

## บทที่ 2

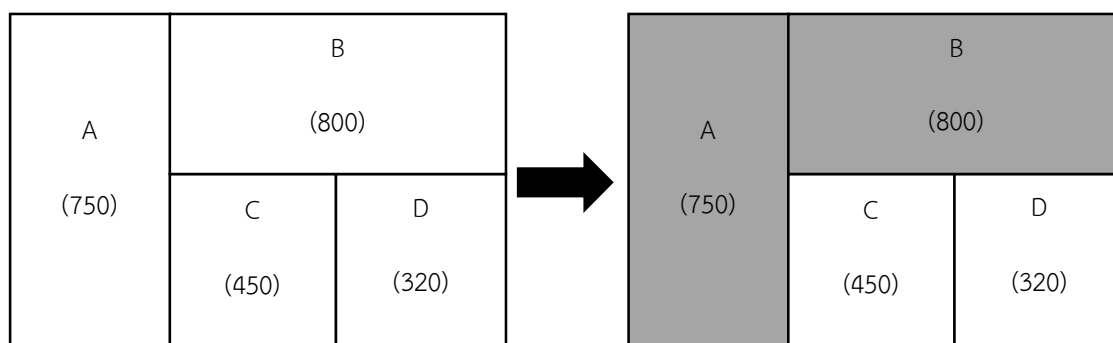
### การประยุกต์ใช้งานภูมิสารสนเทศ

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นระบบการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์และฮาร์ดแวร์ โดยอาศัยข้อมูลจากส่วนราชการและภาคสนาม ที่สามารถนำมาวิเคราะห์ต่อได้ในรูปแบบของแผนที่และข้อมูลเชิงสถิติ ในบทนี้จะเป็นการบรรยายถึงแนวความคิดของการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลผ่านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และการประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ใช้ในมิติด้านกายภาพ สังคม เศรษฐกิจและด้านประชากร ตลอดจนการประยุกต์ข้อมูลจากข้อมูลดาวเทียมเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาทางสังคม และการผลิตสื่อการเรียนรู้ด้านภูมิศาสตร์จากข้อมูลทางวิชาการและภาคสนาม

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

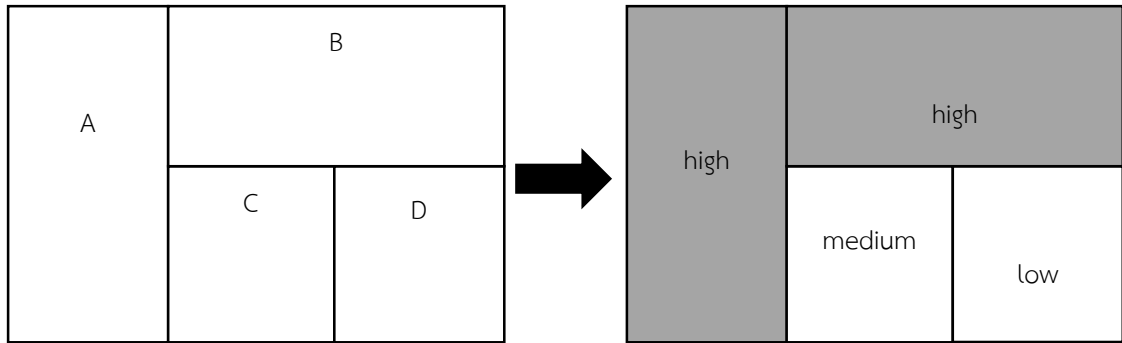
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลอรรถาธิบายในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มีเครื่องมือต่างๆ ที่ช่วยให้สามารถคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการก่อนนำไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป เป็นการเตรียมความพร้อมของข้อมูล หรือเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นที่นิยมใช้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (สรรคใจ กลิ่นดาว, 2542) ได้แก่

1) การเรียกค้นข้อมูล (query) คือ การค้น การเรียงลำดับข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น หาโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนมากกว่า 100 คน เรียงข้อมูลโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนมากไปหาน้อย การกำหนดเงื่อนไขเพื่อการเรียกค้นข้อมูลที่ต้องการอาจจะกำหนดได้มากกว่า 1 เงื่อนไขขึ้นไป



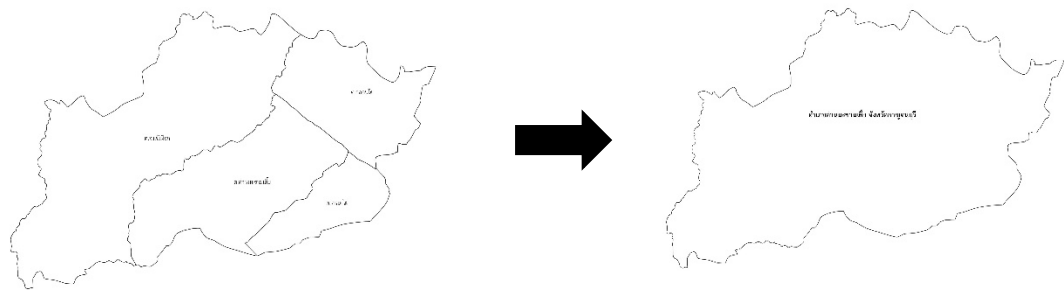
ภาพที่ 2.1 การเรียกค้นข้อมูลที่มีพื้นที่มากกว่า 500 ตารางเมตร ข้อมูลพื้นที่ A และ B ถูกเลือก

2) การจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ (reclassify) คือ การจัดกลุ่มข้อมูลโดยอ้างอิงลักษณะจากข้อมูลรณมิติบัยลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือหลายลักษณะรวมกัน เช่น การจัดกลุ่มโรงเรียนตามประเภทของโรงเรียนและจำนวนนักเรียน



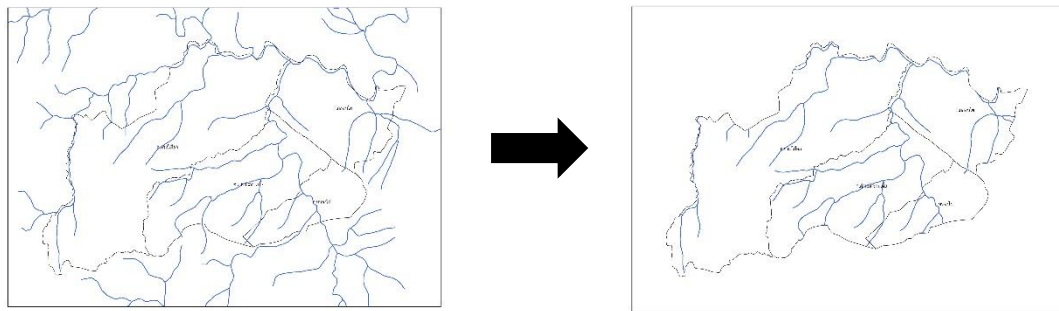
ภาพที่ 2.2 การจัดกลุ่มข้อมูลขนาดโรงเรียนใหญ่ กลางและเล็ก

3) การยุบรวมข้อมูล (dissolve) คือ การรวมข้อมูลพื้นที่ที่เป็นชั้นข้อมูลเดียวกัน มีคุณสมบัติเหมือนกันและอยู่ติดกันเข้าด้วยกัน เช่น การยุบรวมชั้นข้อมูลตำบลให้เป็นขอบเขตอำเภอ แต่ไม่มีชั้นข้อมูลอำเภอ มีแต่ชั้นข้อมูลตำบล



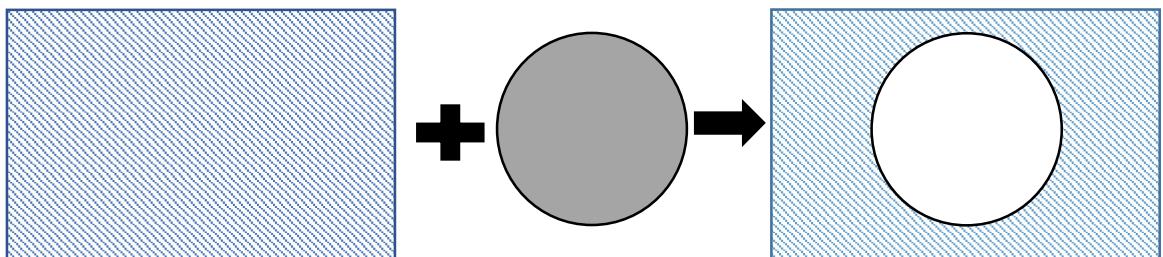
ภาพที่ 2.3 การยุบรวมข้อมูลตำบลในอำเภอด่านมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี

4) การตัดข้อมูล (clip) คือ การตัดหรือเลือกข้อมูลที่ต้องการภายในขอบเขตที่กำหนด เช่น การตัดถนนที่อยู่ในอำเภอด่านมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี



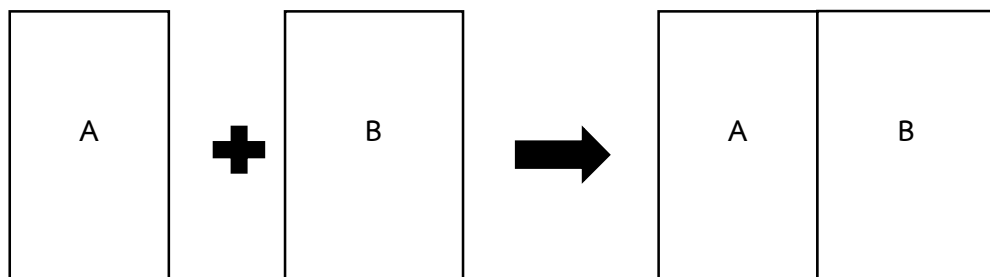
ภาพที่ 2.4 การตัดทางน้ำในพื้นที่อำเภอด่านมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี

5) การลบข้อมูล (erase) คือ การลบข้อมูลที่อยู่ภายในขอบเขตที่กำหนด ผลที่ได้จะตรงกันข้ามกับ clip เช่น การลบถนนที่อยู่ในจังหวัดกาญจนบุรี จากข้อมูลถนนทั้งประเทศไทย ผลที่ได้จะมีถนนทุกเส้นในประเทศไทยยกเว้น ถนนในจังหวัดกาญจนบุรี



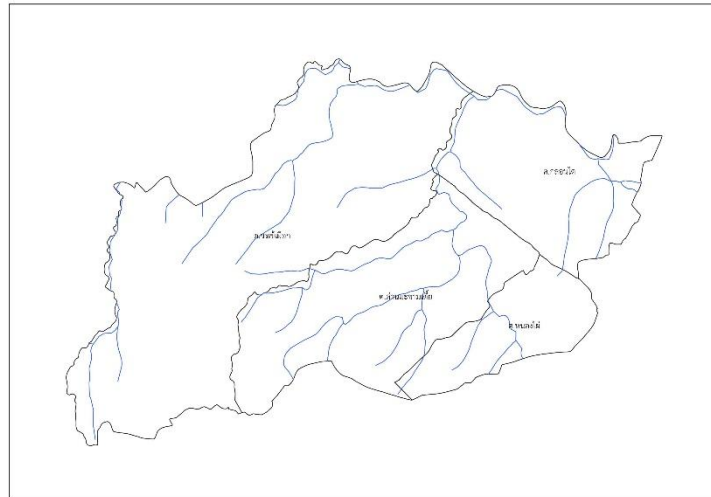
ภาพที่ 2.5 การลบข้อมูลพื้นที่ที่ส้เหลี่ยมด้วยขอบเขตของพื้นที่วงกลม

6) การผสานข้อมูล (merge) คือ การรวมข้อมูลหรือการต่อข้อมูลในเรื่องเดียวกันหลายๆ ชั้นข้อมูลเข้าด้วยกันทำให้ได้ชั้นข้อมูลใหม่มีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น มีชั้นข้อมูลจังหวัดต่างๆ แยกเป็นรายชั้นข้อมูล แต่ต้องการให้รวมเป็นชั้นข้อมูลเดียวกัน หรือการรวมชั้นข้อมูลจังหวัดต่างๆ ที่อยู่ใภาคอี่สานเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลภาพรวม



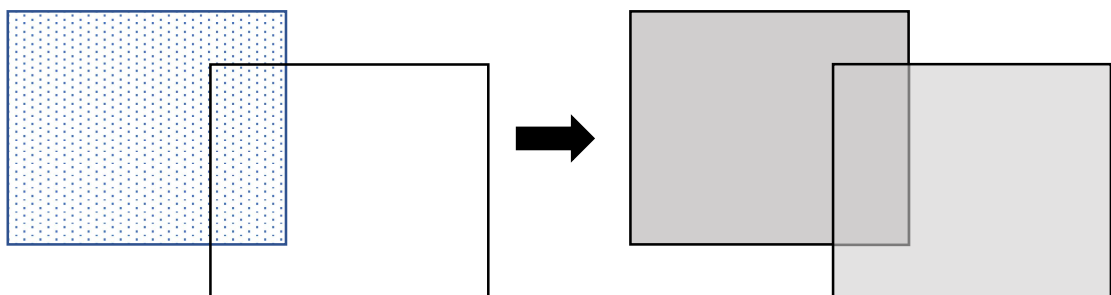
ภาพที่ 2.6 การผสานข้อมูลพื้นที่ A และ B เข้าเป็นข้อมูลชั้นเดียวกัน

7) การผนวกข้อมูล (append) คือ การรวมข้อมูลหรือเชื่อมข้อมูลหรือเพิ่มข้อมูลจากชั้นข้อมูลหนึ่งลงในข้อมูลต้นฉบับ เช่น การรวมเส้นแม่น้ำในจังหวัดกาญจนบุรี



ภาพที่ 2.7 การผนวกข้อมูลแม่น้ำและอำเภอตามมะขามเตี้ย

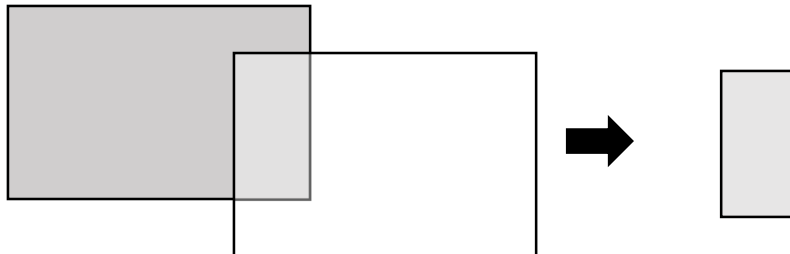
8) การรวมข้อมูล (union) คือ การรวมข้อมูลระหว่าง 2 ชั้นข้อมูลขึ้นไปเข้าด้วยกัน ซึ่งทั้งสองชั้นข้อมูลจะต้องมีพื้นที่ทับซ้อนกัน เช่น รวมชั้นข้อมูลตำบลกับชั้นข้อมูลคุณภาพดิน เพื่อวิเคราะห์จำแนกตำบลที่มีคุณภาพดินที่ดี



ภาพที่ 2.8 การรวมชั้นข้อมูลสี่เหลี่ยมลายจุดกับสี่เหลี่ยมสีขาว

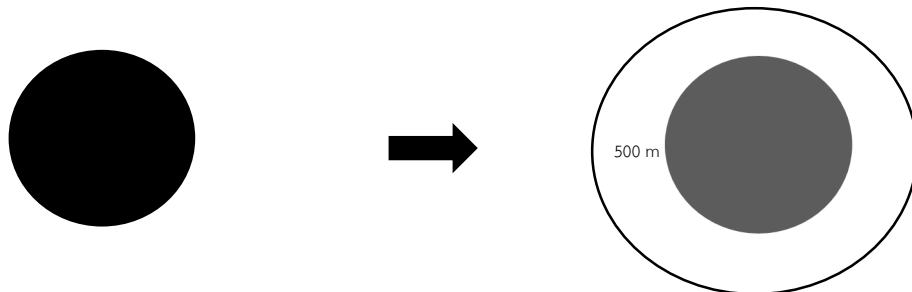
9) การปรับข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน (update) คือ การปรับแก้ข้อมูลบางส่วนโดยการแทนที่ข้อมูลจากชั้นข้อมูลอื่น เช่น ปรับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เป็นปัจจุบัน

10) การหาพื้นที่ซ้อนทับ (intersect) คือ การหาพื้นที่ที่อยู่ในขอบเขตข้อมูล ตั้งแต่ 2 ชั้นข้อมูลขึ้นไป เช่น การหาพื้นที่ซ้อนทับของพื้นที่ป่าไม้เดิมกับพื้นที่ชุมชน เพื่อหาพื้นที่บุกรุกป่าสงวน



ภาพที่ 2.9 การหาพื้นที่ซ้อนทับข้อมูลสีเทาและสีขาว

11) การสร้างแนวกันชน (buffer) คือ การสร้างพื้นที่ล้อมรอบข้อมูลที่เลือกอาจจะ เป็นจุด เส้น หรือพื้นที่ก็ได้ ดดยการกำหนดระยะกันชนที่ต้องการ เช่น แนวกันชนพื้นที่ป่าสงวนระยะ 500 เมตร



ภาพที่ 2.10 การสร้างแนวกันชนให้มีระยะห่าง 500 เมตร

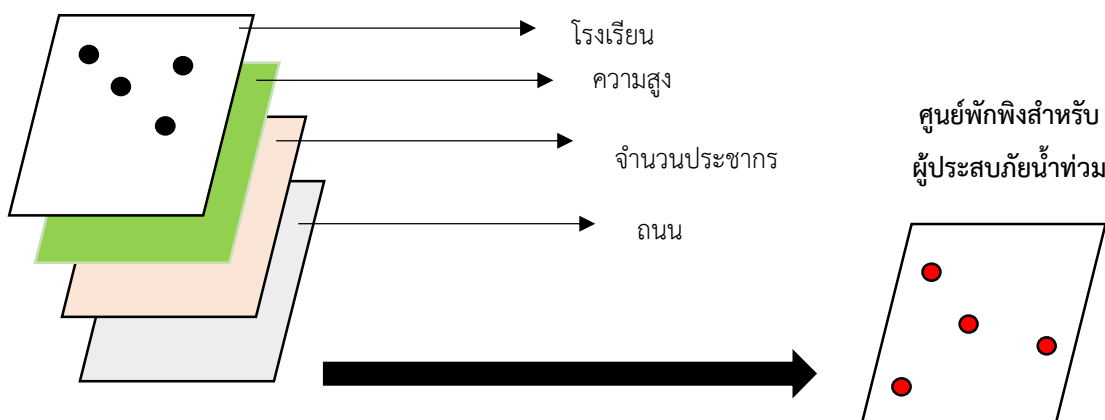
นอกจากเครื่องมือดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีเครื่องมืออื่นๆมากมายในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เช่น การขจัดข้อมูล (eliminate) การเลือกใช้เครื่องมือต้องพิจารณาของสิ่งที่ต้องการศึกษา และผลที่จะได้รับ เช่น ถ้ามีข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวในภาคเหนือ แต่ต้องการสถานที่ท่องเที่ยว ผู้ทำก็อาจจะตัดข้อมูลเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของแต่ละโครงการด้วย

## การนำเสนอข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

### กรณีตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนนี้ จะเป็นการอธิบายกรณีตัวอย่างการวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จะเน้นอธิบายถึงการวิเคราะห์ของข้อมูลที่เป็นส่วนข้อมูลเวกเตอร์เป็นหลัก โดยข้อมูลเวกเตอร์จะถูกจัดเก็บแยกจากกันเรียกว่า ชั้นข้อมูล (layer) โดย 1 ชั้นข้อมูลจะเก็บข้อมูลได้เพียงลักษณะเดียว เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์และแสดงผล ยกตัวอย่างเช่น ชั้นข้อมูลโรงเรียน จะเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ ลักษณะจุดและแสดงที่ตั้งของโรงเรียน ส่วนข้อมูลอรรถาธิบายจะเป็นรายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวกับโรงเรียน เช่น ชื่อโรงเรียน ชื่อผู้อำนวยการโรงเรียน จำนวนบุคลากร จำนวนนักเรียน ต่อมาตัวอย่างชั้นข้อมูลถนน จะเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นลักษณะเส้น และสุดท้ายชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง จะเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นลักษณะพื้นที่ ในชั้นข้อมูลหนึ่งๆ จะไม่สามารถเก็บได้ทั้งจุด เส้น และพื้นที่ร่วมกันได้ แต่ถ้าเป็นข้อมูลจุดเหมือนกันเช่น ข้อมูลโรงเรียน ข้อมูลโรงพยาบาล สามารถเก็บรวมอยู่ในชั้นข้อมูลเดียวกันได้ แต่เพื่อป้องกันความผิดพลาด และการปะปนกัน ของข้อมูล ก็ควรจะแยกเก็บข้อมูลโรงพยาบาลเป็นอีกหนึ่งชั้นข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ คือการนำชั้นข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลมาซ้อนทับกัน (overlay) ชั้นข้อมูลที่จะนำมาซ้อนทับกันจะต้องเป็นชั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษาหรือวัตถุประสงค์ของโครงการ พื้นที่บริเวณใดที่ซ้อนทับกัน โดยตรงกับเงื่อนไขมากที่สุดก็คือคำตอบของสิ่งที่ศึกษา ยกตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการหาศูนย์ผู้พักพิงสำหรับผู้ประสบภัยน้ำท่วม ดังนั้นตัวอย่างข้อมูลที่ ต้องการวิเคราะห์ในการศึกษาครั้งนี้คือ ข้อมูลโรงเรียน ข้อมูลระดับความสูงของพื้นที่ ข้อมูลจำนวนประชากร และ ข้อมูลถนน โดยการซ้อนทับของชั้นข้อมูลจะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขของแต่ละชั้นข้อมูลดังนี้ (ภาพที่ 7.12)



ภาพที่ 2.11 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการซ้อนทับหาพื้นที่ศูนย์พักพิงสำหรับผู้ประสบภัยน้ำท่วม

- 1) **ชั้นข้อมูลโรงเรียน** ชั้นข้อมูลโรงเรียนคือสถานที่จะถูกกำหนดให้เป็นศูนย์ผู้พักพิงฯ ให้แก่ประชากรในพื้นที่บริเวณนั้น โรงเรียนที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่าจึงมีโอกาสรับผู้พักพิงได้สูง
- 2) **ชั้นข้อมูลระดับความสูงของพื้นที่** ศูนย์ผู้พักพิงฯ จะต้องอยู่บนระดับความสูงที่น้ำท่วมไม่ถึง
- 3) **ชั้นข้อมูลจำนวนประชากร** ศูนย์ผู้พักพิงฯ จะต้องรองรับกับจำนวนประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่บริเวณนั้นมีจำนวนประชากรมากควรมีศูนย์พักพิงฯ มากกว่าพื้นที่ที่มีจำนวนประชากรน้อย
- 4) **ชั้นข้อมูลถนน** ศูนย์ผู้พักพิงฯ จะต้องอยู่ใกล้ถนนเพื่อให้สะดวกในการเข้าถึง

จากทั้งหมด 4 ชั้นข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลจะต้องมีวิเคราะห์เบื้องต้นตามเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อเตรียมข้อมูลก่อนที่จะนำมาซ้อนทับกัน ในที่นี้เป็นเงื่อนไขที่กำหนดเป็นเพียงการสมมติเพื่อให้เห็นภาพได้ชัดเจนในการอธิบาย ยกตัวอย่าง ระดับความสูงของพื้นที่ จะต้องมีการเรียกค้นข้อมูลเลือกพื้นที่ที่มีความสูงมากกว่า 5 เมตรขึ้นไป เพราะ ระดับน้ำที่ท่วมถึงไม่เกิน 5 เมตร ในชั้นข้อมูลจำนวนประชากร จะต้องมีการจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ โดยจัดกลุ่มตามความหนาแน่นของจำนวนประชากร และชั้นข้อมูลถนน จะต้องมีการสร้างแนวกันชนระยะห่าง เพราะสะดวกในการเข้าถึงโรงเรียนได้ง่าย ส่วนชั้นข้อมูลโรงเรียนจะนำมาซ้อนทับสุดท้าย หลังจากที่ได้รับผลการวิเคราะห์แล้ว

โรงเรียนมักจะถูกเลือกเป็นศูนย์ผู้พักพิงภัยพิบัติ เนื่องจากสามารถรองรับผู้ประสบภัยได้จำนวนมาก และมีสาธารณูปโภคและสาธารณูปการที่พร้อมเมื่อเทียบกับสถานที่อื่น ๆ ดังนั้นโรงเรียนใดจะถูกเลือกเป็นศูนย์ผู้พักพิงฯ จะต้องตรงกับเงื่อนไขเรื่องที่ตั้งดังกล่าว โดยอาจจะแบ่งระดับความเหมาะสมของโรงเรียนในการทำเป็นศูนย์พักพิงฯ เช่น โรงเรียนที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ โรงเรียนตรงกับเงื่อนไขครบหมดทุกข้อ โรงเรียนที่มีความเหมาะสมปานกลาง คือ โรงเรียนที่ตรงกับเงื่อนไข 2 ถึง 3 ข้อ และโรงเรียนที่มีความเหมาะสมน้อย คือ โรงเรียนที่ตรงกับเงื่อนไขน้อยกว่า 1 ข้อ รายละเอียดเพิ่มเติมในการวิเคราะห์อาจมีการพิจารณาค่าน้ำหนักของแต่ละชั้นข้อมูลเพื่อให้ผลที่ได้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น การเพิ่ม หรือลดชั้นข้อมูลในการศึกษาจะพิจารณาตามความเหมาะสมของสิ่งที่ต้องการศึกษา หรือขึ้นกับผู้ที่ทำการศึกษาว่าต้องการความถูกต้องของผลการศึกษาที่ได้มากน้อยเพียงใด

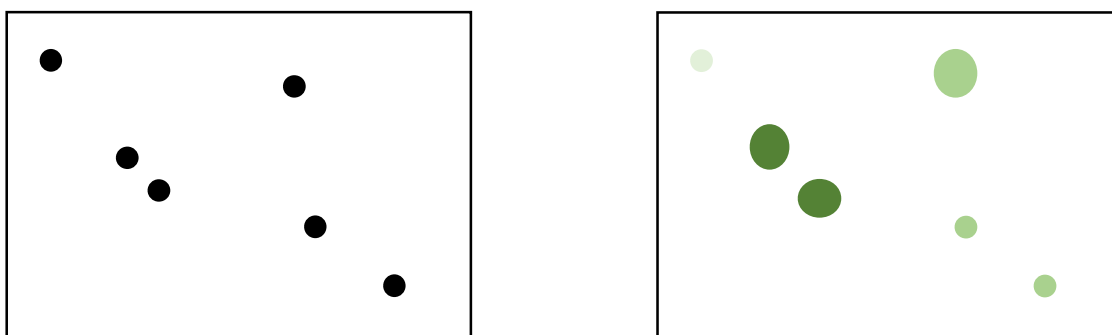
การใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาหรือวิเคราะห์สถานการณ์ต่างๆ มีขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน ดังนี้ การตั้งคำถาม (ask) การเก็บรวบรวมข้อมูล (acquire) การตรวจสอบ (examine) การวิเคราะห์ (analyze) และการปฏิบัติ (act) โดยเริ่มจากการตั้งคำถามหรือประเด็นปัญหาเพื่อหาขอบเขตของการศึกษาหรือแนวทางที่นำไปสู่คำตอบ เก็บรวบรวมข้อมูลคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้

คำตอบจากการเลือกเครื่องมือที่เหมาะสม การประเมินความถูกต้องคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้ และนำคำตอบหรือผลลัพธ์นั้นไปปฏิบัติรวมถึงการแบ่งปันและการเผยแพร่ข้อมูลทางวิชาการ

### กรณีตัวอย่างการนำเสนอข้อมูล

#### 1) การนำเสนอข้อมูลแบบจุด

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ยังสามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของแผนที่ได้ เพื่อให้เข้าใจต่อข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ง่ายยิ่งขึ้น สะดวกในการวิเคราะห์เบื้องต้นด้วยสายตา หรือมีมุมมองในภาพรวมของข้อมูลในพื้นที่นั้นๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยการนำเสนอข้อมูลจะพิจารณาจาก ข้อมูล อรรถาธิบาย และนำมาแสดงในข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยการเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูล โรงเรียน จะมีข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นลักษณะจุด และมีข้อมูลอรรถาธิบาย ได้แก่ ชื่อโรงเรียน จำนวนนักเรียน จำนวน บุคลากร ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ลักษณะจุดที่จะแสดงถึงที่ตั้งโรงเรียนแต่ละแห่ง โดยกำหนดให้ทุกจุดมีสัญลักษณ์เหมือนกัน คือ เป็นจุดสีดำที่มีขนาดเท่ากัน ทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่า โรงเรียนใดมีจำนวนนักเรียน หรือจำนวนคณาครุมากหรือน้อย เท่าใดแต่ถ้ามีการนำขนาดและสีมาช่วย ในการให้สัญลักษณ์แก่ข้อมูลจุดของแต่ละโรงเรียน โดยกำหนดว่า ขนาดของจุดจะขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียน และโทนสีจะขึ้นอยู่กับจำนวนคณาครุ ดังนั้นทำให้เราทราบว่าจุดที่มีขนาดใหญ่ และมีโทนสีเข้มแสดงว่าโรงเรียนนั้นมีนักเรียนและคณาครุเป็นจำนวนมาก ในทางกลับกันจุดที่มีขนาดเล็กและมีโทนสีอ่อน แสดงว่าโรงเรียนนั้นมีนักเรียนและคณาครุเป็นจำนวนน้อย ดังแสดงในภาพที่ 7.12 จากการนำเสนอข้อมูลแบบนี้ ทำให้ มองเห็นภาพรวมของทุกโรงเรียนในพื้นที่บริเวณนั้นได้ว่า โรงเรียนใดที่มีจำนวนนักเรียนและจำนวนครุที่ไม่สอดคล้องกัน เช่น โรงเรียนที่จุดมีขนาดใหญ่แต่เป็นสีโทนอ่อน แสดงว่ามีจำนวนนักเรียนมากแต่จำนวนครุน้อย ดังนั้นโรงเรียนนี้ควรจะเพิ่มจำนวนครุให้เพียงพอต่อการดูแลนักเรียนในโรงเรียนเพื่อให้โรงเรียนมีการสอนการสอนและการบริหารที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

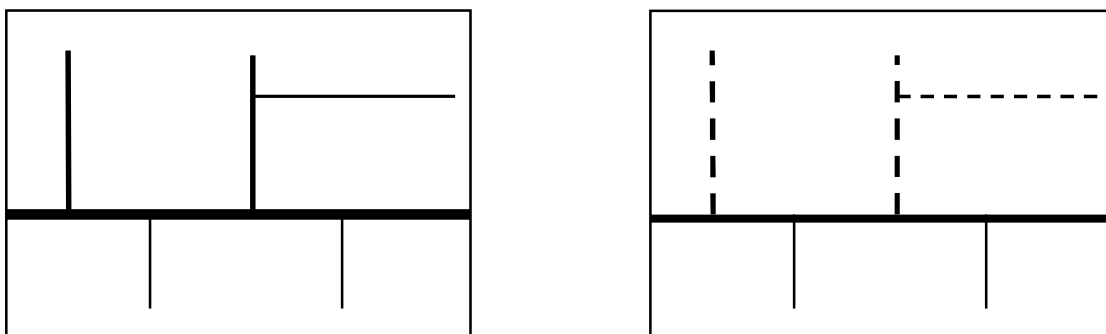


ภาพที่ 2.12 การนำเสนอข้อมูลจุดโดยการกำหนดสัญลักษณ์สีและขนาดเพื่อบอกจำนวนนักเรียน (ขนาด) และจำนวนครุ (สี)



## 2) การนำเสนอข้อมูลแบบเส้น

การนำเสนอข้อมูลเส้นก็สามารถใช้สัญลักษณ์ทั้งขนาด สี และรูปแบบของเส้นในการนำเสนอข้อมูล เช่น ข้อมูลถนน สามารถกำหนดสัญลักษณ์ขนาดของเส้นตามปริมาณรถที่สัญจรในถนน เส้นขนาดใหญ่แสดงถนนที่มีปริมาณรถมาก เส้นถนนขนาดเล็กแสดงถนนที่มีปริมาณรถน้อย หรือ กำหนดสัญลักษณ์รูปแบบของเส้นตามประเภทของถนน เส้นทึบ แสดงถนนที่เป็นสายหลัก เส้นประแสดงถนนที่เป็นสายรอง เป็นต้น (ภาพที่ 7.13) จากการนำเสนอข้อมูลถนนทำให้สามารถวิเคราะห์ถึงถนนสายหลักและสายรองที่มีปริมาณรถมากน้อยเท่าใด และควรมีการจัดการจราจรอย่างไร เพื่อระบายปริมาณรถจากถนนสายรองมาถนนสายหลักในการแก้ปัญหาการจราจรติดขัด

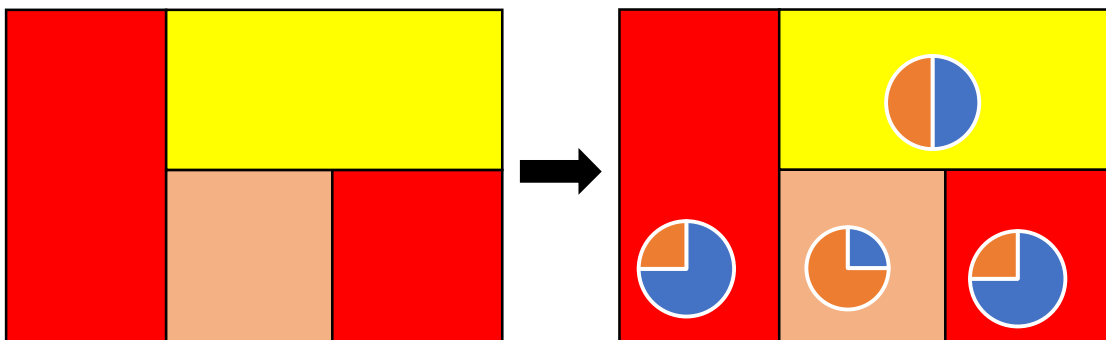


ภาพที่ 2.13 การนำเสนอข้อมูลเส้นโดยการกำหนดขนาดและประเภทเพื่อบอกปริมาณรถ (ขนาด) และประเภทถนน (รูปแบบเส้น)

## 3) การนำเสนอข้อมูลแบบพื้นที่

ข้อมูลพื้นที่จะมีข้อจำกัดของการให้สัญลักษณ์ในการนำเสนอข้อมูลมากกว่าข้อมูลจุดและข้อมูลเส้น คือ สามารถให้สัญลักษณ์แค่สีหรือแบบรูปเท่านั้น เช่น ข้อมูลขอบเขตอำเภอ สามารถกำหนดสัญลักษณ์สีตามขนาดพื้นที่ของอำเภอ โทนมสีอ่อนแสดงอำเภอที่มีขนาดพื้นที่น้อย โทนมสีเข้มแสดงอำเภอที่มีขนาดพื้นที่มาก ถ้าต้องการนำเสนอข้อมูลอื่นๆ ลงในข้อมูล ขอบเขตอำเภอนอกจากขนาดของพื้นที่ สามารถนำแผนภูมิต่างๆ เช่น แผนภูมิมวงกลม แผนภูมิแท่ง มาช่วยในการนำเสนอเพิ่มเติมได้ ดังภาพที่ 7.14 นำแผนภูมิมวงกลมแสดงจำนวนประชากรเพศชายและเพศหญิง คือ สีฟ้าและสีชมพูตามลำดับ และขนาดวงกลมแทนจำนวนประชากร เมื่อนำข้อมูลทั้งสองมาพิจารณาร่วมกัน ทำให้ทราบถึงความหนาแน่น ของจำนวนประชากรทั้งเพศชายและเพศหญิงในแต่ละอำเภอ ซึ่งข้อมูลความหนาแน่นของประชากรมีประโยชน์ ต่อการวางแผนพัฒนาท้องถิ่น เช่น การสร้างสาธารณูปโภค

หรือสาธารณูปการ ถ้าสร้างสาธารณูปโภค หรือ สาธารณูปการในอำเภอที่มีความหนาแน่นของประชากรต่ำอาจจะไม่คุ้มทุนในการก่อสร้าง



ภาพที่ 2.14 การนำเสนอข้อมูลพื้นที่โดยการกำหนดสัญลักษณ์สีเพื่อบอกขนาดพื้นที่ (สี) และจำนวนประชากร (แสดงแผนภูมิ)

ดังนั้นการใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาแสดงข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลได้สะดวกและรวดเร็ว และมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยสร้างทางเลือกได้อย่างหลากหลาย ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน และการนำเสนอข้อมูลยังเป็นตัวช่วยในการนำเสนอข้อมูลและให้ผลลัพธ์ข้อมูลที่ดูง่ายและมีประสิทธิภาพตามความเหมาะสม

### การประยุกต์ใช้ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ช่วยให้เราสามารถจัดการกับข้อมูล และนำเสนอข้อมูลออกเป็นแผนที่ ภาพ หรือแผนภูมิ ซึ่งทำให้เราสามารถเข้าใจในภาพรวมของพื้นที่หรือปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นสิ่งที่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้ได้หลักๆ มีดังนี้

1) แสดงที่ตั้งของสิ่งต่างๆ ทำให้สามารถทราบว่าอะไรตั้งอยู่ที่ไหน และแบบรูปอย่างไร เช่น บ้านที่ตั้งอยู่ริมถนน มีการตั้งถิ่นฐานแบบกระจุกตัวตามแนวยาวของถนน

2) แสดงข้อมูลปริมาณ ทำให้สามารถหาพื้นที่ที่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ เช่น บริษัทขายเสื้อผ้าต้องการเพิ่มยอดการขาย ต้องการหาอำเภอหรือตำบลที่มีเด็กเล็กจำนวนมากและพ่อแม่มีรายได้สูง เพื่อส่งโปรโมชั่นไปประชาสัมพันธ์ข้อมูลได้

3) แสดงความหนาแน่น ทำให้สามารถทราบการกระจายตัวของสิ่งต่างๆ ว่ามีความหนาแน่นอยู่บริเวณใด โดยการหาความหนาแน่นจะต้องอ้างอิงกับหน่วยทางพื้นที่ เช่น ถ้าจะหาพื้นที่เมืองจะต้องหาพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคารสูง เพราะพื้นที่ในเขตเมืองจะมีการก่อสร้างอาคารเพื่อพาณิชย์ กรรมหรือที่อยู่อาศัยสูงกว่าพื้นที่ในพื้นที่ย่านชานบท

4) หาระบบต่างๆ ที่อยู่ในพื้นที่ หรือสรรพสิ่งที่อยู่รอบข้าง ทำให้สามารถติดตามและเลือกแผนปฏิบัติอย่างไร เมื่อเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดเกิดขึ้น เช่น โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ระเบิด ทำให้สารกัมมันตรังสีแผ่กระจายไปยังพื้นที่บริเวณรอบข้าง โรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นสารเคมีที่อันตรายส่งผลกระทบต่อชีวิตโดยตรง ดังนั้นประชาชนที่อยู่ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบต้องอพยพย้ายออกจากพื้นที่

5) แสดงการเปลี่ยนแปลง ทำให้สามารถทราบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และ อาจสามารถคาดการณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงในอนาคต เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน ในอดีตคือพื้นที่เกษตรกรรม ปัจจุบันคือ พื้นที่เกษตรกรรมผสมกับพื้นที่เมือง การคาดการณ์ในอนาคตอาจจะเปลี่ยนเป็นพื้นที่เมืองทั้งหมด การทราบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกิดขึ้น ช่วยให้สามารถกำหนดทิศทางในการวางผังเมืองเพื่ออนุรักษ์ การกำหนดรูปแบบเกษตรกรรม หรือแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวในอนาคตได้

จากความสามารถและประโยชน์ของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ช่วยให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์เชิงต้นทุนที่ต่ำที่สุด มีการตัดสินใจที่ดี มีความเหมาะสมตามสถานการณ์ ช่วยให้การสื่อสารเข้าใจง่ายขึ้น มีการสร้างฐานข้อมูลที่เป็นระบบระเบียบ ทำให้มีการเก็บข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องยาวนาน และสุดท้ายช่วยให้สามารถจัดกสนข้อมูลเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ยังช่วยในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อตอบโจทย์งานวิจัยทางภูมิศาสตร์ในด้านต่างๆ ทั้งทางภูมิศาสตร์กายภาพ และภูมิศาสตร์มนุษย์ ที่ศึกษาได้ใน 3 ลักษณะ หลักๆ คือ

1) การศึกษาความแตกต่างหรือการเปรียบเทียบของสิ่งต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน หรือการเปรียบเทียบพื้นที่ปลูกยางพาราในภาคใต้กับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2) การศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษกับปริมาณรถยนต์ หรือ อิทธิพลของเส้นทางไฟฟ้าต่อสิ่งปลูกสร้างโดยรอบ

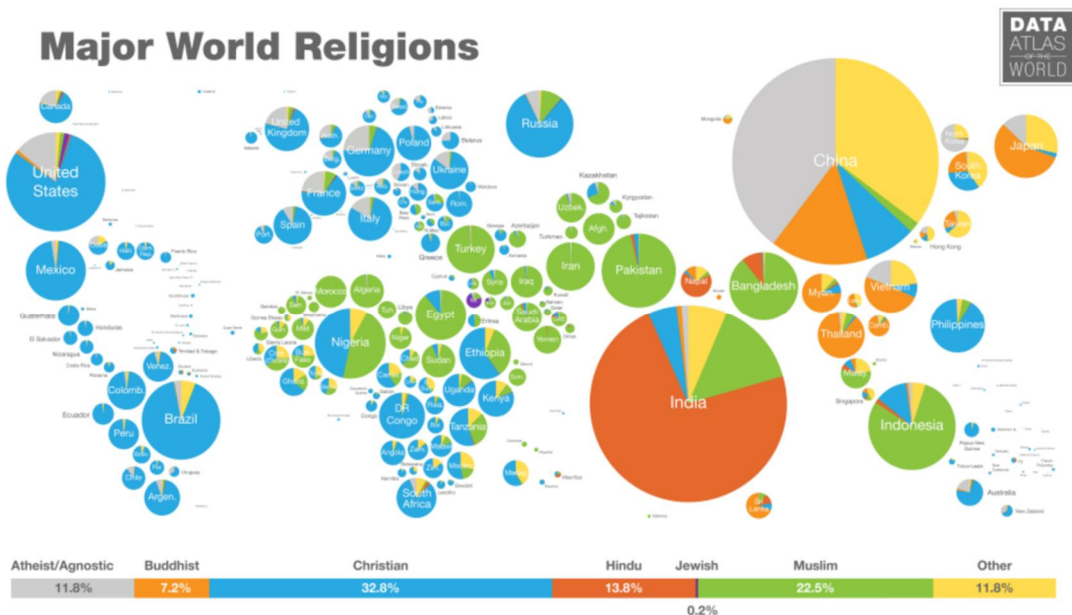
3) การศึกษาการกระจายตัวของสรรพสิ่ง เช่น การศึกษาแบบรูปการตั้งถิ่นฐาน หรือการกระจายตัวของห้างสรรพสินค้าในพื้นที่เมือง เป็นต้น

ดังนั้นระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถนำไปประยุกต์ในงานด้านต่างๆ เช่น ด้านป่าไม้ ด้านเกษตรกรรม ด้านแผนที่ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านที่ดิน ด้านเศรษฐกิจ และอื่นๆ ได้อย่างหลากหลาย การนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ไปประยุกต์ในงานแต่ละด้าน การเลือกข้อมูล การเลือกเครื่องมือในการวิเคราะห์ การจัดการข้อมูล การเลือกนำเสนอข้อมูล จะมีความแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในงานแต่ละด้าน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดของการใช้ในงานด้านนั้นๆ (สุพรรณนิภา โกยสิน, 2542 หน้า 113 – 120)

### การนำเสนอข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางภูมิศาสตร์

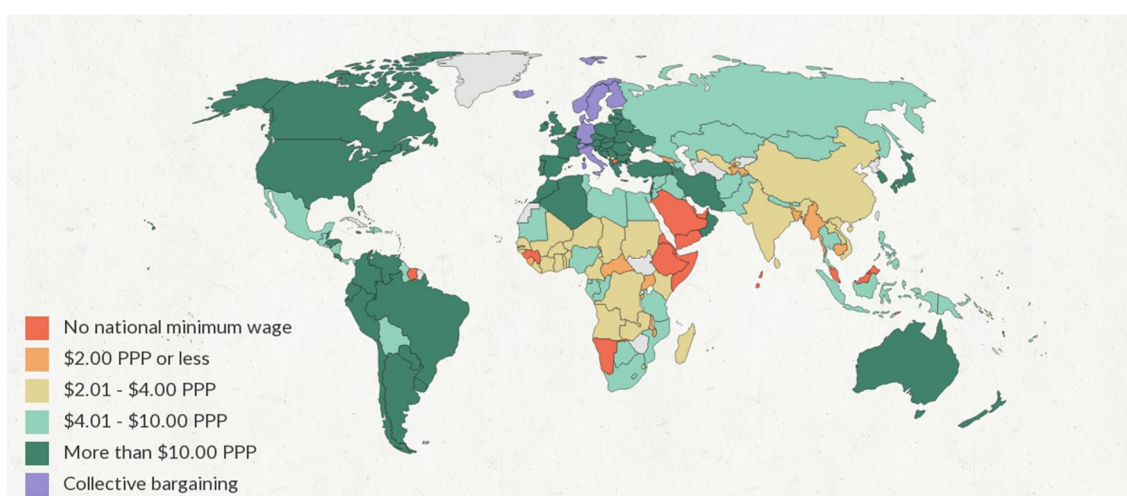
แผนที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงหรือการเปรียบเทียบความสัมพันธ์และการกระจายตัวของข้อมูลที่แสดงในแผนที่ ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับภูมิศาสตร์กายภาพและภูมิศาสตร์มนุษย์ เพื่อเข้าใจปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ต่างๆ ในแต่ละบริเวณได้อย่างสมบูรณ์ (สุเพชร จิระจกรกุล, 2555)

ภาพต่อไปนี้จะเป็นอย่างของแผนที่ที่นอกจากแสดงข้อมูลต่างๆตามที่ต้องการแล้ว ยังสามารถเชื่อมโยงกับ ภูมิศาสตร์ด้านต่างๆ ได้อีกด้วย เช่น ภาพที่ 7.15 เป็นแผนที่ผู้นับถือศาสนาในแต่ละประเทศทั่วโลกที่จะระบุจำนวนผู้นับถือศาสนาในแต่ละประเทศเป็นกราฟ หรือแผนที่จำนวนประชากรโลก โดยแสดงสัดส่วนของประชากรในประเทศ จากแผนที่ทำให้ทราบถึงการกระจายตัวของประชากรในประเทศต่างๆ จะเห็นได้ว่า ทวีปเอเชีย มีจำนวนประชากรมากที่สุดถึงร้อยละ 60 ของประชากรโลก โดยประเทศที่มีประชากรสูงสุด คือ จีนและอินเดีย ตามขนาดของวงกลม ดังนั้นประเทศที่มีจำนวนประชากรสูง ย่อมมีความต้องการทรัพยากรต่างๆเพื่อพัฒนาประเทศและพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชากร ถ้าลักษณะทางกายภาพของประเทศไม่เอื้ออำนวย ทรัพยากรต่างๆ มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชากร ก็จะทำให้ประเทศนั้นพัฒนาได้ยาก ดังนั้นเมื่อพิจารณาร่วมกับภูมิศาสตร์กายภาพ ภูมิศาสตร์เศรษฐกิจ ภูมิศาสตร์มนุษย์ และภูมิศาสตร์พัฒนา จะสามารถกำหนดและวางนโยบายให้เหมาะสมให้กับแต่ละประเทศได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 2.15 แผนที่ผู้นับถือศาสนาทั่วโลก  
ที่มา (dataworldatlas, 2018)

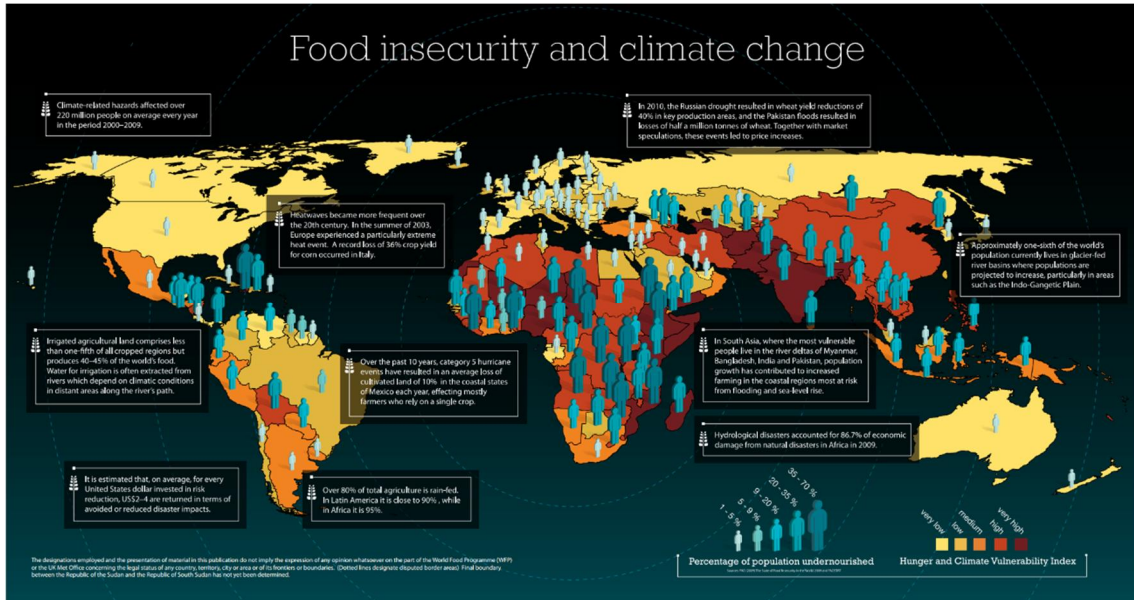
หรือจากจากข้อมูลจำนวนประชากรเมื่อวิเคราะห์ร่วมกับค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำดังภาพที่ 7.16 ทำให้สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำระหว่างประเทศได้ โดยภาพรวมทวีปอเมริกาเหนือและยุโรป (โทนีสีเขียว) มีค่าจ้าง แรงงานขั้นต่ำสูงกว่าทวีปเอเชีย และทวีปแอฟริกา (โทนีสีเหลือง) เมื่อต้องการสร้างโรงงานเพื่อผลิตสินค้า โดยมีแรงงานและต้นทุนในการผลิตเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในการพิจารณาที่ตั้งของโรงงานตามภูมิศาสตร์อุตสาหกรรม นอกเหนือจาก ปัจจัยด้านวัตถุดิบ ดังนั้นประเทศต่างๆ ในทวีปเอเชียมีความพร้อมของทั้งสองปัจจัยมากกว่าทวีปแอฟริกา ดังนั้น จีน อินเดีย ไทย จึงเป็นตัวเลือกที่ดีในการเป็นที่ตั้งของโรงงานต่างๆ ได้



ภาพที่ 2.16 แผนที่รายได้ขั้นต่ำต่อวันที่มา (worldpolicyforum, 2018)

จากตัวอย่างในภาพที่ 7.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความไม่มั่นคงทางอาหารกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดย แบ่งแสดงออกเป็น 2 ข้อมูล คือ ข้อมูลจุดใช้สัญลักษณ์ตัวคนเป็นตัวแทนของเปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรที่ขาดสารอาหารโดยแบ่งตามขนาดของสัญลักษณ์ ยิ่งตัวคนมีขนาดใหญ่หมายถึง ประเทศนั้นมีเปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรที่ขาดสารอาหารสูง และข้อมูลพื้นที่แสดงตามโทนีสีจากสีเหลืองอ่อนถึงสีแดงเข้มหมายถึง ดัชนีความเสี่ยงของความมั่นคงทางอาหารและความเปราะบางของภูมิอากาศจากน้อยไปหามาก จากแผนที่จะเห็นได้ว่า ประเทศส่วนใหญ่ในทวีปเอเชียและทวีปแอฟริกามีความเสี่ยงค่อนข้างสูงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เนื่องจากมีอิทธิพลโดยตรงต่อการทำเกษตรกรรมซึ่งเป็นรายได้หลัก และเป็นอาชีพพื้นฐานของประชากรในประเทศ ทั้งภัยน้ำท่วมหรือภัยแล้ง ต่างส่งผลให้ปริมาณผลผลิตของเกษตรกรรมลดลงไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชากร ทำให้ประชากรในประเทศเหล่านั้นขาดสารอาหารตามมา และเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศ

ในทวีปยุโรปและทวีปอเมริกาเหนือที่มีความเสี่ยงค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเกษตรกรรมไม่ได้พึ่งพิงธรรมชาติเป็นหลัก แต่มีเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วย ในการเพาะปลูก



ภาพที่ 2.17 ความไม่มั่นคงทางอาหารและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ  
ที่มา (World food programme, 2010)

### การประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกล

ข้อมูลจากการรับรู้จากระยะไกลมีประโยชน์ในการนำมาใช้เพื่อตีความและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ ที่มีอยู่ในโลกนี้ รวมทั้งสามารถใช้ในการสำรวจสภาพการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาด้วย โดยจะได้ผลการสำรวจในรูปแบบของแผนที่ ซึ่งสามารถนำมาศึกษา ค้นคว้า วิจัย วิเคราะห์ และประเมินผล เพื่อหาข้อมูลสำหรับการพิจารณา กำหนดนโยบาย หรือวางแผนการดำเนินงานให้ได้รับผลสำเร็จ ตรงตามสภาพความเป็นจริงในภูมิภาคประเทศต่อไปได้ในปัจจุบัน วิทยาการสาขาต่างๆ ที่ได้มีการนำข้อมูลการสำรวจระยะไกลมาใช้ประโยชน์ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552) ดังต่อไปนี้

1) ด้านป่าไม้ ใช้ในการศึกษาจำแนกชนิดป่าไม้ พรรณไม้ ป่าชายเลน สวนป่า การประเมินหาพื้นที่ไฟป่า และติดตาม การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้อย่างต่อเนื่อง

2) ด้านการเกษตร ใช้หาพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจต่างๆ การคาดการณ์ผลผลิต การประเมินความเสียหายจากภัยธรรมชาติและจากศัตรูพืช ตลอดจนการวางแผนกำหนดเขต

เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น ลำไย ลิ้นจี่ ข้าว อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง สับปะรด ปาล์มน้ำมัน และยางพารา

3) **ด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน** ข้อมูลจากดาวเทียมใช้ในการทำแผนที่การใช้ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดินที่ทันสมัยและต่อเนื่อง เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม

4) **ด้านธรณีวิทยาและธรณีสารสนเทศ** ข้อมูลด้านโครงสร้างทางธรณีวิทยา โดยเฉพาะลักษณะภูมิประเทศและธรณีสารสนเทศ สามารถมองเห็นอย่างชัดเจนในภาพจากดาวเทียม การทำแผนที่ธรณีโครงสร้างของประเทศ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่บอกถึงแหล่งแร่ แหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติ ตลอดจนแหล่งน้ำบาดาลและการวางแผนการสร้างเขื่อน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำเอาข้อมูล จากดาวเทียมไปใช้ศึกษาทางด้านโบราณคดี เช่น การตรวจหาพื้นที่เมืองโบราณ แนวรอยเลื่อนของเปลือกโลก และขอบเขตของหินที่ต่างชนิดกัน

5) **ด้านอุทกวิทยาและการจัดการทรัพยากรน้ำ** ข้อมูลจากดาวเทียมมีบทบาทสำคัญในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับระบบชลประทาน แม่น้ำ ลำคลอง อ่างเก็บน้ำ และเขื่อน การศึกษาการแพร่กระจายของตะกอนในอ่างน้ำ การบำรุงรักษาเขื่อน การทำแผนที่น้ำท่วมเพื่อประเมินความเสียหายจากอุทกภัยและใช้ในการวางแผนป้องกันน้ำท่วมในฤดูน้ำหลาก ตลอดจนช่วยเหลือผู้ที่ประสบภัยน้ำท่วม ติดตามการเปลี่ยนแปลงแนวและความกว้างของแม่น้ำ ศึกษาคุณภาพของน้ำ ประกอบการประเมินวิเคราะห์พื้นที่ประสบภัยแล้ง รวมทั้งการวางแผนการสร้างแหล่งเก็บกักน้ำ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก และอื่นๆ

6) **ด้านสมุทรศาสตร์และการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง** ข้อมูลจากดาวเทียมนำไปใช้ในการศึกษาการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง เช่น การแพร่กระจายของตะกอน ชายฝั่ง พื้นที่หาดชายเลน และทรัพยากรชายฝั่ง หรือการทำแผนที่การเพาะเลี้ยงและการประมงชายฝั่ง

7) **ด้านการทำแผนที่** ข้อมูลจากดาวเทียมสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศให้ถูกต้องและทันสมัย และใช้ประกอบการทำแผนที่โครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน เส้นทางคมนาคม ผังเมือง เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรด้านต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่ายของภาครัฐ

8) **ด้านภัยธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม** ข้อมูลจากดาวเทียมถูกนำมาใช้ในการศึกษาประเมินความเสียหายจากภัยธรรมชาติ และวางแผนลดความสูญเสียจากภัยพิบัติต่างๆ เช่น น้ำท่วม แผ่นดินถล่ม วาตภัย ด้านสิ่งแวดล้อม สามารถใช้ในการติดตามการแพร่กระจายของตะกอนจากการทำเหมืองแร่ในทะเล การกัดเซาะชายฝั่ง การกระจายของน้ำเสีย และการบกรุกทำลายพื้นที่ป่า

9) **ด้านผังเมืองและการขยายตัวของเมือง** ข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่มีความละเอียดสูงสามารถใช้ในการติดตามการขยายตัวของเมืองและแหล่งชุมชนอื่น เพื่อการวางแผนรองรับ

ด้านโครงสร้างพื้นฐาน การหาตำแหน่งหมู่บ้านกลุ่มชาติพันธุ์/ชนกลุ่มน้อย หรือหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งถิ่นฐานใหม่

**10) ด้านความมั่นคงของชาติ** ข้อมูลดาวเทียมสามารถถ่ายภาพที่มีรายละเอียดสูงเพียงพอที่ใช้สังเกตการณ์ต่างๆ โดยสามารถใช้ถ่ายภาพ พื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงด้านความมั่นคงสูง เพื่อติดตามความเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนแปลงอย่างสม่ำเสมอ จัดทำเป็นคลังข้อมูลการข่าวได้ นอกจากนี้ใช้ในการตรวจการปลูกพืชเสพติด และตรวจจับพื้นที่อาจมีการขนย้ายยาเสพติดซึ่งได้รับผลประโยชน์ด้านความมั่นคงที่ไม่อาจประเมินค่าได้ (ชูเดช โลศิริ, 2552 หน้า 96 – 102)

## สรุป

การใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการประยุกต์และการใช้ประโยชน์ในมิติต่าง ๆ นั้น ทำได้ด้วยการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลผ่านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และการประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ใช้ในมิติด้านกายภาพ สังคม เศรษฐกิจและด้านประชากร โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การเรียกค้นข้อมูล การจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ การยุบรวมข้อมูล การตัดข้อมูล การลบข้อมูล การผสานข้อมูล การรวมข้อมูล การหาพื้นที่ซ้อนทับ และการสร้างแนวกันชน และเครื่องมือการนำเสนอข้อมูล ได้แก่ การนำเสนอข้อมูลแบบจุด แบบเส้น และแบบพื้นที่ และนำไปสู่การเชื่อมโยงองค์ความรู้เชิงภูมิศาสตร์กายภาพ และภูมิศาสตร์มนุษย์ ผนวกกับข้อมูลด้านการสำรวจระยะไกล ที่สามารถวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงลึกได้อีก จากข้อมูลการประยุกต์ใช้นี้สามารถใช้ได้หลากหลายวิธีการทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความชำนาญและวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในโครงการต่างๆ



### เอกสารอ้างอิง

- ชูเดช โลศิริ. (2560). “การรับรู้ระยะไกล”. **ภูมิศาสตร์เทคนิค**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.
- สรศักดิ์ กลิ่นดาว. (2542). **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: หลักการเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- สุพรรณิกา โกยสิน. (2560). “ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์”. **ภูมิศาสตร์เทคนิค**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.
- สุเพชร จิรขจรกุล. (2555). **ArcGIS 10.1 for Desktop**. กรุงเทพฯ. เอ.พี.กราฟิกดีไซน์และการพิมพ์
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยี อวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2552). **ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์**. กรุงเทพฯ. อมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- Dataworldatlas. (2018). **Major World Religions**. Retrieved May 16, 2017, from <https://dataworldatlas.com/demo/free-sample.html>
- Worldpolicyforum. (2018). **Low income Map**. Retrieved May 16, 2017, from <https://www.worldpolicycenter.org/policies/at-what-level-are-minimum-wages-set-per-day?email=puylpn053@gmail.com&submit=>
- World food programme. (2010). **Food insecurity and climate change**. Retrieved May 16, 2017, from <https://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/communications/wfp258981.pdf>