

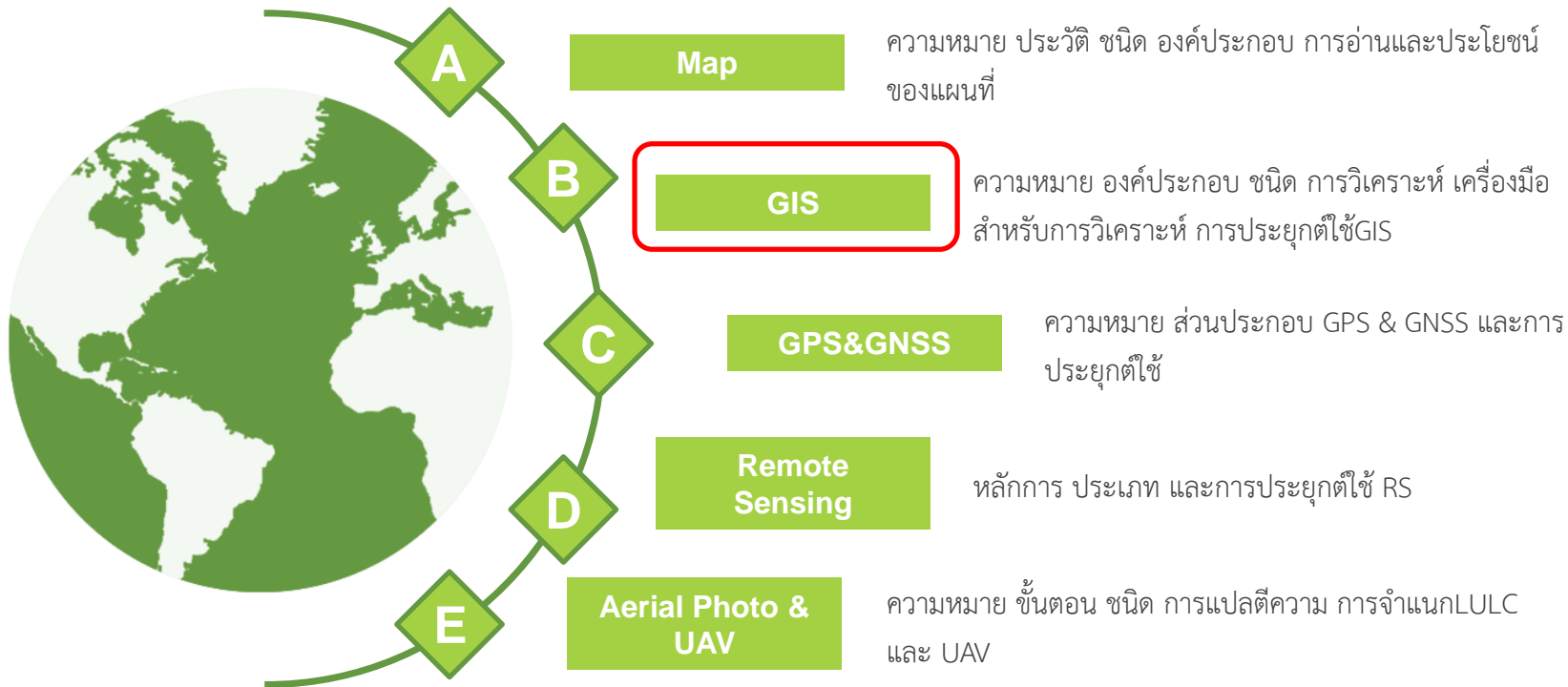


# เทคนิคและวิธีการทางภูมิศาสตร์

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา



# Courses





# ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS)

การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เบื้องต้น

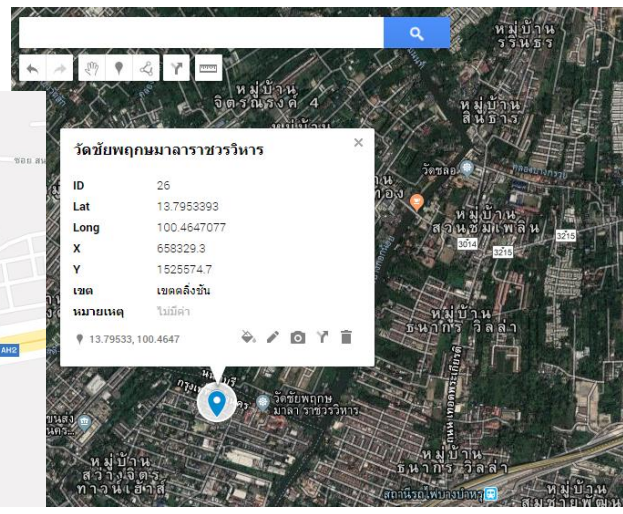
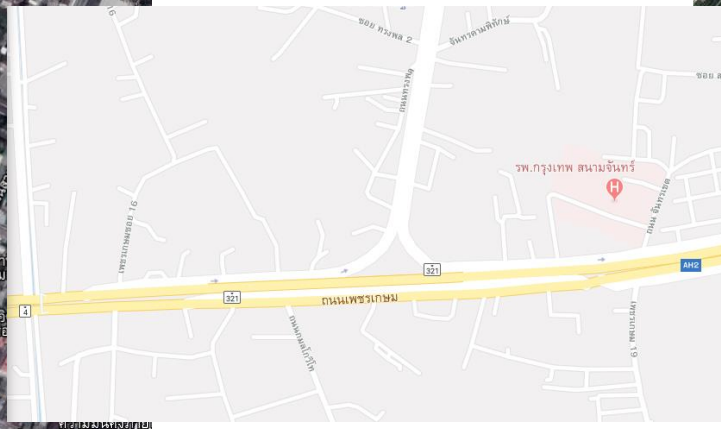
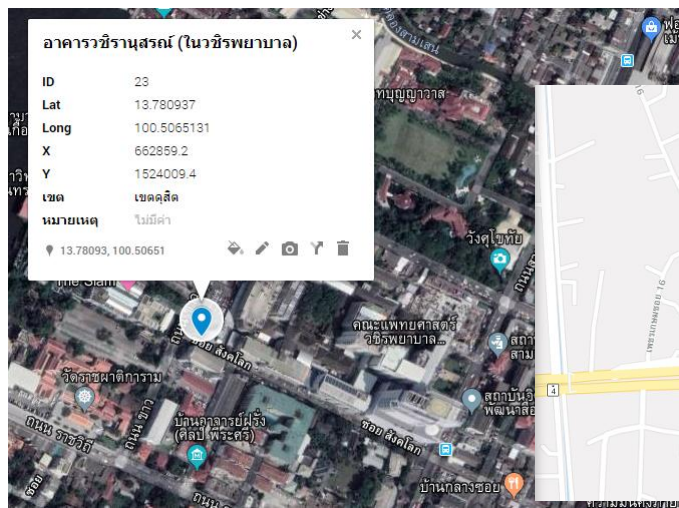
# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์

หลักการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับ ข้อมูล คุณลักษณะได้ และสามารถวิเคราะห์ได้หลายตัวแปรหรือหลายปัจจัยเชิงพื้นที่ แม้ข้อมูลจะมีความซับซ้อนมาก นอกจากนี้สามารถนำไปประยุกต์ได้อย่างเหมาะสมเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้หลากหลาย หลักการเบื้องต้นในการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไปใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่

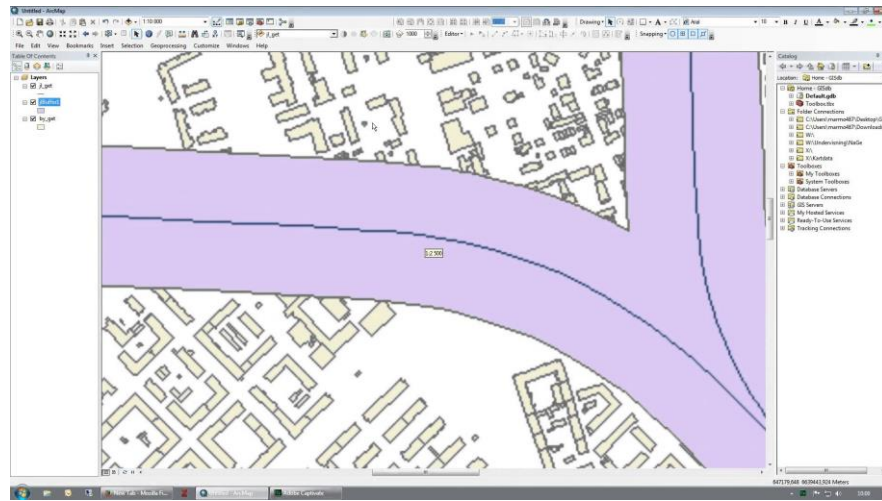
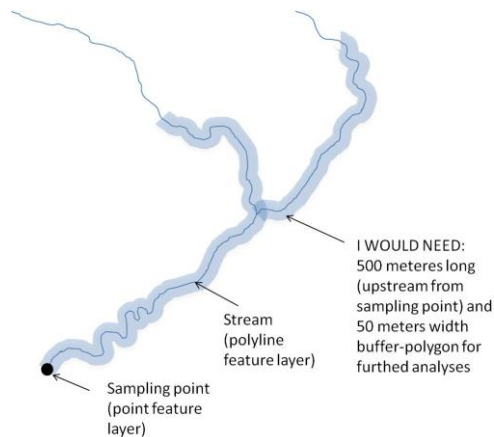
# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

๑) การสอบถามข้อมูลการหาที่ตั้ง (Location) โดยผู้ใช้งานฐานข้อมูลสามารถสอบถามผ่านระบบโปรแกรมได้ว่า “มีอะไรอยู่ที่ไหน? (What is at..?)” เป็นคำถามที่สามารถตอบได้ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งหากมีการจัดเตรียมฐานข้อมูลแผนที่ที่ครบถ้วน ได้ข้อมูลที่ทันสมัย สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้องว่าจุดที่ผู้ใช้สอบถามคือ ข้อมูลที่ตั้งของอาคารอะไร หรือจุดเป้าหมายที่ต้องการอยู่ที่ใดในแผนที่ เพื่อสอบถามรายละเอียดอื่นๆ เพิ่มเติมได้ อีกทั้งทำให้ทราบถึงพิกัดทางภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญของงานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

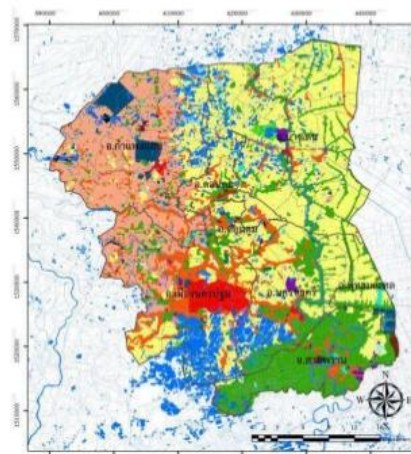
๒. การสอบถามข้อมูลโดยการตั้งเงื่อนไข (Condition) ใช้สอบถามหรือวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะ คือ “สิ่งที่สอบถามนั้นอยู่ที่ไหน? (Where is it?)” ซึ่งอาจเป็นพื้นที่ที่ตั้งเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานต้องการทราบ เช่น อยากรู้ทราบอาคารใดบ้างที่อยู่ห่างจากถนนในระยะไม่เกิน ๑๐๐ เมตร เพื่อดูผลกระทบมลพิษทางอากาศ เป็นต้น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถช่วยค้นหาพื้นที่ที่ตั้งเงื่อนไขไว้ สามารถแสดงผลในรูปแบบแผนที่และข้อมูลคุณลักษณะ ได้ และผลจากการวิเคราะห์นั้นนำไปวิเคราะห์ได้ต่อไปอีกว่าจำนวนกี่หลังคาเรือนที่อยู่ในระยะที่กำหนด และจำนวน ประชากรที่อยู่ในภาวะเสี่ยงภัยกับมลพิษ



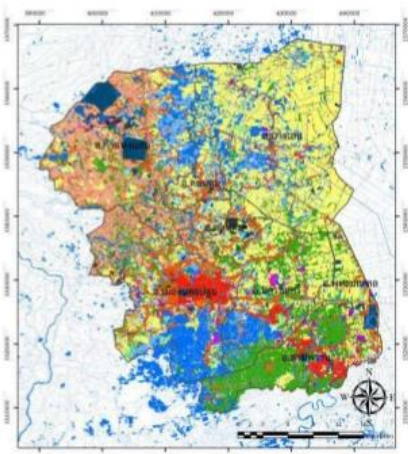
# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

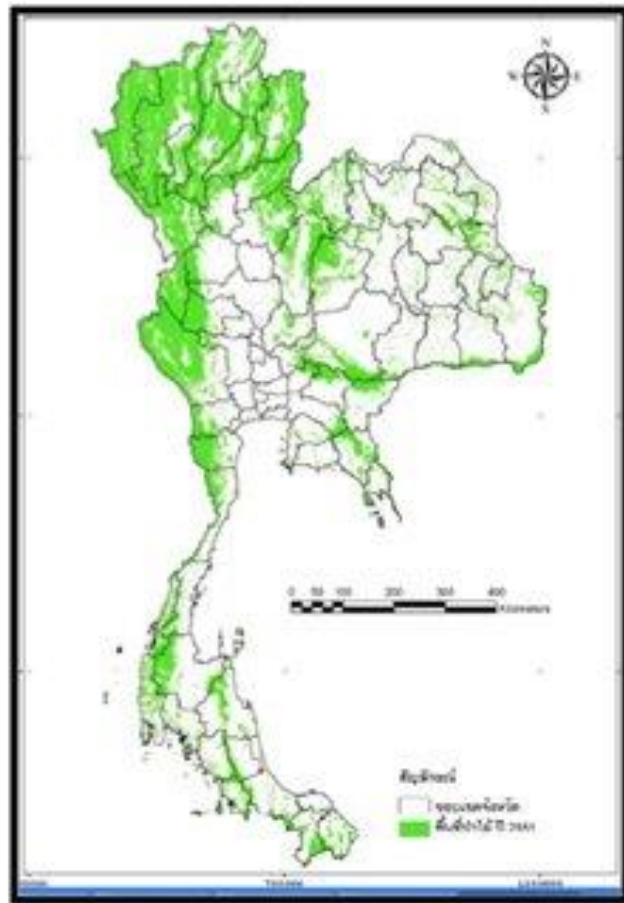
๓) การสอบถามข้อมูลถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Trends) โดยที่ผู้ใช้งานฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถสอบถามข้อมูลการเปลี่ยนแปลงในฐานข้อมูลที่รวบรวมไว้ว่า “ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมามีอะไรในพื้นที่ศึกษาเปลี่ยนแปลงไปบ้าง? (What has changed since?) เช่น สภาพการใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไปหลัง เกิดเหตุจากภัยธรรมชาติสึนามิ มีเนื้อที่เปลี่ยนแปลงไปเท่าใด หรืออยู่บริเวณเขตการปกครองของตำบล อำเภอ หรือ จังหวัดใด เป็นพื้นที่ที่ไร่ ซึ่งสามารถทำให้เห็นแนวโน้มหรือพัฒนาการของพื้นที่ศึกษาหรือชุมชนได้

พ.ศ. 2516



พ.ศ. 2556

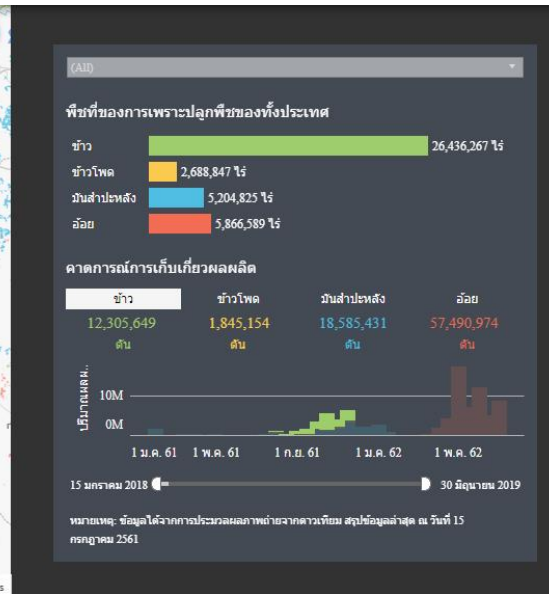
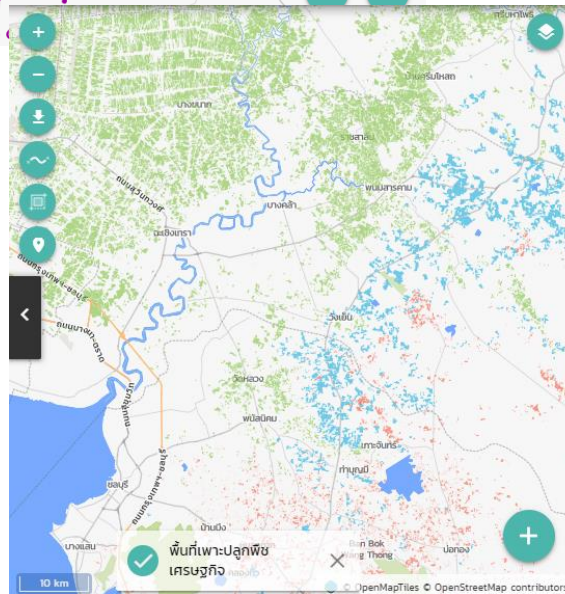
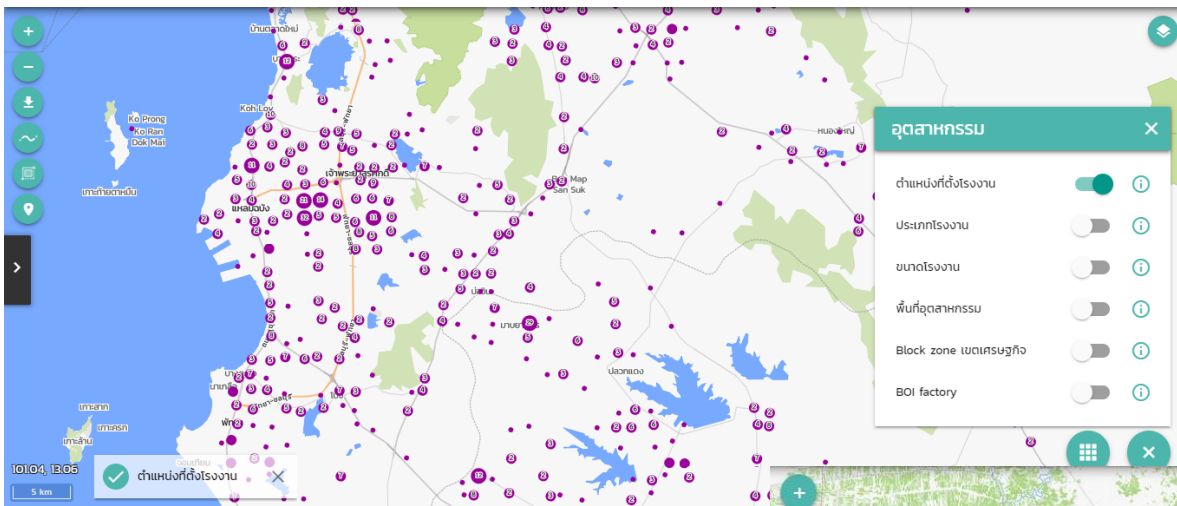




แผนที่แสดงป่าไม้ที่สืบทอดได้จากกองค้นคว่ำ กรมป่าไม้เมื่อ ปี 2506 เปรียบเทียบกับแผนที่พื้นที่ป่าไม้ปัจจุบัน

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

๔) การสอบถามข้อมูลรูปแบบการเปลี่ยนแปลง (Patterns) ในการสอบถามข้อมูลถึงรูปแบบของสิ่งที่ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้จะต้องใช้การแสดงผลที่หรือข้อมูลในรูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งที่ปรากฏบนแผนที่ เพื่อ ตรวจสอบว่า “ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในด้านพื้นที่เป็นอย่างไร? (What Spatial patterns exist?)” เช่น ต้องการหาสาเหตุการกระจายตัวของอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ในชุมชนชนบท ซึ่งบางแห่งมี การกระจุกตัวของโรงงานอุตสาหกรรม SMEs เป็นจำนวนมาก เมื่อแสดงด้วยแผนที่แล้วพบว่าการกระจายตัวของ โรงงานอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นนี้ส่วนใหญ่จะตั้งไปตามเส้นทางคมนาคมทางบกเป็นปัจจัยสำคัญ เพราะวางตัวไปตาม แนวถนนหลัก ปัจจัยรองคือ แหล่งน้ำเนื่องจากมีน้ำประปาและน้ำบาดาลที่ใช้ในกระบวนการผลิตอย่างพอเพียง ซึ่ง สามารถคาดการณ์ไปได้อีกว่าการกระจายตัวจะไปทิศทางใด



# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

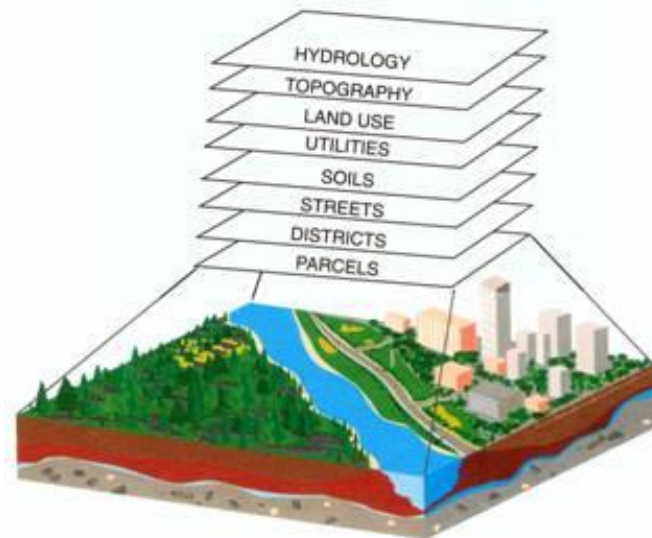
๕) การสอบถามข้อมูลด้วยการสร้างแบบจำลอง (Modeling) การจัดทำแบบจำลองสถานการณ์ ผู้ใช้งานฐานข้อมูลควรมีความรู้ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการกำหนดรูปแบบจำลองโดยใช้ฐานข้อมูล ทำให้คาดการณ์ถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปหากมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหรือตัวแปรใดๆ ในฐานข้อมูล (What it. ๒) เช่น การเตรียมข้อมูลสภาพพื้นที่บริเวณที่ราบลุ่มเชิงเขาในหมู่บ้านน้ำก้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ผู้จัดเตรียมฐานข้อมูลจะต้องเตรียมฐานข้อมูลเส้นชั้นความสูง ข้อมูลชุดดิน ความสามารถในการไหลซึมน้ำใต้ดิน การระเหยของน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา สภาพป่าไม้ และปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยอย่างน้อย ๓๐ ปี เพื่อให้สามารถคาดการณ์ได้อย่างแม่นยำมากขึ้นในเรื่องของปริมาณฝนที่ตก รวมถึงการไหลเข้าของน้ำและการไหลออกของน้ำจากพื้นที่ศึกษา เพื่อตรวจสอบความสมดุลของน้ำที่ชะล้างลงมาสู่พื้นที่ว่าสามารถระบายออกจากพื้นที่ได้ทันเวลาหรือไม่ หรือจะต้องท่วม เป็นเวลาที่ชั่วโมงหรือกี่วัน ผู้ใช้งานจึงสามารถจำลองสถานการณ์หากฝนตกมาในปริมาณ ๑๐๐ มิลลิเมตร จะเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มหรือไม่ บริเวณใดบ้างที่ได้รับผลกระทบ

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

รูปแบบในการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบ่งได้ ๓ รูปแบบคือ

๑. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Analysis of Spatial Data)
๒. การวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะ (Analysis of Attribute Data)
๓. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับข้อมูลคุณลักษณะ (Integrated Analysis of the Pale and Attribute Data)

FID_Governorat	Ref_G	Name	ABC	Percentage	Area_gov	Shape_Length
2	7	Bethlehem	Area_A	7.6%	636310330.914976	70274.319664
2	7	Bethlehem	Area_B	25.42%	636310330.914976	192080.492808
2	7	Bethlehem	Area_C	66.97%	636310330.914976	279235.660882
1	8	Hebron	Area_A	24.56%	1007527219.987449	161850.003716
1	8	Hebron	Area_B	26.99%	1007527219.987449	450405.938632
1	8	Hebron	Area_C	48.45%	1007527219.987449	469348.606297
9	1	Jenin	Area_A	48.47%	589659997.410738	172716.043425
9	1	Jenin	Area_B	17.25%	589659997.410738	246216.262082
9	1	Jenin	Area_C	34.28%	589659997.410738	295259.531449
10	9	Jericho	Area_A	10.72%	619103981.212991	68782.394781
10	9	Jericho	Area_B	0.24%	619103981.212991	10113.902919
10	9	Jericho	Area_C	89.03%	619103981.212991	274404.896164
6	6	Jerusalem	Area_A	0.59%	346769566.073609	12759.802912
6	6	Jerusalem	Area_B	8.82%	346769566.073609	110402.30221
6	6	Jerusalem	Area_C	90.59%	346769566.073609	230831.048697
8	4	Nablus	Area_A	19.18%	563827649.63097	104620.00419



# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Analysis of the Spatial Data)

### ๑. การแปลงระบบพิกัดและเส้นโครงแผนที่ (Transformation and Projection)

การแปลงระบบพิกัดจาก Geographic Coordinate System หน่วยเป็นองศา ลิปดา ฟิลิปดา หรือพิกัดแบบ Grid Coordinate System หน่วยเป็นเมตร

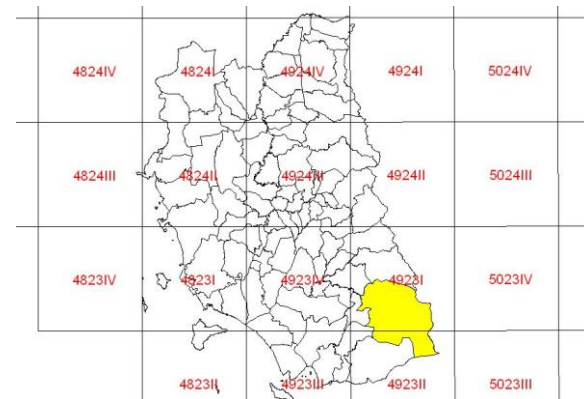
เส้นโครงแผนที่จะมีอยู่หลายประเภท แต่ละประเภทมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป การเลือกใช้เส้นโครงแผนที่ที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

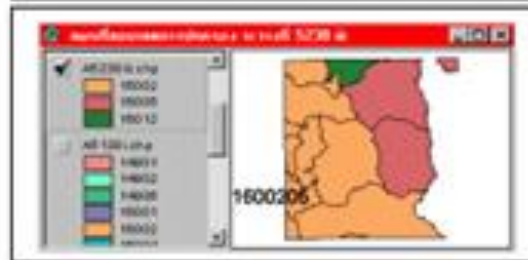
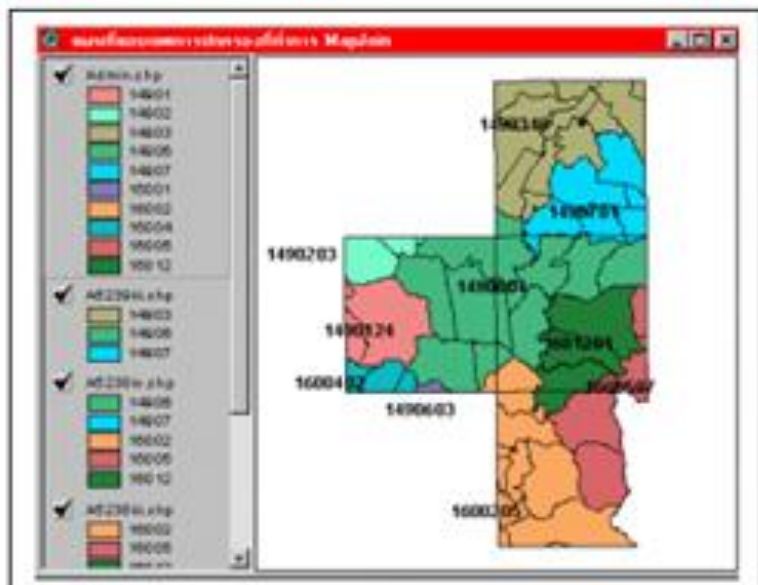
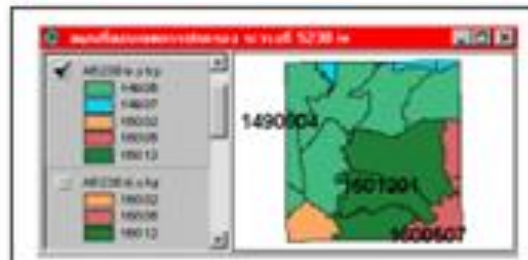
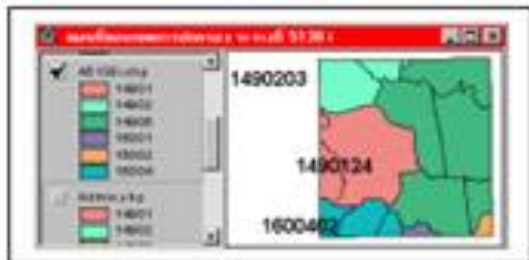
ทรานสเวอร์ส เมอร์เคเตอร์ แผนที่ส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะใช้เส้นโครงแผนที่แบบยูนิเวอร์ซัล (Universal Transverse Mercator Projection) หรือนิยมเรียกกันโดยย่อว่า ยูทีเอ็ม (UTM) แต่ในส่วนของพื้นหลักฐานทางแนวนอน (Horizontal Datum) เดิมประเทศไทยโดยกรมแผนที่ทหารใช้พื้นหลักฐานของ ประเทศอินเดีย หรือ Indian ๑๙๗๕ Datum และได้เปลี่ยนแปลงพื้นหลักฐานนี้เป็น WGS ๑๙๘๔ ที่ใช้สากลทั่ว โลก โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์พัฒนาเครื่องมือช่วยแปลงระบบพิกัดภูมิศาสตร์และพื้นหลักฐานอ้างอิงได้ สะดวกมากขึ้น

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## ๒. การต่อแผนที่ (Merge/Append) หรือการเทียบขอบ (Edge-matching)

การเชื่อมต่อแผนที่หลายๆ ระวังเข้าด้วยกัน หรือการเชื่อมต่อแผนที่เรื่องเดียวกันแต่มีหลายๆ ระวังหลายๆ แผ่นเข้าด้วยกัน โดยอาศัยพิกัดภูมิศาสตร์ในการอ้างอิง (Geo-Referenced) เรียกกระบวนการ Merge/Append ส่วน Edge-matching (การเทียบขอบ) เป็นวิธีการปรับตำแหน่งรายละเอียดของแผนที่ ๒ ระวังขึ้นไปที่อยู่ต่อเนื่องกัน แต่เชื่อมต่อกันไม่สนิทจึงต้องปรับแผนที่เพื่อให้ข้อมูลบริเวณรอยต่อเป็นแผนที่ ต่อเนื่องกัน และหลังจากต่อแผนที่เสร็จแล้วควรตรวจสอบความถูกต้องด้วยขั้นตอนทอพอโลยี (Topology) อีกครั้ง





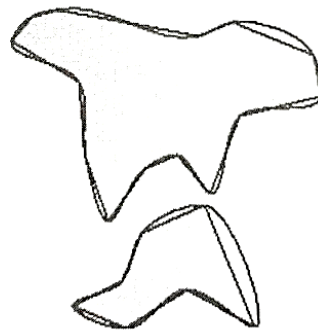
# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## ๓. การทำเส้นให้เรียบขึ้น (Smooth Lines)

เป็นการลดรายละเอียดของข้อมูล เช่น ในการนำเข้าข้อมูล (Digitized) บางพื้นที่ที่เป็นลักษณะเส้นตรง แต่มีการทำให้เกิดจุดที่นำเข้าถี่เกินไป ก็ควรจะลดจำนวนจุดที่ดิจิทัลลง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการแสดงผลและวิเคราะห์ รวมถึงช่วยลดพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลลงได้



PAEK



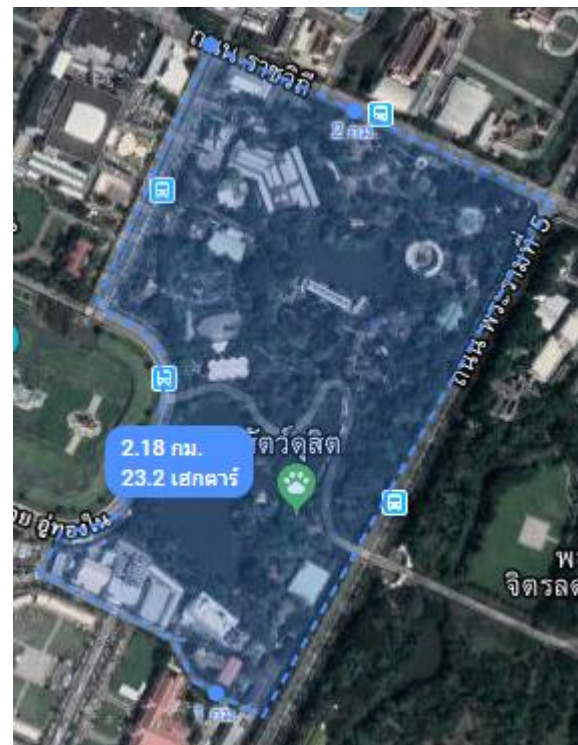
Bezier Interpolation

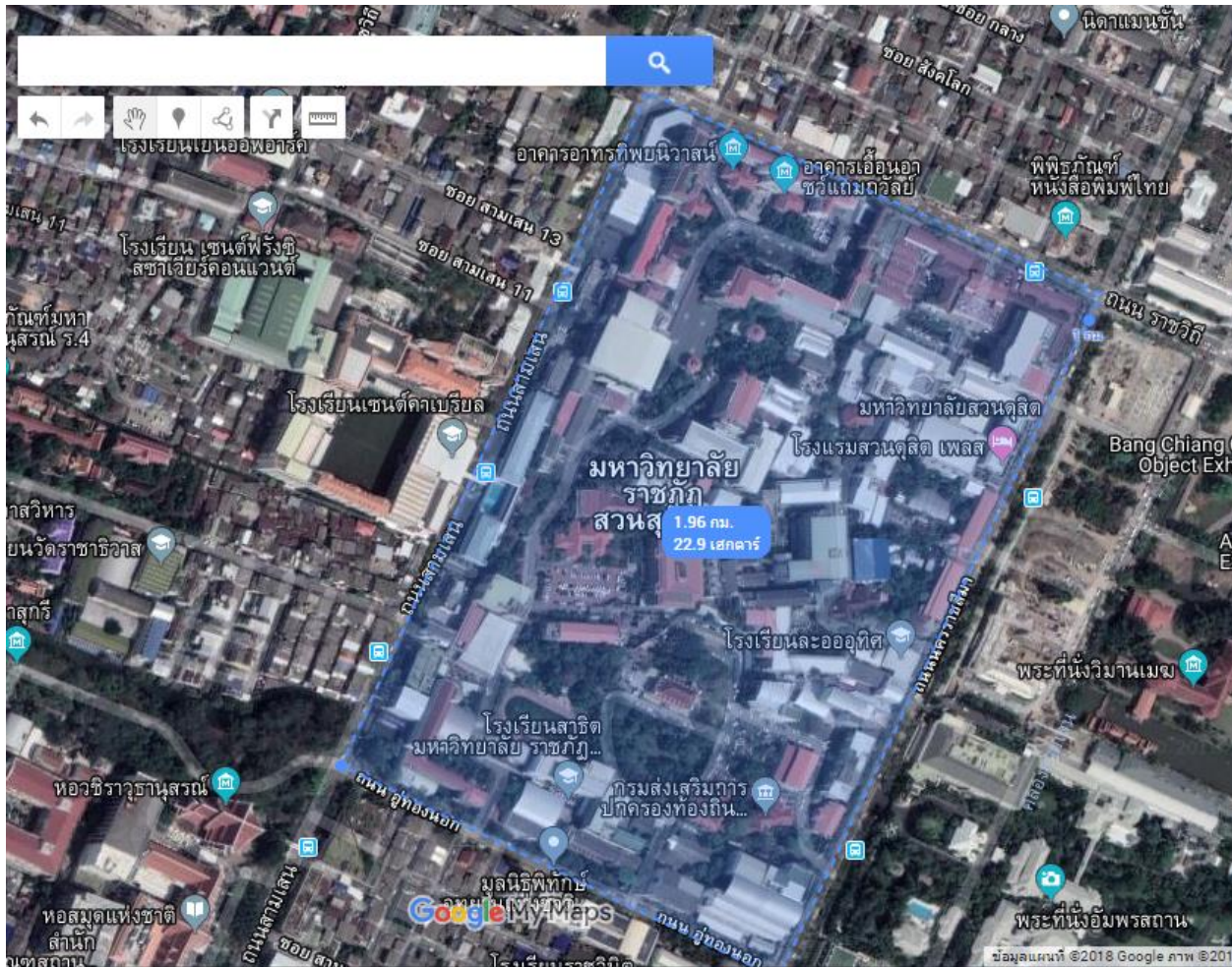
— ORIGINAL  
— SMOOTHED

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## ๔. คำนวณพื้นที่ เส้นรอบวง และความยาวของเส้น

การคำนวณพื้นที่ที่อยู่ในฐานข้อมูลสามารถวัดพื้นที่ เส้นรอบวง และความยาวของเส้นได้ โดยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะคำนวณค่าอัตโนมัติ เมื่อข้อมูลเก็บอยู่ในฐานข้อมูล Geodatabase หรืออาจจะคำนวณค่าเองตามต้องการได้ เมื่อมีการวัดระยะทางโดยกำหนดบนหน้าตาการทำงานของระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ เพื่อหาระยะทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้



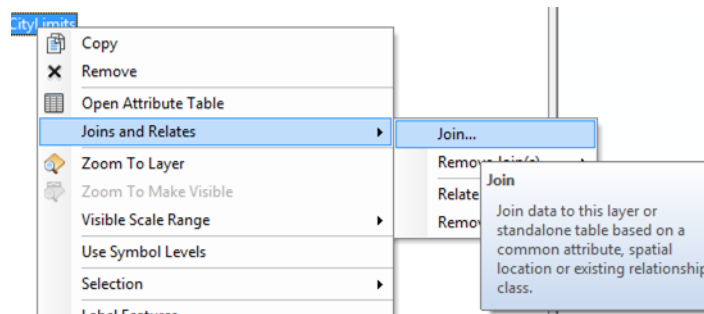


# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

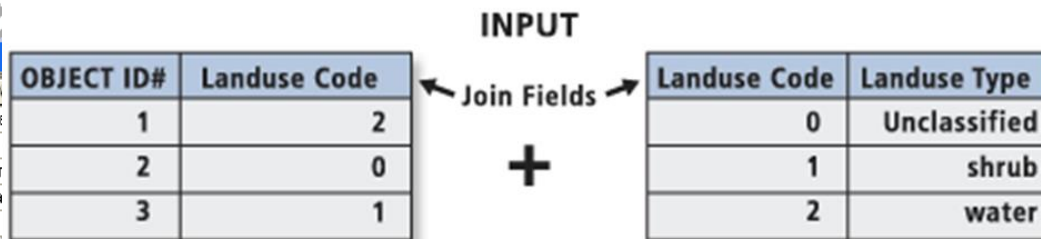
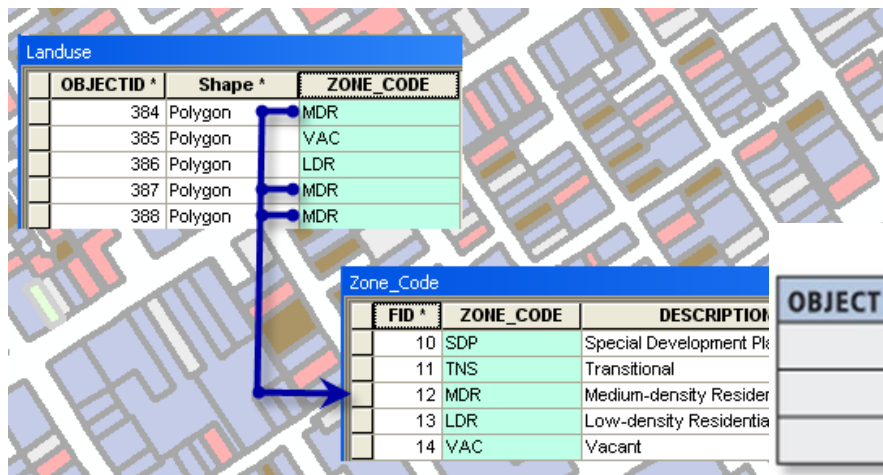
## การวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะหรือข้อมูลตาราง (Analysis of Attribute Data)

การประมวลผลข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในบางกรณีต้องวิเคราะห์ผลข้อมูลคุณลักษณะ กำหนดให้ค่าผลคะแนนหรือจัดกลุ่มคะแนนสถิติ ซึ่งกระบวนการนี้คล้ายกับกระบวนการวิเคราะห์ผลในรูปแบบ ซึ่งอาศัยกระบวนการฐานข้อมูลและสถิติ

ก) การแก้ไขข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute Editing Function) จะสามารถเรียกค้น ตรวจสอบและเปลี่ยนแปลงข้อมูล สามารถเพิ่มหรือลบข้อมูลได้ รวมถึงเชื่อมต่อตารางและรวมเป็นตารางเดียวกันได้



# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



## OUTPUT

OBJECT ID#	Landuse Code	Join Table Landuse Code	Join Table Landuse Type
1	2	2	water
2	0	0	Unclassified
3	1	1	shrub

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## ข) การค้นหาข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute Query Function)

เป็นการเรียกค้นข้อมูลในจานข้าง ที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานตั้งคำถาม สามารถสอบถามโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น

- การเรียกค้นข้อมูลอย่างง่าย เช่น การค้นหาข้อมูลตามลำดับชั้น หรือรูปปิด (Polygon) ที่เลือก
- การสอบถามข้อมูลเชิงซ้อน เช่น การค้นหาทางเลือกจากข้อมูลคุณลักษณะที่มีอยู่จำนวนชุดข้อมูลหนึ่ง หรือมากกว่า
- กระบวนการที่ใช้การเรียกค้นข้อมูลที่เชื่อมโยงกัน เช่น กระบวนการ Relation และ Join

## ค) กระบวนการทางสถิติ (Attribute Statistic Function)

คำนวณค่าทางสถิติจากรายข้อมูล เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation), ค่าต่ำสุด (Minimum) และค่าสูงสุด (Maximum) ค่าทางสถิติสามารถสร้างเป็นตารางข้อมูลใหม่ รวมถึงสามารถใช้ร่วมกับการสอบถามข้อมูล (Query) เพื่อจัดเตรียมรายงานที่สมบูรณ์

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## การแสดงผลข้อมูลคุณลักษณะหรือข้อมูลตาราง

การแสดงผลข้อมูลคุณลักษณะหรือข้อมูลตารางสามารถแสดงได้หลายวิธี เช่น การแสดงผลตาราง การนำ ข้อมูลตารางมาสร้างและแสดงในรูปของสถิติ หรือในรูปภาพซึ่งสามารถแสดงผลได้ทั้งกราฟ ๒ มิติและกราฟ ๓ มิติ รวมถึงแสดงผลในรูปรายงาน

## การจัดการกับตาราง

การจัดการกับตารางเพื่อเปลี่ยนการแสดงผลข้อมูลสามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดรูปแบบในการจัดการกับตาราง การจัดเรียงข้อมูลตามค่าสถิติภายในคอลัมน์ที่เลือกนั้น สามารถเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก หรือมากไปหาน้อย เพื่อวิเคราะห์ผลเบื้องต้นจากค่าต่ำสุด-สูงสุด รวมทั้งสามารถเรียงลำดับข้อมูลแบบตัวเลขหรือตัวอักษร การจัดเรียงลำดับที่เป็นตัวอักษรจะจัดเรียงจากอักษร A ถึง Z หรือ ก ถึง ฮ จะเรียงจากน้อยไปหามาก (Ascending) หากต้องการเรียงจาก Z ไปถึง A หรือ ฮ ถึง ก ให้เลือกจากมากไปหาน้อย (Descending)

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่รวมกับข้อมูลคุณลักษณะ

(Integrated Analysis of the Spatial and Attribute Data)

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่รวมกับข้อมูลคุณลักษณะจะทำให้ระบบสารสนเทศมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น และอาจใช้งานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์อื่นๆ ซึ่งจะทำให้การทำงานบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีความสมบูรณ์ มากยิ่งขึ้น ได้แก่ การเรียกค้นข้อมูล การแบ่งกลุ่มข้อมูล และการวัด (Data retrieval, Classification and Measurement)

ในกระบวนการนี้เป็นการทำงานร่วมกันกับข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลตารางคือ เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงหรือ แก้ไขข้อมูลเชิงพื้นที่แล้วจะมีผลต่อข้อมูลตารางคือ พิลค์ความยาวหรือพื้นที่ที่จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไป หากข้อมูลอยู่ในรูป Shapefile จำเป็นต้องคำนวณค่าใหม่เสมอ ซึ่งเป็นสิ่งที่นักภูมิสารสนเทศควรคำนึงก่อนสรุปผลขนาดพื้นที่หรือ ระยะทาง

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## ๑) การเรียกค้นข้อมูล (Retrieval)

- การเรียกค้นข้อมูลเกี่ยวข้องกับการค้นหาทางเลือก การดัดแปลงแก้ไข และผลลัพธ์ข้อมูลจะไม่มี การ ดัดแปลงรูปแบบใดๆ เลย
- การค้นหาข้อมูลด้วยภาษา SQL (Standard Query Language-SQL) เป็นมาตรฐานที่ใช้กัน ในฐานข้อมูลที่ เชื่อมโยงกัน และใช้ในด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- การเรียงลำดับ (Sorting) การจัดลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก หรือมากไปน้อย \* การเรียงเลขให้ (Repubnerin g) \* การจัดกลุ่มย่อยใหม่ (Subsetting) \* การค้นหา (Searching)
- การค้นหาทางเลือกจากฐานข้อมูลที่มีอยู่หลายชั้น การใช้ Boolean Logic มักใช้เป็นหลักในการ ทางานข้อมูล คุณลักษณะและข้อมูลเชิงพื้นที่ ๑
- การเรียกค้นข้อมูลสามารถเลือกพื้นที่ที่ต้องการ และแสดงผลลัพธ์ที่สืบค้นข้อมูลจากตารางข้อมูล คุณลักษณะ ใน แต่ละ Record หรือผลลัพธ์จากการสอบถามจากแผนที่ที่ถูกเลือกในฐานข้อมูล
- การเรียกค้นข้อมูลแบบซับซ้อน เป็นการใช่วิธี Boolean Logic ร่วมกับการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) เช่น ค้นหา ตำแหน่งที่ตั้งของบ้านภายในระยะทาง ๒ กิโลเมตรจากร้านค้า

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## ๒) การจัดกลุ่มข้อมูล (Classification)

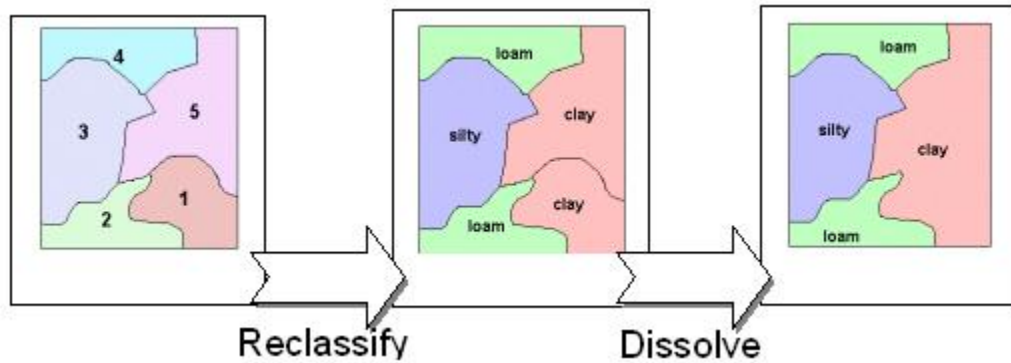
เป็นกระบวนการจัดกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะเดียวกันหรือที่เรียกว่า Classification โดยใช้ค่าสถิติที่อยู่ในคอลมน์ (*Field*) ที่ต้องการจัดกลุ่มทางสถิติ เช่น คอลัมน์แสดงค่าปริมาณน้ำฝนซึ่งเป็นข้อมูลระดับอัตราส่วน (*Ratio Scale*) ในแต่ละพื้นที่ที่จะต้องจำแนก ๓ ช่วงชั้นข้อมูล หรือจัดเป็น ๓ กลุ่มใหม่จัดเป็นข้อมูลระดับเรียงอันดับ (*Ordinal Scale*)

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

- หลังจากที่มีการจัดกลุ่มใหม่แล้วจะต้องรวมแผนที่ที่มีรายละเอียดในส่วนที่แบ่งเหมือนกันให้เป็นชั้นเดียวกันเรียกระบวนการนั้นว่า Generalization หรือ Map Dissolve เพื่อสะดวกการคำนวณพื้นที่รวมเป็น พื้นที่กลุ่มเดียวกัน
- กระบวนการแบ่งกลุ่มข้อมูลนี้มักจะใช้ข้อมูลคุณลักษณะในการทำงานเป็นส่วนใหญ่ เช่น เลือกกลุ่มที่มี การใช้ที่ดินประเภท “ที่รกร้างว่างเปล่า” และต้องห่างจากถนน “มากกว่า ๕๐๐ เมตร ให้จัดกลุ่มเป็น “เหมาะสม ต่อการตั้งโรงงานมากที่สุด” เป็นต้น
- การพิจารณาแผนที่ชุดดิน : เราจะสร้างแผนที่ชุดดินหลักจากชั้นข้อมูล (Layer) ซึ่งมีพื้นที่อยู่มากมายที่ถูกแบ่งตามลักษณะโดยรวมอาจทำการจัดกลุ่มใหม่ (Reclassify) การยุบรวมข้อมูล (Dissolve) หรือ การรวม ข้อมูล (Merge)

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

- 1. Reclassify** การจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ โดยการใช้ข้อมูลคุณลักษณะอันใดอันหนึ่งหรือหลายอัน ควบกัน เช่น การจัดกลุ่มพื้นที่ชุ่มดินโดยอาศัยชนิดของดินเท่านั้น
- 2. Dissolve** การลบขอบเขตระหว่างพื้นที่ที่เป็นชนิดเดียวกันโดยการลบเส้นระหว่างสองรูปปิด (polygon) ที่เป็นข้อมูลกลุ่มเดียวกัน หรือข้อมูลคุณลักษณะที่ถูกจัดกลุ่มให้เป็นกลุ่มเดียวกัน
- 3. Merge** การรวมข้อมูลพื้นที่เข้าด้วยกันให้เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้นโดยการให้รหัสหรือค่าใหม่ ตามลำดับของเส้นซึ่งมีขอบเขตเชื่อมต่อกัน (เช่น การสร้าง Topology ใหม่) และให้ค่า ID ใหม่ทุกๆ Polygon



# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## ๓) การวัดระยะ (Measurement)

โดยปกติการวัดระยะมักจะเกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ แต่การแสดงผลของการวัดสามารถเก็บไว้ในฐานข้อมูล ใหม่หรือกลุ่มใหม่ได้

การคำนวณหาระยะทางระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้สนับสนุนใน การวัดระยะทางผ่านหน้าต่างของการแสดงผลแผนที่ เพื่อหาระยะทางระหว่างจุด เส้น หรือพื้นที่ โดยแสดงผลรายงาน ระยะทาง ตัวอย่างเช่น การวัดระยะขจัดจากอำเภอภูเรือไปยังอำเภอภูหลวง ได้รับผลรายงานระยะทางระหว่างสอง อำเภอคือ ระยะทางส่วนของเส้นล่าสุด (Segment) และระยะทางทั้งหมดของเส้นที่วัดระยะ (Length) ผ่าน หน้าต่างแสดงผล

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## ๔) การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Function)

การซ้อนทับข้อมูลเป็นขั้นตอนที่สำคัญและเป็นพื้นฐานทั่วไปในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หลักการคือการนำเข้าข้อมูลตัวแปรหรือปัจจัยที่แสดงผลเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ ๑ ปัจจัย หรือมีปัจจัยมากกว่า ๑ ปัจจัย มาวิเคราะห์ โดยอาศัยค่าพิกัดภูมิศาสตร์ในตำแหน่งที่ตรงกัน และในตำแหน่งนั้นมีข้อมูลคุณลักษณะใดให้เชื่อมโยงไป เชิงพื้นที่นั้นด้วย แล้วนำข้อมูลผลลัพธ์มาใช้สนับสนุนการตัดสินใจแก้ปัญหา (Decision Making)

หลักการในการซ้อนทับข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ

- โดยทั่วไปในการซ้อนทับข้อมูลแผนที่จะอาศัยจุดพิกัดภูมิศาสตร์ (X, y) และข้อมูลตารางจะถูกสร้าง ขึ้น ใหม่หลังจากที่ทำการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่และเชื่อมโยงข้อมูลคุณลักษณะเข้าด้วยกัน
- การซ้อนทับข้อมูลอาจจะใช้กระบวนการทางเลขคณิต (Arithmetic) เช่น การบวก ลบ คูณ และหาร หรือตรรกศาสตร์ (Logic) เช่น AND, OR, XOR และอื่นๆ

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## ๔) การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Function) (ต่อ)

รูปแบบของการซ้อนทับข้อมูลเวกเตอร์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำแนกได้ ๒ รูปแบบ คือ

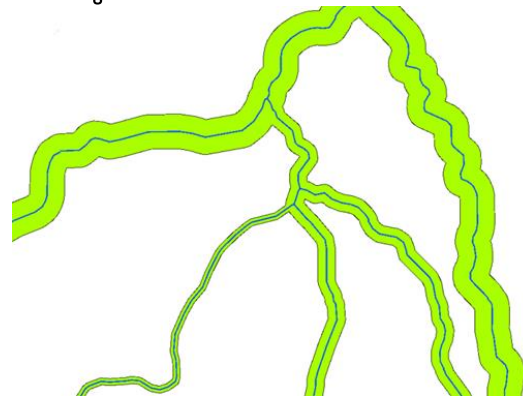
๑) การวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลปัจจัย ๑ ชุดข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ ได้แก่ การวิเคราะห์ระยะห่างหรือแนวกันชน (Buffer) การยุบรวมข้อมูล (Dissolve) และการขจัดข้อมูล (Eliminate)

๒) การวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลปัจจัยมากกว่า ๑ ชุดข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ ได้แก่ การตัดข้อมูล (Clip), การเชื่อมต่อแผนที่ (Merge), การลบข้อมูล (Erase), การซ้อนทับข้อมูลแบบ Identity, การซ้อนทับข้อมูลแบบ Intersect, การซ้อนทับข้อมูลแบบ Union, การหาระยะทางระหว่าง ๒ ชั้นข้อมูล (Near), การปรับปรุงข้อมูล ทันทันสมัย (Update) เป็นต้น ดังจะได้อธิบายความหมายและการประยุกต์ต่อไป

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## การวิเคราะห์ระยะห่างหรือแนวกันชนด้วยคำสั่ง (Buffer)

การวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลปัจจัย ๑ ชุดข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง Buffer เป็นการสร้างพื้นที่ล้อมรอบ ตัวแทนข้อมูลเชิงพื้นที่ (Graphic Features) หรือแนวกันชน หรือรัศมี ซึ่งสามารถกำหนดระยะห่างที่ต้องการได้ ตัวแทนข้อมูลเชิงพื้นที่ประเภทจุด (Point) เส้น (Line) และรูปปิด (Polygon) ของแผนที่ ๑ ชั้นข้อมูล โดยผู้วิเคราะห์สามารถกำหนดตัวแทนข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้คัดเลือกไว้บางส่วน หรือทั้งชั้นข้อมูลแผนที่ (Layer) ผลลัพธ์ของ การวิเคราะห์ข้อมูลจาก Buffer จะได้ชั้นข้อมูลแผนที่ใหม่ที่มีขนาดความกว้างของพื้นที่จากตำแหน่งที่เลือก



**INPUT**



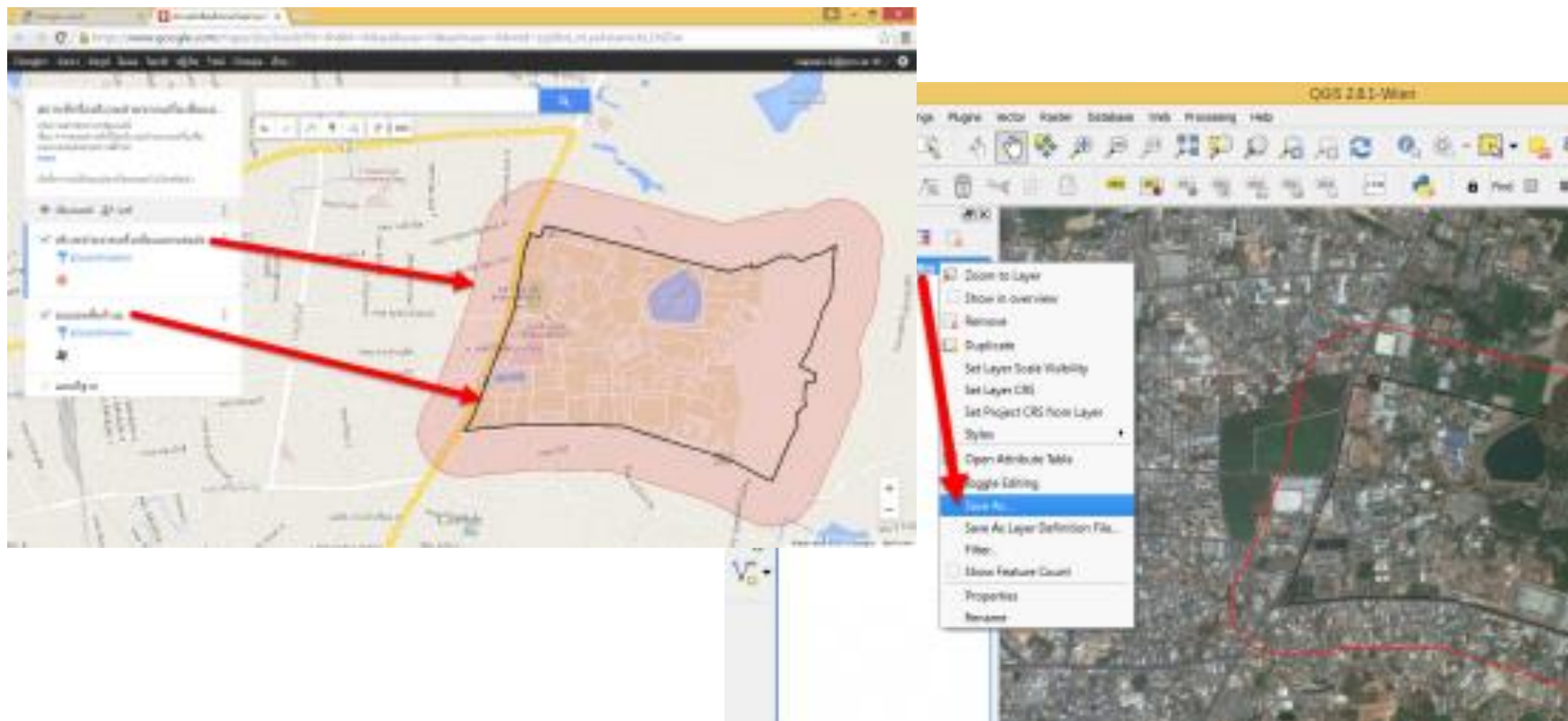
**OUTPUT  
DISSOLVE TYPE:  
NONE**



**OUTPUT  
DISSOLVE TYPE:  
ALL**



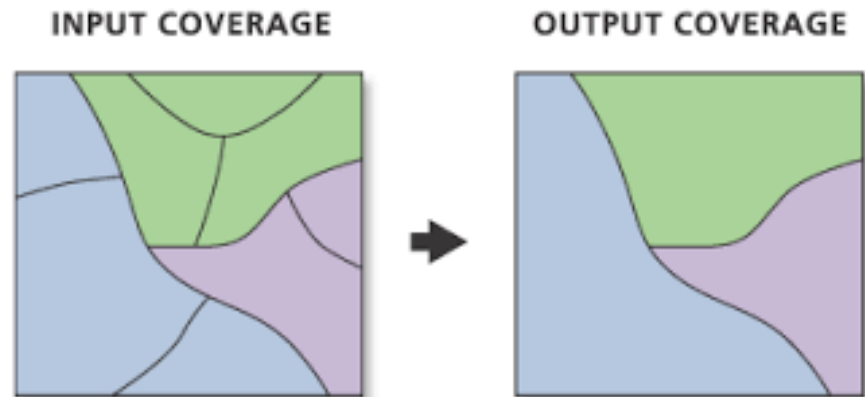
การทำแผนที่ Buffer ๓๐๐ เมตร สถานที่หรือบริเวณห้ามขายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์รอบ มอ.

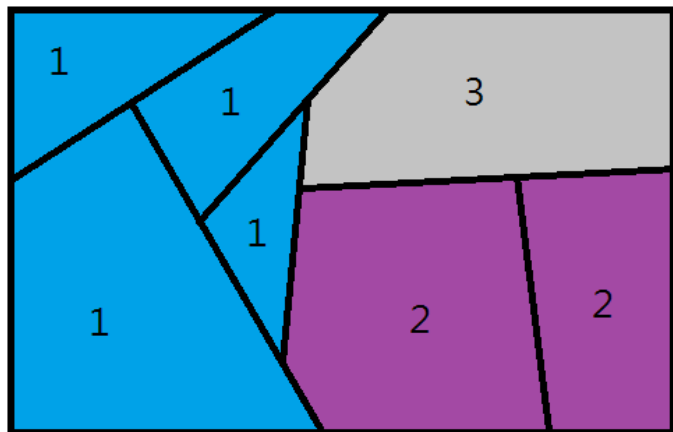


# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## การยุบรวมข้อมูล (Dissolve)

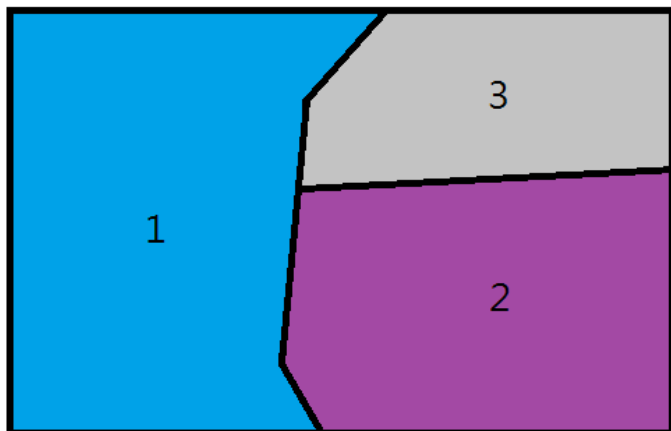
การวิเคราะห์ด้วยคำสั่งยุบรวมข้อมูลใช้ข้อมูลปัจจัย ๑ ชั้นข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ เป็นการลบเส้นขอบเขตของ พื้นที่ที่มีข้อมูลเดียวกัน เพื่อรวมข้อมูลพื้นที่ (Polygon) ที่มีคุณสมบัติหรือ Attribute ในตารางที่มีค่าเหมือนกัน และจะต้องมีเขตที่อยู่ติดกันเข้าด้วยกัน เพื่อลดความซ้ำซ้อนของชั้นข้อมูลให้น้อยลง ซึ่งเป็นการเอาเส้นขอบเขตของ พื้นที่ที่มีค่าเหมือนกันและมีเขตที่ต่อเนื่องกันในหนึ่งหรือหลายฟิลค์รวมกันเป็นเรคอร์ดใหม่





Original shapefile

NET_ID (Type: Long)	Geology (Type: String)	NET_ID (Type: Long)	Geology (Type: String)
1	Quartzite	1	Quartzite, limestone, Chlorite Schis, alluvium
1	limestone	2	Chlorite Schis, limestone
1	Chlorite Schis	3	Quartzite
1	alluvium		
2	Chlorite Schis		
2	limestone		
3	Quartzite		



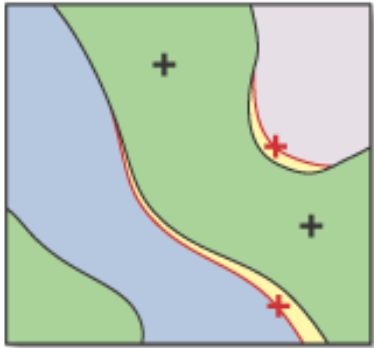
Modified shapefile

# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

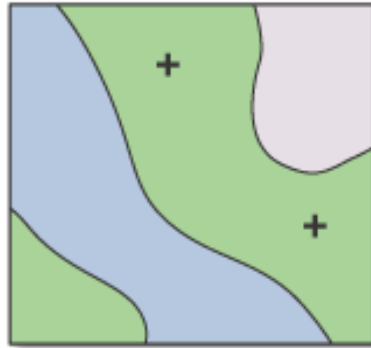
## การขจัดข้อมูล (Eliminate)

การวิเคราะห์ด้วยคำสั่งขจัดข้อมูลใช้ข้อมูลปัจจัย ๑ ชั้นข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ เป็นรูปแบบการวิเคราะห์ที่ใช้รวม หรือลบพื้นที่ (Polygon) ที่ได้ถูกเลือกไว้แล้ว (เช่น รูปปิดที่มีขนาดเล็กมากๆ ตามที่กำหนดไว้) โดยการเรียกค้น (Query) หรือเลือกโดยตรงแล้วใช้คำสั่งเพื่อรวมข้อมูลเข้ากับพื้นที่ข้างเคียงในระยะ Snap tolerance ที่กำหนดไว้ โดยนำไปรวมกับเส้นที่ยาวที่สุดที่สัมผัสของพื้นที่ที่ถูกเลือก ดังนั้น Eliminate จึงเป็นการขจัดพื้นที่ที่มีขนาดเล็ก ออกไป หรือเรียกว่า Generalization ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลหรือก่อนการจัดทำแผนที่ฉบับสมบูรณ์ (Final Output) โดยพื้นที่เล็กจะไปรวมกับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่อาณาเขตติดกัน

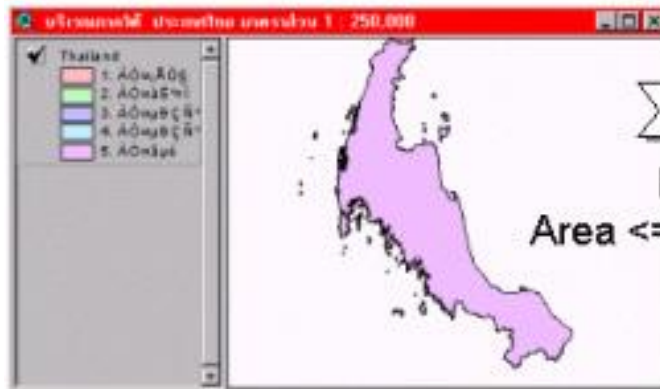
## INPUT COVERAGE



## OUTPUT COVERAGE

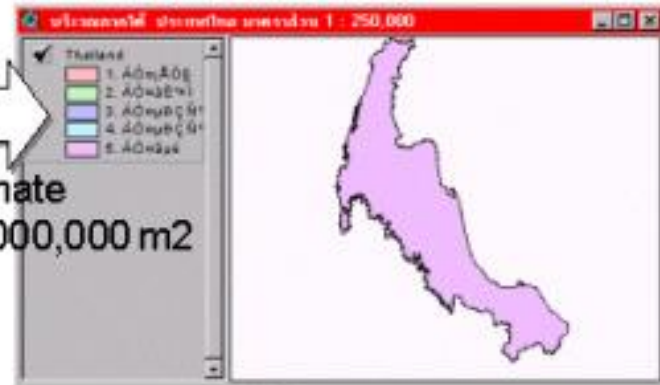


- ARCS TO BE ELIMINATED
- + LABEL POINTS TO BE ELIMINATED
- SLIVER POLYGONS



In-Theme

Eliminate  
Area  $\leq 50,000,000$  m<sup>2</sup>

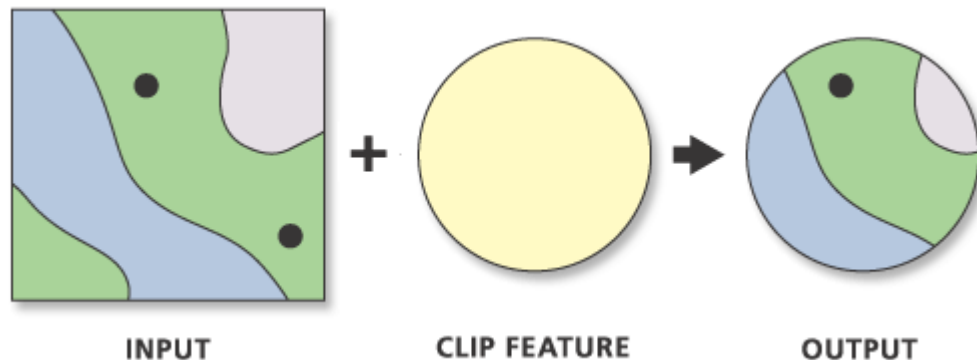


Out-Theme

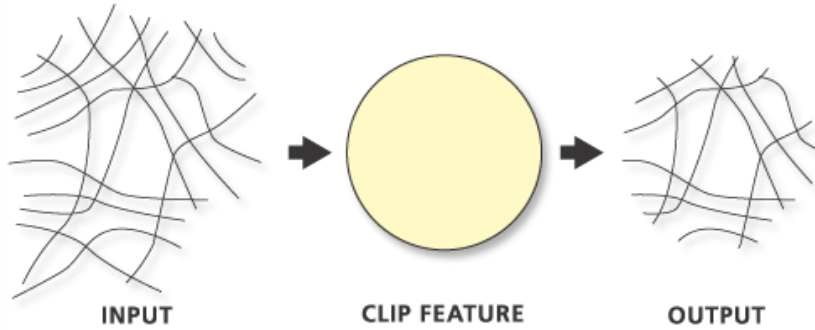
# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## การตัดข้อมูลด้วยคำสั่ง (Clip)

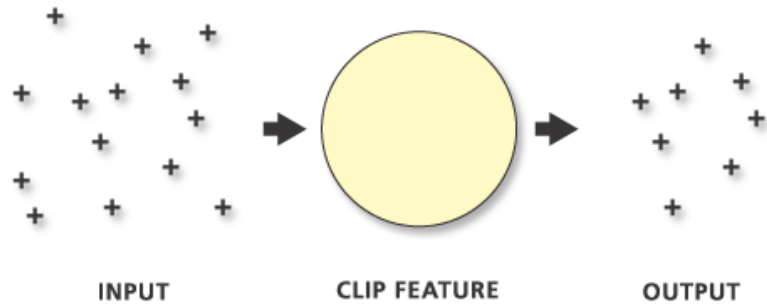
การวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง Clip ใช้ข้อมูล ๒ ชั้นข้อมูล เป็นการตัดข้อมูลแผนที่ออกจากชั้นข้อมูลเป้าหมาย (Layer to be clipped) โดยใช้แผนที่ขอบเขตที่กำหนดหรือพื้นที่ที่กำหนดเป็นขอบเขตการตัด เช่น พื้นที่อำเภอเดียวที่ต้องการใช้เป็นขอบเขตในการตัดข้อมูลพื้นที่จังหวัด (Layer to clip) หรือตัดจุดตำแหน่ง สถานีวัดปริมาณน้ำฝนทั้งประเทศไทยด้วยขอบเขตจังหวัดปทุมธานี



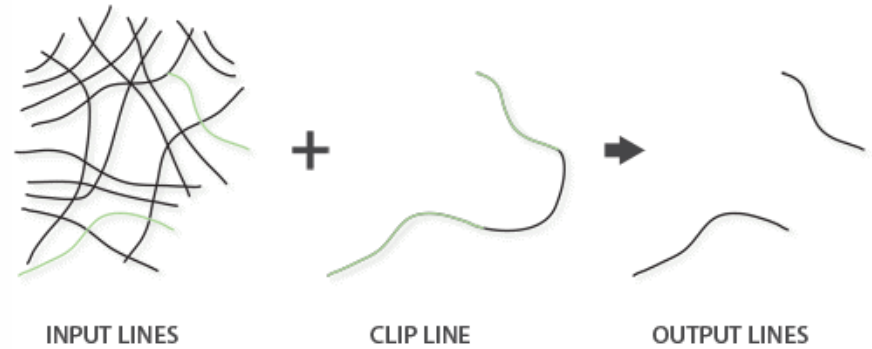
- Line features clipped by polygon features:



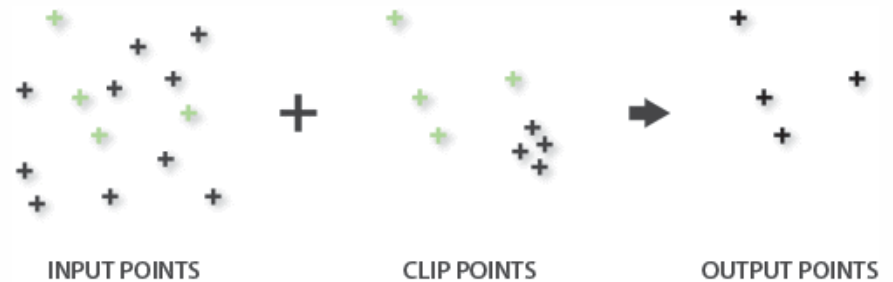
- Point features clipped by polygon features:



- Line features clipped with line features:



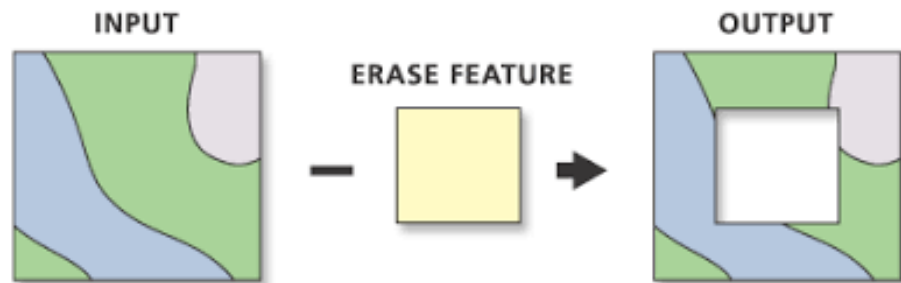
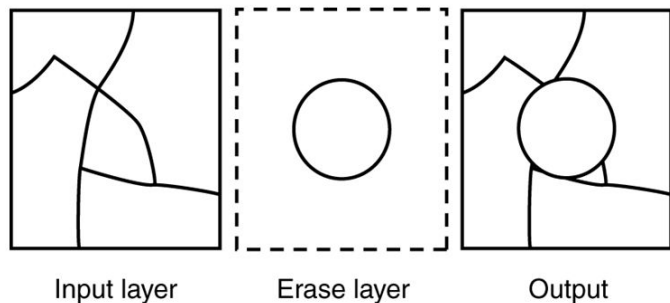
- Point features clipped with point features:



# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## การลบข้อมูล (Erase)

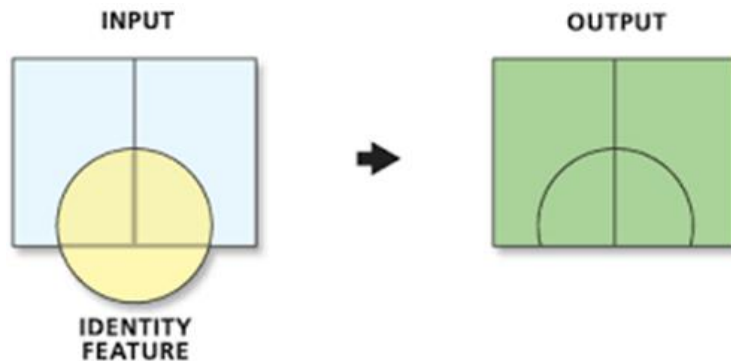
การวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง Erase ใช้ข้อมูล ๒ ชั้นข้อมูล เป็นการลบข้อมูลออกจากแผนที่ชั้นข้อมูลที่จะลบ (Input layer) อาจเป็นชั้นข้อมูลประเภทจุด เส้น หรือรูปปิด โดยใช้ชั้นข้อมูลประเภทรูปปิดเท่านั้นที่สามารถเป็น กรอบหรือขอบเขตในการลบ (Erase layer) บริเวณที่มีพื้นที่ซ้อนทับกัน ในส่วนของผลลัพธ์บริเวณที่ซ้อนทับกัน จะถูกลบออกไป คำสั่งของ Erase ให้ผลลัพธ์ตรงกันข้ามกับการตัดข้อมูลด้วยคำสั่ง Clip คือ การ Erase จะ เหลือเฉพาะข้อมูลที่อยู่นอก Erase layer



# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## การวิเคราะห์พื้นที่ซ้อนทับข้อมูลแบบ Identity

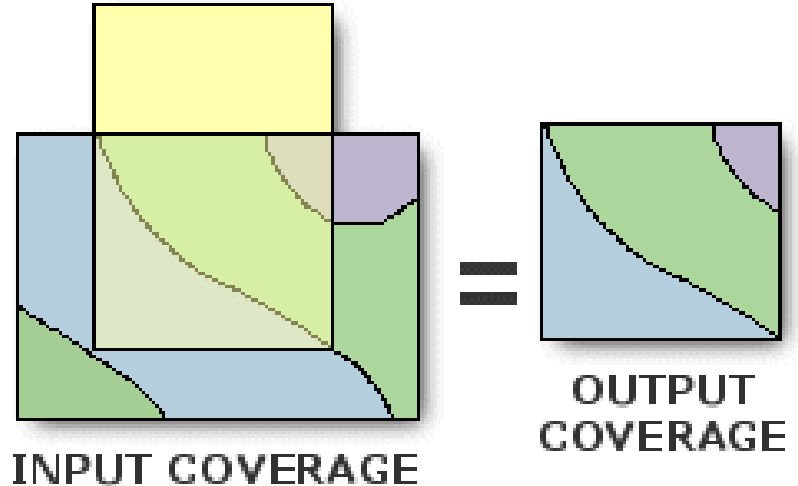
การวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง Identity ใช้ข้อมูล ๒ ชั้นข้อมูล เป็นการซ้อนทับ (Overlay) ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ ๒ ชั้นข้อมูลเข้าด้วยกัน โดยยึดขอบเขตของชั้นข้อมูลแผนที่หลัก (Input layer) เป็นปัจจัยหลัก กระทำต่อชั้นข้อมูลโดยส่วนที่อยู่นอกขอบเขตของชั้นข้อมูลแผนที่หลักจะไม่ถูกนำมารวมในชั้นข้อมูลแผนที่ผลลัพธ์ ชั้นข้อมูลแผนที่ผลลัพธ์จะได้ชั้นข้อมูลแผนที่หลักทั้งหมดรวมกับชั้นข้อมูลแผนที่ปัจจัยรองที่อยู่ใน ขอบเขตบริเวณที่ตรงกับชั้นข้อมูลแผนที่ปัจจัยหลักเท่านั้น ดังนั้นผลลัพธ์จะมีขนาดคงที่เท่ากับข้อมูลแผนที่หลัก (Input layer)





ตัวอย่างเช่น มีข้อมูลสถานีวัดปริมาณน้ำฝน (input layer) ที่ไม่ทราบที่ตั้งอยู่ในตำบลใด ก็นำข้อมูล ตำบล (Identity layer) มาซ้อนทับแบบ Identity จะทำให้ข้อมูลใหม่ของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนมีข้อมูลตาราง ตำบลอยู่ด้วยทำให้ทราบว่าแต่ละสถานีวัดปริมาณน้ำฝนอยู่ที่ตำบลใด

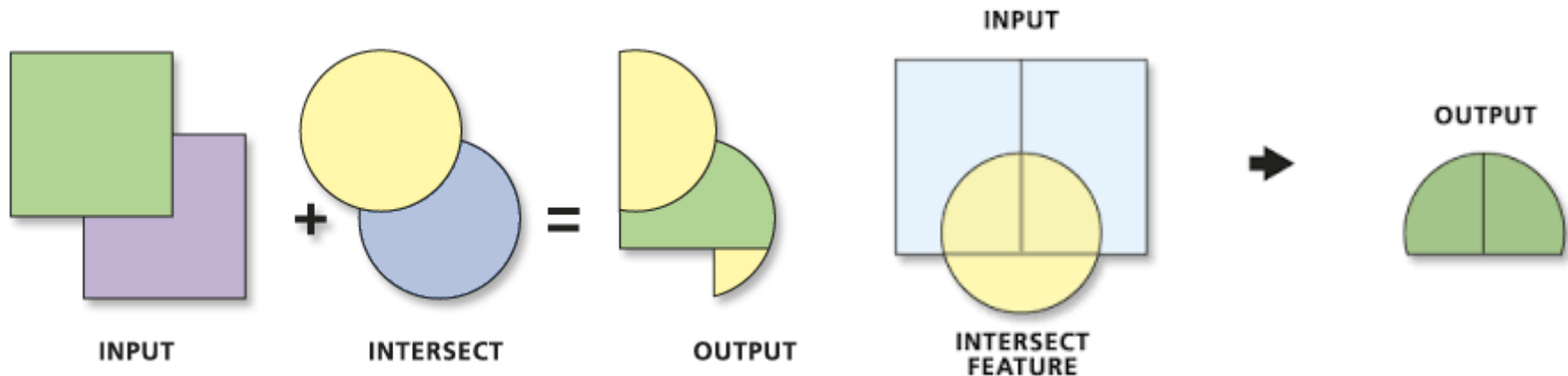
### INTERSECT COVERAGE



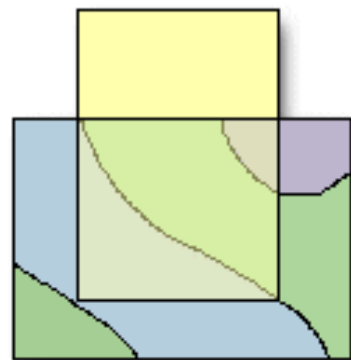
# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## การวิเคราะห์พื้นที่ซ้อนทับแบบ Intersect

การวิเคราะห์พื้นที่ที่ซ้อนทับแบบ Intersection เป็นการซ้อนทับ (Overlay) ข้อมูลระหว่างชั้นข้อมูล แผนที่ ๒ ชั้นข้อมูล โดยชั้นข้อมูลแผนที่ผลลัพธ์ (Output layer) จะมีขนาดเท่ากับชั้นข้อมูล Intersect layer และมีรายละเอียดข้อมูลของทั้ง ๒ ชั้นข้อมูล คำสั่ง Intersect ตรงกับรูปแบบตรรกศาสตร์คือ AND คือ เหลือ เฉพาะพื้นที่ ๒ ชุดที่ซ้อนกันได้พอดี



**INTERSECT  
COVERAGE**



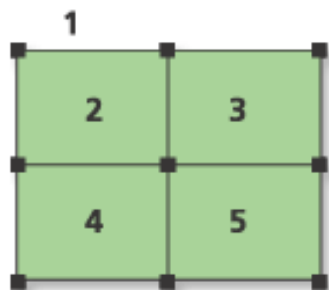
**INPUT COVERAGE**

=



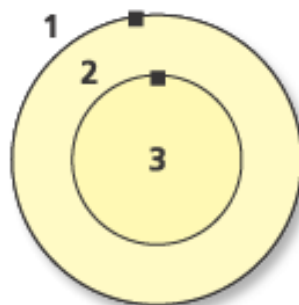
**OUTPUT COVERAGE**

**INPUT COVERAGE**



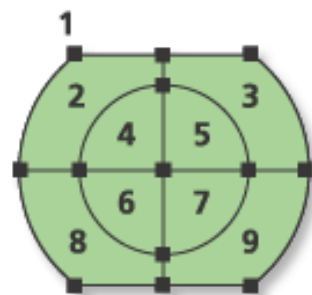
+

**INTERSECT  
COVERAGE**



=

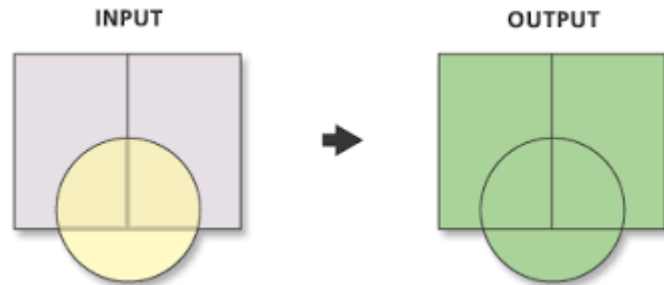
**OUTPUT COVERAGE**

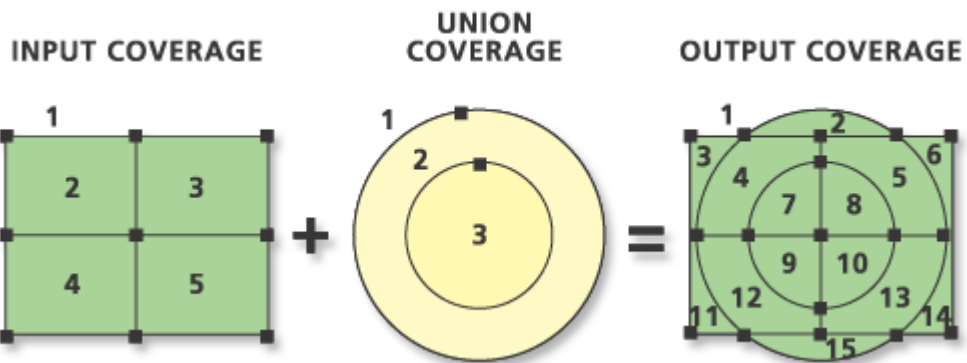


# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

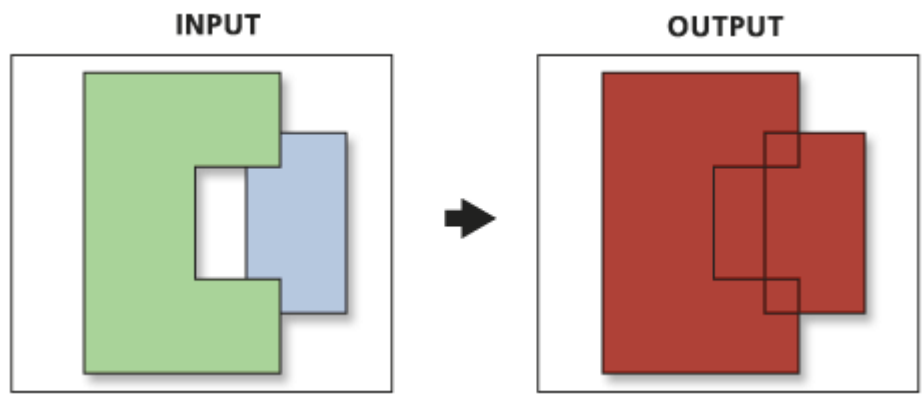
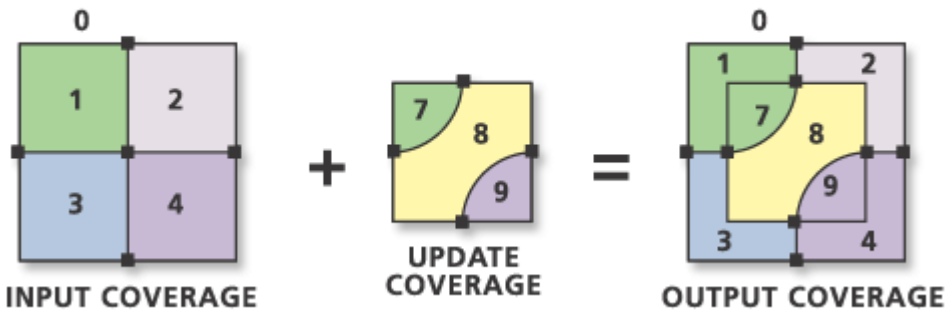
## การรวมพื้นที่ ๒ ชั้นข้อมูลด้วยคำสั่ง (Union)

การวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง Union เป็นการวิเคราะห์เชิงพื้นที่โดยการซ้อนทับ (Overlay) ระหว่าง ๒ ชั้น ข้อมูลแผนที่ขึ้นไป โดยชั้นข้อมูลแผนที่ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นการรวมรายละเอียดข้อมูลทั้งขอบเขตพื้นที่ของข้อมูลแผนที่ และข้อมูลคุณลักษณะ ในตารางของทั้ง ๒ ชั้นข้อมูลแผนที่ที่ยังคงมีรายละเอียดอยู่เหมือนเดิม ข้อมูลคุณลักษณะใน ตารางของชั้นข้อมูลแผนที่ผลลัพธ์ (Output layer) จะเป็นการเชื่อมกันของชั้นข้อมูลแผนที่ป้อนเข้า (input layer) และชั้นข้อมูลแผนที่ป้อนกระทำ (Union layer) คำสั่ง Union ใช้กับชั้นข้อมูลแผนที่ประเภท polygon เท่านั้น ซึ่งตรงกับรูปแบบตรรกศาสตร์ คือ OR





**KEEPBORDER** option



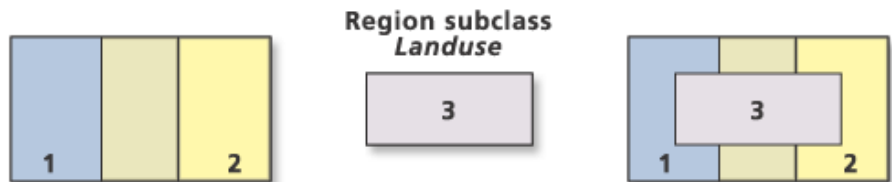
# การวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## การปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยด้วยคำสั่ง Update

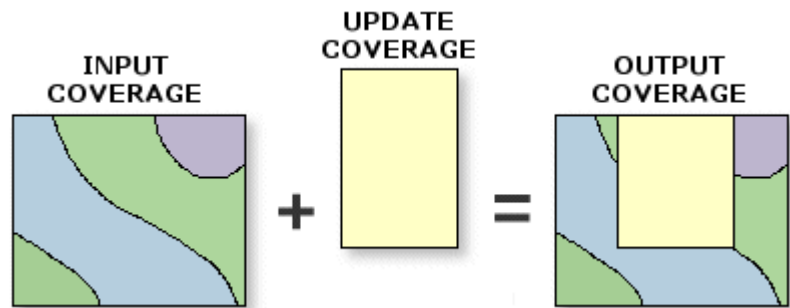
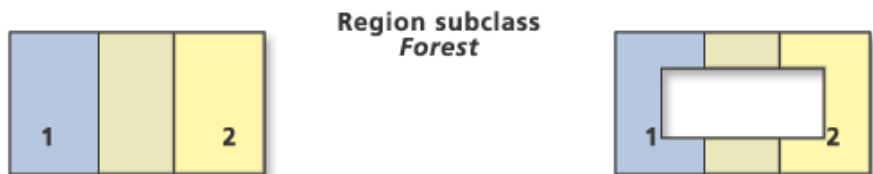
การวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง Update ใช้ข้อมูลปัจจัย ๒ ชั้นข้อมูล เป็นการปรับแก้ข้อมูลพื้นที่บางส่วนด้วยการ แทนที่พื้นที่ในชั้นข้อมูลแผนที่ (Layer) หนึ่ง โดยชั้นข้อมูลแผนที่ (Layer) อื่นๆ ซึ่งการซ้อนทับระหว่างชั้นข้อมูล แผนที่หลัก (Input Layer) กับชั้นข้อมูลแผนที่ที่มีการปรับปรุงใหม่ (Update Layer) มักใช้ชั้นข้อมูลแผนที่ เฉพาะประเภทรูปปิด (Polygon) และชั้นข้อมูลแผนที่ผลลัพธ์ (Output Layer) จะประกอบด้วยข้อมูล คุณลักษณะที่มีฟิลค์ทั้งหมดของ ๒ ชั้นข้อมูล โดยมีการคำนวณพื้นที่และเส้นรอบรูปใหม่ เพื่อปรับปรุงฐานข้อมูลของ ชั้นข้อมูลแผนที่ผลลัพธ์ นิยมใช้ในการปรับปรุงแผนที่ให้ทันสมัยที่ได้มีการจัดเก็บเพิ่มเติมเฉพาะส่วน โดยลบข้อมูลเก่า ออกแล้วแทนที่ด้วยข้อมูลใหม่

ตัวอย่างเช่น การปรับปรุงแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี ๒๕๕๘ ด้วย การสำรวจหรือแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมโดยใช้ข้อมูลปีปัจจุบันแล้วนำมาปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยด้วยคำสั่ง Update

Update on regions with **KEEPBORDER** option



Update on regions with **KEEPBORDER** option

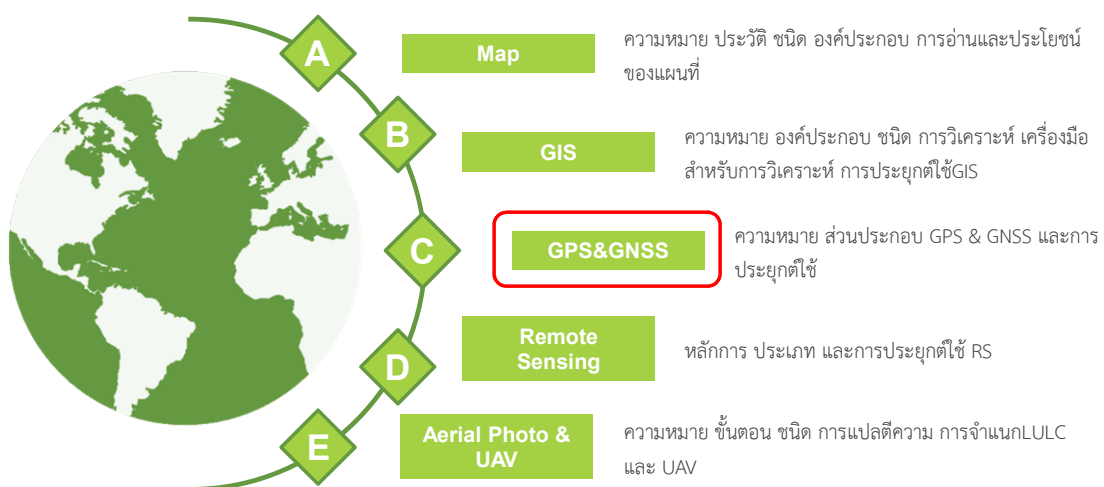




## เทคนิคและวิธีการทางภูมิศาสตร์

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

### Courses





## ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS)

ความหมาย ส่วนประกอบ และการใช้งาน GPS

### ความหมายระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก

GPS ย่อมาจากคำว่า Global Positioning System

- เป็นระบบที่ใช้ในการหาพิกัด หรือตำแหน่งโดยอาศัยสัญญาณจากดาวเทียม
- สามารถใช้งานได้ในทุกสภาพอากาศ และตลอด ๒๔ ชั่วโมง
- เพื่อระบุข้อมูลของตำแหน่งและเวลา จากสัญญาณของดาวเทียม ที่โคจรรอบโลกทำให้สามารถระบุตำแหน่ง ณ จุดที่สามารถรับสัญญาณได้ทั่วโลกและในทุกสภาพอากาศ รวมถึงสามารถคำนวณความเร็วและทิศทางเพื่อนำมาใช้ร่วมกับแผนที่ในการนำทางได้



## ประวัติของระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก

- ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) ถูกพัฒนาขึ้นโดยกระทรวงกลาโหม (Department of defense) สหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. ๒๕๐๐ (๑๙๕๗) ซึ่งในช่วงแรกออกแบบมาเพื่อใช้ทางการทหารเป็นหลัก
- ในปี ค.ศ. ๑๙๕๗ นักวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา ติดตามการส่งดาวเทียมสปุตนิกและพบปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ของคลื่นวิทยุที่ส่งมาจากดาวเทียม จึงพบว่าหากทราบตำแหน่งที่แน่นอนบนพื้นผิวโลกก็สามารถระบุตำแหน่งของดาวเทียมได้จากการตรวจวัดดอปเปลอร์ และหากทราบตำแหน่งที่แน่นอนของดาวเทียมก็สามารถระบุตำแหน่งบนพื้นโลกได้ในทางกลับกัน
- ค.ศ. ๑๙๖๐ กองทัพอากาศสหรัฐฯ ได้ทดลองระบบนำทางด้วยดาวเทียมระบบแรกคือ ทรานซิส (TRANSIT)
- ค.ศ. ๑๙๗๘ ดาวเทียมที่ใช้ในจีพีเอส (GPS Block-I) ส่งขึ้นทดลองเป็นครั้งแรกเพื่อใช้ทางการทหาร
- ค.ศ. ๑๙๘๓ หลังจากเหตุการณ์โคเรียนแอร์ไลน์ เที่ยวบินที่ ๐๐๗ ของเกาหลีใต้ บินพลัดหลงเข้าไปในน่านฟ้าของสหภาพโซเวียต และถูกยิงตก ประธานาธิบดีสหรัฐอเมริกา จึงมีนโยบายเปิดให้พลเรือนได้ใช้งาน



Transit ๒A with GRAB ๑ atop during launch preparations

Country/ies of origin	United States
Status	Retired (๑๙๙๖)
Constellation size	
First launch	๑๙๕๙
Last launch	๑๙๘๘

<http://www.nro.gov/news/speeches/2011/2011-01.pdf>

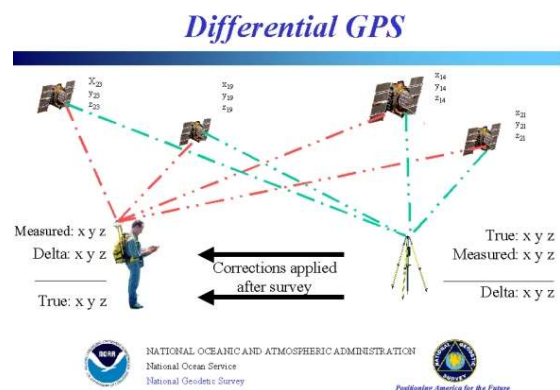
Transit-๑-Satellite Prototype

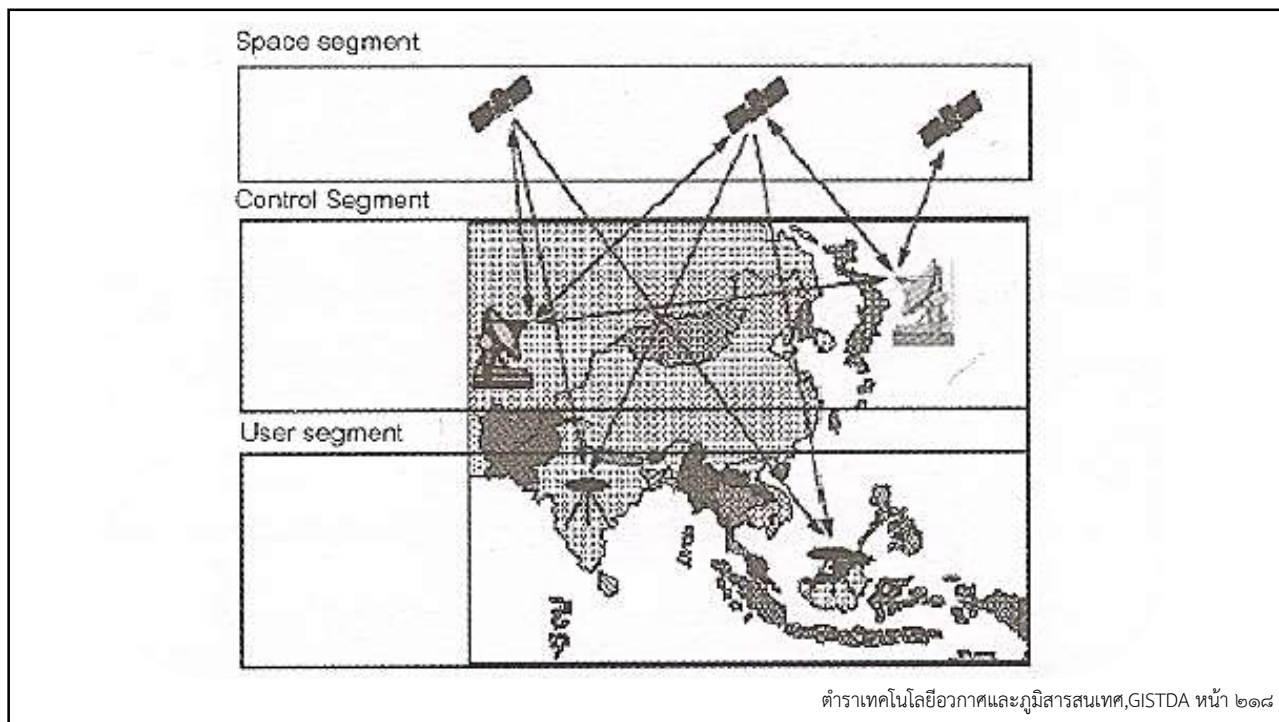


<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/39/Transit-1A.jpg/220px-Transit-1A.jpg>

## ส่วนประกอบของระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก

- ๒. ส่วนควบคุม ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดิน สถานีใหญ่อยู่ที่ Falcon Air Force Base ประเทศอเมริกา และศูนย์ควบคุมย่อยอีก ๕ จุด กระจายไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก
- ๓. ส่วนผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานต้องมีเครื่องรับสัญญาณที่สามารถรับคลื่นและแปรรหัสจากดาวเทียมเพื่อนำมาประมวลผลให้เหมาะสมกับการใช้งานในรูปแบบต่างๆ



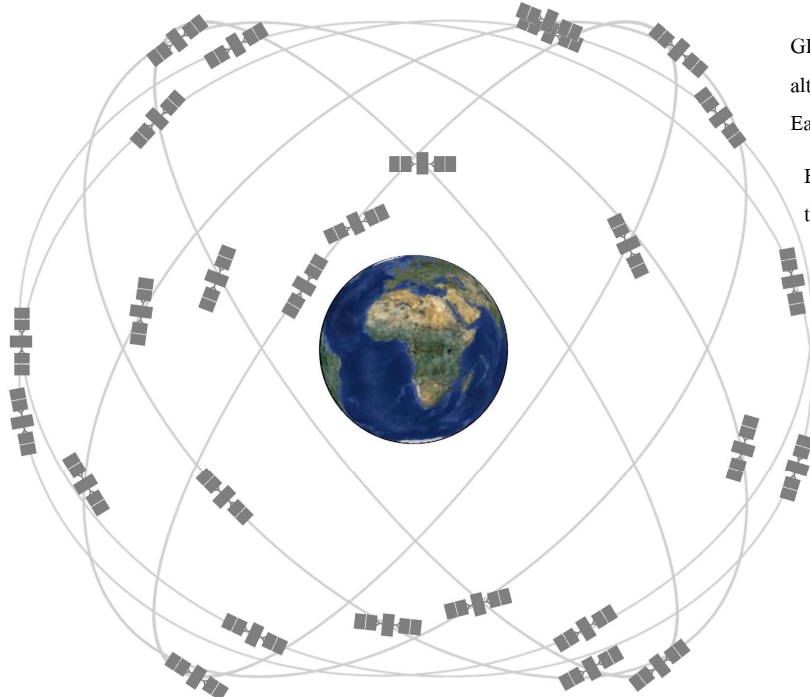


## ส่วนประกอบของระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก

ประกอบไปด้วย ๓ ส่วนหลัก คือ

๑. ส่วนอวกาศ ประกอบด้วยเครือข่ายดาวเทียมหลัก ๓ ค่าย คือ สหรัฐอเมริกา ยุโรป และรัสเซีย

- สหรัฐอเมริกา ชื่อ NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging GPS) มีดาวเทียม ๓๑ ดวง ใช้จริง ๒๔ ดวง และอีก ๖ ดวงเป็นตัวสำรอง บริหารงานโดย Department of Defense มีรัศมีวงโคจรจากพื้นโลก ๒๐,๑๖๒.๘๑ กม. หรือ ๑๒,๖๐๐ ไมล์ ดาวเทียมแต่ละดวงใช้ เวลาในการโคจรรอบโลก ๑๒ ชั่วโมงมีความแม่นยำในระดับบวก / ลบ ๑๐ เมตร
- ยุโรป ชื่อ Galileo มี ๒๗ ดวง บริหารงานโดย ESA หรือ European Satellite Agency พร้อมใช้งานในปี ๒๐๑๘
- รัสเซีย ชื่อ GLONASS หรือ Global Navigation Satellite บริหารโดย Russia VKS (Russia Military Space Force)

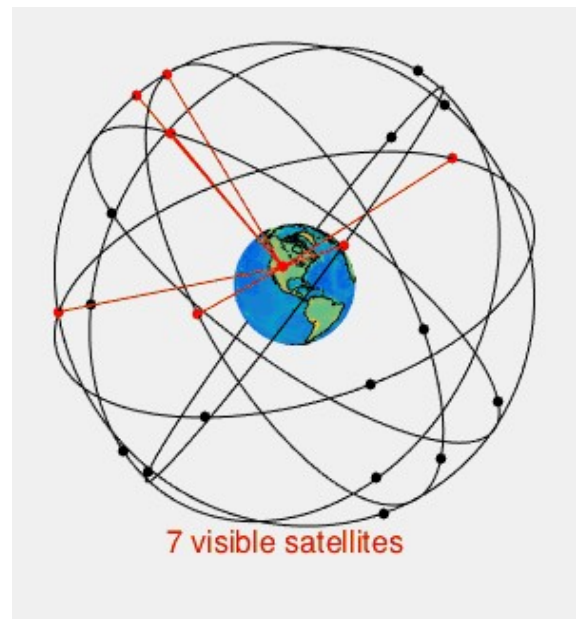


GPS satellites fly in medium Earth orbit (MEO) at an altitude of approximately 20,200 km (12,550 miles). Each satellite circles the Earth twice a day.

Expandable 24-Slot satellite constellation, as defined in the SPS Performance Standard.

Global Positioning System (GPS)	
Country/ies of origin	United States
Operator(s)	AFSPC
Type	Military, civilian
Status	Operational
Coverage	Global
Accuracy	5 meters
<b>Constellation size</b>	
Total satellites	33
Satellites in orbit	31
First launch	February 1978; 40 years ago
Total launches	72
<b>Orbital characteristics</b>	
Regime(s)	6x MEO planes
Orbital height	20,180 km (12,540 mi)

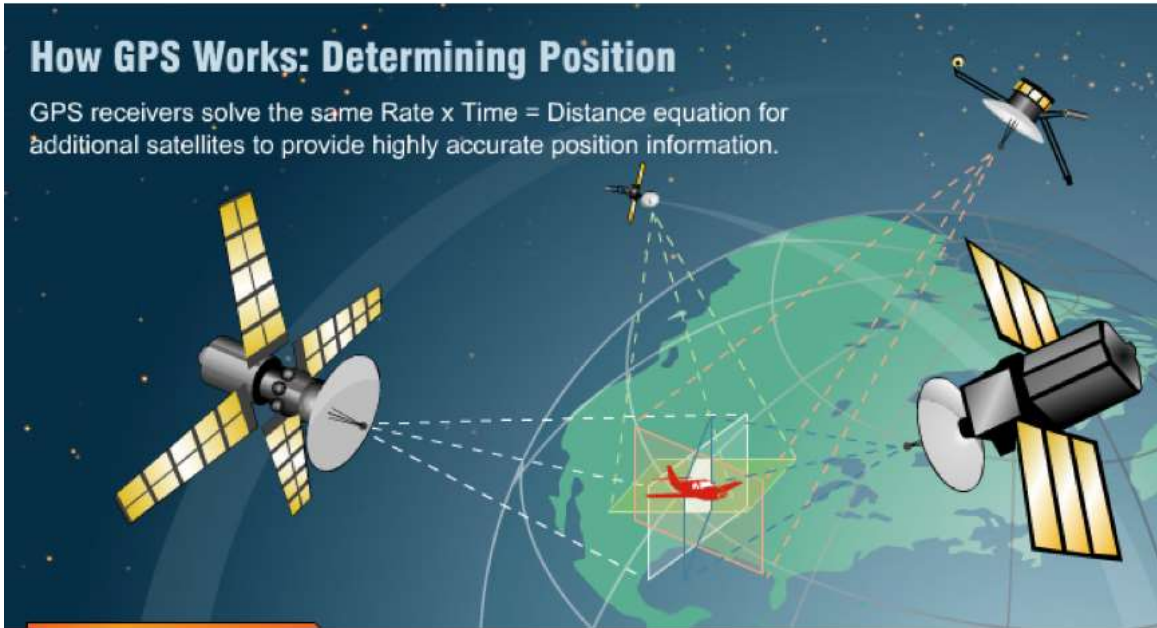
A visual example of a 24 satellite GPS constellation in motion with the Earth rotating. Notice how the number of satellites in view from a given point on the Earth's surface changes with time. The point in this example is in Golden, Colorado, USA (39.7469° N, 105.2108° W).



<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/27/GPS24goldenSML.gif>

### How GPS Works: Determining Position

GPS receivers solve the same Rate x Time = Distance equation for additional satellites to provide highly accurate position information.



NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging GPS)



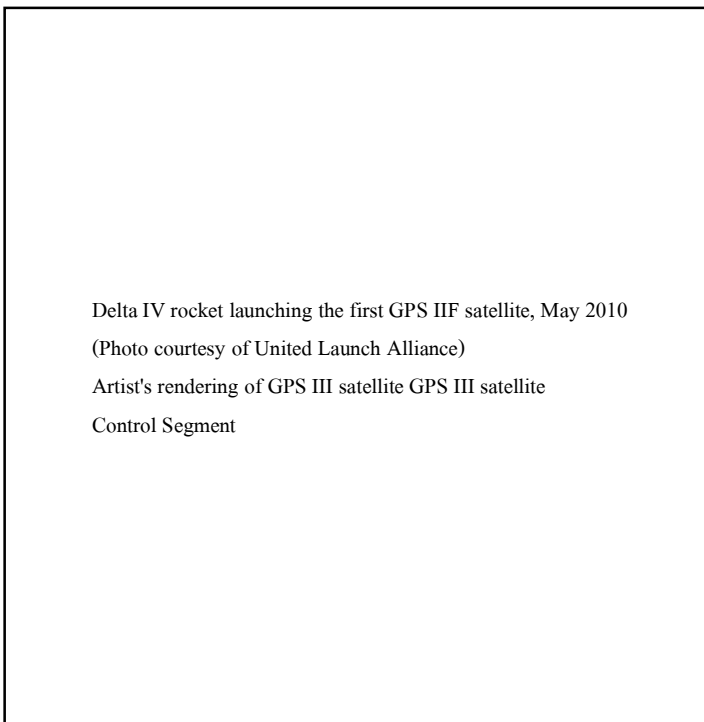


Delta II rocket launching the final GPS IIR(M) satellite, August 2009

Artist's rendering of a Block IIF satellite over the Earth GPS Block IIF satellite

Artist's rendering of three Block IIF satellites over the Earth GPS Block IIF satellite

<https://www.gps.gov/multimedia/images/>



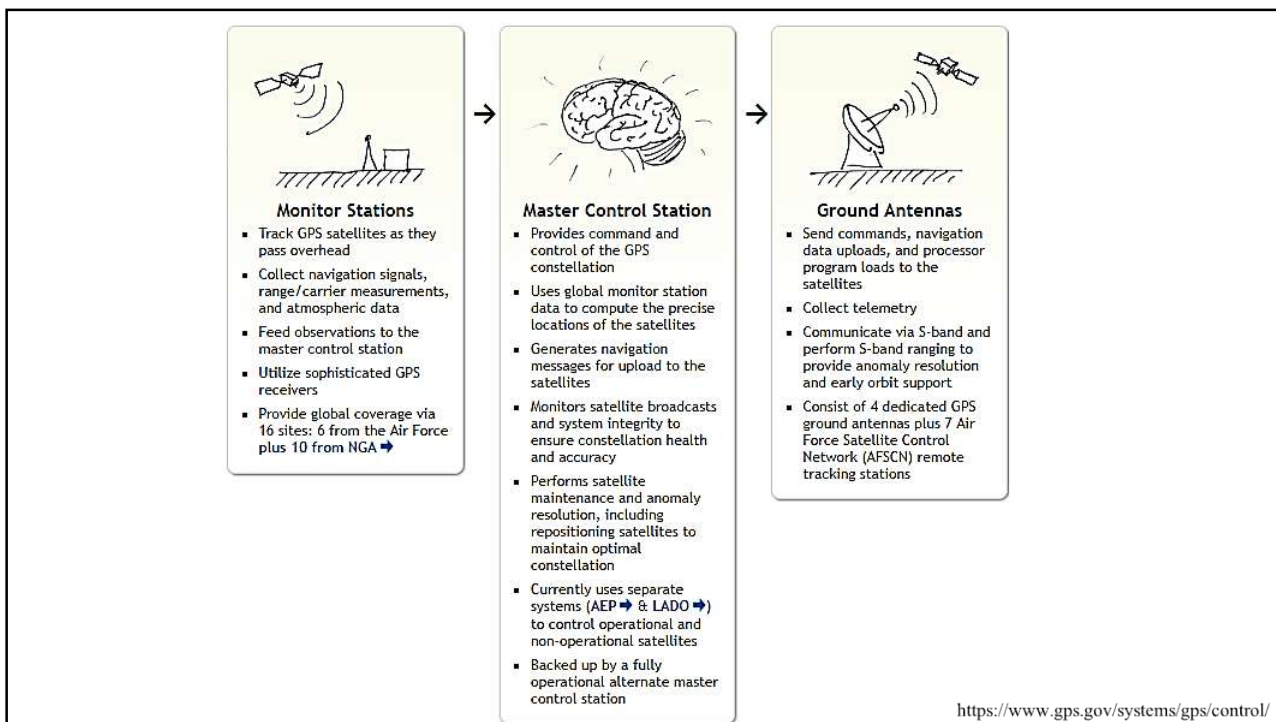
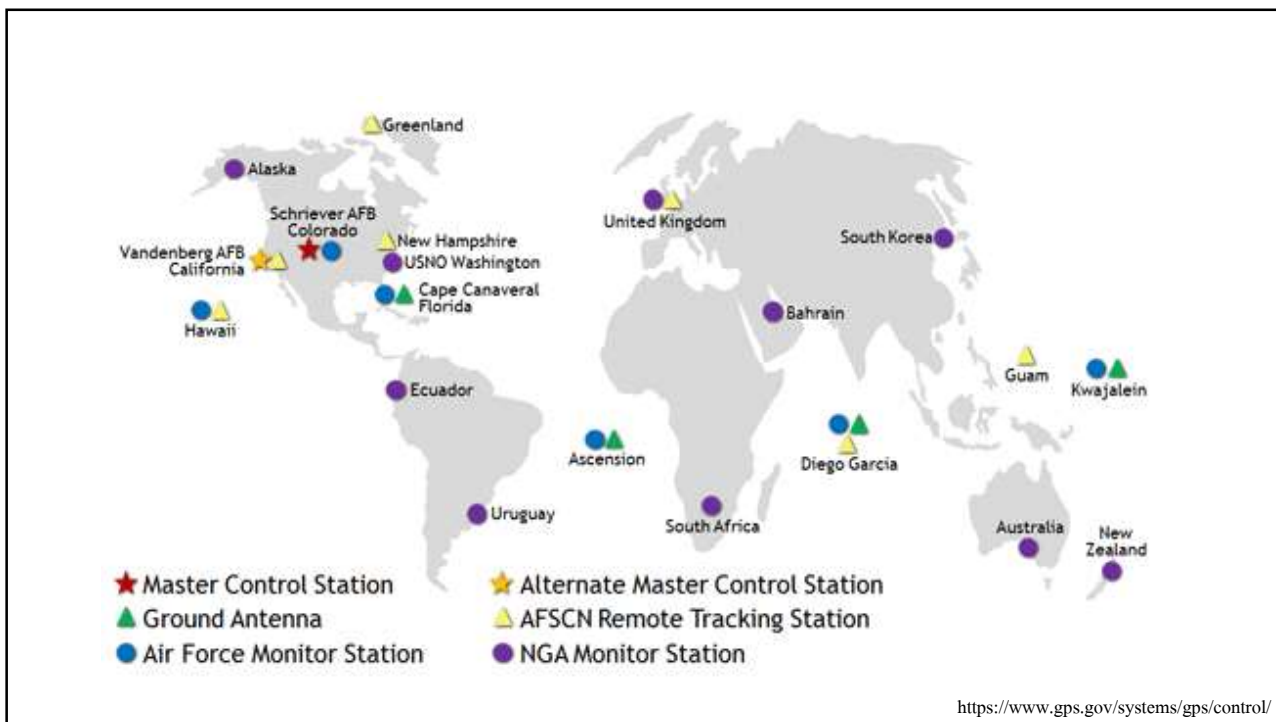
Delta IV rocket launching the first GPS IIF satellite, May 2010

(Photo courtesy of United Launch Alliance)

Artist's rendering of GPS III satellite GPS III satellite

Control Segment

<https://www.gps.gov/multimedia/images/>

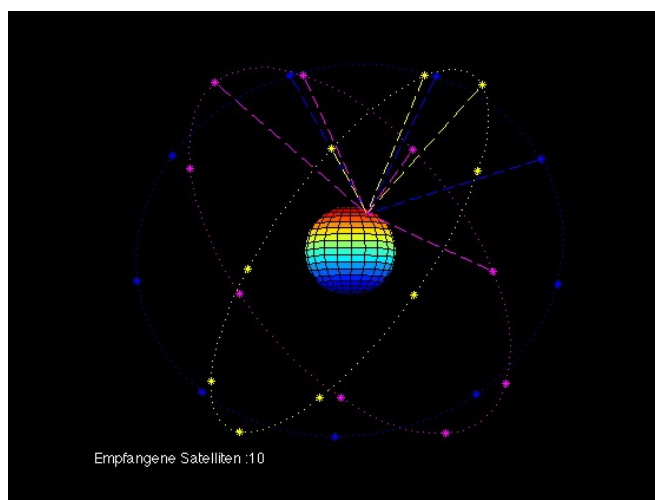


## Galileo (satellite navigation)

- The first Galileo test satellite, the GIOVE-A, was launched 28 December 2005
- As of July 2018, 26 of the planned 30 active satellites are in orbit.
- Galileo started offering Early Operational Capability (EOC) on 15 December 2016
- The complete 30-satellite Galileo system (24 operational and 6 active spares) is expected by 2020



- As of 2012, the system is scheduled to reach full operation in 2020 with the following specifications:
- 30 in-orbit spacecraft (24 in full service and 6 spares)
- Orbital altitude: 23,222 km (MEO)
- 3 orbital planes, 56° inclination, ascending nodes separated by 120° longitude (8 operational satellites and 2 active spares per orbital plane)
- Satellite lifetime: >12 years
- Satellite mass: 675 kg
- Satellite body dimensions: 2.7 m × 1.2 m × 1.1 m
- Span of solar arrays: 18.7 m
- Power of solar arrays: 1.5 kW (end of life)



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/61/Galileo\\_sat\\_constallation.gif/370px-Galileo\\_sat\\_constallation.gif](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/61/Galileo_sat_constallation.gif/370px-Galileo_sat_constallation.gif)

The system's orbit and signal accuracy is controlled by a ground segment consisting of:

2 Ground Control Centres, located in Oberpfaffenhofen and Fucino for Satellite and Mission Control

5 telemetry, tracking & control (TT&C) stations, located in Kiruna, Kourou, Nouméa, Sainte-Marie, Réunion & Redu

Several worldwide distributed mission data uplink stations (ULS)

Several worldwide distributed reference sensor stations (GSS)

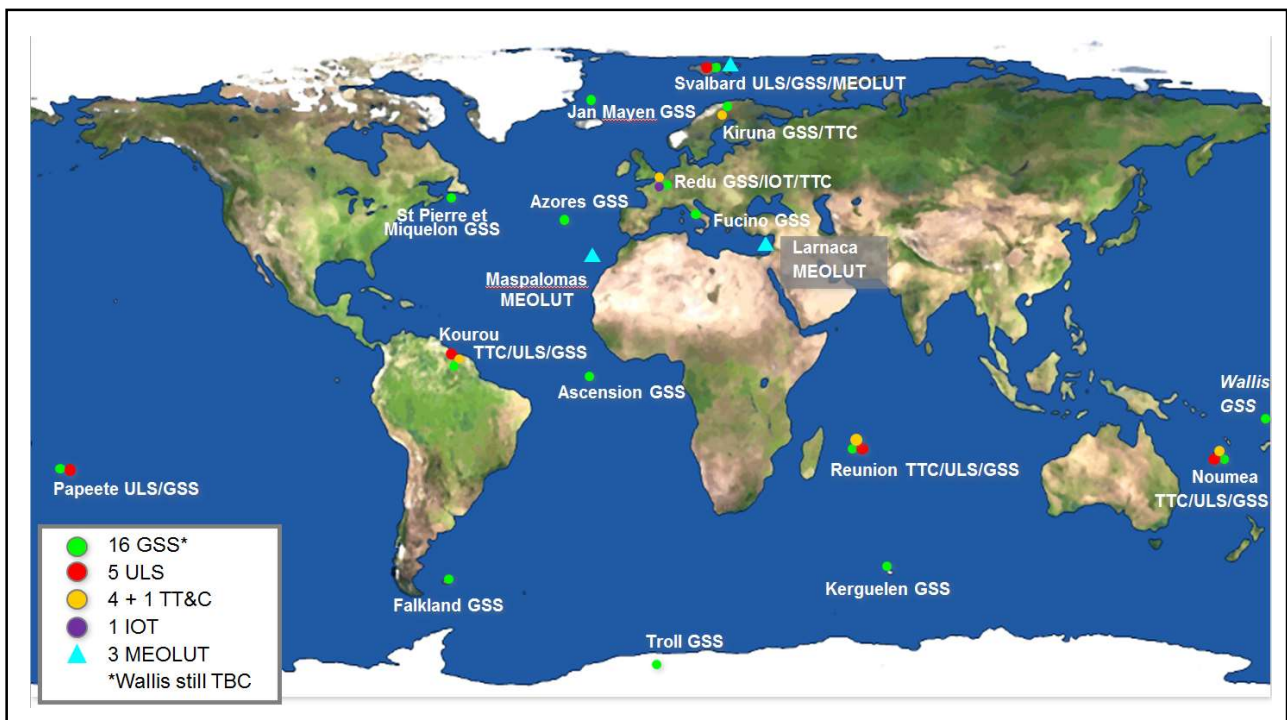
A data dissemination network between all geographically distributed locations

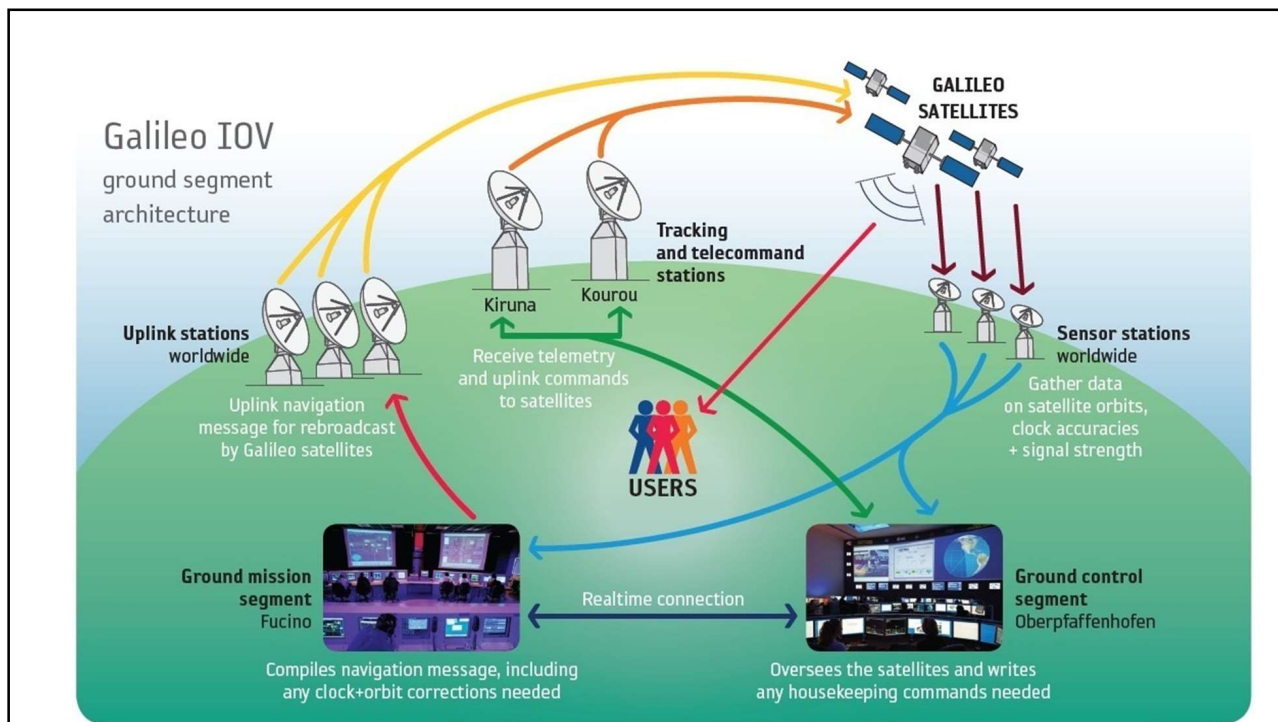


PAPETTE UPLINK STATION



Galileo mission segment operators





Galileo launch on a Soyuz rocket, 21 October 2011

<b>Country/ies of origin</b>	European Union
<b>Operator(s)</b>	GSA, ESA
<b>Type</b>	Civilian, commercial
<b>Status</b>	Operational <sup>[1]</sup>
<b>Coverage</b>	Global
<b>Accuracy</b>	1 metre (public) 1 cm (encrypted)
<b>Constellation size</b>	
<b>Total satellites</b>	30
<b>Satellites in orbit</b>	18 operational, 2 testing only, 2 unavailable, 2 retired, and 4 commissioning (10/2018) <sup>[2]</sup>
<b>First launch</b>	2011
<b>Total launches</b>	24
<b>Orbital characteristics</b>	
<b>Regime(s)</b>	3x MEO planes
<b>Orbital height</b>	23,222 km (14,429 mi)

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/54/Galileo\\_launch\\_on\\_Soyuz%2C\\_21\\_Oct\\_2011\\_%286266227357%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/54/Galileo_launch_on_Soyuz%2C_21_Oct_2011_%286266227357%29.jpg)

### **GLONASS or "Global Navigation Satellite System"**

is a space-based satellite navigation system operating in the radionavigation-satellite service. It provides an alternative to GPS and is the second navigational system in operation with global coverage and of comparable precision.


- Development of GLONASS began in the Soviet Union in 1976.
- Beginning on 12 October 1982, numerous rocket launches added satellites to the system until the constellation was completed in 1995.
- After a decline in capacity during the late 1990s,
- in 2001, under Vladimir Putin's presidency, the restoration of the system was made a top government priority and funding was substantially increased.
- GLONASS is the most expensive program of the Russian Federal Space Agency, consuming a third of its budget in 2010.

By 2010, GLONASS had achieved 100% coverage of Russia's territory and in October 2011, the full orbital constellation of 24 satellites was restored, enabling full global coverage. The GLONASS satellites' designs have undergone several upgrades, with the latest version being GLONASS-K2, scheduled to enter service in 2019.



A model of a GLONASS-K satellite displayed at CeBit 2011

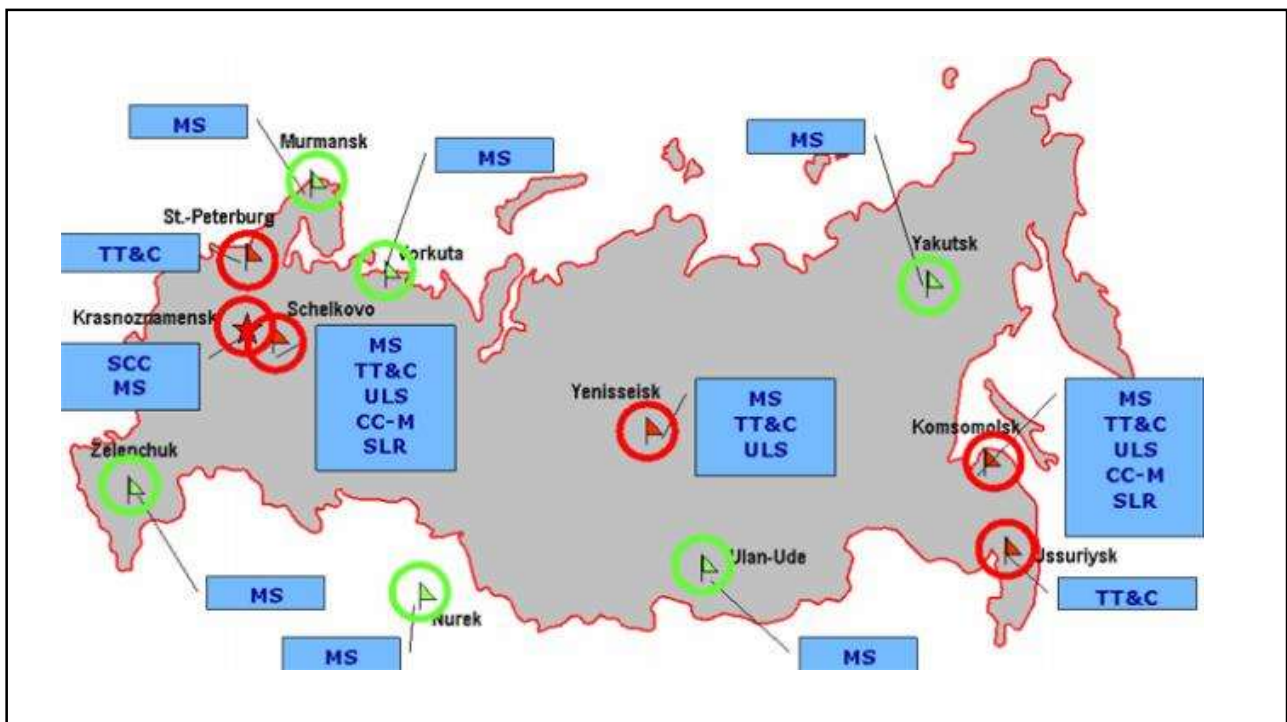
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1a/CeBit\\_2011\\_-\\_Glonass-K\\_Satellite\\_Model\\_11.jpg/220px-CeBit\\_2011\\_-\\_Glonass-K\\_Satellite\\_Model\\_11.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1a/CeBit_2011_-_Glonass-K_Satellite_Model_11.jpg/220px-CeBit_2011_-_Glonass-K_Satellite_Model_11.jpg)



ГЛОССАСС

Country/ies of origin	The Russian Federation
Operator(s)	Roscosmos
Type	Military, civilian
Status	Operational
Coverage	Global
Accuracy	2.8–7.38 meters
<b>Constellation size</b>	
Total satellites	26
Satellites in orbit	24
First launch	12 October 1982
Last launch	17 June 2018
<b>Orbital characteristics</b>	
Regime(s)	3x MEO
Orbital height	19,130 km

- GLONASS is a global satellite navigation system, providing real time position and velocity determination for military and civilian users.
- The satellites are located in middle circular orbit at 19,100 kilometres (11,900 mi) altitude with a 64.8 degree inclination and a period of 11 hours and 15 minutes.
- GLONASS' orbit makes it especially suited for usage in high latitudes (north or south), where getting a GPS signal can be problematic.
- The constellation operates in three orbital planes, with eight evenly spaced satellites on each.
- A fully operational constellation with global coverage consists of 24 satellites, while 18 satellites are necessary for covering the territory of Russia.
- To get a position fix the receiver must be in the range of at least four satellites.
- The GLONASS accuracy is up to 2.8 meters, in comparison with GPS, which have accuracy up to 5 meters.





The BeiDou Navigation Satellite System (BDS) is a Chinese satellite navigation system. It consists of two separate satellite constellations.

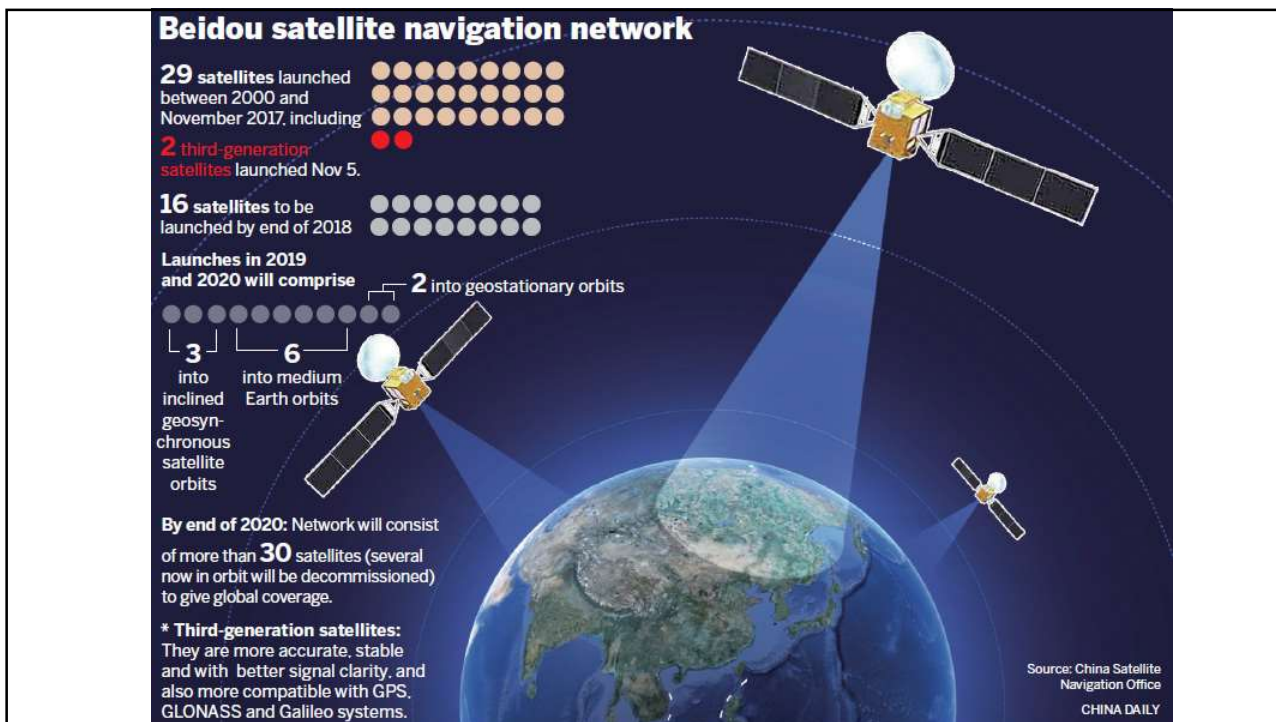
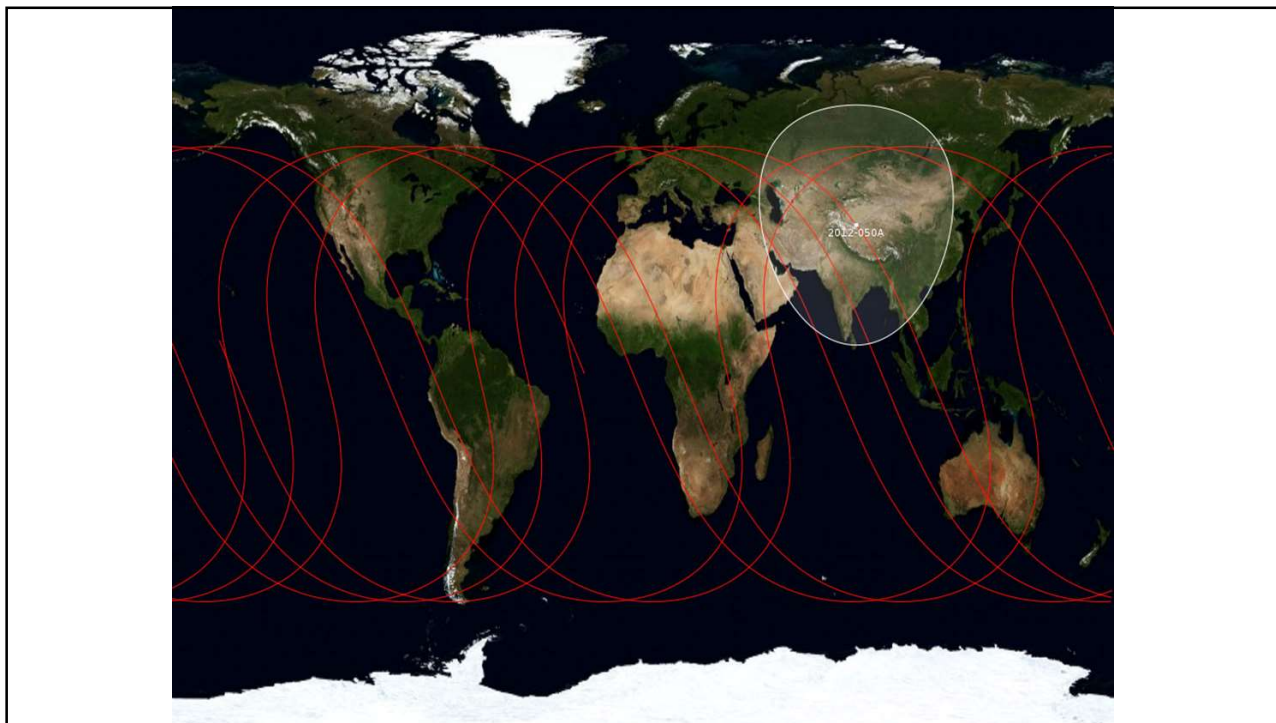
- The first BeiDou system, officially called **the BeiDou Satellite Navigation Experimental System** and also known as **BeiDou-1**, consists of three satellites which since 2000 has offered limited coverage and navigation services, mainly for users in China and neighboring regions. Beidou-1 was decommissioned at the end of 2012.
- The second generation of the system, officially called **the BeiDou Navigation Satellite System (BDS)** and also known as **COMPASS or BeiDou-2**, became operational in China in December 2011 with a partial constellation of 10 satellites in orbit. Since December 2012, it has been offering services to customers in the Asia-Pacific region.



The BeiDou system's logo

Country/ies of origin	China
Operator(s)	CNSA
Type	Military, commercial
Status	Operational (regionally)
Coverage	Global
Accuracy	10 m (public) 10 cm (encrypted) <sup>[1]</sup>
<b>Constellation size</b>	
Total satellites	35 (2020)
Satellites in orbit	23
First launch	30 October 2000
Last launch	10 July 2018 <sup>[2]</sup>
Total launches	25
<b>Orbital characteristics</b>	
Regime(s)	GEO, IGSO, MEO

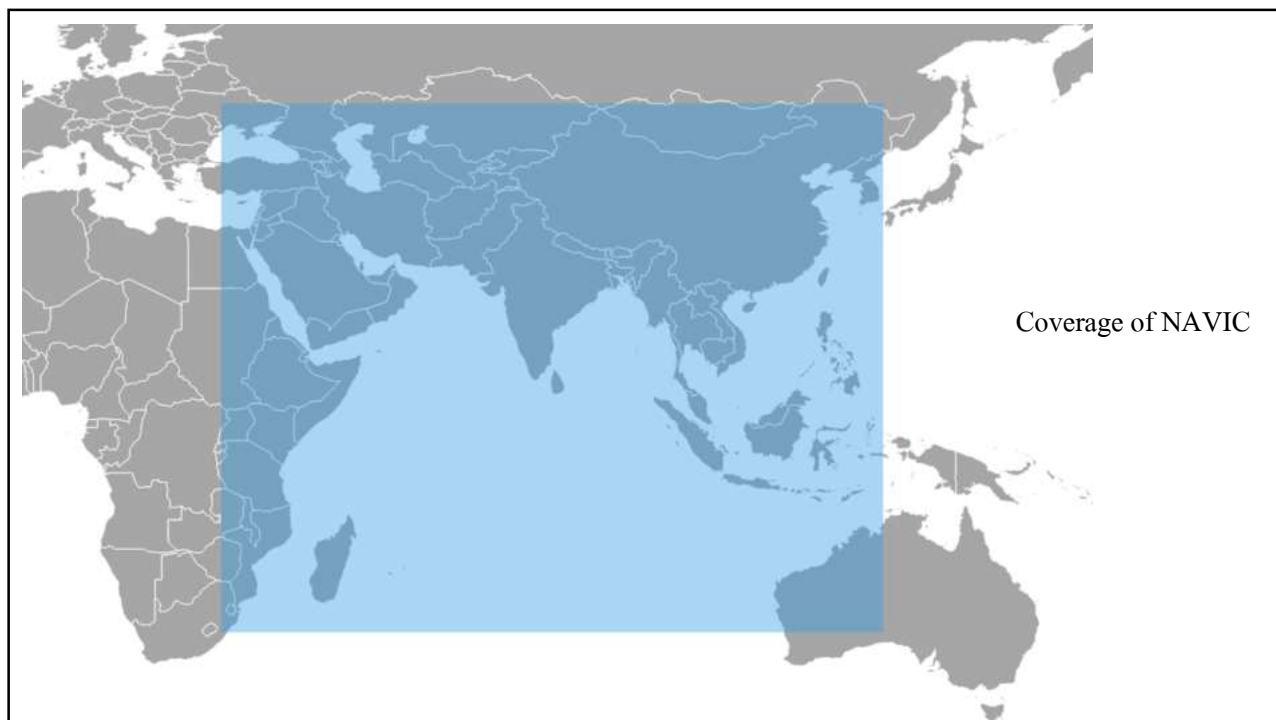
- In 2015, China started the build-up of the third generation BeiDou system (BeiDou-3) in the global coverage constellation. The first BDS-3 satellite was launched on 30 March 2015.
- As of January 2018, nine BeiDou-3 satellites have been launched. BeiDou-3 will eventually consist of 35 satellites and is expected to provide global services upon completion in 2020.
- When fully completed, BeiDou will provide an alternative global navigation satellite system to the United States owned Global Positioning System (GPS), and is expected to be more accurate than the GPS.
- It was claimed in 2016 that BeiDou-3 will reach millimeter-level accuracy (with post-processing), which is ten times more accurate than the finest level of GPS.





The Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS), with an operational name of NAVIC ("sailor" or "navigator" in Sanskrit, Hindi and many other Indian languages and also standing for NAVigation with Indian Constellation), is an autonomous regional satellite navigation system that provides accurate real-time positioning and timing services. It covers India and a region extending 1,500 km (930 mi) around it, with plans for further extension. An Extended Service Area lies between the primary service area and a rectangle area enclosed by the 30th parallel south to the 50th parallel north and the 30th meridian east to the 130th meridian east, 1,500–6,000 km beyond borders. The system at present consists of a constellation of seven satellites, with two additional satellites on ground as stand-by.

The constellation is in orbit as of 2018, and the system was expected to be operational from early 2018 after a system check. NAVIC will provide two levels of service, the "standard positioning service", which will be open for civilian use, and a "restricted service" (an encrypted one) for authorized users (including military). Due to the failures of one of the satellites and its replacement, no new date for operational status has been set.



<b>Country/ies of origin</b>	India
<b>Operator(s)</b>	ISRO
<b>Type</b>	Military, Commercial
<b>Status</b>	Operational
<b>Coverage</b>	Regional (up to 1,500 km from borders)
<b>Accuracy</b>	10 m (public) 0.1 m (encrypted)
<b>Constellation size</b>	
<b>Total satellites</b>	7
<b>Satellites in orbit</b>	7 (IRNSS-1I launched completing the series)
<b>First launch</b>	1 July 2013
<b>Last launch</b>	12 April 2018
<b>Total launches</b>	9
<b>Orbital characteristics</b>	
<b>Regime(s)</b>	High Earth
<b>Orbital height</b>	36,000 km (22,000 mi) <sup>[1]</sup>
<b>Other details</b>	
<b>Cost</b>	₹2,246 crore (US\$313 million), to March 2017 <sup>[2]</sup>

PROVIDES INDIA WITH ASSURED NAVIGATION SERVICE FOR VITAL CIVILIAN & MILITARY APPLICATIONS WITHOUT HAVING TO DEPEND ON ANOTHER COUNTRY; FIRST SATELLITE TO BE LAUNCHED ON JULY 1; REMAINING 6 BY 2015

## IRNSS: INDIAN REGIONAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM

**7**  
SATELLITES

**3** GEOSTATIONARY  
**4** GEOSYNCHRONOUS

ORBIT ALTITUDE **36,000** KM  
COST **₹1,420** CRORES

Covers India and up to **1,500** km beyond its borders

IRNSS provides Standard Positioning Service

**3** extremely accurate rubidium atomic clocks in each satellite

Open to all users

GPS receivers will not work; need special receivers (yet to be developed)

Accuracy better than 20 metres

**4** satellites in geosynchronous orbit – in pairs, move in two inclined orbits – appear from ground to travel in figure ‘8’ – assist in accurate position determination

**3** satellites in geostationary orbit – appear from ground to be at fixed positions in the sky

### PSLV-C32 PUTS IRNSS-1F INTO ORBIT

The successfully launched satellite IRNSS-1F is the sixth among the seven satellite segment of IRNSS series which will pave way for India to develop its own indigenous Global Position System (GPS). The last one in the segment IRNSS-1G will be launched after the second week of April

#### PSLV-C32

Lift-off weight: **320 tonnes**

Height: **44.4 metres**

Diameter: **2.8 metres**

Stages: **Four** (solid and liquid propulsion alternatively)

#### IRNSS-1F

Orbit: **Geostationary, at 32.5 deg East longitude**

Lift-off mass: **1,425 kgs**

Dry mass: **598 kgs**

Physical dimensions: **1.58 m X 1.50 m X 1.50 m**

Power: **Two solar panels generating 1,660 W, one Lithium-ion battery of 90 Ampere-Hour capacity**

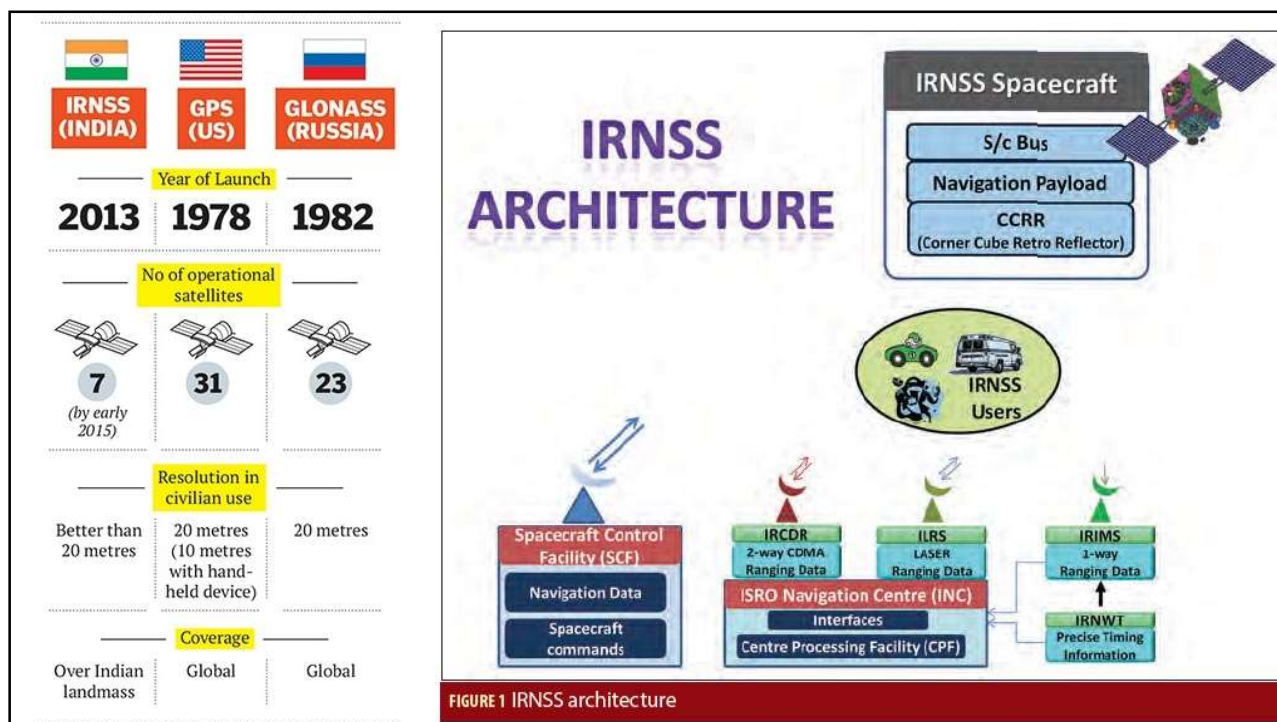
Propulsion: **440 Newton Liquid Apogee Motor, twelve 22 Newton Thrusters**

Mission life: **12 years**

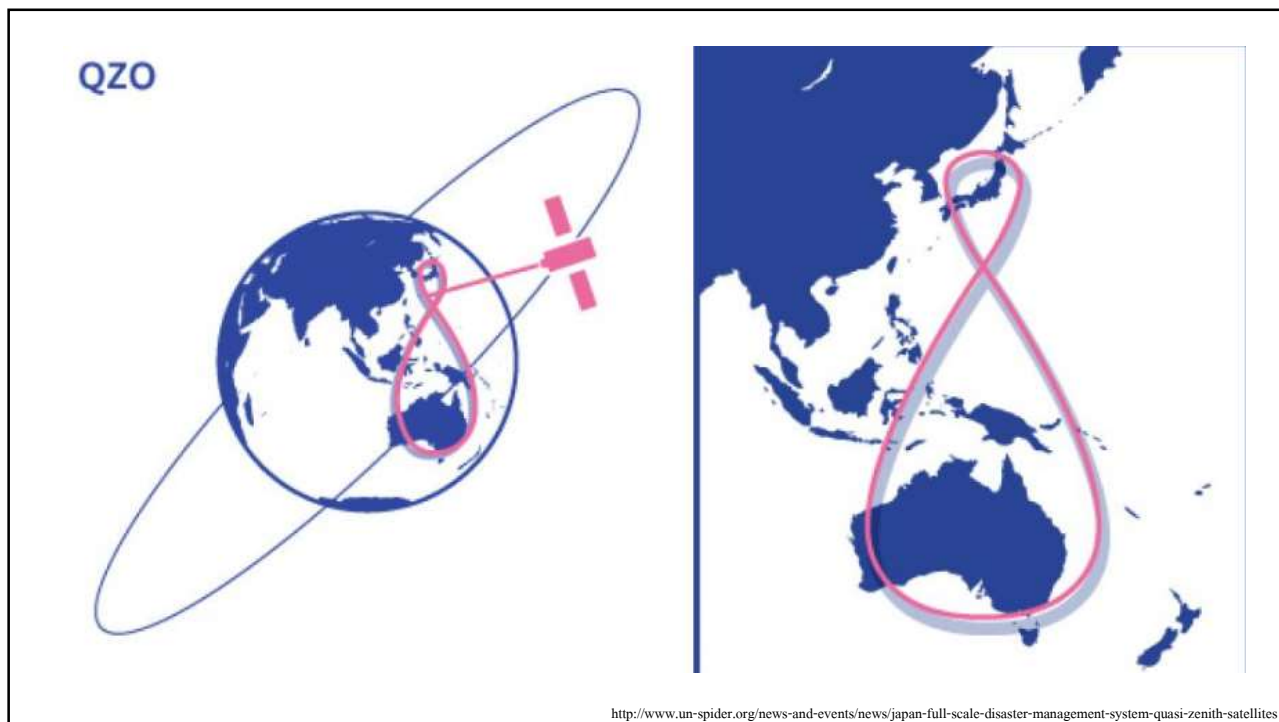
**INDIA**

Launch from **Satish Dhawan Space Centre, Sriharikota** on **Mar 10, 2016**

BKb InfoGraphics



- The Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) is a project of the Japanese government for the development of a four-satellite regional time transfer system and a satellite-based augmentation system for the United States operated Global Positioning System (GPS) to be receivable in the Asia-Oceania regions, with a focus on Japan.
- The goal of QZSS is to provide highly precise and stable positioning services in the Asia-Oceania region, compatible with GPS.
- Four-satellite QZSS services (QZS-4) are available on a trial basis as of January 12, 2018, and are scheduled to commence as a production service on November 1, 2018.



### Quasi-Zenith Satellite System

Country/ies of origin Japan  
 Operator(s) JAXA  
 Type civilian  
 Status in implementation  
 Coverage regional  
 Accuracy 0.01–1 meters

**Constellation size**

Total satellites 4 (7 in the future)  
 Satellites in orbit 4  
 First launch September 2010

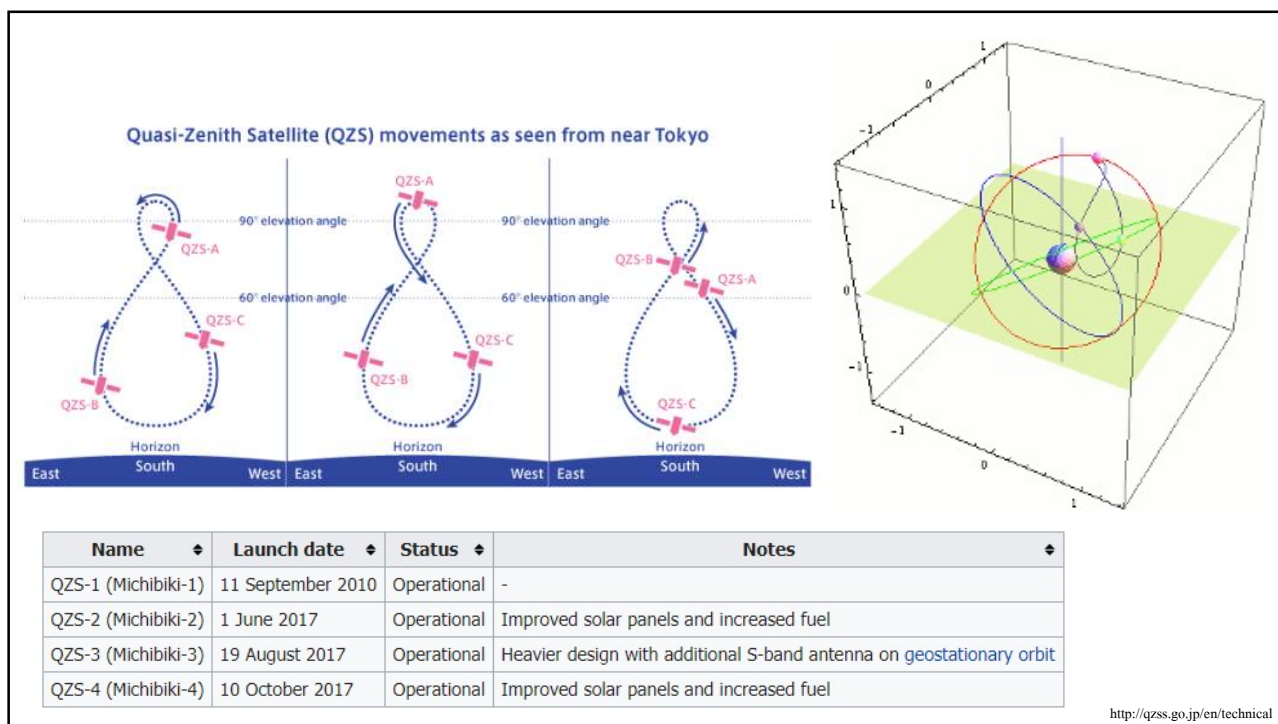
**Orbital characteristics**

Regime(s) 3x GSO







**Other details**

Cost JPY 170 billion  
 Website [qzss.go.jp/en/](http://qzss.go.jp/en/)

QZSS uses three satellites, in highly inclined, slightly elliptical, geosynchronous orbits. Each orbit is  $120^\circ$  apart from the other two. Because of this inclination, they are not geostationary; they do not remain in the same place in the sky. Instead, their ground traces are asymmetrical figure-8 patterns (analemmas), designed to ensure that one is almost directly overhead (elevation on  $60^\circ$  or more) over Japan at all times.

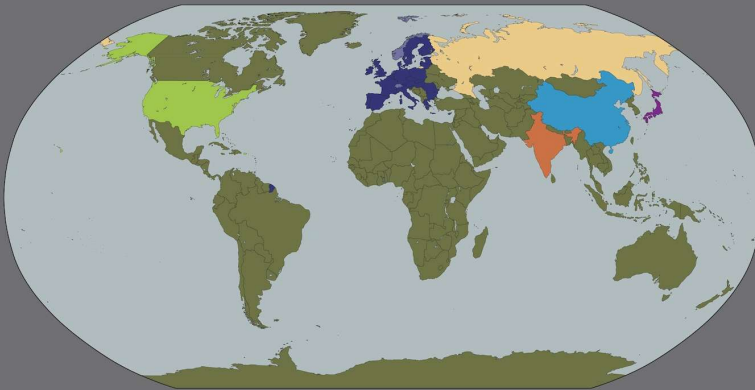


**Navigation Systems Around The World**

Navigation Systems	Country	Operator	Type	Coverage
Global Positioning System (GPS)	United States 	Air Force Space Command (AFSPC)	Military, civilian	Global
GLONASS	Russia 	Russian Aerospace Defense Forces, VKO	Military	Global
BeiDou Navigation Satellite System (BDS)	China 	China National Space Administration (CNSA)	Military, commercial	Global Operational (regionally)
Indian Regional Navigation Satellite System, IRNSS (Operational by 2016)	India 	Indian Space Research Organisation (ISRO)	Military, civilian	Regional
Galileo (In development)	European Union 	GSA, ESA	Civilian, commercial	Global
Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) (In development)	Japan 	Japan Aerospace eXploration Agency (JAXA)	Civilian	Regional

<https://techncesh.blogspot.com/2016/10/irns-vs-gps-difference-between-irns.html>

**Nations Operating or Planning Satellite Navigation Systems**



**GPS**

Operated by the U.S. Department of Defense and coordinated with the U.S. Department of Transportation and other civilian government agencies.

**GLONASS**

Initially developed by the Soviet Union during the Cold War and now operated as a global system by Russia's Federal Space Agency.

**Galileo**

Under development as a civilian-operated global system by a consortium of European nations. Operations are coordinated by an agency under the auspices of the European Commission.

**Beidou**

The Beidou Navigation Satellite System (BDS) was planned and developed by the government of China. Global coverage with about 35 satellites was planned for 2020.

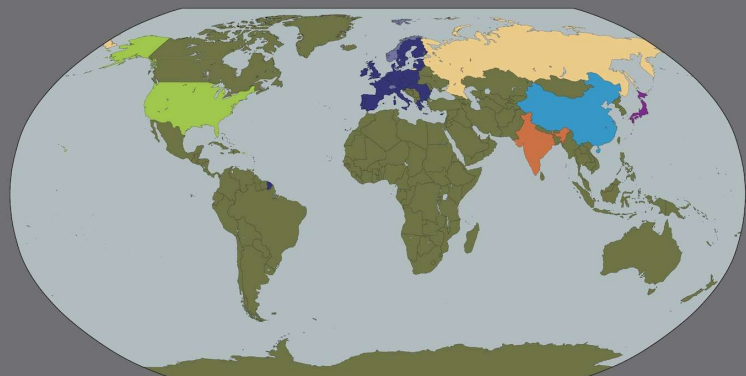
**IRNSS**

The Indian Space Research Organisation (ISRO) began developing the Indian Regional Navigational Satellite System (IRNSS) in 2006 to provide positioning services around India.

**QZSS**

The Japanese government planned to develop the Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) to provide data links and positioning services for Japan.

**Nations Operating or Planning Satellite Navigation Systems**



<https://timesofindia.indiatimes.com/photo/50665565.cms>

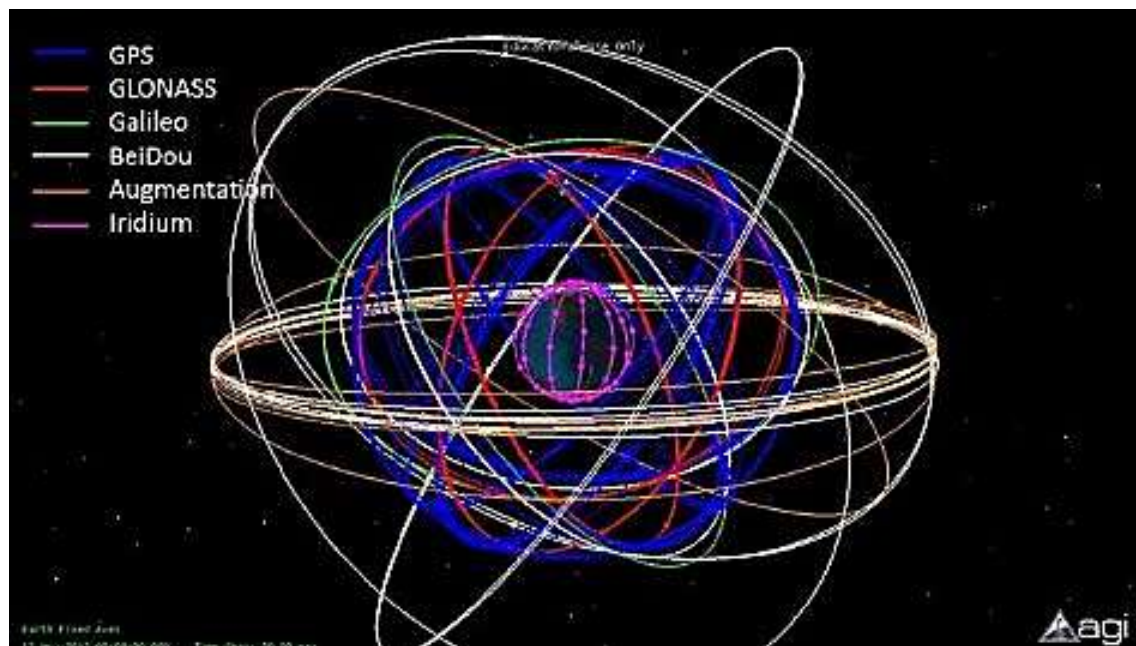
# Cosmic Pride

IRNSS is India's answer to GPS

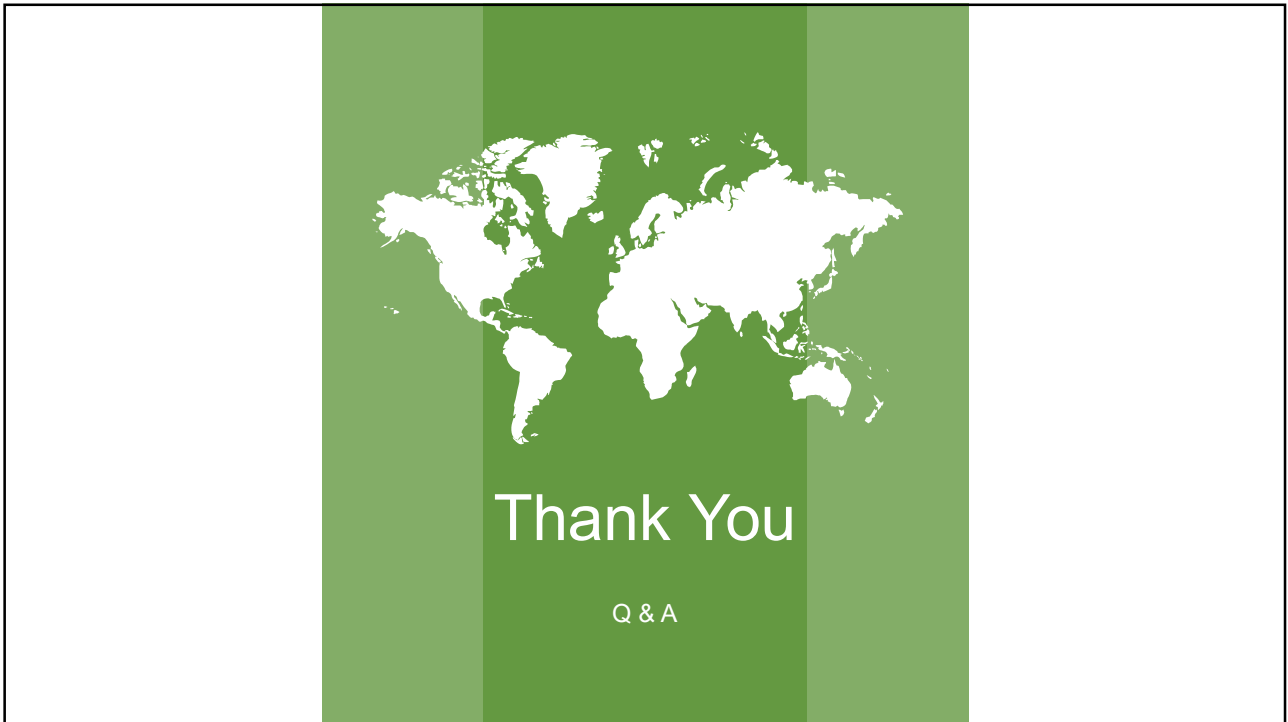
Type	Country	Satellites	Coverage	First launch	Lifetime of each satellite	Precision
GPS	US	31	Global	1978	10 years	5m
GLONASS	Russia	24	Global	1982	10 years	5-10m
GALILEO	EU	40	Global	2011	12 years	1m (public), 1cm (military)
BEIDOU	China	35	Global	2000	12 years	10m (public), 10cm (military)
IRNSS	India	7	1500km radius	2013	12 years	20m (civilian), 10m (military)



Source: TNN **TIMES INTERNET**



[https://www.researchgate.net/profile/Tyler\\_Reid5/publication/269338469/figure/fig2/AS:295206810341383@1447394196716/All-GNSS-satellites-and-augmentation-systems-plus-the-Iridium-constellation\\_W640.jpg](https://www.researchgate.net/profile/Tyler_Reid5/publication/269338469/figure/fig2/AS:295206810341383@1447394196716/All-GNSS-satellites-and-augmentation-systems-plus-the-Iridium-constellation_W640.jpg)



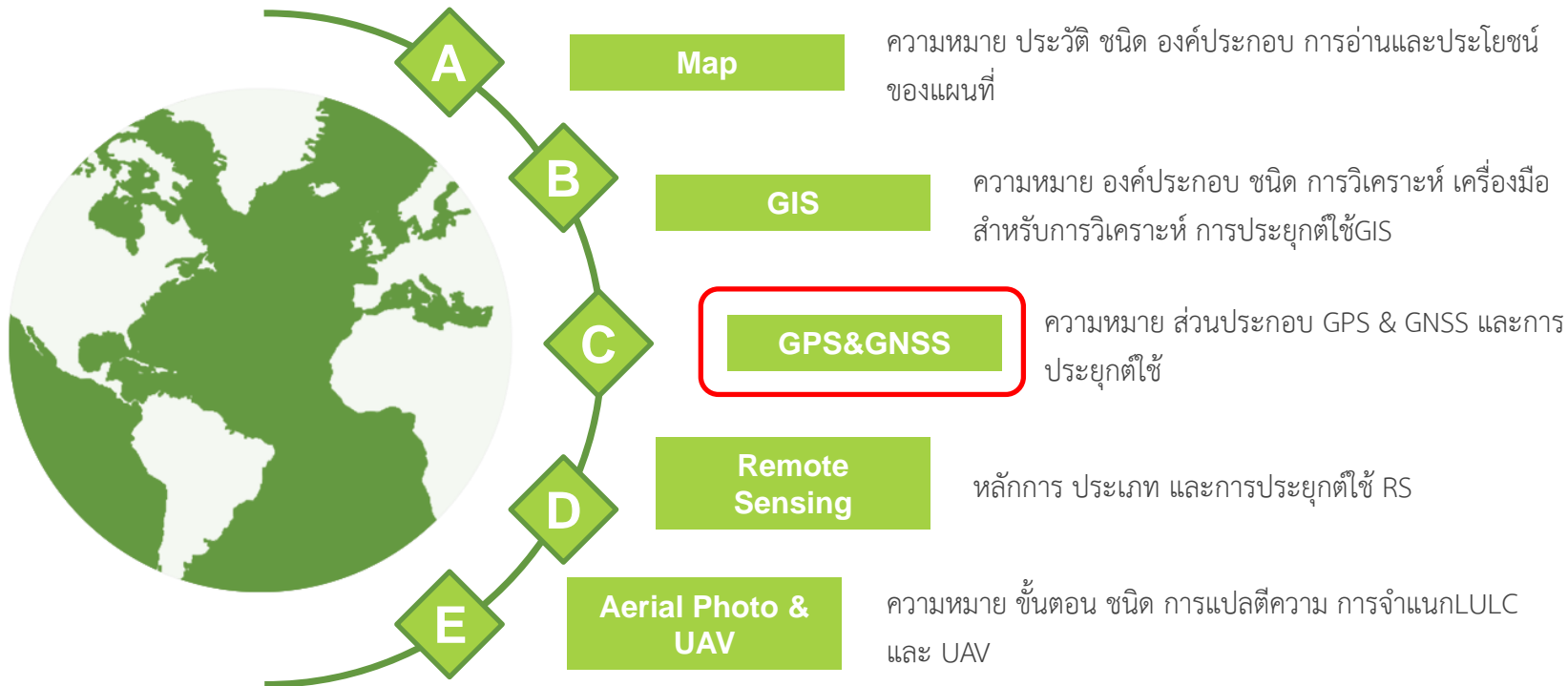


# เทคนิคและวิธีการทางภูมิศาสตร์

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา



# Courses





# ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS)

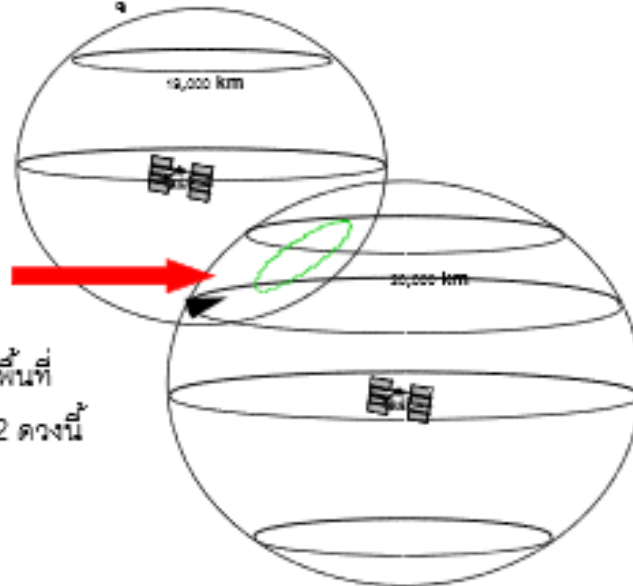
GNSS คืออะไร ? เกี่ยวกับ GPS ได้อย่างไร ? การประยุกต์ใช้ GPS

# ทำไมต้องรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 2 ดวง

การวัดจากดาวเทียม 2 ดวง ทำให้เกิดจุดตัด (*intersection*)

เป็น

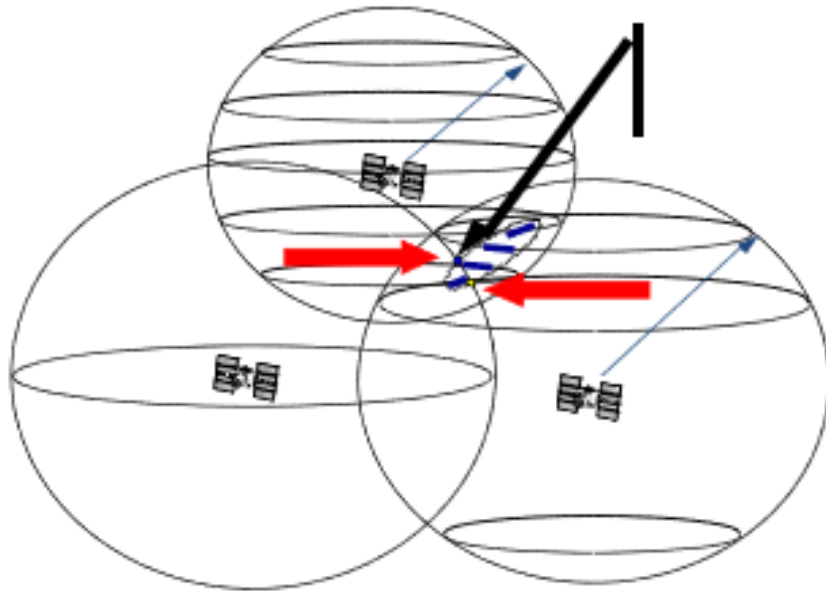
พื้นที่เล็กๆ ทำให้การระบุตำแหน่ง แคบลงยิ่งขึ้นไปอีก



ตำแหน่งที่ค้นหา จะอยู่ภายในพื้นที่  
รอยตัดระหว่างจากดาวเทียม 2 ดวงนี้

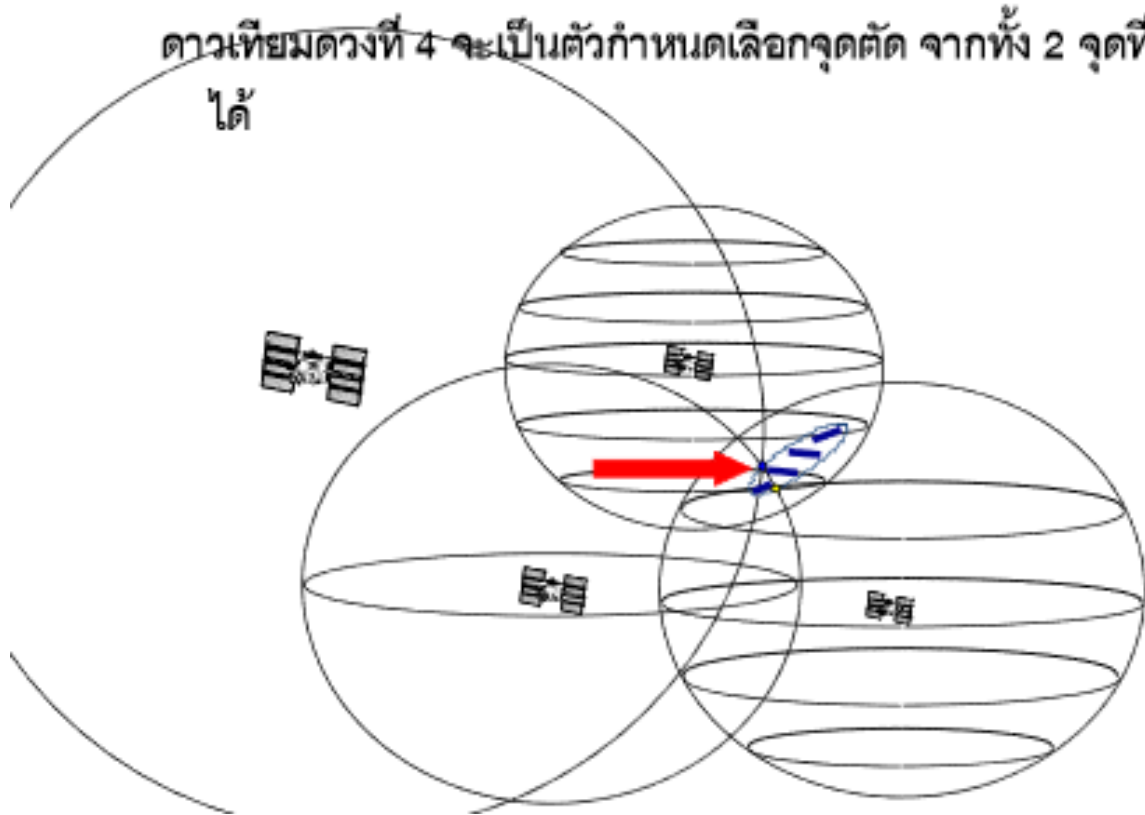
# ทำไมต้องรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวง

สำหรับดาวเทียม 3 ดวง จะทำให้เกิดจุดตัด (*point*) เพียงแค่ 2 จุด



# ทำไมต้องรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวง

ดาวเทียมดวงที่ 4 จะเป็นตัวกำหนดเลือกจุดตัด จากทั้ง 2 จุดที่  
ได้



# GNSS คืออะไร ?

GNSS ย่อมาจากคำว่า Global Navigation Satellite System ซึ่งเป็นคำที่ทั่วโลกใช้เรียก ระบบดาวเทียมที่มีการเปิดให้บริการอยู่ในปัจจุบัน และที่มีการวางแผนจะเปิดให้บริการในอนาคต ซึ่งดาวเทียมต่างๆ ในระบบ GNSS ประกอบด้วย

GPS ย่อมาจาก Global Positioning System ซึ่งเป็นดาวเทียมระบบแรกของโลกที่ออกแบบโดยประเทศสหรัฐอเมริกา  
GLONASS เป็นระบบดาวเทียมของประเทศรัสเซีย มีดาวเทียมทั่วโลกทั้งหมด

Galileo เป็นระบบดาวเทียมของสหภาพยุโรปซึ่งทั้งระบบจะมีดาวเทียมทั่วโลกทั้งหมด

BeiDo เป็นดาวเทียมรุ่นใหม่ของประเทศจีน ปัจจุบันเปิดให้บริการเฉพาะโซนเอเชียเท่านั้น แต่ระบบนี้มีแผนจะเปิดให้บริการทั่วโลกภายในปี 2020

IRNSS เป็นระบบดาวเทียมระดับภูมิภาค (Regional navigation Satellite System) ของประเทศอินเดีย ซึ่งให้บริการเฉพาะประเทศอินเดียและประเทศใกล้เคียง

QZSS เป็นระบบดาวเทียมระดับภูมิภาคของประเทศญี่ปุ่น เช่นเดียวกับ IRNSS เปิดให้บริการเฉพาะประเทศ ญี่ปุ่นและประเทศแถบ Asia-Oceania

# GNSS คืออะไร ?

ในอนาคตอันใกล้คาดว่าจะมีดาวเทียมที่ใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งมากถึง 134 ดวง และการที่มีดาวเทียมที่มากขึ้นทำให้ Continuity , Accuracy , Reliability , Availability และ Efficiency เพิ่มขึ้น

**Continuity** :: ทุกระบบมีความเป็นอิสระจากกัน จึงมีโอกาสน้อยมากที่ทุกระบบจะทำงานไม่ได้พร้อมกัน

**Accuracy** :: จำนวนดาวเทียมมากขึ้นทำให้มีข้อมูลมากขึ้นและนำไปสู่การหาตำแหน่งที่ถูกต้องสูงได้เร็วขึ้น

**Reliability** :: ช่วยในการตรวจจับข้อมูลที่ผิดพลาดได้ดีขึ้น

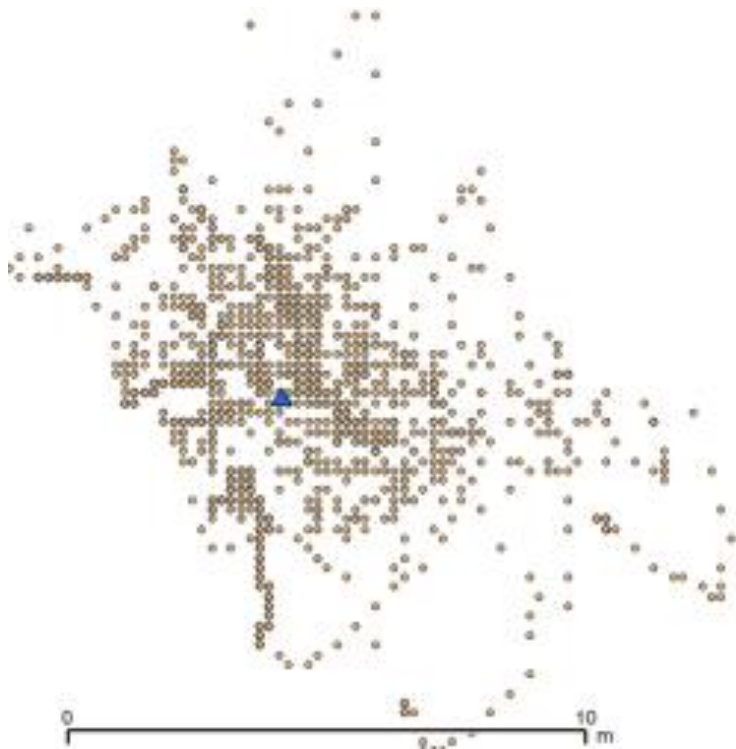
**Availability** :: เพิ่มโอกาสให้พื้นที่เมืองหรือพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางท างานได้ดีขึ้น

**Efficiency** :: การใช้งานในโหมด RTK จะใช้เวลาในการ initialize สั้นลง

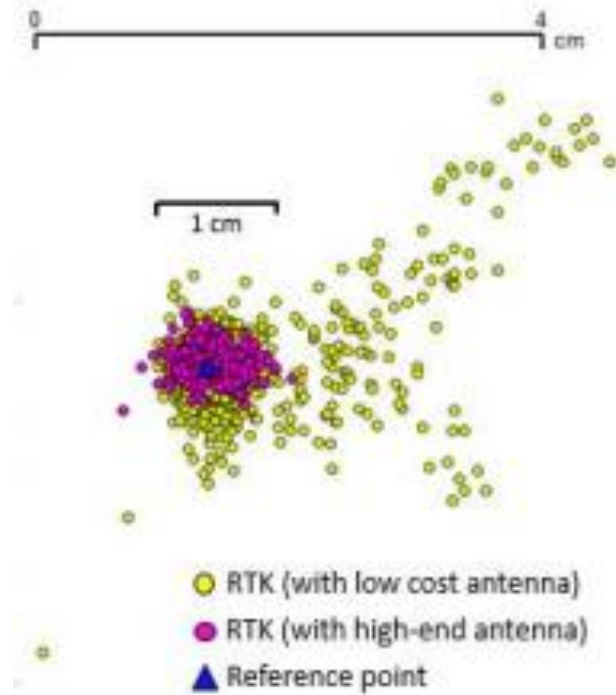


## ข้อแตกต่างระหว่าง GPS ธรรมดา กับ GNSS แบบแม่นยำสูง





GPS ทั่วไปค่าพิกัดจะแกว่งประมาณ 10-15 เมตร



GNSS RTK ค่าพิกัดจะดีขึ้นในระดับเซนติเมตร



นิยามหรือคำจำกัดความหรือความหมายของ “GNSS” โดยภาพรวมแล้วจะหมายถึง ระบบดาวเทียม นำร่อง หรือระบบนำร่องโดยใช้กลุ่มดาวเทียม ซึ่งระบบดังกล่าวจะให้บริการระบุตำแหน่งของผู้ใช้ที่อยู่บนพื้นผิวโลกครอบคลุมทั้งโลกในขณะที่ GLONASS เป็นระบบหนึ่งที่อยู่ในระบบดาวเทียม GNSS เป็นระบบที่ใช้สำหรับนำทางเช่นเดียวกับระบบ GPS นั่นเอง

# การประยุกต์ใช้งานระบบ GPS

ปัจจุบันนี้ได้มีการใช้งาน GPS ในรูปแบบต่างๆดังนี้

1. การกำหนดพิกัดของสถานที่ต่าง ๆ การทำแผนที่ งานสำรวจ
2. การนำทาง สามารถนำทางได้ทั้งภาพและเสียง ใช้ได้หลายภาษา บางแบบมีภาพเสมือนจริง
3. การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินโครงข่ายหมุดดาวเทียม GPS ของกรมที่ดิน (DOLVRS)
4. การกำหนดจุดเพื่อบรรเทาสาธารณภัย เช่น เสื้อกั๊กชูชีพที่มีเครื่องส่งสัญญาณจีพีเอส
5. การนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการยุติธรรม เช่นการติดตามบุคคล การติดตามการค้ายาเสพติด
6. การนำไปใช้ประโยชน์ทางทหาร
7. การกีฬา เช่น ใช้ในการฝึกฝนเพื่อวัดความเร็ว ระยะทาง แคลลอรี่ที่เผาผลาญ หรือ ใช้ในสนามกอล์ฟ เพื่อคำนวณระยะจากจุดที่อยู่ถึงหลุม

# การประยุกต์ใช้งานระบบ GPS

8. การนำหนทางการ เช่น กำหนดจุดตกปลา หาระยะเวลาที่เหมาะสมในการตกปลา การวัดความเร็ว ระยะทางบนที่กเส้นทางเครื่องบิน/รถบังคับวิทยุ
9. ระบบการควบคุมหรือติดตามยานพาหนะ การติดตามบุคคล นอกจากนั้นยังสามารถนำไปใช้ในการ ป้องกันการโจรกรรมและติดตามทรัพย์สิน
10. การนำข้อมูล GPS มาประกอบกับภาพถ่ายเพื่อการท่องเที่ยว การทำรายงานกิจกรรม เป็นต้น โดยจะต้องมีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมติดตั้งอยู่กับกล่องบางรุ่น หรือการใช้ GPS Data Logger ร่วมกับ Software
11. การประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตร ในปัจจุบันซึ่งรัฐบาลกำลังผลักดันและเป็นที่ยอมรับในการใช้ระบบ พิกัดตำแหน่งมาช่วยกำหนดพื้นที่ทำเกษตรโดยอาศัยเครื่องมืออัตโนมัติเช่น หุ่นยนต์ UAV หรือ อากาศยานไร้คนขับ เพื่อลดเวลาและลดต้นทุนการผลิต แต่ได้ผลผลิตสูงขึ้น

# LAB การฝึกใช้อุปกรณ์ GPS เพื่อทำแผนที่ภายในมหาวิทยาลัย

1. ให้ นศ. แบ่งกลุ่มฝึกปฏิบัติ โดยกำหนดให้มีสมาชิกไม่เกินกลุ่มละ 3 คน
  2. ให้ นศ. แบ่งโดยเลือกเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้
    - ข้อมูลที่ตั้งของจุดขายอาหารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
    - ข้อมูลที่ตั้งของถังขยะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
    - ข้อมูลที่ตั้งของอาคารเรียนภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
    - ข้อมูลที่ตั้งของสถานที่ประกอบกิจกรรมอื่นภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
เช่น โรงแรม ลานจอดรถ ห้องสมุด เป็นต้น
  3. ให้ทำการสร้างตารางตรวจสอบพร้อมบันทึกข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ใส่ตารางดังกล่าว
  4. แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาแสดงผลผ่านโปรแกรม Google my maps
  5. ให้ทำการส่งแผนที่ Google my maps และอธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติงานมาที่ละขั้นตอน
- กำหนดส่งงาน** ไม่เกินวัน ศุกร์ที่ 2 พฤศจิกายน 2561 เวลา 23.00 น. ช่องทาง Google Classroom



Thank You

Q & A

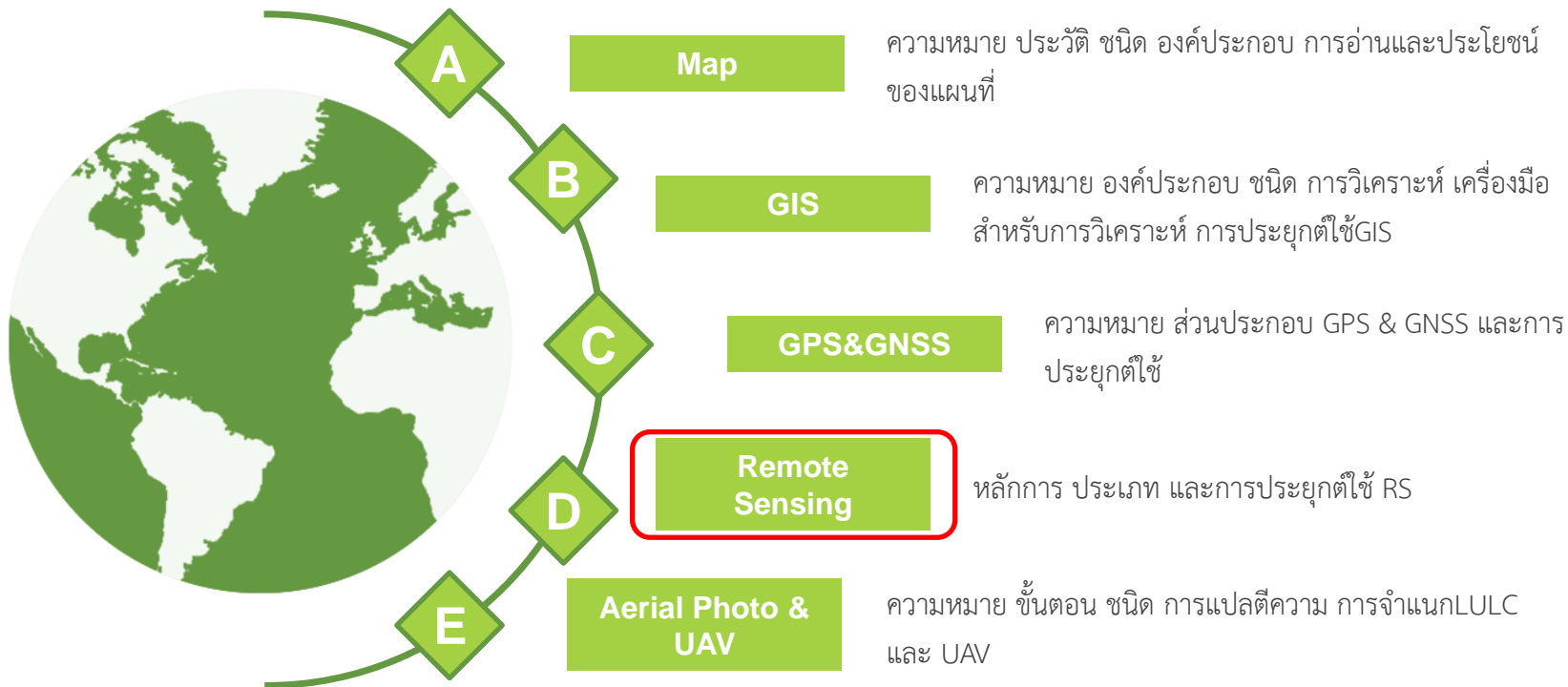


# เทคนิคและวิธีการทางภูมิศาสตร์

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา



# Courses





# การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)

ความหมาย และหลักการเบื้องต้นในการสำรวจระยะไกล

# Remote Sensing คืออะไร ?

- Remote Sensing เริ่มต้นใช้ครั้งแรกที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ค.ศ..1960 มีความเกี่ยวข้องกับวิชาการแปลภาพถ่ายทางอากาศ (Photo Interpretation) โฟโตแกรมเมตรี (Photogrammetry)
- เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะในการได้มาซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุพื้นผิวที่หาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ พื้นที่และปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล ซึ่งเครื่องมือบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสกับวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นสื่อการได้มาซึ่งข้อมูลใน 3 ลักษณะคือ ช่วงคลื่น รูปทรงสัญญาณของวัตถุบนพื้นผิวโลก และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา



# Remote Sensing คืออะไร ?

คำว่า “รีโมทเซนซิง” (Remote Sensing) ประกอบขึ้นจากการรวม 2 คำ ซึ่งแยกออกได้ดังนี้ คือ

Remote = ระยะไกล

Sensing = การรับรู้

หากรวมคำ 2 คำเข้าด้วยกัน "Remote Sensing" จึงหมายถึง "การรับรู้จากระยะไกล"  
โดยมีนิยามความหมายนี้ได้กล่าวไว้ว่า

“เป็นการสำรวจตรวจสอบคุณสมบัติสิ่งใด ๆ ก็ตาม โดยที่มิได้สัมผัสกับสิ่งเหล่านั้นเลย”

ดังนั้นคำว่า "Remote Sensing" จึงมีความหมายที่นิยมเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “การสำรวจจากระยะไกล”

“การใช้พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในการบันทึกภาพสิ่งที่อยู่โดยรอบ ซึ่งสามารถนำภาพมาทำการแปลความ  
เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์”

# Remote Sensing คืออะไร ?

การสำรวจจากระยะไกล จะเกี่ยวข้องกับการสำรวจเก็บบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งประกอบด้วย

- แหล่งข้อมูลที่ต้องการศึกษา (Data Source)
- พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Energy)
- อุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Sensor)
- กรรมวิธีประมวลผลข้อมูล (Data Processing)

ในปัจจุบันนี้ อาจกล่าวได้ว่า รีโมทเซนซิง เป็นเครื่องมือทางการวิจัยที่มีประสิทธิภาพมากเพราะได้ข้อมูลที่ทันต่อเหตุการณ์ เป็นข้อมูลที่ครอบคลุมบริเวณกว้าง และสามารถบันทึกภาพในบริเวณเดิมในเวลาที่เหมาะสม เหมาะที่จะนำมาใช้ศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงเป็นข้อมูลที่เพิ่มประสิทธิภาพของมนุษย์ในการวางแผนงานและการตัดสินใจได้ดีขึ้น

# หลักการเบื้องต้นของ Remote Sensing

กระบวนการสำรวจระยะไกล

ประกอบด้วย 2 หลัก คือ

1. การรับข้อมูลและบันทึกสัญญาณข้อมูล ( Data Acquisition )
2. การวิเคราะห์ข้อมูล ( Data Analysis )

การรับสัญญาณข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล



# Remote Sensing แหล่งกำเนิดพลังงาน

ถ้าแบ่งตามที่ก่อให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มี 2 กลุ่มใหญ่ คือ

## 1. Passive remote sensing

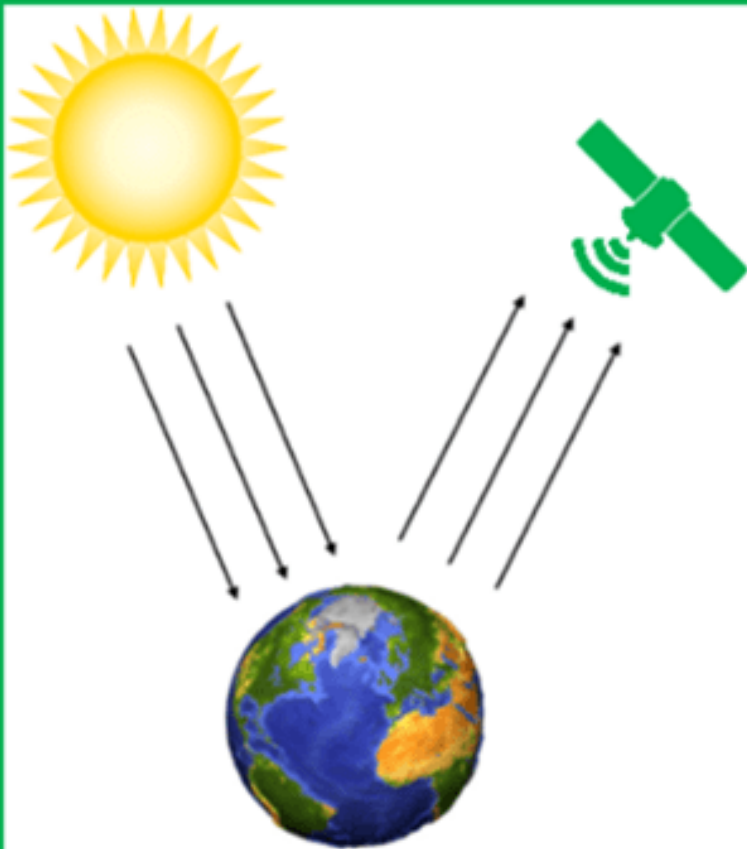
เป็นระบบที่ใช้กันกว้างขวางตั้งแต่เริ่มแรกจนถึงปัจจุบัน โดยมีแหล่ง พลังงานที่เกิดตามธรรมชาติ คือ ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน ระบบนี้จะรับและบันทึกข้อมูลได้ ส่วนใหญ่ในเวลา กลางวัน และมีข้อจำกัดด้านภาวะอากาศไม่สามารถรับข้อมูลได้ในฤดูฝนหรือเมื่อมีเมฆหมอกฝน

# Remote Sensing กับแหล่งกำเนิดพลังงาน

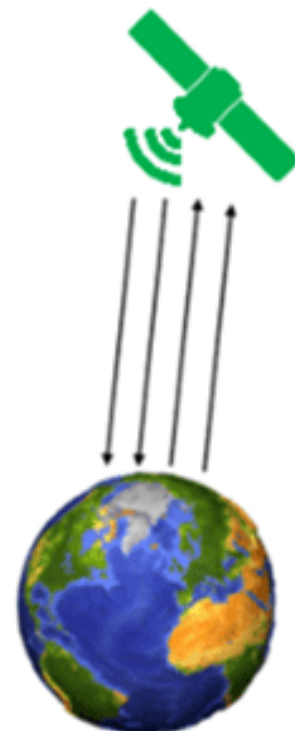
## 2. Active remote sensing

เป็นระบบที่แหล่งพลังงานเกิดจากการสร้างขึ้นในตัวเครื่องมือสำรวจ เช่น ช่วงคลื่นไมโครเวฟที่สร้างในระบบเรดาร์ แล้วส่งพลังงานนั้นไปยังพื้นที่เป้าหมาย ระบบนี้ สามารถทำการรับและบันทึกข้อมูล ได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา หรือ ด้านสภาวะภูมิอากาศ คือสามารถรับส่งสัญญาณได้ทั้งกลางวันและกลางคืน อีกทั้งยังสามารถทะลุผ่านกลุ่มเมฆ หมอก ฝนได้ในทุกฤดูกาล

ในช่วงแรกระบบ passive remote sensing ได้รับการพัฒนามาก่อน และยังคงใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ส่วนระบบ active remote sensing มีการพัฒนาจากวงการทหาร แล้วจึงเผยแพร่เทคโนโลยีนี้ต่อกิจการพลเรือนในช่วงหลัง การสำรวจในด้านนี้ได้รับความสนใจมากขึ้นโดยเฉพาะกับประเทศในเขตร้อนที่มีปัญหาเมฆ หมอก ปกคลุมอยู่เป็นประจำ

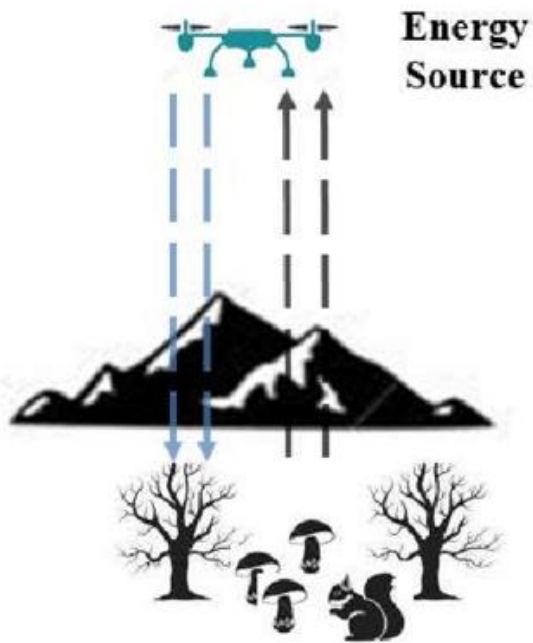


**Passive Remote Sensing**



**Active Remote Sensing**

## Active Sensing



## Passive Sensing



Energy Source



# องค์ประกอบที่สำคัญของ Remote Sensing

องค์ประกอบจะต้องพิจารณา คือ

- **คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** ซึ่งเป็นสื่อที่ใช้เชื่อมระหว่างเครื่องวัด กับวัตถุที่ต้องการสำรวจ
- **เครื่องมือวัด** ซึ่งเป็นตัวกำหนดช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่จะใช้ในการตรวจวัด ตลอดจนรูปลักษณะของข้อมูลที่จะตรวจวัดได้
- **ยานที่ใช้ติดตั้งเครื่องมือวัด** ซึ่งเป็นตัวกำหนดระยะระหว่างเครื่องมือวัด กับสิ่งที่ต้องการวัด ขอบเขตพื้นที่ที่เครื่องมือวัดสามารถครอบคลุมได้ และช่วงเวลาในการตรวจวัด
- **การแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการวัด** อันเป็นกระบวนการในการแปลงข้อมูลความเข้ม และรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้ ออกเป็นข้อมูลที่ต้องการสำรวจวัดอีกต่อหนึ่ง

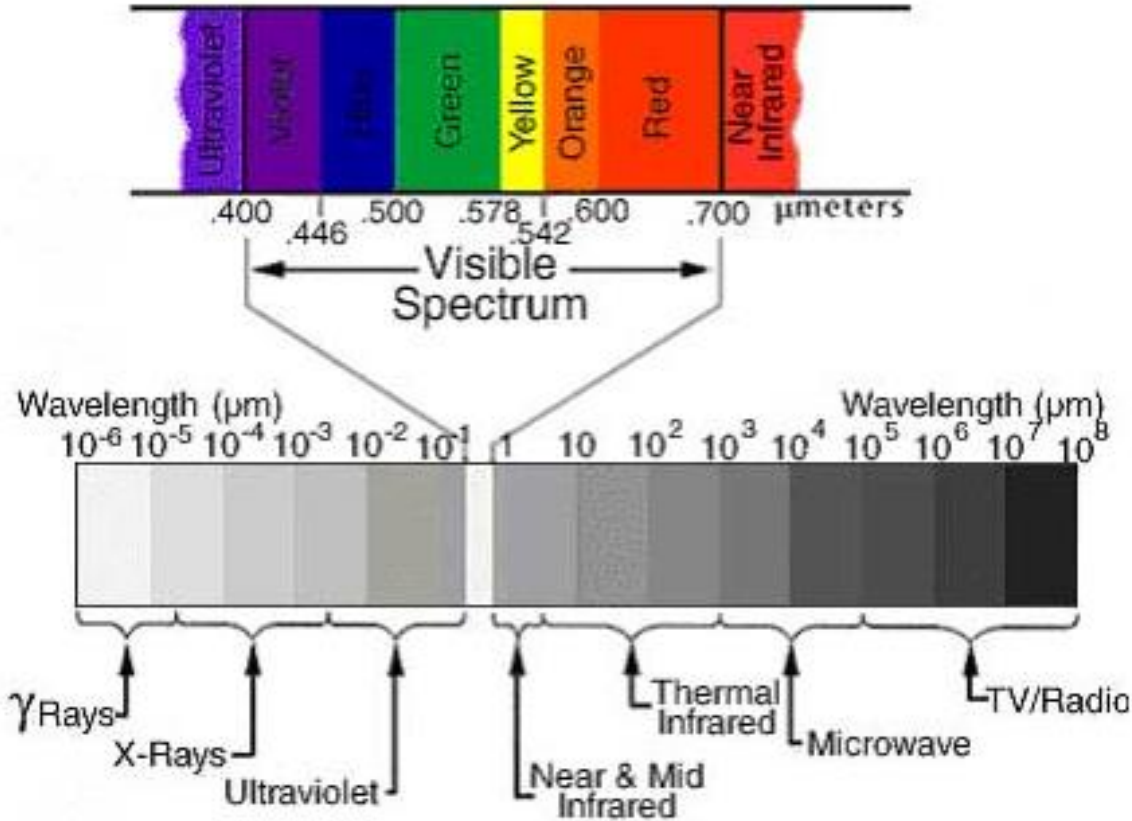
# คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation)

ดวงอาทิตย์ เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานตามธรรมชาติที่สำคัญที่ใช้เป็นสื่อในการเก็บบันทึกข้อมูลต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก พลังงานจากแสงอาทิตย์นี้มีลักษณะเป็นคลื่น มีความยาวแตกต่างกันออกไป เรียกว่า “แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า” (Electromagnetic Spectrum) ประกอบด้วยช่วงคลื่นที่สั้นที่สุด คือ รังสีคอสมิก (Cosmic Ray) ซึ่งมีความยาว 10 - 12 เมตร ไปจนถึงช่วงคลื่นยาวที่สุด คือ คลื่นวิทยุและโทรทัศน์ (Radio and television wave) ซึ่งมีความยาวมากกว่า 1 กิโลเมตรขึ้นไป รังสีแกมมา (Gamma Ray) และรังสีเอกซเรย์ (X-ray) จะถูกดูดกลืนทั้งหมดโดยบรรยากาศชั้นบน จึงมิได้นำมาใช้ในงานสำรวจข้อมูลระยะไกล

# คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation)

ช่วงคลื่นที่มักนำมาใช้ในการทำงานของระบบรีโมทเซนซิงคือช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ (Visible Rays) ได้แก่ช่วงคลื่นที่มีความยาวระหว่าง 0.4- 0.7 ไมโครเมตร ( $\mu\text{m}$ ) ซึ่งประกอบไปด้วยช่วงคลื่นสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และแดง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มแม่สีหลัก คือ น้ำเงิน เขียว และแดง จัดได้ว่าเป็นแม่สีแสงธรรมชาติที่สามารถนำไปผสมผสานให้เกิดสีขึ้นมาอีกมากมายจาก

การศึกษาพบว่า ช่วงคลื่นอินฟราเรดไกล และ ช่วงคลื่นอินฟราเรดกลาง เหมาะสำหรับการนำมาใช้ในการศึกษาด้านธรณีวิทยา ช่วงคลื่นอินฟราเรดไกล มักใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิของวัตถุ เช่น ใช้ในการศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวน้ำและอุณหภูมิผิวดินในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน และช่วงคลื่น “ไมโครเวฟ” ใช้มากในระบบถ่ายภาพที่สามารถสร้างพลังงานขึ้นเองได้ เช่น ระบบ SAR (Synthetic Aperture Radar)



**ช่วงคลื่นแสง** เป็นช่วงคลื่นที่ตามนุษย์รับรู้ได้ ประกอบด้วยแสงสีม่วง ไล่ลงมาถึงแสงสีแดง

**ช่วงอินฟราเรด** เป็นช่วงคลื่นที่มีพลังงานต่ำ ตามนุษย์มองไม่เห็น จำแนกออกเป็น อินฟราเรดคลื่นสั้น และอินฟราเรดคลื่นความร้อน

**Near Infrared (NIR)** ความยาวคลื่นจะอยู่ในช่วงระหว่าง 0.7 ถึง 1.5 μm.

**Short Wavelength Infrared (SWIR)** ความยาวคลื่นจะอยู่ในช่วงระหว่าง 1.5 ถึง 3 μm.

**Mid Wavelength Infrared (MWIR)** ความยาวคลื่นจะอยู่ในช่วงระหว่าง 3 ถึง 8 μm.

**Long Wavelength Infrared (LWIR)** ความยาวคลื่นจะอยู่ในช่วงระหว่าง 8 ถึง 15 μm.

**Far Infrared (FIR)** ความยาวคลื่นจะมากกว่า 15 μm.

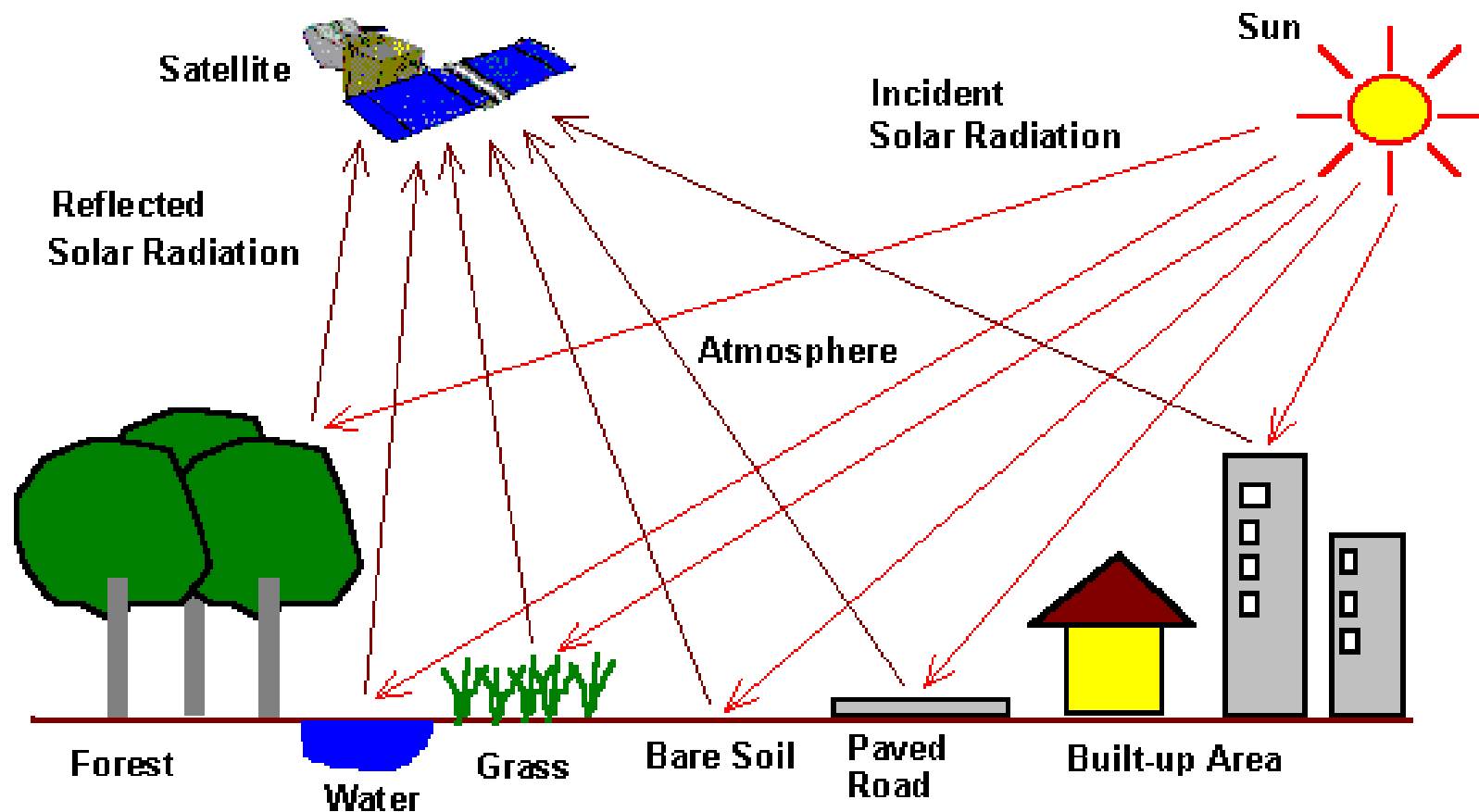
# คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation)

เนื่องจากวัตถุต่างๆ มีคุณสมบัติการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ช่วงคลื่นต่างๆ ไม่เหมือนกัน ดังนั้นเราจึงสามารถใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสำรวจจากระยะไกลได้ รูปต่อไปนี้แสดงลักษณะการสะท้อนแสงเปรียบเทียบระหว่างวัตถุต่างชนิดกันที่ช่วงคลื่นต่างๆ กัน ความสามารถในการสะท้อนแสงของวัตถุต่างๆ บนพื้นโลกสามารถสรุปได้ดังนี้

น้ำสะท้อนแสงในช่วงแสงสีน้ำเงินได้ดี และดูดกลืนคลื่นในช่วงอื่นๆ และให้สังเกตว่าน้ำจะดูดกลืนคลื่น IR ช่วง 0.91 mm ในช่วงนี้ได้ดีมาก

ดินสะท้อนแสงในช่วงคลื่นแสงได้ดีทุกสี

พืชสะท้อนแสงช่วงสีเขียวได้ดี และสะท้อนช่วงอินฟราเรดได้ดีกว่าน้ำและดินมาก



## ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีต่อวัตถุบนพื้นโลก

พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์มักจะถูกดูดกลืนโดยความชื้นและกระจัดกระจายโดยอนุภาคในบรรยากาศ (เช่นผงฝุ่น) ก่อนที่จะส่งต่อมายังพื้นโลก ซึ่งประกอบไปด้วยวัตถุและสิ่งปกคลุมดินหลายชนิด ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้ากับวัตถุบนพื้นโลกจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุ และความขรุขระของพื้นผิววัตถุ คือวัตถุจะต้องมีความขรุขระมากพอที่จะให้รังสีสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ได้ ถ้าหากพื้นผิวของวัตถุเรียบเกินไปก็จะทำให้รังสีความร้อนสะท้อนกลับหมดทำให้มีรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องการทราบส่งผ่านไปยังเครื่องบันทึกน้อย แต่ในสภาพความเป็นจริงแล้วพื้นผิวโลกโดยมากจะขรุขระจึงไม่ค่อยเกิดปัญหาในการบันทึกข้อมูลปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้ากับวัตถุบนพื้นโลก แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

- การดูดกลืนพลังงาน (Absorption)
- การส่งผ่านพลังงาน (Transmission)
- การสะท้อนพลังงาน (Reflection)

## เครื่องมือตรวจวัด (Sensor)

เครื่องมือวัดในเทคโนโลยีรีโมทเซนซิง คือเครื่องมือที่วัดพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เครื่องมือซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีคือกล้องถ่ายรูป กล้องถ่ายวิดีโอ และเรดาร์ โดยเครื่องมือวัดจะประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วนคือ

ส่วนรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (receiver)

ส่วนที่ทำการวัดพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Detector)

ส่วนที่ทำการบันทึกค่าพลังงานที่วัดได้ (Recorder)

Active sensor เป็นระบบที่เครื่องมือวัดเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเองด้วย ในระบบรีโมทเซนซิงที่วัดจากระยะไกลมาก คลื่นกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้จะจำกัดอยู่ในช่วงคลื่นวิทยุเท่านั้น เนื่องจากปัญหาของแหล่งพลังงาน

Passive sensor เป็นระบบที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดอื่น เช่น ใช้แสงจากดวงอาทิตย์ หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สิ่งที่ต้องการสำรวจแผ่รังสีออกมาเอง (มักจะเป็นช่วงอินฟราเรดความร้อน) ในกรณีที่ใช้แสงจากดวงอาทิตย์ เครื่องมือวัดจะทำงานได้เฉพาะในเวลากลางวันเท่านั้น นอกจากการศึกษารูปแบบของเมฆในทางอุตุนิยมวิทยา การตรวจวัดยังต้องการท้องฟ้าที่ปลอดโปร่ง ไม่มีเมฆ หรือฝนในช่วงที่ทำการตรวจวัดด้วย

## ยานสำรวจ (Platform)

การสำรวจด้วยรีโมทเซนซิงมีการใช้วงโคจรของดาวเทียม 2 ลักษณะสำคัญ คือ **วงโคจรแบบค้างฟ้า (geostationary orbit)**

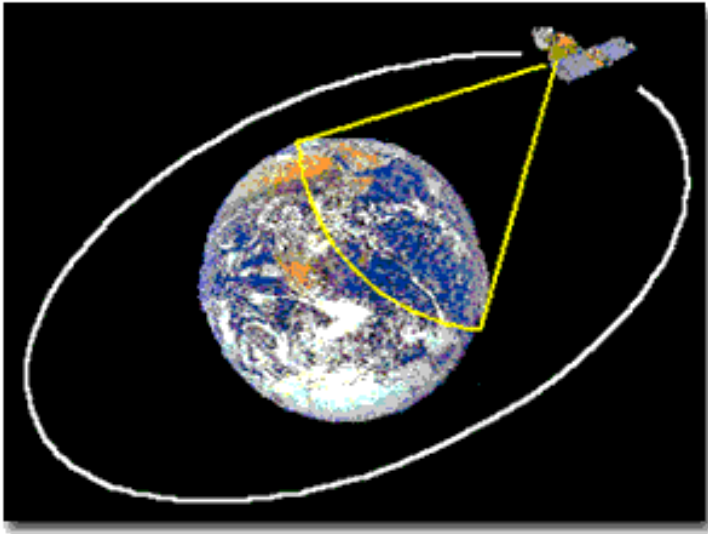
ดาวเทียมจะปรากฏเหมือนอยู่นิ่งเมื่อสัมพันธ์กับตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียมโคจรในทิศเดียวกับการหมุนรอบตัวเองของโลก มีระนาบการโคจรอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตร และมีความสูงประมาณ 36,000 กิโลเมตร ตำแหน่งของดาวเทียมสัมพันธ์กับตำแหน่งบนพื้นโลกจะเสมือนว่าดาวเทียมอยู่นิ่งค้างอยู่บนฟ้าตลอดเวลา จึงเรียกดาวเทียมที่มีลักษณะวงโคจรเช่นนี้ว่า ดาวเทียมค้างฟ้า (Geostationary satellite) ดาวเทียมด้านอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ศึกษา และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศโดยดูจากรูปทรงและการเคลื่อนตัวของเมฆ จะใช้วงโคจรลักษณะนี้ ตัวอย่างเช่น ดาวเทียม GMS ของประเทศญี่ปุ่น นอกจากนั้น ดาวเทียมสื่อสารจำนวนมาก เช่น ดาวเทียมปลาบ๋า ดาวเทียมของ StarTV รวมทั้ง ดาวเทียมไทยคม ของบริษัทชินวัตร ก็ใช้วงโคจรแบบ geostationary เช่นกัน

## ยานสำรวจ (Platform)

### วงโคจรแบบใกล้แกนหมุนของโลก (Near polar orbit)

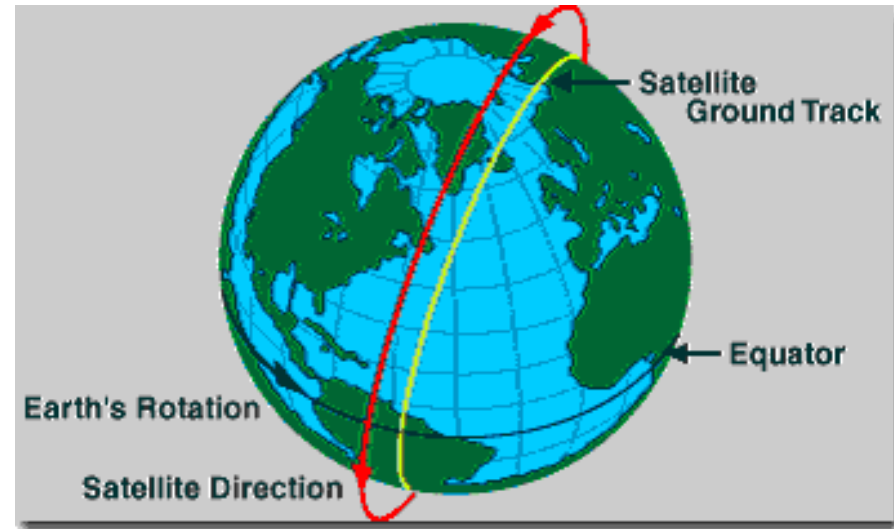
ระนาบของวงโคจรของดาวเทียมจะอยู่ในทิศใกล้เคียงกับแนวแกนหมุนของโลก โดยดาวเทียมอาจอยู่ที่ระดับความสูงใดก็ได้ที่ความเสียดทานของบรรยากาศมีน้อยจนไม่สามารถทำให้ความเร็วของดาวเทียมลดลง

ดาวเทียมสำรวจส่วนมากจะมีวงโคจรในลักษณะนี้ โดยจะมีการกำหนดระดับความสูง และมุมของระนาบวงโคจรเทียบกับแนวเส้นศูนย์สูตร ที่เหมาะสม (โดยมากจะมีความสูงประมาณ 700-1000 กิโลเมตร และมีมุมเอียงประมาณ 95 - 100 องศา จากระนาบศูนย์สูตร) ตัวอย่างเช่น ดาวเทียม Landsat (สหรัฐอเมริกา) SPOT (ฝรั่งเศส) ADEOS (ญี่ปุ่น) INSAT (อินเดีย) RADARSAT (แคนาดา) ดาวเทียมเพื่อการสื่อสาร เช่น ดาวเทียมอิริเดียม ใช้วงโคจรในลักษณะนี้ แต่จะมีระนาบวงโคจรที่เอียงออกจากแนวแกนหมุนของโลกมากกว่านี้

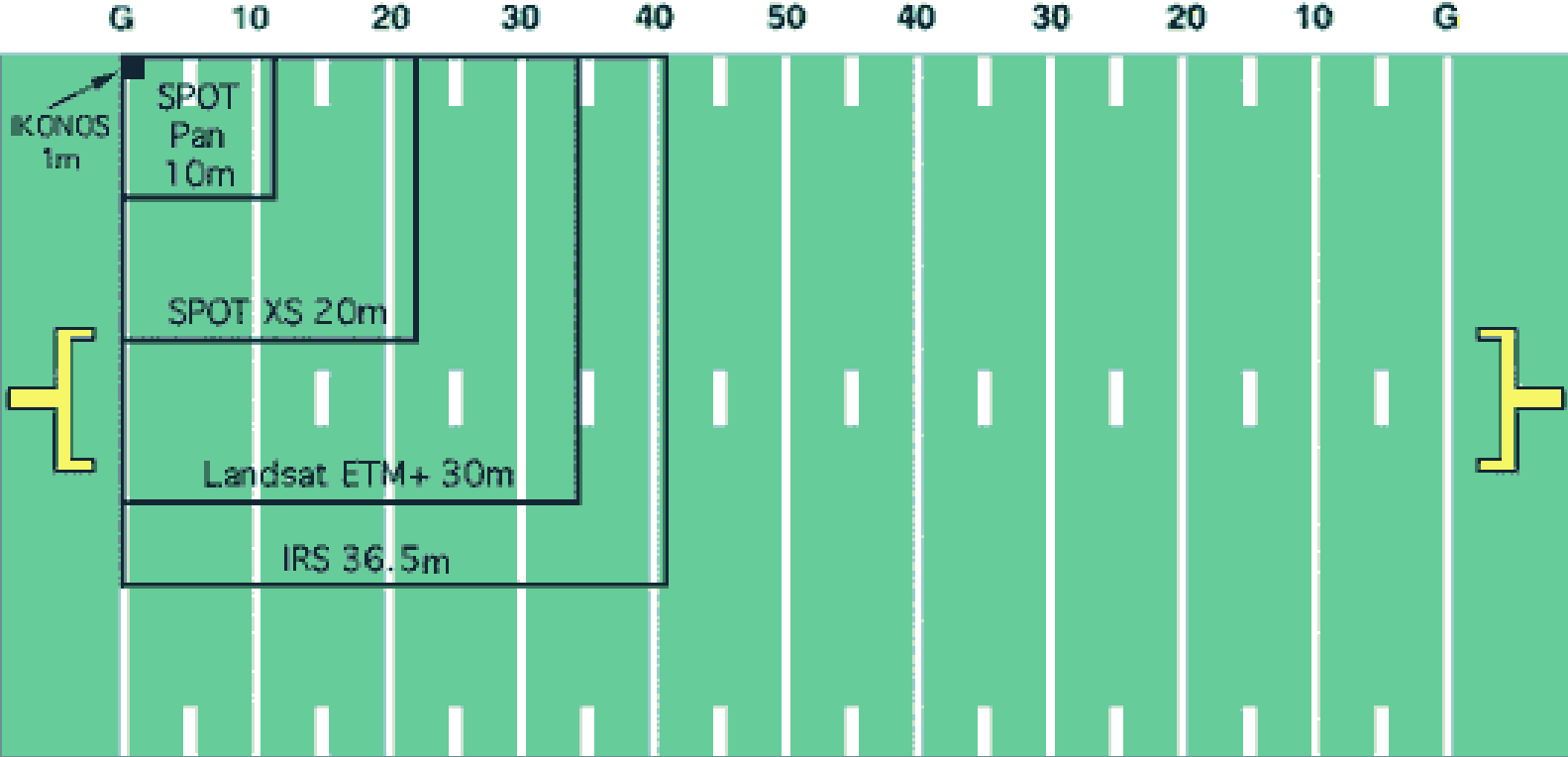


วงโคจรแบบค้างฟ้า (geostationary orbit)

วงโคจรแบบใกล้แกนหมุนของโลก (Near polar orbit)

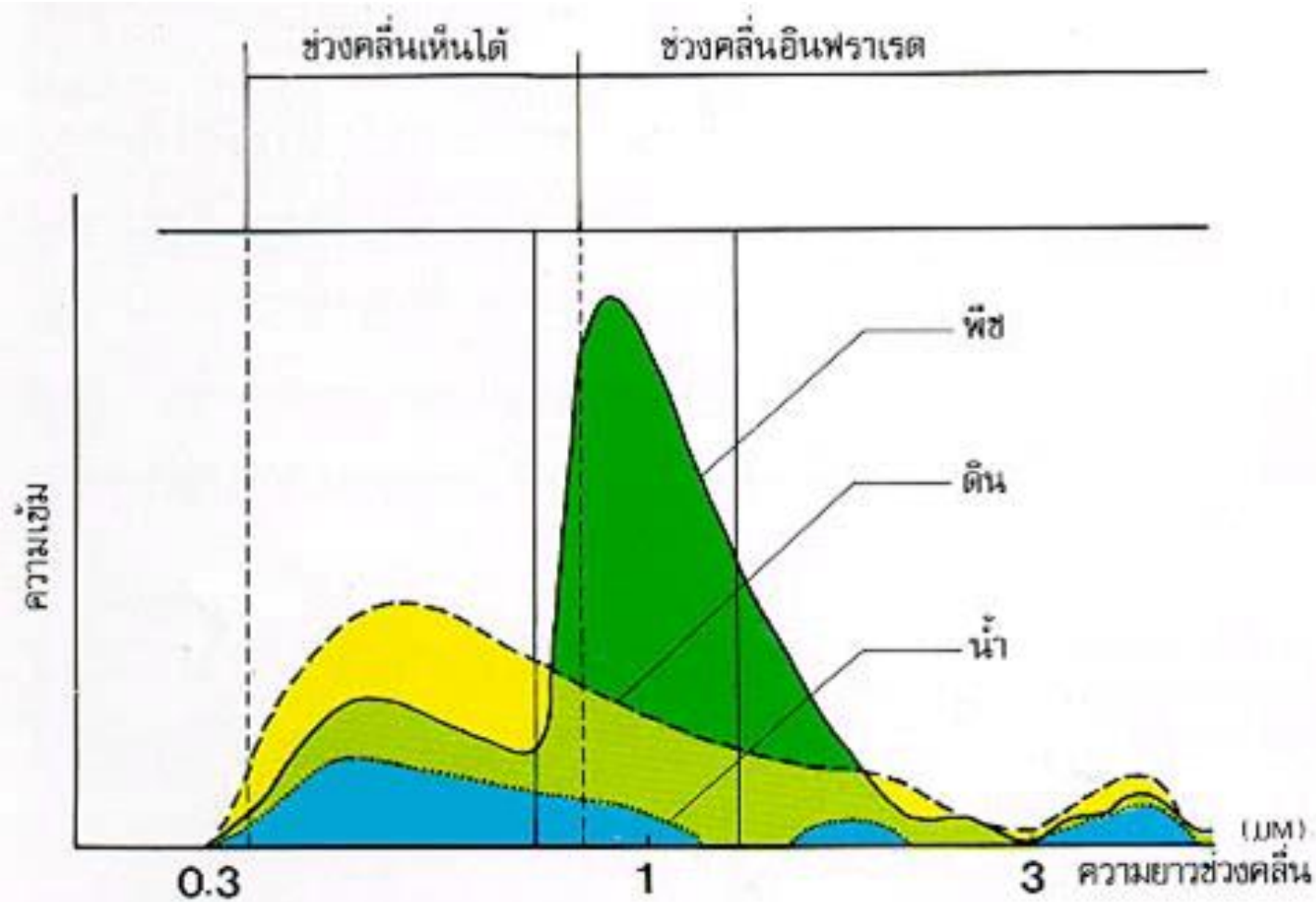


# ความละเอียด (Resolution)



## ความละเอียด (Resolution)

จากภาพเป็นการเปรียบเทียบขนาดของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจากดาวเทียมดวงต่าง ๆ กับพื้นที่สนามฟุตบอล เช่น ดาวเทียม SPOT ชนิด panchromatic ให้ความละเอียดที่ 10 เมตร ดาวเทียม Landsat ให้ความละเอียดที่ 30 เมตร ผู้ใช้จำเป็นต้องเลือกข้อมูลจากดาวเทียมให้เหมาะสมกับการใช้งาน เนื่องจากดาวเทียมที่รายละเอียดมาก มีราคาสูง และพื้นที่ในการตรวจวัดแต่ละครั้งมีขอบเขตค่อนข้างแคบ ถ้าผู้ใช้เลือกชนิดของข้อมูลดาวเทียมไม่เหมาะสม เช่น ผู้ใช้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งปกคลุมดิน เพื่อเป็นตัวแปรในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำนายการเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง แต่ผู้ใช้เลือกใช้ข้อมูลจากดาวเทียม IKONOS ที่ขนาดรายละเอียด 1 เมตร ทำให้เสียเวลา และงบประมาณในการแปรความหมายข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินมากเกินไป





## ตารางความยาวช่วงคลื่นของดาวเทียม Landsat 8 OLI/TIRS

Spectral Band	Wavelength	Resolution
Band 1 - Coastal / Aerosol	0.433 – 0.453 $\mu\text{m}$	30 m
Band 2 - Blue	0.450 – 0.515 $\mu\text{m}$	30 m
Band 3 - Green	0.525 – 0.600 $\mu\text{m}$	30 m
Band 4 - Red	0.630 – 0.680 $\mu\text{m}$	30 m
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.845 – 0.885 $\mu\text{m}$	30 m
Band 6 - Short Wavelength Infrared (SWIR)	1.560 – 1.660 $\mu\text{m}$	30 m
Band 7 - Short Wavelength Infrared (SWIR)	2.100 – 2.300 $\mu\text{m}$	30 m
Band 8 - Panchromatic	0.500 – 0.680 $\mu\text{m}$	15 m
Band 9 - Cirrus	1.360 – 1.390 $\mu\text{m}$	30 m
Band 10 - Long Wavelength Infrared (LWIR)	10.30 – 11.30 $\mu\text{m}$	100 m
Band 11 - Long Wavelength Infrared (LWIR)	11.50 – 12.50 $\mu\text{m}$	100 m

## ตารางความยาวช่วงคลื่นของดาวเทียม Sentinel 2A

Sentinel-2 bands	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Spatial resolution (m)
Band 1 – Coastal aerosol	443.9	27	60
Band 2 – Blue	496.6	98	10
Band 3 – Green	560	45	10
Band 4 – Red	664.5	38	10
Band 5 – Vegetation red edge	703.9	19	20
Band 6 – Vegetation red edge	740.2	18	20
Band 7 – Vegetation red edge	782.5	28	20
Band 8 – NIR	835.1	145	10
Band 8A – Narrow NIR	864.8	33	20
Band 9 – Water vapour	945	26	60
Band 10 – SWIR – Cirrus	1373.5	75	60
Band 11 – SWIR	1613.7	143	20
Band 12 – SWIR	2202.4	242	20



# การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)

ประโยชน์ของการสำรวจระยะไกล

# ประโยชน์ของการสำรวจระยะไกล

การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ได้นำมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประเทศหลายด้าน สามารถประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ เช่น

## การใช้ที่ดิน

รีโมทเซนซิง สามารถใช้แปล รูปแบบการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ และนำผลลัพธ์ที่ได้มาจัดทำแผนที่การใช้ที่ดิน รีโมทเซนซิง นำมาใช้สนับสนุนติดตามและประเมินแนวโน้มการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ เช่น ด้านการเกษตร พื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น

## การเกษตร

ภาพถ่ายจากดาวเทียมใช้สำรวจบริเวณพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น พื้นที่ปลูกข้าว ปาล์มน้ำมัน ยางพารา สับปะรด อ้อย ข้าวโพด ฯลฯ ผลลัพธ์จากการแปลภาพใช้ประเมินการเปลี่ยนแปลงการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจในแง่ปริมาณ ราคา ช่วงเวลา ฯลฯ ติดตามขอบเขตและความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ป่าและเขตอนุรักษ์พันธุ์ไม้ ประเมินบริเวณพื้นที่ที่เหมาะสม (มีศักยภาพ) ในการปลูกพืชต่าง ๆ เช่น ข้าว ปาล์มน้ำมัน มันสำปะหลัง เป็นต้น

## ป่าไม้

ติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้จากการแปลสภาพถ่ายจากดาวเทียม เช่น ป่าดงดิบ ป่าดิบชื้น ป่าเต็งรัง ป่าชายเลน เป็นต้น ผลลัพธ์จากการแปลสภาพพื้นที่ป่า เพื่อสำรวจพื้นที่ป่าอุดมสมบูรณ์และป่าเสื่อมโทรม นอกจากนี้ยังใช้สำหรับ ติดตามพื้นที่ไฟป่าและความเสียหายจากไฟป่า ประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกป่าทดแทนบริเวณที่ถูกบุกรุก หรือโดนไฟป่า

## ธรณีวิทยา

การใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมแปลสภาพพื้นที่เพื่อจัดทำแผนที่ธรณีวิทยาและโครงสร้างทางธรณีซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้องใช้เวลาและงบประมาณในการสำรวจ และนำมาสนับสนุนในการพัฒนาประเทศ เช่น เพื่อการประเมินหาแหล่งแร่ แหล่งเชื้อเพลิง ธรรมชาติ แหล่งน้ำบาดาล การสร้างเขื่อน เป็นต้น การใช้รีโมทเซนซิง มาสนับสนุนการจัดทำแผนที่ภูมิประเทศ

## การวางผังเมือง

ใช้รีโมทเซนซิง ภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง เพื่อใช้ติดตามการขยายตัวของเมือง ภาพถ่ายจากดาวเทียมช่วยให้ติดตาม การเปลี่ยนแปลงลักษณะ/รูปแบบ/ประเภทการใช้ที่ดิน ใช้ภาพถ่ายรายละเอียดสูง ติดตามระบบสาธารณูปโภค เช่น ระบบคมนาคมขนส่งทางบก ทางน้ำ หรือระบบรถไฟฟ้า BTS เป็นต้น ผลลัพธ์จากการแปลสภาพถ่ายจากดาวเทียมนำมาใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิเคราะห์การพัฒนาสาธารณูปการ เช่น การจัดสร้าง/ปรับปรุง สถานศึกษา โรงพยาบาล สถานีตำรวจ ดับเพลิง ไปรษณีย์ ห้องสมุด สนามเด็กเล่น สวนสาธารณะ เป็นต้น

## สิ่งแวดล้อม

รีโมทเซนซิง ได้ใช้แปลสภาพทรัพยากรชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลง เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิเคราะห์การจัดการทรัพยากรชายฝั่ง เช่น การพังทลายของดินชายฝั่ง การทำลายป่าชายเลน การทำนาเกลือ การอนุรักษ์ปะการัง เป็นต้น ภาพถ่ายจากดาวเทียมในช่วงคลื่น visible ช่วยในการ ศึกษา/ติดตาม/ตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ ผลลัพธ์จากการแปลภavnนำมาประกอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการวิเคราะห์ความรุนแรงของปัญหาคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางด้านน้ำ อากาศ เสียง ขยะ และสารพิษ. รีโมทเซนซิงจึงช่วยสนับสนุนการวางแผนพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

## โบราณคดี

ภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง ใช้ติดตามพื้นที่ แหล่งชุมชนโบราณ หรือพื้นที่โบราณสถาน ภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง ช่วยติดตามเพื่อการบำรุงรักษา คู คันดินรอบชุมชนสระน้ำหรือบาราย เขื่อน

## สมุทรศาสตร์และการประมง

รีโมทเซนซิงใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการไหลเวียนของน้ำในท้องทะเล ศึกษาตะกอนในทะเลและคุณภาพของน้ำบริเวณชายฝั่ง เช่น การแพร่ของตะกอนแขวนลอยจากการทำเหมืองแร่ในทะเล ศึกษาการประมงด้วยภาพถ่ายดาวเทียมเรดาร์ที่เห็นพื้นที่ประมงน้ำเค็ม

## อุตุนิยมวิทยา/อุบัตินภัย

ภาพถ่ายจากดาวเทียม สามารถใช้ถ่ายพื้นที่ที่ได้รับเหตุอุบัตินภัย และกำหนดขอบเขตบริเวณที่เกิดอุบัตินภัยได้ ติดตามและประเมินผลเสียหายเบื้องต้น

ภาพถ่ายจากดาวเทียมนำมาใช้ศึกษาลักษณะการเกิดและประเมินความรุนแรง ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ เพื่อการวางแผนช่วยเหลือและฟื้นฟู

## การทำแผนที่

ภาพถ่ายจากดาวเทียม ที่ทันสมัยนำมาปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วนใหญ่ 1:50000 ได้อย่างรวดเร็ว ทันสมัย ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางด้านภูมิประเทศ เส้นทางการคมนาคม หรือสิ่งก่อสร้างที่เกิดขึ้นใหม่ ใช้ในการวางแผน/การมองภาพรวมที่รวดเร็วและถูกต้องจัดทำภาพสามมิติ

## ทรัพยากรน้ำ/อุทกวิทยา

รีโมทเซนซิง ใช้ศึกษาแหล่งน้ำทั้งบนบกในทะเล น้ำบนดินและใต้ผิวดิน

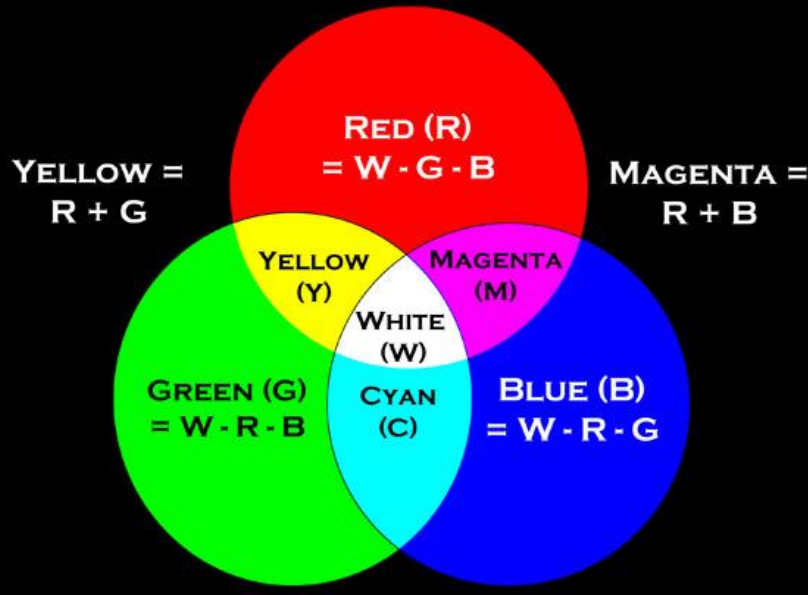
ศึกษาองค์ประกอบอื่นๆ ที่สัมพันธ์กับน้ำ เช่น ปริมาณ คุณภาพ การไหล การหมุนเวียน เป็นต้น



# การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)

Google Earth Engine Explorer

WHITE =  
R + G + B



CYAN =  
G + B

ADDITIVE COLOR FILTERS

© Hal Byron Becker (HBB)

สำหรับการสร้างภาพสีผสมสามารถสร้างได้ 2 แบบ ได้แก่

1 ภาพสีผสมแบบธรรมชาติ หรือ ภาพสีผสมจริง เป็นการนำเอาช่วงคลื่นที่ตามองเห็นทั้ง 3 คลื่น มาผสมกัน โดยช่วงคลื่นสีน้ำเงินให้แสดงผลเป็นสีน้ำเงิน ช่วงคลื่นสีเขียวให้แสดงผลเป็นสีเขียว ช่วงคลื่นสีแดงให้แสดงผลเป็นสีแดง ผลลัพธ์ที่ได้จะปรากฏสีต่างๆ เหมือนกับสีของวัตถุที่มองเห็นในธรรมชาติ เช่น พืชจะปรากฏเป็นสีเขียว น้ำเป็นสีน้ำเงิน และดินออกสีน้ำตาลแดง

2 ภาพสีผสมเท็จ เป็นการเลือกช่วงคลื่นมาแสดง แล้วทำให้สีของภาพ ไม่เหมือนกับสีจริงตามธรรมชาติ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบมาก นำมาใช้ประโยชน์ เช่น การแยกแยะวัตถุ

### Concept

- ต้องรู้ว่า Band ไหน เก่งเรื่องอะไร ?
- สีไหนผสมกันแล้วได้อะไร ?

Explorer

Manage workspace ▾

Data Catalog

Workspace

Data



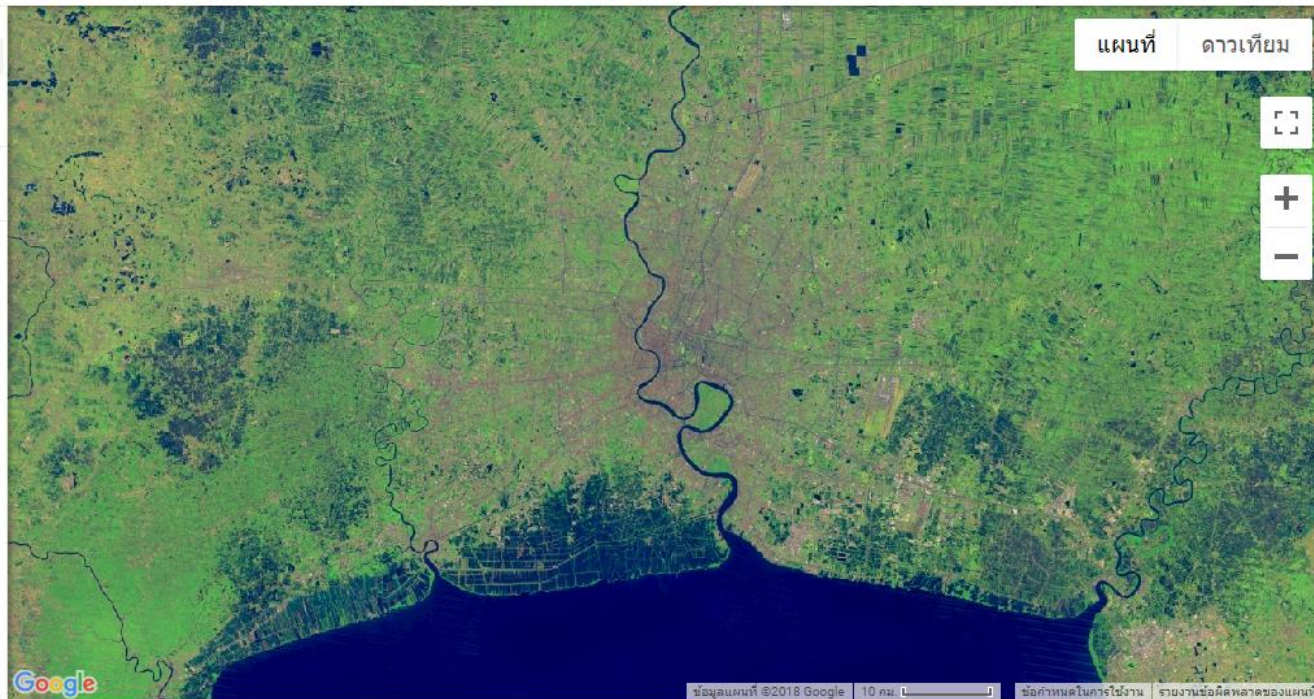
⋮ Landsat TOA Percentile Composite



Add data Add computation

Analysis:

None ▾



### Explorer

#### Data

⋮ Landsat TOA Percentile Composite

[Add data](#) [Add computation](#)

Analysis: None ▾

#### FEATURED

#### RASTERS

Landsat TOA Percentile Composite

#### CLASSIFIED RASTERS

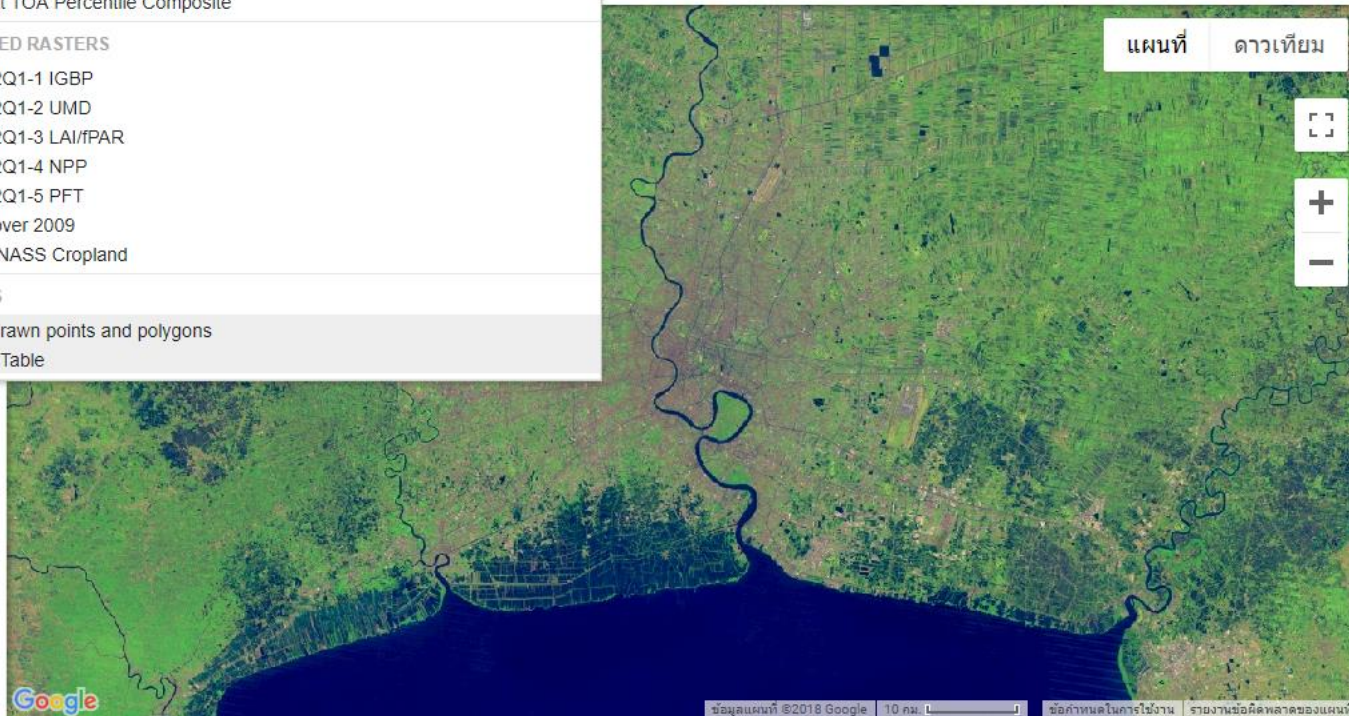
- MCD12Q1-1 IGBP
- MCD12Q1-2 UMD
- MCD12Q1-3 LAI/fPAR
- MCD12Q1-4 NPP
- MCD12Q1-5 PFT
- GlobCover 2009
- USDA NASS Cropland

#### VECTORS

- Hand-drawn points and polygons
- Fusion Table

Data Catalog Workspace

แผนที่ ดาวเทียม



Explorer

Manage workspace

Data Catalog

Workspace

Data

Hand-drawn points and polygons

Landsat TOA Percentile Composite

Add data Add computation

Classes

Urban - 3 polygons

Forest - 4 polygons

Water - 3 polygons

Baresoil - 3 polygons

Add class Get palette

Analysis: None



Explorer

Manage workspace

Data Catalog

Workspace

Data

Hand-drawn points and polygons

Landsat TOA Percentile Composite

Add data Add computation

Classes

Urban - 3 polygons

Forest - 4 polygons

Water - 3 polygons

Baresoil - 3 polygons

Add class Get palette

Analysis:

None

None

Train a classifier

Cross-validate

Compare



Explorer

Manage workspace

Data Catalog

Workspace

Data

Hand-drawn points and polygons

Model, trained Nov 25, 2018 at 1:50 PM (92.21%)

Landsat TOA Percentile Composite

Add data Add computation

Classes

Urban - 3 polygons

Forest - 4 polygons

Water - 3 polygons

Baresoil - 3 polygons

Add class Get palette

Analysis: Train a classifier

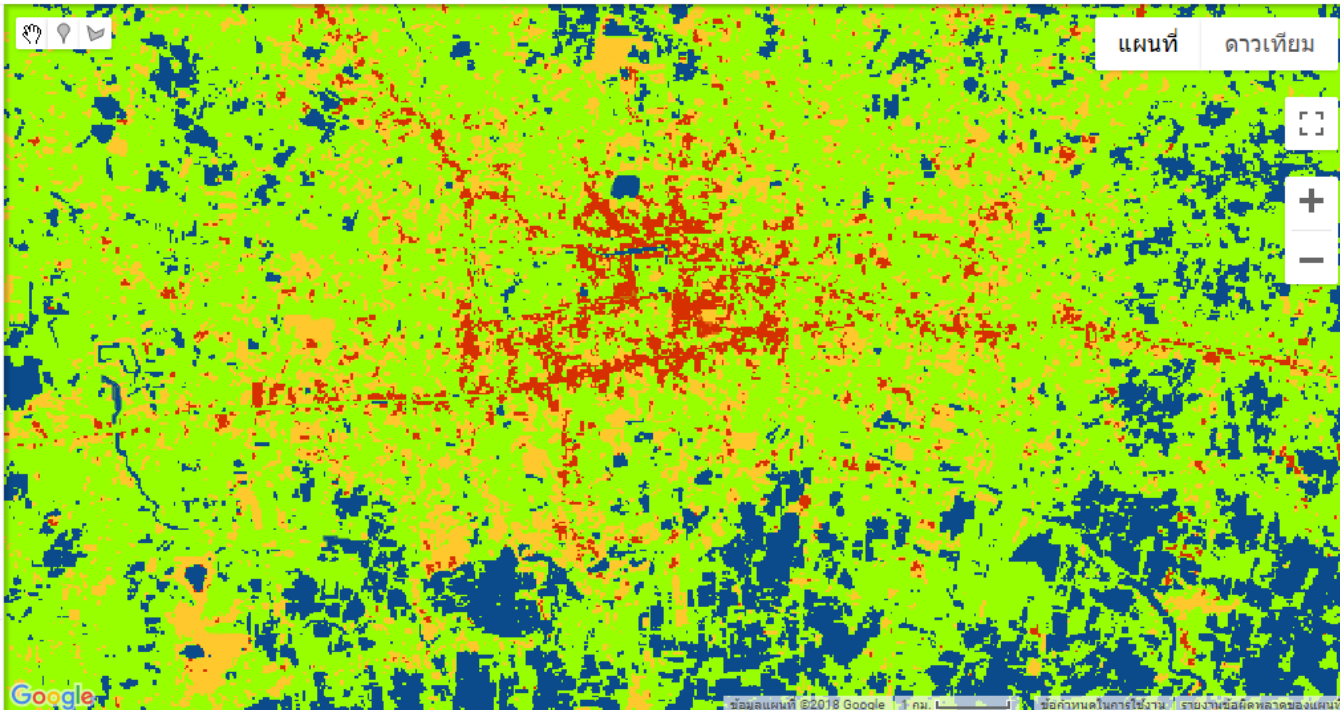
Classifier

Fast Naive Bayes

Resolution (m)

30

Train classifier and display results



Explorer

Manage workspace ▾

Data Catalog

Workspace

Data

Hand-drawn points and polygons

Model, trained Nov 25, 2018 at 1:50 PM (92.21%)

Landsat TOA Percentile Composite

Add data Add computation

Classes

Urban - 3 polygons

Forest - 4 polygons

Water - 3 polygons

Baresoil - 3 polygons

Add class Get palette

Analysis: Train a classifier ▾

Classifier Resolution (m)

Fast Naive Bayes ▾

30

Train classifier and display results



Model, trained Nov 25, 2018 at 1:50 PM

Overall validity: 92.21%

	# Points	Urban	Forest	Water	Baresoil
Urban	110	74.55%	12.73%	0%	12.73%
Forest	328	0%	96.95%	0%	3.05%
Water	208	0%	14.42%	83.65%	1.92%
Baresoil	496	0.2%	3.02%	0.2%	96.57%

Cancel [trash] [down arrow]

แผนที่ ดาวเทียม





Thank You

Q & A

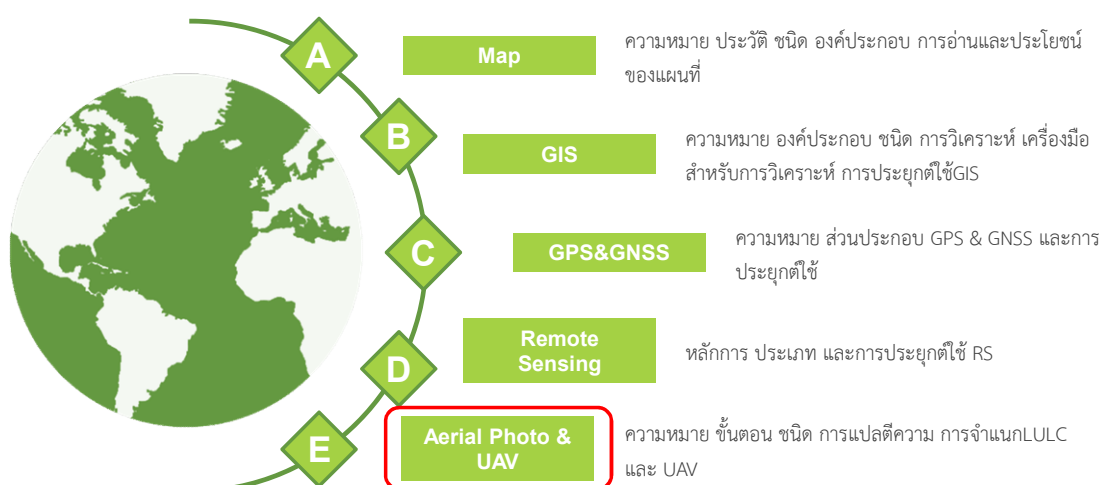


## เทคนิคและวิธีการทางภูมิศาสตร์

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

อ.ณยศ กุลทานิช

## Courses





## การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)

ความหมาย และหลักการเบื้องต้นในการสำรวจระยะไกล

### ประโยชน์ของการสำรวจด้วยรูปถ่ายทางอากาศ

- รูปถ่ายทางอากาศช่วยให้เห็นภาพในบริเวณกว้างกว่าที่เรามองเห็นได้ในระดับพื้นดิน รายละเอียดต่างๆ ในภาพช่วยสามารถเก็บข้อมูลต่างๆ ได้หลายชนิดในลักษณะเดียวกัน
- รูปถ่ายทางอากาศแตกต่างกับสายตาของมนุษย์ที่ทำให้เหตุการณ์ต่างๆ หายุดลงได้
- รูปถ่ายทางอากาศจะบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นไว้ให้คงอยู่ตลอดไป ดังนั้นภาพที่บันทึกนี้เราสามารถนำมาศึกษาในสำนักงานเวลาใดก็ได้

## ประโยชน์ของการสำรวจด้วยรูปถ่ายทางอากาศ

- ฟิล์มสามารถบันทึกในช่วงคลื่นที่กว้างกว่าสายตามนุษย์ถึงสองเท่า คือในช่วงคลื่น 0.3-0.9 ไมโครมิเตอร์ ในขณะที่เราเดินสำรวจภาคพื้นดินตาเราเห็นได้ในช่วงคลื่น 0.4-0.7 ไมโครมิเตอร์ เท่านั้น ในช่วงคลื่นเหนือม่วง (อัลตราไวโอเล็ต) และอินฟราเรด เราสามารถถ่ายให้เป็นภาพที่มองเห็นได้ ดังนั้นเราจึงเห็นปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ตาเราไม่สามารถมองเห็นได้จากภาพถ่ายทางอากาศ

## ประโยชน์ของการสำรวจด้วยรูปถ่ายทางอากาศ

- การใช้กล้องถ่ายรูปทางอากาศ ฟิล์ม แนวนบินที่ถูกต้องทำให้เราสามารถถ่ายภาพรายละเอียดของพื้นที่ได้มากกว่าที่จะมองเห็นด้วยสายตา การใช้กล้องขยายช่วยให้การมองภาพจะทำให้เห็นรายละเอียดต่างๆ เหล่านี้ได้ดี และถ้ามีรายละเอียดทางภาคพื้นดินที่ถูกต้องก็จะช่วยให้เราวัดหาตำแหน่ง ระยะทาง ทิศทาง และเนื้อที่ ความสูงจากภาพถ่ายได้ถูกต้องพอสมควร และในทางปฏิบัติ แผนที่ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่ก็ผลิตขึ้นจากภาพถ่ายทางอากาศ

## ประโยชน์ของการสำรวจด้วยรูปถ่ายทางอากาศ

- รูปถ่ายทางอากาศ มีการถ่ายรูปในลักษณะเหลื่อมล้ำในแนวนอน และระหว่างแนวนอนซึ่งสามารถนำรูปภาพใกล้เคียง หรือที่มีพื้นที่ซ้อนทับกันมาทำการมองภาพทราดทรงหรือภาพ 3 มิติ เหมือนลักษณะภูมิประเทศจริง ทำให้สามารถเข้าใจและตีความข้อมูลในรูปถ่าย หรือนำไปจัดทำแผนที่ได้อย่างถูกต้อง



## ข้อจำกัดของการสำรวจด้วยรูปถ่ายทางอากาศ

- รูปถ่ายทางอากาศจะมีความผิดเพี้ยนไม่เท่ากันตลอดทั้งภาพ ตรงกันข้ามกับแผนที่ที่มีมาตราส่วนเท่ากันตลอดทั้งแผ่น
- รูปถ่ายทางอากาศจะมีความผิดพลาดทางตำแหน่ง เนื่องจากระดับความสูงของการบินถ่ายรูป ในบริเวณกลางรูปจะมีความถูกต้องมากที่สุด และมากกว่าบริเวณพื้นที่ด้านขอบของรูป

## ข้อจำกัดของการสำรวจด้วยรูปถ่ายทางอากาศ

- รูปถ่ายทางอากาศจะแสดงข้อมูลทุกสิ่งที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก โดยมีสิ่งที่ควบคุมคือ ระยะความสูงของการบิน มาตรฐานส่วน เทคนิคในการผลิต เป็นต้น ดังนั้นเลือกไม่ได้ว่าจะให้อะไรปรากฏหรือไม่ปรากฏบนภาพถ่าย แต่ในการ์ทำแผนที่ผู้ทำจะตัดสินใจได้ตามจุดประสงค์ว่าจะแสดง หรือไม่แสดงอะไรบนแผนที่
- การถ่ายภาพทางอากาศทำได้ยากในบริเวณที่มีแสงสว่างน้อยเพราะความแตกต่างของสีบนภาพถ่ายที่มีอยู่น้อย

## ประเภทของรูปถ่ายทางอากาศ

รูปถ่ายทางอากาศมีหลายชนิด และมีการใช้ชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไปทั้งจาก

- ฟิล์มที่ใช้ถ่ายรูป
- กล้องถ่ายรูป
- ลักษณะความแตกต่างของเลนส์
- ขนาดของมุมที่แกนกล้องถ่ายรูป

สามารถแบ่งประเภทได้ตามลักษณะดังต่อไปนี้

## ประเภทของรูปถ่ายทางอากาศ

### การแบ่งประเภทตามประเภทของฟิล์มที่ใช้ถ่ายรูป

ในลักษณะนี้จะกำหนดชื่อเรียกของรูปถ่ายตามประเภทของฟิล์มที่ใช้ได้แก่

1. รูปถ่ายขาว-ดำ (Black & White photograph)
2. รูปถ่ายสี (Color photograph)
3. รูปถ่ายสีเท็จ (False color photography)

## การแบ่งประเภทตามประเภทของฟิล์มที่ใช้ถ่ายรูป

### 1. รูปถ่ายขาว-ดำ (Black & White photograph)

เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า รูปถ่ายแพนโครมาติก (Panchromatic) หมายถึงรูปถ่ายขาวดำที่ถ่ายจากฟิล์มแพนโครมาติก เป็นรูปถ่ายที่นิยมใช้โดยทั่วไปในงานบินถ่ายรูปทางอากาศ



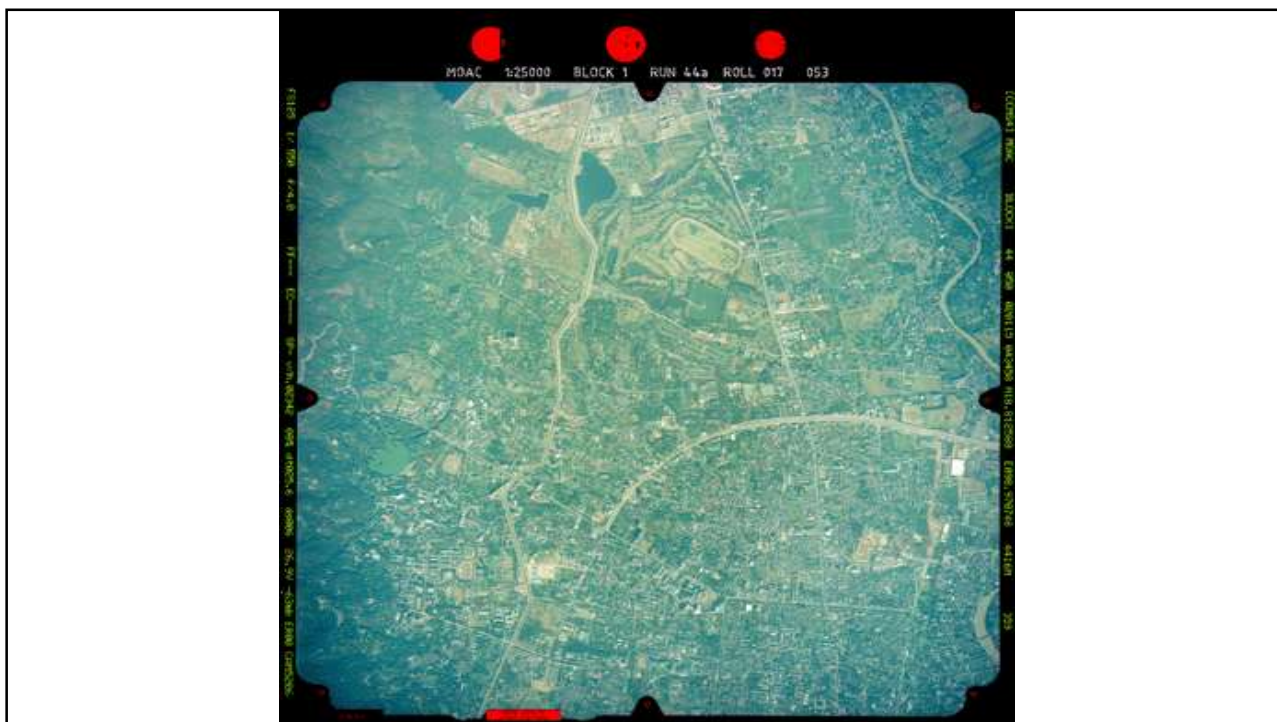


## การแบ่งประเภทตามประเภทของฟิล์มที่ใช้ถ่ายรูป

### 2. รูปถ่ายสี (Color photograph)

เป็นรูปถ่ายที่ได้จากฟิล์มสี ทำให้สีปรากฏลงตามลักษณะที่มองเห็นตามธรรมชาติ





## การแบ่งประเภทตามประเภทของฟิล์มที่ใช้ถ่ายรูป

### 3. รูปถ่ายสีเท็จ (False color photography)

เป็นรูปถ่ายที่ได้จากการถ่ายโดยฟิล์มที่มีสารเคลือบไวแสง (Emulsion) ที่ไวต่อแสงในช่วงคลื่นที่ตามองไม่เห็น





## ประเภทของรูปถ่ายทางอากาศ

การแบ่งประเภทตามประเภทของกล้องถ่ายรูป

1. รูปถ่ายเลนส์เดี่ยวแบบกรอบ (Single lens frame photograph)
2. รูปถ่ายหลายเลนส์ (Multiple lens photograph)
  - รูปถ่าย 9 เลนส์ (Nine lens photograph)
  - รูปถ่ายไตรเมทโรกอน (Trimetrogon photograph)
  - รูปถ่ายแบบแกนทแยง (Convergent photograph)
3. รูปถ่ายแบบแถบลาย (Strip photograph)
4. รูปถ่ายแบบจอกว้าง (Panoramic photograph)

## การแบ่งประเภทตามประเภทของกล้องถ่ายรูป

### 1. รูปถ่ายเลนส์เดี่ยวแบบกรอบ (Single lens frame photograph)

เป็นรูปที่มีคุณสมบัติทางเรขาคณิตสูงที่สุด

เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 9" × 9" (23 ซม. × 23 ซม.)

การถ่ายรูปจะดำเนินไปโดยอัตโนมัติตามช่วงระยะเวลาที่ตั้งไว้



## ประเภทของกล้องถ่ายรูปทางอากาศ

### กล้องถ่ายรูปจำกัดขนาดภาพ (Frame camera)

- กล้องชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบันเหมาะสำหรับการใช้ทำแผนที่
- เนื่องจากให้รูปที่มีคุณสมบัติทางเรขาคณิตสูงที่สุด
- เลนส์ของกล้องยึดติดอยู่กับที่ในระยะห่างคงที่จากระนาบฟิล์ม
- ขนาดกว้างยาวของฟิล์มเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 9" × 9" (23 ซม. × 23 ซม.) แม้กกาซีนของฟิล์มสามารถบรรจุฟิล์มได้ยาว 120 เมตร
- การถ่ายรูปจะดำเนินไปโดยอัตโนมัติตามช่วงระยะเวลาที่ตั้งไว้

## การแบ่งประเภทตามประเภทของกล้องถ่ายรูป

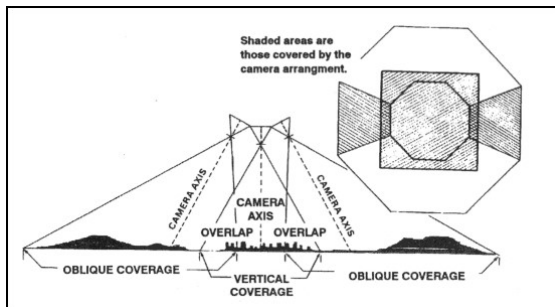
2. รูปถ่ายหลายเลนส์ (Multiple lens photograph)

รูปถ่าย 9 เลนส์ (Nine lens photograph)

รูปถ่ายไตรเมทโรกอน (Trimetrogon photograph)

รูปถ่ายแบบแกนทแยง (Convergent photograph)

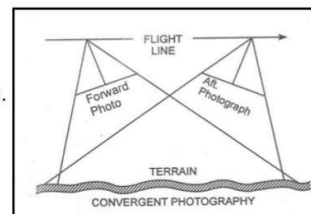
9-lens aerial mapping camera made by the Fairchild Aerial



Relationship of cameras to ground for trimetrogon photography (three cameras).

### Convergent Photographs

The convergent air photos are also oblique, but an area is simultaneously Photographed by two cameras.



## ประเภทของกล้องถ่ายรูปทางอากาศ

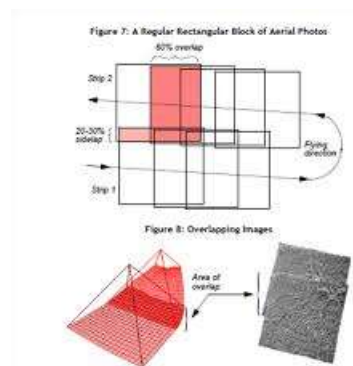
### กล้องถ่ายรูปแบบจำกัดภาพหลายแบน (Multiband frame camera)

- กล้องแบบนี้มีลักษณะพื้นฐานเหมือนกล้องถ่ายรูปแบบกรอบชนิดเลนส์เดี่ยว แต่มีสองเลนส์ หรือมากกว่า
- ถ่ายรูปได้ สองรูปหรือมากกว่าได้พร้อมๆกัน
- ซึ่งกล้องชนิดนี้ ยังมีอีกหลายแบบซึ่งแต่ละแบบจะคล้ายกันตรงที่เมื่อถ่ายรูป 1 ครั้งจะได้รูปตั้ง 1 รูป และรูปแนวเฉียงประกอบด้วยพร้อมกัน ส่วนการจะได้รูปแบบใดขึ้นอยู่กับว่าใช้กล้องชนิดใด และจะได้จำนวนกี่รูป ขึ้นอยู่กับว่ามีกล้องติดอยู่ที่ตัวด้วย
- เช่นกล้อง 9 เลนส์ จะได้รูปแนวตั้ง 1 รูป และได้รูปแนวเฉียงต่ำอีก 8 รูป , กล้องไตรมี-โตรากอน เมื่อถ่าย 1 ครั้ง จะได้ รูปแนวตั้ง 1 รูป และรูปแนวเฉียงสูงอีก 2 รูป

## การแบ่งประเภทตามประเภทของกล้องถ่ายรูป

### 3.รูปถ่ายแบบแถบ (Strip photograph)

รูปถ่ายภูมิประเทศได้แนวจินเป็นแถบติดต่อกันไป



<https://www.emaze.com/@AORILIII/Brainstorm>

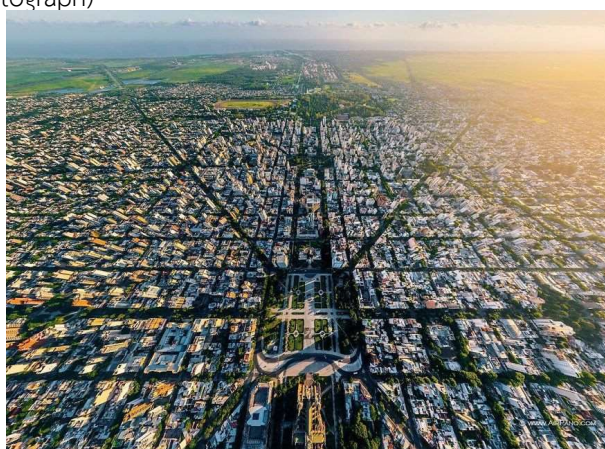
## ประเภทของกล้องถ่ายรูปทางอากาศ

### กล้องถ่ายรูปตามแนวนบิน (Strip camera)

- เป็นกล้องถ่ายรูปภูมิประเทศได้แนวนบินเป็นแถบติดต่อกันไป
- ซีตเตอร์ของกล้องเปิดไว้ตลอดเวลาที่ทำการถ่ายรูป
- ฟิล์มที่ถ่ายรูปจะเคลื่อนผ่านช่องแคบๆ ที่เปิดรับภาพตรงระนาบโฟกัสไปด้วยอัตราเร็วเท่ากับความเร็วของภาพบนพื้นดินที่ผ่านระนาบโฟกัส

## การแบ่งประเภทตามประเภทของกล้องถ่ายรูป

### 4. รูปถ่ายแบบจอกว้าง (Panoramic photograph)





## ประเภทของกล้องถ่ายภาพทางอากาศ

กล้องถ่ายภาพบริเวณกว้าง (Panoramic camera)

- เป็นกล้องชนิดที่ถ่ายรูปภูมิประเทศเป็นแถบจากขอบฟ้าหนึ่งถึงอีกขอบฟ้าหนึ่งในแนวที่ขวางกับแนวจับ
- มีอยู่ 2 แบบ แบบใช้เลนส์หมุนได้กวาดภาพ และแบบที่ใช้ปริซึมหมุนได้ติดที่หน้าเลนส์

## ประเภทของรูปถ่ายทางอากาศ

### การแบ่งประเภทตามประเภทของเลนส์ถ่ายรูป

1. รูปถ่ายมุมแคบ (Narrow Angle Photography)
2. รูปถ่ายมุมปกติ (Normal Angle Photography)
3. รูปถ่ายมุมกว้าง (Wide Angle Photography)
4. รูปถ่ายมุมกว้างพิเศษ (Super Wide Angle Photography)

#### 2.1 ความยาวโฟกัส (Focal Length)

ความยาวโฟกัสของเลนส์ คือระยะจากเลนส์ไปยังแผ่นฟิล์ม กล้องถ่ายรูปทางอากาศที่ถ่ายภาพขนาด 23x23 เซนติเมตร หรือขนาด 9x9 นิ้ว หรืออาจใช้เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสที่แตกต่างกันได้และเลนส์แต่ละอันจะให้ภาพคมชัด

ที่บริเวณเนื้อที่ของภาพเช่นเดียวกัน สำหรับความยาวโฟกัสที่ใช้ปกติ คือ

- ขนาด 152 มิลลิเมตร (ประมาณ 6 นิ้ว) สำหรับถ่ายภาพมุมกว้าง
- ขนาด 305 มิลลิเมตร (ประมาณ 12 นิ้ว) สำหรับถ่ายมุมปกติ
- ขนาด 610 มิลลิเมตร (ประมาณ 24 นิ้ว) สำหรับถ่ายภาพมุมแคบ

## การแบ่งประเภทตามประเภทของเลนส์ถ่ายรูป

1. รูปถ่ายมุมแคบ (Narrow Angle Photography)

เป็นรูปถ่ายที่ได้จากกล้องที่มีเลนส์มุมแคบ ซึ่งในกรณีที่ใช้ฟิล์มขนาด 9x9 นิ้ว จะมีมุมทัศนียภาพ  $30^{\circ}$  และความยาวโฟกัสของเลนส์อยู่ในช่วง 600 มม.

2. รูปถ่ายมุมปกติ (Normal Angle Photography)

เป็นรูปถ่ายที่ได้จากกล้องที่มีเลนส์มุมปกติ ( $50-70^{\circ}$ ) ซึ่งในกรณีที่ใช้ฟิล์มขนาด 9x9 นิ้ว จะมีมุมทัศนียภาพ  $51^{\circ}$  และความยาวโฟกัสของเลนส์อยู่ในช่วง 305 มม.

## การแบ่งประเภทตามประเภทของเลนส์ถ่ายรูป

### 3. รูปถ่ายมุมกว้าง (Wide Angle Photography)

เป็นการถ่ายรูปถ่ายโดยกล้องที่มีเลนส์แบบมุมกว้าง ในกรณีที่ใช้ฟิล์มขนาด 9×9 นิ้ว จะมีมุมทัศนียภาพ 90 ° และมีความยาวโฟกัสประมาณ 150 มม.

### 4. รูปถ่ายมุมกว้างพิเศษ (Super Wide Angle Photography)

เป็นการถ่ายรูปถ่ายโดยกล้องที่มีเลนส์แบบมุมกว้าง ในกรณีที่ใช้ฟิล์มขนาด 9×9 นิ้ว จะมีมุมทัศนียภาพ 120 ° และมีความยาวโฟกัสประมาณ 150 มม.

## ประเภทของรูปถ่ายทางอากาศ

### การแบ่งประเภทตามแกนของกล้องถ่ายรูปทางอากาศ

เป็นการแบ่งประเภทตามแกนของกล้องถ่ายรูปที่ทำมุมกับระนาบพื้นผิวของโลก โดยสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การถ่ายรูปในแนวตั้ง (Vertical or Nadir photography)
2. การถ่ายรูปในแนวเฉียง (Oblique photography)

## การแบ่งประเภทตามแกนของกล้องถ่ายรูปทางอากาศ

### 1. การถ่ายรูปในแนวตั้ง (Vertical or Nadir photography)

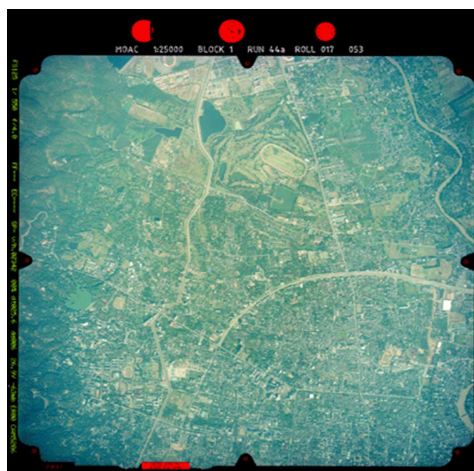
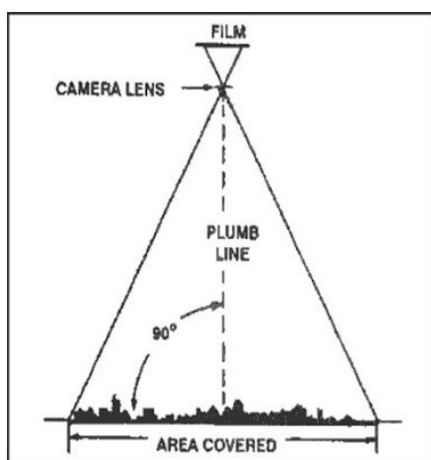
รูปถ่ายที่ถ่ายมาในสภาพที่แกนของกล้องถ่ายรูปอยู่ในแนวตั้ง หรือใกล้เคียงกับแนวตั้ง ถ้าแกนของกล้องถ่ายรูปอยู่ในแนวตั้งจริงๆ รูปถ่ายที่ได้จะเรียกว่า รูปถ่ายตั้งจริง (Truly vertical photography)

แต่ในการถ่ายรูปทางอากาศเป็นการยากที่ทำให้กล้องอยู่ในแนวตั้งจริงๆ เพราะเครื่องบินจะเอียงไปในขณะถ่ายรูป

ถ้าแกนของกล้องเอียงไปจากแนวตั้งโดยมิได้ตั้งใจ รูปถ่ายที่ได้เรียกว่า รูปถ่ายเอียง (Tilted photography)

ตามปกติการเบนไปของแกนกล้องจากแนวตั้ง ไม่ควรเกิน 4 องศา (Tilted Angle  $4^{\circ}$ )

## การถ่ายรูปในแนวตั้ง (Vertical or Nadir photography)



## การแบ่งประเภทตามแกนของกล้องถ่ายรูปทางอากาศ

### 2.การถ่ายรูปในแนวเฉียง (Oblique photography)

รูปถ่ายที่ได้จากการถ่ายด้วยกล้องที่ติดตั้งไว้ให้แกนของกล้องเบนไปจากแนวดิ่ง (มีมุมเอียงเกิน  $4^{\circ}$ ) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

#### 1. รูปถ่ายเฉียงสูง (High Oblique photography)

ในภาพจะมีเส้นขอบฟ้า หรือแนวขอบฟ้ารวมอยู่ด้วย

#### 2. รูปถ่ายเฉียงต่ำ (Low Oblique photography)

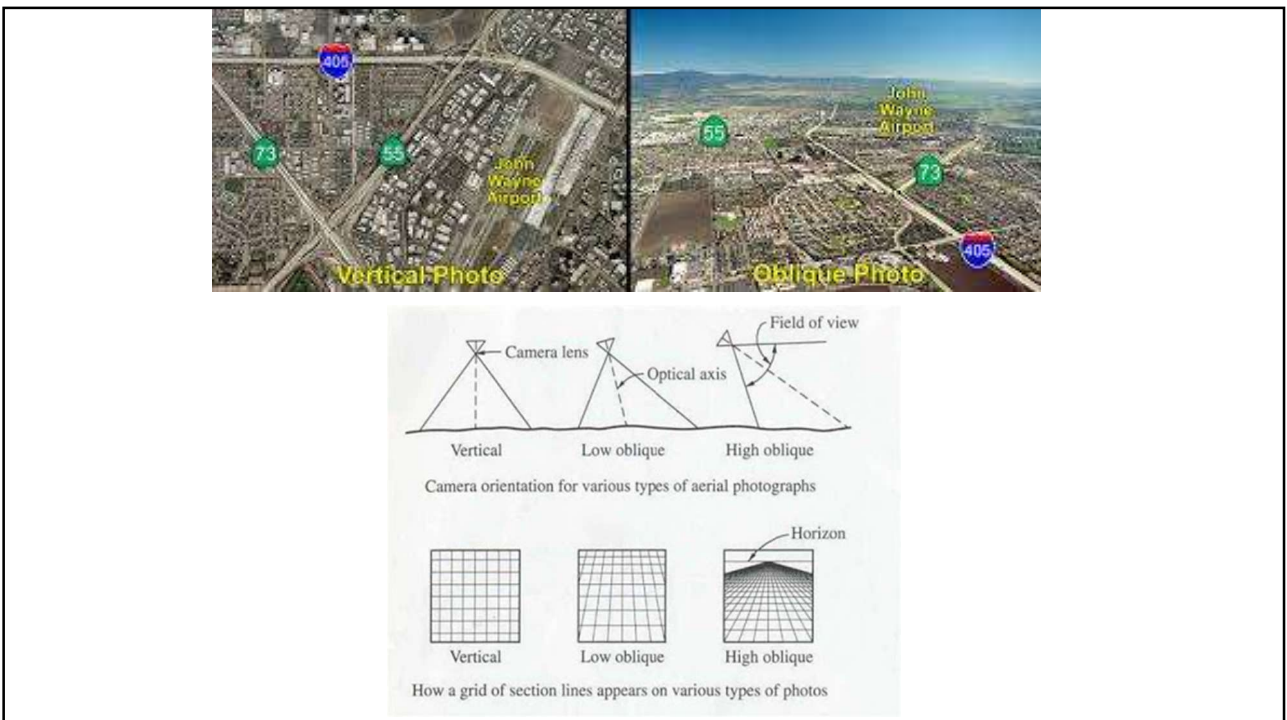
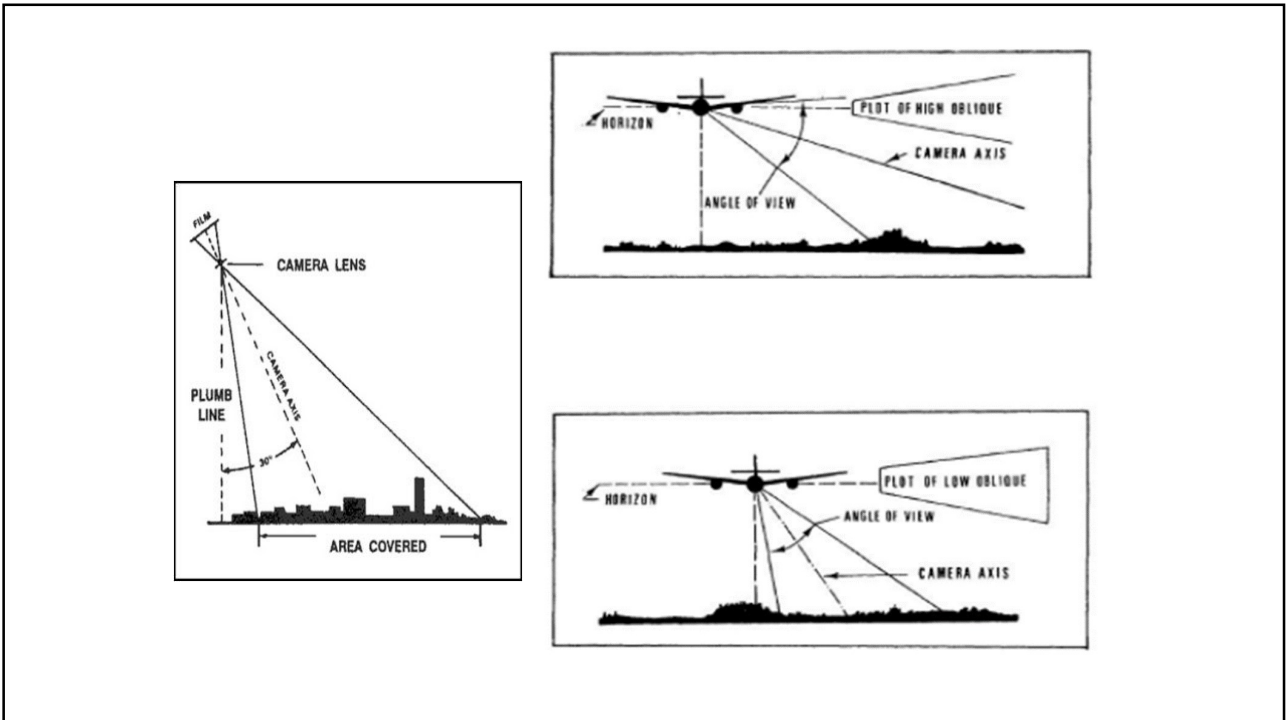
ในภาพจะไม่มีเส้นขอบฟ้า หรือแนวขอบฟ้ารวมอยู่ด้วย

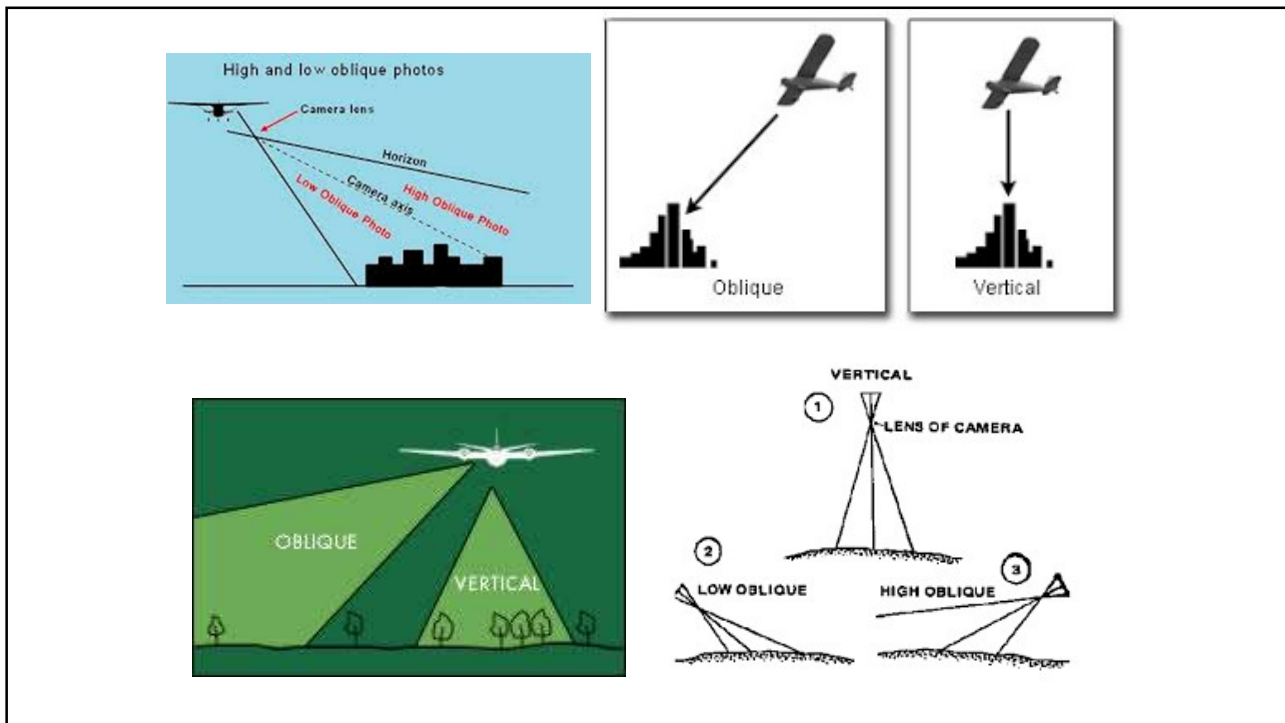
EXAMPLE OF HIGH-OBLIQUE  
AEROPHOTOGRAPHY



EXAMPLE OF LOW-OBLIQUE  
AEROPHOTOGRAPHY

<https://itechcraft.com/drone-software/aerophotography/>





## ข้อได้เปรียบ-เสียเปรียบระหว่างรูปแนวตั้งและแนวเฉียง

### รูปถ่ายแนวตั้ง

เป็นที่นิยมมากกว่ารูปถ่ายแนวเฉียง มีความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตปรากฏบนภาพน้อยกว่าแนวเฉียง และสามารถตรวจสอบควบคุมการทำงานของกล้องที่ถ่ายแนวตั้งได้สะดวกกว่าแนวเฉียง โดยเฉพาะการกำหนดแนวถ่ายและพื้นที่ครอบคลุมในการถ่ายแต่ละครั้ง

### รูปถ่ายแนวเฉียง

- จะครอบคลุมพื้นที่ในการถ่ายต่อครั้งได้มากกว่าการถ่ายในแนวตั้งลงมาก ทำให้เหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลในพื้นที่กว้าง เช่น ภาพทิวทัศน์ และสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ
- จะให้ภาพที่ใกล้เคียงการมองด้วยสายตาของคนเรามากกว่า ทำให้เราจำแนกรายละเอียดหลักๆ บนภาพได้ง่ายกว่าการถ่ายจากแนวตั้ง

## ประเภทของรูปถ่ายทางอากาศ

การแบ่งรูปถ่ายทางอากาศตามลักษณะการใช้งาน มีดังนี้

1. รูปถ่ายเดี่ยว (Single photograph)
2. รูปถ่ายเป็นแถบ (Strip photograph)
3. รูปถ่ายเป็นกลุ่ม (Block photograph)

## การแบ่งรูปถ่ายทางอากาศตามลักษณะการใช้งาน

1. รูปถ่ายเดี่ยว (Single photograph)

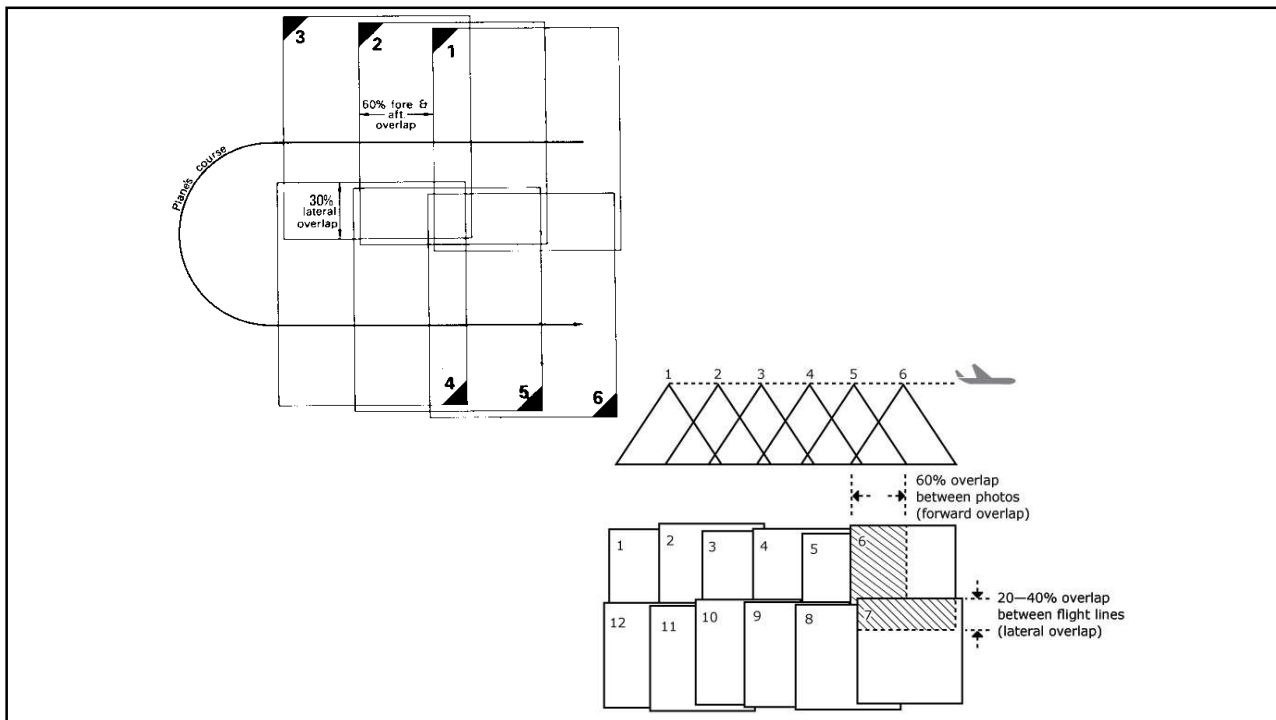
เป็นรูปถ่ายที่ครอบคลุมพื้นที่ที่สำรวจศึกษาทั้งหมดภายในรูปเดียว ซึ่งกรณีสามารถจะเกิดขึ้นได้ถ้าพื้นที่นั้นมีขนาดเล็ก หรือมาตราส่วนของรูปถ่ายจะต้องมีขนาดเล็ก

2. รูปถ่ายเป็นแถบ (Strip photograph)

เป็นรูปถ่ายที่ทำการบินถ่ายเพียงแนวบินเดียวเหนือพื้นที่สำรวจ และรูปถ่ายในแนวบินนั้นจะต้องมีส่วนซ้อนกันด้วย รูปถ่ายทางอากาศประเภทนี้มักใช้ในการสำรวจเส้นทาง ถนน ทางรถไฟ แม่น้ำ เป็นต้น

3. รูปถ่ายเป็นกลุ่ม (Block photograph)

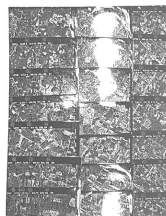
เป็นรูปถ่ายที่ได้จากการบินถ่ายพื้นที่กว้างใหญ่ โดยมีหลายแนวบินซ้อนกันแต่ละแนวบิน และส่วนเกยระหว่างแนวบิน



## ตัวอย่างรูปถ่ายทางอากาศแบบเป็นกลุ่ม



ตัวอย่างรูปถ่ายทางอากาศแบบเป็นกลุ่ม



ตัวอย่างรูปถ่ายทางอากาศแบบเป็นกลุ่ม

## การบินถ่ายภาพทางอากาศ

การบินถ่ายภาพทางอากาศนี้มีองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

- 3.3.1 รูปถ่ายเหลื่อมล้ำ
- 3.3.2 ดัชนีแนวบิน (Flight Line Index)

## การบินถ่ายภาพทางอากาศ

### รูปถ่ายเหลื่อมล้ำ

การบินถ่ายภาพทางอากาศเพื่อครอบคลุมพื้นที่หนึ่งๆ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ

- ขนาดของมุมรับภาพ (กล้องแบบมุมกว้างจะสามารถถ่ายภาพพื้นที่ได้มากกว่ากล้องแบบมุมธรรมดา)
- ระยะสูงบินของเครื่องบิน (เมื่อบินถ่ายภาพในระยะสูงขึ้นก็จะถ่ายภาพคลุมพื้นที่ได้มากขึ้นแต่มาตราส่วนจะเล็กลงไปด้วย)

## รูปถ่ายเหลื่อมล้ำ

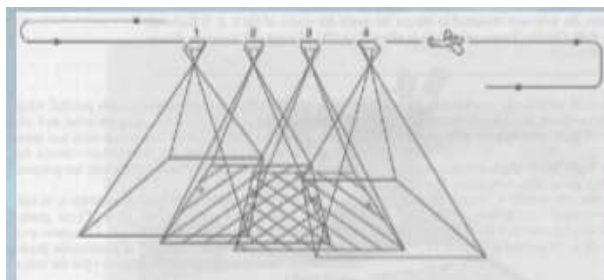
การถ่ายภาพจะบินถ่ายรูปเป็นแนวนานกันตามแนวบิน (Flight Line) และรูปถ่ายทางอากาศที่อยู่ต่อเนื่องกันในแต่ละแนวบินจะคลุมพื้นที่เหลื่อมกันหรือซ้อนกันเป็นบางส่วน แยกออกเป็น 2 ลักษณะ

1. ส่วนซ้อน (Overlap or Endlap)
2. ส่วนเกย (Sidelap)

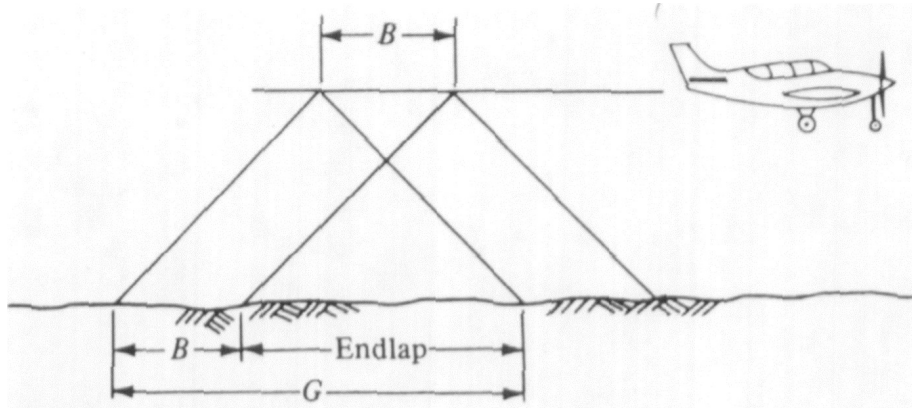
## รูปถ่ายเหลื่อมล้ำ

ส่วนซ้อน (Overlap or Endlap)

เป็นการถ่ายรูปที่มีความเหลื่อมกันตามแนวบิน ซึ่งปกติจะมีขนาดที่ซ้อนกันประมาณร้อยละ 55 - 65 โดยทั่วไปจะอยู่ที่ร้อยละ 60 ส่วนมีบางกรณีเท่านั้นที่จะมีการถ่ายรูปให้พื้นที่ซ้อนกันมากกว่านี้



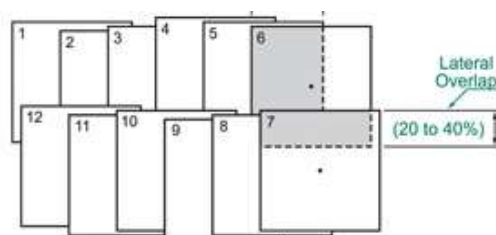
## ส่วนซ้อน (Overlap or Endlap)



<https://www.e-education.psu.edu/geog892/node/657>

## รูปถ่ายเหลื่อมล้ำ

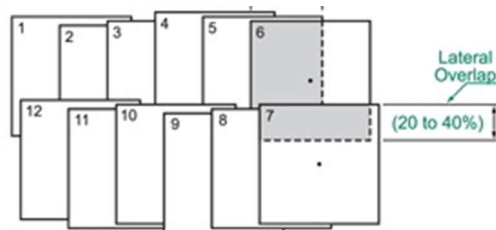
การถ่ายรูปในลักษณะนี้จะทำให้ ระหว่างรูปที่ 1 และ 3 ยังมีส่วนพื้นที่ซ้อนกันอยู่ร้อยละ 10 ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าแม้จะถ่ายภาพที่ 2 ขาดไปหนึ่งภาพ การถ่ายภาพก็ยังครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด แต่รูปที่ 1 และ 3 นั้น จะไม่ใช่รูป Stereo Pair ในงานโฟโตแกรมเมตรี เนื่องจากมีส่วนเหลื่อมล้ำกันเพียงเล็กน้อย



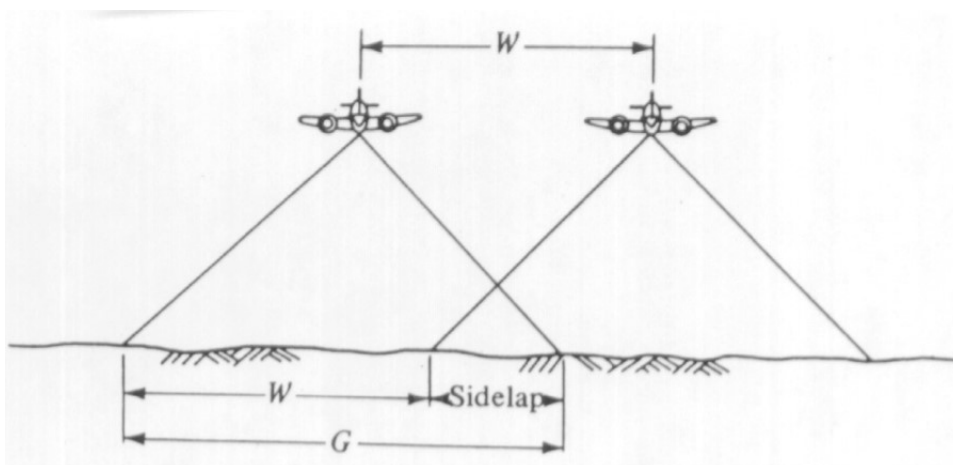
## รูปถ่ายเหลื่อมล้ำ

ส่วนเกย (Sidelap)

เป็นการถ่ายรูปให้มีความเหลื่อมกันในแต่ละแนวนหรือแนวนข้างเคียง ซึ่งจะมีขนาดที่เกยกันประมาณร้อยละ 15 - 35

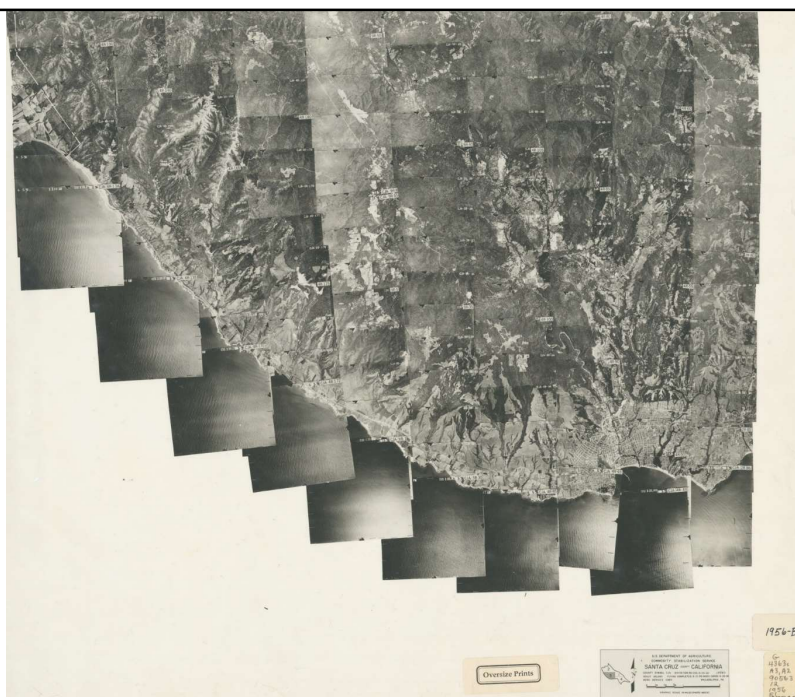


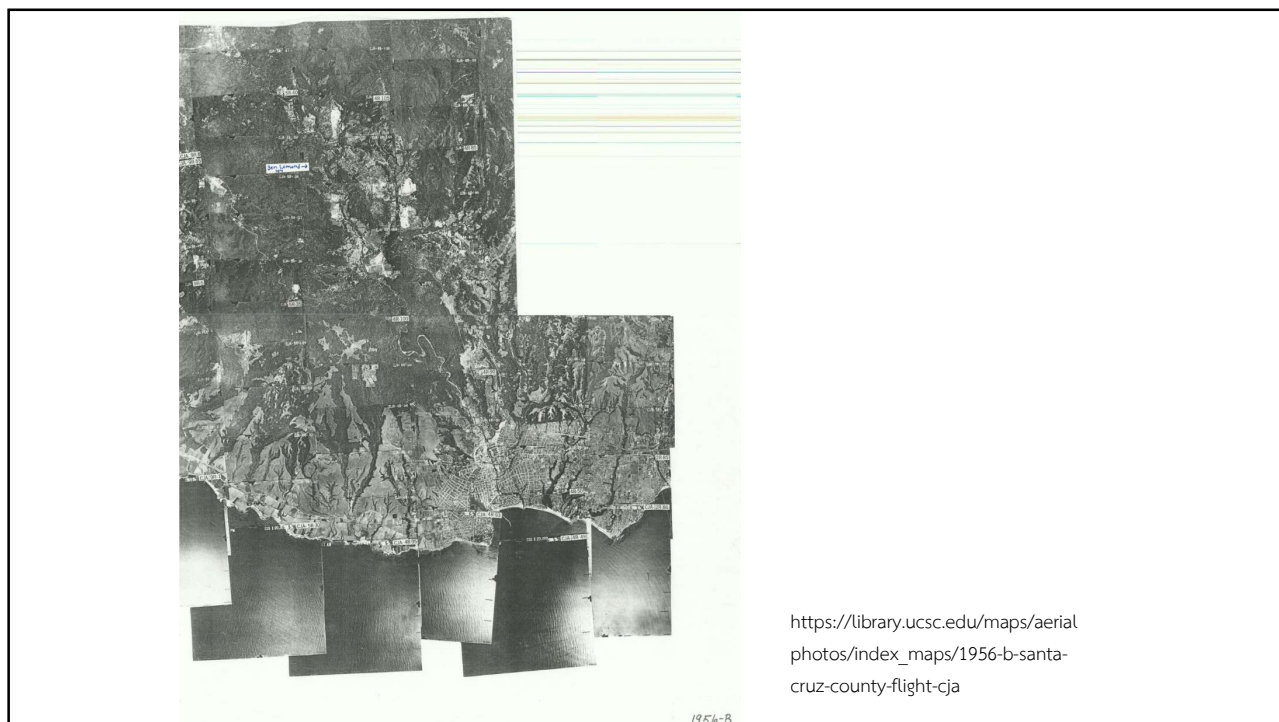
ส่วนเกย (Sidelap)



## ดัชนีแนวบิน (Flight Line Index)

- เป็นการทำเอกสารเพื่อแสดงถึงลักษณะในการบินถ่ายภาพทางอากาศ โดยส่วนใหญ่จะเป็นรูปถ่ายประเภทกลุ่มที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา
- ทำให้ทราบถึงทิศทางการวางตำแหน่งของรูปถ่ายทางอากาศในแนวบิน และสามารถสืบค้นหารูปถ่ายหมายเลขใดที่ครอบคลุมในพื้นที่จะศึกษา





## ประโยชน์ของรูปถ่ายเหลื่อมล้ำ

- เพื่อตรวจสอบว่าการบินถ่ายภาพทางอากาศในพื้นที่ใดๆ มีการถ่ายรูปครอบคลุมพื้นที่ทำงานได้ทั้งหมดพื้นที่
- ในส่วนของพื้นที่ที่มีการถ่ายซ้อนกันสามารถนำมาใช้ในการมองภาพสามมิติหรือภาพทรวดทรง (Stereomodel) ซึ่งเป็นเทคนิคหรือวิธีการที่ใช้ในการแปลเพื่อศึกษาตีความข้อมูลต่างๆ ในรูปให้เกิดความถูกต้องมากยิ่งขึ้น
- เพื่อใช้ในการขยายปริมาณหมวดหลักฐานในงานคำนวณการสำรวจด้วยรูปถ่ายทางอากาศ (photogrammetry)

### การแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

การแปลภาพด้วยสายตาเป็นเทคนิคที่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญเป็นอย่างมาก เนื่องจากภาพถ่ายที่ใช้มักมีความแตกต่างจากภาพถ่ายที่เราพบตามปกติหลายด้าน เช่น

1. ภาพถ่ายที่แปลส่วนใหญ่เป็นภาพถ่ายในแนวดิ่ง ต่างจากภาพปกติซึ่งมักจะถูกถ่ายในแนวระดับ หรือจากพื้นดินขึ้นไป ทำให้เราแปลภาพได้ยากขึ้น

2. ภาพจำนวนมากไม่ใช่ภาพในช่วงแสงขาวที่สายตาของเราคุ้นเคย ทำให้การแปลภาพต้องทำด้วยความรอบคอบ เพราะพื้นที่หรือวัตถุแบบเดียวกัน ตรวจจับในช่วงคลื่นต่างกัน อาจมีลักษณะที่ปรากฏแตกต่างกัน

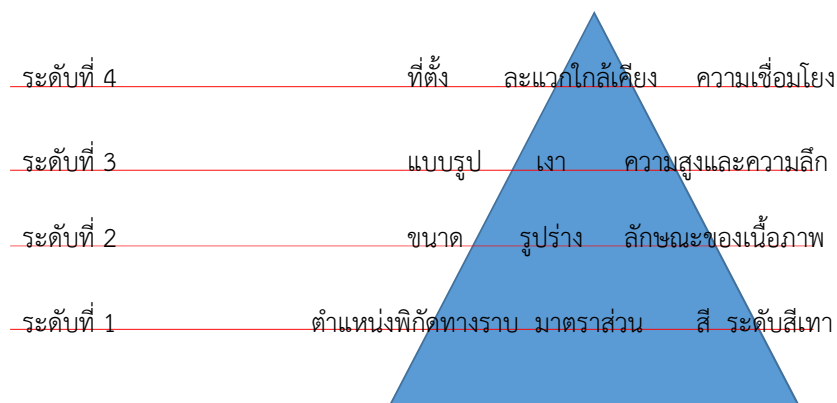
### การแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

3. ภาพที่ใช้มักมีมาตราส่วนและความละเอียดเชิงพื้นที่ต่ำกว่าที่เราพบในปกติ ทำให้จำแนกรายละเอียดของภาพได้ยากขึ้น โดยเฉพาะภาพที่ถ่ายจากดาวเทียมและภาพที่มีความคลาดเคลื่อนเชิงรังสี และเชิงเรขาคณิตปรากฏอยู่สูง

เทคนิคการแปลตีความด้วยสายตากับรูปถ่ายทางอากาศนั้นนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการแปลด้วยการมองเห็นภาพสามมิติ (Stereoscopic Vision) การแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศด้วยตาเปล่าจำเป็นต้องนำหลักเกณฑ์ต่างๆ เช่น สี รูปร่าง แบบรูป ฯลฯ มาประกอบเพื่อช่วยในการตัดสินใจ สามารถจัดเป็นระดับความซับซ้อน ได้ 4 ระดับ ดังนี้

## การแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

ระดับความซับซ้อน (Degree of Complexity)



## การอ่านและแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

การอ่านและแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้ข้อมูลที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง จำแนกได้ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การอ่านรูปถ่ายทางอากาศ (Aerial-Photo Reading)
2. การแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ (Aerial-Photo Interpretation)

## การอ่านและแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

### การอ่านรูปถ่ายทางอากาศ (Aerial-Photo Reading)

เป็นขั้นตอนแรกของการศึกษาการตีความจากรูปถ่ายทางอากาศ ในขั้นนี้ผู้ใช้ต้องการเพียงแค่อ่านให้รู้ว่ารายละเอียดหรือวัตถุที่เห็นในรูปถ่าย มีรูปร่าง ขนาดเป็นอย่างไร

การมองให้เห็นรูปร่าง ลักษณะต่างๆ นั้นย่อมจะเกิดจากการสังเกตวัตถุหรือรายละเอียดต่างๆ ที่ปรากฏในรูปถ่ายโดยตรง การอ่านรูปถ่ายทางอากาศแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

## การอ่านและแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

### ขั้นตอนการอ่านรูปถ่ายทางอากาศ

1.การตรวจพบ (Detection) เป็นการเห็นหรือรับรู้ว่ามีวัตถุหรือรายละเอียดต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ภายในรูปถ่าย

2.การรู้จัก (Recognition) จากลักษณะต่างๆ ในรูป เช่น รูปร่าง ขนาด ความหยาบละเอียด และคุณลักษณะอื่นๆ ที่จะช่วยให้ผู้ใช้ภาพถ่ายจำวัตถุหรือรายละเอียดที่คุ้นเคยในรูปได้

3.การพิสูจน์ทราบ (Identification) เมื่อผู้ใช้เห็นและคุ้นเคยกับสิ่งที่ปรากฏในรูปถ่ายก็จะบอกได้ว่าวัตถุหรือรายละเอียดที่ปรากฏบนรูปถ่ายเป็นอะไร มีชื่อเฉพาะอย่างไร มีชื่อเรียกว่า บ้าน ถนน แม่น้ำ ภูเขา เป็นต้น

## การอ่านและแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

### การแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ (Aerial-Photo Interpretation)

เป็นขั้นตอนที่ผู้ใช้รูปถ่ายต้องการรู้ให้ลึกซึ้งกว่าการอ่านรูปถ่ายทางอากาศ ในขั้นนี้ผู้ใช้ต้องการทราบถึงความหมายของสิ่งที่เห็นในรูป การแปลรูปถ่ายทางอากาศอาจประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

## การอ่านและแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

1) การวิเคราะห์ (Analysis) ในขั้นตอนนี้ผู้ใช้รูปถ่ายจะต้องเลือกวัตถุหรือข้อมูลรายละเอียดที่ต้องการวิเคราะห์จากในรูป ซึ่งขึ้นอยู่กับว่ารูปถ่ายนั้นถ่ายเพื่อใช้ในงานด้านใด เช่น ถ่ายเพื่อศึกษาลักษณะภูมิประเทศ นักธรณีสัณฐานก็อาจจะวิเคราะห์เกี่ยวกับรูปแบบการระบายน้ำ สันปันน้ำ เป็นต้น โดยจะมีการสร้างคำอธิบาย (Legend) ให้สัมพันธ์กับจุดประสงค์ของงานนั้นๆ และทำการลากขอบเขต (Boundary) ของสิ่งที่เหมือนกันบนรูปถ่ายตามคำอธิบายที่สร้างขึ้นโดยอาศัยลักษณะต่างๆ ในรูปถ่ายทางอากาศเข้าช่วย สิ่งสำคัญคือในการลากขอบเขตผู้แปลจะต้องทำอย่างมีหลักเกณฑ์ไม่ใช่เกิดจากการสุ่ม

## การอ่านและแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

2) การจำแนก (Classification) งานแปลรูปถ่ายอาจจะสิ้นสุดที่การวิเคราะห์ก็ได้หากตั้งจุดหมายว่า การศึกษารูปถ่ายจะ ทำเพียงแค่การวิเคราะห์เท่านั้น หรือเพราะข้อมูลประกอบอื่นๆ จะต้องได้มาด้วยการออกภาคสนาม เมื่อมีความจำเป็นต้องทำการเปรียบเทียบแต่ละหน่วยที่ทำการลากขอบเขตขึ้นแล้วจะมีผลทำให้งานในขั้นตอนวิเคราะห์เกี่ยวข้องกับขั้นตอนต่อไป คือการจำแนก เช่น ในการพื้นที่เกษตรกรรม ผู้แปลต้องทำการจำแนกต่อไปว่า เป็นพื้นที่ที่ทำการปลูกอะไร เช่น ปลูกกล้วย ปลูกข้าวโพด ปลูกอ้อย เป็นต้น เมื่อสิ่งที่ศึกษาสังเกตเห็นได้ไม่ชัดเจน ในรูป ผู้แปลรูปถ่ายจำเป็นที่จะต้องทำการออกสนามเพื่อทำการตรวจสอบพื้นที่ (Ground Check) ในบริเวณที่ไม่แน่ใจ

## การอ่านและแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

3) การลงความเห็นโดยพิจารณาจากเหตุผล (Deduction) เป็นขั้นตอนสำหรับการตัดสินใจว่าวัตถุนั้นๆ เป็นอะไร ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรวมเอาการสังเกต และความรู้จากแหล่งต่างๆ พอจะ สามารถหาได้จากรูปถ่ายเพียงอย่างเดียว การลงความเห็นใช้เมื่อผู้แปลรูปถ่ายสามารถทำการสรุปได้จากการ นำการสังเกตของรูปถ่ายหลายๆ ด้านมาพิจารณาร่วมกัน

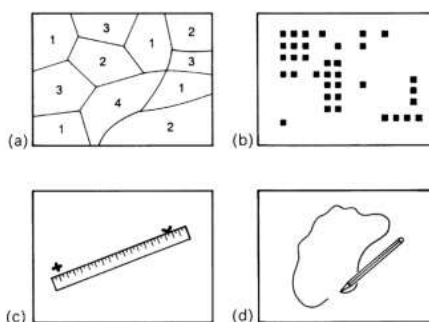
ในการปฏิบัติงานจริงๆ การลงความเห็นจะดำเนินไปพร้อมๆ กับขั้นตอนการพิสูจน์ทราบ การวิเคราะห์ การจำแนกมากกว่าจะเป็นขั้นตอนเอกเทศ ยกเว้นการตรวจพบเท่านั้นที่การลงความเห็นไม่ได้มีความสัมพันธ์ด้วย

## งานพื้นฐานในการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศด้วยสายตา

- 1) การจำแนกกลุ่มของข้อมูล (Classification) เป็นเรื่องของการแยกข้อมูลที่ปรากฏบนภาพออกเป็น กลุ่ม ๆ โดยใช้ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเป็นเกณฑ์เช่นจำแนกออกเป็นเขตที่อยู่อาศัยเขตเพาะปลูก หรือ เขตป่าไม้ เป็นต้น
- 2) การนับจำนวนของวัตถุหรือสถานที่ (Enumeration) เป็นการนับจำนวนขององค์ประกอบซึ่งแยกออกจากกันอย่างเห็นได้ชัดบนภาพ เช่นนับจำนวนบ้านที่เห็นซึ่งอาจแยกย่อยออกได้เป็น บ้านเดี่ยว บ้านกลุ่ม หรือ ตึกแถว เป็นต้น
- 3) การวัดขนาดบนภาพ (Image Measurement) ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ
  - ก) การวัดความสูงและระยะทาง (Height and Distance) และ
  - ข) การวัดระดับความเข้มของแสงบนภาพ (Brightness)

## งานพื้นฐานในการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศด้วยสายตา

- 4) การกำหนดขอบเขตของข้อมูล (Delineation) เป็นการสร้างกรอบหรือกำหนดขอบเขตให้กับข้อมูลแต่ละประเภทที่จำแนกออกมา ดังเช่น การหาขอบเขตของป่าไม้แต่ละประเภท หรือขอบเขตของการ เพาะปลูกพืชพรรณแต่ละชนิด เป็นต้น



## องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

ในการแปลภาพด้วยสายตาแต่ละครั้ง เราจะต้องคำนึงถึงหลักปฏิบัติเบื้องต้นหลายประการ ซึ่งจะช่วยให้การทำงานของเรามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งที่สำคัญคือการใช้สิ่งทีเรียกว่าเป็น “องค์ประกอบพื้นฐานของการแปล” (Interpretation Element) 8 ประการมาช่วยในการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของข้อมูลบนภาพ ได้แก่

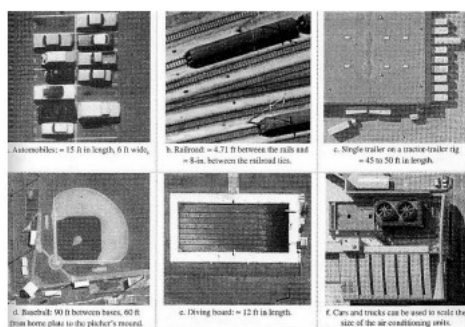
- |                   |                                |                               |
|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1.ขนาด (Size)     | 4.ระดับความเข้ม (Tone)         | 7.ที่ตั้ง (Site)              |
| 2.รูปร่าง (Shape) | 5.ลายเนื้อของพื้นผิว (Texture) |                               |
| 3.เงา (Shadow)    | 6.รูปแบบ (Pattern)             | 8.ข้อมูลใกล้เคียง (Situation) |

## องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

### ขนาด (Size)

ขนาด ของพื้นที่หรือของวัตถุที่ปรากฏบนภาพสามารถจะประมาณได้จากมาตราส่วนของภาพที่ใช้ โดยการคูณระยะที่วัดได้บนภาพกับมาตราส่วนที่ใช้เราจะได้ขนาดคร่าวๆของวัตถุนั้นออกมาซึ่งอาจทำให้เราพอคาดเดาได้ว่ามันควรหรือไม่ควรจะเป็นวัตถุใด

ขนาดของวัตถุต่างๆจะขึ้นอยู่กับความยาว ความกว้าง ความยาวเส้นรอบรูป และพื้นที่ การหาขนาดของวัตถุนั้นจำเป็นต้องทราบมาตราส่วนที่มีความถูกต้อง เช่น รูปถ่ายทางอากาศในมาตราส่วน 1:50,000 ทำให้เราทราบว่าระยะ 1 มิลลิเมตรบนรูปถ่ายๆ จะเป็นระยะทางจริงยาว 50 เมตรในภูมิประเทศ ดังนั้นถ้าขนาดของวัตถุที่ปรากฏบนรูปถ่ายๆมีขนาด 2x2 มม.<sup>2</sup> แสดงให้ทราบว่าขนาดของวัตถุบนผิวโลก เท่ากับ 100x100 ม.<sup>2</sup>

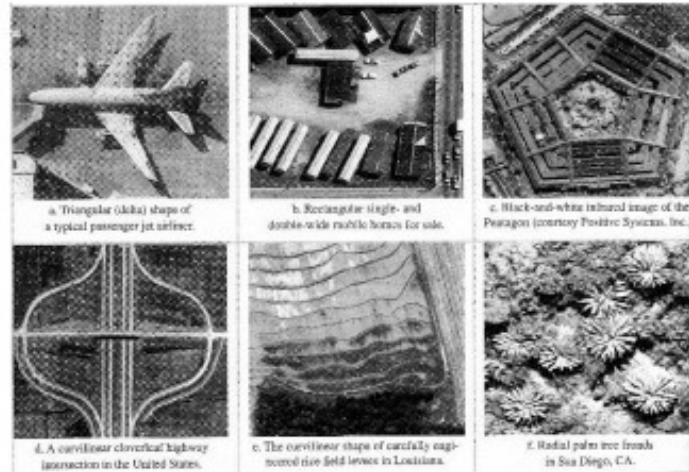


## องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

### รูปร่าง (Shape)

คือ รูปทรงหรือลักษณะโครงสร้างที่ปรากฏภายนอกของวัตถุหรือพื้นที่ ซึ่งอาจจะมีลักษณะจำเพาะของตนเอง ซึ่งถ้าเราทราบมาก่อน ก็จะทำให้การแปลภาพของเราทำได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตาม รูปร่างดังกล่าวมักเป็นรูปร่างจากการมองลงในแนวดิ่ง ดังนั้นมันจึงอาจแตกต่างจากที่เรามองเห็นในแนวระดับมากพอควร

รูปร่างของวัตถุจะแตกต่างกันไปตามประเภทของวัตถุนั้นๆ ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และเป็นวัตถุที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมา (Man - made features) ส่วนใหญ่ของวัตถุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจะมีรูปร่างที่ไม่แน่นอน เช่น บึง อ่าว เกาะ แม่น้ำ ทุ่งหญ้า ฯลฯ ซึ่งจะมีเป็นส่วนน้อยที่มีรูปร่างที่แน่นอน มองในลักษณะแบบนกอมอง (Bird's eye view) จะเห็นทรงพุ่มของต้นไม้บางชนิดมีรูปร่างกลม เช่น คน ศาล มะพร้าว ปาล์ม เนินทราย รูปโค้ง ทะเลสาบรูปแอกว (Oxbow Lake)



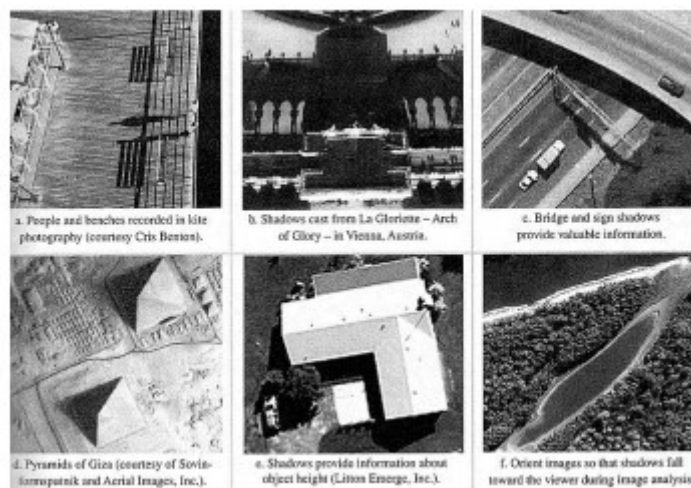
## องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

### เงา (Shadow)

เงาของวัตถุอาจถือได้ว่าเป็นอุปสรรคในการแปลตีความหมายของข้อมูล เนื่องจากมันเป็นเขตที่อับสัญญาณรับภาพของวัตถุทำให้เรามองไม่เห็นรายละเอียดของพื้นที่ที่มีนปกคลุมอยู่ ทำให้มีโอกาสในการแปลข้อมูลผิดพลาดสูง

อย่างไรก็ตาม บางครั้งเงาของวัตถุอาจจะให้ข้อมูลบางอย่างที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาของเราได้ อย่างเช่นความสูงโดยประมาณของตึกหรืออาคารสูงต่าง ๆ เป็นต้น รวมถึงข้อมูลรูปร่างด้านข้างของวัตถุสูง บางชนิด เช่น สะพาน หอคอย กำแพง ซึ่งโดยทั่วไปมักสังเกตรายละเอียดได้ยากจากการมองลงในแนวดิ่ง

วัตถุที่สูงจะมีเงาที่ยาวกว่าวัตถุที่สั้นเงาจะช่วยให้การแปลตีความรูปถ่ายฯ มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นในบางกรณี ตัวอย่างเช่น เงาที่เกิดจากเสาไฟฟ้าที่ต่างลำดับศักย์ (เช่น เสาไฟฟ้าที่อยู่สองฟากถนนจะมีเงาสั้นกว่าเสาไฟฟ้าของสายส่งศักย์สูง) เงาที่เกิดจากอาคารสูง



## องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

### ระดับความเข้ม (Tone)

ในที่นี้หมายถึงระดับความเข้มทั้งในแบบขาวดำหรือระดับสีเทา และแบบสีของวัตถุหรือพื้นที่ซึ่งปรากฏในภาพ ทั้งนี้ระดับความเข้มแสงเซลล์ภาพจะขึ้นอยู่กับความเข้มของรังสีที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิวของเซลล์นั้นเป็นหลัก โดยถ้ามีความสว่างมากหมายถึงมีรังสีสะท้อนออกมามาก แต่ถ้าสว่างน้อยหมายถึงมีรังสีสะท้อนออกมาน้อย

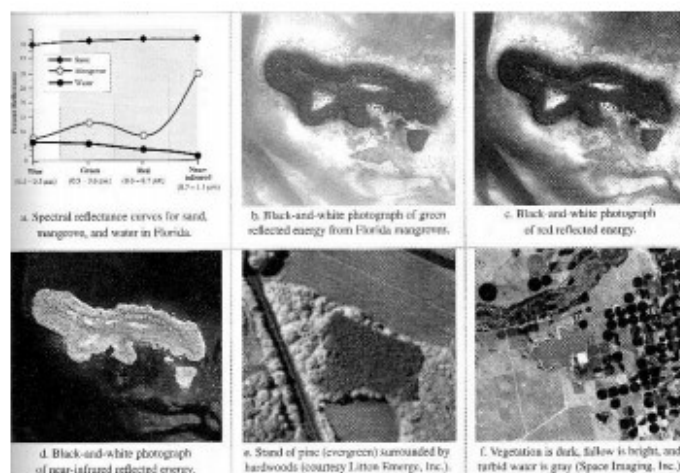
**ระดับสีเทา** คือ ความแตกต่างระหว่างส่วนมืด (Darkness Part) ที่มีค่า DN - 0 และส่วนสว่าง (Brightness IPart) ที่มีค่า IDN 255 ของแม่สีใดสีหนึ่ง

**สี** คือ คลื่นที่มีความยาวอยู่ในช่วงที่ตามนุษย์มองเห็น (Visible bands) ที่มีความยาวคลื่นระหว่าง 0.4 ถึง 0.7 ไมครอน โดยที่ช่วงคลื่น 0.4-0.5 ไมครอนจะมีสีน้ำเงิน (Blue) ช่วงคลื่น 0.5-0.6 ไมครอนจะมีสีเขียว (Green) และช่วงคลื่น 0.6-0.7 ไมครอน จะมีสีแดง (Red) เมื่อรวมสามแม่สีหลักนี้มาผสมกันในสัดส่วนเท่ากันจะได้ลูกบาศก์สี (Color cube) ที่มีความแตกต่างของสีถึง  $256^3$  หรือ 16,772,216 สี

## องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

การที่ตามนุษย์มองเห็นไปไม่เป็นสีเขียวเนื่องจากแม่สีหลักอีกสองสี คือ สีน้ำเงินและแดง ถูกดูดซับ (Absorb) โดยรงควัตถุ (Pigments) ต่างๆ ที่อยู่ภายในใบพืช หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่าพืชมีการสะท้อน (Reflectance) ช่วงคลื่น 0.5-0.6 ไมครอนได้ดีกว่าสีอื่นๆ

ในกรณีของบริเวณน้ำตื้นและน้ำลึกผู้ใช้รูปถ่ายทางอากาศสามารถจำแนกบริเวณทั้งสองออกจากกันได้โดยการสังเกตสีจางและสีเข้ม กล่าวคือบริเวณน้ำตื้นจะมีการสะท้อนแสงมากจะได้รูปถ่ายที่มีสีจาง ในทางตรงกันข้ามน้ำลึกจะดูดซับแสงได้ดีจึงมีค่าการสะท้อนแสงน้อย รูปถ่ายๆ บริเวณน้ำลึกจึงมีสีเข้ม



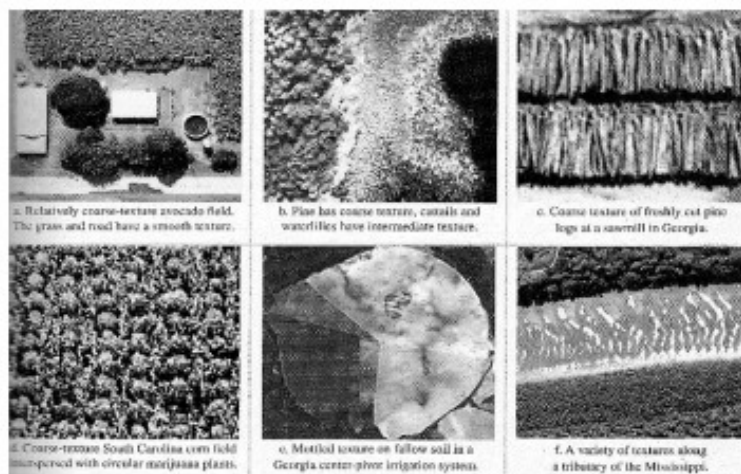
## องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

### ลายเนื้อของพื้นผิว (Texture)

เป็นลักษณะรูปแบบที่เกิดซ้ำๆกันของพื้นผิว ที่มองเห็นจากภายนอกได้อย่างเด่นชัด ซึ่งมักเกิดมาจากการผันแปรในความเข้มของแสงสะท้อน ที่ออกมาจากแต่ละส่วนของวัตถุหรือพื้นที่ศึกษา ซึ่งจะเห็นได้ชัดในกรณีของพื้นผิวที่ค่อนข้างขรุขระ (Rough Texture) เช่น ชั้นเรือนยอดของต้นไม้ (Forest Canopy) แต่สำหรับพื้นผิวที่ค่อนข้างเรียบ (Smooth Texture) ลวดลายของมันอาจไม่ปรากฏโดดเด่นมากนักเหมือนกับพวกพื้นผิวขรุขระ ทำให้บางครั้งจะสังเกตรูปแบบได้ยาก ซึ่งบางครั้งต้องคำนึงถึงลักษณะอื่นๆ มาประกอบด้วย เช่น ความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) ความเป็นวิวิธพันธ์ (Heterogeneous) ความขรุขระ (Coarse) ผิวเรียบ (Smooth) ผิวเรียบปานกลาง (Intermediate) เป็นต้น

## องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

โดยปกติการจำแนกประเภทของข้อมูลบนภาพโดยดูจากลายเนื้อของพื้นผิว จะเหมาะสำหรับการแปลด้วยสายตาของผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น เนื่องจากมันเป็นเรื่องที่ค่อนข้างซับซ้อนเกินกว่าที่จะให้คอมพิวเตอร์มาทำงานแทนได้ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิค “การจำแนกโดยใช้ลายเนื้อ (Texture Analysis)” ซึ่งพัฒนาขึ้นมาในซอฟต์แวร์ที่ประมวลผลภาพ (Image Processing)

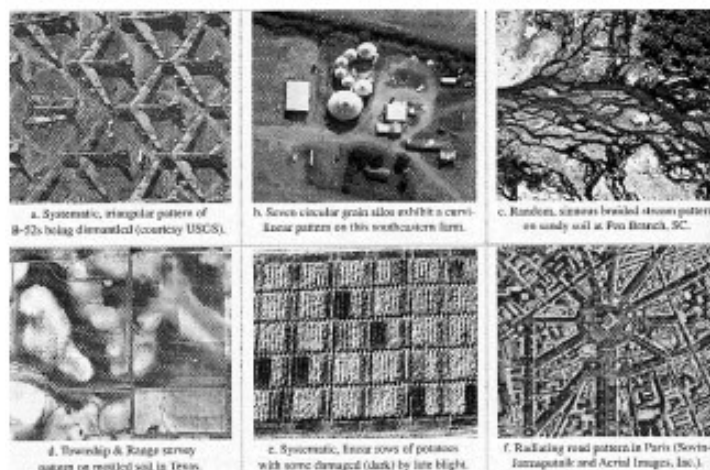


## องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

### รูปแบบ (Pattern)

แบบรูปเป็นการจัดวางเชิงพื้นที่ของวัตถุ การจัดวางนี้อาจอยู่ในลักษณะมีระบบ (Systematic) เช่น ไร่ สับปะรดและไร่อ้อย หรือแบบสุ่ม (Random) ซึ่งวัตถุนี้อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือมนุษย์สร้างขึ้น ลักษณะของวัตถุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

ลักษณะของวัตถุที่มนุษย์สร้างขึ้นมีหลายแบบรูปเช่น แบบรูปวงกลม เส้นตรง เส้นตั้งฉาก ทก เหลี่ยม เจ็ดเหลี่ยม แปดเหลี่ยม ส่วนโค้ง วงรีของอาคาร การปลูกสวนยางพาราเป็นแบบรูปขั้นบันไดใน บริเวณเนินเขาใน ภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย การปลูกกล้วยแบบตารางอย่างเป็นระเบียบ ในจังหวัดลำพูน เป็นต้น



## องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

### ที่ตั้ง (Site)

เนื่องจากวัตถุหรือสถานที่หลายแบบมักจะมีที่ตั้งจำเพาะหรือที่ตั้งที่ควรจะเป็นที่แตกต่างกัน ดังนั้น การทราบถึงตำแหน่งที่ปรากฏของวัตถุบนภาพ อาจช่วยทำให้การจำแนกชนิดของวัตถุทำได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะการจำแนกประเภทของพืชพรรณ ซึ่งมีปลูกมากในพื้นที่จำเพาะต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น ข้าว จะปลูกมากในที่ลุ่มน้ำท่วมถึงหรือเขตชลประทาน ส่วนสวนผลไม้มีปลูกไว้ใกล้ชุมชน เป็นต้น

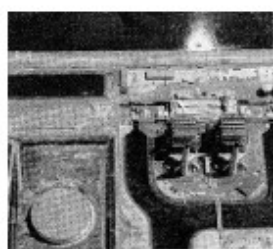
ที่ตั้งจะมีเอกลักษณ์ด้านกายภาพและ/หรือมีคุณลักษณะด้านเศรษฐกิจและสังคม

## องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

- คุณลักษณะด้านกายภาพของที่ตั้ง ได้แก่ ความสูง ความลาด (Slope) ทิศความลาด (Aspect) ประเภทของวัตถุ พืชคลุมดิน (เช่น พื้นที่โล่ง หญ้า ไม้พุ่ม ป่า ทางน้ำ ถนนลาดยาง อาคาร ฯลฯ)

- คุณลักษณะด้านเศรษฐกิจและสังคมของที่ตั้ง หมายถึง ราคาที่ดิน ระบบการถือครองที่ดิน ความ ใกล้ ไกลจากแหล่งน้ำ สถานที่ประวัติศาสตร์ เป็นต้น

ตัวอย่างเช่น โรงงานอุตสาหกรรมทำน้ำตาลทรายที่มีลักษณะของอาคารเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและ อยู่ติดลำน้ำใหญ่ฝั่งซ้าย ภายในโรงงานมีโกดัง ด้านหน้าของโรงงานติดกับถนนสายหลักและบริเวณ โดยรอบโรงงานเป็นไร่อ้อย และโรงกลองน้ำประปาที่ตั้งอยู่ริมคลองประปาสามเสนเพื่อความสะดวกต่อ การบำบัดน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นน้ำประปาเพื่อการบริโภค



a. Theresal electric Haynes Steam Plant in Long Beach, CA.



b. A sawmill with its associated piles of raw and finished lumber.



c. Vogtle Nuclear Power Plant near Augusta, GA.

## องค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการแปลตีความรูปถ่ายทางอากาศ

### ข้อมูลใกล้เคียง (Situation)

ลักษณะของพื้นที่หรือวัตถุใกล้เคียง ที่อาจช่วยในการจำแนกชนิดของวัตถุหรือพื้นที่ศึกษาได้ง่ายขึ้น เช่น เขตการค้าและธุรกิจควรประกอบไปด้วยถนนและตึกสูงอยู่มาก ส่วนเขตชุมชนควรมีบ้านเรือน โรงเรียน หรือ สนามเด็กเล่นปรากฏอยู่ สำหรับในทะเลควรมีเรือปรากฏอยู่เป็น เทคนิคนี้จะถูกใช้มากในการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศสำหรับใช้ในงานทางทหาร เช่นภาพถ่ายค่ายของศัตรู ซึ่งเรามักจะต้องวิเคราะห์รายละเอียด ตัวอาคารของโรงงานเลื่อยไม้จะต้องสัมพันธ์กับบริเวณที่วางท่อนซุงและบริเวณจัดวางไม้ที่แปรรูปแล้วอย่างมีระเบียบ ตัวอาคารของศาลากลางมักจะมีความสัมพันธ์กับการศาลจังหวัด ที่ทำการอำเภอมักจะมีสัมพันธ์กับการทำการตำรวจ ทหารเทียบเรือสินค้าจะต้องมีความสัมพันธ์กับโกดังสินค้าวัดมักจะมีสัมพันธ์กับโรงเรียนวัด

### การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

**การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)** หมายถึง กิจกรรมทางสังคมหรือองค์ประกอบทางเศรษฐกิจของมนุษย์ที่เกิดบนพื้นที่ เช่น เขตที่อยู่อาศัย เขตเกษตรกรรม เขตอุตสาหกรรม เป็นต้น

**สิ่งปกคลุมดิน (Land cover)** หมายถึง สิ่งที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก ชนิด หรือลักษณะของวัตถุสิ่งของ หรือพืชพรรณ ที่เกิดหรือปกคลุมผิวดินอยู่เช่น พืชพรรณ ป่าไม้ สระน้ำ พื้นคอนกรีต

บนพื้นที่เดียวกัน

## การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

บนพื้นที่เดียวกัน เราสามารถแยกสิ่งที่จะศึกษาระหว่างการใช้นประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินออกจากกันได้ เช่น

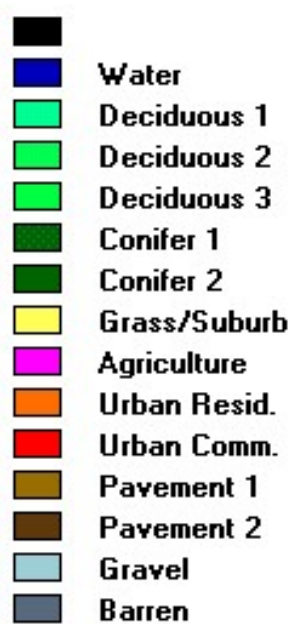
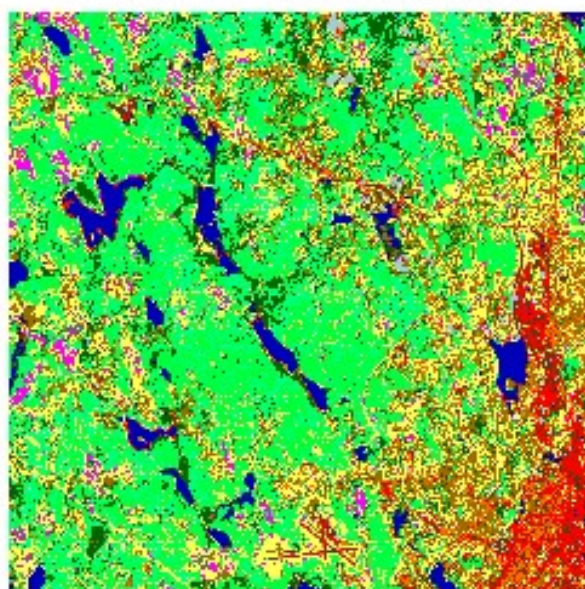
**ทุ่งนา**      การใช้ประโยชน์ที่ดิน คือ เกษตรกรรม

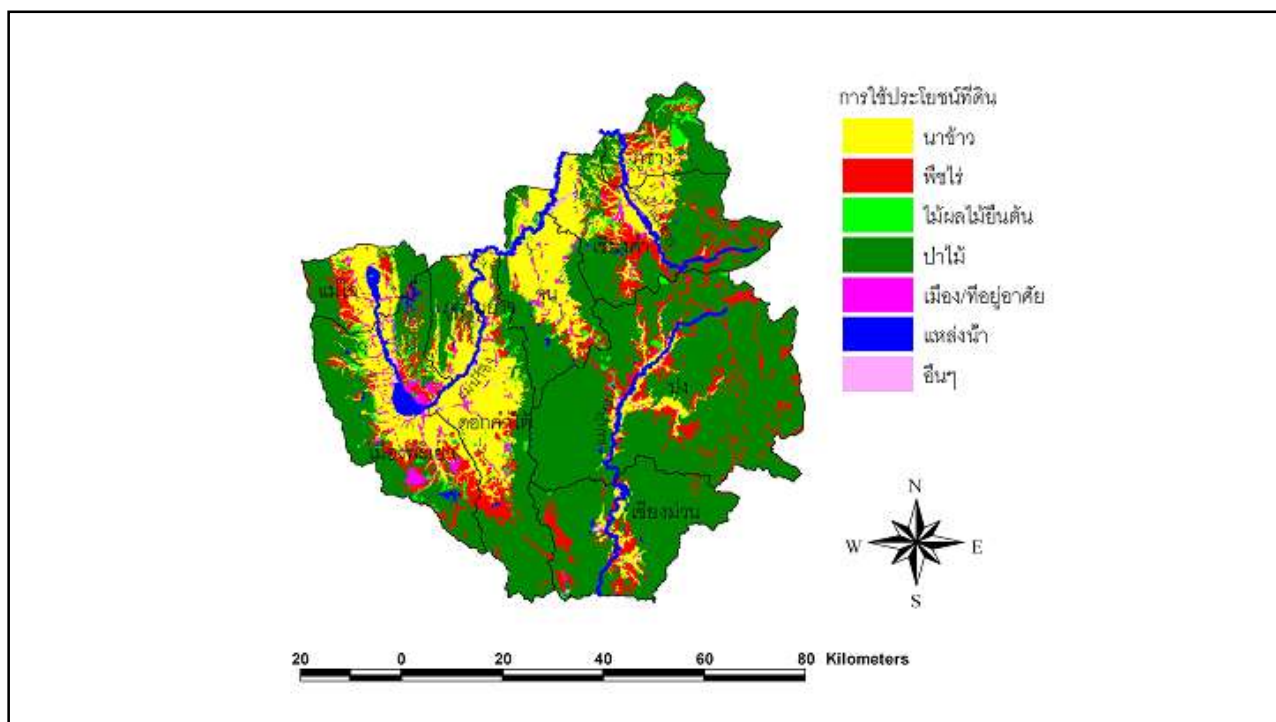
                  สิ่งปกคลุมดิน คือ ต้นข้าว

**ขอบเขตของบ้าน**      การใช้ประโยชน์ที่ดิน คือ ที่อยู่อาศัย

                  สิ่งปกคลุมดิน คือ ต้นไม้ พื้นปูน สนามหญ้า

Worcester West - Land Use / Land Cover





## การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน สามารถจำแนกออกเป็นขั้นตอนได้ เรียกว่าเป็นระดับ (Level) ของการจำแนก โดยเริ่มต้นจากส่วนที่จำแนกได้ง่ายที่สุดก่อน จะเรียกว่าการจำแนกระดับที่ 1 แล้วจึงค่อยจำแนกในส่วนหรือระดับที่ละเอียดขึ้นไป เป็นการจำแนกในระดับที่ 2 และ 3 ไปจนหมด

ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการจำแนกอยู่ 4 ระดับ โดยเกณฑ์สำหรับการจำแนกสำหรับระดับที่ 1 และระดับที่ 2 ถูกกำหนดโดย USGS ส่วนระดับที่ 3 และระดับที่ 4 จะกำหนดโดยผู้ศึกษา หรือหน่วยงานที่ศึกษา



## การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

ส่วนเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินสำหรับประเทศไทยจะคล้ายกับประเทศสหรัฐอเมริกา โดยจะจำแนกออกเป็น 3 ระดับ โดยระดับที่ 1 จะแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มหลัก ดังนี้

- 1.เขตเมืองและชุมชน (Urban & Build-up Land : U)
- 2.เขตพื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land : A)
- 3.เขตป่าไม้ (Forest Land : F)
- 4.พื้นที่แหล่งน้ำ (Water Body : W)
- 5.พื้นที่อื่นๆ (Miscellaneous Land : M)

## เกณฑ์การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 2

พื้นที่เกษตรกรรม (A)	พื้นที่ป่าไม้ (F)	พื้นที่แหล่งน้ำ (W)	พื้นที่อื่นๆ (M)
A1 นาข้าว (Paddy field)	F1 ป่าไม้เขียวตลอดปี (Evergreen forest)	W1 แหล่งน้ำตามธรรมชาติ (Natural water resource)	M1 ที่ดินรกร้าง (Rangeland)
A2 ไร่ (Field crop)	F2 ป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest)	W2 แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น (Built-up water resource)	M2 พื้นที่ลุ่ม (Lowland)
A3 ไม้ยืนต้น (Perennial crop)	F3 สวนป่า (Forest plantation)		M3 เหมืองแร่ (Mineral)
A4 ไม้ผล (Orchard)	F4 ป่าไม้เสื่อมสภาพ (Disturbed forest)		M4 บึงเกลือ (Salt pan)
A5 พืชสวน (Horticulture)	F5 ไร่ร้าง (Old clearing)		M5 บ่อขุดทิ้ง (Laterite pit)
A6 ไร่หมุนเวียน (Swidden cultivation)	F6 ไร่เลื่อนลอย (Shifting cultivation)		M6 บ่อทราย (Sand pit)
A7 ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (Pasture)			M7 บ่อดิน (Earth pit)
A8 โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ (Animal farm house)			M8 พื้นที่ทิ้งขยะ (garbage dump)
A9 สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fisher)			M9 หินที่หินโผล่ (Rock out crop)
A10 พืชน้ำ (Aquatic plant)			M10 ชายหาดและ สันทราย (Beach and sand bar)
A11 เกษตรผสมผสาน (Integrated agriculture)			

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Classification)

ระดับ /Level 1	ระดับ /Level 2	ระดับ /Level 3
U พื้นชุมชนและ สิ่งปลูกสร้าง Urban and Built-up land	U1 ดินเมืองและนันทนาการ City, Town , Commercial and service	
	U2 หมู่บ้าน Village	U200 โครงการที่ดินจัดสรร Allocated land project U201 หมู่บ้าน Low land village U202 หมู่บ้านบนพื้นที่สูง High land village
	U3 สถานที่ราชการ และสถานีนต่างๆ Institutional land	
	U4 สถานีคมนาคม Transportation , Communication and Utility	U401 สนามบิน Airport U402 สถานีรถไฟ Railway station U403 สถานีขนส่ง Bus station U404 ท่าเรือ Harbour
	U5 ยานอุตสาหกรรม Industrial land	U501 นิคมอุตสาหกรรม Industrial estate U502 โรงงานอุตสาหกรรม Factory
	U6 อื่นๆ Other	U601 สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ Recreation area

U602 สนามกอล์ฟ Golf course
U603 สุสาน ป่าช้า Cemetery
U604 ศูนย์อพยพ Refugee camp

A พื้นเกษตรกรรม Agricultural land	A1 นาข้าว Paddy field	A100 นาทิ้ง Abandoned A101 นาทำ Transplanting A102 นาพรวน Broadcasting			A222 ฝรั่ง Ginger A223 กะหล่ำปลี Cabbage A224 มะเขือเทศ Tomato A225 ฟักทอง Aubergine A226 ป่านพริกแดง Agave A227 ปลูก Paper mulberry A228 พืชดอก Sunflower A229 พืช Chili A230 ข้าวสาลี Wheat A231 ข้าวบาร์เลย์ Barley A232 ข้าวไร Rye A233 ฝิ่น Opium A234 กัญชา Marijuana A235 กะหล่ำฝอย Roselle
	A2 ไร่ Field crop	A200 ไร่ทิ้ง Abandoned A201 ไร่ผสม Mixed A202 ข้าวโพด Corn A203 อ้อย Sugarcane A204 มันสำปะหลัง Cassava A205 ทุเรียน Pineapple A206 ยาสูบ Tobacco A207 ฝ้าย Cotton A208 ถั่วเขียว Mungbean A209 ถั่วเหลือง Soybean A210 ถั่วลิสง Peanut A211 ฝ้ายขาว ฝ้ายแดง Kenaf, Jute A212 ถั่วดำ ถั่วแดง Black bean , Red bean A213 ข้าวฟ่าง Sorghum A214 ถั่วฝัก ถั่วฝักยาว Castor bean A215 งาม Sesame A216 ไร่สูง Upland rice A217 มันฝรั่ง Potato A218 มันเทศ Jam potato A219 มันหวาน Sweet potato A220 แตงโม Watermelon A221 粟 Millet		A3 ไม้ยืนต้น Perennial	A301 ไม้ยืนต้นผสม Mixed A302 ยางพารา Para rubber A303 ปาล์ม Oil palm A304 ยูคาลิปตัส Eucalyptus A305 ไม้ Teak A306 ไม้ Magnolia A307 ไม้ Casuarina A308 ไม้ Acacia A309 ไม้ Pterocarpus sp. A310 ไม้ Gmelwa sp. A311 ไม้ Mangrove A312 กาแฟ Coffee A313 ไม้ Tea

				ระดับ / Level			
				ระดับ / Level 1	ระดับ / Level 2	ระดับ / Level 3	
			A314 ฝรั่ง Mulberry A315 ไม้ Bamboo A316 ทุ้ม Kapok A317 ทุเรียน Betel palm A318 ฝนฟ้า Rain tree A319 ฝรั่ง Centara sp. A320 ฝรั่ง Croton sp.  A401 ไม้ผสม Mixed A402 ส้ม Orange A403 ทุเรียน Durian A404 ทุเรียน Rambutan A405 ทุเรียน Coconut A406 ฝรั่ง Litchi A407 ทุเรียน Mango A408 ทุเรียน Custard A409 ทุเรียน Jujube A410 ทุเรียน Custard apple A411 กล้วย Banana A412 ทุเรียน Tamarind A413 ทุเรียน Longan A414 ทุเรียน Guava A415 ทุเรียน Papaya A416 ทุเรียน Jack fruit A417 ทุเรียน Santol A418 ทุเรียน Rose apple A419 ทุเรียน Mangosteen			A420 ทุเรียน Langsat A421 ทุเรียน Robam, Sala A422 ทุเรียน Lime A423 ทุเรียน Sub-tropical fruit A424 ทุเรียน Manila Tamarind  A5 ทุเรียน Horticulture  A6 ทุเรียน Swidden cultivation  A7 ทุเรียน Feature and farm house  A8 ทุเรียน Aquatic plant	A501 ทุเรียน Mixed A502 ทุเรียน Truck crop A503 ทุเรียน Floricultural A504 ทุเรียน Vine A505 ทุเรียน Pepper A506 ทุเรียน Strawberry A507 ทุเรียน Passion fruit A508 ทุเรียน Raspberry  A600 ทุเรียน Bush fallow ทุเรียน 3 ชนิดกับ A2  A701 ทุเรียน Farmure A702 ทุเรียน Cattle farm house A703 ทุเรียน Poultry farm house A704 ทุเรียน Swine farm house  A801 ทุเรียน Mixed A802 ทุเรียน Reed

	ระดับ / Level 1	ระดับ / Level 2	ระดับ / Level 3	ระดับ / Level			
				ระดับ / Level 1	ระดับ / Level 2	ระดับ / Level 3	
			A803 ไม้ Lotus A804 ทุเรียน Water chestnut A805 ทุเรียน Water chestnut A806 ทุเรียน Water spinach A807 ทุเรียน Watercress  A900 ทุเรียน Abandoned A901 ทุเรียน Mixed A902 ทุเรียน Fish farm A903 ทุเรียน Shrimp farm A904 ทุเรียน Crab farm, Shellfish farm A905 ทุเรียน Crocodile farm  A0 ทุเรียน Integrated farm / Diversified farm  F ทุเรียน Forest land			F2 ทุเรียน Deciduous forest  F3 ทุเรียน Forest Restoration  F4 ทุเรียน Agro - forestry	F200 ทุเรียน Disturbed F201 ทุเรียน Mixed Deciduous forest F202 ทุเรียน Deciduous Dipterocarp forest  F300 ทุเรียน Disturbed F301 ทุเรียน Mixed F302 ทุเรียน Pine F303 011 Dipterocarpus sp. F304 ทุเรียน Eucalyptus F305 ทุเรียน Teak F306 ทุเรียน Mangrove F307 ทุเรียน Casuarina F308 ทุเรียน Acacia F309 ทุเรียน Pterocarpus sp. F310 ทุเรียน Ozonias sp. F311 ทุเรียน Mangrove F312 ทุเรียน Dipterocarpus F313 ทุเรียน Ocotea ทุเรียน

W พื้นที่น้ำ Water Body	W1 แหล่งน้ำธรรมชาติ Natural water body	W101 แม่น้ำลำคลอง River, Canal W102 ทะเลสาบ บึง Lake
	W2 แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น Reservoir (Built-up)	W201 อ่างเก็บน้ำ Reservoir W202 บ่อน้ำในไร่นา Farm pond

M ที่พื้นที่เบ็ดเตล็ด Miscellaneous land	M1 ทุ่งหญ้าธรรมชาติ Rangeland	M101 ทุ่งหญ้า Grass M102 ไม้พุ่ม หรือทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่มเตี้ย Grass and scrub M103 ไม้ Bamboo
	M2 พื้นที่ลุ่ม Wetland	
	M3 เหมืองแร่ บ่อขุด Mine, pit	M300 เหมืองเก่า บ่อขุดเก่า Abandoned M301 เหมืองแร่ Mine M302 บ่อลูกรัง Laterite pit M303 บ่อทราย Sand pit M304 บ่อดิน Soil pit
	M4 อื่นๆ Other	M401 นาเกลือ Salt flat M402 หาดทราย Beach M403 ที่หินโผล่ Rock out crop M404 ที่ทิ้งขยะ Garbage dump

## หมายเหตุ

### หมายเหตุ

- 1) การเขียนสัญลักษณ์ผสม ใช้เครื่องหมายดังนี้ :-
- |           |   |
|-----------|---|
| X - Y     | พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ชนิดในอัตราส่วนประมาณ 70% ต่อ 30%         |
| X / Y     | พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ชนิดในอัตราส่วนประมาณ 50% ต่อ 50%         |
| X / Y / Z | พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 3 ชนิดในอัตราส่วนประมาณ 50% ต่อ 30% ต่อ 20% |
| X         | พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 1 ครั้งต่อปี                                |
| X + Y     | พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ครั้งต่อปี                                |
| X + Y + Z | พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 3 ครั้งต่อปี                                |

## หมายเหตุ

2) I ใช้เติมหน้าสัญลักษณ์เพื่อระบุพื้นที่ดังกล่าวมีการชลประทาน เช่น IA 102 เขตโครงการชลประทานใช้เครื่องหมาย \_\_\_\_\_ +++ \_\_\_\_\_ +++ พื้นที่ปลูกในเขตชลประทานแต่ไม่ได้ใช้น้ำชลประทาน หรือน้ำชลประทานไปไม่ถึง ไม่ต้องใส่ I ไว้หน้าสัญลักษณ์ เช่น A 408

แผนที่โครงการชลประทานได้มาจาก กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท

ชลประทานราษฎร์ เช่น เขื่อนฝาย บ่อบาดาลน้ำตื้นหรือการสูบน้ำจากแม่น้ำลำคลอง ฯลฯ ช่วยในการปลูกพืช ให้ใช้ I หน้าสัญลักษณ์การใช้ที่ดิน เช่น IA 401

