



หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน
สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

ภูมิศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระภูมิศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

ผู้เรียบเรียง

ดร.สิริรัตน์ พงศ์พิพัฒน์พันธุ์ ศศ.บ., กศ.ม., วท.ด.
จุลพงษ์ อุดมพรพิบูล วท.บ., วท.ม.

ผู้ตรวจ

ผศ. ดร.ศุภฤกษ์ โออินทร์ อ.บ., ผ.ม., ป.ร.ด. (ภูมิสารสนเทศศาสตร์)
นิธิพล วิชชุประภาส กศ.บ., อ.ม.
จันทมาศ บัวจันทร์ ศษ.บ. (เกียรตินิยม), ศษ.ม.

บรรณาธิการ

สุระ ดามาพงษ์ กศ.บ., กศ.ม.
สมพร อ่อนน้อม พธ.บ. (เกียรตินิยม), นศ.บ.
กุสุมาวดี ชัยชูโชติ ศ.บ., ศ.ม.

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย บริษัท สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด

วัฒนาพานิช  สารานุกรม

๒๑๖-๒๒๐ ถนนบำรุงเมือง แขวงสารนาธร เขตพระนคร กรุงเทพฯ ๑๐๒๐๐
โทร. ๐๒ ๒๒๒ ๙๓๙๔ • ๐๒ ๒๒๒ ๔๓๗๑-๒ FAX ๐๒ ๒๒๔ ๖๔๕๖ • ๐๒ ๒๒๔ ๖๔๕๗
email: info@wpp.co.th

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

ภูมิศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระภูมิศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑



สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย

ห้ามละเมิด ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่

ส่วนหนึ่งส่วนใด เว้นแต่จะได้รับอนุญาต

ผู้เรียบเรียง

ดร.สิริรัตน์ พงศ์พิพัฒน์พันธุ์

จุลพงษ์ อุดมพรพิบูล

ผู้ตรวจ

ผศ. ดร.ศุภฤกษ์ โออินทร์

นิธิพล วิชชุประภาส

จันทมาศ บัวจันทร์

บรรณาธิการ

สุระ ดามาพงษ์

สมพร อ่อนน้อม

กุสุมาวดี ชัยชูโชติ

ปีที่พิมพ์ พ.ศ. ๒๕๖๓

พิมพ์ครั้งที่ ๑

จำนวน ๒๐,๐๐๐ เล่ม

ISBN 978-974-18-7850-5

พิมพ์ที่ บริษัทโรงพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด นายเรณูชัย จงพิพัฒน์สุข กรรมการผู้จัดการ

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ภูมิศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เล่มนี้จัดทำขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระภูมิศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ สำหรับให้นักเรียนและครูใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่หลักสูตรกำหนด รวมทั้งพัฒนานักเรียนให้มีสมรรถนะสำคัญตามที่ต้องการ ทั้งด้านการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้เทคโนโลยี ตลอดจนพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ทำประโยชน์ให้สังคม เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมไทยและสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ภูมิศาสตร์ เล่มนี้ยึดแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้หลักการส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยั่งยืน โดยพัฒนานักเรียนแบบองค์รวมอยู่บนพื้นฐานของการบูรณาการความคิดรวบยอดที่เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยกระบวนการที่เน้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) ซึ่งเน้นการเรียนรู้ให้ตรงกับรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) เน้นทักษะที่สร้างเสริมความเข้าใจที่คงทนของนักเรียน ซึ่งเป็นผลลัพธ์ปลายทางที่ต้องการให้เกิดตามหลักสูตร

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ภูมิศาสตร์ เล่มนี้จะสนับสนุนให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ด้านภูมิศาสตร์ และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี

คณะผู้จัดทำ

คำชี้แจง

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ภูมิศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ เล่มนี้ได้ออกแบบให้มีองค์ประกอบ ดังนี้

๑ ตัวชี้วัดช่วงชั้น ระบุเป้าหมายในการพัฒนานักเรียนในด้านต่าง ๆ โดยแยกออกเป็น ๒ กลุ่ม ได้แก่ ตัวชี้วัดระหว่างทางและตัวชี้วัดปลายทาง (ตามหนังสือที่ ศธ ๐๔๐๑๐/ว ๑๕๔๓) ซึ่งตัวชี้วัดระหว่างทางพิมพ์ด้วยตัวอักษรสีดำ ส่วนตัวชี้วัดปลายทางพิมพ์ด้วยตัวอักษรสีฟ้า

๒ สารการเรียนรู้ เป็นหัวข้อหรือข้อย่อยเนื้อหาที่นักเรียนจะได้เรียนรู้

๓ ประโยชน์จากการเรียนรู้ บอกประโยชน์ที่นักเรียนจะได้จากการเรียนรู้

๔ คำถามนำ เป็นคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

๕ เนื้อหา นำเสนอเนื้อหาตามหลักสูตร เนื้อหาบางเรื่องอาจนำเสนอโดยใช้ภาพ ตาราง แผนภูมิ แผนที่ แผนที่ความคิด เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ และประกอบด้วยส่วนอื่น ๆ เช่น

๕.๑ คำสำคัญ พิมพ์ด้วยตัวอักษรสีฟ้าต่างจากตัวพื้นแทรกออยู่ในเนื้อหา

๕.๒ ภูมิศาสตร์น่ารู้ เป็นความรู้เพิ่มเติมที่นักเรียนควรรู้เกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียน

๕.๓ แหล่งสืบค้นความรู้ เป็นแหล่งความรู้ รวมทั้งเว็บไซต์สำหรับสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม

๖ กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้เชิงภูมิศาสตร์ เป็นกิจกรรมให้นักเรียนทำเมื่อจบเนื้อหาในการเรียนแต่ละหัวข้อ เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจ ความสามารถ ทักษะ และกระบวนการทางภูมิศาสตร์

๗ บทสรุป สรุปเนื้อหาสำคัญ โดยจัดทำเป็นความเรียง เพื่อให้นักเรียนใช้ทบทวนความรู้

๘ กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เป็นกิจกรรมให้นักเรียนทำเมื่อจบหน่วยการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะต่าง ๆ ของนักเรียน

๙ คำถามทบทวน เป็นคำถามเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนเมื่อจบหน่วยการเรียนรู้

๑๐ หายเล่ม ประกอบด้วย

๑๐.๑ บรรณานุกรม เป็นรายชื่อหนังสือ เอกสาร หรือเว็บไซต์ที่ใช้ประกอบการเขียน

๑๐.๒ อภิธานศัพท์ เป็นการนำคำสำคัญที่แทรกออยู่ในเนื้อหา มาอธิบายและจัดเรียงตามลำดับตัวอักษร

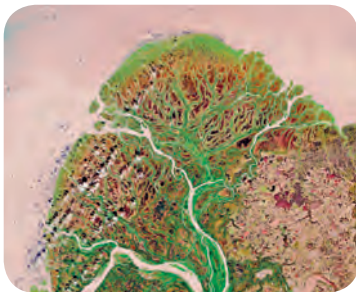
สารบัญ



หน่วยการเรียนรู้ที่ ๑

แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์

- | | |
|---|----|
| ๑. แผนที่ | ๒ |
| ๒. องค์ประกอบของแผนที่ | ๓ |
| ๓. การแปลความหมายรูปถ่ายทางอากาศ
และภาพจากดาวเทียม | ๑๕ |
| ๔. การนำภูมิสารสนเทศศาสตร์มาใช้ในการชีวิตประจำวัน | ๒๔ |



หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒

ลักษณะทางกายภาพของโลก

- | | |
|---|----|
| ๑. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของโลก | ๓๖ |
| ๒. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ส่งผลต่อ
ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และทรัพยากรธรรมชาติ | ๖๐ |



หน่วยการเรียนรู้ที่ ๓

ภัยพิบัติธรรมชาติ

- | | |
|--|-----|
| ๑. ความหมายและองค์ประกอบของภัยพิบัติธรรมชาติ | ๗๙ |
| ๒. ภัยพิบัติธรรมชาติทางธรณีภาค | ๘๑ |
| ๓. ภัยพิบัติธรรมชาติทางบรรยากาศภาค | ๑๐๕ |
| ๔. ภัยพิบัติธรรมชาติทางอุทกภาค | ๑๑๖ |
| ๕. ภัยพิบัติธรรมชาติทางชีวภาค | ๑๒๓ |



หน่วยการเรียนรู้ที่ ๔

สิ่งแวดล้อมทางกายภาพกับกิจกรรม ของมนุษย์

- | | |
|-----------------------------------|-----|
| ๑. ประชากรและการตั้งถิ่นฐาน | ๑๓๑ |
| ๒. การกระจายของกิจกรรมทางเศรษฐกิจ | ๑๔๖ |



หน่วยการเรียนรู้ที่ ๕

การเปลี่ยนแปลงด้าน

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

๑๖๘

๑. สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงด้าน
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
๒. ความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม
๓. ความหลากหลายทางชีวภาพ

๑๖๙

๑๗๗

๑๙๓



หน่วยการเรียนรู้ที่ ๖

มาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาด้าน

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

๑๙๓

๑. มาตรการและกฎหมายด้านทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อมในประเทศไทย
๒. มาตรการและกฎหมายด้านทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อมของโลก
๓. องค์การที่มีบทบาทในการจัดการ
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

๑๙๘

๒๑๓

๒๒๑



หน่วยการเรียนรู้ที่ ๗

การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและ

สิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

๒๓๐

๑. แนวทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม
๒. การมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

๒๓๑

๒๓๘

บรรณานุกรม

อภิธานศัพท์

๒๔๓

๒๔๘



แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น

- ใช้แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ในการค้นหา วิเคราะห์ และสรุปข้อมูลตามกระบวนการทางภูมิศาสตร์ และนำภูมิสารสนเทศมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (ส ๕.๑ ม. ๔-๖/๓)

สาระการเรียนรู้

๑. แผนที่
๒. องค์ประกอบของแผนที่
๓. การแปลความหมายรูปถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียม
๔. การนำภูมิสารสนเทศศาสตร์มาใช้ในการชีวิตประจำวัน

ประโยชน์จากการเรียนรู้

เลือกใช้แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ในการสืบค้น วิเคราะห์ และสรุปข้อมูล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

คำถามนำ

๑. เราศึกษาความสัมพันธ์ของสถานที่ต่าง ๆ จากแผนที่ได้อย่างไร
๒. การแปลความหมายจากรูปถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียม มีวิธีการอย่างไร
๓. ภูมิสารสนเทศศาสตร์มีประโยชน์ต่อการจัดการข้อมูลในชีวิตประจำวันของเราอย่างไร

การศึกษาภูมิศาสตร์ต้องอาศัยวิธีการค้นคว้า เทคนิค และเครื่องมือหลายชนิด เครื่องมือที่ใช้แพร่หลายมากที่สุดคือ แผนที่ นอกจากนี้ยังมีเครื่องมืออื่น ๆ อีกที่เราใช้ในการรวบรวม วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลทางภูมิศาสตร์ เช่น รูปถ่ายทางอากาศ ภาพจากดาวเทียม ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังนั้น เราจึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเรื่องภูมิศาสตร์มากขึ้น

ภูมิศาสตร์ ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า Geography มาจากภาษาละตินว่า Geographia มีรากศัพท์จากภาษากรีกว่า Geo แปลว่า โลก และ Graphein แปลว่า การเขียนหรือการบันทึก ภูมิศาสตร์ จึงมีความหมายว่า การบันทึกสิ่งที่ปรากฏอยู่บนพื้นโลกหรือสิ่งแวดล้อมของโลก

พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (พ.ศ. ๒๕๖๓) ให้ความหมายของ ภูมิศาสตร์ว่า หมายถึง ศาสตร์ว่าด้วยการจัดการพื้นที่และสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์อาศัยอยู่ ตลอดจนองค์ประกอบด้านสังคมมนุษย์ โดยศึกษาถึงลักษณะ ความหมาย รูปแบบ การกระจาย กระบวนการ เกิดการเปลี่ยนแปลง วิวัฒนาการ ตลอดจนความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งในอดีตและปัจจุบัน

๑. แผนที่

๑.๑ ความหมายของแผนที่

แผนที่ เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่แสดงลักษณะของพื้นผิวโลกลงบนวัสดุแบนราบด้วยการย่อขนาดให้เล็กลงโดยใช้มาตราส่วน และใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งที่มีอยู่จริงบนพื้นผิวโลก

แผนที่มีความสำคัญต่อการเรียนวิชาภูมิศาสตร์มาก เพราะแผนที่เป็น **เครื่องมือทางภูมิศาสตร์** ที่ช่วยสร้าง **ความรู้ความเข้าใจเรื่องภูมิศาสตร์** เกี่ยวกับสิ่งที่ปรากฏในพื้นที่จริงได้ง่ายขึ้น และนำติดตัวไปใช้ได้สะดวก ในการใช้แผนที่เพื่อศึกษาภูมิศาสตร์ ผู้ใช้ควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแผนที่ในด้านต่าง ๆ เช่น ประเภทของแผนที่ องค์ประกอบของแผนที่ สำหรับอ่านและแปลความหมายของแผนที่ได้ถูกต้อง

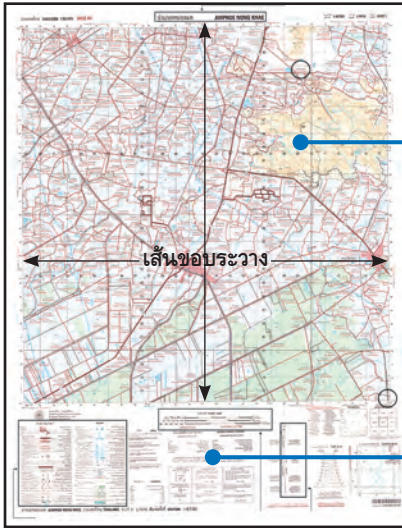
๑.๒ ประเภทของแผนที่

แผนที่แบ่งตามลักษณะการใช้ได้ ๒ ประเภท

๑. แผนที่อ้างอิงทั่วไป (general reference map) เป็นแผนที่พื้นฐานที่ใช้สำหรับอ้างอิงข้อมูลในการทำแผนที่ชนิดอื่น ๆ แผนที่อ้างอิงที่สำคัญ ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ (topographic map) ซึ่งเป็นแผนที่มาตราส่วนใหญ่ที่แสดงลักษณะภูมิประเทศทั้งทางราบและทางดิ่ง เช่น แผนที่มาตราส่วน ๑:๕๐,๐๐๐ ชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหาร

๒. แผนที่เฉพาะเรื่อง (thematic map) เป็นแผนที่ที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงรายละเอียดเฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น ลักษณะทางรัฐกิจ แหล่งแร่ แหล่งผลิตทางการเกษตร เส้นทางคมนาคมขนส่ง ความหนาแน่นของประชากร

เมื่อรวมแผนที่หลาย ๆ ชนิดไว้ในเล่มเดียวกัน เรียกว่า **แผนที่เล่ม (atlas)**



แผนที่ภูมิประเทศประกอบด้วยพื้นที่ ๒ ส่วน ได้แก่

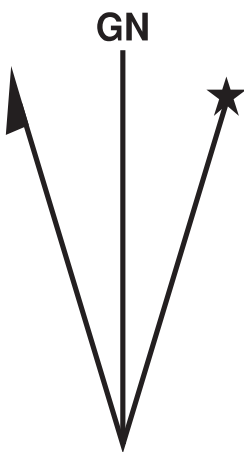
- **พื้นที่ในขอบระวาง** แสดงข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ด้วยสัญลักษณ์ สี ชื่อภูมิศาสตร์ และระบบพิกัด
- **พื้นที่นอกขอบระวาง** แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ที่ช่วยในการใช้แผนที่ เช่น มาตราส่วนแผนที่ คำอธิบายสัญลักษณ์ แผนภาพคำมุ่มบ่ายเบนหรือทิศ ศัพทานุกรม สารบัญระวางติดต่อ

การใช้แผนที่ภูมิประเทศได้นั้นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนที่ องค์ประกอบสำคัญของแผนที่ภูมิประเทศ ได้แก่ ชื่อแผนที่ ชื่อภูมิศาสตร์ ทิศ พิกัดภูมิศาสตร์ มาตราส่วน สัญลักษณ์ และสี มีลักษณะและการใช้ดังนี้

๑. **ชื่อแผนที่ (map name)** หรือชื่อระวาง เป็นองค์ประกอบที่บอกว่าแผนที่นั้นเป็นแผนที่แสดงข้อมูลของพื้นที่ใด เช่น จากตัวอย่างเป็นแผนที่ของพื้นที่อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี

๒. **ชื่อภูมิศาสตร์ (geographic name)** คือ ชื่อเฉพาะที่ใช้เรียกสิ่งปรากฏในแผนที่ เช่น ชื่อทวีป ประเทศ รัฐ เมืองหลวง เมือง มหาสมุทร ทะเล อ่าว แม่น้ำ ภูเขา ทิวเขา เทือกเขา

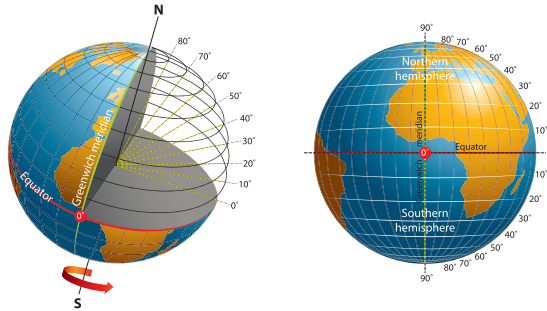
๓. **ทิศ (direction)** งานภูมิศาสตร์ใช้ทิศเหนือเป็นหลักในการอ้างอิงทิศทางระหว่างที่หมายสองที่หมาย แผนที่ทุกระวางจึงต้องมีการกำหนดทิศเหนือไว้ ทิศเหนือที่แสดงในแผนที่มี ๓ ชนิด ได้แก่ ทิศเหนือจริง ทิศเหนือแม่เหล็ก และทิศเหนือกริด



- **ทิศเหนือจริง (true north)** เป็นแนวทิศที่มุ่งตรงไปยังขั้วโลกเหนือตามแนวเส้นเมริเดียน ในแผนที่ภูมิประเทศ ชุด L7018 มาตราส่วน 1:50,000 ใช้รูปดาวเป็นสัญลักษณ์ ซึ่งถือเป็นแนวทิศเหนือหลัก
- **ทิศเหนือแม่เหล็ก (magnetic north)** เป็นแนวทิศที่ปลายเข็มทิศชี้ไปยังขั้วเหนือแม่เหล็กโลก ใช้ลูกศรครึ่งซีกเป็นสัญลักษณ์
 - ถ้าลูกศรครึ่งซีกอยู่ทางขวา หมายความว่า ทิศเหนือแม่เหล็กบ่ายเบนออกจากทิศเหนือจริงไปทางทิศตะวันออก
 - หากลูกศรครึ่งซีกอยู่ทางซ้าย หมายความว่า ทิศเหนือแม่เหล็กบ่ายเบนออกจากทิศเหนือจริงไปทางทิศตะวันตก
- **ทิศเหนือกริด (grid north)** เป็นแนวทิศเหนือที่ถือตามแนวเส้นตั้งในแผนที่ที่ใช้การอ้างอิงค่าพิกัดแบบระบบกริด มีอักษร GN กำกับอยู่ด้านบน

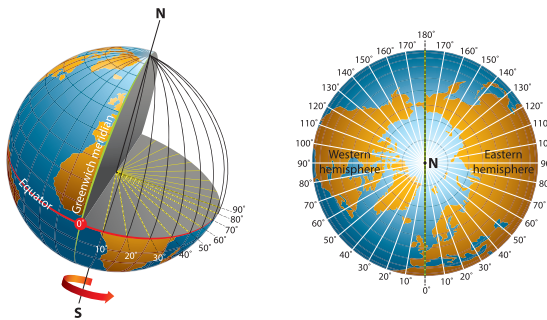
มุมที่ทิศเหนือแม่เหล็กบ่ายเบนออกจากทิศเหนือจริง เรียกว่า มุมบ่ายเบนแม่เหล็ก
 มุมที่ทิศเหนือกริดบ่ายเบนออกจากทิศเหนือจริง เรียกว่า มุมบ่ายเบนกริด
 มุมระหว่างทิศเหนือกริดกับทิศเหนือแม่เหล็ก เรียกว่า มุมกริด-แม่เหล็ก

๔. พิกัดภูมิศาสตร์ (geographic coordinates) ในแผนที่มีการกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ให้ตรงกับตำแหน่งจริงของโลก โดยใช้ค่าระยะทางเชิงมุมของละติจูด (latitude) และลองจิจูด (longitude) ที่ห่างจากจุดกำเนิด (origin)



- จุดกำเนิดของละติจูด (origin of latitude) กำหนดขึ้นจากแนวระนาบที่ตัดผ่านศูนย์กลางของโลกและตั้งฉากกับแกนหมุน เรียกแนวระนาบจุดกำเนิดนี้ว่า **เส้นศูนย์สูตร** (equator) ซึ่งแบ่งโลกออกเป็น ๒ ซีกโลก คือ ซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้

ระยะทางเชิงมุมของละติจูดวัดจากเส้นศูนย์สูตรไปตามเส้นเมริเดียนที่ผ่านจุดพิจารณา จนถึงจุดที่พิจารณา นั้น มีค่าสูงสุดที่ขั้วโลกทั้งสอง คือ ๙๐ องศาเหนือ และ ๙๐ องศาใต้ การบอกระยะทางเชิงมุมของละติจูดกำหนดเป็นองศา ลิปดา และฟิลิปดา โดยซีกโลกเหนือกำกับด้วยตัวอักษร N หรือเครื่องหมาย + ส่วนซีกโลกใต้กำกับด้วยตัวอักษร S หรือเครื่องหมาย - เช่น ละติจูด ๓๐ องศา ๒๐ ลิปดา ๔๕ ฟิลิปดาเหนือ เขียนได้ดังนี้ $30^{\circ} 20' 45'' \text{ N}$ หรือ $+30^{\circ} 20' 45''$ และละติจูด ๔๕ องศา ๑๕ ลิปดา ๓๐ ฟิลิปดาใต้ เขียนได้ดังนี้ $45^{\circ} 15' 30'' \text{ S}$ หรือ $-45^{\circ} 15' 30''$



- จุดกำเนิดของลองจิจูด (origin of longitude) กำหนดขึ้นจากแนวระนาบดิ่งที่ตัดผ่านจุดขั้วโลกเหนือ ขั้วโลกใต้ และหอดูดาวเมืองกรีนวิช (Greenwich) สหราชอาณาจักร ทำให้แบ่งโลกเป็น ๒ ซีกโลก ได้แก่ ซีกโลกตะวันออกและซีกโลกตะวันตก เส้นที่เกิดตามรอยตัดนี้ เรียกว่า **เส้นเมริเดียนแรก** (prime meridian) หรือเมริเดียนกรีนวิช (Greenwich meridian)

ระยะทางเชิงมุมของลองจิจูด เริ่มนับจากเส้นเมริเดียนแรกไปตามเส้นศูนย์สูตร จนถึงเส้นเมริเดียนที่ผ่านจุดพิจารณา หากนับไปทางตะวันออก ใช้ตัวอักษร E หรือเครื่องหมาย + กำกับ และถ้านับไปทางตะวันตก ใช้ตัวอักษร W หรือเครื่องหมาย - กำกับ เช่น ลองจิจูด ๑๑๐ องศา ๒๐ ลิปดา ๔๕ ฟิลิปดาตะวันออก เขียนได้ดังนี้ $110^{\circ} 20' 45'' \text{ E}$ หรือ $+110^{\circ} 20' 45''$ และลองจิจูด ๙๘ องศา ๓๐ ลิปดา ๑๕ ฟิลิปดาตะวันตก เขียนได้ดังนี้ $98^{\circ} 30' 15'' \text{ W}$ หรือ $-98^{\circ} 30' 15''$

๕. มาตราส่วน (map scale) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างระยะทางในแผนที่กับระยะทางจริงบนพื้นผิวโลก เพื่อให้ผู้ใช้แผนที่ทราบว่ามาตราส่วนในแผนที่นั้นใช้แทนระยะทางบนพื้นผิวโลกมากน้อยเพียงใด มาตราส่วนที่นิยมใช้มีอยู่ ๓ ชนิด ได้แก่

๑ เซนติเมตร เท่ากับ ๒๐ กิโลเมตร

- **มาตราส่วนคำพูด (verbal scale)** คือ มาตราส่วนที่บอกโดยตรงว่าระยะทางในแผนที่ ๑ หน่วย แทนระยะทางจริงบนพื้นผิวโลกกี่หน่วย



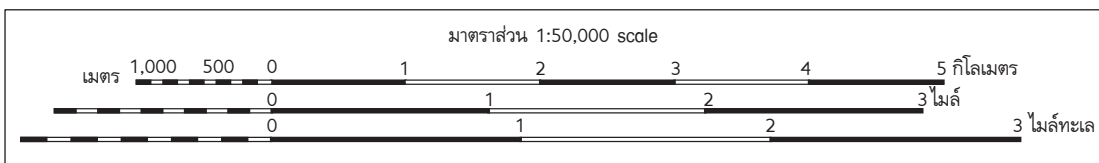
มาตราส่วนรูปแท่งนี้
ถ้าวัดระยะทางในแผนที่เท่ากับ
ระยะทางที่กำหนดในมาตราส่วน
รูปแท่ง ๑ ช่อง เท่ากับระยะทาง
จริงบนพื้นผิวโลก ๕๐ กิโลเมตร

- **มาตราส่วนเส้น (graphic scale) หรือมาตราส่วนรูปแท่ง (bar scale)** คือ มาตราส่วนที่แสดงด้วยเส้นตรงหรือรูปแท่งที่มีตัวเลขกำกับไว้เพื่อบอกความยาวบนแผนที่แทนระยะทางจริงบนพื้นผิวโลก มีหน่วยความยาวที่นิยมใช้คือ กิโลเมตรและไมล์ ผู้ใช้แผนที่สามารถหาระยะทางจริงได้โดยใช้ไม้บรรทัดวัดระยะต่าง ๆ ที่ต้องการทราบ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับมาตราส่วนที่กำหนดให้ไว้ในแผนที่นั้น ๆ

1:50,000

- **มาตราส่วนแบบเศษส่วน (representative scale)** คือ มาตราส่วนที่แสดงด้วยตัวเลขอัตราส่วน เช่น ๑:๕๐,๐๐๐ ซึ่งหมายความว่า ระยะทาง ๑ หน่วยในแผนที่เท่ากับระยะทาง ๕๐,๐๐๐ หน่วยบนพื้นผิวโลก

ในแผนที่ภูมิประเทศนิยมใช้มาตราส่วนแบบเศษส่วนและมาตราส่วนรูปแท่ง มีหน่วยเป็น กิโลเมตร ไมล์ และไมล์ทะเล ดังตัวอย่าง



ตัวอย่างการคำนวณระยะทางจริงบนพื้นผิวโลกจากแผนที่จากสูตร

$$\text{มาตราส่วน} = \frac{\text{ระยะทางบนแผนที่ (Map Distance)}}{\text{ระยะทางจริงบนพื้นผิวโลก (Ground Distance)}} = \frac{\text{MD}}{\text{GD}}$$

ตัวอย่างการคำนวณระยะทางจริงบนพื้นผิวโลก

- แผนที่มาตราส่วน ๑:๕๐,๐๐๐ ถ้าวัดระยะทางในแผนที่ได้ ๕ เซนติเมตร อยากทราบว่าระยะทางจริงบนพื้นผิวโลกเป็นเท่าใด

วิธีการคำนวณ

$$\frac{1}{50,000} = \frac{5}{\text{GD}}$$

$$\text{GD} = 5 \times 50,000 = 250,000 \text{ เซนติเมตร}$$

แปลงเป็นเมตร

$$\text{GD} = \frac{250,000}{100} = 2,500 \text{ เมตร}$$

แปลงเป็นกิโลเมตร

$$\text{GD} = \frac{2,500}{1,000} = 2.5 \text{ กิโลเมตร}$$

เพราะฉะนั้น ระยะทางจริงบนพื้นผิวโลก คือ ๒.๕ กิโลเมตร

๖. **สัญลักษณ์ (symbol)** คือ สิ่งที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้แทนสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่บนพื้นผิวโลกบนแผนที่ แบ่งได้ ๓ ประเภท ได้แก่

๑) **สัญลักษณ์ที่เป็นจุด (point symbol)** เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนสถานที่และตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่นั้น ๆ เช่น

	สนามบิน		เมืองหลวง
	โรงเรียน		จังหวัด

๒) **สัญลักษณ์ที่เป็นเส้น (line symbol)** เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นเส้นและมีระยะทาง เช่น

	ทางรถไฟ		เส้นแบ่งเขตประเทศ
	แม่น้ำ		เส้นแบ่งเขตจังหวัด

๓) สัญลักษณ์ที่เป็นพื้นที่ (area symbol) เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนบริเวณพื้นที่ของสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏในภูมิประเทศ เช่น

	บึง ทะเลสาบ		ทะเลทราย
	ทุ่งนา		พื้นที่ขึ้นแฉะ

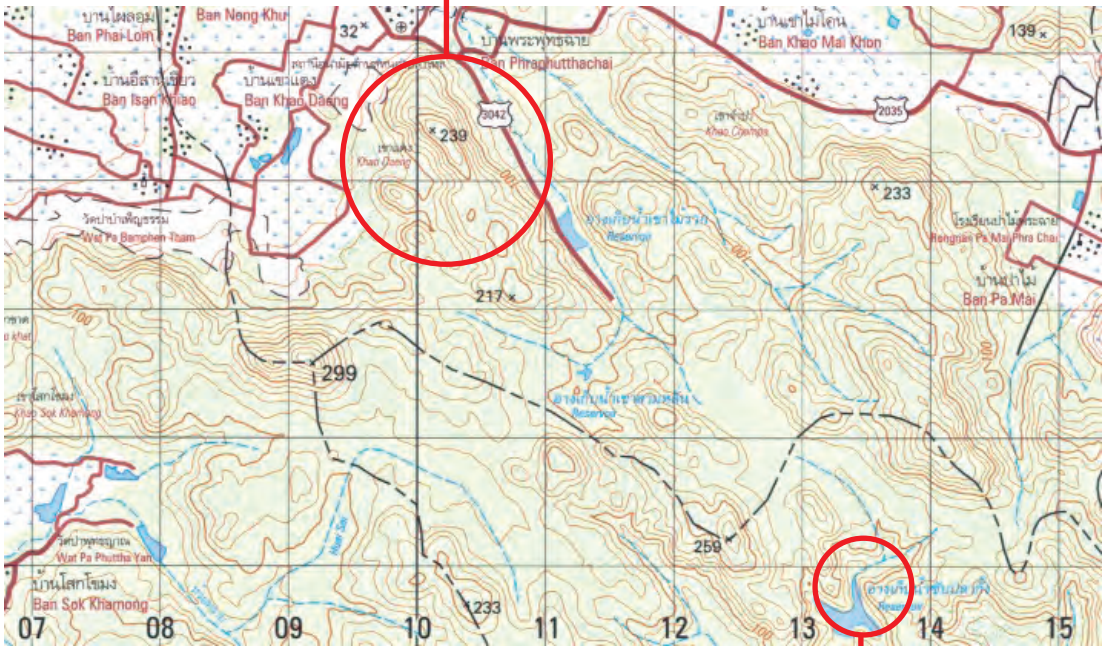
ตัวอย่างสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในแผนที่ภูมิประเทศ

เขตชุมชน พื้นที่เมือง หมู่บ้าน ถนน ใช้ได้ทุกฤดู พื้นถนนแข็ง ชนตัดทางคู่ กว้างสองช่องทางหรือมากกว่า กว้างหนึ่งช่องทาง ใช้ได้ทุกฤดู พื้นถนนอ่อน กว้างสองช่องทางหรือมากกว่า กว้างหนึ่งช่องทาง ใช้ได้โนฤดูแล้ง พื้นถนนอ่อน ทางเกวียน ทางต่าง เครื่องหมายทางหลวง ระหว่างประเทศ แผ่นดิน ทางรถไฟ รางเดี่ยว หลายราง สถานี แท่นหมุน แนวแบ่งเขต ระหว่างประเทศ จังหวัด อำเภอ รายละเอียดเพิ่มเติม วัดมีโบสถ์ วัดไม่มีโบสถ์ อาคาร โรงเรียน เจดีย์หรือสถูป ศาลเจ้า สุสาน มัสยิด โบสถ์คริสต์ สำนักสงฆ์ โรงพยาบาล สถานอนามัย ที่ตั้งจังหวัด อำเภอและกิ่งอำเภอ ถัง ป่อน้ำมัน สิ่งปรักหักพัง เหมือง เหมืองร้าง เขื่อน ดิน เขื่อนปูน คันดิน ประตูระบายน้ำ สะพานคอนกรีต สะพานเหล็ก สะพานไม้ สะพานคนเดิน จุดระดับสูงสุด จุดระดับต่ำ สนามบินเครื่องบินขึ้นลง สนามกีฬา	POPULATED PLACES Built-up area Village ROADS All weather, hard surface; Divided highway Two or more lanes wide One lane wide All weather, loose surface; Two or more lanes wide One lane wide Dry weather, Loose surface Track; Trail Route marker International; National RAILROADS Single; Multiple Station; Turntable BOUNDARIES International First-order administrative Second-order administrative MISC. CULTURAL FEATURES Monastery Temple; No temple Building; School; Pagoda/Stupa Chinese Shrine; Cemetery Mosque; Church; Priest's campsite Hospital; Health station Admin. Office; 1st; 2nd-order Tank; Oil well; Ruins Mine; Active; Abandoned Dam; Earthen; Masonry Levee; Sluice gate Bridge; Concrete; Steel Bridge; Wood; Pedestrian Spot elevation; Highest; Normal Helipoint Athletic Field	สิ่งกีดขวาง (> 46m.) เดี่ยว เป็นกลุ่ม ระดับสูงของสิ่งกีดขวาง เหนือระดับทะเล เหนือระดับพื้นดิน สายส่งกำลังสูง ทางน้ำ แม่น้ำ/ลำธาร ตลอดปี ไม่ตลอดปี กว้างน้อยกว่า 25 เมตร กว้าง 25 เมตร หรือมากกว่า คลอง ตลอดปี ไม่ตลอดปี กว้างน้อยกว่า 25 เมตร กว้าง 25 เมตร หรือมากกว่า คูน้ำ ตลอดปี ไม่ตลอดปี ทะเลสาบ ตลอดปี ไม่ตลอดปี น้ำพุ ตลอดปี ไม่ตลอดปี บ่อน้ำ ตลอดปี ไม่ตลอดปี ลำธาร ไหลลงใต้ดิน ซึมลงใต้ดิน บริเวณน้ำท่วมถึง ที่ลุ่ม นาข้าว พื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นผิวเบ็ดเตล็ด พื้นที่ราบ พื้นที่กรวด หน้าผา สูงกว่าช่วงต่างเส้นชั้นความสูง พืชพันธุ์ (ป่าไม้) ป่าโปร่ง ป่าดิบ ป่าไผ่ พืชไร่ พืชสวน ป่าละเมาะ ป่าหญ้าสูง ป่าเลนน้ำเค็ม ป่าจาก	OBSTRUCTIONS (>46m.) Single; Group Elevation of obstruction top above sea level above ground level High tension powerline DRAINAGE Streams: Perennial; Intermittent Less than 25m wide 25m wide or more Canal: Perennial; Intermittent Less than 25m wide 25m wide or more Ditch: Perennial; Intermittent Lake: Perennial; Intermittent Spring: Perennial; Intermittent Well: Perennial; Intermittent Stream: Disappearing; Dissipating Land subject to inundation Swamp; Rice Aquaculture area MISCELLANEOUS RELIEF Sand; Gravel Bluff/Climf, Escarpment; Greater than contour interval VEGETATION (Trees) Open > 51 < 75; Dense > 75 Bamboo Cultivated land; Orchard Scrub; Grassland Mangrove; Nipa
---	--	--	---

การแสดงลักษณะความสูงของภูมิประเทศในแผนที่ภูมิประเทศ ชุด L7018 มาตรฐาน 1:50,000 แสดงได้ ๒ แบบ ได้แก่

- จุดความสูงของเนินหรือยอดเขา ใช้กากบาทสีดำเป็นสัญลักษณ์และกำกับด้วยตัวเลข เช่น ×239 หมายความว่า ตำแหน่ง × มีความสูง ๒๓๙ เมตรจากระดับทะเลปานกลาง
- เส้นชั้นความสูง ใช้เส้นสีน้ำตาลแสดงระดับความสูงของภูมิประเทศที่เท่ากันโดยอ้างอิงจากระดับทะเลปานกลาง (mean sea level : msl)

ลักษณะของเส้นชั้นความสูง มีสีน้ำตาล บางจุดจะมีตัวเลขความสูงกำกับไว้



ตัวอย่างสีที่แสดงในแผนที่ภูมิประเทศ สีฟ้า แสดงแทนแหล่งน้ำ

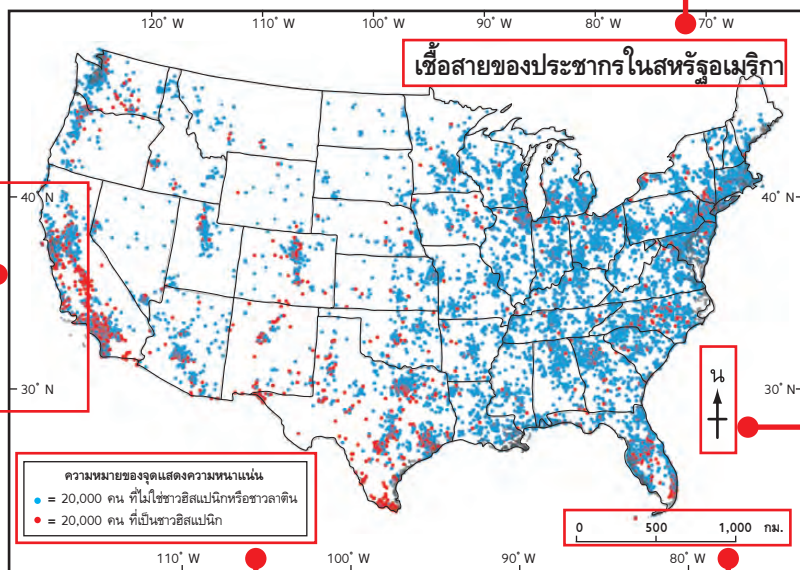
๗. สี (color) แผนที่ภูมิประเทศมีการใช้สีในสัญลักษณ์และตัวอักษรที่ชัดเจน มี ๕ สีหลัก ได้แก่

- | | | |
|--------------------|---|--|
| ● สีน้ำเงินหรือฟ้า | — | แหล่งน้ำทั้งที่มนุษย์สร้างขึ้นและเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ |
| ● สีน้ำตาล | — | ลักษณะภูมิประเทศ เช่น เป็นสีของเส้นชั้นความสูง |
| ● สีเขียว | — | พืชพรรณต่าง ๆ |
| ● สีดำ | — | ใช้แสดงแทนเส้นกริด เส้นแบ่งเขตการปกครอง เส้นทางคมนาคม จุดที่ตั้งของหมู่บ้าน และตัวอักษรภาษาไทย |
| ● สีแดง | — | ใช้แสดงแทนสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ถนน และตัวอักษรภาษาอังกฤษ |

๒.๒ องค์ประกอบของแผนที่เฉพาะเรื่อง

แผนที่เฉพาะเรื่องมีองค์ประกอบที่สำคัญคล้ายคลึงกับแผนที่ภูมิประเทศ แต่แผนที่แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน องค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่

- **ชื่อแผนที่** ชื่อแผนที่ช่วยอธิบายว่า แผนที่นั้น ๆ นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับอะไร โดยในแต่ละชนิดมีตำแหน่งของชื่อแผนที่ที่แตกต่างกัน



- **สัญลักษณ์และคำอธิบายสัญลักษณ์** ในแผนที่เฉพาะเรื่องแต่ละชนิดจะมีแตกต่างกัน

- **มาตราส่วน** มาตราส่วนที่ใช้ในแผนที่เฉพาะเรื่องส่วนใหญ่เป็นมาตราส่วนแบบเศษส่วนและมาตราส่วนเส้น

- **พิกัดภูมิศาสตร์ (geographic coordinates)** มีการกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ด้วยค่าระยะทางเชิงมุมของละติจูดและลองจิจูดไว้ที่เส้นขอบของระวางแผนที่

- **ทิศ** แผนที่เฉพาะเรื่องมีทั้งที่ปรากฏทิศอยู่ในแผนที่และไม่ปรากฏทิศในแผนที่ ซึ่งแผนที่ที่ไม่มีทิศปรากฏอยู่ให้ถือว่าส่วนบนของแผนที่เป็นทิศเหนือ ส่วนสัญลักษณ์บอกทิศมีลักษณะเป็นรูปลูกศรบอกทิศทางทั่วไป



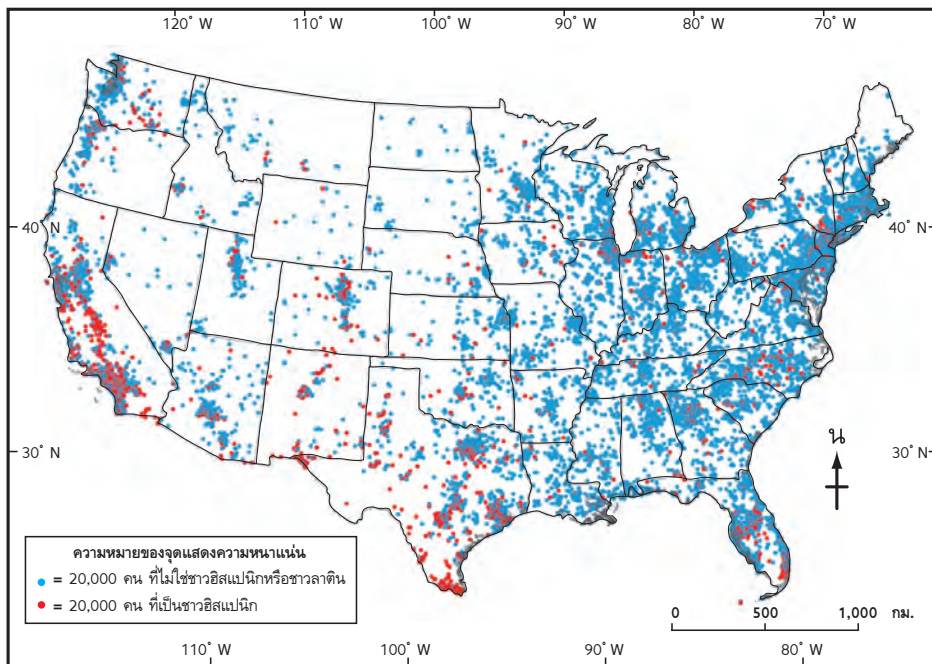
กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้เชิงภูมิศาสตร์

สืบค้นแผนที่อ้างอิงทั่วไปและแผนที่เฉพาะเรื่องอย่างละ ๑ แผนที่ แล้วเขียนชื่อองค์ประกอบสำคัญของแผนที่นั้น ๆ พร้อมอธิบายความหมายแบบสรุปขององค์ประกอบนั้นส่งครู

๒.๓ การอ่านแผนที่เฉพาะเรื่อง

แผนที่เฉพาะเรื่องแสดงข้อมูลต่าง ๆ ด้วยวิธีการและสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันตามข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ แผนที่บางชนิดอาจแสดงกราฟหรือแผนภูมิของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลในแผนที่ร่วมด้วย แผนที่เฉพาะเรื่องมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีวิธีการอ่านหรือแปลความหมายแตกต่างกันดังนี้

- **แผนที่จุด (dot map)** เป็นแผนที่เฉพาะเรื่องที่ใช้แสดงความหนาแน่นหรือรูปแบบการกระจายของข้อมูล โดยใช้จุดเป็นสัญลักษณ์ หนึ่งจุดใช้แทนค่าของข้อมูลจำนวนหนึ่งที่ผู้ทำแผนที่กำหนดขึ้น ในการอ่านแผนที่จุดมุ่งเน้นการกระจายความหนาแน่นที่แตกต่างกันในพื้นที่ เช่น

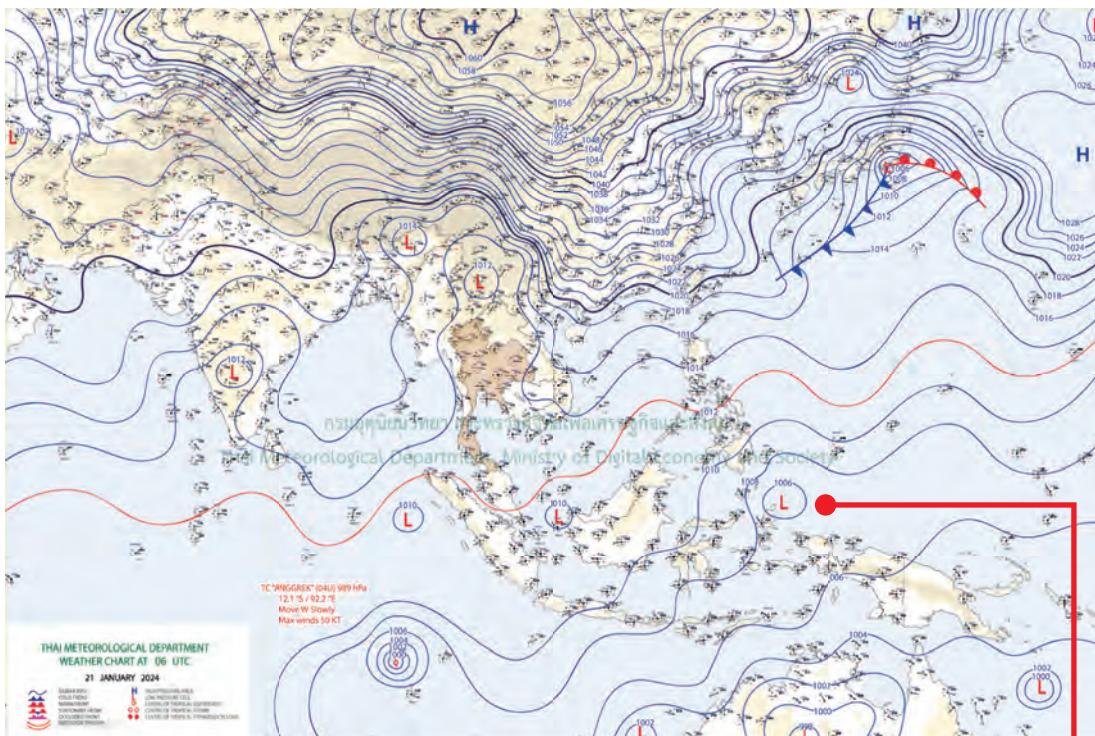


แผนที่เชื้อสายของประชากรในสหรัฐอเมริกา

Noted. Adapted from *Dorling Cartograms*, by R on kieranhealy, ๒๐๒๓, R-bloggers.
(<https://www.r-bloggers.com/20203/12/dorling-cartograms/>).

- แผนที่นี้ใช้จุดสีฟ้าแทนประชากรที่ไม่ใช่ชาวฮิสแปนิกหรือชาวลาติน ๒๐,๐๐๐ คน และจุดสีแดงแทนประชากรชาวฮิสแปนิก ๒๐,๐๐๐ คน
- ประชากรส่วนใหญ่ในสหรัฐอเมริกาไม่ใช่ชาวฮิสแปนิกหรือชาวลาตินและอาศัยอยู่หนาแน่นทางตะวันออกของประเทศ
- ชาวฮิสแปนิกส่วนใหญ่อาศัยกระจายอยู่ในหลายพื้นที่และอยู่อย่างหนาแน่นทางตะวันตกและทางใต้ของประเทศ

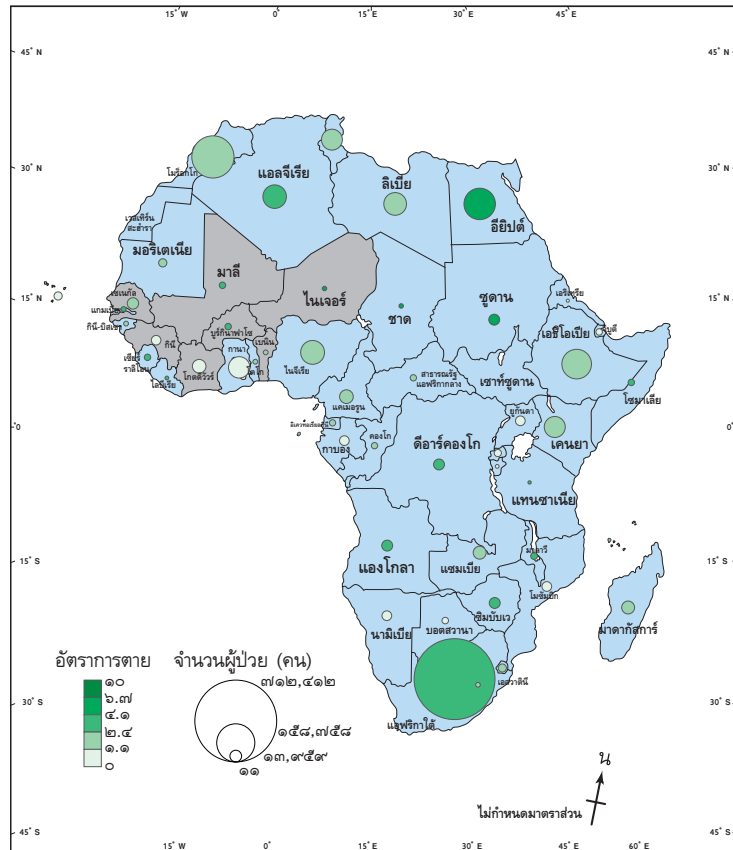
- **แผนที่เส้นเท่า (isoline map)** เป็นแผนที่ที่ใช้เส้นเป็นสัญลักษณ์ ลากผ่านตำแหน่งบนพื้นที่ที่มีข้อมูลปรากฏเท่ากัน และอาจใช้สีแสดงประกอบด้วย เช่น ความสูงของพื้นที่ ปริมาณฝน ความกดอากาศ หรืออุณหภูมิ เช่น



- ▲ **แผนที่เส้นความกดอากาศเท่าในพื้นที่ทางตอนล่างของทวีปเอเชียวันที่ ๒๑ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๗**
หมายเหตุ: ปรับปรุงจาก แผนที่อากาศพื้นผิว, โดย กรมอุตุนิยมวิทยา, ๒๕๖๗. กรมอุตุนิยมวิทยา
(<https://www.tmd.go.th/supportData/synopticCharts/synopticCharts-21012024-0100>).

- แผนที่นี้ใช้เส้นแสดงแนวความกดอากาศที่ครอบคลุมพื้นที่ตอนล่างของทวีปเอเชีย จากแผนที่ที่มีเส้นความกดอากาศหนาแน่นบริเวณตอนบนของแผนที่ ซึ่งเป็นพื้นที่ทางตอนเหนือของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีตัวอักษร H ปรากฏอยู่ ย่อมาจาก High ซึ่งแทนความกดอากาศสูง ที่มีอุณหภูมิต่ำ ส่วนทางตอนล่างของแผนที่ที่มีเส้นความกดอากาศเบาบาง มีตัวอักษร L ปรากฏอยู่ ย่อมาจาก Low ซึ่งแทนความกดอากาศต่ำ ที่มีอุณหภูมิสูง
- แผนที่แสดงให้เห็นว่า ความกดอากาศในวันที่ ๒๑ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๗ เวลา ๐๑.๐๐ น. บริเวณทางตอนเหนือของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีความกดอากาศสูงกำลังแรง มีอุณหภูมิต่ำ อากาศหนาวเย็น ส่วนในพื้นที่ทางตอนกลางลงไปถึงทางตอนล่างมีความกดอากาศต่ำ มีอุณหภูมิสูง อากาศค่อนข้างร้อน

- แผนที่แสดงด้วยสัญลักษณ์สัดส่วน (proportional map) เป็นแผนที่ที่แสดงจำนวนและชนิดของข้อมูลที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ สามารถแสดงข้อมูลได้หลายชนิดพร้อมกัน โดยใช้กราฟแบบต่าง ๆ ที่มีขนาดเป็นสัดส่วนกับข้อมูล เช่น วงกลม (circles) วงกลมแบ่งส่วน (divided circles) กราฟแท่งสัดส่วน (proportional bars) กราฟแท่งแบบผสม (composite bars) ขนาดของสัญลักษณ์ที่แสดงในแผนที่ควรเหมาะสมกับขนาดของแผนที่ เช่น

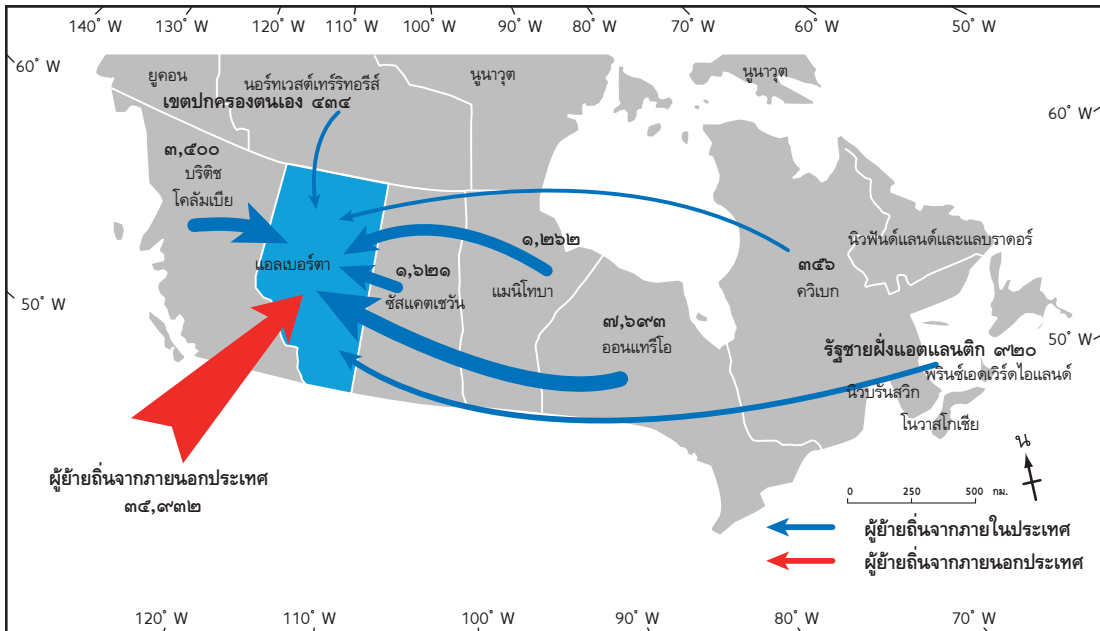


▲ แผนที่สัดส่วนจำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโควิด 19 (Corona Virus 2019/COVID-19) ในทวีปแอฟริกา พ.ศ. ๒๕๖๓

Noted. Adapted from The COVID-19 pandemic in francophone West Africa: from the first cases to responses in seven countries, by E. Bonnet, O. Bodson, F. Le Marcis, A. Faye, N.E. Sambieni, F. Fournet, F. Boyer, A. Coulibaly, K. Kadio, F.B. Diongue, and V. Ridde, ๒๐๒๑, BMC Public Health. (<https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-021-11529-7>).

- แผนที่นี้ใช้สัดส่วนของวงกลมในการแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโควิด 19 ในทวีปแอฟริกา พ.ศ. ๒๕๖๓ วงกลมที่ใหญ่ที่สุด คือ มีผู้ติดเชื้อไวรัสมากกว่า ๓๐๐,๐๐๐ คน ส่วนวงกลมที่เล็กที่สุด คือ มีผู้ติดเชื้อไวรัสประมาณ ๐-๑๑ คน
- จากแผนที่ พื้นที่ที่มีผู้ติดเชื้อไวรัสมากที่สุดอยู่ทางตอนใต้ของทวีป รองลงมาคือ ตอนเหนือและตะวันออกของทวีป ประเทศที่มีผู้ติดเชื้อไวรัสมากที่สุด คือ ประเทศเซาท์แอฟริกา รองลงมาคือ ประเทศโมร็อกโก อียิปต์ และเอธิโอเปีย

- **แผนที่แสดงการเคลื่อนที่ (movement map)** เป็นแผนที่ที่แสดงให้เห็นการเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง เช่น การย้ายถิ่นของประชากร การขนส่งสินค้าและบริการ การจราจร สัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงการเคลื่อนที่นิยมใช้เส้นและลูกศร เช่น

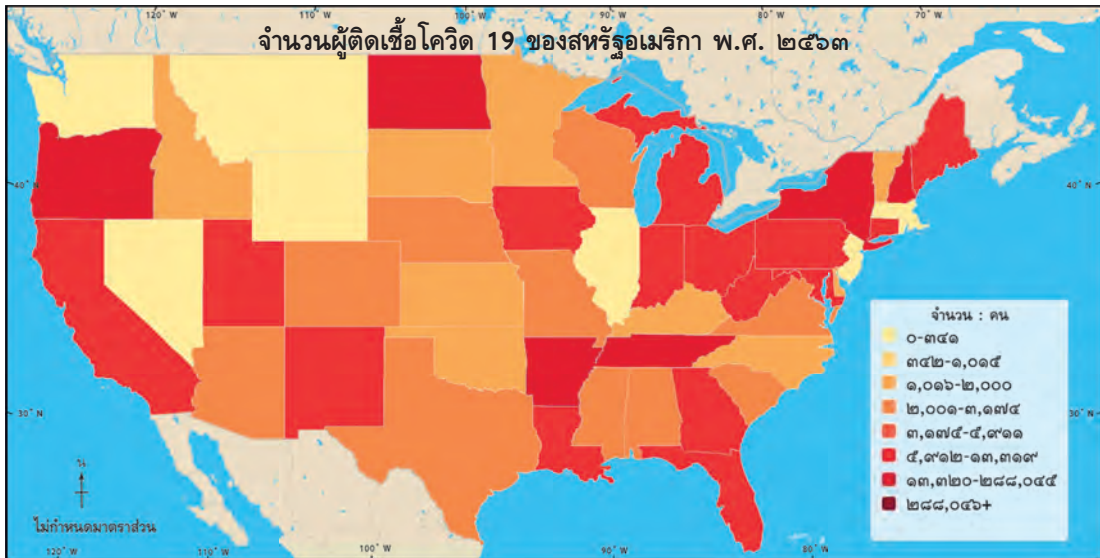


- ▲ **แผนที่การย้ายถิ่นจากภายในประเทศและภายนอกประเทศเข้าสู่รัฐแอลเบอร์ตา ประเทศแคนาดา ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๖**

Noted. Adapted from David Staples: Canadians voting with their feet and they're picking Alberta, by David Staples, ๒๐๒๓, Edmonton Journal. (<https://edmontonjournal.com/opinion/david-staples-canadians-voting-with-their-feet-and-theyre-picking-alberta>).

- แผนที่นี้แสดงการย้ายถิ่นของประชากรภายในประเทศจากรัฐต่าง ๆ ของประเทศแคนาดา เข้าสู่รัฐแอลเบอร์ตา ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๖ โดยมีประชากรจากรัฐออนแทรีโอย้ายถิ่นเข้าสู่รัฐแอลเบอร์ตามากที่สุด ๓,๖๙๓ คน รองลงมาคือ รัฐบริติชโคลัมเบีย ๓,๕๐๐ คน นอกจากนี้ยังมีการย้ายถิ่นของประชากรจากภายนอกประเทศเข้าสู่รัฐแอลเบอร์ตา ๓๕,๙๓๒ คน

- **แผนที่โคโรเพลท (choropleth map)** เป็นแผนที่ที่แสดงข้อมูลเชิงปริมาณในพื้นที่ด้วยการใช้สีเป็นสัญลักษณ์ โดยใช้เฉดสีอ่อนแทนข้อมูลที่มีปริมาณน้อยหรือเบาบาง สีเข้มแทนข้อมูลที่มีปริมาณมากหรือหนาแน่น เช่น



แผนที่โครเพลทจำนวนผู้ติดเชื้อโควิด 19 ของสหรัฐอเมริกา พ.ศ. ๒๕๖๓

Noted. Adapted from *Make a Covid-19 Choropleth Map in Mapbox: Visualization of the Covid-19 rate across states in the USA*, by D. Hurtado, ๒๐๒๐, Medium. (<https://towardsdatascience.com/make-a-covid-19-choropleth-map-in-mapbox-5c93ac86e907>).

- แผนที่นี้ใช้ระดับเฉดสีในการแสดงจำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโควิด 19 ในสหรัฐอเมริกา พ.ศ. ๒๕๖๓ โดยมีระดับสีตั้งแต่สีเหลืองอ่อน คือ น้อยที่สุด ไปจนถึงสีแดงเข้ม คือ มากที่สุด
- จากแผนที่ รัฐในสหรัฐอเมริกาที่มีผู้ติดเชื้อไวรัสโควิด 19 มากที่สุด ได้แก่ รัฐนิวยอร์ก นิวแฮมเชอร์ นอร์ทดาโคตา และออริกอน มีผู้ติดเชื้อไวรัสมากกว่า ๒๘๐,๐๐๐ คน ส่วนรัฐที่มีผู้ติดเชื้อน้อยที่สุด ได้แก่ รัฐวอชิงตัน มอนแทนา ไวโอมิง เนวาดา อิลลินอย แมสซาชูเซตส์ และนิวเจอร์ซีย์

กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้เชิงภูมิศาสตร์

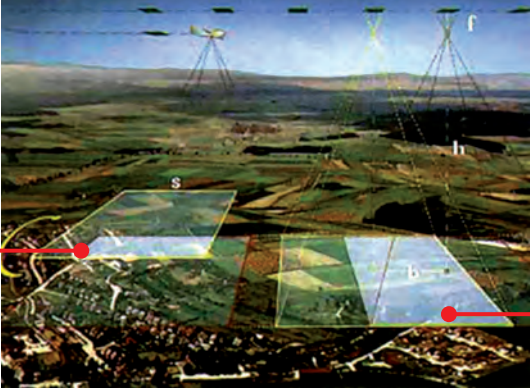
ร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่า แผนที่จุด แผนที่เส้น และแผนที่โครเพลทมีลักษณะและวิธีการอ่านหรือแปลความหมายแตกต่างกันอย่างไร แล้วสรุปและบันทึกผลลงสมุด

๓. การแปลความหมายรูปถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียม

๓.๑ รูปถ่ายทางอากาศ

รูปถ่ายทางอากาศ (aerial photograph) หมายถึง รูปภาพของลักษณะภูมิประเทศที่ปรากฏอยู่บนพื้นผิวโลกที่ได้มาจากการถ่ายภาพทางอากาศ ด้วยวิธีการนำกล้องถ่ายรูปติดไว้กับอากาศยานที่บินไปเหนือภูมิประเทศบริเวณที่ต้องการถ่ายภาพ

รูปถ่ายแต่ละรูป
ในแนวนินข้างเคียง
ต้องมีส่วนซ้อนทับ
ด้านข้างไม่น้อยกว่า
ร้อยละ ๓๐ เพื่อ
ประโยชน์ในการ
ต่อภาพ



รูปถ่ายแต่ละรูป
ในแนวนินเดียวกัน
ต้องให้ครอบคลุม
พื้นที่ซ้อนทับด้าน
หน้า (พื้นที่บริเวณ
เดียวกัน) ไม่น้อยกว่า
ร้อยละ ๖๐

รูปถ่ายทางอากาศแบ่งออกเป็น ๒ ชนิด ได้แก่

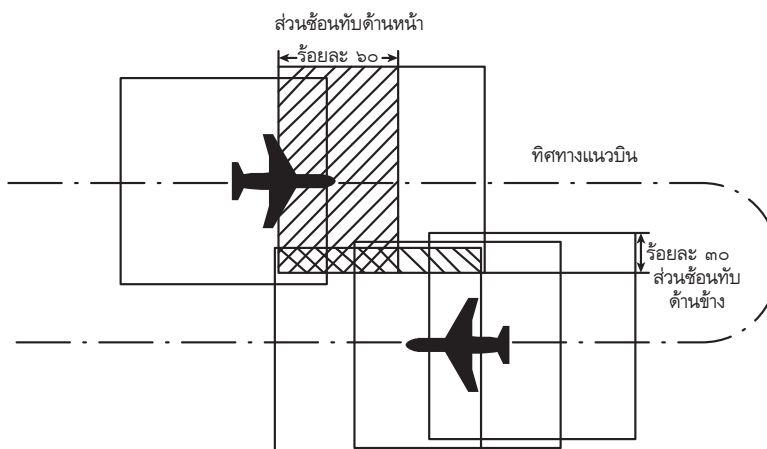
๑. **รูปถ่ายทางอากาศแนวตั้ง (vertical aerial photograph)** เป็นรูปถ่ายที่ถ่ายในแนวตั้งตั้งฉากกับพื้นผิวโลก โดยแกนของกล้องเอียงจากแนวตั้งไม่เกิน ๓ องศา รูปถ่ายแต่ละภาพจะมีพื้นที่ซ้อนทับกันด้านหน้าของภาพตามแนวนินประมาณร้อยละ ๖๐ และซ้อนทับด้านข้างประมาณร้อยละ ๓๐ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดพื้นที่ขาดหายไป เมื่อนำภาพมาเรียงต่อกันสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ด้วยกล้องสามมิติได้

๒. **รูปถ่ายทางอากาศแนวเฉียง (oblique aerial photograph)** มี ๒ ชนิด ได้แก่

๑) **รูปถ่ายเฉียงต่ำ (low oblique)** เป็นรูปถ่ายที่แกนของกล้องเอียงทำมุมประมาณ ๓๐ องศาจากแนวตั้ง มีคุณสมบัติครอบคลุมพื้นที่กว้าง ภาพพื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มองไม่เห็นแนวขอบฟ้า มาตราส่วนของภาพไม่แน่นอน รูปถ่ายชนิดนี้มักใช้ในการลาดตระเวนทางทหารและการศึกษาลักษณะทั่วไปของพื้นที่

๒) **รูปถ่ายเฉียงสูง (high oblique)** เป็นรูปถ่ายที่แกนของกล้องเอียงทำมุมประมาณ ๖๐ องศาจากแนวตั้ง มีคุณสมบัติคล้ายกับรูปถ่ายเฉียงต่ำ แต่ครอบคลุมพื้นที่กว้างกว่าและมองเห็นแนวขอบฟ้า รูปถ่ายชนิดนี้นิยมนำมาใช้ในการวางแผนแนวนินและการลาดตระเวนทางทหาร

การแปลความข้อมูลจากรูปถ่ายทางอากาศทำได้โดยการแปลความด้วยสายตา หรืออาจใช้กล้องสามมิติช่วยในการแปลความ



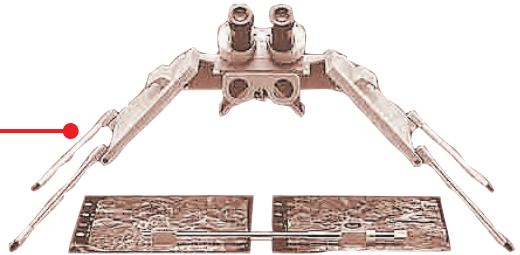
กล้องสามมิติ (stereoscope) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับมองรูปสามมิติ สามารถมองความสูง-ต่ำของภูมิประเทศในลักษณะสามมิติได้ ประกอบด้วยเลนส์ ๒ อัน ซึ่งสามารถปรับให้เท่ากับระยะห่างของสายตาดูมองได้ ในการมองต้องวางรูปให้อยู่ในแนวเดียวกันและต้องเป็นรูปที่ทำการถ่ายต่อเนื่อง ซึ่งแต่ละรูปมีชายขอบซ้อนทับกันอยู่ ที่นิยมใช้มี ๒ ชนิด คือ



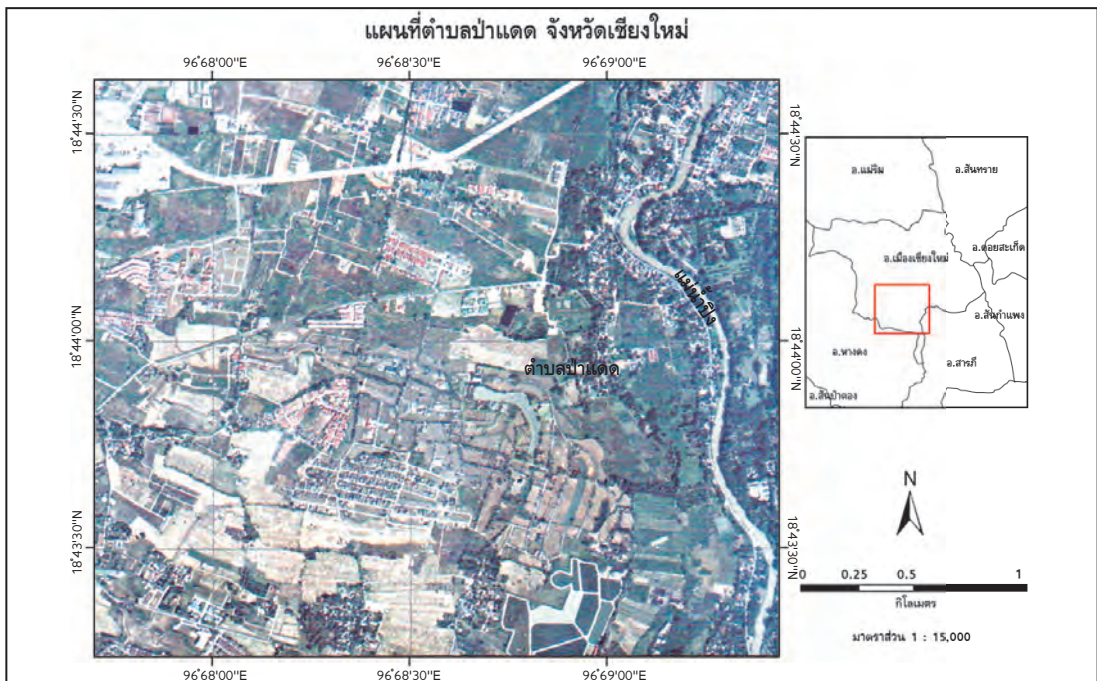
กล้องสามมิติแบบพกพา (pocket stereoscope)

สามารถนำติดตัวไปใช้ได้ง่าย แต่จะดูลักษณะภูมิประเทศได้ในบริเวณแคบ ๆ

กล้องสามมิติแบบกระจกเงา (mirror stereoscope) โดยใช้กระจกเงาส่องเห็นภูมิประเทศได้กว้างกว่ากล้องสามมิติแบบพกพา



การบันทึกภาพถ่ายทางอากาศในอดีตนิยมบันทึกด้วยฟิล์มขาว-ดำมากกว่าฟิล์มสีเนื่องจากมีราคาถูกกว่า ในปัจจุบันมีการบันทึกเป็นระบบเชิงเลข ภาพถ่ายทางอากาศสามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบหรือปรับปรุงแผนที่หรือเขียนแผนที่ขึ้นใหม่ได้ด้วย



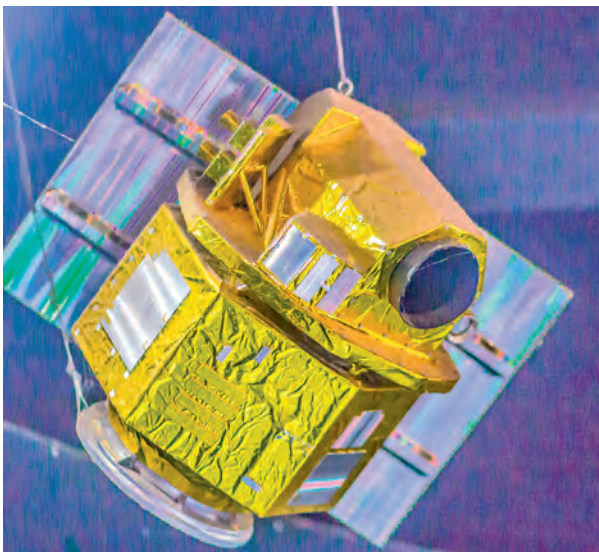
รูปถ่ายทางอากาศที่นำมาใช้เป็นแผนที่ของตำบลป่าแดด อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก เอกสารประกอบการเรียนการสอน เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖ (น. ๖๖), โดย สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), และ สมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย, ๒๕๕๕. สไลด์ครีเอทีฟแฮร์ส.

๓.๒ ภาพจากดาวเทียม

ภาพจากดาวเทียม (satellite imagery) เกิดจากการบันทึกข้อมูลเชิงเลขจากดาวเทียมที่ติดตั้งอุปกรณ์ที่อาศัยกระบวนการบันทึกพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือส่งผ่านจากวัตถุ แล้วส่งข้อมูลเหล่านั้นมายังสถานีรับภาคพื้นดิน โดยอาศัยหลักการการสะท้อนพลังงานคลื่นที่ต่างกันของวัตถุ ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านนี้ได้พัฒนาไปมากจนได้ภาพที่มีความละเอียดและความชัดเจนมากขึ้น นำมาแปลความหมายได้ด้วยตาเปล่า

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลที่สำคัญ เช่น ดาวเทียมไอคอนอส (IKONOS) ดาวเทียมควิกเบิร์ด (QUICKBIRD) ดาวเทียมแลนด์แซต (LANDSAT) ดาวเทียมไทยโชต (Thaichote) หรือดาวเทียมธีออส (THEOS)



ดาวเทียมไทยโชตหรือดาวเทียม

ธีออส (THEOS) เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรดวงแรกของประเทศไทย เกิดขึ้นจากความร่วมมือทางด้านเทคโนโลยีอวกาศระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลฝรั่งเศส มีสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ สทอภ. ทำหน้าที่เป็นหน่วยงานกลางร่วมกับประเทศฝรั่งเศส ขึ้นสู่อวกาศเมื่อวันที่ ๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๑ โดยจรวดนำส่งเนปเปอร์ (Dnepr) จากฐานส่งจรวดเมืองยาสนี (Yasny)

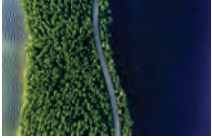
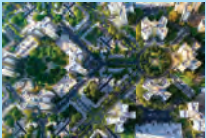
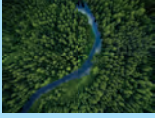
ประเทศรัสเซีย ประเทศไทยใช้ประโยชน์จากดาวเทียมไทยโชตหลายด้าน เช่น ด้านป่าไม้ การเกษตร การทำแผนที่ ผังเมือง การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ

ชื่อ **“ดาวเทียมไทยโชต”** ได้รับการโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อจากพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ใน พ.ศ. ๒๕๕๕ โดยมีความหมายว่า **“ดาวเทียมที่ทำให้ประเทศไทยเจริญรุ่งเรือง”**

ภาพจากดาวเทียมเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมแก่การนำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ต่าง ๆ ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือรูปแบบการดำเนินชีวิตและกิจกรรมทางเศรษฐกิจของมนุษย์ที่มีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา และสามารถนำมาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับภัยพิบัติธรรมชาติเพื่อป้องกันและแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม ปัจจุบันมีการนำส่งดาวเทียมธีออส 2 (THEOS-2) ขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ ๙ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๖ จากท่าอวกาศยานยุโรปเฟรนช์เกียนา (Guiana Space Center) เมืองกูรู ดินแดนเฟรนช์เกียนา ทวีปอเมริกาใต้ เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การเกษตร การจัดการเมือง การจัดการน้ำ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติธรรมชาติ และความมั่นคงระหว่างประเทศ

๓.๓ องค์ประกอบของรูปถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียม

หลักการแปลความหมายสามารถพิจารณาจากองค์ประกอบต่าง ๆ ของภาพที่ช่วยให้รู้จักวัตถุตามลำดับ ดังนี้

๑. โทนสี (tone) และสี (color)  บริเวณแหล่งน้ำมีสีเข้ม โทนสีเข้ม	ด้วยคุณสมบัติของวัตถุที่สะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ไม่เท่ากัน ทำให้ภาพในรูปถ่ายที่ได้มีโทนสีของวัตถุแตกต่างกัน ส่งผลให้มองเห็นรูปร่างรูปทรงของวัตถุต่าง ๆ ได้ โดยปกติวัตถุที่สะท้อนพลังงานได้มากหรือพื้นผิวราบเรียบทำให้โทนสีที่ได้เป็นสีขาวหรือสีสว่าง เช่น ธารน้ำแข็ง แต่ถ้าวัตถุที่สะท้อนพลังงานได้น้อยหรือมีพื้นผิวไม่ราบเรียบเกิดภาพมืดหรือมีสีทึบ เช่น ผิวน้ำ แนวเทือกเขาที่มีระดับความสูง-ต่ำแตกต่างกันมาก สำหรับสิ่งที่ปรากฏในรูปถ่ายทางอากาศจะมีความแตกต่างกันตามลักษณะของวัตถุ วัตถุที่ดูดกกลืนแสงมากหรือมีพื้นผิวขรุขระ ภาพที่ได้จะมีสีเข้มหรือสีดำ เช่น ผิวน้ำ ส่วนวัตถุที่สะท้อนแสงมากหรือมีพื้นผิวราบเรียบ ภาพที่ได้จะมีสีอ่อนหรือสีขาว เช่น บริเวณหาดฟ้าของอาคารต่าง ๆ
๒. ขนาด (size)  อาคารที่อยู่ใกล้กัน แต่มีรูปร่างแตกต่างกัน	ขนาดของวัตถุต่าง ๆ มีความแตกต่างกันไปตามมาตราส่วนของรูปถ่ายทางอากาศ โดยปกติเราสามารถเปรียบเทียบขนาดของวัตถุในรูปถ่ายได้ ถ้าวัตถุอยู่ในแนวเดียวกัน นอกจากนี้ ถ้ารูปถ่ายทางอากาศมีมาตราส่วนที่แน่นอนสามารถวัดขนาดของวัตถุได้โดยเปรียบเทียบกับมาตราส่วนของรูปถ่าย
๓. รูปร่าง (shape)  อาคารเป็นรูปร่างที่มีขอบเขตชัดเจน	รูปร่างช่วยแสดงโครงสร้างและขอบเขตของวัตถุแต่ละชนิดในรูปถ่าย รูปร่างของวัตถุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมีโครงสร้างและขอบเขตที่ไม่ชัดเจนแน่นอน ส่วนรูปร่างของวัตถุที่มนุษย์สร้างขึ้นมีโครงสร้างและขอบเขตที่ชัดเจนและอาจเป็นรูปทรงเรขาคณิต
๔. ความหยาบและละเอียดของภาพ (texture)  ต้นไม้มีความหยาบและขรุขระไม่เป็นระเบียบ	มีความแตกต่างกัน เช่น ต้นไม้หรือพุ่มไม้จะมีความขรุขระหรือหยาบเนื่องจากด้านบนของต้นไม้หรือพุ่มไม้คือกลุ่มใบไม้ที่เรียงตัวกันตามธรรมชาติจึงไม่เป็นระเบียบ แตกต่างจากแนวต้นไม้ในพื้นที่เพาะปลูกมีความขรุขระเป็นจุด ๆ อย่างเป็นระเบียบ
๕. รูปแบบ (pattern)  แม่น้ำเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมีรูปแบบไม่แน่นอน	รูปแบบแสดงลักษณะการเรียงตัวและรูปลักษณ์ในรูปถ่าย ช่วยบ่งชี้ว่าวัตถุนั้น ๆ คืออะไร วัตถุที่มนุษย์สร้างขึ้นมักมีรูปแบบที่แน่นอนกว่าวัตถุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ รูปแบบของวัตถุที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ลักษณะการตั้งถิ่นฐาน พื้นที่เพาะปลูกพืช ส่วนรูปแบบของวัตถุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การกระจายตัวของเส้นทางน้ำไหลตามธรรมชาติ การเรียงตัวของรอยเลื่อน

๖. แสงเงา (shadow)  แสงเงาทำให้เรารู้ความสูง-ต่ำที่ไม่เท่ากัน	แสงเงาช่วยในการคำนวณหาระดับความสูง-ต่ำของวัตถุได้ ลักษณะภูมิประเทศที่ราบเรียบมักปรากฏเงาได้น้อยกว่าลักษณะภูมิประเทศที่มีระดับความสูงและต่ำ เช่น ภูเขา แอ่งต่ำ นอกจากนี้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ยังส่งผลต่อแสงเงาในภาพของรูปถ่ายด้วย ถ้าตำแหน่งของดวงอาทิตย์อยู่ในเวลาที่เที่ยงวันหรือใกล้เที่ยงวัน ทำให้เงาที่ตกกระทบสั้นหรือไม่มีทำให้ไม่สามารถประเมินระดับความสูง-ต่ำของพื้นที่ด้วยสายตาได้ ต้องใช้กล้องสามมิติช่วยในการอ่านข้อมูล
๗. ที่ตั้ง (site) และความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (association)  บริเวณใกล้ท่าเรือมีเส้นทางคมนาคมขนส่งเพื่อใช้ขนส่งสินค้า	ภาพพื้นที่ที่ปรากฏโดยรอบช่วยให้แปลข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการได้ง่ายขึ้น เช่น ในภาพมีป่าชายเลนแสดงว่าบริเวณนั้นอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล ภาพที่มีย่านชุมชน ย่านมีตลาด สถานที่ราชการ และย่านการค้าตั้งอยู่ ภาพที่มีท่าเรือย่อมมีเส้นทางรถไฟอยู่ด้วย เนื่องจากต้องใช้ในการขนส่งสินค้าระหว่างกัน

๓.๔ หลักการแปลความหมายจากรูปถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียม

การแปลความหมายจากรูปถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียมจะนำองค์ประกอบของรูปถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียมมาพิจารณา แล้วดำเนินการ ๔ ขั้นตอน ได้แก่

๑. การอ่านภาพ (photo reading) เป็นการอ่านให้รู้รายละเอียดหรือวัตถุที่เห็นในภาพ มีรูปร่าง ขนาดอย่างไร เกิดจากการสังเกตวัตถุหรือรายละเอียดที่ปรากฏอยู่ในภาพโดยตรง มี ๓ วิธี ได้แก่

- ๑) **การตรวจพบ (detection)** เป็นการเห็นหรือรับรู้ว่ามีวัตถุหรือรายละเอียดต่าง ๆ ปรากฏในภาพ
- ๒) **การรู้จัก (recognition)** เป็นการจดจำรายละเอียดที่ปรากฏในภาพ เช่น รูปร่าง ขนาด
- ๓) **การพิสูจน์ทราบ (identification)** เป็นการบอกรายละเอียดจากความคุ้นเคยกับสิ่งที่ปรากฏในภาพ

๒. การวิเคราะห์ (analysis) เป็นการเลือกรายละเอียดที่จะวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์ทางธรณีสัณฐาน การวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินทางการเกษตร การวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินในเมือง

๓. การจำแนก (classification)

เป็นการแยกแยะ จัดกลุ่ม และแปลความหมายสิ่งที่เห็น เช่น การแปลเกี่ยวกับตะพักลุ่มน้ำ ต้องจำแนกว่าตะพักนี้เกิดจากการกระทำของแม่น้ำหรือธารน้ำแข็ง

๔. การลงความเห็น (deduction) เป็นการสังเกตและหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ไม่สามารถหาได้จากภาพเพียงอย่างเดียว

ตัวอย่างการแปลความหมายจากรูปถ่ายทางอากาศแนวดิ่ง



รูปถ่ายทางอากาศในแนวดิ่งของพื้นที่บริเวณแยกอรุณอมรินทร์ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย เห็นได้ว่า พื้นที่นี้มีรูปร่างของโครงสร้างและขอบเขตของวัตถุในภาพที่ชัดเจนแน่นอน แสดงว่า พื้นที่ส่วนใหญ่มีสิ่งต่าง ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้น คือ อาคารบ้านเรือนต่าง ๆ เส้นถนนขนาดใหญ่ที่ตัดผ่านอยู่ตอนกลางของภาพ

ในภาพยังปรากฏลักษณะหยาบและขรุขระของกลุ่มต้นไม้และพุ่มไม้ในบริเวณอาคารและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ มีรูปแบบที่ไม่แน่นอน ส่วนบริเวณหัวมุมถนนทั้ง ๔ ด้านของสี่แยกมีกลุ่มต้นไม้เป็นสวนหย่อมที่จัดสร้างขึ้นเพื่อเป็นที่สาธารณะ

ตัวอย่างการแปลความหมายจากรูปถ่ายทางอากาศแนวเฉียงต่ำ



พื้นที่ในภาพยังมี
ความหนาแน่นและ
ซับซ้อนมาก แสดงถึง
พื้นที่ที่เต็มไปด้วย
ต้นไม้และพุ่มไม้เป็น
จำนวนมากของเขต
ป่าดิบที่ใหญ่ที่สุด
แห่งหนึ่งของโลก

รูปถ่ายทางอากาศในแนวเฉียงต่ำของพื้นที่ป่าแอมะซอนในประเทศบราซิล เห็นได้ว่า พื้นที่
มีลักษณะของรูปร่างที่มีโครงสร้างและขอบเขตของวัตถุที่ไม่ชัดเจนแน่นอนจึงเป็นสิ่งที่เกิดขึ้น
เองตามธรรมชาติ มีเส้นที่คดเคี้ยวไปมาในเส้นมีลักษณะราบเรียบแต่มีสีทึบ แสดงว่า วัตถุนี้
สะท้อนพลังงานได้น้อย จึงเป็นแหล่งน้ำ เส้นที่คดเคี้ยวนี้เป็นเส้นทางของแม่น้ำแอมะซอน

รูปถ่ายทางอากาศนำมาประยุกต์ใช้ได้หลายด้าน เช่น ใช้ในการสำรวจชนิดของหินและ
โครงสร้างทางธรณีวิทยา ใช้ในการทำแผนที่ป่าไม้ การจัดการด้านป่าไม้ ประเมินความเสียหายจาก
ภัยพิบัติธรรมชาติ จัดการเขตการใช้ที่ดินในผังเมือง ศึกษาร่องรอยทางด้านโบราณคดี

● การแปลความหมายภาพจากดาวเทียม

สามารถแปลได้ทั้งด้วยสายตาและการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการประมวลผล การใช้สายตา
แปลความหมายกระทำเช่นเดียวกับการแปลความหมายจากรูปถ่ายทางอากาศ เมื่อแปลความหมาย
ด้วยสายตาแล้วควรตรวจสอบในพื้นที่จริงด้วยการนำภาพจากดาวเทียม แผนที่ รวมทั้งเครื่อง
กำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม หรือ GPS ไปใช้ในการสำรวจข้อมูลด้วย

ภาพจากดาวเทียมนำมาประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ได้ โดยใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น
เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ต่อพ่วงและอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล เช่น เครื่องกราดภาพ (scanner)
ชุดคำสั่งหรือโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ เมื่อนำเข้าข้อมูลภาพและปรับแก้ข้อมูลให้เหมาะสมแล้วก็
สามารถประมวลผลได้ทั้งการประมวลผลด้วยตัวผู้ใช้เองหรือการให้ระบบคอมพิวเตอร์ประมวลผล
แบบลุ่ม จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาผ่านการจัดการข้อมูล การคำนวณค่าข้อมูลต่าง ๆ และการตรวจสอบ
ความถูกต้อง

ตัวอย่างการแปลความหมายข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยสายตา



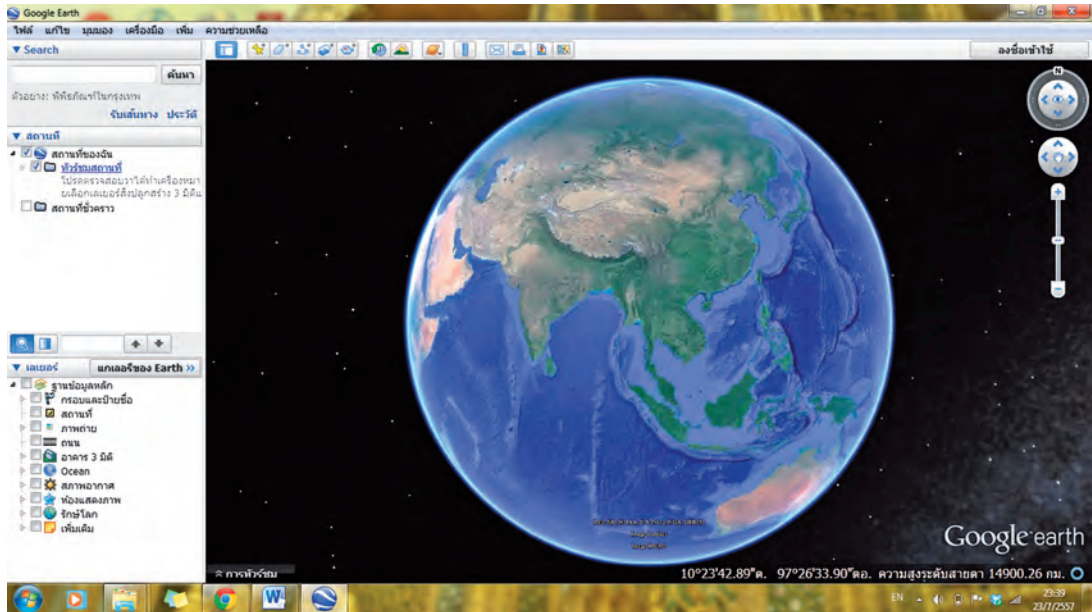
▲ ภาพจากดาวเทียม Earth Observing-1 (EO-1) ของโครงการ NASA Earth Observatory-1 องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติหรือนาซา (National Aeronautics and Space Administration-NASA)

Noted. Adapted from *Picture of the Day: Flooding in Thailand-Before and After*, by TwistedSifter, ๒๐๑๓, TwistedSifter. (<https://twistedSifter.com/2013/07/flooding-in-thailand-before-and-after/>).

ภาพด้านซ้ายมือ เหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ในพื้นที่ภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย ใน พ.ศ. ๒๕๕๔ จากภาพ คือ พื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านทางตอนกลางของภาพ ภาพด้านซ้ายมือเป็นช่วงเวลาก่อนเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม เห็นได้ว่า พื้นที่นี้เป็นที่ราบกว้างใหญ่มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลคดเคี้ยวผ่านพื้นที่ที่เต็มไปด้วยรูปแบบสีเขียวของพื้นที่ทางการเกษตร แสดงว่า พื้นที่นี้มีดินและน้ำอุดมสมบูรณ์มาก

ภาพด้านขวามือเป็นช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมประมาณเดือนตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๔ เห็นได้ว่า เส้นแม่น้ำและรูปแบบพื้นที่ทางการเกษตรด้านซ้ายของภาพหายไป กลายเป็นพื้นผิวราบเรียบและมีสีทึบ แสดงให้เห็นว่า พื้นที่เต็มไปด้วยน้ำ มีน้ำท่วมขังอยู่มาก ขณะที่ทางด้านขวาของเส้นแม่น้ำเดิม มีสีเขียวเข้มมากจนเกือบดำ แสดงว่า พื้นที่ทางการเกษตรมีความชื้นสูง หรือมีน้ำขังในพื้นที่นานมากขึ้น

ในปัจจุบันการศึกษาภาพจากดาวเทียมทำได้ง่ายขึ้นด้วยการใช้โปรแกรม Google Earth ซึ่งเป็นโปรแกรมหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ศึกษาสภาพของพื้นที่ต่าง ๆ ของโลก รวมถึงข้อมูลอื่น ๆ เช่น เส้นทางคมนาคมขนส่ง สถานที่ที่สำคัญต่าง ๆ นอกจากนี้ ในบางพื้นที่ยังมีภาพของสถานที่จริงทำให้มองเห็นภาพของสถานที่นั้น ๆ ได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้นอีกด้วย



โปรแกรม Google Earth

กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้เชิงภูมิศาสตร์

สืบค้นรูปถ่ายทางอากาศหรือภาพจากดาวเทียม ๑ ภาพ จากอินเทอร์เน็ต นำมาติดลงในกระดาษ แล้วแปลความหมายของข้อมูลจากภาพที่ได้เขียนลงในกระดาษใต้ภาพ ส่งครู

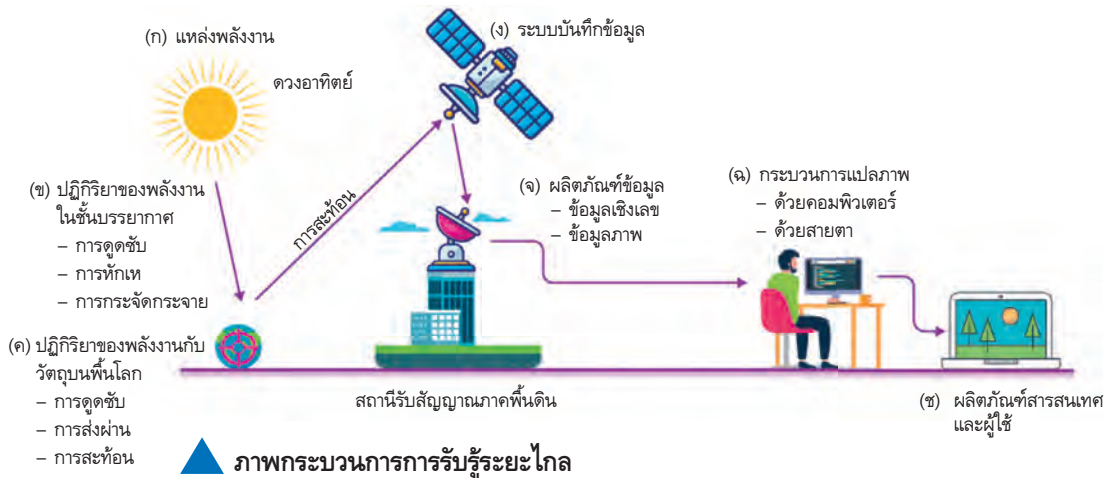
๔. การนำภูมิสารสนเทศศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน

๔.๑ ความหมายของภูมิสารสนเทศศาสตร์

ภูมิสารสนเทศศาสตร์ (Geoinformatics) หมายถึง ศาสตร์สารสนเทศที่เน้นบูรณาการเทคโนโลยีที่สำคัญ ๓ ด้าน ได้แก่ การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing-RS) ระบบนำทางด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite System-GNSS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System-GIS)

๔.๒ การใช้ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกล

การรับรู้ระยะไกล เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการบันทึกคุณลักษณะของวัตถุต่าง ๆ จากการสะท้อนหรือการแผ่รังสีของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า โดยไม่ต้องสัมผัสวัตถุโดยตรง เพราะวัตถุแต่ละชนิดมีลักษณะการสะท้อนแสงหรือการแผ่รังสีเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน



Noted. Adapted from *Remote Sensing*, by BYJU'S, ๒๐๒๔, BYJU'S. (<https://byjus.com/physics/remote-sensing/>).

● จากภาพ

(ก) แหล่งพลังงาน ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่แผ่พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามายังโลก

(ข) ปฏิกิริยาของพลังงานในชั้นบรรยากาศ เมื่อพลังงานเคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศ พลังงานจะทำปฏิกิริยากับไอน้ำและฝุ่นละอองในชั้นบรรยากาศ บางส่วนจะเกิดการหักเห การกระจัดกระจาย และบางส่วนอาจถูกดูดซับไว้

(ค) ปฏิกิริยาของพลังงานกับวัตถุบนพื้นโลก เมื่อพลังงานส่วนที่เหลือเดินทางมาตกกระทบกับพื้นโลก ซึ่งวัตถุบนพื้นโลกจำแนกเป็น ๓ ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ดิน พืช และน้ำ พลังงานนั้นจะถูกดูดซับไว้ด้วยวัตถุ เมื่อวัตถุดูดซับพลังงานจนอิ่มตัวแล้วจะส่งผ่านพลังงานต่อไปยังวัตถุรอบข้าง และพลังงานอีกส่วนหนึ่งจะสะท้อนออกไป

(ง) ระบบบันทึกข้อมูล จะถูกติดตั้งอยู่บนอากาศยาน เช่น เครื่องบิน ดาวเทียม อากาศยานไร้คนขับ ซึ่งระบบบันทึกข้อมูล (sensor) อาจเป็นกล้องถ่ายรูปที่ใช้ฟิล์ม หรือระบบบันทึกข้อมูลในรูปข้อมูลเชิงเลข เช่น ระบบการกวาดข้อมูล (scanner) พลังงานที่สะท้อนจากวัตถุบนโลกจะถูกระบบบันทึกข้อมูลตรวจจับและบันทึกไว้ในหน่วยความจำ หากติดตั้งระบบบันทึกข้อมูลไว้บนดาวเทียม เมื่อดาวเทียมโคจรผ่านสถานีรับสัญญาณภาคพื้นดิน ข้อมูลที่บันทึกไว้จะถูกถ่ายทอดลงสู่สถานีรับสัญญาณภาคพื้นดินต่อไป

(จ) ผลิตภัณฑ์ข้อมูล สถานีรับสัญญาณภาคพื้นดินจะแปลงข้อมูลที่ได้รับมาจากอากาศยานให้เป็นข้อมูลเชิงเลขเพื่อนำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออาจพิมพ์ลงบนวัสดุที่เรียบก็ได้ เช่น กระดาษ ฟิล์ม

(ฉ) กระบวนการแปลภาพ กระทำได้ ๒ วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ติดตั้งโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิสารสนเทศ และการแปลความด้วยสายตา ผลของการแปลภาพจะถูกต้องและน่าเชื่อถือเพียงใด ขึ้นอยู่กับความรู้ในสาขาที่เกี่ยวข้องและความสามารถของผู้แปล

(ช) ผลิตภัณฑ์สารสนเทศและผู้ใช้ เมื่อทำการแปลภาพตามวัตถุประสงค์ของงานได้แล้ว อาจพิมพ์ผลงานนั้นออกมาเป็นแผนที่ หรือสื่อชนิดอื่น ๆ เพื่อให้ผู้ใช้เข้าไปใช้ประโยชน์ต่อไป

การรับรู้ระยะไกลเป็นการบันทึกพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนจากวัตถุแต่ละชนิด วัตถุต่างชนิดกันมีการสะท้อนพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าแตกต่างกัน วัตถุชนิดเดียวกันมีการสะท้อนพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละช่วงคลื่นแตกต่างกัน จึงอาศัยความแตกต่างของการสะท้อนพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อจำแนกวัตถุต่างกันออกจากกัน



แหล่งสืบค้นความรู้

- ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย, ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล, www.gisthai.org/about-gis/remotesensing.html

● สมบัติของข้อมูลการรับรู้ระยะไกล

ภาพที่ได้จากการรับรู้ระยะไกลมีคุณสมบัติสำคัญ ๗ ประการ ดังนี้

๑. เป็นเชิงเลข	ข้อมูลภาพจากดาวเทียมเป็นข้อมูลเชิงเลขในรูปแบบแรสเตอร์ (raster format) คือ เป็นตารางกริดที่มีการอ้างอิงพิกัดเชิงพื้นที่ หนึ่งตารางกริดหรือหนึ่งจุดภาพมีค่าการสะท้อนแสงของวัตถุต่าง ๆ ที่ตกอยู่ในตารางกริดเป็นค่าระดับสีเทาหรือระดับความสว่างที่แตกต่างกัน
๒. ครอบคลุมพื้นที่กว้าง	ภาพจากดาวเทียมครอบคลุมพื้นที่กว้างทำให้ได้ข้อมูลที่ต่อเนื่อง ใช้ศึกษาสภาพแวดล้อมได้เป็นบริเวณกว้าง เช่น ภาพจากดาวเทียมแลนด์แซต ๘ (Landsat 8) ครอบคลุมพื้นที่มากกว่า ๓๔,๐๐๐ ตารางกิโลเมตร ภาพจากดาวเทียมไทยโชตครอบคลุมพื้นที่มากกว่า ๘,๐๐๐ ตารางกิโลเมตร
๓. มีหลายช่วงคลื่น	ภาพจากดาวเทียมบันทึกข้อมูลได้หลายช่วงคลื่น ทั้งคลื่นที่ตามนุษย์มองเห็นและมองไม่เห็น ทำให้แยกวัตถุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกจากภาพได้ เช่น ดาวเทียมไทยโชตสามารถบันทึกเป็นภาพขาวดำ (Panchromatic) และภาพสีหลายช่วงคลื่น (Multispectral)
๔. ครอบคลุมซ้ำพื้นที่เดิม	ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลกส่วนใหญ่มีการโคจรกลับมาบริเวณเดิมในเวลาที่เหมาะสม ทำให้ได้ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาสภาพแวดล้อมในเวลาที่แตกต่างกัน รวมทั้งช่วยให้มีโอกาสได้ภาพที่ไม่มีเมฆปกคลุม เช่น ดาวเทียมแลนด์แซตของสหรัฐอเมริกา มีการโคจรซ้ำที่เดิมทุก ๑๖ วัน ดาวเทียมไทยโชตมีการโคจรซ้ำที่เดิมทุก ๒๖ วัน
๕. ให้ความละเอียดหลายระดับ	ข้อมูลจากดาวเทียมมีความละเอียดเชิงพื้นที่หลากหลายเป็นประโยชน์ต่อการนำไปศึกษาด้านต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ เช่น ข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แซตมีความละเอียด ๓๐ เมตร นำไปใช้ศึกษาการใช้ที่ดินได้ดี เช่น ดาวเทียมไทยโชตที่เป็นภาพขาวดำ มีความละเอียดภาพ ๒ เมตร และที่เป็นภาพสีหลายช่วงคลื่น มีความละเอียดภาพ ๑๕ เมตร

๖. ให้ข้อมูลภาพ สีผสม	ข้อมูลภาพจากดาวเทียมใช้สีหลัก ๓ สี ได้แก่ สีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง ทำให้ได้ข้อมูลภาพ ๒ ประเภท ได้แก่ ภาพสีผสมจริง คือ ภาพที่ได้มีสีคล้ายกับที่ตามองเห็น และภาพสีผสมเท็จ คือ ภาพที่ได้มีสีไม่เป็นไปตามที่ตามองเห็น เช่น ป่าไม้ใช้สีแดงแทนสีเขียว
๗. ปรับปรุง คุณภาพ ของภาพได้	ข้อมูลภาพที่ได้นำมาปรับปรุงคุณภาพให้ชัดเจนขึ้นได้

● การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกล

ข้อมูลการรับรู้ระยะไกลมีประโยชน์ต่อการนำมาใช้เพื่อตีความและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรต่าง ๆ บนพื้นโลก รวมทั้งสำรวจการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้วางแผน กำหนดนโยบาย ดำเนินงาน และประเมินผลตามสภาพความเป็นจริงในภูมิประเทศ การรับรู้ระยะไกลสามารถนำมาใช้ในด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

๑. **ด้านป่าไม้** ใช้ศึกษาจำแนกชนิดป่าไม้ พรรณไม้ ประเมินหาพื้นที่ไฟป่า และติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้

๒. **ด้านการใช้ที่ดิน** ใช้ทำแผนที่การใช้ที่ดินที่ทันสมัยเพื่อใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดิน

๓. **ด้านการเกษตร** ใช้หาพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ คาดการณ์ผลผลิต ประเมินความเสียหายจากภัยธรรมชาติและศัตรูพืช วางแผนกำหนดเขตเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ

๔. **ด้านอุทกวิทยาและการจัดการทรัพยากรน้ำ** ใช้ศึกษาข้อมูลระบบชลประทาน การแพร่กระจายของตะกอนในแหล่งน้ำ การเปลี่ยนแปลงของเส้นทางน้ำ ทำแผนที่น้ำท่วมเพื่อประเมินความเสียหายจากอุทกภัยและวางแผนป้องกันได้อย่างเหมาะสม วิเคราะห์พื้นที่ประสบภัยแล้ง

๕. **ด้านสมุทรศาสตร์และการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง** ใช้ศึกษาการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง

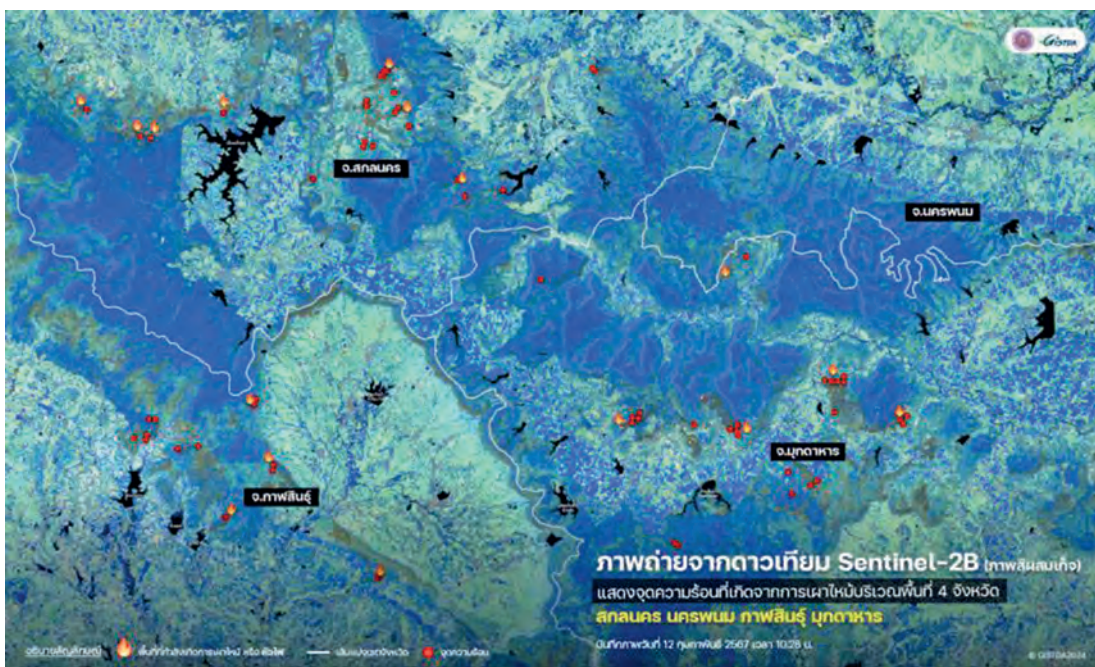
๖. **ด้านธรณีวิทยาและธรณีสัณฐาน** ใช้ทำแผนที่ธรณีโครงสร้าง แหล่งแร่ และน้ำบาดาล

๗. **ด้านการทำแผนที่** ใช้ปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศให้ถูกต้องและทันสมัย ทำแผนที่โครงสร้างพื้นฐานเพื่อวางแผนการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย

๘. **ด้านภัยพิบัติธรรมชาติและสถานการณ์สิ่งแวดล้อม** ใช้ในการประเมินความเสียหายจากภัยพิบัติธรรมชาติและวางแผนลดความสูญเสียจากภัยพิบัติต่าง ๆ รวมทั้งติดตามการกัดเซาะชายฝั่ง การแพร่กระจายของน้ำเสีย การแพร่กระจายของตะกอนจากการทำเหมืองแร่ในทะเล และการตัดไม้ทำลายป่า

๙. **ด้านความมั่นคงของชาติ** ใช้สังเกตการณ์ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงด้านความมั่นคงสูง ตรวจสอบการปลูกพืชเสพติด

๑๐. **ด้านผังเมืองและการขยายตัวของเมือง** ใช้ศึกษาแหล่งชุมชนและติดตามการขยายตัวของเมืองเพื่อการวางแผนรองรับด้านโครงสร้างพื้นฐาน การหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับการตั้งถิ่นฐาน



▲ ภาพจากดาวเทียม Sentinel-2B แสดงจุดความร้อนที่เกิดจากไฟป่าในจังหวัดสกลนคร นครพนม กาฬสินธุ์ และมุกดาหาร ประเทศไทย วันที่ ๑๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๗

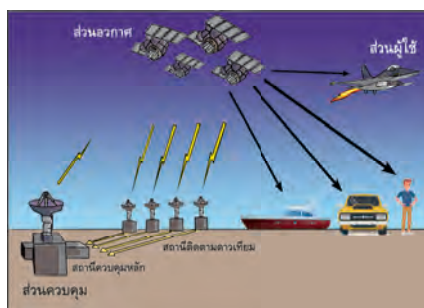
หมายเหตุ. จาก จุดความร้อนจากการตรวจสอบด้วยดาวเทียม สอดคล้องกับพื้นที่เผาไหม้ที่เกิดขึ้นจริง, โดย N. Sirirat, ๒๕๖๗. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
(https://www.gisda.or.th/news_view.php?n_id=7455&lang=TH)

๔.๓ ระบบนำทางด้วยดาวเทียม

ระบบนำทางด้วยดาวเทียม คือ ระบบนำทางและกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียมโดยการส่งข้อมูลในลักษณะของคลื่นความถี่วิทยุไปยังอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นเครื่องรับสัญญาณบนภาคพื้นดิน เพื่อกำหนดพิกัดตำแหน่ง ณ จุดที่เครื่องรับสัญญาณตั้งอยู่ ซึ่งจะใช้ข้อมูลจากดาวเทียมหลายระบบมาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้การกำหนดพิกัดความถูกต้องของระบบนำทางและการกำหนดตำแหน่งมีความแม่นยำสูงขึ้น

ระบบนำทางด้วยดาวเทียมประกอบด้วย ๓ ส่วนสำคัญ ได้แก่

๑. ส่วนอวกาศ (space segment) คือ ดาวเทียมบนอวกาศ ทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณข้อมูล ข้อมูลที่ดาวเทียมส่งสัญญาณออกมาประกอบด้วยข้อมูลหลายส่วน เช่น ตำแหน่งของดาวเทียม ข้อมูลสำหรับคำนวณเวลาของดาวเทียมเพื่อเปรียบเทียบกับเวลาที่เครื่องรับสัญญาณ



๒. ส่วนควบคุม (control segment) คือ สถานีบนภาคพื้นดินประกอบด้วยสถานีควบคุมหลักและสถานีติดตามดาวเทียม โดยสถานีควบคุมหลักมีหน้าที่ตรวจสอบตรวจสอบโคจรของดาวเทียมให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการและควบคุมข้อมูลที่ส่งไปยังดาวเทียม ส่วนสถานีติดตามดาวเทียมเป็นสถานีที่ตั้งกระจายอยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ ของโลก มีหน้าที่ทำงานประสานงานกับสถานีควบคุมหลัก

▲ โครงสร้างของระบบนำทางด้วยดาวเทียม

๓. ส่วนผู้ใช้ (user segment) คือ เครื่องรับสัญญาณ มีหลายขนาด สามารถพกพาไปได้หรือติดไว้ในรถ เรือ เครื่องบินได้ เครื่องรับสัญญาณทำหน้าที่แปลงสัญญาณและคำนวณหาพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก

● ตัวอย่างระบบนำทางด้วยดาวเทียมของประเทศต่าง ๆ ในโลก

๑. ระบบ **Global Positioning System** หรือ **GPS** ของสหรัฐอเมริกา มีดาวเทียมระบบตำแหน่งจำนวน ๒๔ ดวง เริ่มทดลองใช้งานครั้งแรกใน พ.ศ. ๒๕๐๓ และรัฐบาลสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ประชาชนใช้งานได้ในปี พ.ศ. ๒๕๒๑

๒. ระบบ **Global Navigation Satellite System** หรือ **GLONASS** ของประเทศรัสเซีย มีดาวเทียมระบบตำแหน่งจำนวน ๒๔ ดวง พัฒนาขึ้นเพื่อแข่งขันกับสหรัฐอเมริกา ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ในปี พ.ศ. ๒๕๕๕

๓. ระบบ **Galileo** ของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป มีดาวเทียมระบบตำแหน่งจำนวน ๓๐ ดวง แบ่งเป็นดาวเทียมปฏิบัติการ ๒๗ ดวง และดาวเทียมสำรอง ๓ ดวง เริ่มปฏิบัติการในปี พ.ศ. ๒๕๕๗ และใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๕๑

๔. ระบบ **BeiDou** ของประเทศจีน มีดาวเทียมระบบตำแหน่งจำนวน ๓๐ ดวง เริ่มพัฒนาและปฏิบัติการมาตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๔๓ และเปิดให้บริการข้อมูลทั่วโลกภายใน พ.ศ. ๒๕๖๓

๕. ระบบ **The Indian Regional Navigation Satellite System** หรือ **IRNSS** ของประเทศอินเดีย มีดาวเทียมระบบตำแหน่งจำนวน ๗ ดวง ให้บริการเฉพาะประเทศอินเดียและประเทศใกล้เคียง เปิดให้บริการได้อย่างสมบูรณ์ตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๖๑

๖. ระบบ **The Quasi-Zenith Satellite System** หรือ **QZSS** ของประเทศญี่ปุ่น มีดาวเทียมระบบตำแหน่งจำนวน ๔ ดวง และจะเพิ่มเป็น ๗ ดวงในอนาคต ให้บริการเฉพาะประเทศญี่ปุ่นและประเทศในแถบทวีปเอเชียและดินแดนโอเชียเนีย เปิดให้บริการในปี พ.ศ. ๒๕๕๓

ระบบเหล่านี้จะส่งสัญญาณมายังเครื่องรับสัญญาณของผู้ใช้ ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องรับสัญญาณในหลายรูปแบบ ทั้งแบบพกพาติดตัวผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือติดไว้กับยานพาหนะต่าง ๆ เช่น รถยนต์ เรือ เครื่องบิน โดย

การทำงานของเครื่องรับสัญญาณจะรับสัญญาณจากดาวเทียมที่ระบุเวลาและตำแหน่งของดาวเทียมดวงที่ส่งสัญญาณมาคำนวณหาระยะเสมือนจริงแต่ละระยะโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมอย่างน้อย ๔



▲ เครื่อง GPS สำหรับการสำรวจพื้นที่



▲ เครื่อง GPS ที่ติดในรถยนต์ใช้สำหรับการนำทาง

ดวง เครื่องรับจะแสดงให้ผู้ที่ใช้ทราบบนจอแอลซีดีของเครื่องเป็นค่าพิกัดภูมิศาสตร์ (ค่าละติจูดและลองจิจูด) หรือค่าพิกัดกริด UTM (ค่าตะวันออกและค่าเหนือ) และระดับความสูง



แหล่งสืบค้นความรู้

- ระบบ GNSS, www.gps.gov



ภูมิศาสตร์น่ารู้

สถานีภาคพื้นดินที่ควบคุมระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก หรือ GPS ของสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย

- สถานีควบคุมหลัก ตั้งอยู่ที่ฐานทัพอากาศในเมืองโคโลราโดสปริงส์ รัฐโคโลราโด สหรัฐอเมริกา
- สถานีติดตามดาวเทียม มี ๕ แห่ง ตั้งอยู่ที่หมู่เกาะฮาวาย ในมหาสมุทรแปซิฟิก หมู่เกาะอัลเสนชั้นในมหาสมุทรแอตแลนติก หมู่เกาะดีเอโกการ์เซีย ในมหาสมุทรอินเดีย หมู่เกาะควาจาเลน ประเทศฟิลิปปินส์ และเมืองโคโลราโดสปริงส์ สหรัฐอเมริกา
- สถานีรับส่งสัญญาณ มี ๓ แห่ง ตั้งอยู่ที่หมู่เกาะอัลเสนชั้น หมู่เกาะดีเอโกการ์เซีย และหมู่เกาะควาจาเลน

- การใช้ประโยชน์จากระบบนำทางด้วยดาวเทียม

๑. ใช้ในการสำรวจจริงวัดสถานที่ต่าง ๆ เพื่อการทำแผนที่

๒. ใช้ในงานบรรเทาสาธารณภัยต่าง ๆ เช่น การเฝ้าระวังพิบัติภัยต่าง ๆ

๓. การนำไปใช้ในกระบวนการยุติธรรมต่าง ๆ เช่น การติดตามบุคคล การติดตามการค้าที่ผิดกฎหมาย การติดตามการโจรกรรม

๔. การใช้ประโยชน์ทางการทหาร เช่น การสอดแนม การกำหนดจุดยุทธศาสตร์

๕. การใช้ประโยชน์ด้านความมั่นคง เช่น การกำหนดเขตแดนระหว่างประเทศ

๖. การใช้ในกิจกรรมด้านการกีฬา นันทนาการ และการท่องเที่ยว เช่น วัดความเร็ววัดระยะทาง เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณการเผาผลาญแคลอรีในร่างกายจากการเล่นกีฬา เกมโปเกมอน (Pokemon Game)

๗. การใช้ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ เช่น ใช้ติดตามรถขนส่งวัตถุดิบไปยังโรงงาน ระบบการสั่งอาหารออนไลน์

๘. การใช้ในการวางแผนการท่องเที่ยวและกิจกรรมด้านการท่องเที่ยว การนำทางสามารถนำทางได้ด้วยภาพและเสียง และให้ข้อมูลได้หลายภาษา

๙. การใช้ในด้านการเกษตร เช่น ใช้วางแผนแนวบินเชื่อมโยงกับตำแหน่งแปลงพื้นที่เกษตรเพื่อใส่ปุ๋ยและสารชีวภาพ



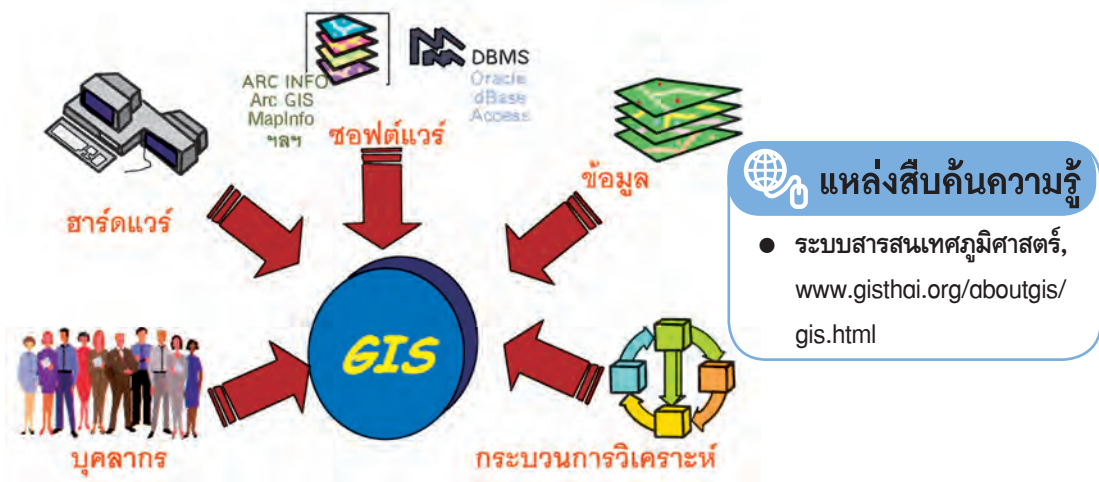
กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้เชิงภูมิศาสตร์

ทดลองใช้ระบบนำทางด้วยดาวเทียมด้วยโปรแกรม GPS หรือใช้เครื่องมือ GPS ที่อยู่ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ แล้วนำความรู้ที่ได้จากการทดลองใช้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในห้องเรียน

๔.๔ การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นกระบวนการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยการจัดเก็บ ปรับปรุง วิเคราะห์ และแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนที่ รูปภาพ ตารางสถิติ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีที่มาจากการเขียนข้อมูลลงบนแผ่นใสหลายแผ่นแล้วนำมาเรียงซ้อนทับกัน เช่น ข้อมูลพื้นผิวแผ่นหนึ่ง ข้อมูลเส้นถนนแผ่นหนึ่ง ข้อมูลจุดและตำแหน่งแผ่นหนึ่ง เมื่อเรียงซ้อนทับกันแล้วทำให้มองเห็นรายละเอียดของพื้นที่ได้อย่างชัดเจน ซึ่งปัจจุบันวิธีการนี้ทำอยู่ในรูปแบบของระบบคอมพิวเตอร์



ภาพองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก จากทิวอวกาศสู่พื้นแผ่นดินไทย พ.ศ. ๒๕๔๖ (น. ๕๖๗), โดย สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), ๒๕๔๖, สยามเอ็มแอนด์พี.

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่

๑. **ฮาร์ดแวร์ (hardware)** หรือส่วนประกอบของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูล ประมวลผล แสดงผล เช่น หน่วยประมวลผลกลาง (central processing unit—CPU) พล็อตเตอร์ (plotter) เครื่องพิมพ์ (printer) จอภาพ (monitor)

๒. **ซอฟต์แวร์ (software)** คือ ชุดคำสั่งหรือโปรแกรมที่ใช้ร่วมกับฮาร์ดแวร์เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ ทำให้ได้สารสนเทศที่ต้องการ โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยทั่วไปมีรูปแบบการทำงานที่สำคัญ ๕ ประการ คือ การนำเข้าข้อมูล การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การรายงานผลข้อมูล และส่วนสัมพันธ์กับผู้ใช้ เช่น ARC INFO, Arc GIS, MapInfo

๓. **ข้อมูล (data)** ข้อมูลต่าง ๆ ถูกเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูล ประเภทของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบ่งออกเป็น ๒ ประเภท ได้แก่

๑) **ข้อมูลเชิงพื้นที่** เป็นข้อมูลแสดงตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของรูปลักษณะของพื้นที่หรือข้อมูลสภาพพื้นที่ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลลักษณะประจำ โครงสร้างของข้อมูลเชิงพื้นที่แบ่งออกเป็น ๒ ประเภท ได้แก่

ข้อมูลแบบเวกเตอร์ (vector)

เป็นโครงสร้างของข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งเพื่อแทนลักษณะของแผนที่ด้วยจุด เส้น และพื้นที่รูปปิด

ข้อมูลแบบแรสเตอร์ (raster)

เป็นโครงสร้างของข้อมูลที่แบ่งออกเป็นตารางหรือกริดในแนวนอนและแนวตั้ง มีค่าของจุดภาพ (pixel) ค่าข้อมูลนี้เป็นค่าจากการสะท้อนของพลังงานจากพื้นผิวโลก เช่น ข้อมูลของภาพจากดาวเทียม

๒) ข้อมูลลักษณะประจำหรือข้อมูลเชิงอธิบาย เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งบอกลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันโดยตรง อยู่ในระบบฐานข้อมูล เช่น dBase Oracle เพื่อเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

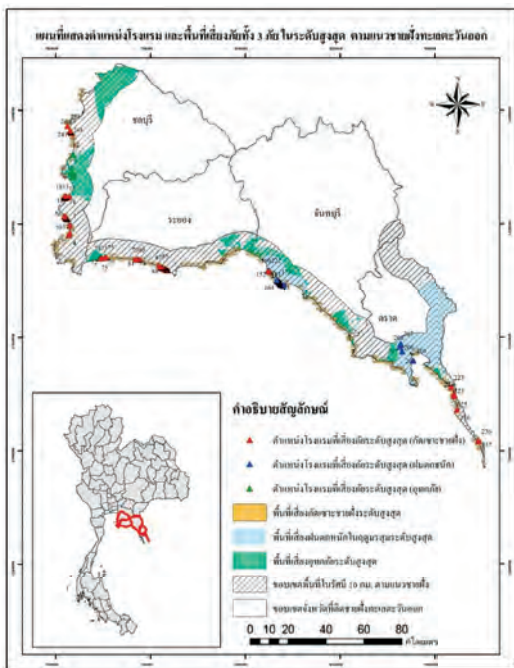
๔. กระบวนการวิเคราะห์หรือขั้นตอนการดำเนินงาน (method) ต้องทำอย่างละเอียดรอบคอบ โดยใช้ข้อมูลที่ถูกต้อง ขั้นตอนการดำเนินงานเกี่ยวข้องกับการนำเข้าสู่ข้อมูลต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการตัดสินใจหรือเลือกจากการกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือสารสนเทศตามที่ต้องการ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถแสดงในรูปแบบต่าง ๆ

๕. บุคลากร (people) หมายถึง บุคคลที่ทำหน้าที่เป็นผู้สร้างกระบวนการวิเคราะห์หรือขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งต้องมีความรู้ความสามารถเชิงพื้นที่ ตลอดจนมีความสามารถในการเลือกข้อมูล การกำหนดเงื่อนไข เทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่ต้องการ บุคลากรในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบไปด้วยนักวิเคราะห์หรือผู้สร้างระบบและผู้ใช้สารสนเทศ บุคลากรต้องมีความชำนาญในหน้าที่และได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบที่ช่วยในการปฏิบัติงานทางด้านภูมิศาสตร์ผ่านกระบวนการทางภูมิศาสตร์ ๕ ขั้นตอน ได้แก่

๑. การตั้งคำถาม	๒. การรวบรวมข้อมูล	๓. การตรวจสอบและจัดการข้อมูล	๔. การวิเคราะห์ข้อมูล	๕. การสรุปและเผยแพร่ข้อมูล
ด้วยการถามว่ามีอะไร อยู่ที่ไหน เป็นอย่างไร เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร หรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไร	การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ประกอบในการศึกษา เช่น สืบค้นรูปถ่ายทางอากาศหรือภาพจากดาวเทียม ในบริเวณที่เราต้องการศึกษา	เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วควรตรวจสอบความถูกต้องและความทันสมัยของข้อมูล	นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามที่ตั้งไว้ ทั้งด้วยสายตา และใช้ชุดคำสั่งในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ก็สามารถนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาตอบคำถามที่สงสัยแล้วสรุปพร้อมกับการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บทความ แผนที่แผนที่ออนไลน์

ตัวอย่างการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



แผนที่ตำแหน่งโรงแรมและพื้นที่เสี่ยงภัยทั้ง ๓ ภัย ในระดับสูงสุดตามแนวชายฝั่งทะเลตะวันออก

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การปรับตัวของการประกอบธุรกิจ โรงแรมบริเวณชายฝั่งตะวันออก จากภัยพิบัติทางธรรมชาติ โดยการบูรณาการข้อมูลภูมิสารสนเทศ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์: *Adaptation and Mitigation in Hotel's Business from Natural Disasters in East Coast Thailand Using Integration of Geoinformation and Mathematical Model*, โดย ดร.รุ่งอาทิตย์ นูชาอินทร์, ๒๕๖๑. คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา (https://geo.buu.ac.th/buu_research/การปรับตัวของการประกอบ/).

- จากแผนที่เป็นการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในด้านภัยพิบัติธรรมชาติในการวิเคราะห์พื้นที่ตามแนวชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยมีพื้นที่ตามแนวชายฝั่งทะเลของภาคตะวันออกของประเทศไทยทุกจังหวัดที่เสี่ยงต่อการถูกกัดเซาะชายฝั่งระดับสูงสุด (พื้นที่สีส้ม) ทำให้โรงแรมส่วนใหญ่เสี่ยงภัยในระดับสูงสุดต่อการกัดเซาะชายฝั่ง (จุดสีส้ม)



กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้เชิงภูมิศาสตร์

แบ่งกลุ่มตามความเหมาะสม แล้วร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่า เพราะเหตุใดระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงมีลักษณะเป็นชั้นข้อมูล มีผลดีต่อการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์อย่างไร แล้วออกมานำเสนอให้เพื่อน ๆ ฟังหน้าชั้นเรียน

บทสรุป

๑

แผนที่

แผนที่เป็นเครื่องมือที่แสดงลักษณะของพื้นผิวโลกลงบนวัสดุแบนราบด้วยการย่อขนาดให้เล็กลงโดยใช้มาตราส่วน และใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งที่มีอยู่จริงบนพื้นผิวโลก มี ๒ ประเภท ได้แก่ แผนที่อ้างอิงทั่วไปและแผนที่เฉพาะเรื่อง

๒

องค์ประกอบของแผนที่

องค์ประกอบที่สำคัญของแผนที่ เช่น ชื่อแผนที่ มาตราส่วน ทิศ พิกัดภูมิศาสตร์ สัญลักษณ์และคำอธิบายสัญลักษณ์ เราสามารถใช้องค์ประกอบเหล่านี้ในการอ่านแผนที่เฉพาะเรื่องชนิดต่าง ๆ เช่น แผนที่จุด แผนที่เส้นเท่า แผนที่โคโรเลท

๓

การแปลความหมายภาพถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียม

ภาพถ่ายทางอากาศเป็นรูปภาพของลักษณะภูมิประเทศที่ปรากฏอยู่บนพื้นผิวโลกที่ได้มาจากการถ่ายภาพทางอากาศ ส่วนภาพจากดาวเทียมเกิดจากการบันทึกข้อมูลเชิงเลขจากดาวเทียมที่ติดตั้งอุปกรณ์ที่อาศัยกระบวนการบันทึกพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือส่งผ่านจากวัตถุ ภาพถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียมมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ รูปร่าง ขนาด รูปแบบ แสงเงา โทนสีและสี ความหนาแน่นและละเอียด และที่ตั้งและความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ มีหลักการแปลความหมาย ๔ ขั้นตอน ได้แก่ การอ่านภาพ การวิเคราะห์ การจำแนก และการลงความเห็น ซึ่งสามารถแปลได้ด้วยสายตาและใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการประมวลผล

๔

การนำภูมิสารสนเทศศาสตร์มาใช้ในการชีวิตประจำวัน

ภูมิสารสนเทศศาสตร์เป็นศาสตร์สารสนเทศที่เน้นบูรณาการเทคโนโลยีสำคัญ ๓ ด้าน ได้แก่ การรับรู้ระยะไกล ระบบนำทางด้วยดาวเทียม และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

แบ่งกลุ่มตามความเหมาะสม ให้แต่ละกลุ่มทดลองใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาข้อมูลทางภูมิศาสตร์ในพื้นที่ที่นักเรียนสนใจ ๑ เรื่อง นำผลการศึกษาที่ได้มาร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน สรุป แล้วแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ในชั้นเรียน

คำถามทบทวน

๑. องค์ประกอบของแผนที่ช่วยในการอ่านแผนที่อย่างไร
๒. ถ้าต้องการศึกษาลักษณะภูมิประเทศกับการตั้งถิ่นฐานจากแผนที่ภูมิประเทศ นักเรียนจะมีวิธีการอ่านข้อมูลอย่างไร
๓. วัดระยะทางในแผนที่ภูมิประเทศ L7018 จากหมู่บ้านหนึ่งไปอีกหมู่บ้านหนึ่งตามทางหลวงสายหลักได้ ๑๗ เซนติเมตร แล้ววัดระยะทางตามถนนสายรองได้ ๑๕ เซนติเมตร จากผลที่วัดได้นักเรียนจะเลือกเดินทางด้วยเส้นทางใด เพราะเหตุใด
๔. แผนที่โคโรเพลทมีประโยชน์อย่างไร
๕. บริเวณที่มีป่าไม้ตามธรรมชาติกับบริเวณที่มีต้นไม้ในพื้นที่เพาะปลูกในภาพถ่ายทางอากาศจะมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร
๖. เพราะเหตุใดจึงต้องมีการแปลภาพจากดาวเทียม
๗. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบที่ช่วยในการปฏิบัติงานด้านภูมิศาสตร์มีขั้นตอนอย่างไร
๘. ถ้าปัจจุบันไม่มีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการจัดการด้านต่าง ๆ นักเรียนคิดว่า จะส่งผลกระทบต่อการศึกษาความรู้ด้านภูมิศาสตร์
๙. ระบบนำทางด้วยดาวเทียมในปัจจุบันมีประโยชน์อย่างไร