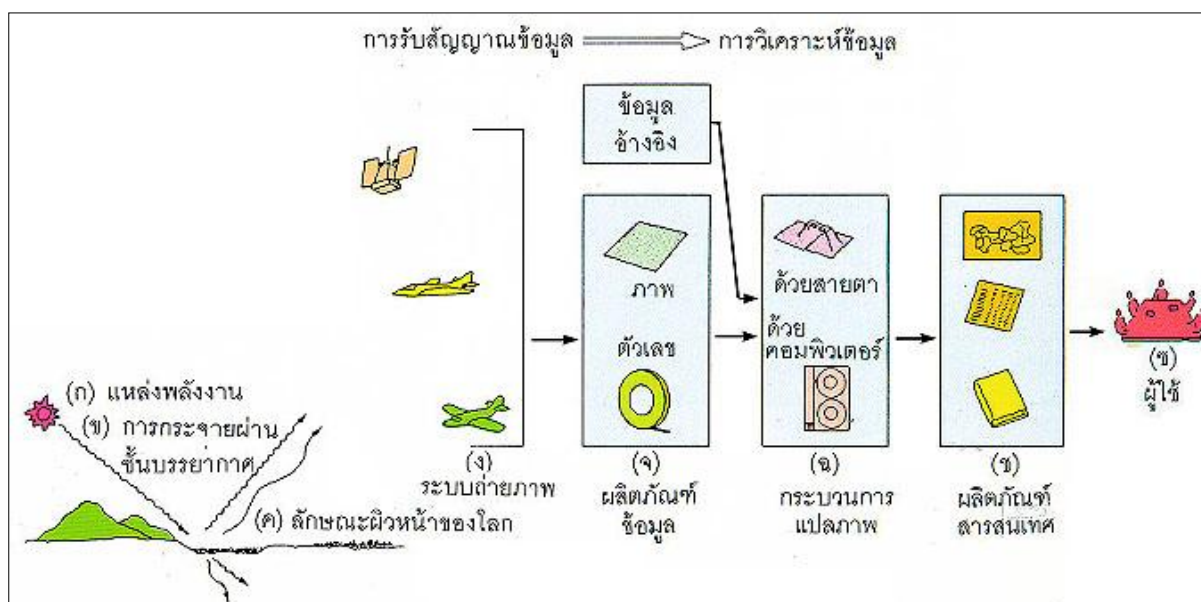
(5) ผลลัพธ์ข้อมูลในรูปแบบข้อมูลภาพหรือข้อมูลเชิงเลข (Sensor Data in Pictorial or Digital Form) เป็นผลผลิตของข้อมูลที่จะเผยแพร่หรือจำหน่าย ซึ่งมีทั้งอยู่ในรูปข้อมูลเชิงตัวเลข (Soft Copy) ซึ่งนำมาใช้ร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์ และข้อมูลภาพกระดาษ (Hard Copy) ที่อาจอยู่ในรูปแบบแผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Image Map) หรือ ข้อมูลแผ่นภาพพิมพ์ในมาตราส่วนต่าง ๆ

2) ระบบการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

(1) การแปลตีความภาพด้วยสายตาหรือการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Visual Interpretation and Data Computer Analysis) เป็นการแปลตีความหรือใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียม เพื่อสกัดข้อมูลหรือสิ่งที่ต้องการตามวัตถุประสงค์ของการทำงาน

(2) ผลิตภัณฑ์สารสนเทศ (Information Product) เป็นผลผลิตที่ได้จากการแปลตีความหรือการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลผลิตที่ได้นั้น ก่อนนำไปใช้งาน โดยทำการเปรียบเทียบกับสภาพจริงหรือข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ โดยวิธีทางสถิติ

(3) ผู้ใช้ (User) เป็นผู้ที่นำผลิตภัณฑ์สารสนเทศที่อยู่ในรูปข้อมูลภาพหรือข้อมูลเชิงเลข ไปประยุกต์ใช้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ อาทิ เช่น ผลการแปลตีความการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมในหลายช่วงเวลา ผู้ใช้สามารถนำมาใช้เพื่อติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น การขยายตัวของพื้นที่อุตสาหกรรม หรือ การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น



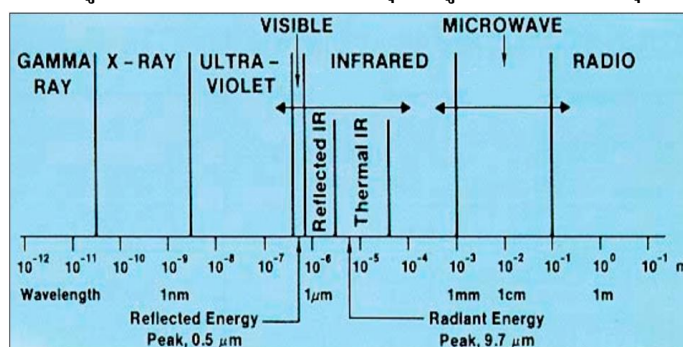
ภาพที่ 2.1.2 กระบวนการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2534)

2.2 ความยาวของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แบ่งออกได้ตามความยาวของคลื่นที่เรียกว่า ช่วงคลื่น (Band) ตั้งแต่ช่วงคลื่นที่มีความยาวสั้นที่สุดคือ รังสีคอสมิก (Cosmic Ray) มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 10-10 ไมครอน จนถึงช่วงคลื่นวิทยุที่มีความยาวคลื่นหลายกิโลเมตรสำหรับคุณสมบัติของช่วงคลื่นประกอบไปด้วยช่วงคลื่นตามลำดับของความยาวดังนี้ รังสีแกมมา (Gamma) รังสีเอ็กซ์ (X-Ray) อัลตราไวโอเล็ต (UV-Ultraviolet) แสงที่ตามองเห็น (Visible Light) อินฟราเรด (IR-Infrared) จนถึงคลื่นวิทยุ (Radio Wave) ย่านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ในการสำรวจระยะไกลส่วนใหญ่อยู่ในความยาวช่วงคลื่นเชิงแสง (Optical Wavelength) ซึ่งสามารถบันทึกภาพได้ด้วยฟิล์มถ่ายรูปและอุปกรณ์บันทึกภาพ (Sensor) และย่านคลื่นไมโครเวฟ (Microwave Remotesensing) ทั้งที่เป็นระบบแบบแอคทีฟ ที่มีการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์การกระจัดกระจายกลับ (Backscattering Coefficient) และระบบการบันทึกข้อมูลแบบพาสซีฟ ที่ตรวจวัดค่าการแผ่รังสีไมโครเวฟ (Microwave Radiation) ช่วงคลื่นในย่านความยาวคลื่นเชิงแสง หรือ Optical Wavelength ได้แก่ ช่วงคลื่นอัลตราไวโอเล็ตใกล้ (0.3 - 0.4 μm) ช่วงคลื่นแสงที่ตามองเห็น (0.4-0.7 μm) และ ช่วงคลื่นอินฟราเรดสะท้อน (0.7-3.0 μm) โดยช่วงคลื่นแสงที่ตามองเห็น สามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วงคลื่นหลัก ได้แก่ น้ำเงิน (0.4 - 0.5 μm) เขียว (0.5-0.6 μm) และ แดง (0.6-0.7 μm) สำหรับช่วงคลื่นอินฟราเรดที่ใช้ในการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล สามารถที่แบ่งออกเป็น 2 ช่วงคลื่นหลัก ดังนี้

1) อินฟราเรดสะท้อน (Reflective Infrared) มีความยาวคลื่นระหว่าง 0.7-3.0 μm เป็นย่านที่ได้รับอิทธิพลจากการสะท้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งประกอบด้วย ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared: NIR) มีความยาวคลื่นระหว่าง 0.7-1.3 μm และ ช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (Short Wave Infrared: SWIR) มีความยาวคลื่นระหว่าง 1.3-3.0 μm

2) อินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared) มีความยาวคลื่นระหว่าง 3-5 μm และ 8-14 μm เป็นย่านพลังงานที่ได้จากการแผ่รังสีของพื้นผิววัตถุ (Emitted Radiation) โดยมีอิทธิพลจากการสะท้อนพลังงานแสงอาทิตย์น้อยมาก ดังนั้นจึงถูกนำไปใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุ



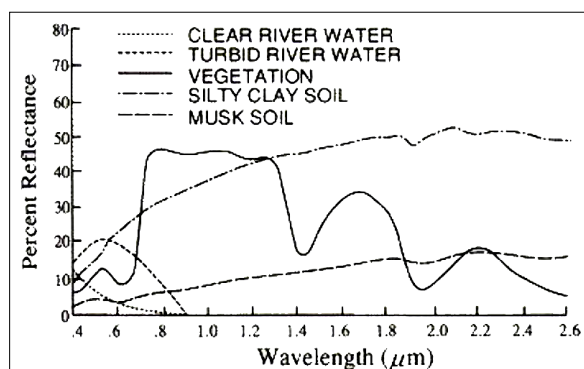
ภาพที่ 2.2.1 แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2534)

ตารางที่ 2.2.1 แสดงความยาวช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ช่วงคลื่น	ความยาวช่วงคลื่น	คุณสมบัติ
1. รังสีแกมมา (Gamma Ray)	$< 0.03 \text{ nm.}$	ถูกดูดกลืนทั้งหมดโดยบรรยากาศชั้นบน จึงไม่ได้ใช้ในการสำรวจจากระยะไกล
2. รังสีเอ็กซ์ (X-Ray)	$0.03\text{-}3.0 \text{ nm.}$	ถูกดูดกลืนทั้งหมดโดยบรรยากาศชั้นบน จึงไม่ได้ใช้ในการสำรวจจากระยะไกล
3. รังสีเหนือม่วง หรือรังสีอุลตราไวโอเลต (Ultraviolet)	$0.03\text{-}0.4 \text{ }\mu\text{m}$	ช่วงคลื่นสั้นกว่า 0.3 ไมครอน ถูกดูดซึมทั้งหมดโดยโอโซน (O_3) ในบรรยากาศชั้นบน
4. ช่วงคลื่นไวโอเลตภาพถ่าย (Photographic UV Band)	$0.3\text{-}0.4 \text{ }\mu\text{m}$	ช่วงคลื่นสามารถผ่านชั้นบรรยากาศ สามารถถ่ายภาพด้วยฟิล์มถ่ายรูปแต่การกระจายในชั้นบรรยากาศเป็นอุปสรรคมาก
5. ช่วงคลื่นตามองเห็นได้ (Visible)	$0.4\text{-}0.7 \text{ }\mu\text{m}$	บันทึกภาพด้วยฟิล์มและอุปกรณ์บันทึกภาพได้รวมทั้งช่วงคลื่น โลกมีการสะท้อนพลังงานสูงสุด (Reflected Energy Peak) ที่ 0.5 ไมครอน ช่วงคลื่นแคบที่มีผลตอบสนองสายตามนุษย์แบ่งได้ 3 ช่วงคลื่นย่อย คือ 5.1 สีน้ำเงิน (Blue) มีความยาวคลื่นระหว่าง $0.4\text{-}0.5 \text{ }\mu\text{m}$ 5.2 สีเขียว (Green) มีความยาวคลื่นระหว่าง $0.5\text{-}0.6 \text{ }\mu\text{m}$ 5.3 สีแดง (Red) มีความยาวคลื่นระหว่าง $0.6\text{-}0.7 \text{ }\mu\text{m}$
6 อินฟราเรด (Infrared)	$0.7 \text{ }\mu\text{m}\text{--}1 \text{ mm.}$	มีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุตามความยาวคลื่นและการผ่านชั้นบรรยากาศ มีการดูดซึมในบางช่วงคลื่น ประกอบด้วย 2 ช่วงคลื่นหลักคือ 6.1 อินฟราเรดสะท้อน (Reflected IR Band) มีความยาวคลื่นระหว่าง $0.7\text{--}3.0 \text{ }\mu\text{m}$ ในช่วงคลื่น $0.7\text{-}0.9 \text{ }\mu\text{m}$ สามารถถ่ายรูปด้วยฟิล์มเรียกว่าช่วงคลื่นอินฟราเรด Photographic IR band 6.2 อินฟราเรดคลื่นยาว (LWIR-Long Wave Infrared Band) มีความยาวคลื่นตั้งแต่ $3 \text{ }\mu\text{m}$ ขึ้นไป เป็นอิทธิพลของพลังงานได้จากการแผ่รังสีของพื้นผิววัตถุ (Emitted Radiation)
6.1 อินฟราเรดใกล้ (Near Infrared: NIR)	$0.7\text{-}1.3 \text{ }\mu\text{m}$	มีประโยชน์ต่อการศึกษาด้านพืชพรรณ และการแยกพื้นดินกับพื้น
6.2 อินฟราเรดคลื่นสั้น (Short wave Infrared: SWIR)	$1.3\text{-}3.0 \text{ }\mu\text{m}$	มีประโยชน์ต่อการศึกษาด้านการใช้ที่ดิน และ ด้านธรณีวิทยาเพื่อจำแนกประเภทของหินและแร่ธาตุ
6.3 อินฟราเรดกลาง (Middle Infrared)	$3.0\text{-}8.0 \text{ }\mu\text{m}$	มีประโยชน์ด้านการจำแนกประเภทแร่ธาตุและวัตถุที่มีการสะท้อนแสงสูง
6.4 อินฟราเรดความร้อน (Middle Infrared)	$8.0\text{-}14 \text{ }\mu\text{m}$	ใช้ศึกษาโรคพืชเนื่องจากความร้อน ความแตกต่างของอุณหภูมิของพื้นผิววัตถุแต่ละประเภท
6.5 อินฟราเรดไกล (Far Infrared)	$14 \text{ }\mu\text{m}\text{--}1 \text{ mm}$	ไม่ปรากฏการประยุกต์ใช้
7. ไมโครเวฟ (Microwave)	$1 \text{ mm}\text{--}1 \text{ m}$	เป็นช่วงคลื่นยาวสามารถทะลุผ่านหมอกและฝนได้บันทึกภาพได้ทั้งระบบ active และ passive
8. เรดาร์ (RADAR)	$0.1\text{--}30.0 \text{ cm}$	ระบบ Active Remote Sensing ที่สามารถทะลุผ่านหมอก เมฆ และฝน ได้ โดยมีความยาวช่วงคลื่นต่างๆ เช่น Ka Band ($0.8\text{-}1.1 \text{ cm}$), K Band ($1.1\text{-}1.7 \text{ cm}$), Ku Band ($1.7\text{-}2.4 \text{ cm}$), X Band ($2.4\text{-}3.8 \text{ cm}$), C Band ($3.8\text{-}7.5 \text{ cm}$), S ($7.5\text{-}15 \text{ cm}$), L Band ($15\text{-}30 \text{ cm}$) และ P Band ($30\text{-}100 \text{ cm.}$)
9. วิทยุ (Radio)	$0.1 \text{ m}\text{-}100 \text{ km}$	ช่วงคลื่นที่ยาวที่สุด บางครั้งมีเรดาร์อยู่ในช่วงนี้ด้วย ใช้ประโยชน์ในวงการวิทยุและโทรทัศน์

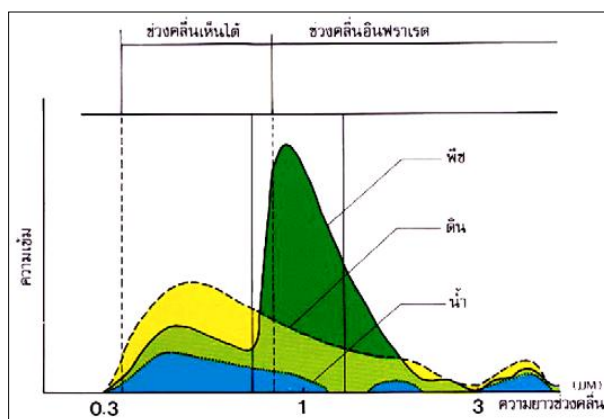
2.3 การสะท้อนพลังงานของสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลก

พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบพื้นผิววัตถุบนพื้นโลกจะเกิดการสะท้อนกลับของพลังงาน ซึ่งถือได้ว่าเป็นปฏิกิริยาหรือปรากฏการณ์ที่สำคัญในด้านรีโมทเซนซิง เนื่องจากระบบบันทึกข้อมูลส่วนใหญ่จะบันทึกพลังงานที่สะท้อนมาจากวัตถุเพื่อศึกษาและจำแนกประเภทของวัตถุ การสะท้อนพลังงานของวัตถุแต่ละประเภทสามารถแสดงความสัมพันธ์กับความยาวช่วงคลื่นได้ โดยเรียกว่า ลายเซ็นเชิงคลื่น (Spectral Reflectance Curves or Spectral Signature Curve) ลักษณะของลายเซ็นเชิงคลื่นของวัตถุแต่ละประเภทจะแตกต่างกันไป จึงทำให้สามารถแยกประเภทของวัตถุต่างๆ ได้ และยังช่วยในการเลือกช่วงความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูลในสาขาต่างๆ อีกด้วย



ภาพที่ 2.3.1 เปอร์เซ็นต์การสะท้อนพลังงานของวัตถุคลุมพื้นผิวโลก 3 ประเภทหลัก(ดิน พืชพรรณ และ น้ำ)

เป็นที่ทราบกันดีว่าสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลก ส่วนใหญ่คือ พืช ดินและน้ำ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของการสะท้อนพลังงานของพืช ดิน และน้ำ ที่ความยาวช่วงคลื่นต่างกัน ในลักษณะ Spectral Signature Curves จะทำให้สามารถจำแนกประเภทของวัตถุชนิดต่างๆ ได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

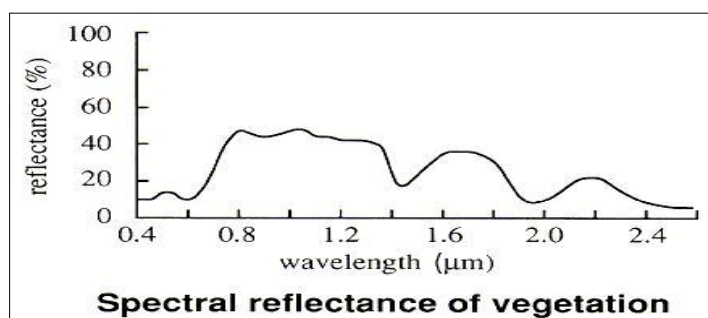


ภาพที่ 2.3.2 การสะท้อนพลังงานของพืช ดิน และน้ำ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2534)

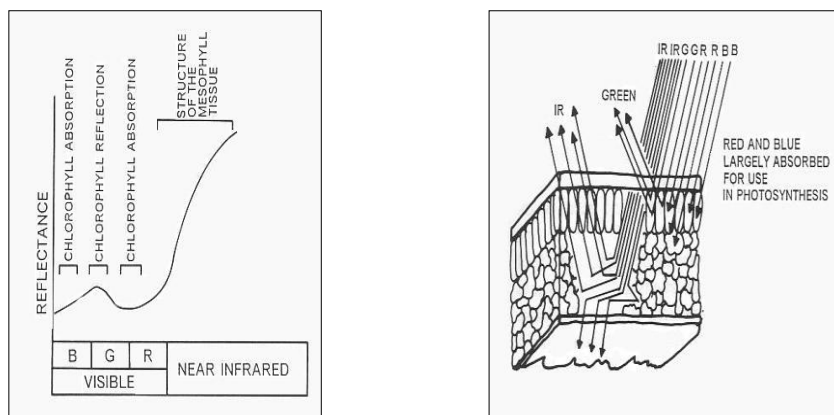
ลักษณะการสะท้อนพลังงานของพืช

ลักษณะการสะท้อนพลังงานของพืชสีเขียวที่สมบูรณ์มีลักษณะของ Spectral Signature Curve เป็นแบบ Peak and Valley กล่าวคือ การขึ้นลงที่แตกต่างกันออกไปตามช่วงความยาวคลื่น โดยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่มีผลต่อการการสะท้อนพลังงานของพืชพรรณคือ คลอโรฟิลล์ การดูดซับพลังงานของใบพืช โครงสร้างของใบพืช และการจัดวางตัวของใบพืชสำหรับลักษณะสำคัญของ Spectral Signature Curve ของพืชในแต่ละช่วงคลื่นดังต่อไปนี้

1) พืชมีการสะท้อนพลังงานต่ำในช่วงที่ตามองเห็น (Visible Light) โดยจะดูดกลืนพลังงานในช่วง $0.45 \mu\text{m}$ (สีน้ำเงิน) และ $0.65 \mu\text{m}$ (สีแดง) เนื่องจากจาก Pigments ในใบพืช หรือคลอโรฟิลล์จะมีอิทธิพลต่อการดูดกลืนพลังงานมาก ซึ่งเรียกว่า Chlorophyll Absorption แต่พืชจะสะท้อนพลังงานออกมามากในช่วงคลื่น 0.5 ไมครอน จึงทำให้เรามองเห็นใบของพืชเป็นสีเขียว เนื่องจากช่วงคลื่นสีแดงและสีน้ำเงินถูกคลอโรฟิลล์ดูดซับพลังงานเอาไว้ ถ้าใบพืชมีอาการผิดปกติ เช่น เป็นโรคเหี่ยวเฉา หรือ แห้ง จะทำให้คลอโรฟิลล์ลดลงส่งผลให้ความสามารถในการดูดซับพลังงานในช่วงคลื่นสีแดงและสีน้ำเงินลดลง และมีการสะท้อนคลื่นสีแดงสูงขึ้น จึงมองเห็นใบพืชเหล่านั้นเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาล

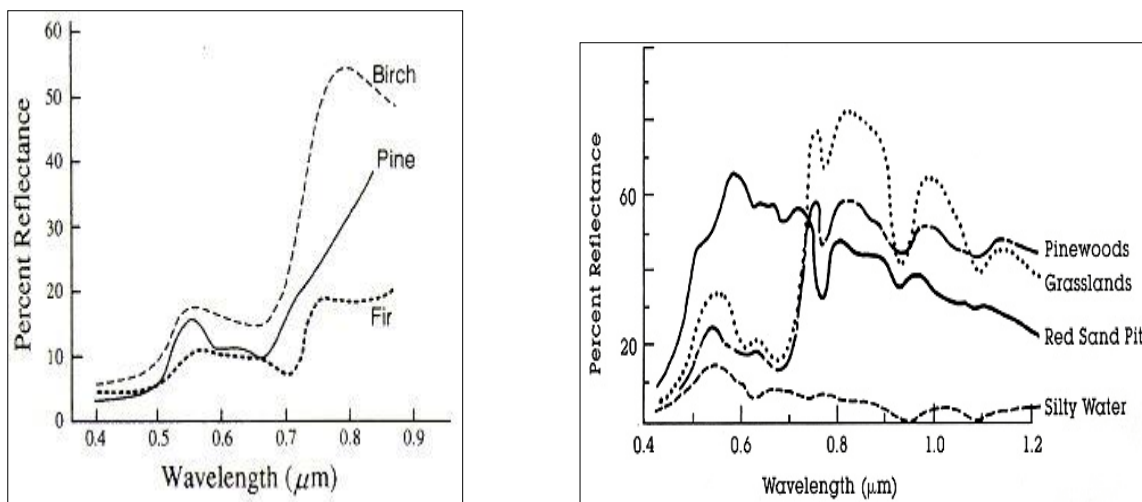


ภาพที่ 2.3.3 ลักษณะการสะท้อนพลังงานของพืชสีเขียวที่สมบูรณ์ (JARS, 1993)



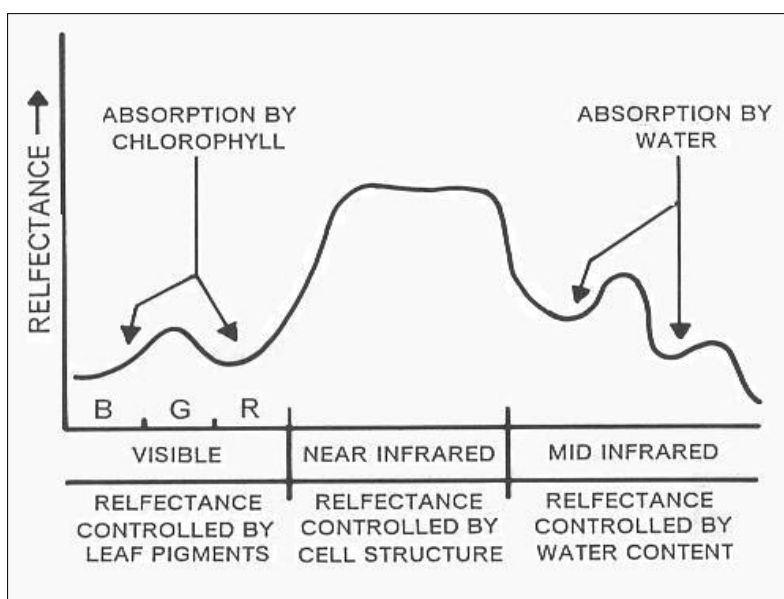
ภาพที่ 2.3.4 การดูดกลืนพลังงานของคลอโรฟิลล์ในใบพืชในช่วงที่ตามองเห็น
(สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2534)

2) ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (0.72-1.3 μm) ใบพืชสะท้อนพลังงานสูงประมาณ 50% ของพลังงานที่ตกกระทบ พลังงานอีกร้อยละ 40 จะถูกส่งผ่าน ขณะที่ใบพืชจะดูดซับพลังงานในช่วงคลื่นนี้เพียงร้อยละ 5 เท่านั้น การสะท้อนพลังงานในระดับสูงของช่วงคลื่นนี้ เนื่องจากคลอโรฟิลล์ที่มีอยู่ในใบพืชสามารถตอบสนองพลังงานที่มากกระทบในช่วงคลื่นนี้ได้ดี นอกจากนี้การสะท้อนในช่วงอินฟราเรดใกล้ยังช่วยในการจำแนกชนิดของพืชได้ เนื่องจากลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืช (Cell Structure) แต่ละชนิด มีการสะท้อนที่แตกต่างกันในช่วงคลื่นนี้ความผิดปกติของพืชนอกจากจะมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์แล้วยังทำให้โครงสร้างของใบเปลี่ยนไปด้วย ดังนั้นจึงสามารถใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้มาใช้ในการจำแนกชนิดของพืชพรรณ และช่วยวิเคราะห์ความผิดปกติของพืชพรรณได้อีกด้วย แสดงกราฟการสะท้อนพลังงานของพืชพรรณธรรมชาติกับพืชพรรณเทียม ซึ่งมีการสะท้อนแสงเหมือนกันในช่วงที่สายตามองเห็น (Visible Bands) แต่จะแตกต่างกันอย่างมากในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared) นอกจากโครงสร้างของใบพืชแล้ว จำนวนชั้นหรือความหนาแน่นของใบว่ามีอิทธิพลต่อการสะท้อนพลังงานของพืชพรรณ โดยบริเวณใดมีการจัดวางตัวของใบน้อยชั้น ก็จะมีปริมาณการสะท้อนพลังงานน้อย (Low Biomass) ในหลักการเบื้องต้นของทางกลับกันถ้ามีการจัดวางตัวของใบพืชหลายชั้น การส่งผ่านพลังงานระหว่างใบแต่ละชั้นจะมีทำให้เกิดการสะท้อนกลับอีกชั้นหนึ่งเป็นผลให้ปริมาณการสะท้อนพลังงานมีมากขึ้น (พัฒนา, 2536)



ภาพที่ 2.3.5 ลักษณะการสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ของพืชต่างชนิด (JARS, 1993)

3) ช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (1.3-3.0 μm) ค่าการสะท้อนพลังงานของใบพืชจะแปรผันกับปริมาณน้ำทั้งหมดในใบพืช ซึ่งพลังงานส่วนใหญ่จะถูกดูดกลืนหรือสะท้อนและมีการส่งผ่านน้อยมาก ในช่วงคลื่น 1.4 μm 1.9 μm และ 2.7 μm จะมีการสะท้อนพลังงานน้อยที่สุด เนื่องจากอิทธิพลของน้ำในใบพืชจะดูดกลืนพลังงานเอาไว้ความยาวคลื่นช่วงนี้เรียกว่า Water Absorption Bands ในขณะที่ช่วงคลื่น 1.6 μm และ 2.2 μm ใบพืชจะสะท้อนพลังงานสูงขึ้น เนื่องจากความผันแปรของปริมาณน้ำในใบพืช ดังนั้นค่าการสะท้อนพลังงานของใบพืชจึงผันแปรไปตามปริมาณน้ำทั้งหมดในใบพืชสำหรับช่วงคลื่นดังกล่าว การสะท้อนแสงในช่วงคลื่นนี้สามารถนำไปสำรวจอาการผิดปกติของพืชได้



ภาพที่ 2.3.6 การดูดกลืนพลังงานของน้ำในใบพืชในช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (Barrett and Curtis, 1995)

ลักษณะการสะท้อนพลังงานของดิน

ลักษณะการสะท้อนพลังงานของดิน หรือ Spectral Signature Curve ของดินจะมีลักษณะสม่ำเสมอ และค่อนข้างราบเรียบ โดยความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนพลังงานของดินกับความยาวคลื่นมีความแปรปรวนน้อย และปริมาณการสะท้อนพลังงานจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ สัมพันธ์กับการเพิ่มของความยาวคลื่น อย่างไรก็ตามดินมีองค์ประกอบทั้งทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมีผสมกันอยู่ ดังนั้นความสัมพันธ์อันซับซ้อนขององค์ประกอบเหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อการสะท้อนพลังงานของดิน โดยองค์ประกอบเหล่านี้ คือ ความชื้นในดิน (Moisture content) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Amount of Organic Matter) ปริมาณเหล็กออกไซด์ (Amount of Iron Oxide) ลักษณะเนื้อดิน (Soil Texture) และ ความขรุขระของผิวดิน (Roughness) โดยองค์ประกอบเหล่านี้มีความซับซ้อนและสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เช่น ลักษณะเนื้อดิน มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดิน ดินทรายหยาบมีการระบายน้ำดีจะสะท้อนพลังงานสูง ดินละเอียดมีการระบายน้ำเลวจะสะท้อนพลังงานต่ำ ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงจะมีสีคล้ำดูดกลืนพลังงานสูงในช่วงสายตามองเห็น เช่นเดียวกับดินที่มีเหล็กออกไซด์ในปริมาณสูง จะปรากฏเป็นสีเข้ม เนื่องจากการสะท้อนพลังงานลดลง ดินที่มีผิวขรุขระมากก็จะทำให้การสะท้อนของพลังงานลดลงเช่นเดียวกัน แสดงลักษณะการสะท้อนพลังงานของดินชนิดต่างๆ ในสภาพความชื้นค่าองค์ประกอบของดินทั้งห้านี้ มีความสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน และยังอาจส่งผลต่อองค์ประกอบอื่นๆ สำหรับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ของดินกับลักษณะการสะท้อนพลังงานของดิน สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ (พัฒนา, 2536 และ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2534)

1) ลักษณะเนื้อดินกับความชื้นในดินมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการสะท้อนพลังงานของดิน ลักษณะเนื้อดินเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดการอุ้มน้ำของดิน เนื้อดินแบ่งออกเป็น 3 ประเภท โดยการพิจารณาถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดดิน คือ ดินเหนียว ดินร่วน และดินทราย เม็ดดินที่มีขนาดเล็กจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงความชื้นในดินจะมีผลต่อการสะท้อนพลังงานของดิน โดยทำให้เกิด Water Absorption Bands ในช่วงความยาวคลื่น $1.4\ \mu\text{m}$ $1.9\ \mu\text{m}$ และ $2.7\ \mu\text{m}$ ลักษณะการดูดซับพลังงานของความชื้นในดินจะลดลงเมื่อความชื้นในดินลดลงเช่นกัน

2) ลักษณะเนื้อดินกับผิวหน้าดิน โดยการเรียงตัวของเม็ดดินมีอิทธิพลต่อความขรุขระของผิวหน้าดิน ดินทรายจะมีลักษณะผิวหน้าที่ขรุขระมากกว่าดินเหนียวและดินร่วน เนื่องจากดินทรายมีขนาดของเม็ดดินใหญ่กว่าทำให้มีผิวหน้าขรุขระจึงมีการสะท้อนพลังงานได้ดี

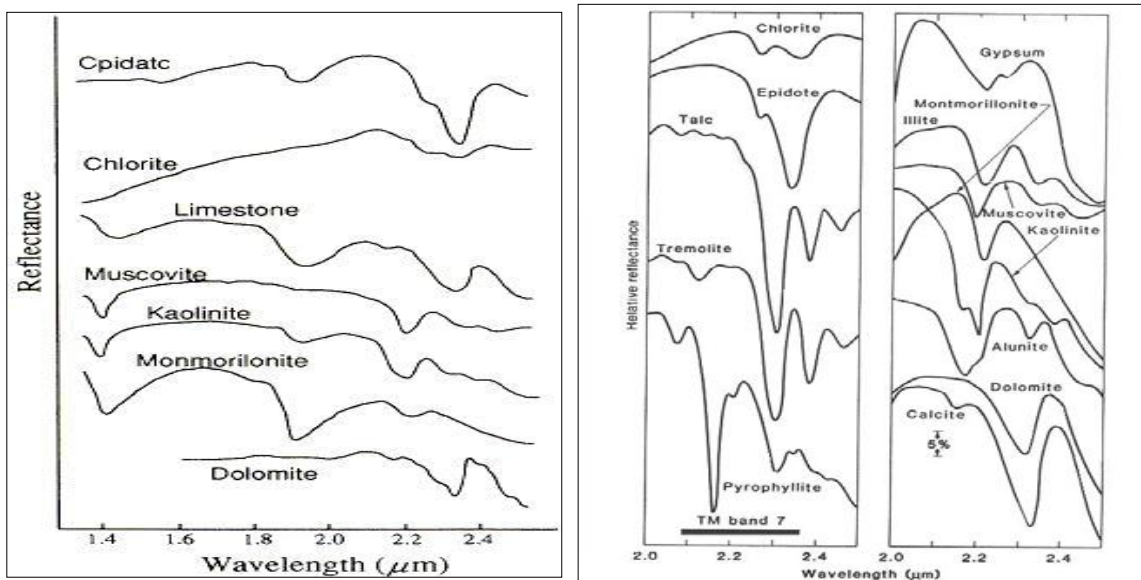
3) อินทรีย์วัตถุในดิน ดินที่มีอินทรีย์วัตถุผสมอยู่มากจะดูดซับพลังงานได้มาก โดยเฉพาะในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นการดูดซับพลังงานมีมาก ทำให้มองเห็นดินมีสีคล้ำ

4) ออกไซด์ของเหล็กในดินจะทำให้ดินมีสีแดง ถึงแดงคล้ำซึ่งเป็นตัวดูดกลืนพลังงานในช่วง 0.5-1.1 μm การสะท้อนพลังงานจึงลดน้อยลง

5) ปริมาณความชื้น, ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณเหล็กออกไซด์ในดิน มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับการสะท้อนพลังงาน

6) พื้นผิวที่ค่อนข้างเรียบจะสะท้อนพลังงานได้ดีกว่าพื้นผิวที่ขรุขระ

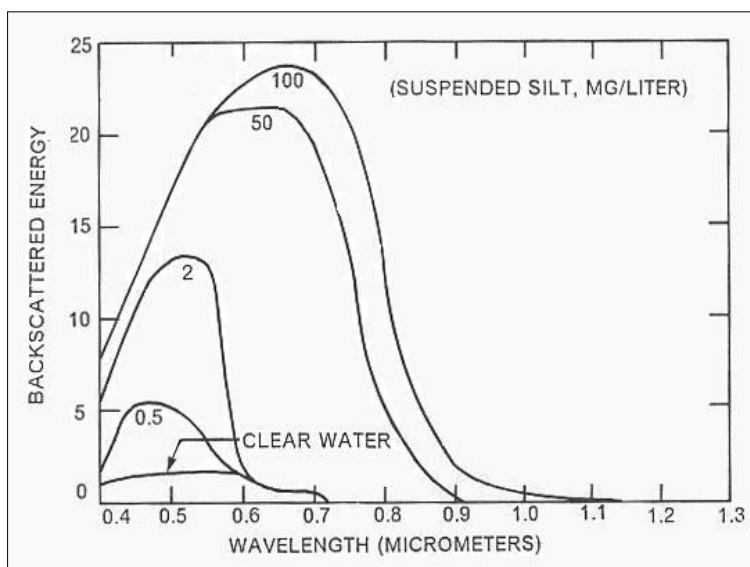
7) เนื้อดินที่มีขนาดเล็กจะสะท้อนพลังงานได้ดีกว่าเนื้อดินขนาดใหญ่



ภาพที่ 2.3.7 ลักษณะ Spectral Signature ของ หินและแร่ธาตุ (Clay Minerals) ต่างๆ จะแยกประเภทได้ชัดเจนในช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (1.3-3.0 μm) (JARS, 1993 และ Barrett and Curtis, 1995)

ลักษณะการสะท้อนพลังงานของน้ำ

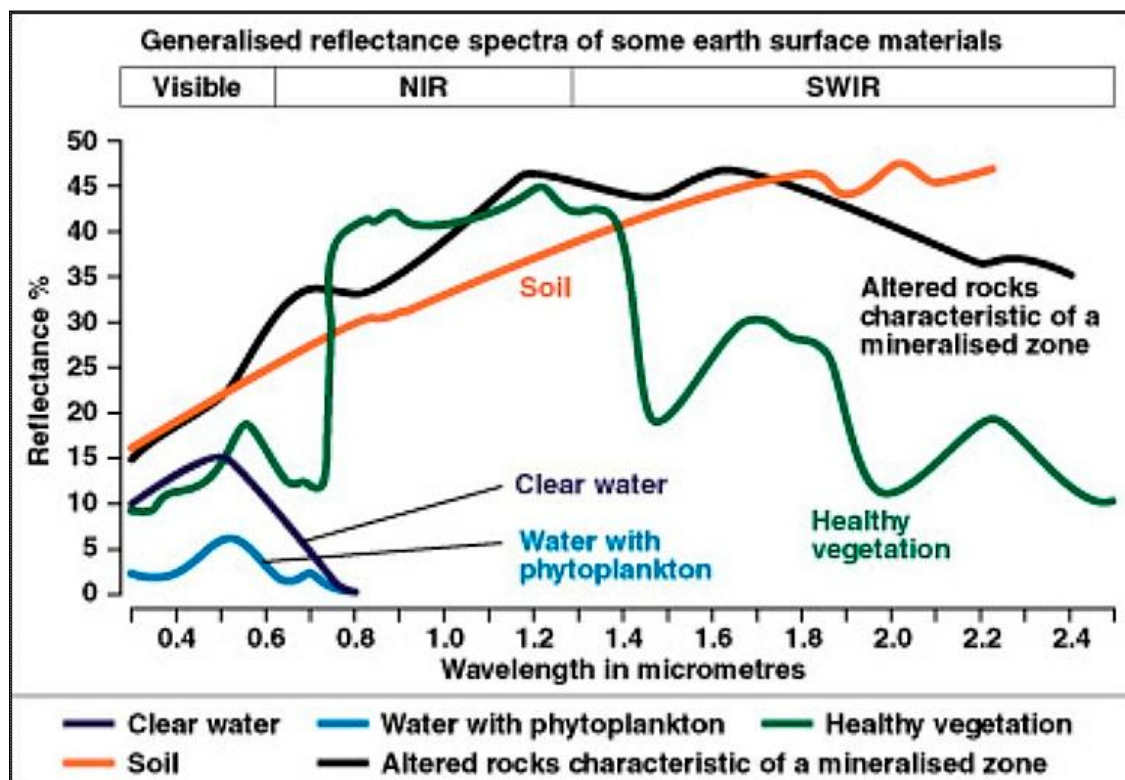
การสะท้อนพลังงานของน้ำมีลักษณะต่างจากวัตถุอื่นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงคลื่นอินฟราเรดสะท้อน (Reflective Infrared: $0.7\text{ }\mu\text{m}$ เป็นต้นไป) จะมีการดูดกลืนพลังงานมาก ทำให้หาตำแหน่งและขอบเขตของแหล่งน้ำได้ง่าย โดยจะปรากฏเป็นสีดำ แตกต่างจากพืชและดินอย่างชัดเจน ธรรมชาติของน้ำมีลักษณะการสะท้อนพลังงานที่สำคัญ คือ มีการสะท้อนพลังงานสูงในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น ($0.4\text{--}0.75\text{ }\mu\text{m}$) โดยสะท้อนพลังงานสูงสุดในช่วงคลื่นประมาณ $0.57\text{ }\mu\text{m}$ เนื่องจากน้ำที่ปรากฏอยู่บนผิวโลกมีหลายสภาพด้วยกัน เช่น น้ำขุ่น น้ำใส หรือน้ำที่มีสารต่างๆ เจือปน ดังนั้นการสะท้อนพลังงานจึงแตกต่างกันออกไปโดยน้ำใสจะดูดกลืนพลังงานเล็กน้อยในช่วงคลื่นต่ำกว่า $0.6\text{ }\mu\text{m}$ การส่งผ่านพลังงานเกิดขึ้นสูงในช่วงแสงสีน้ำเงิน เขียว แต่น้ำที่มีตะกอนหรือสิ่งเจือปน การสะท้อน และการส่งผ่านพลังงานจะเปลี่ยนไป เช่น น้ำที่มีสิ่งต่างๆ เจือปน หรือน้ำขุ่น (Turbid Water) เช่น มีตะกอนดิน หรือสารเคมีบางประเภท จะสะท้อนพลังงานมากกว่าน้ำใส (Clear Water) เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาการกระจัดกระจายกลับ (Back Scattering) แต่ถ้ามีสารคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) หรือพืชที่เจือปนอยู่ในน้ำมากขึ้น การสะท้อนช่วงคลื่นสีน้ำเงินและสีแดงจะลดลง แต่จะมีการสะท้อนพลังงานเพิ่มขึ้นในช่วงคลื่นสีเขียว ซึ่งอาจใช้เป็นประโยชน์ในการติดตามและคาดคะเนปริมาณสาหร่าย นอกจากนี้ข้อมูลการสะท้อนพลังงานยังเป็นประโยชน์ในการสำรวจคราบน้ำมันและมลพิษจากโรงงานได้



ภาพที่ 2.3.8 การสะท้อนพลังงานของน้ำเมื่อน้ำมีปริมาณสารแขวนลอยที่แตกต่างกัน น้ำที่มีตะกอนแขวนลอยอยู่มากจะสะท้อนพลังงานสูงกว่าน้ำใส (Barrett and Curtis, 1995)

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมส่วนใหญ่จะมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ

- 1) การค้นหาแหล่งน้ำและการกำหนดขอบเขตของแหล่งน้ำ
- 2) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเนื่องจากน้ำสามารถสะท้อนพลังงานได้ดีในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น โดยสะท้อนได้มากที่สุดในช่วงคลื่น $0.57 \mu\text{m}$ การมีสารแขวนลอยอยู่ในน้ำ จะส่งผลต่อการสะท้อนพลังงานของน้ำ



ภาพที่ 2.3.9 การสะท้อนพลังงานของน้ำที่มีคลอโรฟิลล์ของพืชใต้น้ำหรือของแพลงตอนพืชที่มีอยู่ในน้ำ จะมีบทบาทต่อการดูดซับพลังงานในช่วงสีแสงและน้ำเงิน และจะสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นสีเขียวออกมา

(Barrett and Curtis, 1995)

2.4 การผสมสีภาพถ่ายดาวเทียม

ข้อมูลจากดาวเทียมแต่ละแบนด์ที่เป็นข้อมูลภาพขาวดำ (Grayscale Image) สามารถนำมาซ้อนทับกันได้ครั้งละ 3 แบนด์ โดยแทนที่แต่ละแบนด์ด้วยแม่สีแสงบวก(Additive Primary Color) 3 สีหลัก คือ สีน้ำเงิน (Blue) สีเขียว (Green) และสีแดง (Red) เมื่อนำมาซ้อนทับกัน ทำให้ได้ภาพสีผสม มีสีต่าง ๆ ปรากฏขึ้นตามทฤษฎีสี คือ การซ้อนทับของแม่สีบวกแต่ละคู่ จะให้แม่สีลบ (Subtractive Primary Color) คือ สีเหลือง (Yellow) สีบานเย็น (Magenta) และสีฟ้า (Cyan) ดังนี้

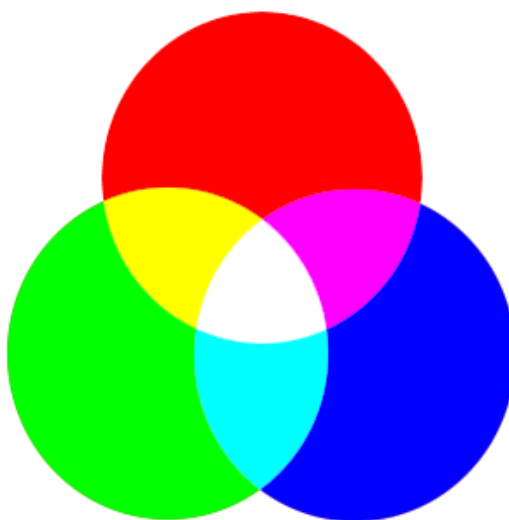
สีแดง (R) + สีเขียว (G) => สีเหลือง (Yellow)

สีแดง (R) + สีน้ำเงิน (B) => สีบานเย็น (Magenta)

สีน้ำเงิน (B) + สีเขียว (G) => สีฟ้า (Cyan)

สีน้ำเงิน (B) + สีเขียว (G) + สีแดง (R) => สีขาว (White)

สีเหลือง (Y) + สีบานเย็น (M) + สีฟ้า (C) => สีดำ (Black)



ภาพที่ 2.4.1 ระบบสี RGB (<http://lightpigment.com/rgb.html>, 2554)

2.5 ดัชนีพืชพรรณ

ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) เป็นค่าที่บอกถึงสัดส่วนของพื้นที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณ โดยหาจากความแตกต่างของการสะท้อนของการสะท้อนของพื้นผิวระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) กับคลื่นที่มองเห็นด้วยสีแดง (RED) และเมื่อนำค่าผลบวกของการสะท้อนของช่วงคลื่นทั้งสองมาหารกับผลต่าง ดังสมการที่ 2.5.1 จะเป็นการปรับค่าของผลต่างให้อยู่ในช่วงระหว่าง -1 ถึง 1 ซึ่งช่วยให้แปลผลผลลัพธ์ง่ายขึ้น และดัชนีนี้เรียกว่า Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

ดัชนีพืชพรรณมีความสัมพันธ์กับค่าการสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นตามมองเห็นและช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ โดยพืชพรรณต่างๆจะมีค่าการสะท้อนที่สูงในคลื่นช่วงอินฟราเรดใกล้ทำให้ผลต่างมีค่าเป็นบวก ในขณะที่ดินจะมีค่าการสะท้อนใกล้เคียงกันระหว่างสองคลื่นช่วงคลื่นทำให้ผลต่างมีค่าใกล้เคียงกับศูนย์ ส่วนน้ำจะมีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ค่อนข้างต่ำทำให้ผลต่างมีค่าเป็นลบ

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad \text{สมการที่ 2.5.1}$$

โดย NIR = ค่าการสะท้อนของพื้นผิวในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

RED = ค่าการสะท้อนของการพื้นผิวในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง

ค่า NDVI จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 สามารถจำแนกดิน น้ำ และพืชออกจากกันได้ โดยกรณีที่พื้นผิวเป็นน้ำ NDVI จะมีค่าต่ำกว่า 0 หรือติดลบ กรณีที่มีพืชพรรณปกคลุม NDVI จะมีค่าเป็นบวก ยังมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีค่าพืชพรรณปกคลุมหนาแน่นมากขึ้น ส่วนกรณีที่พื้นผิวเป็นดินเปิดโล่งหรือเป็นพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมต่ำมาก NDVI มีค่าประมาณ 0-0.16

2.6 การประเมินความแม่นยำของการจำแนกประเภทข้อมูล

การประเมินความแม่นยำของการจำแนกประเภทข้อมูล (Calculating Classification Accuracy) เป็นขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับงานจำแนกประเภทข้อมูลดาวเทียม ข้อมูลภาคสนามที่จำเป็น คือ ก่อนการจำแนกรายละเอียดข้อมูลเพื่อตรวจสอบลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นและตำแหน่งที่สัมพันธ์กันกับข้อมูล และหลังการจำแนกรายละเอียดข้อมูลเพื่อการประเมินความแม่นยำของการจำแนกประเภทข้อมูล (Calculating Classification Accuracy) ว่าผลการจำแนกมีความน่าเชื่อถือเพียงพอ และมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด (สมพร, 2538)

การตรวจสอบภาคสนามใช้วิธีการรังวัดตำแหน่งพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS) ประกอบกับแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 แล้วจึงนำมาประเมินความแม่นยำด้วยวิธีการตรวจสอบการปะปนกันระหว่างประเภทข้อมูล (Error Matrix)

1. วิธีการตรวจสอบการปะปนกันระหว่างประเภทข้อมูล สามารถตรวจสอบจากตารางปะปนระหว่างประเภทข้อมูล(Error Matrix) ซึ่งเป็นตารางที่นำผลลัพธ์ของการจำแนกประเภทข้อมูลมาซ้อนทับบริเวณพื้นที่ที่มีข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ที่ดินตามสภาพจริง เช่น แผนที่การใช้ที่ดินจุดตัวอย่างที่เลือกไว้ก่อนการจำแนก หรือตัวอย่างจากการสำรวจภาคสนาม (Ground-Truth) แล้ว เปรียบเทียบว่าบริเวณที่ถูกจำแนกแต่ละประเภทมีความถูกต้องตรงกับสภาพความเป็นจริงอยู่เท่าไร โดยการสร้างตารางจะกำหนดให้แนวตั้ง (Columns) แสดงจำนวนจุดที่มีตรงกับค่าที่ได้จากสนามและในแนวนอน(Row) แสดงจำนวนจุดที่ได้จากการแปลภาพ ในกรณีที่การประเมินมีความถูกต้องสูงมากจะได้ตารางที่มีจำนวนจุดในแนวทแยงมุมของตารางเป็นจำนวนมาก โดยสามารถทดสอบความแม่นยำของการจำแนกประเภทข้อมูลแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี ดังนี้

1.1 การทดสอบความแม่นยำทั้งหมด (Overall Accuracy) สามารถคำนวณได้โดยใช้ผลรวมของจำนวนจุดภาพที่จำแนกได้ถูกต้อง (ปรากฏตามแนวเส้นทแยงของตารางหลัก)หารด้วยจำนวนจุดภาพทั้งหมดและคำนวณออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์

1.2 การทดสอบโดยใช้ความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกขาดหายไป (Omission Error หรือ Producer's Accuracy) คำนวณได้โดยใช้จุดภาพที่จำแนกที่จำแนกถูกต้องทั้งหมดของชั้นข้อมูลหนึ่งหารด้วยจำนวนจุดภาพทั้งหมดของชั้นข้อมูลนั้น ซึ่งได้จากการสำรวจภาคสนาม (ผลรวมตามแนวตั้ง)

1.3 การทดสอบความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกเกินมา หรือมีข้อมูลอื่นปลอมปนอยู่ (Commission Error หรือ User's Accuracy) คำนวณได้โดยใช้จำนวนจุดภาพที่จำแนกถูกต้องทั้งหมดของชั้นข้อมูลหนึ่งๆหารด้วยจำนวนจุดภาพทั้งหมดของชั้นข้อมูลนั้นที่นำมาจำแนกประเภท (ผลรวมตามแนวนอน) จะแสดงถึงความเป็นไปได้ที่ว่าจำนวนจุดภาพที่ถูกจำแนกในภาพเป็นตัวแทนของภาคพื้นสนามจริงๆ

2. วิธีการวิเคราะห์ความสอดคล้องของการจำแนกภาพ ในการศึกษาี้ จะทำการศึกษาโดยใช้วิธีแคปปา ซึ่งเป็นการคำนวณดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลตารางที่มีจำนวนชั้นเท่านั้น ค่าดัชนีแคปปา ค่าดัชนีแคปปา จะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยค่าแคปปาเข้าใกล้ 1 หรือ มีค่าเท่ากับ 1 หมายถึง ข้อมูลมีความสอดคล้องสูง

2.7 ดาวเทียม LANDSAT

โครงการดาวเทียม LANDSAT เดิมเป็นโครงการขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NASA) ต่อมาได้มีการโอนกิจการดาวเทียม LANDSAT ให้ EOSATซึ่งเป็นบริษัทเอกชน เพื่อดำเนินการในเชิงพาณิชย์ มีระบบเก็บข้อมูลชนิดหลายช่วงคลื่น (Multispectral Scanner หรือ MSS) 4 ช่วงคลื่นหรือแบนด์ ซึ่งข้อมูลจากระบบหลายช่วงคลื่น (MSS) 1 ภาพ ครอบคลุมพื้นที่ 185 X 185 ตาราง กิโลเมตร มีรายละเอียดข้อมูล 80 X 80 เมตร

ต่อมาได้มีการพัฒนาระบบเก็บข้อมูลอีกระบบหนึ่งได้รับการปรับปรุงให้ได้รายละเอียดดีกว่าระบบ MSS คือระบบ Thematic Mapper (TM) โดยมี 7 ช่วงคลื่น (แบนด์) มีรายละเอียดของข้อมูล 25 เมตร X 25 เมตร แต่ละแบนด์มีประโยชน์ดังนี้

แบนด์ 1 ใช้ในการทำแผนที่บริเวณชายฝั่งแยกความแตกต่างระหว่างดินและพืชพรรณ

แบนด์ 2 ใช้ประเมินความแข็งแรงของพืช

แบนด์ 3 ใช้แยกชนิดของพืชพรรณ

แบนด์ 4 ใช้ประเมินปริมาณของมวลชีวภาพ (Biomass) และจำแนกแหล่งน้ำ

แบนด์ 5 ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นของดินความแตกต่างระหว่างเมฆกับหิมะ

แบนด์ 6 ใช้หาแหล่งพลังงานความร้อน

แบนด์ 7 ใช้จำแนกชนิดของหิน และการทำแผนที่แสดงบริเวณพลังความร้อนจากน้ำ (Hydrothermal)



ภาพที่ 2.7.1 ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM

ที่มา : สำนักพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (2546)

2.8 ดาวเทียม SMMS

SMMS ย่อมาจาก Small Multi-Mission Satellite มีการจัดส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร เมื่อวันที่ 6 กันยายน 2551 จากสถานี จัดส่งดาวเทียมที่เมืองไท่หยวน (TSLC) ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนและดาวเทียม SMMS ถูกจัดส่งขึ้นไปพร้อมกับ ดาวเทียม HJ-1B เพื่อจัดทำเป็น โครงข่ายดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจสภาพแวดล้อมและเตือนภัยพิบัติ (แบ่งการดำเนินการเป็น 2 ระยะรวมทั้งสิ้น 8 ดวง) โครงการประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียม SMMS ทั้งนี้สาธารณรัฐประชาชนจีนยินดีแบ่งปันข้อมูลของดาวเทียม SMMS (HJ-1A) และ HJ-1B โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

วัตถุประสงค์ ของ ดาวเทียม SMMS 4 ข้อ คือ

1. เผยแพร่ภาพถ่ายดาวเทียม SMMS
2. จัดสร้างแผนที่พิกัดมาตรฐาน เพื่อใช้ในการอ้างอิง
3. ติดตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรโลก
4. พัฒนาน้องความรู้ร่วมกับหน่วยงานต่างๆ

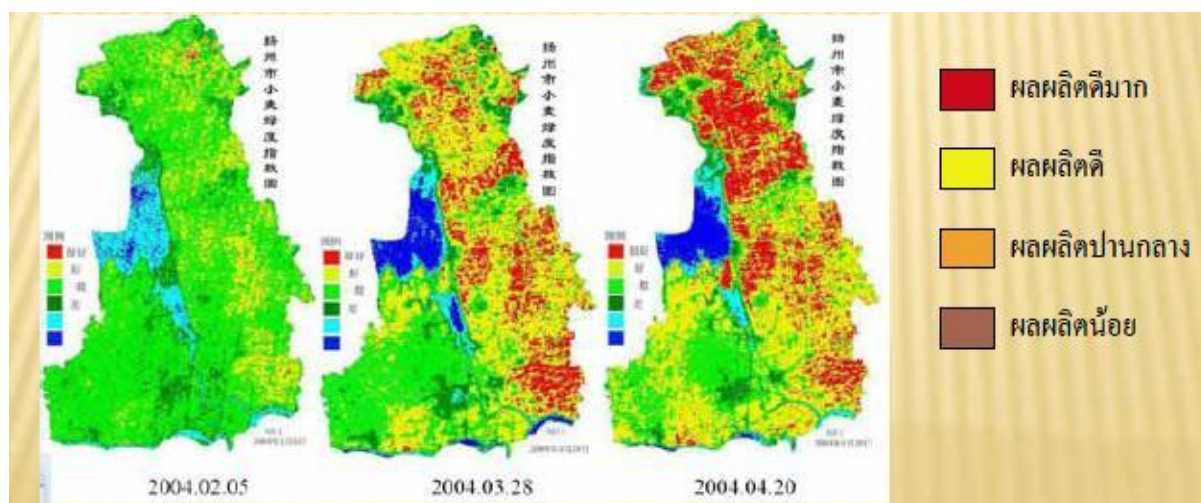
คุณสมบัติของดาวเทียม SMMS มีดังต่อไปนี้

- ดาวเทียมวงโคจรต่ำ (LOW Earth Orbit) ส่งขึ้นสู่วงโคจรในแนวเหนือใต้หรือ Sun-Synchronous Polar Orbit
- เป็นดาวเทียมเพื่อการวิจัยด้านการสื่อสารในย่าน Ka-Band
- ความถี่ขาขึ้น 29.2 GHz และความถี่ขาลง 18.72 GHz
- ติดตั้งกล้องถ่ายภาพสีแบบ CCD Multi-Spectrum จำนวน 2 ชุด สามารถถ่ายภาพได้กว้าง 700 กิโลเมตร
- ติดตั้งกล้องถ่ายภาพแบบ Hyper-Spectrum ที่สามารถถ่ายภาพได้ถึง 128 แถบความถี่
- น้ำหนักประมาณ 510 กิโลกรัม
- มีอายุการใช้งาน 3 ปี
- ดาวเทียม SMMS จะมีทั้งหมด 4 แบนด์ คือ Blue Green Red และ Near Infrared

จากผลการศึกษารายละเอียดข้อมูลจากดาวเทียม SMMS ตามโครงการดังกล่าว พบว่า ข้อมูล CCD ที่ความละเอียดจุดภาพ 30 เมตรนั้นมีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงมากกับข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-5 TM ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับการยอมรับในการนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย ส่วนข้อมูล HSI นั้นเป็นข้อมูลที่ใหม่มากสำหรับประเทศไทย จึงต้องมีการศึกษาในเชิงลึกถึงการนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างเหมาะสมอีกครั้ง

อย่างไรก็ตาม จากการวิจัยข้อมูล HSI เบื้องต้นแสดงให้เห็นว่ามีศักยภาพในการแยกแยะองค์ประกอบหรือประเภทของวัตถุบนพื้นโลกได้อย่างหลากหลาย และดีกว่าข้อมูล CCD จึงทำให้สามารถนำมาใช้ได้หลายๆ ด้าน เช่น การแยกประเภทและอายุพืช การประเมินปริมาณแร่ธาตุและความชื้นในดิน เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาวิจัยต่อเนื่องเพื่อจัดทำเป็นข้อมูลสารสนเทศด้านการเกษตรของประเทศได้ ส่วนข้อมูล CCD นั้น สามารถนำมาผสานกับข้อมูลความสูงเชิงเลข (DEM) เพื่อจัดสร้างเป็นภาพพื้นผิว 3 มิติ และนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ ได้ เช่น การเฝ้าระวังภัยพิบัติดินถล่ม น้ำท่วม การบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ และการจัดการสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

ส่วนการวิเคราะห์ห่วงโซ่ของดาวเทียม SMMS พบว่า พาดผ่านประเทศไทยถึง 20 วัน จากคาบวงโคจร 31 วัน และในแต่ละรอบ สามารถบันทึกภาพกว้างได้ถึง 700 กิโลเมตร จึงมีโอกาสดำเนินการถ่ายภาพบริเวณของประเทศไทยสูงมาก และหากรวมดาวเทียมดวงอื่นๆ ที่จะเข้าร่วมในโครงการแบ่งปันข้อมูลดาวเทียมสำรวจโลกภายใต้ความร่วมมือองค์การ APSCO แล้ว จะยิ่งทำให้ประเทศไทยสามารถเข้าถึงข้อมูลดาวเทียมหลายดวงและหลายรูปแบบ อันเป็นการสร้างความมั่นคงในด้านข้อมูลดาวเทียมและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำข้อมูลสารสนเทศของประเทศไทยในอนาคตได้



ภาพที่ 2.8.1 ตัวอย่างการแปลผลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม SMMS ณ เมืองยางโจว
ที่มา : การใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SMMS (2552)

2.9 โปรแกรม ERDAS IMAGE



ภาพที่ 2.9.1 ภาพเครื่องมือฟังก์ชันต่างๆของโปรแกรม ERDAS IMAGE 8.4

จากการที่เทคโนโลยีและการใช้งานภาพถ่ายดาวเทียม และภาพถ่ายทางอากาศ ประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย และการนำข้อมูลภาพไปใช้งานต่าง ๆ เช่น งานด้านการจัดการทรัพยากร งานจัดการป่าไม้ งานเกษตรกรรม งานโทรคมนาคม วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม การสำรวจหาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ งานการวางแผนและการวางผังเมือง และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางพื้นที่ หรือการใช้งานร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลภาพเป็นแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการตัดสินใจ วิเคราะห์ปัญหาทางพื้นที่ ด้วยโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และง่ายต่อการใช้งาน ในการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลภาพ และเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ERDAS IMAGE ด้วยระบบการทำงานแบบ Graphical User Interface ที่ง่ายต่อการใช้งาน จึงมีประสิทธิภาพในการทำแผนที่ภาพถ่าย วิเคราะห์ข้อมูลภาพได้โดยง่าย และมี Visualization Tool ที่ให้ผู้นำข้อมูลภาพที่มีความแตกต่างของชนิดข้อมูลภาพ มาใช้งานร่วมกันได้อย่างสะดวกรวดเร็ว มีเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการทำกรปรับแก้ภาพ, วิเคราะห์ภาพ, การแสดงภาพทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติและการสร้างแผนที่ผลลัพธ์ AGINE ก็เป็นอีกหนี่งทางเลือกในการทำงานที่สะดวกรวดเร็ว

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

1. เครื่อง GPS จากภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

เนื่องจากการวิเคราะห์พื้นที่ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน สำนักชลประทานที่ 13 จำเป็นต้องออกพื้นที่จริง เพื่อเก็บข้อมูลและนำค่าที่สำรวจจากพื้นที่จริงมาเปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียม

2. ข้อมูลจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน สำนักชลประทานที่ 13

ใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูลของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน ว่าสอดคล้องและสัมพันธ์กันหรือไม่ เมื่อเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียมที่เรานำมาวิเคราะห์

3. โปรแกรม Microsoft Office Excel 2007

เมื่อทำการเก็บข้อมูลจากพื้นที่จริงแล้ว จะต้องนำพิกัดต่างๆ มาบันทึกด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 โดยบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์ CSV (MS-DOS) (.csv) เพื่อนำเข้าไปสู่สร้างโปรแกรม Quantum GIS Version 1.5.0 แล้วสร้างเป็นแผนที่พิกัดที่ทำการสำรวจข้อมูลด้วย GPS ต่อไป

4. โปรแกรม Quantum version 1.5.0

นำข้อมูลจาก โปรแกรม Microsoft Office Excel 2007 ซึ่งเป็นนามสกุล CSV (MS-DOS) (.csv) เข้าสู่โปรแกรม Quantum GIS version 1.5.0 เพื่อพล็อตจุดพิกัด และบันทึกเป็น Shapefile (.shp) เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ในโปรแกรม ERDAS IMAGINE Version 8.4 ต่อไป

5. โปรแกรม ERDAS IMAGINE Version 8.4

จากโปรแกรม ERDAS IMAGINE Version 8.4 ในโครงการนี้จะใช้งานอยู่ 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 การตีกรอบพื้นที่ที่สนใจ เพื่อให้ขนาดภาพมีขนาดเล็กลงและง่ายต่อการวิเคราะห์ ดัง

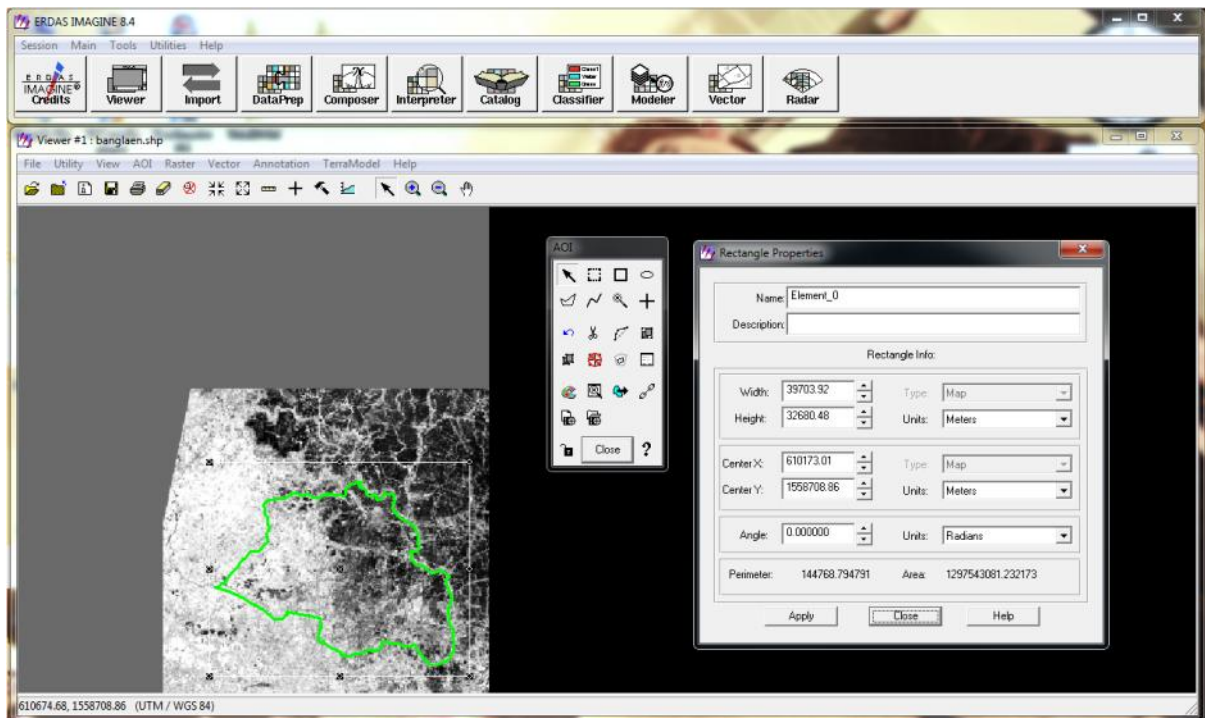
ตัวอย่างในภาพ 3.1.1

ส่วนที่ 2 การ Layer Stack เพื่อทำการรวมภาพถ่ายตามเทียม หลายๆ ภาพเข้าด้วยกันแล้วนำมา

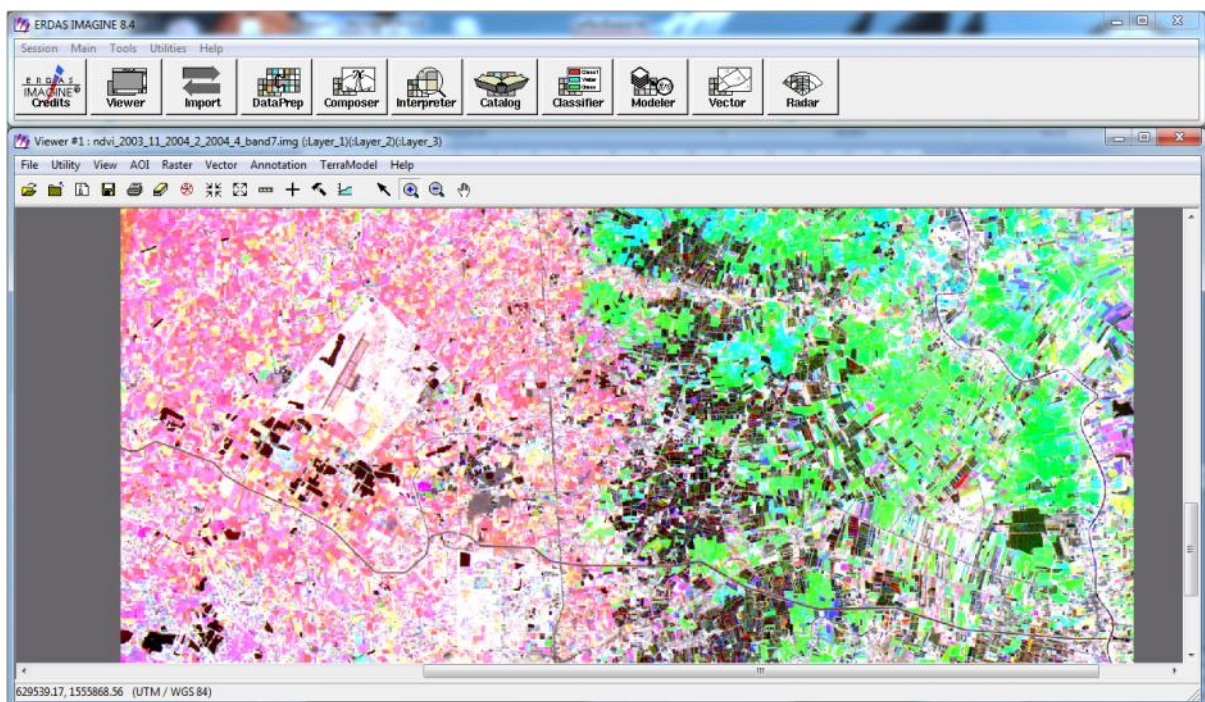
วิเคราะห์ ดังตัวอย่างในภาพ 3.1.2

ส่วนที่ 3 การทำขั้นตอน Supervised Classification เพื่อทำการแบ่งกลุ่มโดยตัวเราเป็นคนกำหนดว่า

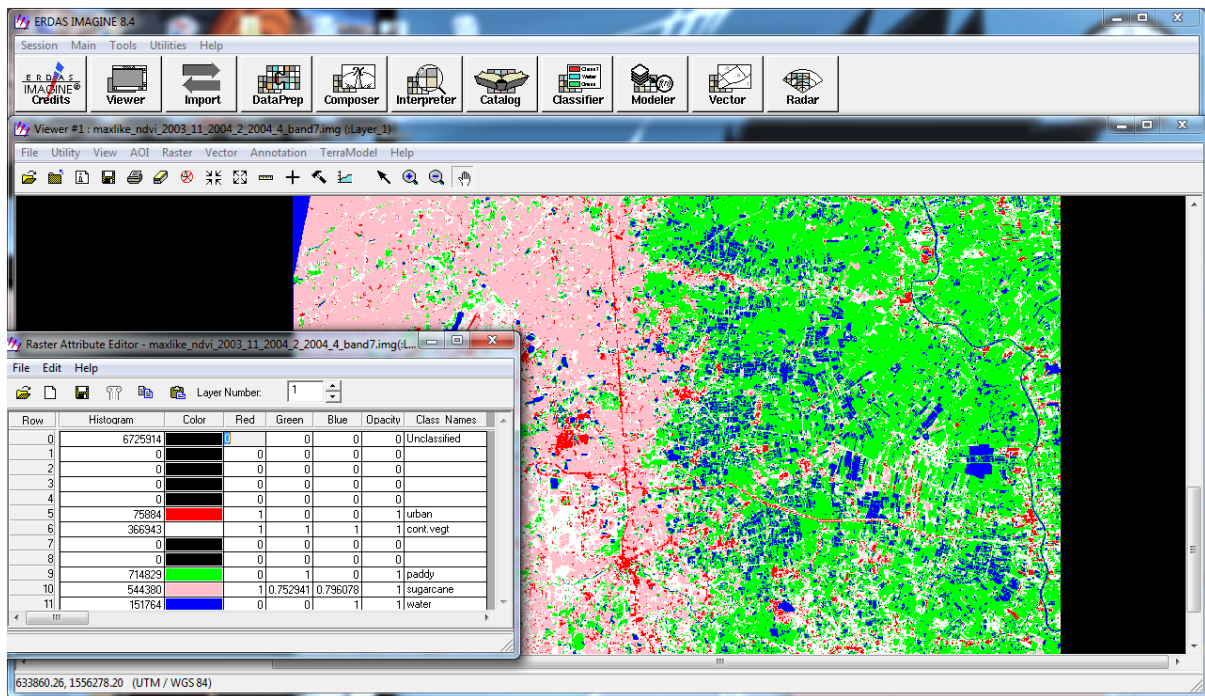
ในแต่ละสีควรเป็นพืชชนิดใด ดังตัวอย่างในภาพ 3.1.3



ภาพที่ 3.1.1 การตีกรอบพื้นที่ที่สนใจ



ภาพที่ 3.1.2 การทำ Layer Stack



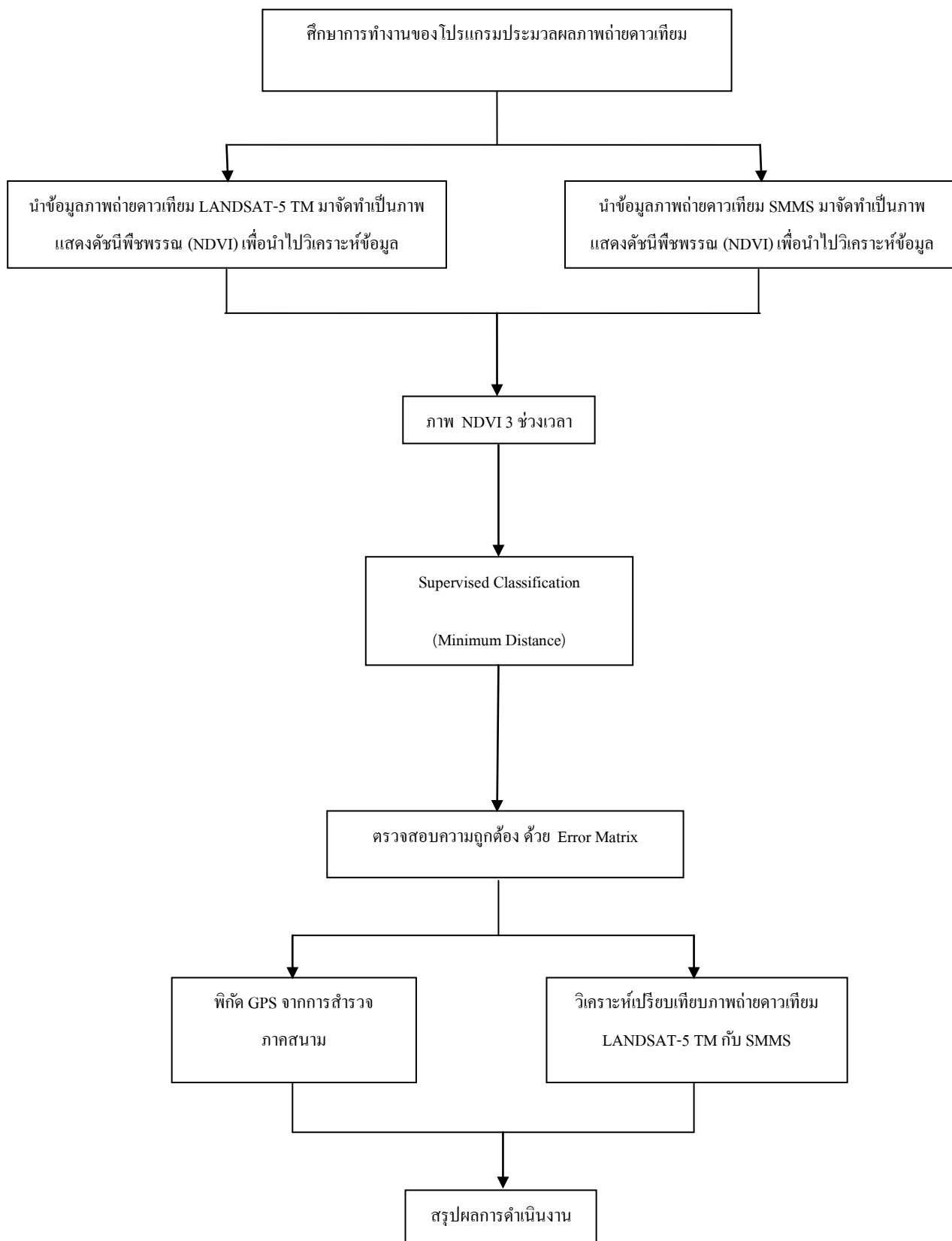
ภาพที่ 3.1.3 การทำขั้นตอนการทำขั้นตอน Supervised Classification

6. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

Processor: Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU T8300 @2.40GHz 2.40GHz RAM 2 GB HDD 250GB

3.2 วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลการทำงานเบื้องต้นของโปรแกรมประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม
2. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องของพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM, SMMS ที่ครอบคลุมพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน และข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยจากการสำรวจของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน
3. นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM และ SMMS มาประมวลผลทำเป็นภาพแสดงดัชนีพืชพรรณ (NDVI) แล้วนำมาซ้อนทับกันหลายช่วงเวลา
4. ทำการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธี Supervised Classification เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกอ้อย
5. ตรวจสอบความถูกต้องของการแปลผลภาพถ่าย
 - สามารถตรวจสอบได้โดยใช้เครื่อง GPS ออกสำรวจระบุพิกัดบริเวณโครงการฯ พร้อมทั้งดูว่าพื้นที่นั้นตรงกับผลการแปลผลของภาพหรือไม่
 - เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูกอ้อยจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM และ SMMS กับ ข้อมูลของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน
6. สรุปผลการดำเนินงานและ รวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งจัดทำรูปเล่มรายงาน



ภาพที่ 3.2.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 การเลือกแบนด์ในการแปลผล

การแปลผลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM กับ ดาวเทียม SMMS ได้เลือกใช้ ค่าดัชนีพืชพรรณ แบบนอมอลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) มาวิเคราะห์ โดยค่า NDVI หาได้จากสมการ ดังนี้

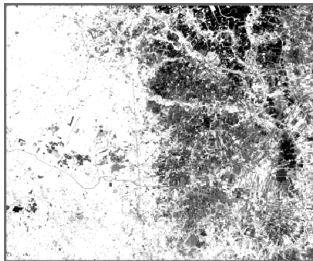
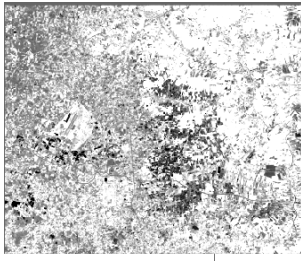
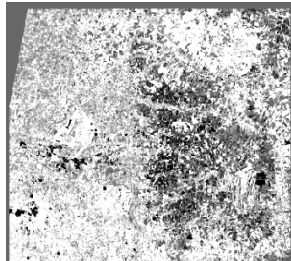
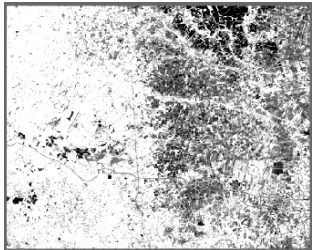
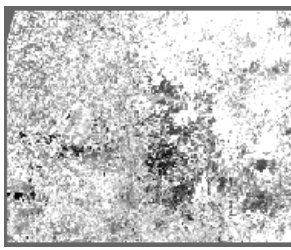
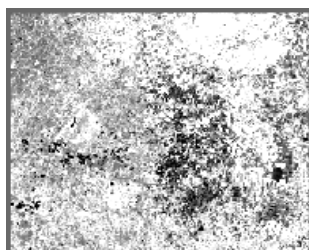
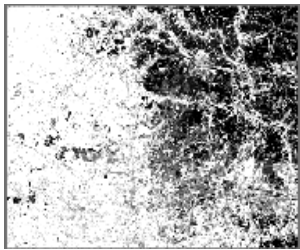
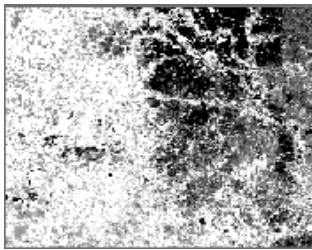
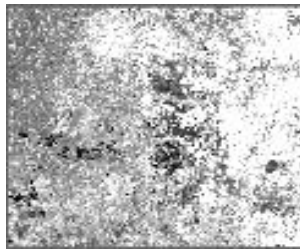
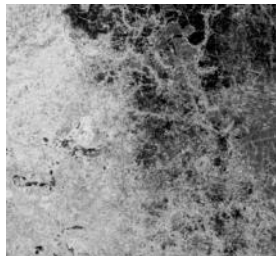
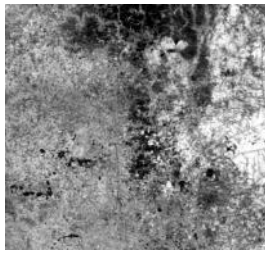
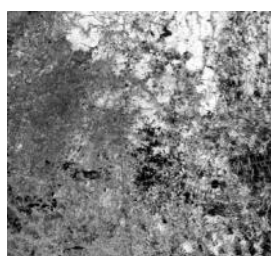
$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

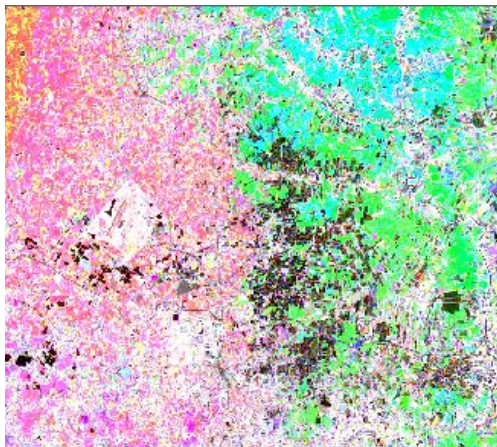
โดย NIR = ภาพแบนด์ที่ 4 (ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้)
RED = ภาพแบนด์ที่ 3 (ช่วงคลื่นแสงสีแดง)

ค่า NDVI จะแปรผันอยู่ระหว่าง -1 และ 1 โดยค่า 0 หมายถึง ไม่มีพืชมปกคลุมในบริเวณพื้นที่สำรวจ ในขณะที่ค่า 0.8 หรือ 0.9 หมายถึงมีพืชมปกคลุมหนาแน่นมากในพื้นที่ดังกล่าว ทั้งนี้โดยปกติค่านี้จะอยู่ระหว่าง 0.1 - 0.7

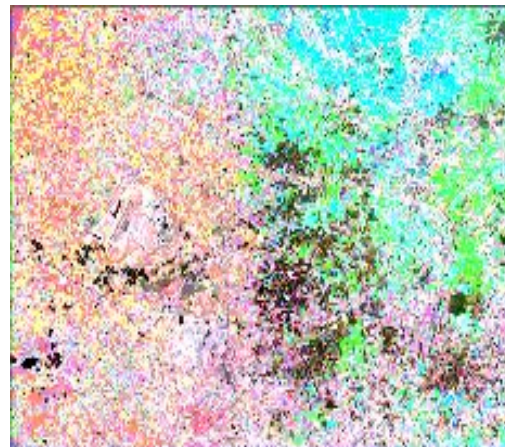
ทั้งนี้ในการศึกษาพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายางชุมน้อยมีการเพาะปลูกพืชพรรณที่หลากหลาย และมีการทำนาบางส่วน ในการศึกษาต้องคำนึงถึงความแตกต่างของปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วย ทั้งส่วนที่เป็น การแปรเปลี่ยนตามเวลา คือ การที่พื้นที่ผิวดินใดชนิดหนึ่ง มีค่าการสะท้อนแสงที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา เช่น ระดับการเจริญเติบโตของพืชไร่ เป็นต้น และการแปรเปลี่ยนตามสถานที่ คือ การที่พื้นที่ผิวดินเดียวกัน เช่น ข้าว หรือ อ้อย มีค่าการสะท้อนแสงที่ต่างกันไปตามอยู่คนละสถานที่ สำหรับการตรวจวัดในแต่ละช่วงเวลา นอกจากข้อมูลภาพ NDVI ที่ได้ จะต้องนำไปซ้อนทับภาพต่างช่วงเวลา โดยเลือกภาพที่มีช่วงเวลาต่อเนื่องกันของแต่ละปี จำนวน 3 ภาพมาซ้อนทับกัน เพื่อจำแนกการเจริญเติบโตของพืชพรรณแต่ละช่วงเวลา ได้ ผลการคัดเลือกภาพ NDVI เพื่อนำมาทำภาพต่างช่วงเวลา ดังแสดงในตาราง 4.1.1 ซึ่งเมื่อนำมาผสมสี จะได้ภาพดังแสดงในภาพที่ 4.1.1

ตารางที่ 4.1.1 ตารางแสดงภาพ NDVI ในปี 2003-2010

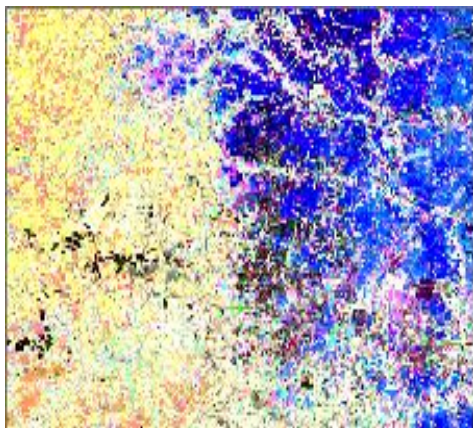
ภาพปี	แบนด์ 1 (สีแดง)	แบนด์ 2 (สีเขียว)	แบนด์ 3 (สีน้ำเงิน)
2003 – 2004 ดาวเทียม LANDSAT-5 TM	 NDVI เดือน 11 ปี 2003	 NDVI เดือน 2 ปี 2004	 NDVI เดือน 4 ปี 2004
2004 – 2005 ดาวเทียม LANDSAT-5 TM	 NDVI เดือน 11 ปี 2004	 NDVI เดือน 1 ปี 2005	 NDVI เดือน 3 ปี 2005
2006 – 2007 ดาวเทียม LANDSAT-5 TM	 NDVI เดือน 11 ปี 2006	 NDVI เดือน 1 ปี 2007	 NDVI เดือน 3 ปี 2007
2009 – 2010 ดาวเทียม SMMS	 NDVI เดือน 11 ปี 2009	 NDVI เดือน 1 ปี 2010	 NDVI เดือน 3 ปี 2010



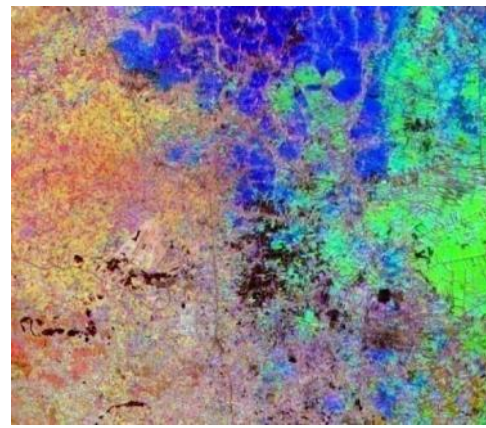
ปี 2003 – 2004 ดาวเทียม LANDSAT-5 TM



ปี 2004 – 2005 ดาวเทียม LANDSAT-5 TM



ปี 2006 – 2007 ดาวเทียม LANDSAT-5 TM



ปี 2009 – 2010 ดาวเทียม SMMS

ภาพที่ 4.1.1 ภาพแสดงการผสมสีระหว่าง NDVI 3 ภาพ

จากนั้น นำภาพ NDVI ต่างช่วงเวลามาแปลภาพโดยวิธี Supervised ทั้งนี้สำหรับการแปลภาพด้วยวิธี Supervised นั้น เป็นการจำแนกข้อมูลเชิงภาพโดยที่ผู้วิเคราะห์ทราบลักษณะภูมิประเทศรวมทั้งประเภทของวัตถุที่ปกคลุมบนพื้นผิวของพื้นที่ในบริเวณที่จะวิเคราะห์ ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวอย่างของข้อมูลแต่ละประเภทบนพื้นผิวที่เรียกว่า พื้นที่ตัวอย่าง เพื่อเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์เชิงสถิติหลังจากนั้นจึงนำค่าทางสถิติที่ได้นี้ไปทำการวิเคราะห์พื้นที่ภาพทั้งหมดซึ่งจะได้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือ มากกว่าวิธี Unsupervised ซึ่งเป็นการจำแนกข้อมูลเชิงภาพ โดยอัตโนมัติด้วยการจัดกลุ่มเชิงสถิติ ที่ใช้คุณสมบัติทางแสงของวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลกที่สะท้อน ทำให้การแปลไม่น่าเชื่อถือ จึงเลือกใช้วิธี Supervised ในการแปลผล

4.2 Signature ของ NDVI จากพื้นที่กลุ่มตัวอย่างข้อมูล

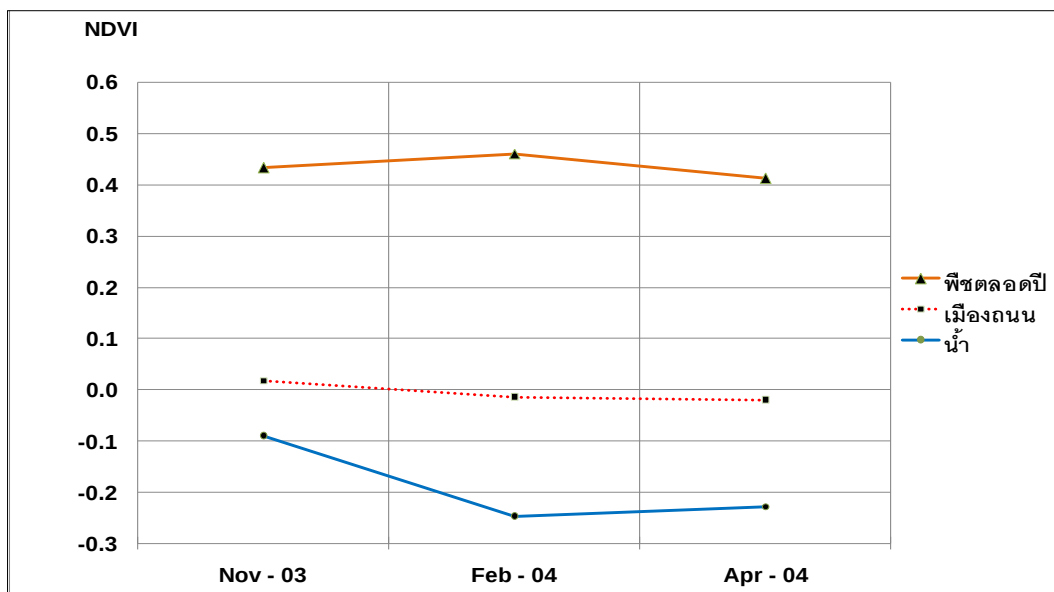
สำหรับการแปลผลภาพด้วยวิธี Supervised ได้ทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 7 กลุ่ม โดยทำการเลือกพื้นที่กลุ่มตัวอย่างข้อมูลที่มี Signature แตกต่างกันดังนี้

1. แหล่งน้ำ บ่อปลา นาทุ่ง
2. ถนน เมือง หมู่บ้าน
3. พืชปลูกต่อเนื่องตลอดปี
4. ข้าวนาปรังกลุ่ม A (เริ่มปลูก ม.ค. – ก.พ.)
5. ข้าวนาปรังกลุ่ม B (เริ่มปลูก ก.พ. – มี.ค.)
6. อ้อยกลุ่ม A (เก็บเกี่ยว ม.ค. - ก.พ.)
7. อ้อยกลุ่ม B (เก็บเกี่ยว มี.ค. – เม.ย.)

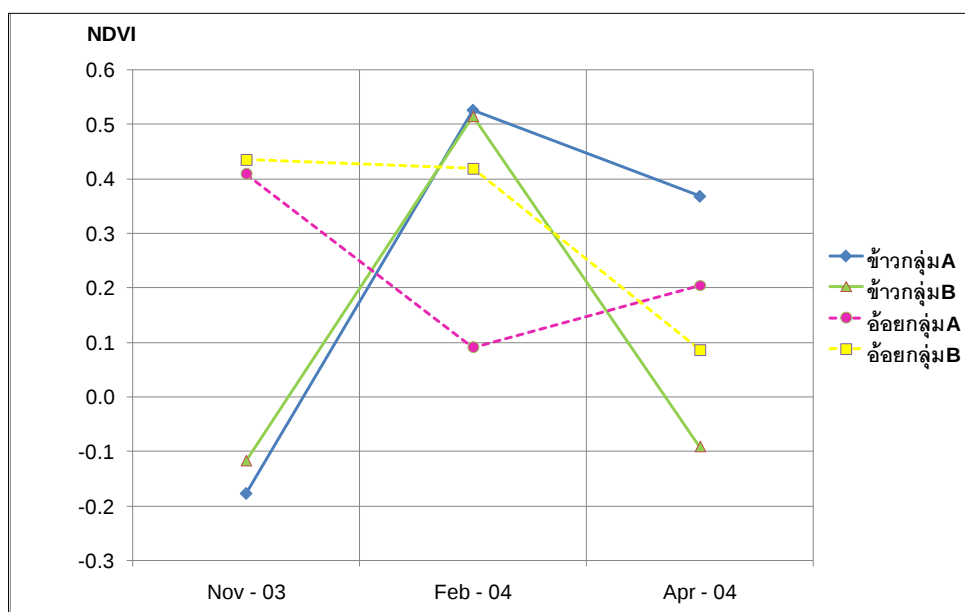
จากภาพที่ 4.2.1 เมื่อสังเกตจาก Signature ของค่า NDVI ต่างช่วงเวลาแล้ว พบว่า สำหรับกรณีพืชที่ปลูกต่อเนื่องตลอดปี NDVI จะมีค่าสูงต่อเนื่องโดยไม่ลดลงเข้าใกล้ศูนย์ แสดงให้เห็นว่ามีค่าความเป็นพืชพรรณต่อเนื่องตลอดทุกช่วงเวลา โดยอาจมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่า NDVI อาจจะเนื่องมาจากการผลัดใบ ทั้งนี้ พืชที่ปลูกต่อเนื่องตลอดปีอาจหมายรวมถึงพืชผัก พืชสวน ไม้ผล หรือทุ่งหญ้าก็ได้ สำหรับกรณีพื้นที่แหล่งน้ำ NDVI จะมีค่าติดลบเสมอ ทั้งนี้ค่า NDVI ที่ติดลบนั้น บริเวณกลุ่มตัวอย่างอาจจะเป็นได้ทั้งแหล่งน้ำ นาทุ่ง หรือพื้นที่ที่เป็นนาข้าวที่ถูกน้ำท่วมได้ ส่วนค่า NDVI ที่มีค่าประมาณ 0 จะเป็นค่าที่สะท้อนถึงวัตถุในกลุ่มดิน ทั้งนี้แปลความหมายได้ว่า พื้นที่ที่มี NDVI ใกล้ 0 จะหมายถึงพื้นที่เขตเมือง หมู่บ้าน ที่อยู่อาศัยและถนน

จากการสำรวจภาคสนาม พบว่า ในพื้นที่โครงการฯ บางเลน นิยมปลูกข้าวพันธุ์ผสมไม่ไวต่อช่วงแสงเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งได้แก่ พันธุ์สุวรรณบุรี 1 ปทุมธานี 1 ชัยนาท เป็นต้น จาก Signature ของพื้นที่ปลูกข้าวในภาพที่ 4.2.2 จะเห็นได้ว่าข้าวกลุ่ม B นั้นจะเป็นข้าวที่ปลูกก่อนข้าวกลุ่ม A โดยค่า NDVI ที่แสดงผลในเดือน พ.ย. นั้นมีค่าที่ติดลบและกำลังเข้าใกล้ 0 แปลผลได้ว่าเป็นช่วงการเตรียมแปลงของข้าว ซึ่งในแปลงนาจะมีน้ำขัง ค่า NDVI ที่แสดงออกมาจึงเป็นค่าติดลบ และค่อยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงเดือน ก.พ. ซึ่งเป็นช่วงการเจริญเติบโตของข้าว และหลังจากนั้นค่า NDVI จะลดลงซึ่งจะตรงกับช่วงที่ข้าวเริ่มออกรวง และทำการเก็บเกี่ยว

สำหรับอ้อยกลุ่มA นั้นเป็นอ้อยที่มีการเก็บเกี่ยวก่อนอ้อยกลุ่มB เพราะจากกราฟแสดงค่า NDVI จะเห็นว่าอ้อยกลุ่มA จะมีค่าความเป็นพืชลดลงเรื่อยๆ โดยอ้อยกลุ่มA น่าจะเก็บเกี่ยวในเดือน ก.พ. – มี.ค. ส่วนอ้อยกลุ่มB น่าจะเก็บเกี่ยวในเดือน มี.ค. – เม.ย. โดยพันธุ์อ้อยที่นิยมปลูกในแถบนี้จะเป็นอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 98-038 อ้อยพันธุ์กำแพงแสน 98-090 และ อ้อยพันธุ์กำแพงแสน 00-24 ซึ่งแต่ละพันธุ์อ้อยมีคุณสมบัติการเจริญเติบโตแตกต่างกันไป



ภาพที่ 4.2.1 กราฟแสดงค่า NDVI ของ Signature ที่เป็นกลุ่มของแหล่งน้ำ พืชตลอดปี เมืองและถนน



ภาพที่ 4.2.2 กราฟแสดงค่า NDVI ของ Signature ที่เป็นกลุ่มของข้าวและอ้อย



นากุ้ง



พืชตลอดปี (สนามกอล์ฟDynasty)



เมือง/ถนน(ตลาดบางหลวง)



แหล่งน้ำ

ภาพที่ 4.2.3 ตัวอย่างภาพของพื้นที่พืชตลอดปี เมือง ถนน และน้ำ(สำรวจภาคสนามเมื่อวันที่10/12/2010)



ข้าวกลุ่ม A ถ่ายเมื่อ(21/10/2010)



ข้าวกลุ่ม B ถ่ายเมื่อ(23/10/2010)



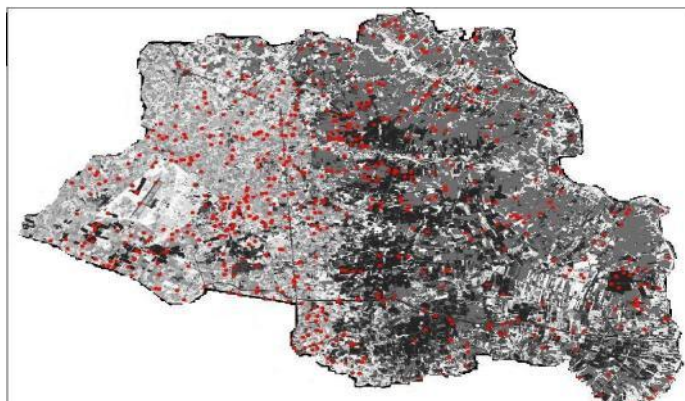
อ้อยกลุ่ม A ถ่ายเมื่อ(13/10/2010)



อ้อยกลุ่ม B ถ่ายเมื่อ(16/02/2011)

ภาพที่ 4.2.4 ตัวอย่างภาพของพื้นที่เพาะปลูกข้าวและอ้อย

4.3 การประเมินความแม่นยำของการจำแนกประเภทข้อมูล



ภาพที่ 4.3.1 ตำแหน่งพิกัดที่ได้ทำการสำรวจด้วย GPS

ตารางที่ 4.3.2 ตารางแสดงจำนวนพิกัด GPS

สถานที่	จำนวนพิกัด (จุด)
แหล่งน้ำ นาทุ่ง	191
พืชตลอดปี	51
เมือง ถนน	43
ข้าว A	86
ข้าว B	164
อ้อย A	292
อ้อย B	91
รวม	918

(หมายเหตุ : ช่วงเวลาในการสำรวจพิกัดอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม ปี 53 – เดือนกุมภาพันธ์ ปี 54)

จากการสำรวจภาคสนามในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน เพื่อเก็บค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์จากพื้นที่จริงมาเปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียม (Ground-Truth) ทั้งหมด 918 จุด โดยแบ่งจุดออกเป็นพื้นที่ตาม Signature ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียม ดังตารางที่ 4.3.2 เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับประเมินความแม่นยำในการแปลภาพและมาเปรียบเทียบกับระหว่างดาวเทียม LANDSAT-5 TM กับ ดาวเทียม SMMS โดยเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ Supervised Classification แบบวิธีระยะทางที่น้อยที่สุด (Minimum distance) โดยวิธีนี้ใช้ระยะทางเชิงช่วงคลื่นที่น้อยที่สุด ทำให้เห็นจุดภาพใดๆ ที่ต้องการจำแนก (X) จะถูกจัดอยู่ในประเภทที่มีค่าเฉลี่ย (Min) อยู่ใกล้กับ (X) มากที่สุด ระยะทางดังกล่าวคำนวณจากระยะทางที่เป็นระยะทางเชิงช่วงคลื่น (Spectral Distance) ระหว่างจุดภาพที่ต้องการรู้กับค่าเฉลี่ยของข้อมูลของแต่ละจุด

ผลการประเมินความแม่นยำของการแปลภาพโดยการสำรวจภาคสนามด้วยเครื่อง GPS เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.3.4 ตารางแสดงผลการประเมินความถูกต้องของการแปลภาพ LANDSAT-5 TM ปี 2003-2004

Classified Data	Reference Data							Producers Accuracy (%)	Users Accuracy (%)
	1.น้ำ	2.พืชตลอดปี	3.เมือง ถนน	4.ข้าวกลุ่มA	5.ข้าวกลุ่มB	6.อ้อยกลุ่มA	7.อ้อยกลุ่มB		
1.น้ำ	115	1	0	0	0	1	0	60.21%	98.29%
2.พืชตลอดปี	1	38	1	0	0	10	1	74.51%	74.51%
3.เมือง ถนน	60	2	32	0	1	5	1	74.42%	31.68%
4.ข้าวกลุ่มA	2	0	0	85	1	0	0	98.84%	96.59%
5.ข้าวกลุ่มB	0	0	1	0	157	0	0	95.73%	99.37%
6.อ้อยกลุ่มA	10	6	8	0	1	263	11	90.07%	87.96%
7.อ้อยกลุ่มB	2	4	1	1	1	12	78	85.71%	78.79%
Overall Accuracy (%)									83.66%

ในปี 2003-2004 ใช้ค่าพิกัดจำนวน 918 จุด ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา เมื่อพิจารณาจากค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) พบว่า มีค่าความถูกต้องทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 83.66 ส่วนการพิจารณาจากค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) พบว่าในการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินทั้ง 7 กลุ่มของการเปลี่ยนแปลง มีค่าความถูกต้องแต่ละประเภทอยู่ในช่วงร้อยละ 60.21-98.84 เมื่อพิจารณาจากค่าความถูกต้องทั้งสองประเภทแล้ว สรุปได้ว่า ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นน้ำแปลผลได้ 115 พิกเซล มีส่วนที่แปลผลออกมาผิดโดยแปลผลไปเป็นเมืองและถนนถึง 60 พิกเซล อ้อยกลุ่ม A 10 พิกเซล ส่งผลให้ค่า Producer Accuracy มีค่าร้อยละ 60.21 การที่แปลค่าผิดพลาดนี้อาจเกิดจากเก็บตัวอย่างของเมืองและถนนน้อยเกินไป จึงทำให้มีค่าแปลผลผิดพลาด

ตารางที่ 4.3.5 ตารางแสดงผลการประเมินความถูกต้องของการแปลภาพ LANDSAT-5 TM ปี 2004-2005

Classified Data	Reference Data							Producers	Users
	1.น้ำ	2.พืชตลอดปี	3.เมือง ถนน	4.ข้าวกลุ่ม A	5.ข้าวกลุ่ม B	6.อ้อยกลุ่ม A	7.อ้อยกลุ่ม B	Accuracy (%)	Accuracy (%)
1.น้ำ	96	1	0	0	0	1	0	50.26%	97.96%
2.พืชตลอดปี	3	26	0	1	25	7	8	50.98%	37.14%
3.เมือง ถนน	70	1	30	8	4	8	1	69.77%	24.59%
4.ข้าวกลุ่ม A	1	0	0	38	34	2	0	44.19%	50.67%
5.ข้าวกลุ่ม B	2	1	1	34	71	6	1	43.29%	61.21%
6.อ้อยกลุ่ม A	17	13	11	5	23	190	42	65.07%	63.12%
7.อ้อยกลุ่ม B	1	9	1	0	4	77	39	42.86%	29.77%
Overall Accuracy (%)									53.38%

ในปี 2004-2005 ใช้ค่าพิกัดจำนวน 918 จุด ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา เมื่อพิจารณาจากค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) พบว่า มีค่าความถูกต้องทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 53.38 ส่วนการพิจารณาจากค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) พบว่าในการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินทั้ง 7 กลุ่มของการเปลี่ยนแปลง มีค่าความถูกต้องแต่ละประเภทอยู่ในช่วงร้อยละ 42.86-69.77 เมื่อพิจารณาจากค่าความถูกต้องทั้งสองประเภทแล้ว สรุปได้ว่า ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอ้อยกลุ่ม B แปลผลได้ 39 พิกเซล มีส่วนที่แปลผลออกมาผิดโดยแปลผลไปเป็นอ้อยกลุ่ม A 42 พิกเซล พืชตลอดปี 8 พิกเซล ส่งผลให้ค่า Producer Accuracy มีค่าร้อยละ 42.86 ซึ่งส่วนใหญ่การแปลค่าในภาพนี้มีการแปรผิดพลาดอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาการปลูกพืชและปัจจัยราคาผลผลิตทางการเกษตรราคาตกต่ำ ดังข้าวกลุ่ม A แปลได้ 38 พิกเซล เปลี่ยนเป็นข้าวกลุ่ม 34 พิกเซล จึงทำให้มีค่าแปลผลผิดพลาด และในส่วนของอ้อยก็เช่นกัน อ้อยกลุ่ม A แปลได้ 190 พิกเซล เปลี่ยนเป็นอ้อยกลุ่ม B 77 พิกเซล

ตารางที่ 4.3.6 ตารางแสดงผลการประเมินความถูกต้องของการแปลภาพ LANDSAT-5 TM ปี 2006-2007

Classified Data	Reference Data							Producers	Users
	1.น้ำ	2.พืชตลอดปี	3.เมือง ถนน	4.ข้าวกลุ่ม A	5.ข้าวกลุ่ม B	6.อ้อยกลุ่ม A	7.อ้อยกลุ่ม B	Accuracy (%)	Accuracy (%)
1.น้ำ	104	1	0	35	11	1	0	54.45%	68.42%
2.พืชตลอดปี	1	27	2	0	2	17	6	52.94%	49.09%
3.เมือง ถนน	70	3	35	4	11	22	5	81.40%	23.33%
4.ข้าวกลุ่ม A	4	0	0	41	111	1	2	47.67%	25.79%
5.ข้าวกลุ่ม B	1	3	0	0	9	1	5	5.49%	47.37%
6.อ้อยกลุ่ม A	7	8	6	5	16	129	35	44.18%	62.62%
7.อ้อยกลุ่ม B	3	9	0	1	1	120	38	41.76%	22.09%
Overall Accuracy (%)									41.72%

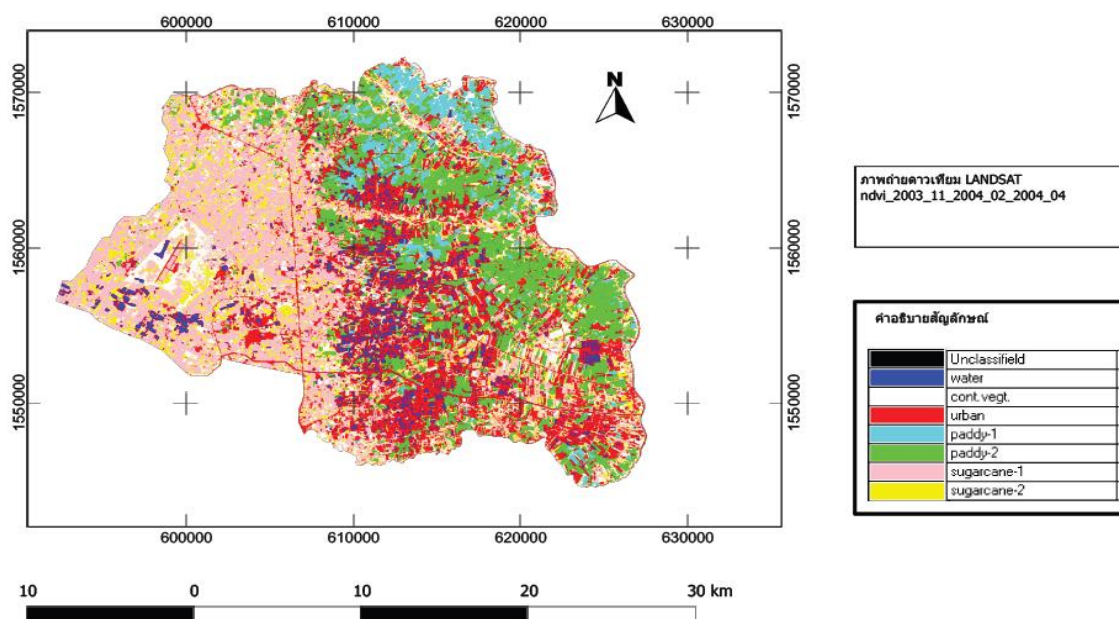
ในปี 2006-2007 ใช้ค่าพิกัดจำนวน 918 จุด ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา เมื่อพิจารณาจากค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) พบว่า มีค่าความถูกต้องทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 41.72 ส่วนการพิจารณาจากค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) พบว่าในการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินทั้ง 7 กลุ่มของการเปลี่ยนแปลง มีค่าความถูกต้องแต่ละประเภทอยู่ในช่วงร้อยละ 5.49-81.40 เมื่อพิจารณาจากค่าความถูกต้องทั้งสองประเภทแล้ว สรุปได้ว่า ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นข้าวกลุ่ม B แปลผลได้ 9 พิกเซล มีส่วนที่แปลผลออกมาผิดโดยแปลผลไปเป็นข้าวกลุ่ม A 111 พิกเซล อ้อยกลุ่ม A 16 พิกเซล ส่งผลให้ค่า Producer Accuracy มีค่าร้อยละ 5.49 ทำให้เกิดค่าผิดพลาดมาก ซึ่งส่วนใหญ่การแปลค่าในภาพนี้มีการแปรผิดพลาดอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาการปลูกพืชและปัจจัยราคาผลผลิตทางการเกษตรราคาตกต่ำ ดังอ้อยกลุ่ม A แปลได้ 129 พิกเซล เปลี่ยนเป็นอ้อยกลุ่ม B 120 พิกเซล จึงทำให้มีค่าแปลผลผิดพลาด และในส่วนของข้าวก็เช่นกัน ข้าวกลุ่ม B แปลได้ 9 พิกเซล เปลี่ยนเป็นข้าวกลุ่ม A 111 พิกเซล

ตารางที่ 4.3.7 ตารางแสดงผลการประเมินความถูกต้องของการแปลภาพ SMMS ปี 2009-2010

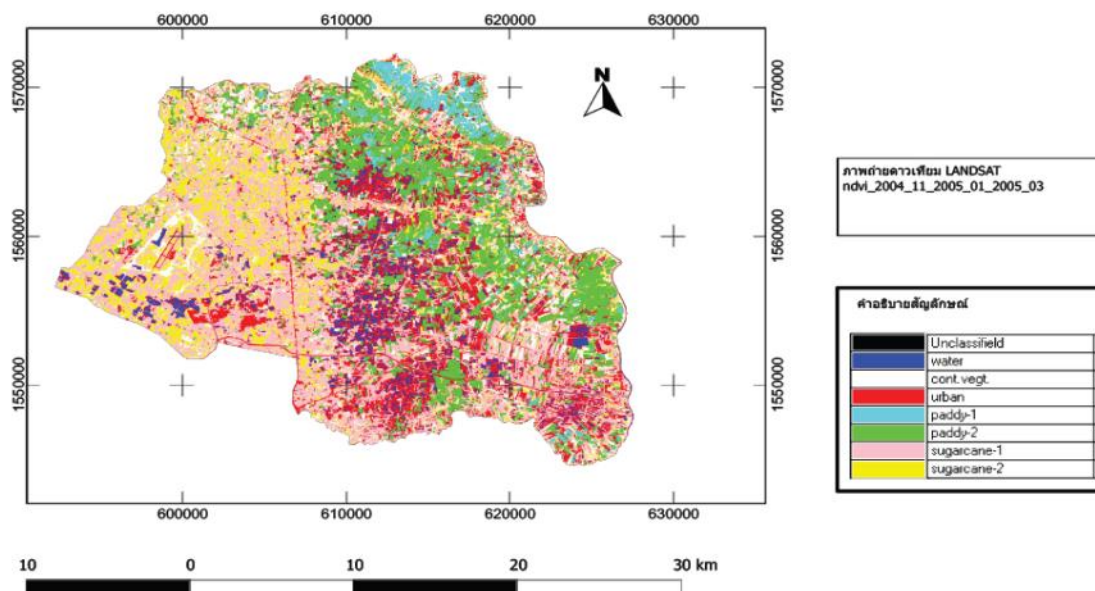
Classified Data	Reference Data							Producers	Users
	1.น้ำ	2.พืชตลอดปี	3.เมือง ถนน	4.ข้าวกลุ่ม A	5.ข้าวกลุ่ม B	6.อ้อยกลุ่ม A	7.อ้อยกลุ่ม B	Accuracy (%)	Accuracy (%)
1.น้ำ	52	1	1	0	0	0	0	27.23%	96.30%
2.พืชตลอดปี	1	20	0	3	3	22	6	39.22%	36.36%
3.เมือง ถนน	105	9	34	2	14	22	7	79.07%	17.62%
4.ข้าวกลุ่ม A	8	3	0	31	68	14	11	36.05%	22.96%
5.ข้าวกลุ่ม B	15	0	1	47	58	3	1	35.37%	46.40%
6.อ้อยกลุ่ม A	7	13	7	2	16	153	36	52.40%	65.38%
7.อ้อยกลุ่ม B	2	5	0	1	2	77	30	32.97%	25.64%
Overall Accuracy (%)									41.24%

ในปี 2009-2010 ใช้ค่าพิกัดจำนวน 918 จุด ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา เมื่อพิจารณาจากค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall Accuracy) พบว่า มีค่าความถูกต้องทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 41.24 ส่วนการพิจารณาจากค่าความถูกต้องแต่ละประเภท (Producer's Accuracy) พบว่าในการเปลี่ยนแปลงประเภทของสิ่งปกคลุมดินทั้ง 7 กลุ่มของการเปลี่ยนแปลง มีค่าความถูกต้องแต่ละประเภทอยู่ในช่วงร้อยละ 27.23-79.07 เมื่อพิจารณาจากค่าความถูกต้องทั้งสองประเภทแล้ว สรุปได้ว่า ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นข้าวกลุ่ม B แปลผลได้ 58 พิกเซล มีส่วนที่แปลผลออกมาผิดโดยแปลผลไปเป็นข้าวกลุ่ม A 68 พิกเซล อ้อยกลุ่ม A 16 พิกเซล ส่งผลให้ค่า Producer Accuracy มีค่าร้อยละ 35.37 ทำให้เกิดค่าผิดพลาดมาก ซึ่งส่วนใหญ่การแปลค่าในภาพนี้มีการแปรผิดพลาดอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาการปลูกพืชและปัจจัยราคาผลผลิตทางการเกษตรราคาตกต่ำ ดังอ้อยกลุ่ม A แปลได้ 153 พิกเซล เปลี่ยนเป็นอ้อยกลุ่ม B 77 พิกเซล จึงทำให้มีค่าแปลผลผิดพลาด ในส่วนของข้าวก็เช่นกัน ข้าวกลุ่ม B แปลได้ 58 พิกเซล เปลี่ยนเป็นข้าวกลุ่ม A 68 พิกเซล และการแปรผลของน้ำซึ่งผิดพลาดมาก แปลได้ 52 พิกเซลเป็นน้ำ แต่แปลเป็นกลุ่มของเมืองและถนน สาเหตุจากการใช้ Signature ไม่ดีพอทำให้แปลผลจากน้ำเป็นเมืองและถนน

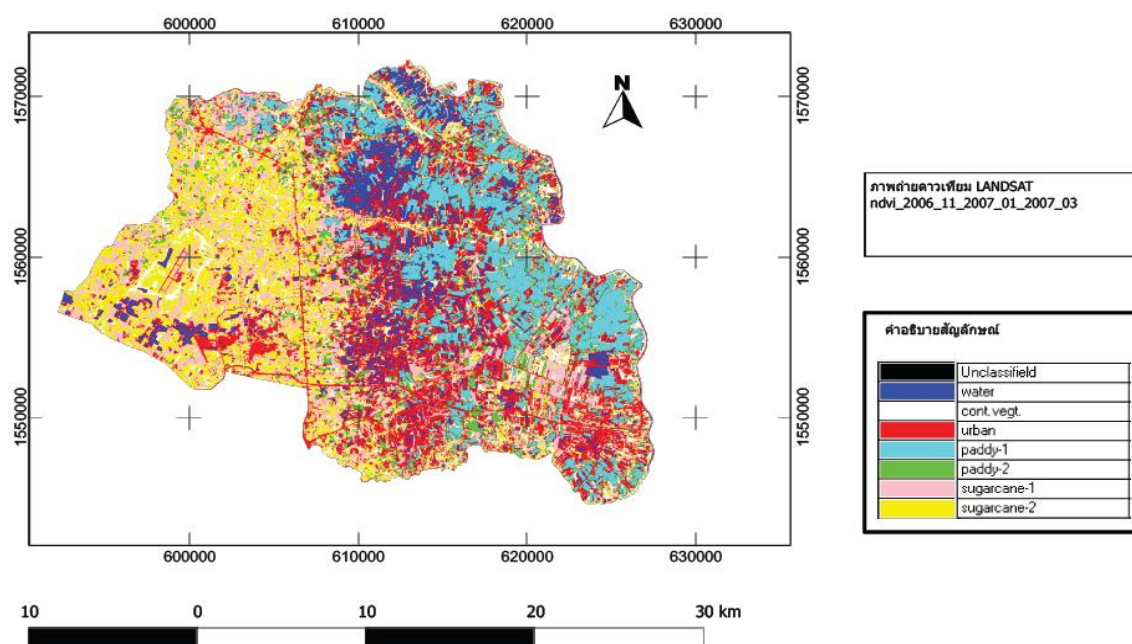
4.4 การวิเคราะห์พื้นที่จากการแปลผลภาพถ่ายดาวเทียม



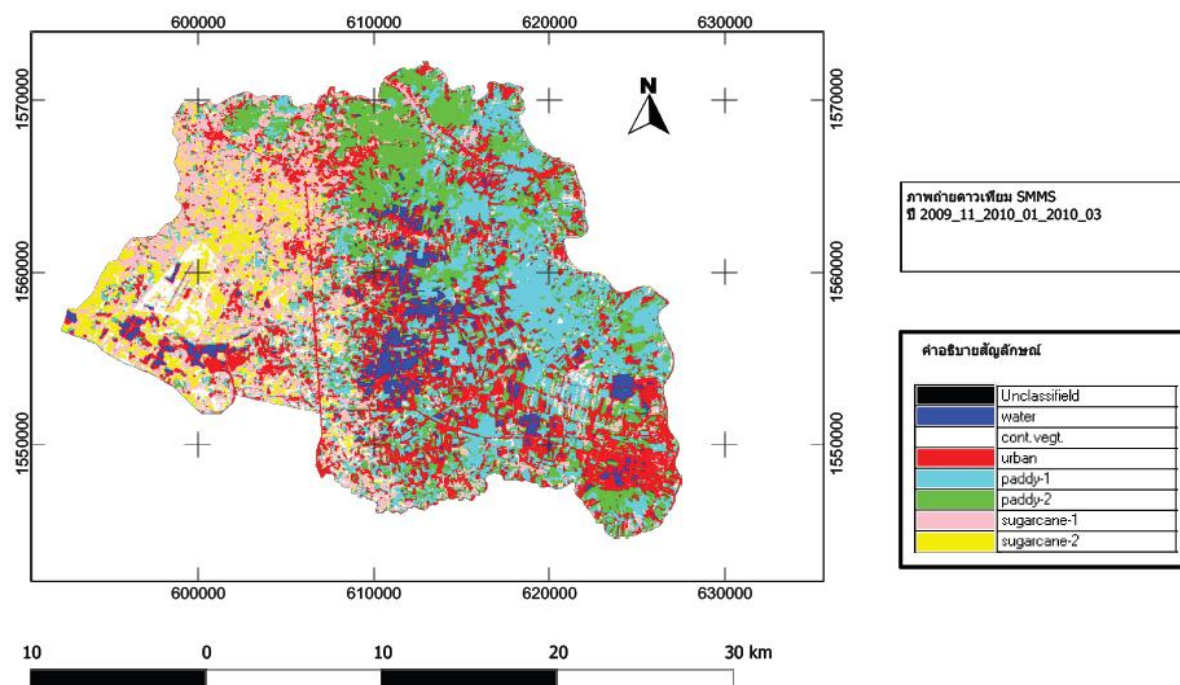
ภาพที่ 4.4.1 ภาพจากการแปลผลในปี 2003-2004 (ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM)



ภาพที่ 4.4.2 ภาพจากการแปลผลในปี 2004-2005 (ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM)



ภาพที่ 4.4.3 ภาพจากการแปลผลในปี 2006-2007 (ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM)

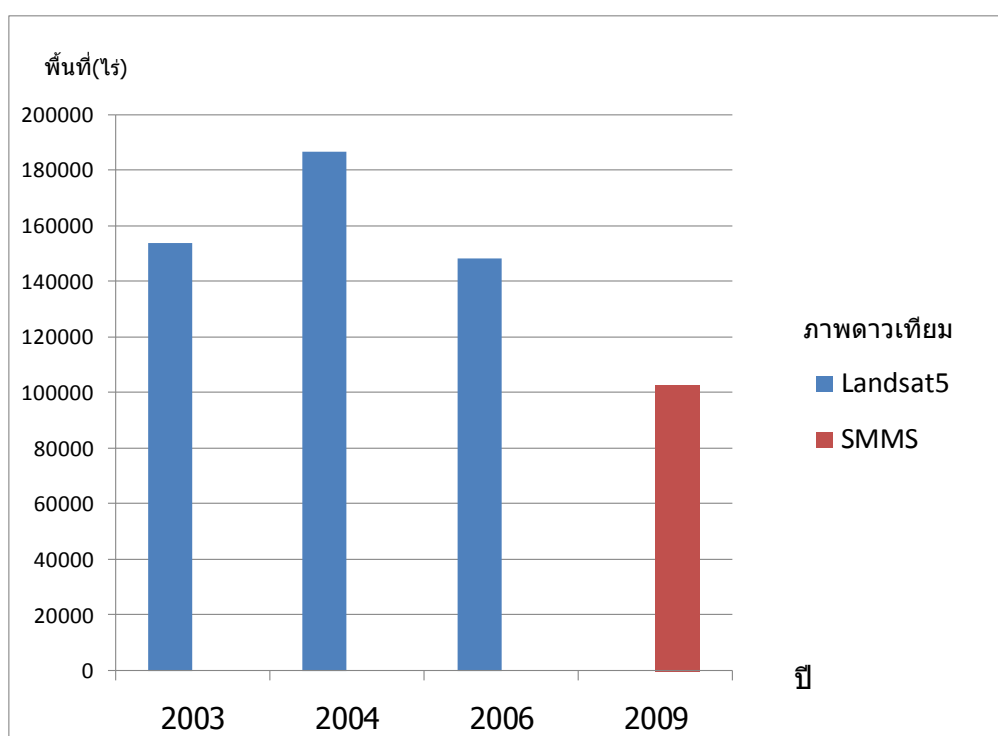


ภาพที่ 4.4.4 ภาพจากการแปลผลในปี 2009-2010 (ภาพถ่ายดาวเทียม SMMS)

ตารางที่ 4.4.5 ผลการจำแนกพื้นที่จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม

กลุ่มพื้นที่	LANDSAT-5 TM		LANDSAT-5 TM		LANDSAT-5 TM		SMMS	
	2003-2004		2004-2005		2006-2007		2009-2010	
	พื้นที่ (ไร่)	(%)	พื้นที่ (ไร่)	(%)	พื้นที่ (ไร่)	(%)	พื้นที่ (ไร่)	(%)
แหล่งน้ำ	15,354	4.2	15,564	4.2	28,020	7.6	16,285	4.4
พืชตลอดปี	32,080	8.7	32,991	8.9	24,970	6.7	15,161	4.1
เมือง ถนน	87,652	23.8	66,236	17.9	94,746	25.6	95,679	25.8
ข้าวกลุ่ม A	21,693	5.9	16,138	4.4	54,401	14.7	86,510	23.4
ข้าวกลุ่ม B	57,748	15.7	52,147	14.1	19,416	5.2	53,693	14.5
อ้อยกลุ่ม A	112,838	30.6	138,449	37.4	86,441	23.4	77,182	20.9
อ้อยกลุ่ม B	41,369	11.2	48,604	13.1	62,139	16.8	25,628	6.9
พื้นที่โครงการ	368,734	100.0	370,129	100.00	370,134	100.0	370,137	100.00
พื้นที่ชลประทาน	281,082	76.2	303,893	82.1	275,388	74.4	274,458	74.2

*หมายเหตุ: พื้นที่ชลประทาน = พื้นที่โครงการ - เมือง ถนน



ภาพที่ 4.4.5 กราฟเปรียบเทียบพื้นที่ปลูกอ้อยของภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM กับ ดาวเทียม SMMS

ในการวิเคราะห์พื้นที่จากภาพดาวเทียม LANDSAT-5 TM เปรียบเทียบกับ ดาวเทียม SMMS โดยภาพที่นำมาวิเคราะห์ของดาวเทียม LANDSAT-5 TM มีจำนวน 3 ภาพ ช่วง ปี 2003-2004 , 2004-2005 และ 2006-2007 ส่วนดาวเทียม SMMS มีหนึ่งภาพที่นำมาเปรียบเทียบ อยู่ในช่วงปี 2009-2010 ได้ผลดังนี้ ในปี 2003-2004 ปริมาณการปลูกอ้อยในพื้นที่ของโครงการ 154,207 ไร่ ส่วนการปลูกข้าวในพื้นที่ 79,441 ไร่ ซึ่งมีความถูกต้อง ร้อยละ 83.66 ซึ่งค่อนข้างมาก มาจากผลเก็บตัวอย่างที่วิเคราะห์ผิดเล็กน้อย ส่วนในปี 2004-2005 ปริมาณการปลูกอ้อย 187,053 ไร่ ส่วนการปลูกข้าวในพื้นที่ 68,285 ไร่ แต่การวิเคราะห์ผลแปลที่ได้มีความถูกต้อง เพียงร้อยละ 53.38 เท่านั้น และในส่วนปี 2006 -2007 มีปริมาณปลูกอ้อย 148,580 ไร่ ส่วนการปลูกข้าวในพื้นที่ 73,820 ไร่ ได้ค่าความถูกต้องเพียงร้อยละ 41.72 เท่านั้น จากผลการศึกษาแปลภาพจากภาพดาวเทียม LANDSAT-5 TM ที่นำมาวิเคราะห์มีปริมาณการปลูกพืชใกล้เคียงกันทั้ง 3 ภาพ และผลการแปลภาพดาวเทียม SMMS ในส่วนปี 2009 -2010 มีปริมาณปลูกอ้อย 102,810 ไร่ ส่วนการปลูกข้าวในพื้นที่ 140,203 ไร่ ได้ค่าความถูกต้องเพียงร้อยละ 41.24 ซึ่งจากการวิเคราะห์ดูจากรูปภาพที่ 4.4.4 จะเห็นได้ว่าการเก็บตัวอย่าง Signature มาแปลผลมีข้อผิดพลาด โดยแปลภาพได้เมืองมีพื้นที่มากผิดปกติ มีพื้นที่ 95,679 ไร่และข้าวกลุ่ม A มีพื้นที่ปลูกถึง 86,510 ไร่ ซึ่งมากเกินไป

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การแปลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM กับภาพถ่ายดาวเทียม SMMS โดยการแปลงเป็นภาพ NDVI แล้วนำภาพ NDVI ต่างช่วงเวลาจำนวน 3 ช่วงเวลาในช่วงฤดูแล้ง (พ.ย. – เม.ย.) มาทำการแปลภาพ โดยวิธี Supervised แบบ Minimum Distance โดยจำแนกกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างออกเป็น 7 กลุ่ม ดังนี้ (1) แหล่งน้ำ บ่อปลา นาทุ่ง (2) ถนน เมือง หมู่บ้าน (3) พืชปลูกต่อเนื่องตลอดปี (4) ข้าวนาปรังกลุ่ม A (เริ่มปลูก ม.ค. – ก.พ.) (5) ข้าวนาปรังกลุ่ม B (เริ่มปลูก ก.พ. – มี.ค.) (6) อ้อยกลุ่ม A (เก็บเกี่ยว ม.ค. - ก.พ.) และ (7) อ้อยกลุ่ม B (เก็บเกี่ยว มี.ค. – เม.ย.) โดยกำหนดให้ Signature ของกลุ่มพื้นที่ที่เป็นพืชที่ปลูกต่อเนื่องตลอดปีจะมีค่า NDVI สูงอย่างต่อเนื่องและจะไม่ลดลงเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่ามีค่าความเป็นพืชพรรณตลอดทุกช่วงเวลา กรณีพื้นที่แหล่งน้ำจะมีค่า NDVI ติดลบเสมอ ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งนาทุ่งและแหล่งน้ำ หรืออาจเป็นพื้นที่นาข้าวที่ถูกน้ำท่วมก็ได้ กรณีของพื้นที่เมือง, หมู่บ้าน, ถนน จะมีค่า NDVI ประมาณศูนย์ ซึ่งเป็นการสะท้อนวัตถุในกลุ่มของดิน กรณีพื้นที่ปลูกข้าวได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามปฏิทินการเพาะปลูกที่แตกต่างกัน ส่วนพื้นที่ปลูกอ้อยได้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน

ในการประเมินความแม่นยำของการจำแนกประเภทของข้อมูล ได้ใช้การสำรวจความถูกต้องภาคสนาม (Ground-truth) ด้วย GPS พบว่า ค่าความแม่นยำ (Overall Accuracy) ในการจำแนกประเภทข้อมูลของดาวเทียม LANDSAT-5 TM ในปี 2003-2004, ปี 2004-2005, ปี 2006-2007 และ ของดาวเทียม SMMS ในปี 2009-2010 มีค่า 83.66%, 53.38%, 41.72%, 41.24% ตามลำดับ ซึ่งสังเกตว่า ความแม่นยำมีค่าค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความผิดพลาดจากการเก็บพิกัดอ้างอิงที่ไม่อยู่ในตำแหน่งกลางหรือภายในพื้นที่ที่ทำการสำรวจ หรือการเลือกพื้นที่ตัวอย่างในการทำ Signature ที่ยังไม่ดีพอและแบ่งกลุ่มตัวอย่างไม่ละเอียดเท่าที่ควร รวมทั้งอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกจากพืชชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่ง จึงทำให้ไม่ตรงกับข้อมูลอ้างอิงที่ทำการเก็บสำรวจข้อมูลภาคสนามในปี 2010-2011

จากผลการแปลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM ในปี 2003-2004 พบว่าปริมาณการปลูกอ้อยในพื้นที่ของโครงการมีทั้งหมด 154,207 ไร่ โดยมีค่าความถูกต้องถึงร้อยละ 83.66 ในขณะที่ปี 2004-2005 แปลผลได้ว่ามีพื้นที่ปลูกอ้อย 187,053 ไร่ โดยการวิเคราะห์ผลแปลที่ได้มีค่าความถูกต้องร้อยละ 53.38 ซึ่งน้อยกว่าปี 2003-2004 และในปี 2006 -2007 มีปริมาณปลูกอ้อย 148,580 ไร่ ได้ค่าความถูกต้องเพียงร้อยละ 41.72 เท่านั้น อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับผลการแปลภาพถ่ายดาวเทียม SMMS ในปี 2009 -2010 มีพื้นที่ปลูกอ้อย

102,810 ไร่ โดยมีค่าความถูกต้องเพียงร้อยละ 41.24 ซึ่งจากการวิเคราะห์จะเห็นได้มีการแปลภาพเป็นพื้นที่เมืองและพื้นที่ปลูกข้าวที่มากผิดปกติ โดยมีพื้นที่เมือง 95,679 ไร่และข้าวกลุ่มA 86,510 ไร่

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ควรใช้ภาพถ่ายในช่วงเดือนเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน และควรเป็นข้อมูลที่ต่อเนื่องกันทุกปี ไม่ควรห่างกันหลายปี เพราะจะทำให้ค่าที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อน
2. ควรเลือกภาพถ่ายดาวเทียมในเดือนที่ไม่มีเมฆมาบังพื้นที่ เพราะบางภาพจะติดเมฆมาด้วย ซึ่งจะทำให้การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความคลาดเคลื่อนและผิดพลาดเกิดขึ้น
3. พื้นที่เมืองเป็นพื้นที่ที่จำแนกได้ยากที่สุด เนื่องจากมีความผิดพลาดของสีมากหลายจุด ทั้งนี้สาเหตุอาจมาจาก โดยส่วนใหญ่ บ้านเรือน ที่พักอาศัย และ ถนน อาจมีความกว้างไม่ถึง 30 เมตร ซึ่งเป็นความละเอียดใน 1 พิกเซล ของภาพถ่ายดาวเทียม จนทำให้พิกเซลประกอบไปด้วยการใช้ประโยชน์ที่ดินหลายรูปแบบจนเป็นสาเหตุทำให้เกิดสีเพี้ยนซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการจำแนก
4. พื้นที่นาข้าวและพื้นที่พืชไร่ ผักสวนครัวและสวนผลไม้ จะมีรูปแบบสีที่ใกล้เคียงกันมากซึ่งเป็นอุปสรรคอีกประการหนึ่งในการจำแนก ดังนั้นควรจำแนกอย่างรอบคอบ
5. ในด้าน Hardware คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรม ควรจะมี RAM อย่างน้อย 1 GB แต่ที่เหมาะสมควรจะใช้ RAM ขนาด 2GB เพื่อให้การประมวลผลมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- สรศักดิ์ กลิ่นดาว.(2550). การสำรวจจากระยะไกล: การประมวลผลภาพเชิงเลขเบื้องต้น.สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์
- สุรภี อิงคากุล. (2548). การวิเคราะห์ข้อมูลระยะไกล Remote Sensing Analysis. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สมพร สว่างวงศ์. (2552). การสำรวจจากระยะไกลในการใช้ประโยชน์ที่ดิน คลังปกคลุมดินและการประยุกต์. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- จรัญธร บุญญานุภาพ.(2550).ความหมายและลักษณะวิชาการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
- มงคล รักษาพัชรวงศ์. (2552).การใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SMMS.ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สืบค้นจาก <http://irrigation.rid.go.th/banglane>.(2553). โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน
- สืบค้นจาก <http://kanchanapisek.or.th> .(2553). ดาวเทียม LANDSAT-5 TM

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การเก็บพิกัดข้อมูลด้วยเครื่อง GPS

ตารางผนวกที่ ก1 ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 1-80)

ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่	ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่
1	594868	1553100	บ่อน้ำ	10-10-10	41	611693	1573162	สวนสาธารณะ	11-10-10
2	598551	1559500	บ่อน้ำ ฐานบิน	10-10-10	42	606300	1567197	อ้อยกลุ่มA	11-10-10
3	603440	1552228	บ่อน้ำ	10-10-10	43	606332	1567104	อ้อยกลุ่มA	11-10-10
4	602978	1557251	อ้อยกลุ่มB	10-10-10	44	606104	1566624	อ้อยกลุ่มA	11-10-10
5	601515	1558049	ป่า	10-10-10	45	605750	1566126	อ้อยกลุ่มA	11-10-10
6	602572	1557628	อ้อยกลุ่มA	10-10-10	46	598506	1571090	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
7	605755	1557507	ป่า	10-10-10	47	606757	1564841	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
8	605721	1557326	หญ้ารก	10-10-10	48	602159	1566399	อ้อยกลุ่มA	11-10-10
9	603692	1557246	หญ้า	10-10-10	49	602161	1566038	อ้อยกลุ่มA	11-10-10
10	603388	1556910	ป่า	10-10-10	50	601786	1565377	อ้อยกลุ่มA	11-10-10
11	604482	1558346	หญ้า	10-10-10	51	602445	1565003	อ้อยกลุ่มA	11-10-10
12	603702	1557794	บ่อน้ำ	10-10-10	52	600644	1565479	อ้อยกลุ่มA	11-10-10
13	604923	1554338	บ่อขยะ	10-10-10	53	600626	1564076	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
14	603924	1558142	บ่อน้ำ	08-01-11	54	600437	1562173	อ้อยกลุ่มA	11-10-10
15	606438	1557804	อ้อยตลอดปี	08-01-11	55	599584	1561551	อ้อยกลุ่มA	11-10-10
16	605605	1558026	อ้อยกลุ่มA	08-01-11	56	600669	1561608	อ้อยกลุ่มA	11-10-10
17	599959	1556866	อ้อยกลุ่มB	08-01-11	57	596166	1571058	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
18	604882	1557713	อ้อยกลุ่มA	08-01-11	58	596505	1571567	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
19	604568	1557828	อ้อยกลุ่มA	08-01-11	59	594507	1572120	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
20	604192	1557674	อ้อยกลุ่มB	08-01-11	60	600016	1573131	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
21	603614	1556915	อ้อยกลุ่มB	08-01-11	61	600619	1573163	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
22	603287	1556781	อ้อยกลุ่มA	08-01-11	62	602779	1573144	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
23	603287	1556411	อ้อยตลอดปี	08-01-11	63	607773	1572980	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
24	605238	1550552	สระพระพิรุณ	08-01-11	64	609192	1571850	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
25	602812	1557620	อ้อยตลอดปี	08-01-11	65	608300	1569871	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
26	603750	1558004	อ้อยกลุ่มA	08-01-11	66	604437	1567547	อ้อยกลุ่มB	11-10-10
27	592067	1549177	สระน้ำ	08-01-11	67	602151	1568176	อ้อยกลุ่มB	12-10-10
28	604011	1558751	อ้อยกลุ่มA	08-01-11	68	596781	1568377	อ้อยกลุ่มB	12-10-10
29	604453	1559803	อ้อยกลุ่มB	08-01-11	69	601079	1561721	อ้อยกลุ่มB	12-10-10
30	604451	1559223	อ้อยกลุ่มA	08-01-11	70	601484	1561709	อ้อยกลุ่มA	12-10-10
31	594834	1566934	อ้อยกลุ่มB	08-01-11	71	601791	1562015	อ้อยกลุ่มA	12-10-10
32	607657	1557660	อ้อยกลุ่มA	08-01-11	72	603029	1562920	อ้อยกลุ่มA	12-10-10
33	622292	1553522	dynasty golf	08-01-11	73	604791	1563508	อ้อยกลุ่มA	12-10-10
34	622141	1553719	dynasty golf	08-01-11	74	605013	1563621	อ้อยกลุ่มA	12-10-10
35	622567	1551601	กล้วยไม้	08-01-11	75	605315	1563169	อ้อยกลุ่มA	12-10-10
36	614785	1552878	บ่อน้ำ	08-01-11	76	605529	1562131	อ้อยกลุ่มA	12-10-10
37	626287	1552776	โรงงานไทยซูรส	10-10-10	77	606242	1563444	อ้อยกลุ่มA	12-10-10
38	607972	1570918	วัดเนินมะปรางค์	11-10-10	78	603810	1565774	อ้อยกลุ่มA	12-10-10
39	610185	1572724	ที่ว่าการอำเภอสองพี่น้อง	11-10-10	79	603155	1564856	อ้อยกลุ่มA	12-10-10
40	610116	1572780	สน.สองพี่น้อง	11-10-10	80	602537	1562785	อ้อยกลุ่มA	12-10-10

ตารางผนวกที่ ก2 ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 81-160)

ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่	ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่
81	602468	1563422	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	121	604167	1567478	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
82	594099	1550514	สระน้ำ	12-10-10	122	603451	1567717	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
83	593911	1549063	สระน้ำ	12-10-10	123	603558	1573213	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
84	593578	1548963	สระน้ำ	12-10-10	124	597836	1567189	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
85	605417	1555080	สระน้ำ	12-10-10	125	592290	1544378	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
86	601147	1563273	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	126	597014	1543542	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
87	599948	1563190	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	127	603941	1549302	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
88	599164	1563332	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	128	603470	1548108	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
89	599588	1562497	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	129	606711	1547072	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
90	598584	1563791	วัดทับกระดาน	12-10-10	130	598559	1543410	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
91	599862	1564250	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	131	606780	1545458	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
92	599733	1563408	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	132	611214	1544886	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
93	601058	1563520	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	133	593295	1554559	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
94	602023	1563914	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	134	593163	1552963	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
95	604256	1566469	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	135	591599	1560928	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
96	607392	1549356	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	136	595117	1560161	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
97	607649	1549538	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	137	604296	1559031	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
98	608167	1549866	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	138	604496	1558451	ป่า	13-10-10
99	608338	1549769	สวนกล้วย	12-10-10	139	604755	1559125	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
100	608662	1549437	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	140	605204	1559378	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
101	608061	1550509	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	141	604434	1559180	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
102	608139	1550881	อ้อยกลุ่มA	12-10-10	142	605566	1560419	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
103	609360	1551968	บ่อน้ำ	13-10-10	143	605020	1561210	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
104	609138	1549167	อ้อยตลอดปี	13-10-10	144	603604	1561969	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
105	609927	1548886	บ่อเลี้ยงปลา	13-10-10	145	604146	1563190	อ้อยกลุ่มB	13-10-10
106	613343	1549081	เจดีย์วัดคอนทอง	13-10-10	146	604791	1563529	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
107	607885	1548517	อ้อยกลุ่มA	13-10-10	147	605315	1561774	สุสานทะเลบก	13-10-10
108	608140	1548609	อ้อยกลุ่มA	13-10-10	148	604964	1561759	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
109	608686	1547929	อ้อยกลุ่มA	13-10-10	149	606821	1559354	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
110	609580	1549599	อ้อยกลุ่มA	13-10-10	150	615140	1547961	วัดตะโกสูง	13-10-10
111	610102	1548935	คลองดอนข่อย	13-10-10	151	624144	1552843	น้ำเสียจากโรงงาน	13-10-10
112	610617	1547908	อ้อยกลุ่มA	13-10-10	152	624442	1553862	น้ำเสียจากโรงงาน	13-10-10
113	610541	1547668	อ้อยกลุ่มA	13-10-10	153	618826	1550600	บ่อน้ำขนาดใหญ่	13-10-10
114	612742	1565084	บัวหลวง(พืชตลอดปี)	13-10-10	154	620230	1545534	วัดดอนขอ	13-10-10
115	614393	1566927	บัวหลวง(พืชตลอดปี)	13-10-10	155	613774	1553909	สวนกล้วยไม้	13-10-10
116	603642	1557034	โครงการบางเลน	13-10-10	156	596574	1560042	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
117	603056	1558239	อ้อยกลุ่มA	13-10-10	157	597604	1560400	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
118	603374	1559082	อ้อยตลอดปี	13-10-10	158	598131	1561461	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
119	592438	1557679	สระน้ำ	13-10-10	159	594997	1562579	อ้อยกลุ่มA	13-10-10
120	603183	1558713	อ้อยกลุ่มA	13-10-10	160	597573	1562542	อ้อยกลุ่มA	13-10-10

ตารางผนวกที่ ก3 ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 161-240)

ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่	ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่
161	596184	1564307	อ้อยขกลุ่มA	13-10-10	201	606293	1552578	ข้าวกลุ่มB	16-10-10
162	593823	1563647	อ้อยขกลุ่มA	13-10-10	202	604923	1552530	อ้อยตลอดปี	16-10-10
163	592988	1564037	อ้อยขกลุ่มA	13-10-10	203	604981	1552844	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10
164	594294	1564997	อ้อยขกลุ่มA	13-10-10	204	604026	1552374	ไร่ยูคาลิปตัส	16-10-10
165	596681	1565192	อ้อยขกลุ่มA	13-10-10	205	603289	1554043	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10
166	593823	1565343	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	206	603211	1554389	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10
167	594118	1563383	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	207	602153	1552936	คลองส่งน้ำ	16-10-10
168	598446	1572892	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	208	600704	1552648	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10
169	595607	1573345	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	209	599755	1552757	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10
170	599105	1572899	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	210	597335	1554230	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10
171	618436	1557784	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	211	596360	1554813	อ้อยขกลุ่มB	16-10-10
172	620837	1561147	ตลาดบางหลวงร้อยปี	16-10-10	212	594899	1555562	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10
173	623953	1558034	บ่อน้ำ	16-10-10	213	593978	1556084	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10
174	626707	1550673	ตลาดบางเลน	16-10-10	214	590955	1554087	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10
175	606884	1553314	ไร่อ้อย	16-10-10	215	593509	1555619	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10
176	604271	1554793	สระน้ำ	16-10-10	216	598129	1554281	สระน้ำ	16-10-10
177	604505	1555808	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	217	597076	1564495	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
178	603144	1555202	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	218	598031	1566279	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
179	606304	1555485	อ้อยขกลุ่มB	16-10-10	219	591870	1562121	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
180	605372	1557067	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	220	593094	1561034	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
181	595139	156026	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	221	594162	1560500	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
182	603781	1556656	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	222	595563	1561355	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
183	606529	1557031	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	223	597158	1562548	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
184	605228	1557401	สระน้ำ	16-10-10	224	593421	1561738	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
185	604921	1557721	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	225	596398	1560645	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
186	596323	1556889	สระน้ำ	16-10-10	226	596115	1559326	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
187	596568	1557278	สระน้ำ	16-10-10	227	596894	1560224	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
188	597014	1558032	สระน้ำ	16-10-10	228	593389	1558183	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
189	596260	1557140	สระน้ำ	16-10-10	229	595374	1557963	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
190	593898	1551506	สระน้ำ	16-10-10	230	595808	1555966	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
191	606374	1559251	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	231	597541	1556770	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
192	605533	1558948	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	232	597064	1554314	อ้อยขกลุ่มB	16-02-11
193	605422	1559412	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	233	598439	1554856	อ้อยขกลุ่มA	16-02-11
194	605609	1559899	สระน้ำ	16-10-10	234	599171	1556106	สระน้ำ	16-02-11
195	605834	1560366	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	235	600691	1556799	อ้อยขกลุ่มA	16-02-11
196	604404	1559589	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	236	602617	1557827	อ้อยขกลุ่มA	16-02-11
197	606213	1561823	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	237	600179	1555419	สระน้ำ	16-02-11
198	605479	1563455	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	238	600009	1555300	สระน้ำ	16-02-11
199	605814	1564001	อ้อยขกลุ่มB	16-10-10	239	602924	1556399	สระน้ำ	16-02-11
200	606027	1552804	อ้อยขกลุ่มA	16-10-10	240	596103	1556462	สระน้ำ	16-02-11

ตารางผนวกที่ ก4 ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 241-320)

ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่	ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่
241	603197	1558381	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	281	595595	1550434	พืชตลอดปี	16-02-11
242	604644	1564988	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	282	594221	1549749	สระ	16-02-11
243	603895	1564308	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	283	594171	1549053	บ่อน้ำ	16-02-11
244	603072	1563454	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	284	601165	1567912	เมือง	16-02-11
245	603851	1563321	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	285	600813	1568301	เมือง	16-02-11
246	605000	1563539	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	286	603684	1553679	บ่อขยะ	16-02-11
247	604832	1566149	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	287	623770	1553114	น้ำเสีย	16-02-11
248	606327	1567106	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	288	624008	1553636	น้ำเสีย	16-02-11
249	606983	1564826	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	289	619053	1546444	น้ำ	16-02-11
250	608459	1566184	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	290	607484	1544685	น้ำ	16-02-11
251	616669	1566509	สระน้ำ	16-02-11	291	596106	1547511	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
252	606269	1564498	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	292	595856	1546970	หญ้า	16-02-11
253	606629	1564296	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	293	595707	1545876	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
254	607944	1563328	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	294	594908	1545836	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
255	606939	1563941	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	295	594883	1544882	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
256	606467	1563409	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	296	595037	1543654	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
257	606386	1562454	อ้อยกลุ่มB	16-02-11	297	595028	1543611	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
258	606504	1561615	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	298	595441	1546499	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
259	606767	1559352	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	299	594254	1548152	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
260	607807	1569754	บ่อน้ำ	16-02-11	300	596569	1550576	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
261	612100	1568678	ศูนย์ราชการเนินประปรังค์	16-02-11	301	600366	1549416	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
262	616570	1570303	บ่อปลา มีฟาร์มไก่	16-02-11	302	602810	1552083	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
263	616570	1570764	บ่อปลา มีฟาร์มไก่	16-02-11	303	602656	1551590	ป่า	16-02-11
264	617972	1570141	คลองสองพี่น้อง	16-02-11	304	602324	1552418	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
265	618834	1569642	บ่อปลา มีฟาร์มไก่	16-02-11	305	601077	1552011	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
266	620205	1567387	ประตูน้ำ	16-02-11	306	599591	1552783	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
267	621661	1565357	แม่น้ำท่าจีน	16-02-11	307	597249	1553888	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
268	620250	1563603	วัดบางน้อยใน	16-02-11	308	596803	1554382	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
269	620751	1560954	คลองบางหลวง	16-02-11	309	595434	1554382	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
270	605756	1568092	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	310	595647	1555729	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
271	597697	1550723	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	311	601077	1552011	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
272	597743	1551339	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	312	599591	1552783	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
273	598423	1551384	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	313	597249	1553888	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
274	598531	1552132	อ้อยกลุ่มB	16-02-11	314	596803	1554382	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
275	599370	1551427	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	315	595434	1554382	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
276	599687	1552122	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	316	595647	1555729	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
277	598375	1553118	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	317	597202	1554654	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
278	597840	1553077	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	318	597947	1555948	บ่อน้ำ	16-02-11
279	596327	1551249	อ้อยกลุ่มB	16-02-11	319	598262	1556485	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
280	596398	1550292	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	320	597196	1544403	สระน้ำ	20-10-10

ตารางผนวกที่ ก5 ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 321-400)

ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่	ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่
321	597384	1567466	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	361	604816	1557583	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
322	596480	1560871	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	362	605383	1557197	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
323	594062	1561738	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	363	604858	1556040	อ้อยกลุ่มB	20-10-10
324	593433	1563145	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	364	606141	1555519	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
325	597591	1560406	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	365	608388	1549030	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
326	596228	1552448	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	366	609581	1549592	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
327	592849	1551933	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	367	624284	1550154	บ่อเลี้ยงเป็ด	20-10-10
328	596637	1553120	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	368	620804	1549322	กล้วยไม้	20-10-10
329	593710	1547210	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	369	606782	1560403	कुसुมน้ำสาย 14 R	20-10-10
330	592253	1546695	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	370	607287	1560925	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
331	591581	1553208	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	371	607476	1560817	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
332	596065	1569739	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	372	608076	1558886	บ่อน้ำธรรมชาติ	20-10-10
333	598778	1544466	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	373	607964	1558635	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
334	604607	1544635	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	374	608294	1558040	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
335	606585	1545910	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	375	608033	1558056	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
336	603809	1548297	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	376	607964	1556589	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
337	593886	1555212	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	377	608316	1556853	สน.กระต๊อบ	20-10-10
338	594897	1562121	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	378	608660	1557028	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
339	597026	1543555	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	379	608160	1557112	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
340	597704	1544265	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	380	607104	1553620	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
341	597464	1554671	บ่อน้ำ	20-10-10	381	592359	1556374	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
342	598706	1555287	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	382	607283	1551732	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
343	599223	1555343	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	383	602836	1545483	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
344	599478	1555197	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	384	599162	1545370	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
345	601278	1554349	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	385	603546	1543687	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
346	601674	1559985	สระน้ำ	20-10-10	386	622357	1554785	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
347	602208	1559238	สระน้ำ	20-10-10	387	623318	1555802	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
348	599664	1554571	สระน้ำ	20-10-10	388	622897	1556110	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
349	598584	1555413	สระน้ำ	20-10-10	389	625233	1559527	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
350	603222	1553734	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	390	623073	1544855	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
351	603215	1554518	อ้อยกลุ่มB	20-10-10	391	613708	1565852	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
352	602444	1555836	อ้อยตลอดปี	20-10-10	392	613463	1561901	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
353	601884	1556129	อ้อยกลุ่มB	20-10-10	393	615027	1561700	อ้อยกลุ่มB	20-10-10
354	601564	1556502	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	394	608413	1551196	บ่อขุดดิน	20-10-10
355	601258	1556671	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	395	608073	1554976	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
356	600432	1556178	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	396	607642	1549531	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
357	599302	1556347	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	397	608060	1550453	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
358	600450	1556553	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	398	608612	1550592	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
359	601298	1557146	อ้อยกลุ่มB	20-10-10	399	607713	1550864	อ้อยกลุ่มA	20-10-10
360	602694	1557132	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	400	607603	1550689	อ้อยกลุ่มB	20-10-10

ตารางผนวกที่ ก6 ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 401-480)

ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่	ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่
401	607685	1552801	อ้อยตลอดปี	20-10-10	441	610045	1546916	วัดวังน้ำเขียว	16-02-11
402	607335	1562191	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	442	607148	1554574	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
403	606648	1561928	อ้อยกลุ่มB	20-10-10	443	607042	1553615	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
404	606864	1563410	อ้อยกลุ่มA	20-10-10	444	616145	1558964	กล้วยไม้	16-02-11
405	621086	1560903	สะพาน บางหลวง	21-10-10	445	609540	1549527	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
406	613881	1549918	บ่อน้ำ	21-10-10	446	607933	1548878	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
407	610671	1547912	อ้อยกลุ่มA	21-10-10	447	607885	1548517	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
408	612238	1552155	สระน้ำ	21-10-10	448	608140	1548609	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
409	600286	1573259	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	449	608686	1547929	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
410	603307	1570569	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	450	609580	1549599	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
411	605241	1571674	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	451	610617	1547908	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
412	603696	1571674	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	452	610541	1547668	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
413	603495	1573445	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	453	602217	1558612	สระน้ำ ฐานบิน	16-02-11
414	598106	1546632	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	454	600407	1561687	ป่า ฐานบิน	16-02-11
415	599055	1552442	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	455	598925	1556665	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
416	598289	1553705	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	456	598413	1554789	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
417	599746	1553723	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	457	602703	1557112	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
418	606989	1548364	ตลาดกำแพงแสน	16-02-11	458	603151	1559063	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
419	603056	1558239	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	459	601321	1561469	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
420	603374	1559082	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	460	601451	1561852	อ้อยกลุ่มB	16-02-11
421	603059	1559053	อ้อยกลุ่มB	16-02-11	461	601980	1560900	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
422	603263	1558674	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	462	603363	1561469	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
423	603927	1558423	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	463	603629	1561770	สระน้ำ	16-02-11
424	604292	1559064	อ้อยกลุ่มB	16-02-11	464	604984	1561751	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
425	604389	1558828	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	465	604851	1567027	อ้อยกลุ่มA	16-02-11
426	604755	1559125	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	466	616589	1566528	สระน้ำ	21-10-10
427	605204	1559378	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	467	616278	1561250	บ่อน้ำ	21-10-10
428	604434	1559180	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	468	616145	1558972	กล้วยไม้	21-10-10
429	605566	1560419	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	469	607063	1565492	อ้อยกลุ่มA	21-10-10
430	605020	1561210	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	470	607387	1560801	อ้อยกลุ่มA	21-10-10
431	603604	1561969	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	471	606612	1561635	อ้อยกลุ่มA	21-10-10
432	604146	1563190	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	472	610831	1566929	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10
433	604791	1563529	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	473	610976	1566566	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10
434	604964	1561759	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	474	622421	1567807	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10
435	606913	1561275	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	475	621724	1567765	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10
436	606821	1559354	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	476	618850	1564827	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10
437	608983	1547662	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	477	612531	1564572	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10
438	609651	1547586	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	478	610891	1566474	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10
439	603455	1545204	อ้อยตลอดปี	16-02-11	479	609773	1563964	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10
440	610368	1546875	อ้อยกลุ่มA	16-02-11	480	609870	1564188	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10

ตารางผนวกที่ ก7 ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 481-560)

ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่	ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่
481	617687	1563077	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	521	606989	1548364	ตลาดก้านพวงแสน	23-10-10
482	619745	1560355	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	522	603642	1557034	โครงการส่งน้ำบางเลน	23-10-10
483	613862	1569261	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	523	601372	1571270	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
484	613685	1569398	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	524	599318	1572241	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
485	616543	1570152	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	525	599249	1572038	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
486	619460	1567547	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	526	599638	1572113	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
487	616327	1568449	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	527	603174	1571660	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
488	609277	1563291	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	528	603350	1571846	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
489	614612	1569382	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	529	602710	1572316	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
490	617697	1563096	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	530	602534	1572502	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
491	618821	1564821	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	531	605046	1572102	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
492	620370	1564802	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	532	602422	1570753	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
493	613371	1570330	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	533	601708	1570129	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
494	611928	1571278	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	534	602390	1570492	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
495	612660	1570316	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	535	604156	1570876	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
496	617593	1566526	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	536	604956	1572086	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
497	609816	1564226	นาข้าวกลุ่มA	21-10-10	537	605185	1572236	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
498	609816	1564226	นาข้าวกลุ่มA	22-10-10	538	604598	1571404	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
499	614957	1559668	นาข้าวกลุ่มA	22-10-10	539	605420	1570972	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
500	609787	1563940	นาข้าวกลุ่มA	22-10-10	540	605228	1570870	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
501	623611	1546783	นาข้าวกลุ่มA	22-10-10	541	605516	1579761	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
502	609172	1564434	นาข้าวกลุ่มA	22-10-10	542	605158	1569718	นาข้าวกลุ่มB	23-10-10
503	614953	1559623	นาข้าวกลุ่มA	22-10-10	543	603937	1569606	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
504	609794	1563969	นาข้าวกลุ่มA	22-10-10	544	607212	1570758	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
505	609032	1564438	นาข้าวกลุ่มA	22-10-10	545	606039	1570033	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
506	613263	1566423	นาข้าวกลุ่มA	22-10-10	546	607591	1570982	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
507	617694	1563114	นาข้าวกลุ่มA	22-10-10	547	608167	1571180	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
508	615024	1554066	นาข้าวกลุ่มA	22-10-10	548	607932	1570732	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
509	613903	1551282	นาข้าวกลุ่มA	23-10-10	549	608401	1571153	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
510	625524	1549919	นาข้าวกลุ่มA	23-10-10	550	609601	1571766	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
511	613329	1560151	นาข้าวกลุ่มA	23-10-10	551	607441	1572268	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
512	615308	1561345	นาข้าวกลุ่มA	23-10-10	552	607841	1572193	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
513	611125	1570359	นาข้าวกลุ่มA	23-10-10	553	609148	1570908	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
514	623939	1561345	นาข้าวกลุ่มA	23-10-10	554	609580	1570300	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
515	611755	1572855	นาข้าวกลุ่มA	23-10-10	555	610449	1570737	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
516	605217	1570590	นาข้าวกลุ่มA	23-10-10	556	609852	1569500	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
517	618611	1567192	นาข้าวกลุ่มA	23-10-10	557	609495	1571153	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
518	608955	1571239	นาข้าวกลุ่มA	23-10-10	558	609655	1570710	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
519	605218	1570577	นาข้าวกลุ่มA	23-10-10	559	611036	1571622	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10
520	610042	1569004	นาข้าวกลุ่มA	23-10-10	560	612316	1571470	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10

ตารางผนวกที่ ๘ ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 561-640)

ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่	ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่
561	612273	1572348	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	601	618729	1544609	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
562	612321	1571036	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	602	613895	1566246	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
563	612609	1570705	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	603	613436	1565324	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
564	622529	1572358	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	604	619575	1566438	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
565	623052	1571964	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	605	610305	1564049	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
566	619335	1572124	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	606	613031	1563308	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
567	618263	1572145	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	607	615313	1565254	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
568	617255	1572849	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	608	614652	1564881	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
569	616945	1573174	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	609	614231	1563985	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
570	616700	1573233	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	610	614433	1563798	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
571	619665	1570502	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	611	614961	1563772	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
572	620023	1570609	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	612	608641	1561025	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
573	619916	1570892	นาข้าวกลุ่มB	24-10-10	613	608908	1560977	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
574	623063	1571958	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	614	609249	1560924	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
575	623521	1571841	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	615	609713	1560988	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
576	623212	1571057	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	616	610252	1561212	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
577	624855	1571996	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	617	610673	1561228	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
578	625802	1571228	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	618	610849	1561116	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
579	626887	1570881	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	619	608055	1562513	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
580	627074	1570646	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	620	608732	1562444	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
581	624257	1570902	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	621	610871	1560379	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
582	625399	1570012	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	622	610620	1560497	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
583	624753	1568460	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	623	611383	1560443	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
584	624679	1568134	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	624	611297	1560129	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
585	624652	1567777	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	625	611087	1558961	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
586	624567	1566950	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	626	611505	1558427	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
587	626322	1566988	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	627	610961	1558401	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
588	627772	1567260	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	628	612631	1558843	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
589	627410	1567126	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	629	612583	1559046	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
590	623377	1566470	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	630	613020	1558577	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
591	624161	1566412	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	631	612940	1558251	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
592	624535	1565564	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	632	614103	1558961	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
593	609036	1563185	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	633	614433	1559137	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
594	610812	1562641	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	634	617164	1558854	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
595	608092	1562502	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	635	617612	1558742	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
596	608892	1563665	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	636	618679	1559073	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
597	608071	1363548	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	637	618631	1557899	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10
598	609237	1563782	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	638	618732	1557745	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10
599	610897	1525862	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	639	618935	1557675	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10
600	610348	1565601	นาข้าวกลุ่มB	26-10-10	640	619372	1557771	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10

ตารางผนวกที่ ก9 ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 641-720)

ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่	ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่
641	619132	1557371	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	681	603222	1551435	ไม่ขึ้นต้น	28-10-10
642	619964	1558033	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	682	603950	1552347	ไม่ขึ้นต้น	28-10-10
643	620668	1558422	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	683	603845	1547902	ไม่ขึ้นต้น	28-10-10
644	620481	1558801	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	684	594612	1555111	ไม่ขึ้นต้น	28-10-10
645	621079	1559537	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	685	598303	1559960	ไม่ขึ้นต้น	28-10-10
646	625735	1559462	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	686	620141	1546448	ป่า	28-10-10
647	624695	1558219	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	687	608413	1551412	ป่า	28-10-10
648	626455	1558155	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	688	607995	1551398	ป่า	28-10-10
649	625623	1554166	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	689	605825	1558656	ป่า	28-10-10
650	625164	1554059	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	690	606595	1551874	ต้นไม้ใน ม.	28-10-10
651	624332	1554203	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	691	605824	1552027	ป่า	28-10-10
652	625073	1552011	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	692	603215	1551465	ป่า	28-10-10
653	624988	1551643	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	693	598363	1559925	ต้นไม้ในฐานบิน	28-10-10
654	625164	1551537	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	694	599392	1561257	ป่า	28-10-10
655	623996	1551339	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	695	597797	1562761	ป่า	28-10-10
656	625409	1551318	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	696	603212	1550190	ป่า	28-10-10
657	618417	1550326	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	697	619940	1550547	ป่า	28-10-10
658	621756	1549809	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	698	621341	1553660	สนามกอล์ฟ	28-10-10
659	622353	1549814	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	699	621591	1554058	ไม่ขึ้นต้น	28-10-10
660	620679	1549899	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	700	617372	1564118	ไม่ขึ้นต้น	28-10-10
661	618097	1549606	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	701	599550	1560148	รันเวย์สนามบิน	28-10-10
662	617959	1550262	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	702	606990	1548404	ตลาดกำแพงแสน	28-10-10
663	615217	1549190	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	703	606770	1549208	ถนนมาลัยแมน	28-10-10
664	616071	1548843	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	704	606638	1557581	ถนนมาลัยแมน	28-10-10
665	616161	1548385	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	705	626673	1550634	ตลาดบางเลน	28-10-10
666	616044	1547386	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	706	624741	1553712	บ่อน้ำ	28-10-10
667	613895	1546438	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	707	603578	1552348	บ่อน้ำ	28-10-10
668	624049	1543798	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	708	598531	1559486	บ่อน้ำ	28-10-10
669	624273	1543403	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	709	608502	1558767	บ่อน้ำ	28-10-10
670	624887	1543659	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	710	614722	1546392	บ่อน้ำ	28-10-10
671	625761	1545142	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	711	603493	1552405	บ่อน้ำ	28-10-10
672	626903	1546534	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	712	591954	1549070	บ่อน้ำ	28-10-10
673	621831	1548550	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	713	605430	1551995	บ่อน้ำ	28-10-10
674	613772	1545947	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	714	596190	1556065	บ่อน้ำ	28-10-10
675	614796	1545249	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	715	599871	155470	บ่อน้ำ	28-10-10
676	615228	1549190	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	716	607926	1567229	บ่อน้ำ	28-10-10
677	620108	1551785	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	717	606919	1566981	บ่อน้ำ	28-10-10
678	620721	1554673	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	718	607751	1567877	บ่อน้ำ	28-10-10
679	624279	1557249	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	719	609879	1567537	บ่อน้ำ	28-10-10
680	623388	1556454	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10	720	608367	1566990	บ่อน้ำ	28-10-10

ตารางผนวกที่ ก10 ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 721-800)

ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่	ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่
721	607181	1566540	บ่อน้ำ	28-10-10	761	610187	1563162	นาทุ่ง	28-10-10
722	606998	1565258	บ่อน้ำ	28-10-10	762	611625	1564591	นาทุ่ง	28-10-10
723	615697	1568470	บ่อน้ำ	28-10-10	763	611152	1564187	นาทุ่ง	28-10-10
724	617682	1567840	บ่อน้ำ	28-10-10	764	611869	1564564	นาทุ่ง	28-10-10
725	621717	1563300	บ่อน้ำ	28-10-10	765	614093	1566347	นาทุ่ง	30-10-10
726	608758	1563190	บ่อน้ำ	28-10-10	766	614475	1567045	นาทุ่ง	30-10-10
727	609589	1562004	บ่อน้ำ	28-10-10	767	614635	1567142	นาทุ่ง	30-10-10
728	607232	1558488	บ่อน้ำ	28-10-10	768	615076	1565483	นาทุ่ง	30-10-10
729	605412	1551113	บ่อน้ำ	28-10-10	769	615504	1565212	นาทุ่ง	30-10-10
730	608463	1558911	บ่อน้ำ	28-10-10	770	616354	1565850	นาทุ่ง	30-10-10
731	609259	1558318	บ่อน้ำ	28-10-10	771	615991	1566062	นาทุ่ง	30-10-10
732	609704	1557914	บ่อน้ำ	28-10-10	772	617154	1565703	นาทุ่ง	30-10-10
733	607834	1557151	บ่อน้ำ	28-10-10	773	616506	1566581	นาทุ่ง	30-10-10
734	607232	1554633	บ่อน้ำ	28-10-10	774	608799	1560976	นาทุ่ง	30-10-10
735	610922	1544445	บ่อน้ำ	28-10-10	775	611283	1561332	นาทุ่ง	30-10-10
736	611873	1544036	บ่อน้ำ	28-10-10	776	611587	1561571	นาทุ่ง	30-10-10
737	618932	1545382	บ่อน้ำ	28-10-10	777	611931	1560999	นาทุ่ง	30-10-10
738	617599	1545093	บ่อน้ำ	28-10-10	778	612376	1560939	นาทุ่ง	30-10-10
739	614640	1546531	บ่อน้ำ	28-10-10	779	612312	1560995	นาทุ่ง	30-10-10
740	614736	1546775	บ่อน้ำ	28-10-10	780	612256	1560849	นาทุ่ง	30-10-10
741	613712	1546572	บ่อน้ำ	28-10-10	781	613128	1560864	นาทุ่ง	30-10-10
742	625320	1553024	บ่อน้ำ	28-10-10	782	613173	1560513	นาทุ่ง	30-10-10
743	625177	1551816	บ่อน้ำ	28-10-10	783	612806	1560546	นาทุ่ง	30-10-10
744	625770	1552965	บ่อน้ำ	28-10-10	784	614303	1560767	นาทุ่ง	30-10-10
745	624745	1554716	บ่อน้ำ	28-10-10	785	616477	1560213	นาทุ่ง	30-10-10
746	614195	1545325	บ่อน้ำ	28-10-10	786	613244	1556943	นาทุ่ง	30-10-10
747	607517	1547450	ร.ร.กำแพงแสน	28-10-10	787	613985	1556756	นาทุ่ง	30-10-10
748	607508	1564302	นาทุ่ง	28-10-10	788	616039	1556662	นาทุ่ง	30-10-10
749	608643	1565202	นาทุ่ง	28-10-10	789	616960	1556782	นาทุ่ง	30-10-10
750	609098	1564895	นาทุ่ง	28-10-10	790	618206	1557152	นาทุ่ง	30-10-10
751	609548	1564835	นาทุ่ง	28-10-10	791	617723	1557238	นาทุ่ง	30-10-10
752	609893	1564835	นาทุ่ง	28-10-10	792	616275	1556183	นาทุ่ง	30-10-10
753	610550	1565313	นาทุ่ง	28-10-10	793	618071	1555536	นาทุ่ง	30-10-10
754	610729	1565579	นาทุ่ง	28-10-10	794	619291	1556572	นาทุ่ง	30-10-10
755	610867	1565680	นาทุ่ง	28-10-10	795	618011	1552389	นาทุ่ง	30-10-10
756	608822	1563190	นาทุ่ง	28-10-10	796	617177	1553059	นาทุ่ง	30-10-10
757	609396	1563134	นาทุ่ง	28-10-10	797	612967	1555031	นาทุ่ง	30-10-10
758	609929	1562822	นาทุ่ง	28-10-10	798	612492	1555008	นาทุ่ง	30-10-10
759	610628	1562666	นาทุ่ง	28-10-10	799	611414	1555057	นาทุ่ง	30-10-10
760	610481	1563286	นาทุ่ง	28-10-10	800	609461	1554054	นาทุ่ง	30-10-10

ตารางผนวกที่ ก11 ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 801-880)

ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่	ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่
801	609671	1553994	นาุ้ง	30-10-10	841	609541	1563128	นาข้าวกลุ่มA	16-12-10
802	610067	1553949	นาุ้ง	30-10-10	842	610450	1562792	นาข้าวกลุ่มA	16-12-10
803	610445	1553983	นาุ้ง	30-10-10	843	615023	1554014	นาข้าวกลุ่มA	16-12-10
804	611478	1554395	นาุ้ง	30-10-10	844	626795	1554901	นาข้าวกลุ่มA	16-12-10
805	610337	1552052	นาุ้ง	30-10-10	845	624548	1557993	นาข้าวกลุ่มA	16-12-10
806	611381	1552127	นาุ้ง	30-10-10	846	624222	1559242	นาข้าวกลุ่มA	16-12-10
807	611381	1552438	นาุ้ง	30-10-10	847	611463	1558744	นาข้าวกลุ่มA	16-12-10
808	609270	1551876	นาุ้ง	10-12-10	848	608500	1569104	นาข้าวกลุ่มA	16-12-10
809	610284	1552052	นาุ้ง	11-12-10	849	609861	1571719	นาข้าวกลุ่มA	16-12-10
810	611718	1551981	นาุ้ง	12-12-10	850	611727	1571055	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
811	614419	1550877	นาุ้ง	13-12-10	851	617557	1566429	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
812	615212	1550623	นาุ้ง	14-12-10	852	616224	1566749	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
813	617192	1549968	นาุ้ง	15-12-10	853	615016	1566189	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
814	617353	1550256	นาุ้ง	16-12-10	854	618168	1566814	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
815	617835	1549594	นาุ้ง	30-10-10	855	618754	1567197	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
816	619646	1549538	นาุ้ง	30-10-10	856	619469	1571086	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
817	620099	1548662	นาุ้ง	30-10-10	857	618068	1572120	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
818	619572	1547338	นาุ้ง	30-10-10	858	613928	1570021	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
819	622067	1546593	นาุ้ง	30-10-10	859	613911	1569241	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
820	623224	1545310	นาุ้ง	30-10-10	860	605170	1570524	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
821	622928	1545100	นาุ้ง	30-10-10	861	605471	1570289	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
822	624776	1544804	นาุ้ง	30-10-10	862	614947	1559850	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
823	626093	1545646	นาุ้ง	20-10-10	863	612567	1570177	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
824	625955	1545040	นาุ้ง	20-10-10	864	615150	1554091	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
825	618928	1545377	นาุ้ง	20-10-10	865	603650	1551836	อ้อยกลุ่มA	10-12-10
826	617607	1545066	นาุ้ง	20-10-10	866	597854	1553047	อ้อยกลุ่มA	10-12-10
827	613046	1546215	นาุ้ง	20-10-10	867	595392	1554671	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
828	617600	1545085	นาุ้ง	20-10-10	868	601807	1562063	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
829	610625	1545239	นาุ้ง	20-10-10	869	603651	1562428	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
830	615141	1546080	นาุ้ง	20-10-10	870	605067	1563642	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
831	615280	1550339	นาุ้ง	20-10-10	871	599200	1551517	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
832	620837	1561147	ตลาดบางหลวงร้อยปี	20-10-10	872	597393	1552946	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
833	609173	1564420	นาข้าวกลุ่มA	20-10-10	873	596059	1561119	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
834	608859	1571422	นาข้าวกลุ่มA	20-10-10	874	597600	1562721	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
835	620367	1569587	นาข้าวกลุ่มA	20-10-10	875	600603	1563089	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
836	613215	1570337	นาข้าวกลุ่มA	16-12-10	876	602418	1563331	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
837	609322	1568642	นาข้าวกลุ่มA	20-10-10	877	605149	1563674	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
838	605140	1570567	นาข้าวกลุ่มA	20-10-10	878	605893	1560410	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
839	610960	1566945	นาข้าวกลุ่มA	16-12-10	879	608371	1560543	อ้อยกลุ่มA	16-12-10
840	609239	1563197	นาข้าวกลุ่มA	16-12-10	880	606820	1563489	อ้อยกลุ่มB	16-12-10

ตารางผนวกที่ ก12 ตารางพิกัด UTM ที่ทำการเก็บจากภาคสนาม (ลำดับที่ 881-918)

ลำดับที่	X	Y	Detail	วันที่
881	600155	1563346	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
882	599420	1563789	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
883	598683	1562069	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
884	602352	1552405	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
885	604202	1563186	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
886	602245	1565640	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
887	601380	1561440	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
888	600951	1561730	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
889	599419	1563776	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
890	595664	1559762	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
891	594155	1560795	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
892	595664	1555187	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
893	594809	1556214	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
894	592698	1552807	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
895	602616	1545138	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
896	603466	1548378	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
897	600445	1550386	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
898	594617	1563091	อ้อยขกลุ่มB	16-12-10
899	607295	1569410	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10
900	609287	1569778	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10
901	610556	1570946	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10
902	610143	1566763	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10
903	611421	1567067	นาข้าวกลุ่มB	10-12-10
904	610014	1564962	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
905	611671	1566940	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
906	613326	1565196	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
907	617119	1563354	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
908	620409	1564173	นาข้าวกลุ่มA	10-12-10
909	598721	1558715	ไร่นาขนาบนา	10-12-10
910	603813	1554287	บ่อขชะ	02-02-11
911	606950	1548648	ตลาดก้าแพงแสน	02-02-11
912	607462	1548648	ถนนไปบางเลน	02-02-11
913	626692	1550637	ตลาดบางเลน	02-02-11
914	606923	1553219	ถนนมาลย์แมน	02-02-11
915	606921	1552962	ถนนมาลย์แมน	02-02-11
916	606396	1561362	ถนนมาลย์แมน	02-02-11
917	604550	1566265	ถนนมาลย์แมน	02-02-11
918	606221	1564188	ถนนมาลย์แมน	02-02-11

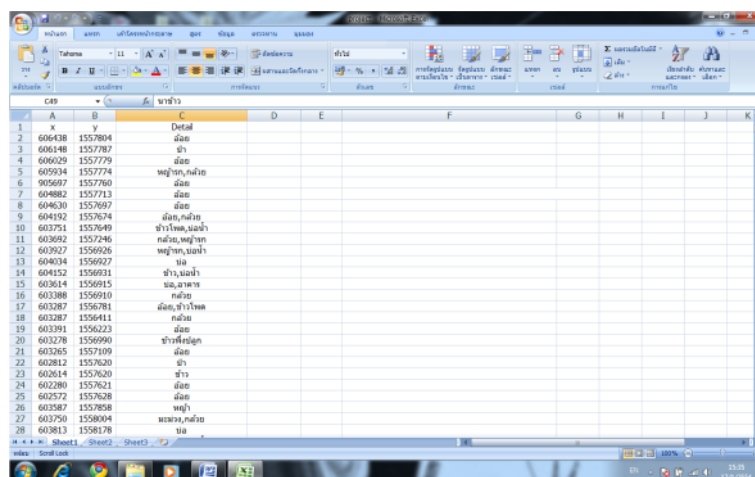
ภาคผนวก ข

การเก็บข้อมูลจากการสำรวจด้วย GPS ในตาราง Spread Sheet

Microsoft Excel



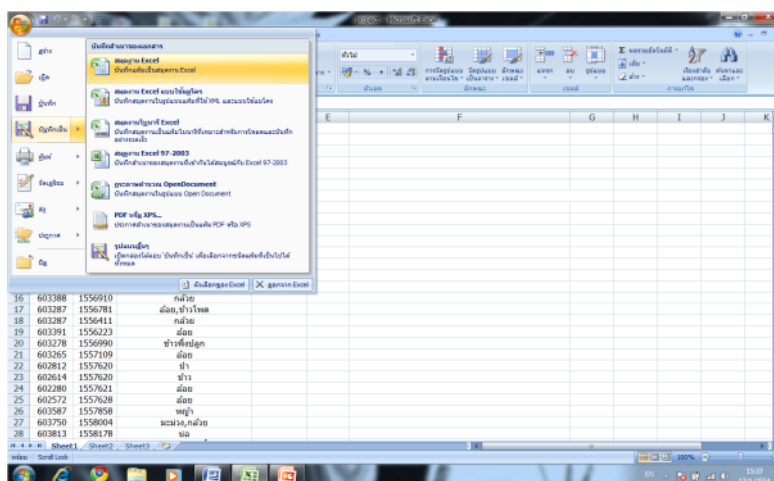
1. ทำการกรอกพิกัด UTM จากภาคสนาม ลงใน Microsoft Excel



ภาพผนวกที่ ข1 กรอกข้อมูลพิกัด UTM จากภาคสนาม

2. เมื่อทำการกรอกข้อมูลพิกัดเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ save เป็น file (.csv)

โดย Click save as > ตั้งชื่อ file เปลี่ยนนามสกุลของไฟล์ ให้เป็น CSV (MS-DOS) > save



ภาพผนวกที่ ข2 การเซฟข้อมูลเป็นไฟล์ (.csv)

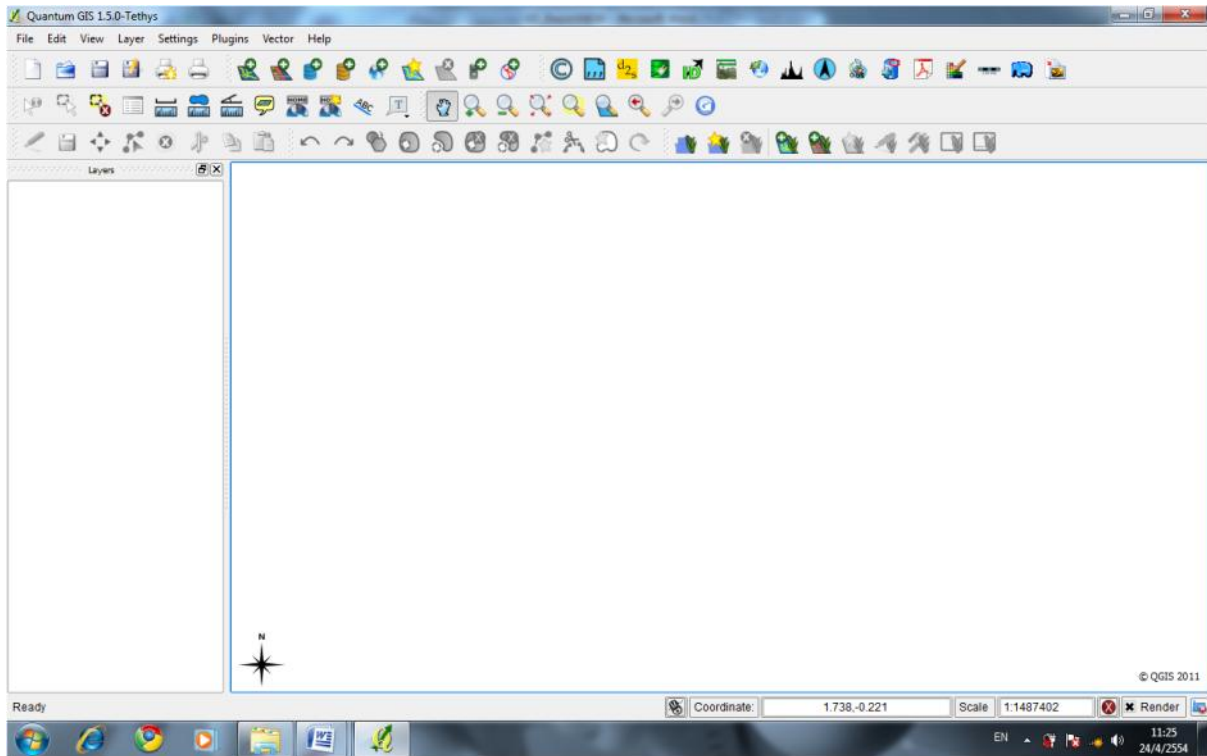
ภาคผนวก ค

การใช้งานโปรแกรม Quantum GIS 1.5.0

Quantum GIS (1.5.0)



เมื่อ Click ไอคอนของโปรแกรมนี้แล้ว หน้าจะเป็นดังรูปภาพผนวกที่ ค1 ด้านล่าง

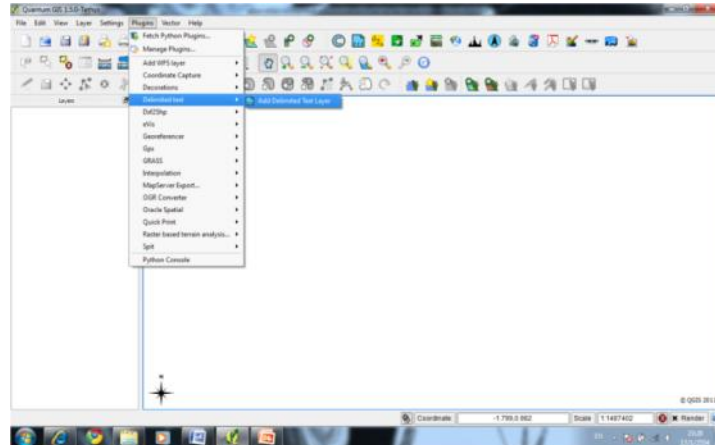


ภาพผนวกที่ ค1 หน้าต่างโปรแกรมเมื่อเริ่มใช้งาน

- การนำข้อมูลจาก excel มาพล็อตจุดและทำการแปลงเป็น (.shp)
- การทำในรูปแบบแผนที่

การนำข้อมูลจาก excel มาพล็อตจุดและทำการแปลงเป็น (.shp)

- 1.เมื่อทำการแปลงไฟล์จาก excel เป็นนามสกุล (.csv) เสร็จเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลมาใส่ในโปรแกรม Quantum GIS (1.5.0) โดยกด Plug in > Delimited Text > Add Delimited Text Layer

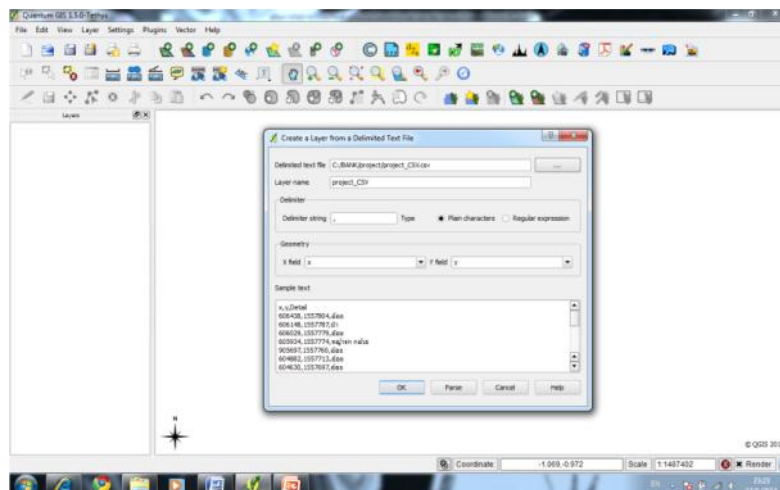


ภาพผนวกที่ ค2 การนำข้อมูลจากโปรแกรม excel เข้าใน โปรแกรม Quantum GIS

หรือจาก ไอคอนรูปกระดาษสีฟ้า ()

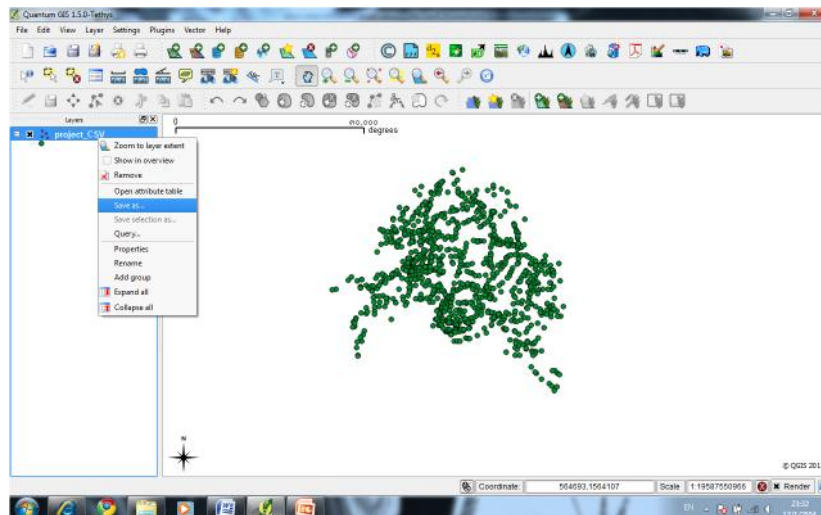
2. เมื่อทำขั้นตอนที่ 1 เสร็จแล้วจะมีหน้าต่างดังขึ้นมา ซึ่งในช่อง Delimited Text File ให้เรากดปุ่ม  เพื่อเลือก ไฟล์ Excelที่เป็นนามสกุล (.csv)

3. เมื่อทำการเลือกแล้วจะมีข้อมูลขึ้นดังภาพผนวกที่ ค3 จากนั้นกด OK



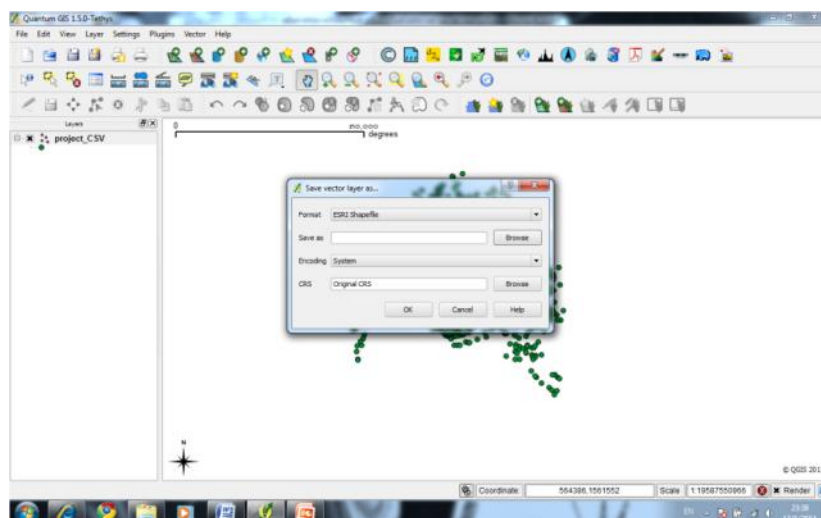
ภาพผนวกที่ ค3 หน้าต่างที่ขึ้นมาเมื่อทำการเลือกไฟล์จาก excel เข้าโปรแกรม Quantum GIS

3. เมื่อกด OK แล้วจะขึ้นเป็นจุดพิกัดดังภาพผนวกที่ ค4 ด้านล่าง
4. จากนั้น click ขวาที่ Layer ด้านซ้ายมือดังภาพ > Save as เพื่อบันทึกเป็นนามสกุล Shapefile (.shp)



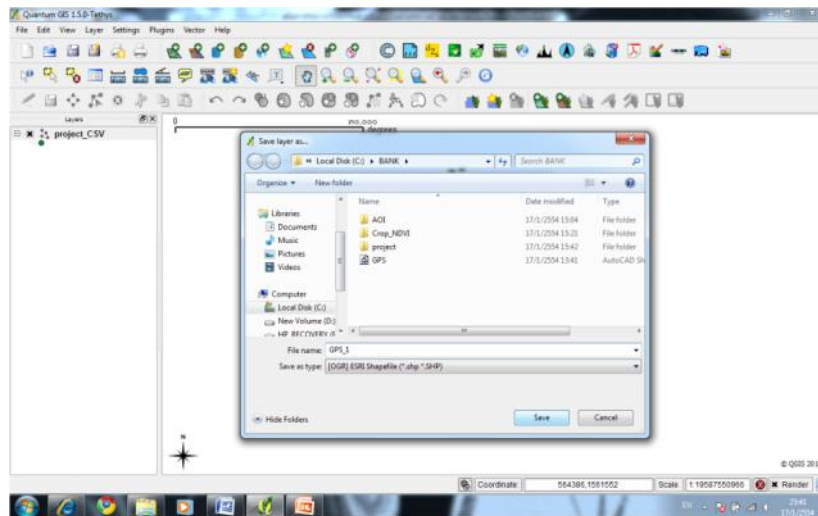
ภาพผนวกที่ ค4 การบันทึกข้อมูลให้เป็นนามสกุล Shapefile (.shp)

5. เมื่อกด Save as แล้วจะขึ้นหน้าต่าง ดังภาพผนวกที่ ค5 ด้านล่าง



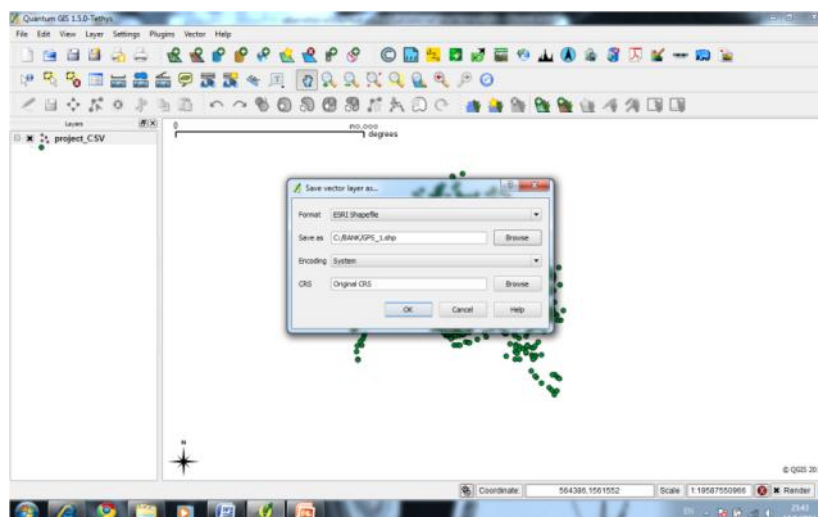
ภาพผนวกที่ ค5 หน้าต่างที่เด้งมาเมื่อคลิก Save as

6. Click >  จากนั้นจะขึ้นหน้าต่างดังภาพผนวกที่ ค6 ด้านล่าง



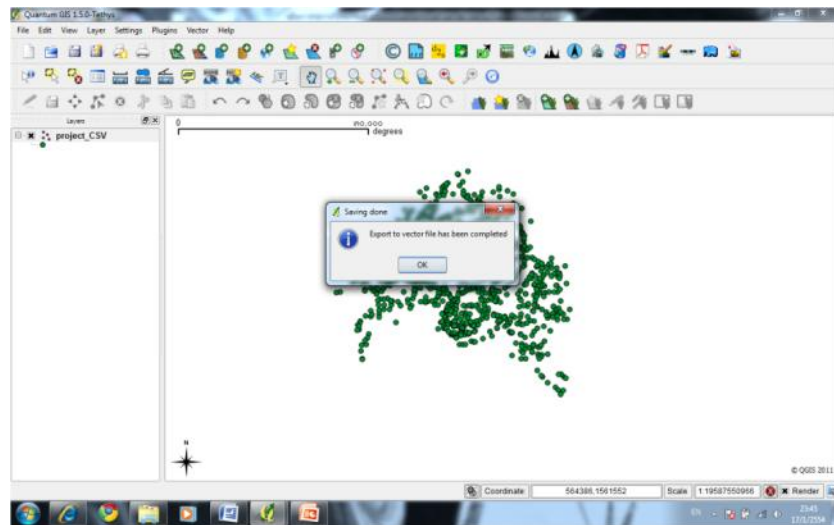
ภาพผนวกที่ ค6 แสดงหน้าต่างที่ทำการเลือกที่อยู่ของไฟล์งาน

7. ในช่อง file name ให้ตั้งชื่อ จากนั้น Click > Save จะเป็นดังภาพผนวกที่ ค7 จากนั้น Click > OK



ภาพผนวกที่ ค7 แสดงการตั้งชื่อของไฟล์

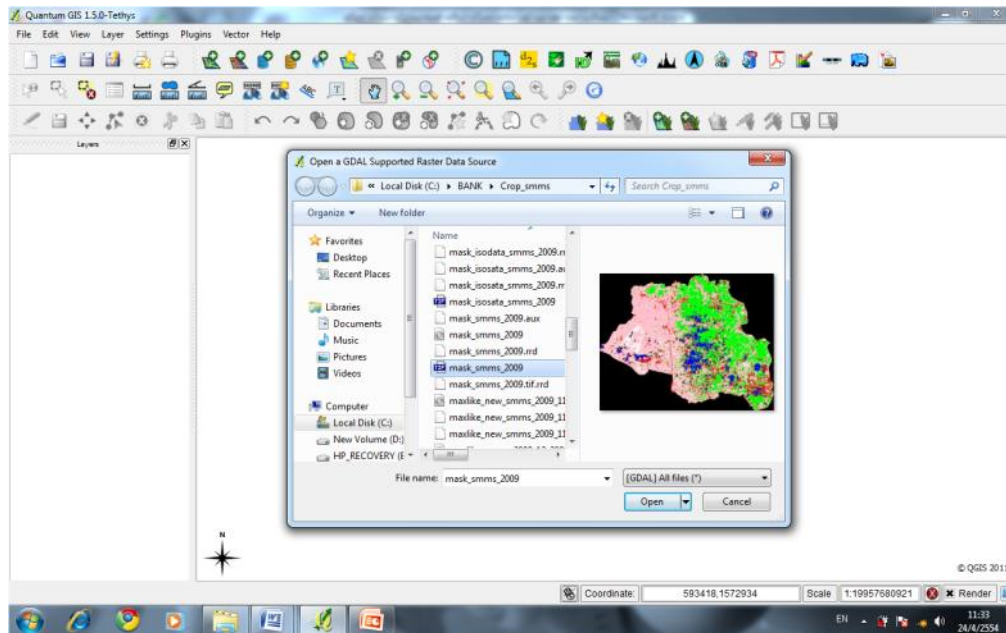
8. จากนั้น Click > OK จะขึ้นหน้าต่าง ดังภาพผนวกที่ ค8 ด้านล่าง Click > OK



ภาพผนวกที่ ค8 แสดงหน้าต่างที่เด้งขึ้นมาเมื่อทำการเซฟสมบูรณ์

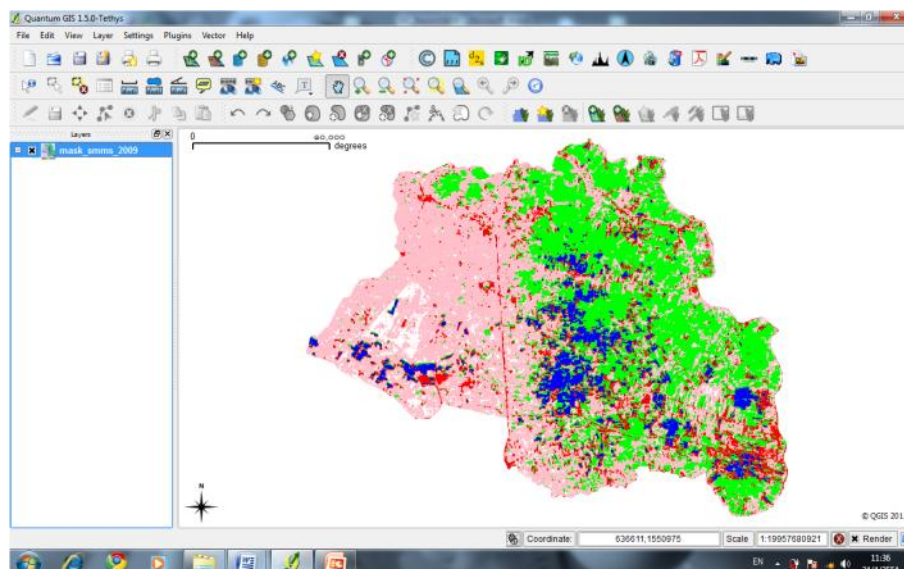
9. ปิดโปรแกรมและนำข้อมูลจาก โปรแกรม Quantum GIS (1.5.0) ไปใช้ใน โปรแกรม ERDAS IMAGINE 8.4 ต่อไป

การทำในรูปแบบแผนที่

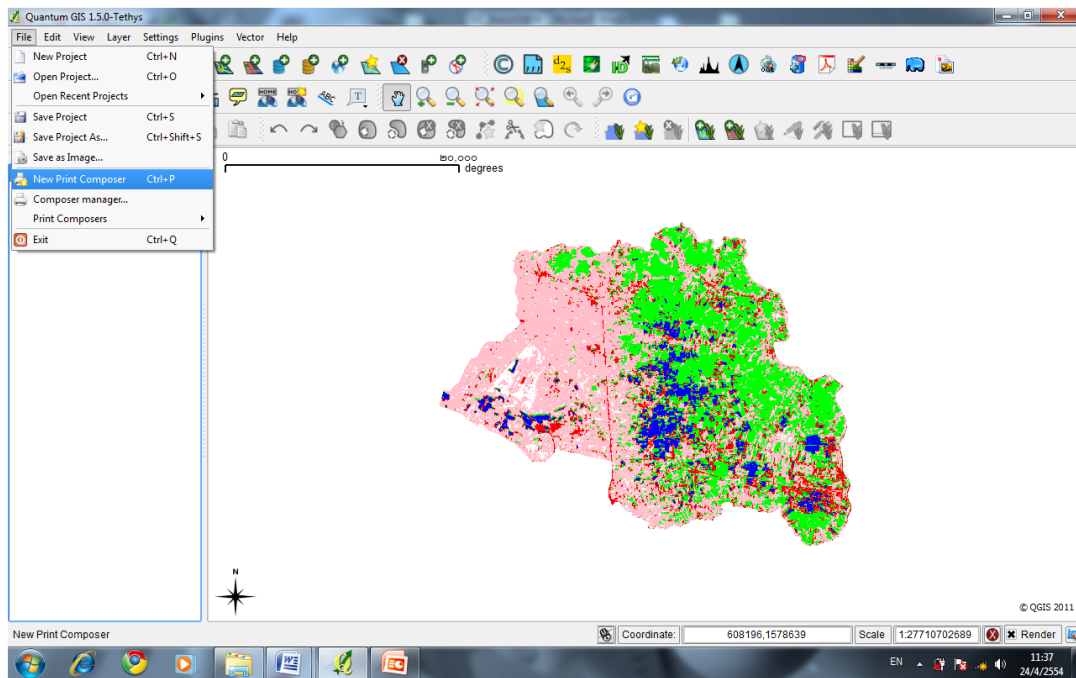


ภาพผนวกที่ ค9 แสดงหน้าต่างการเลือกไฟล์ภาพถ่ายดาวเทียมที่นามสกุล (.img)

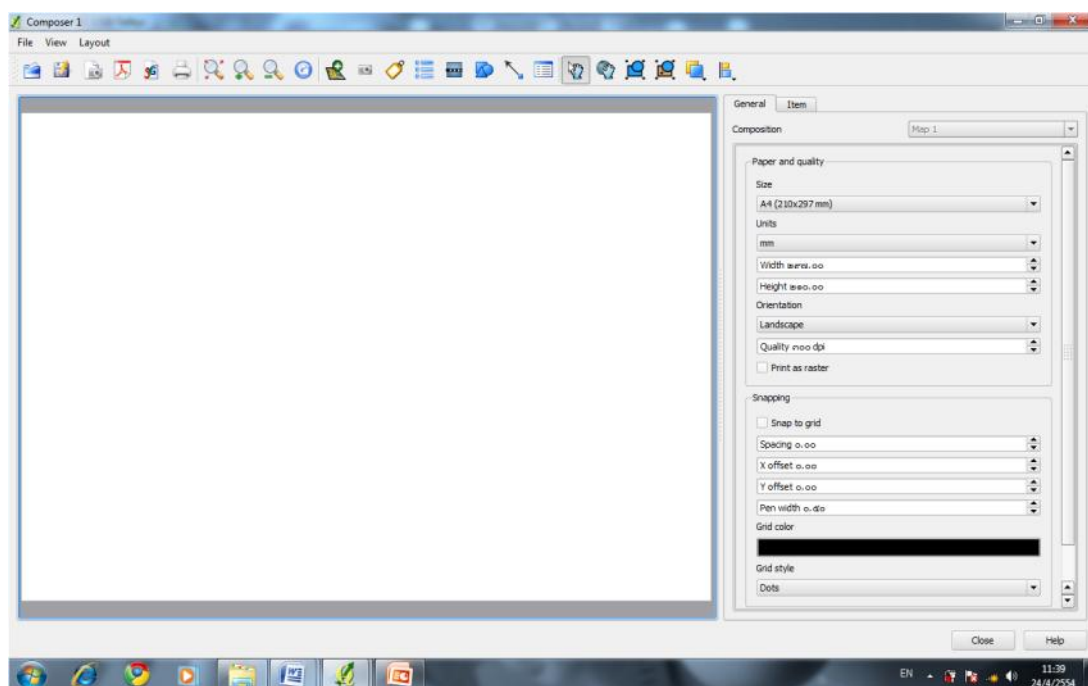
1. คลิก ไอคอน  (Add Raster) จะเด้งหน้าต่างเพื่อให้เลือกไฟล์ดังกล่าวภาพผนวกที่ ค9
2. เลือกไฟล์ที่เป็น (.tif) ของปีที่เราจะทำแผนที่ คลิก OK จะได้ดังภาพผนวกที่ ค10



ภาพผนวกที่ ค10 แสดงภาพที่ได้ทำการเลือกภาพถ่ายดาวเทียมนามสกุล (.tif)

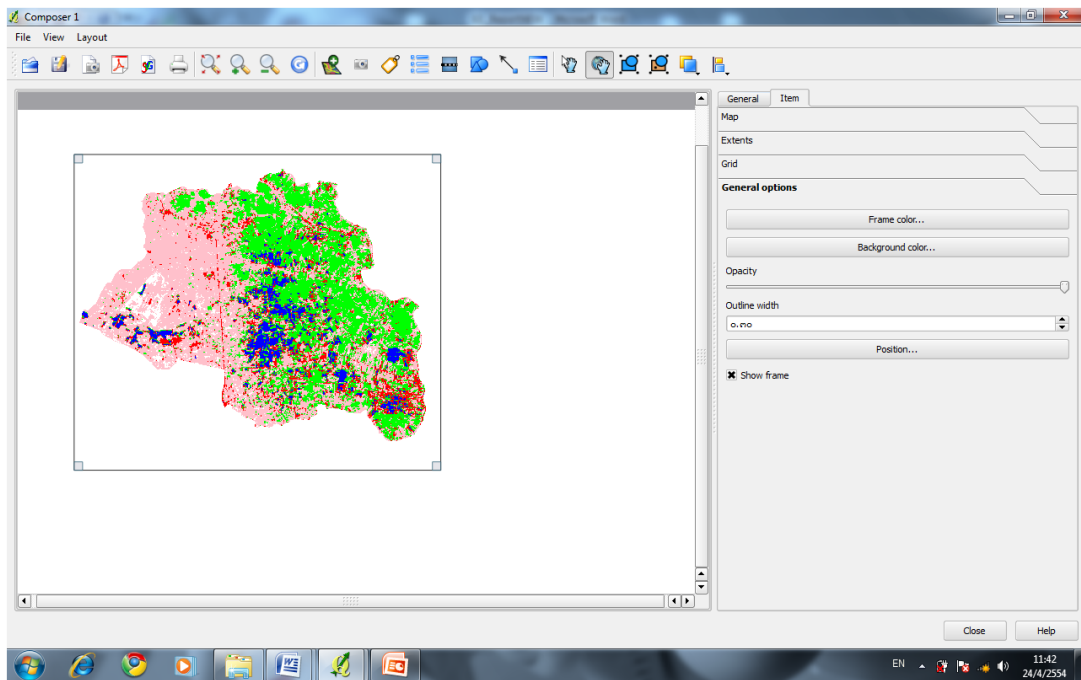


ภาพผนวกที่ ค11 ขั้นตอนการทำภาพให้เป็นแบบแผนที่



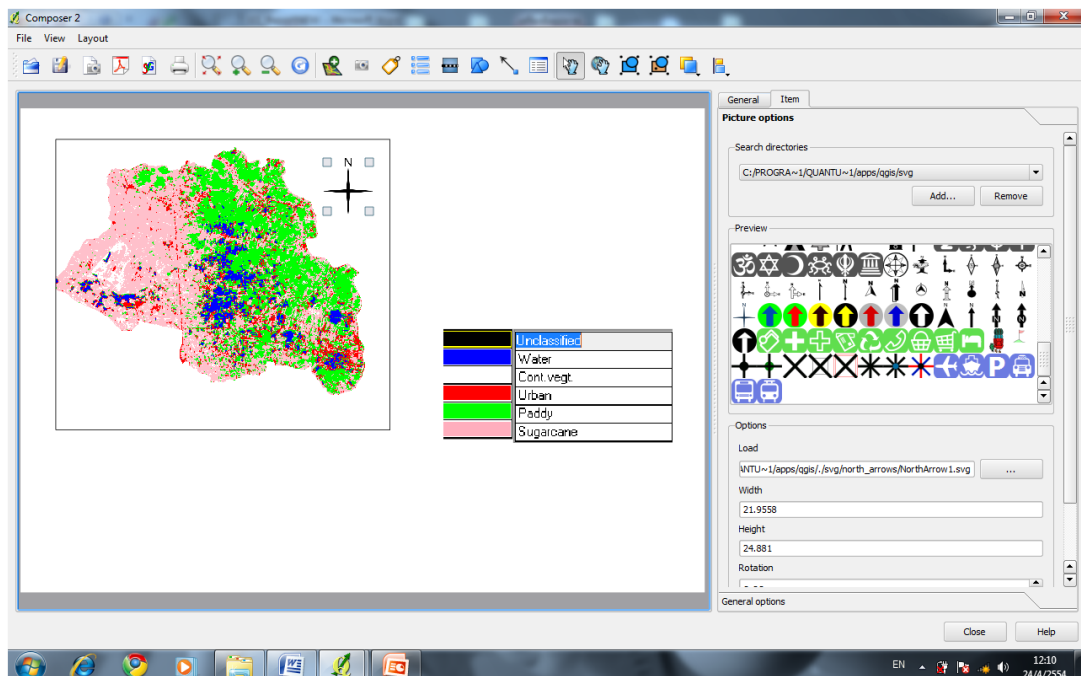
ภาพผนวกที่ ค12 แสดงหน้าต่างเริ่มต้นในขั้นทำแผนที่

3. คลิก File > New Print Composer ดังภาพผนวกที่ ค11 จะดึงหน้าต่าง ดังภาพผนวกที่ ค12



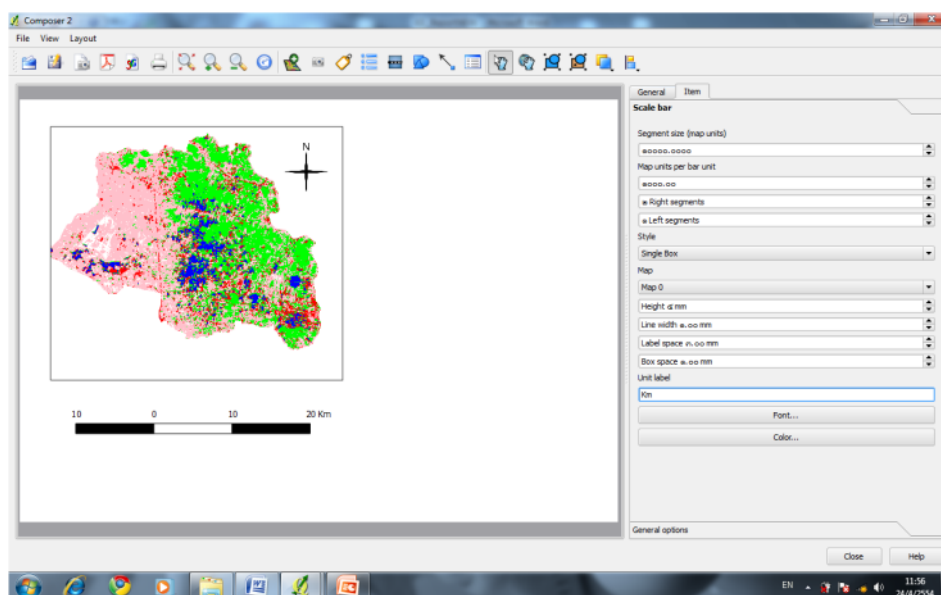
ภาพผนวกที่ ค13 แสดงวิธีการวางภาพถ่ายดาวเทียม

4. คลิก  (Add Raster) > คลิกเมาส์ซ้ายค้างแล้วลากแนวทแยงลงมาจะขึ้นภาพแผนที่ดังภาพผนวกที่ ค13



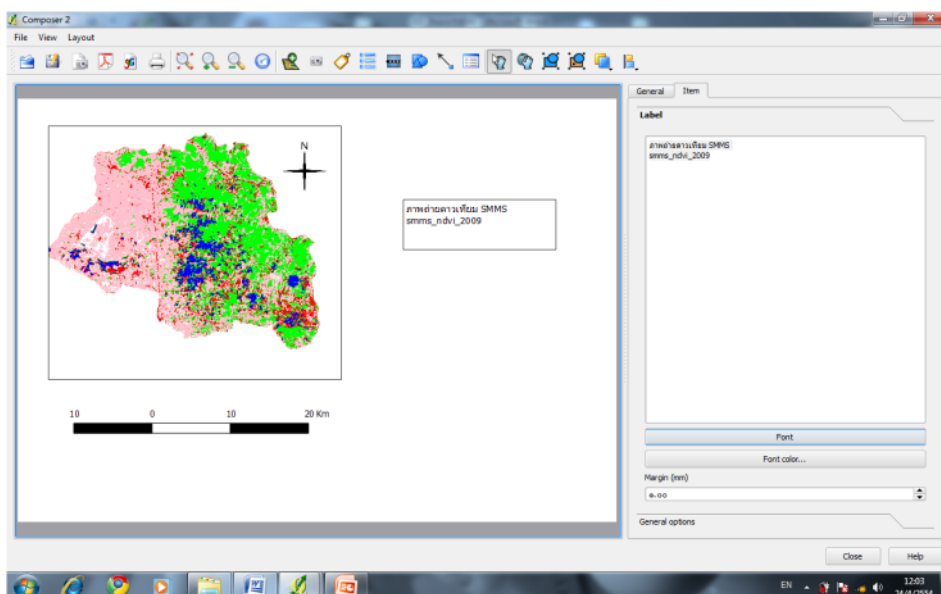
ภาพผนวกที่ ค14 แสดงภาพการวางรูปทิศทาง

5. คลิก  (Add Image) > คลิกเมาส์ซ้ายในตำแหน่งที่เราต้องการวางภาพ ทิศ และ ข้อมูลที่บอกสีต่างๆว่า เป็นพีชอะไร ดังภาพผนวกที่ ค14



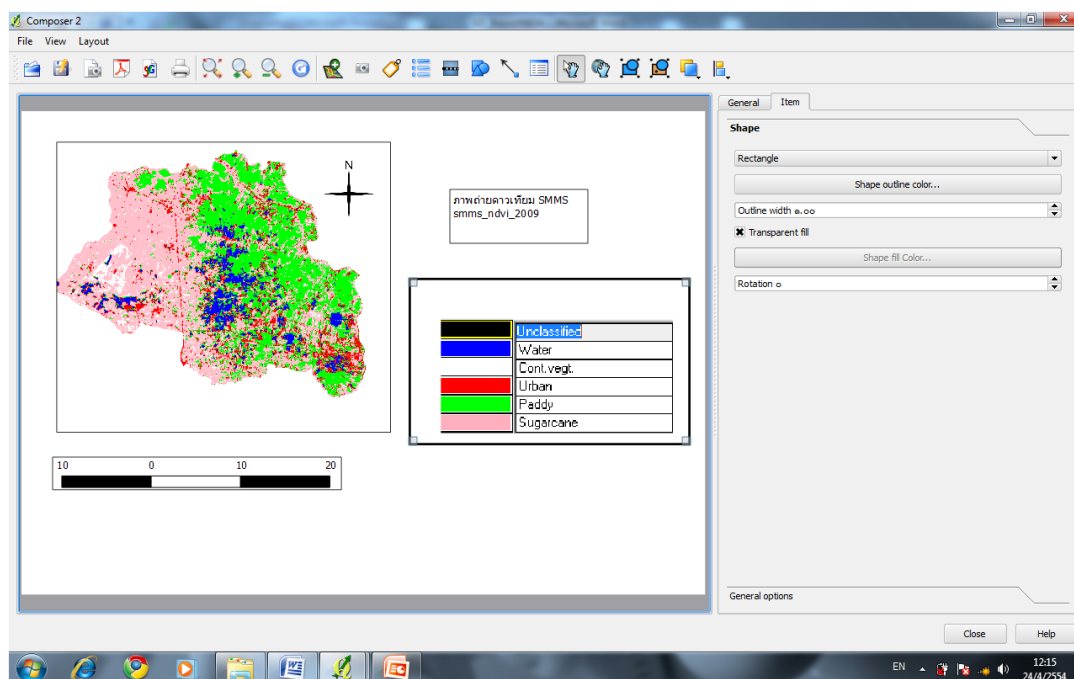
ภาพผนวกที่ ค15 แสดงภาพการวางสเกลของแผนที่

6. คลิก  เพื่อใส่สเกลด้านล่างโดยทำการปรับเปลี่ยน หน่วย ทางด้านขวามือ และใส่ Unit label เพื่อ กำกับว่าสเกลเป็นหน่วยเท่าไร ดังภาพผนวกที่ ค15



ภาพผนวกที่ ค16 แสดงการใส่กล่องข้อความในภาพแผนที่

7. คลิก  (Add New Label) > คลิกเมาส์ซ้ายในตำแหน่งที่เราต้องการวาง > พิมพ์ข้อความที่เราต้องการทางช่องขวามือ ภาพผนวกที่ ค16

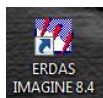


ภาพผนวกที่ ค17 แสดงการใส่กรอบล้อมรอบข้อมูลรูปแบบต่างๆ

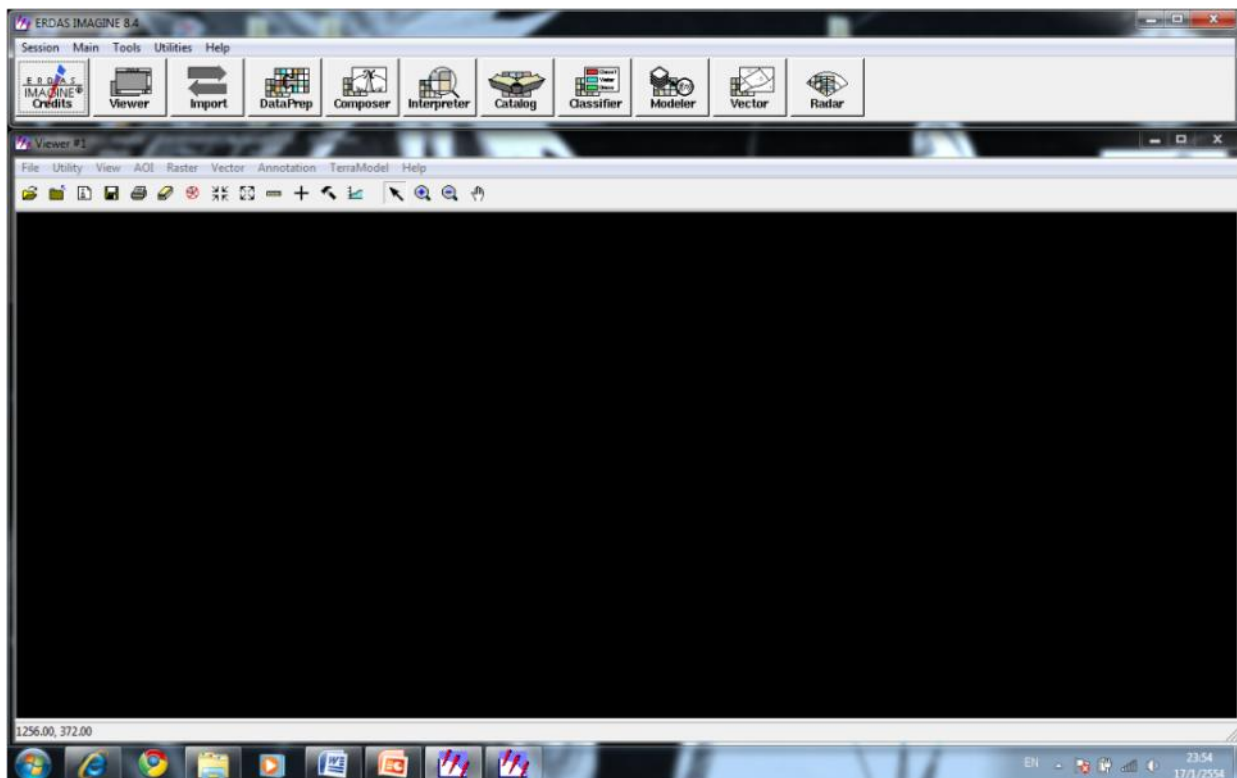
8. คลิก  เพื่อใส่กรอบ โดยทำการเปลี่ยน Shape ได้ ดังภาพผนวกที่ ค17

ภาคผนวก ง
คู่มือการใช้งานโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ทางด้านภาพถ่ายดาวเทียม
(ERDAS IMAGINE 8.4)

ERDAS IMAGE 8.4



เมื่อ Click ไอคอนของโปรแกรมนี้แล้ว หน้าจอจะเป็นดังภาพผนวกที่ ง1 ด้านล่าง

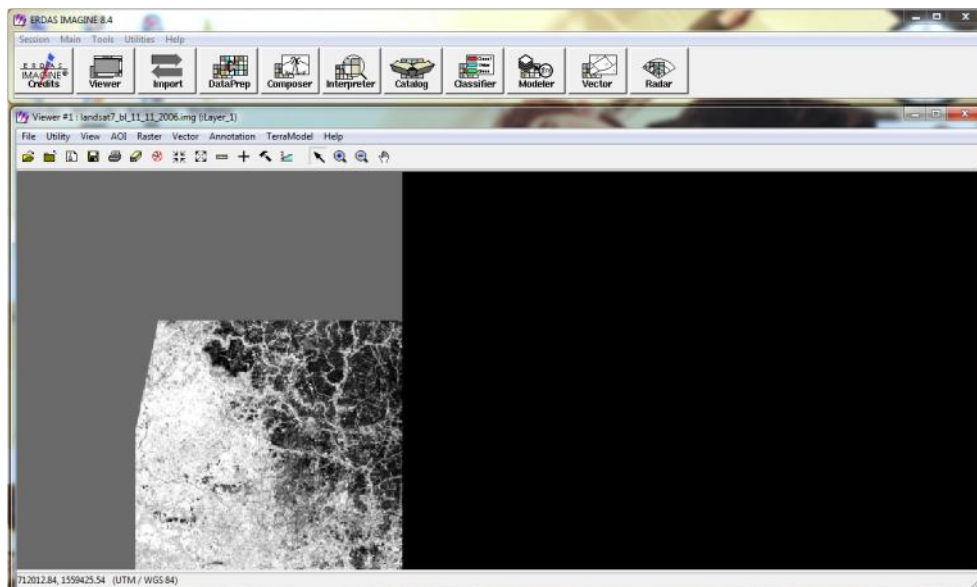


ภาพผนวกที่ ง1 แสดงหน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม

- การตีกรอบพื้นที่ที่สนใจ
- การ Layer Stack
- การทำ Signature
- การทำขั้นตอน Supervised Classification
- การทำ Recode
- การแปลงขอบเขตที่เป็น (.shp) เป็น (.img)
- การทำ Mask

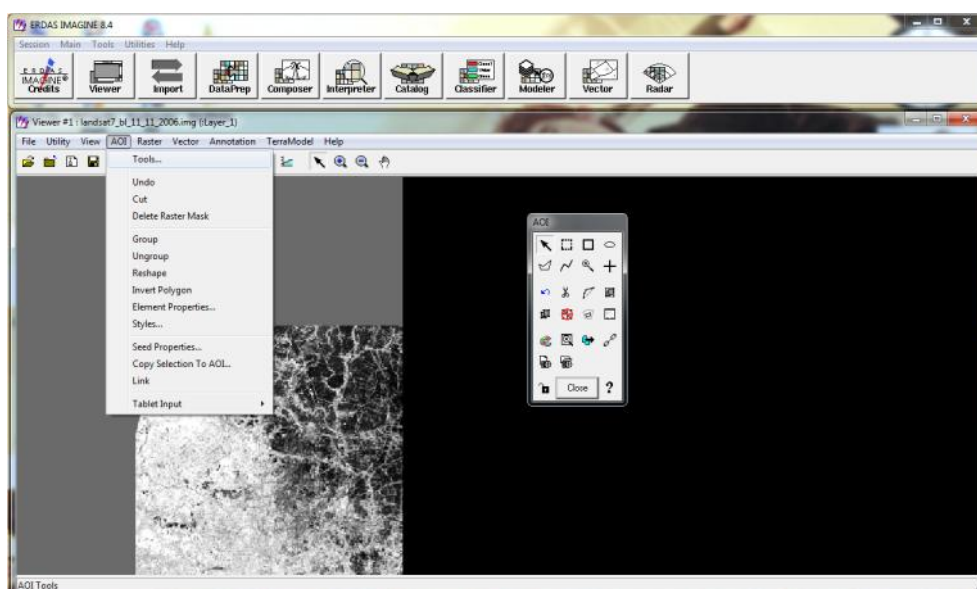
การตีกรอบพื้นที่ที่สนใจ

1. เปิดไฟล์ภาพถ่ายดาวเทียมที่เราต้องการจะตีกรอบจะได้ภาพผนวกที่ ง2



ภาพผนวกที่ ง2 แสดงภาพถ่ายดาวเทียม

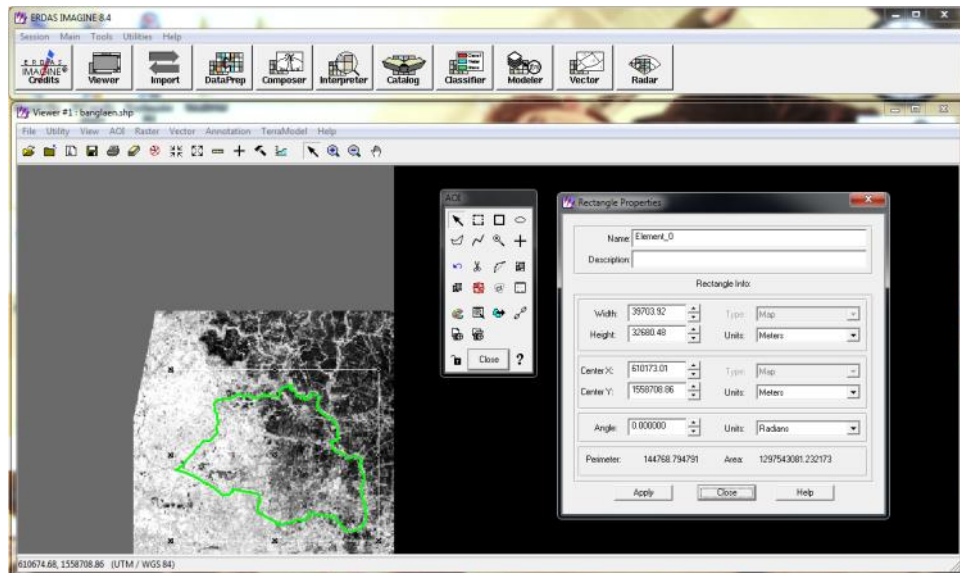
2. กด Tools... จะเด้งกรอบเครื่องมือเล็กๆ ภาพผนวกที่ ง3



ภาพผนวกที่ ง3 แสดงการเลือกเพื่อให้ได้กล่องเครื่องมือ

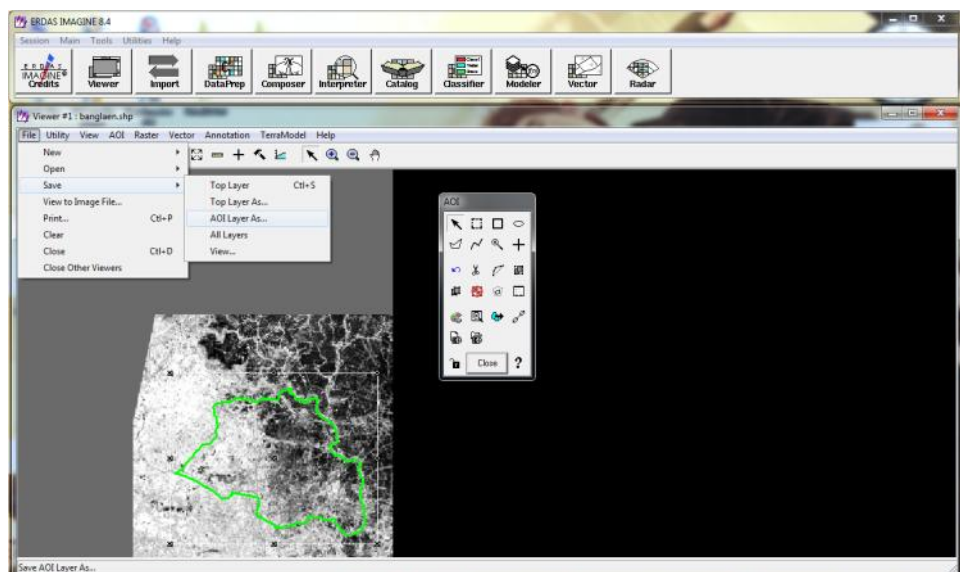
3. เปิดไฟล์เส้นขอบเขตที่เป็นนามสกุล (.shp) จะขึ้นเส้นสีเขียวๆดังภาพผนวกที่ ๔

4. เลือก ไอคอน  แล้ว คลิกซ้ายครอบพื้นที่ที่เราต้องการ จากนั้นดับเบิลคลิกที่จุดกึ่งกลางของกรอบที่เราลากกรอบไว้จะด้หน้าต่าง Rectangle Properties ขึ้นมาเพื่อแสดงพิกัดขอบเขต ดังภาพผนวกที่ ๔



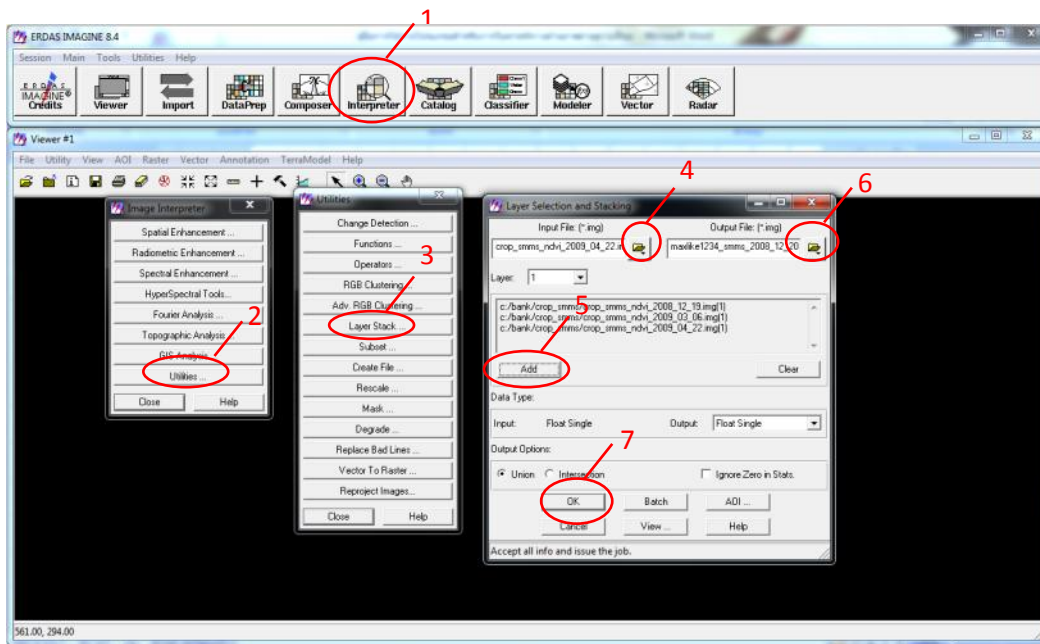
ภาพผนวกที่ ๔ แสดงการเปิดพิกัดพร้อมทั้งแสดงขอบเขตพื้นที่โครงการ

5.คลิก File => Save => AOI Layer As... ดังภาพผนวกที่ ๕

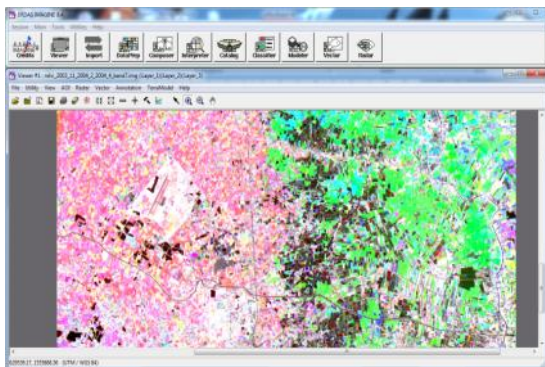


ภาพผนวกที่ ๕ แสดงวิธีการเซฟภาพที่ทำการตัดแล้ว

การทำ Layer Stack [การรวมหลายภาพเป็นภาพเดียวเพื่อพิจารณาว่าสีใดคืออะไร]



ภาพผนวกที่ ๖๘ แสดงขั้นตอนต่างๆในการทำ Layer Stack



ภาพผนวกที่ ๖๙ แสดงผลเมื่อทำการ Layer Stack เสร็จเรียบร้อยแล้ว

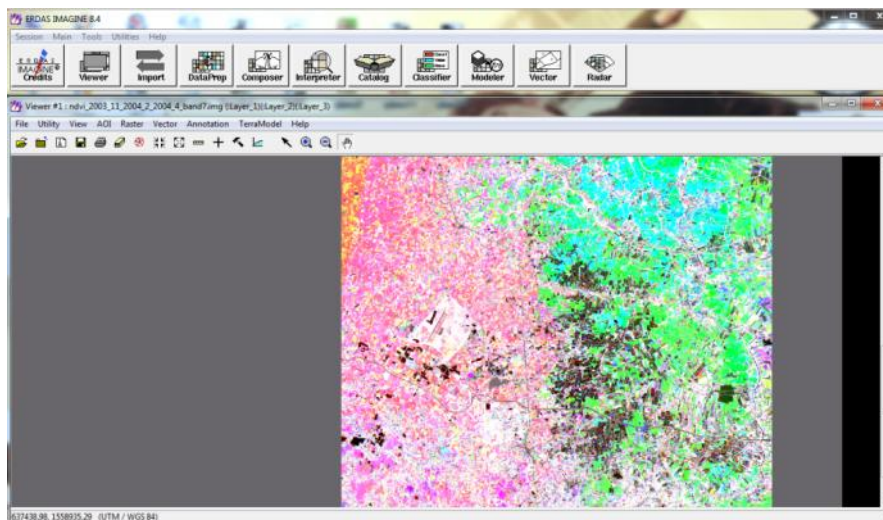
1. กด Interpreter
2. กด Utilities...
3. กด Layer Stack จะมีหน้าต่างด้งขึ้นมามีรูป
4. เลือกข้อมูลภาพต้นฉบับ
5. กด ADD แล้วกลับไปทำขั้นตอนที่ 4 จนกว่าจะครบจำนวนภาพที่เราต้องการรวม
6. กด  เพื่อทำการตั้งชื่อไฟล์ที่ Layer Stack แล้ว

การตั้งชื่อควรใส่เป็น ชื่อดาวเทียม_พื้นที่_ปี เดือน_วัน เช่น SMMS_BL_2008_12_2009_03_2009_05 เป็นต้น

7. กด OK เมื่อเรียกดูจะได้ภาพผนวกที่ ๖๙

การทำ Signature

1. เปิดไฟล์ที่ทำการ Layer Stack เรียบร้อยแล้ว และเปลี่ยนสี เป็น band1 band2 band3 ดังภาพผนวกที่ ง10

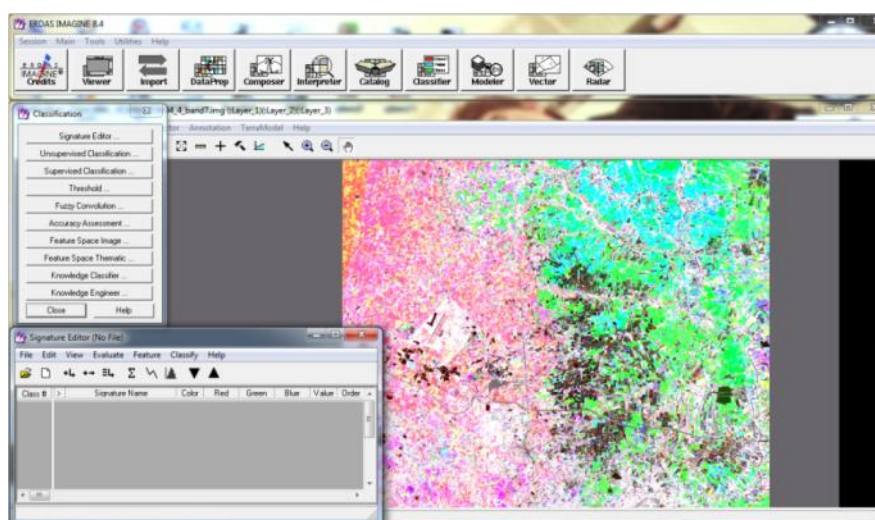


ภาพผนวกที่ ง10 แสดงภาพที่ทำการปรับสีBand เป็น 1,2,3 ตามลำดับ

2. ทำขั้นตอนต่างๆดังนี้

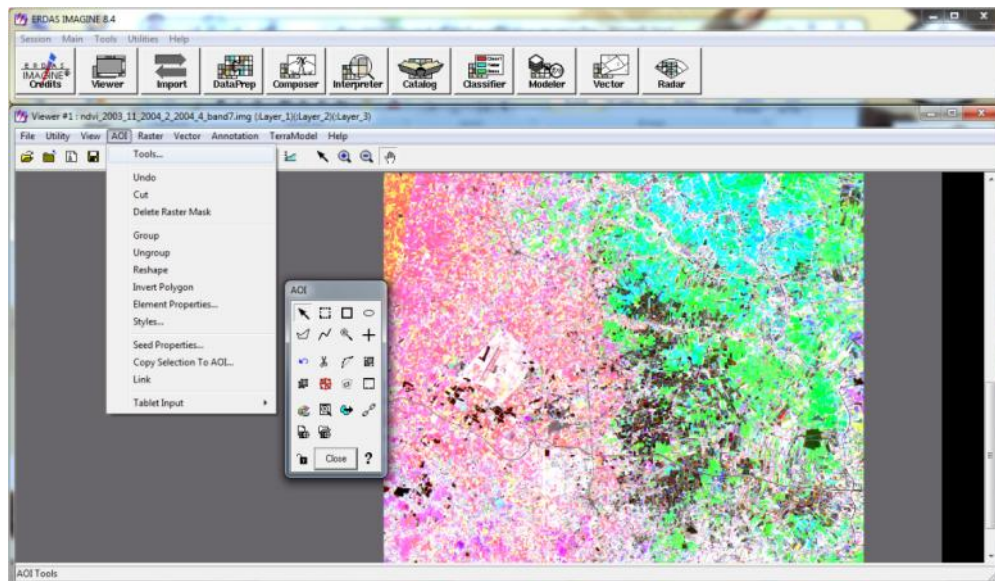
- คลิก Classification
- คลิก Signature Editor

จะได้รูปและตารางต่างๆดังภาพผนวกที่ ง11



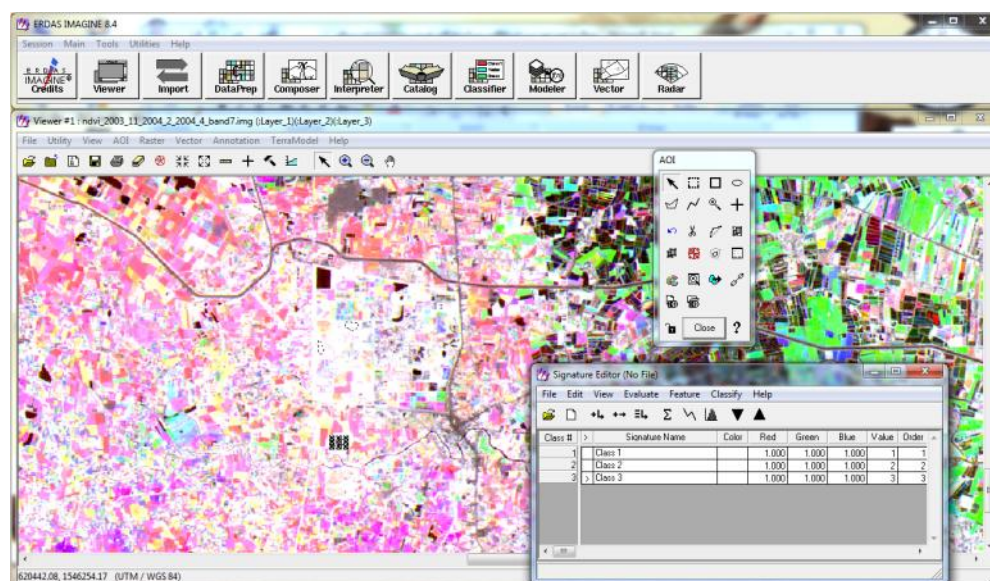
ภาพผนวกที่ ง11 แสดงกล่องเครื่องมือในการทำSignature Editor

3. จากหน้า viewer ที่เปิดไฟล์ที่ทำการ Layer Stack แล้วทำวิธีการดังต่อไปนี้
- คลิก AOI > Tool... จะได้ภาพดังภาพผนวกที่ ง12



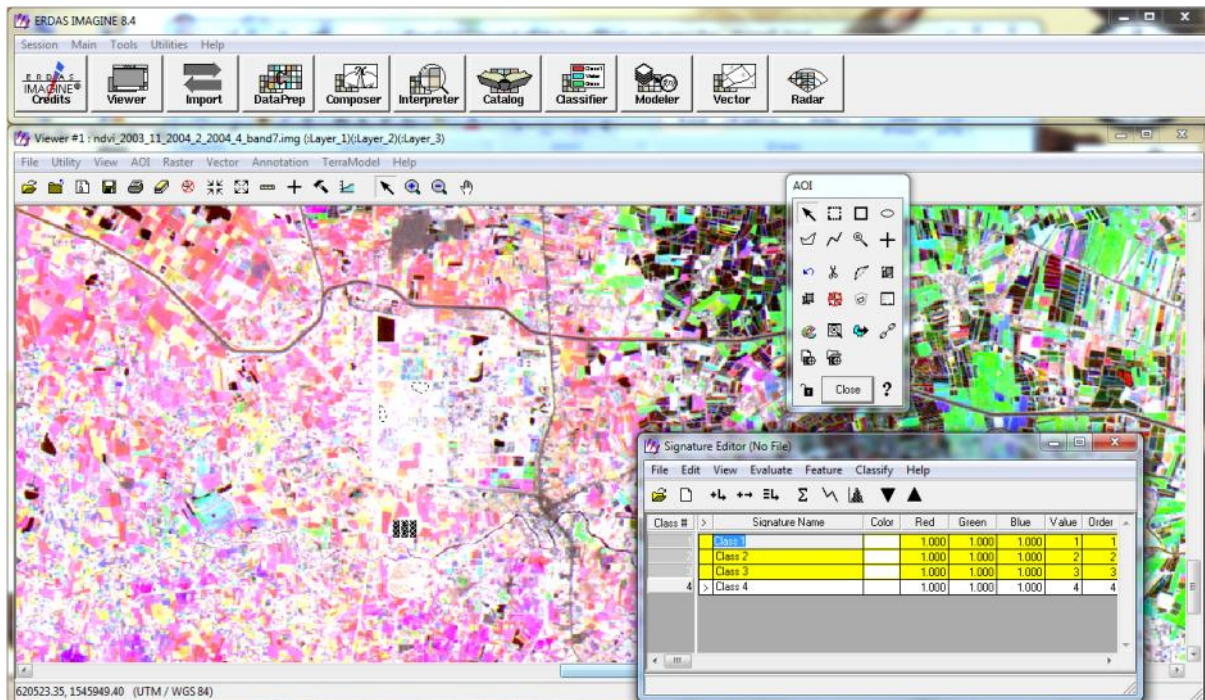
ภาพผนวกที่ ง12 แสดงขั้นตอนเพื่อเปิดกล่องเครื่องมือในการทำ Signature Editor

4. คลิก  แล้วทำการครอบสีที่อยู่ในภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อเป็นการแยกสีซึ่งแต่ละคลาสจะเป็นคนละสีกัน จากนั้นคลิก  โดยทำการเลือกคลาสสีหลายๆครั้ง ดังรูปภาพผนวกที่ ง13



ภาพผนวกที่ ง13 แสดงการทำขั้นตอน Signature Editor

5. เมื่อทำการเลือกคลาสสีหลายๆครั้งเรียบร้อยแล้วให้คลุมคลาสทั้งหมดที่เราคิดว่ามันน่าจะเป็นพืชชนิดเดียวกันจากนั้น คลิก  เพื่อทำการรวมคลาสหลายๆคลาสให้เป็น 1 อัน (จากภาพจะเป็นclass 4) ดังภาพผนวกที่ ง14



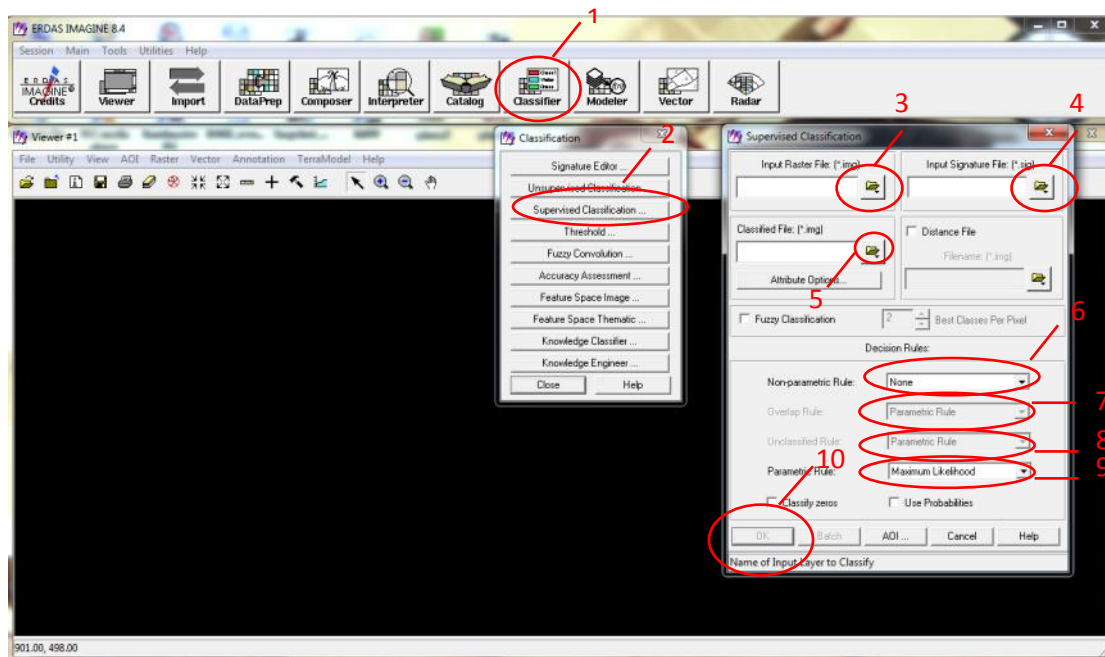
ภาพผนวกที่ ง14 แสดงการรวมคลาสที่สีคล้ายกันให้เป็น 1 คลาส

6. ทำขั้นตอนที่ 4 และ 5 ไปเรื่อยๆจนกว่าเราคิดว่าเราทำคลาสต่างๆครอบคลุมหมดแล้ว

7. ทำการ Save Signature ที่เราได้ทำขึ้นมา ซึ่งการตั้งชื่อจะเหมือนกับภาพที่เราได้ทำการ Signature

8. นำ Signature ไปใช้ในขั้นตอนการทำ Supervised Classification ในขั้นที่ 4

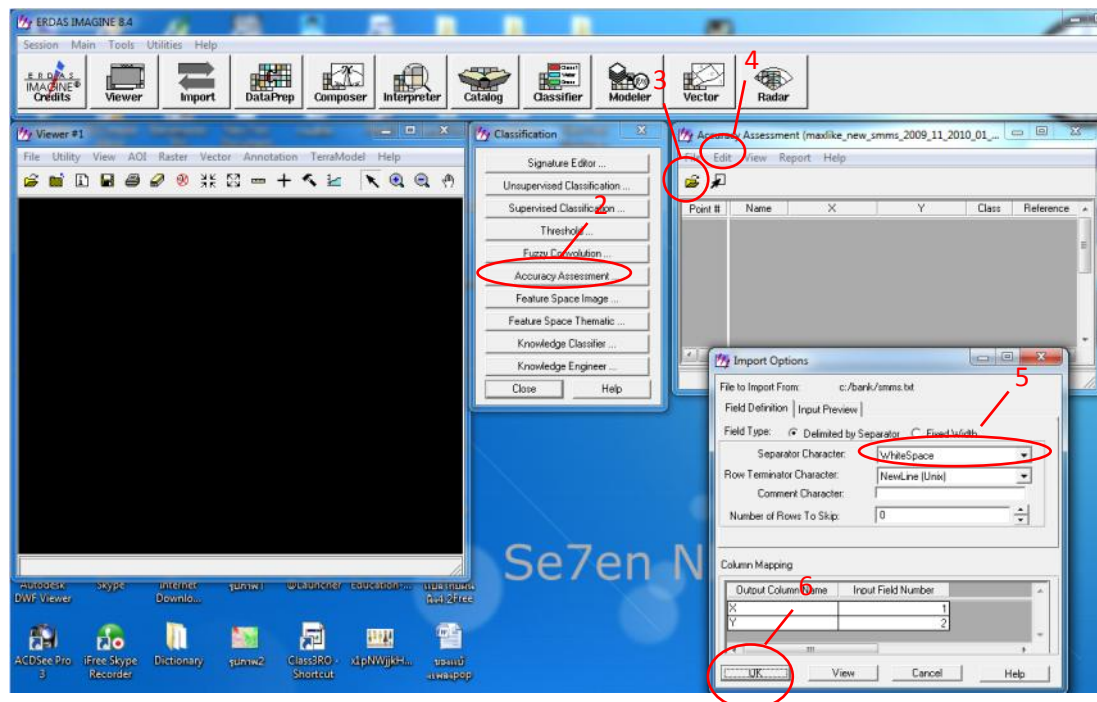
การทำขั้นตอน Supervised Classification



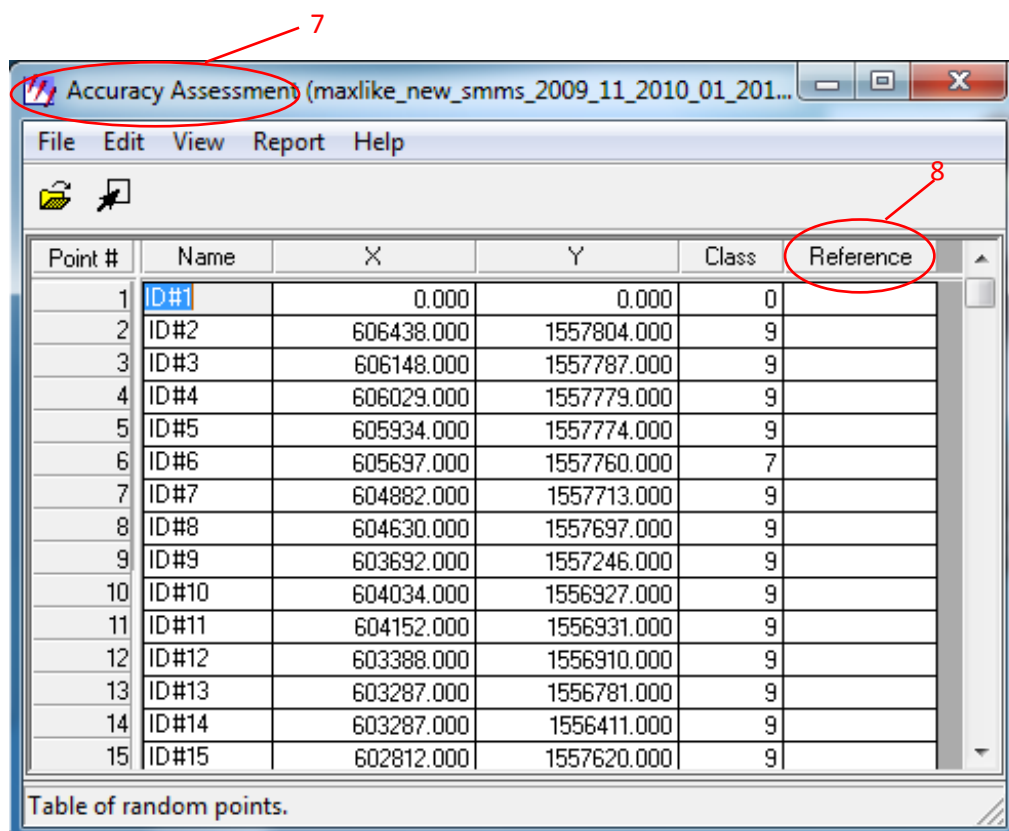
ภาพผนวกที่ 15 แสดงขั้นตอนการทำ Supervised Classification

1. คลิก Classification
2. คลิก Supervised Classification...
3. คลิก เพื่อเลือกไฟล์ที่ทำการ Layer Stack เสร็จเรียบร้อยแล้ว
4. คลิก เพื่อเลือกไฟล์ที่ทำการ Signature ไว้เรียบร้อยแล้ว
5. คลิก เพื่อตั้งชื่อไฟล์ที่ทำการ Supervised
6. เลือกวิธีการที่ต้องการ โดยมีให้เลือก 3 อย่างคือ None, Parallelepiped, Feature Space
7. เลือกวิธีการที่ต้องการ โดยมีให้เลือก 3 อย่างคือ Parametric Rule, Classify by Order, Unclassified
8. เลือกวิธีการที่ต้องการ โดยมีให้เลือก 2 อย่างคือ Parametric Rule, Unclassified
9. เลือกวิธีการที่ต้องการ โดยมีให้เลือก 3 อย่างคือ Maximum Likelihood, Mahalanobis Distance, Minimum Distance
10. คลิก OK เพื่อสิ้นสุดการ Supervised Classification

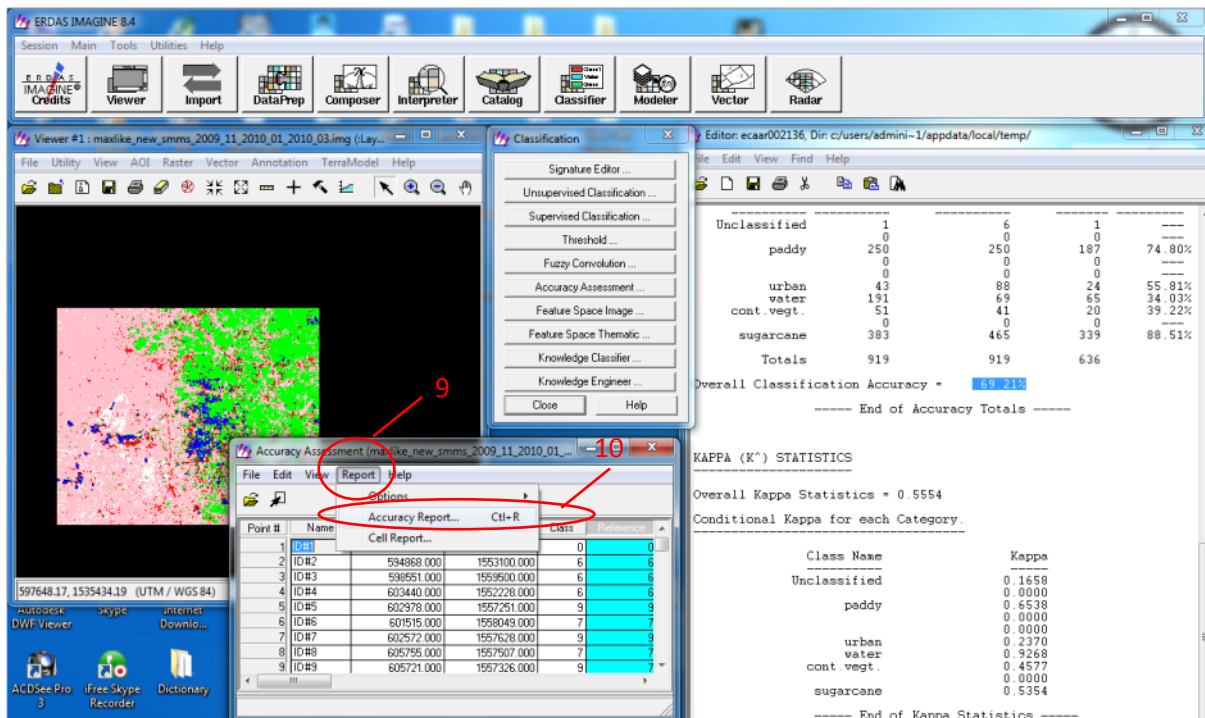
การทำ Accuracy



ภาพผนวกที่ 16 แสดงขั้นตอนเริ่มต้นของการทำ Accuracy



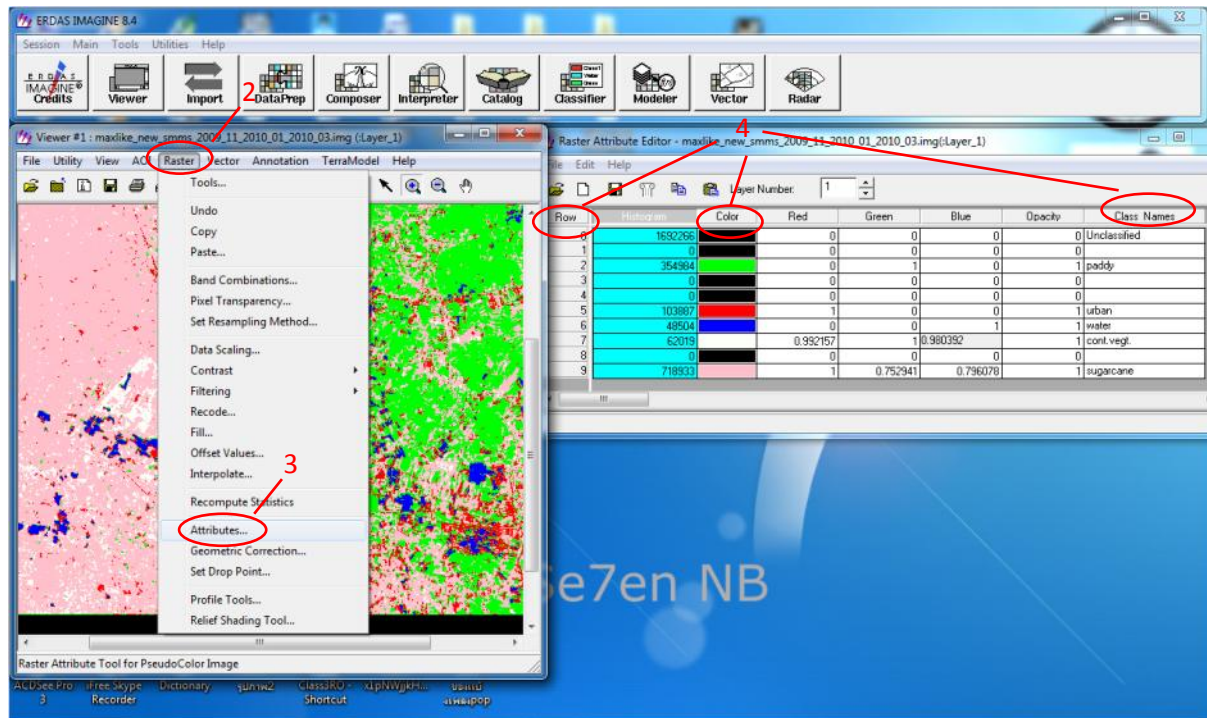
ภาพผนวกที่ 17 แสดงข้อมูลที่ทำกรนำเข้าในโปรแกรม



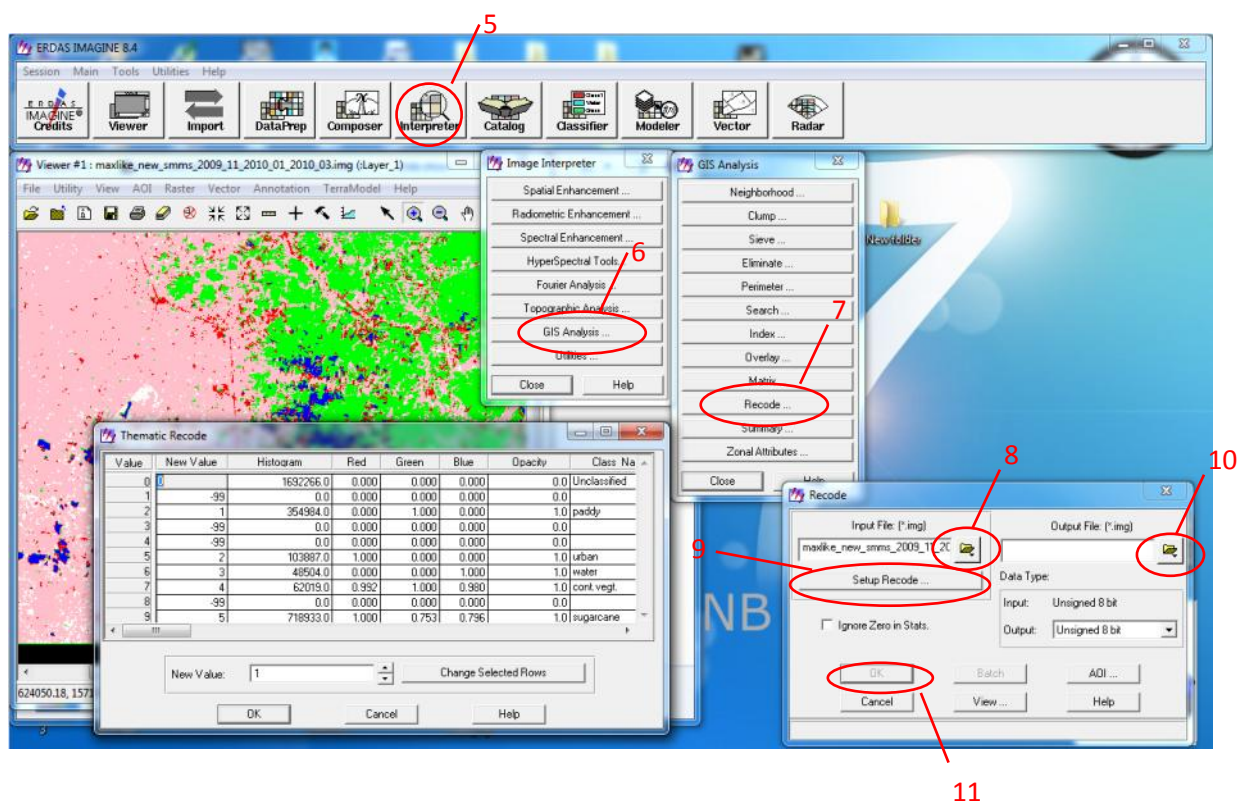
ภาพผนวกที่ 18 แสดงผลของภาพการทำการ Accuracy

1. คลิก Classifier
2. คลิก Accuracy Assessment...
3. คลิก  เพื่อเปิดภาพที่ใช้ Reference
4. คลิก Edit เพื่อเปิดไฟล์ Text > เลือก Import User-defined Points... จะดึงหน้าต่างขึ้นมาดังภาพที่ 17
5. ในช่อง Separator Character เปลี่ยนจาก White Space เป็น Tab
6. คลิก OK
7. เมื่อคลิก OK จะดึงหน้าต่างดังภาพที่ 17
8. นำค่าจากตาราง Excel ที่เรารอกเลขที่ระบุคลาสต่างๆว่าพื้นที่นั้นเป็นพืชชนิดใด
9. คลิก Report
10. คลิก Accuracy Report จะดึงหน้าต่างที่แสดงให้เห็นว่าถูกต้องกี่ % ดังภาพที่ 18

การทำ Recode



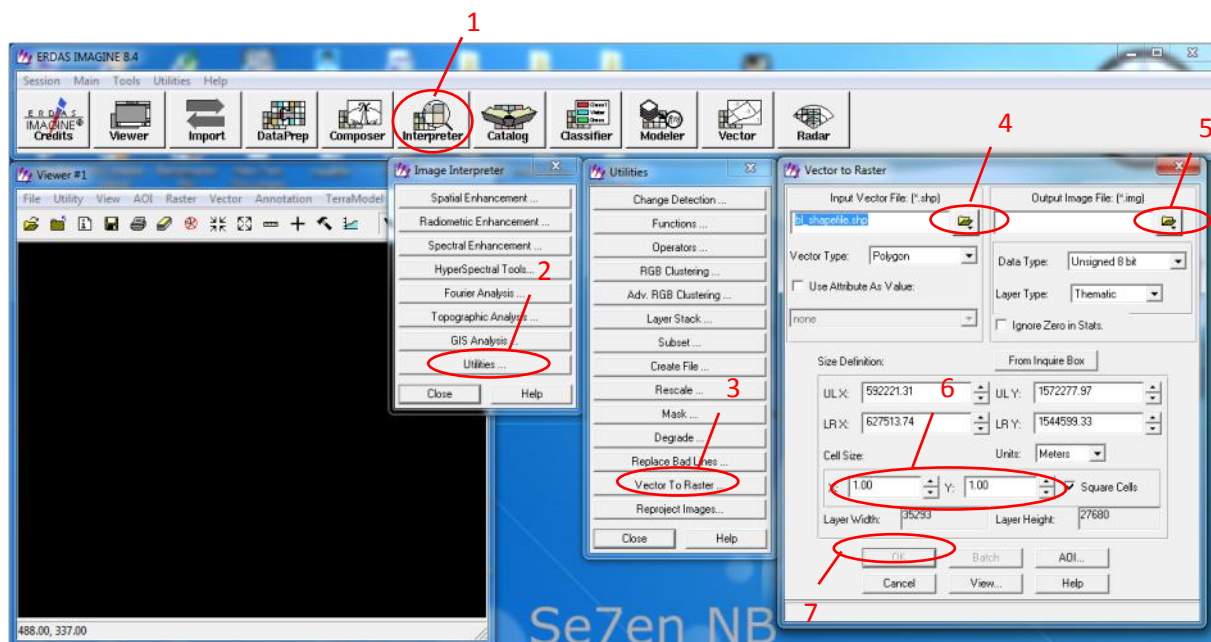
ภาพผนวกที่ 19 แสดงขั้นตอนการเริ่มต้นของการทำ Recode



ภาพผนวกที่ 20 แสดงขั้นตอนในการทำ Recode

1. เปิดภาพที่ทำการแปลงภาพถ่ายดาวเทียมเสร็จแล้ว
2. กด Raster
3. กด Attributes...
4. จะเด้งกล่องข้อมูลขึ้นมาดังภาพ จากนั้นทำการจดสีที่เราได้ตั้งค่าเพื่อที่จะบ่งบอกถึง class ต่างๆ พร้อมทั้งเลขบอกลำดับ (Row)
5. กด Interpreter
6. กด GIS Analysis...
7. กด Recode...
8. ช่อง Input จะใส่ภาพที่ทำการแปลงเสร็จแล้ว
9. กดที่ Setup Recode... เมื่อกดแล้วจะเด้งกรอบขึ้นมาถ้าเป็น Unclassified ให้ใส่ 0, ที่ไม่มี class ให้ใส่เลข -99, ส่วนclass อื่นๆใส่ตามขั้นตอนที่ 4 ทั้งหมดนี้ใส่ในช่อง New Value จากนั้น กด OK
10. ช่อง Output จะเป็นการตั้ง ให้ตั้งชื่อเป็น Recode ตามด้วยปีของภาพที่ทำการแปลง
11. กด OK
12. เปิดภาพที่ทำการ Recode ขึ้นมา จากนั้นไปที่ Attribute แล้วเปลี่ยนสีตามที่จดไว้ในขั้นตอนที่ 4

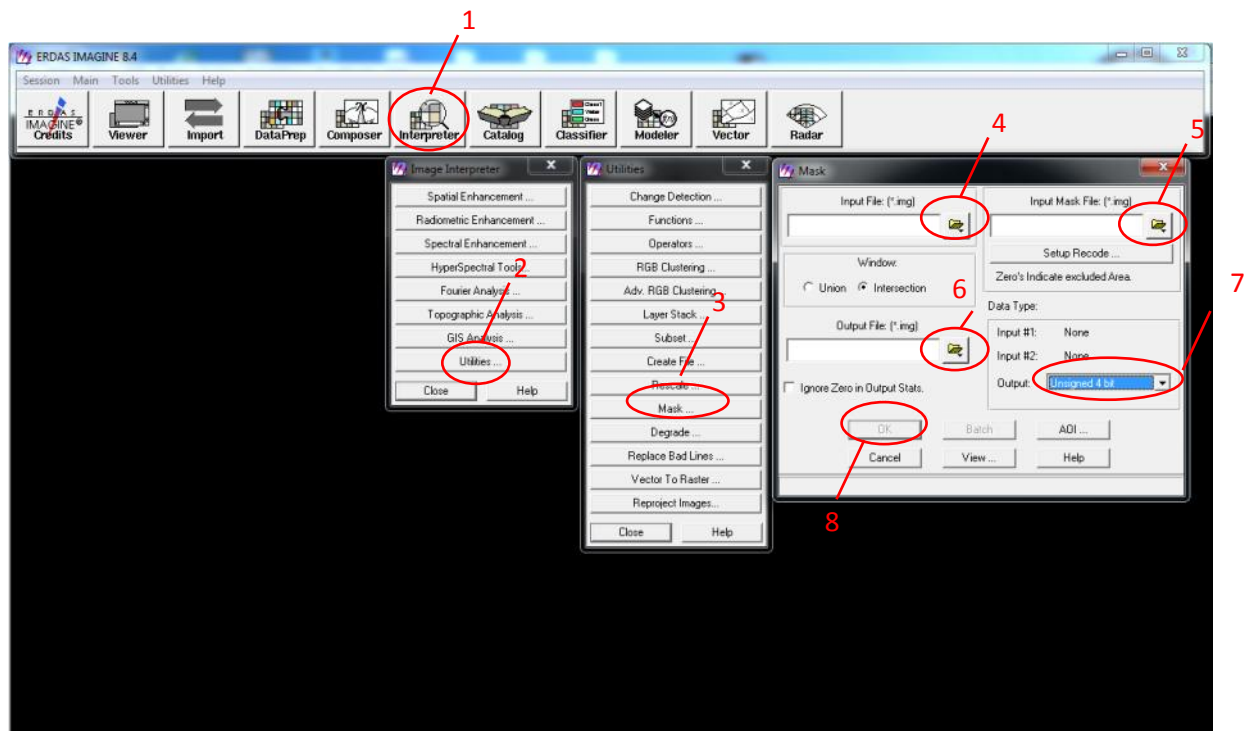
การแปลงขอบเขตที่เป็น (.shp) เป็น (.img)



ภาพผนวกที่ ง21 แสดงขั้นตอนในการทำการแปลง Shape File เป็น Image

1. กด Interpreter
2. กด Utilities..
3. กด Vector To Raster...
4. ช่อง Input File ให้ใส่ขอบเขตพื้นที่ที่เป็นนามสกุล (.shp)
5. ช่อง Output File ให้ใส่ชื่อที่จะทำการเปลี่ยนเป็น (.img)
6. ช่อง Size Definition ในส่วนของ Cell Size ให้เปลี่ยนเป็น
X 25 Y 25 ในส่วนของดาวเทียม LANDSAT-5 TM
X 30 Y 30 ในส่วนของดาวเทียม SMMS
7. กด OK

วิธี Mask



ภาพผนวกที่ 22 แสดงขั้นตอนการทำ Mask

1. กด Interpreter
2. กด Utilities..
3. กด Mask...
4. ช่อง Input File จะใส่ไฟล์ที่ทำการ Recode แล้ว
5. ช่อง Input Mask File จะเป็นการใส่ ขอบเขตพื้นที่ที่มีนามสกุลเป็น (.img)
6. ช่อง Output File จะเป็นการตั้งชื่อใหม่ เช่น Mask ตามด้วย ปีของภาพที่นำมาทำการ Mask
7. ช่อง Data Type ในส่วนของ Output ให้เปลี่ยนจาก Unsigned 8 bit เป็น Unsigned 4 bit
8. กด OK

ภาคผนวก จ

การเก็บพิกัด GPS ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บ พิกัด GPS



ภาพผนวกที่ จ1 เครื่องรับสัญญาณพิกัด GPS และ กล้อง Digital

1. ขั้นตอนการเก็บพิกัด เริ่มจากไปยังพื้นที่เป้าหมายที่สนใจ



ภาพผนวกที่ จ2 ตัวอย่างการเก็บพิกัด GPS ในนาข้าว

2. อ่านค่าที่ได้จากเครื่องมือวัดพิกัด GPS จะได้ค่า Latitude (N) Latitude (E)



ภาคผนวกที่ จ3 ตัวอย่างค่าเก็บพิกัด GPS ในไร่อ้อย

3. ถ่ายภาพไร่อ้อย ณ ตำแหน่งที่ไปเก็บ



ภาคผนวกที่ จ4 ตัวอย่างการถ่ายภาพประกอบตำแหน่งเก็บพิกัด GPS ในไร่อ้อย

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-สกุล: นายศราวุธ ศิรินนทน์เวช รหัสนิสิต: 50243500

วัน/เดือน/ปี เกิด: 14/10/2531 อายุ: 22 ปี

ที่อยู่ปัจจุบัน: 3/2454 หมู่ 8 ต.อนุสาวรีย์ อ.บางเขน จ.กรุงเทพฯ 10220

วุฒิการศึกษา

ระดับประถมศึกษา: โรงเรียนมินประสาทวิทยา จ.กรุงเทพฯ

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น: โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย จ.กรุงเทพฯ

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย: โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ

เข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี: คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2550



ชื่อ-สกุล: นายวิรัช ไพบุญผล รหัสนิสิต: 50242411

วัน/เดือน/ปี เกิด: 14/05/2531 อายุ: 22 ปี

ที่อยู่ปัจจุบัน: 1590 หมู่ 6 ต.อุทอง อ.อุทอง จ.สุพรรณบุรี

วุฒิการศึกษา

ระดับประถมศึกษา: โรงเรียนหอแซฟอุปถัมภ์ อุทอง จ.สุพรรณบุรี

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น: โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย จ.สุพรรณบุรี

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย: โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย จ.สุพรรณบุรี

เข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี: คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2550

