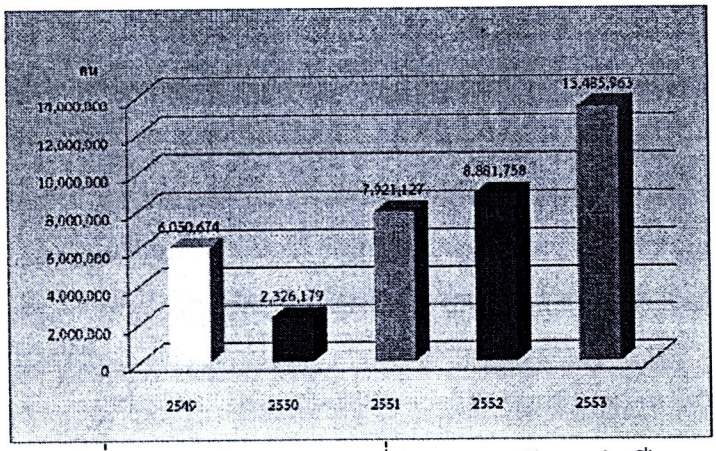
บทที่ 2
ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในเขตอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย ได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแผ่นดินถล่ม
2. เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics or Geomatics)
3. พื้นที่ศึกษา
4. การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP)
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแผ่นดินถล่ม

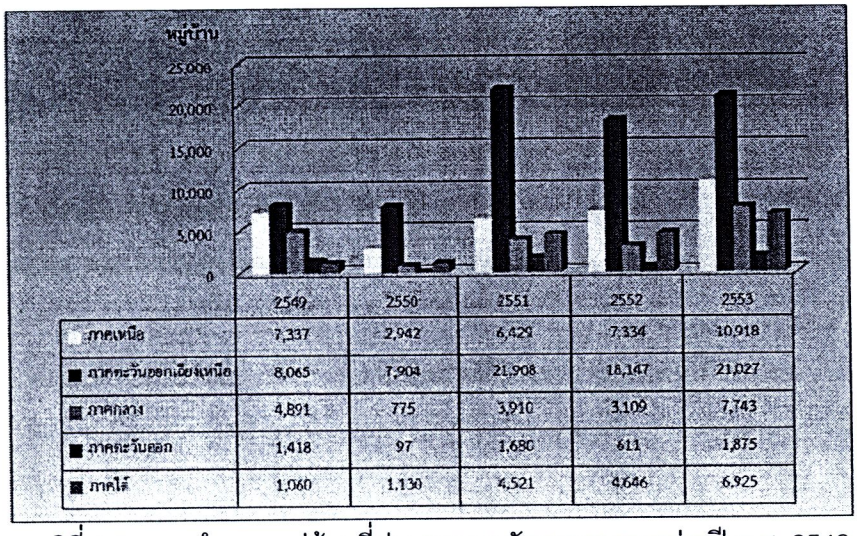
จากสภาวะแวดล้อมและสภาวการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ภัยพิบัติมีแนวโน้มที่จะทวีความถี่ของการเกิดมากขึ้นและมีความรุนแรงมากขึ้นทุกปี รวมถึงสภาพภูมิอากาศมีความแปรปรวน การขาดการวางแผนประเทศแบบองค์รวม การพัฒนาประเทศที่มีการคุกคามและทำลายทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งไม่มีการจัดการวางระบบผังเมือง ในขณะที่มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สถานการณ์ภัยพิบัติมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น และก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งด้านชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก



แผนภูมิที่ 2.1 แสดงจำนวนราษฎรที่ประสบอุทกภัยระหว่างปี พ.ศ. 2549-2553

ที่มา: กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

http://61.19.100.58/public/group4/disaster01/disaster_03.htm



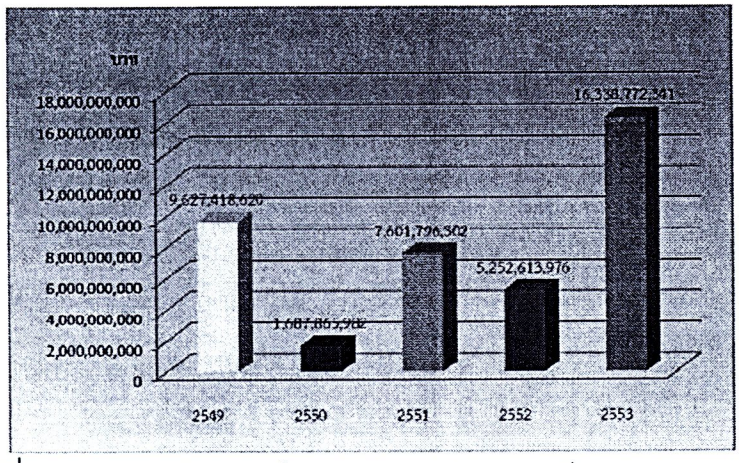
	2549	2550	2551	2552	2553
ภาคเหนือ	7,337	2,942	6,429	7,334	10,918
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	8,065	7,904	21,908	18,147	21,027
ภาคกลาง	4,891	775	3,910	3,109	7,743
ภาคตะวันออก	1,418	97	1,680	611	1,875
ภาคใต้	1,060	1,130	4,521	4,646	6,925

แผนภูมิที่ 2.2 แสดงจำนวนหมู่บ้านที่ประสบอุทกภัยรายภาคระหว่างปี พ.ศ. 2549-2553

ที่มา: กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

http://61.19.100.58/public/group4/disaster01/disaster_03.htm

ประเทศไทยได้เผชิญกับภัยพิบัติที่ส่งผลกระทบต่อชีวิต จิตใจ และทรัพย์สินของประชาชนจำนวนมาก รวมถึงระบบเศรษฐกิจตั้งแต่ระดับรากหญ้าไปจนถึงระดับชาติ หากไม่มีการเตรียมการในการป้องกันหรือมีมาตรการที่ชัดเจนในการบริหารจัดการ จะส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สินของประชาชน และกลายเป็นปัญหาอุปสรรคต่อการพัฒนาประเทศในระยะยาว เนื่องจากรัฐต้องนำเงินงบประมาณแผ่นดินมาเพื่อจ่ายชดเชยช่วยเหลือผู้ประสบภัยที่ได้รับผลกระทบในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก และมีอัตราการใช้จ่ายเงินงบประมาณเพื่อการนี้เพิ่มมากขึ้นทุกปี



แผนภูมิที่ 2.3 แสดงมูลค่าความเสียหายจากอุทกภัยระหว่างปี พ.ศ. 2549-2553
ที่มา: กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
http://61.19.100.58/public/group4/disaster01/disaster_03.htm

ธรณีพิบัติแผ่นดินถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทยนั้น ในอดีตมีความรุนแรงไม่มากนัก โดยทั่วไปดินโคลนถล่มมักเกิดขึ้นพร้อมกับการเกิดน้ำป่าไหลหลาก หรือเกิดตามมาหลังจากเกิดน้ำป่าไหลหลาก เนื่องจากพายุฝนที่ทำให้เกิดฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องและรุนแรง ส่งผลให้มวลดินและหินไม่สามารถรองรับการอุ้มน้ำได้ จึงเกิดการเคลื่อนตัวตามอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงของโลก ปัจจุบันปัญหาดินโคลนถล่มเริ่มเกิดขึ้นในประเทศไทยบ่อยมากขึ้นและมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น อันมีสาเหตุมาจากพฤติกรรมของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การทำเกษตรในพื้นที่ลาดชัน และการทำลายหน้าดิน ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาดินโคลนถล่มเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 2.1 สถิติสถานการณ์ภัยแผ่นดินถล่ม ระหว่างปี พ.ศ. 2531-2554

วันที่เกิดเหตุ	สถานที่เกิดเหตุ	จำนวนผู้เสียชีวิต (คน)
22 พฤศจิกายน 2531	บ้านกะทูนเหนือ อ.พิปูน (230 คน) บ้านคีรีวง อ.ลานสกา (12 คน) จ.นครศรีธรรมราช	242
30 กรกฎาคม 2542	กิ่งอำเภอเขาคิชกูฏ จ.จันทบุรี	ไม่มีข้อมูล
11 กันยายน 2543	บ้านธารทิพย์ อ.หล่มสัก และบ้านโพธิ์เงิน อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์	10
4 พฤษภาคม 2544	อ.วังชิ้น จ.แพร่	43
11 สิงหาคม 2544	ต.น้ำก้อ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	136
15 กันยายน 2545	บ้านน้ำแม่แรก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่	ไม่มีข้อมูล
1 พฤษภาคม 2545	กิ่งอำเภอเขาคิชกูฏ จ.จันทบุรี	ไม่มีข้อมูล
20 พฤษภาคม 2547	ต.แม่ตื่น ม่อนจอง และยางเปียง อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่	1
20 พฤษภาคม 2547	ต.แม่ระมาด แม่ตื่น ขะเนจื้อ และจะเรา อ.แม่ระมาด จ.ตาก	5
22 พฤษภาคม 2547	บ้านสบโขง หมู่ 10 ตำบลแม่สวด อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน	ไม่มีรายงานผู้เสียชีวิต
1 กันยายน 2547	บ้านควนตุ้มกู ตำบลบางสัก อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง	ไม่มีรายงานผู้เสียชีวิต
17 ตุลาคม 2547	ตำบลอ่าวนาง อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่	ไม่มีรายงานผู้เสียชีวิต
18 ตุลาคม 2547	บ้านห้วยส้มไฟ ตำบลเขาคราม อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่	3
12 ธันวาคม 2547	อำเภอธารโต จังหวัดยะลา	2

ตารางที่ 2.1 สถิติสถานการณ์ภัยแผ่นดินถล่ม ระหว่างปี พ.ศ. 2531-2554 (ต่อ)

วันที่เกิดเหตุ	สถานที่เกิดเหตุ	จำนวนผู้เสียชีวิต (คน)
16 ธันวาคม 2548	บ้านกาสังใน บ้านกาสัง ตำบลตาเนาะปูเต๊ะ อำเภอบันนังสตาร์ จังหวัดยะลา	ไม่มีข้อมูล
22 พฤษภาคม 2549	บ้านห้วยตม บ้านดงหญ้าปา และบ้านแม่คุ ตำบลบ้านตึก อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย	7
22 พฤษภาคม 2549	บ้านนาตอง บ้านน้ำจ้อม บ้านปากกลาย และบ้านผาตรึม ตำบลช่อแฮ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่	5
22 พฤษภาคม 2549	บ้านน้ำต๊ะ บ้านน้ำรี ตำบลน้ำหมัน อำเภอท่าปลา บ้านผามูบ บ้านมหาราช ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล บ้านไฮ่ฮ้า บ้านน้ำไคร้ อำเภอเมืองจังหวัดอุตรดิตถ์	75
9 ตุลาคม 2549	บ้านยาง หมู่ 12 ต.แม่งอน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	8
1 กันยายน 2550	อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย และอำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์	6
15 สิงหาคม 2550	เส้นทางบ้านไร่-บ้านอีต่อง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี	ไม่มีรายงานผู้เสียชีวิต
11 ธันวาคม 2551	บ.คลองมุย ตำบลตะกุกเหนือ อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี	2
22 กรกฎาคม 2552	บ้านแม่มะลอ หมู่ 9 ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	ไม่มีรายงานผู้เสียชีวิต
6 พฤศจิกายน 2552	หมู่ 6 บ้านตลาดนิคม ตำบลตลิ่งชัน อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา และ บ้านไอร์เจ๊ะ หมู่ 5 ตำบลชากอ อำเภอศรีสาคร จังหวัดนราธิวาส	14
26 มีนาคม 2554	สำนักสงฆ์บ้านในเพลา หมู่ที่ 8 ตำบลขนอม อำเภอขนอม และบ้านสำนักเนียน หมู่ที่ 3 ตำบลเขาน้อย อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช	2

ตารางที่ 2.1 สถิติสถานการณ์ภัยแผ่นดินถล่ม ระหว่างปี พ.ศ. 2531-2554 (ต่อ)

วันที่เกิดเหตุ	สถานที่เกิดเหตุ	จำนวนผู้เสียชีวิต (คน)
28 มีนาคม 2554	บ้านห้วยน้ำแก้ว หมู่ที่ 6 และ บ้านต้นหาร หมู่ที่ 7 ตำบลหน้าเขา อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่	8
29 มีนาคม 2554	บ้านห้วยพาน หมู่ 2 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช	ไม่มีรายงานผู้เสียชีวิต
30 มีนาคม 2554	บ้านปากฮาย หมู่ที่ 10 ตำบลคลองสระ อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี	ไม่มีรายงานผู้เสียชีวิต
30 มีนาคม 2554	บ้านเทพพนม หมู่ 10 ตำบลเขาพนม อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่	ไม่มีรายงานผู้เสียชีวิต

ที่มา: http://www.dmr.go.th/geohazard/update_landslide/landslide_record.htm และ http://www.dmr.go.th/download/Landslide/event_landslide1.htm

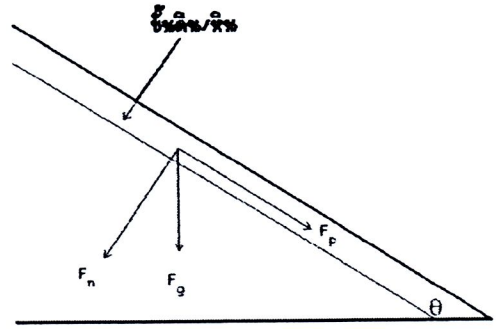
แผ่นดินถล่ม (LANDSLIDE) เป็นปรากฏการณ์ของมวลซึ่งอาจจะเป็นมวลดิน และ/หรือ มวลหินที่อยู่บนที่ลาดเอียงเคลื่อนที่ลงสู่ที่ลาดเชิงเขา โดยธรรมชาติ มวลที่อยู่บนที่ลาดเอียงมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ลงสู่ที่ลาดเชิงเขาอันเนื่องจากน้ำหนักของมวล (แรงดึงดูดของโลก) ดังแผนภาพ

F_p คือ แรงขับเคลื่อน

F_n คือ ความเค้นแนวฉาก

F_g คือ น้ำหนักของมวล

θ คือ ความชันของที่ลาดเอียง



รูปที่ 2.1 แสดงแนวคิดการเคลื่อนที่ของมวล

ในสภาวะปกติ มวลสามารถค้างอยู่บนที่ลาดเอียงได้ด้วยแรงเสียดทาน (friction) ระหว่างมวลกับที่ลาดเอียง และ/หรือ แรงยึดเกาะระหว่างอนุภาคในมวล เมื่อใดก็ตามที่แรงขับเคลื่อน (driving force) มากกว่าแรงต้น (resisting force) ก็จะส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของมวลลงสู่ที่ลาดเชิงเขา ที่เรียกว่า แผ่นดินถล่ม (landslide)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม สามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัจจัยที่เพิ่มแรงขับเคลื่อน ประกอบด้วย
    a. ความชันของที่ลาดเอียง
    b. การเพิ่มน้ำหนักแก่มวลบนที่ลาดเอียง โดยเฉพาะตอนบนของที่ลาดเอียง
    c. การสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว
2. ปัจจัยที่ลดแรงต้น ประกอบด้วย
    a. การไหลซึมของน้ำฝนลงสู่ชั้นดินบนที่ลาดเอียงจนดินอิ่มตัวด้วยน้ำซึ่งนำไปสู่การทำลายแรงยึดเกาะของอนุภาคในมวล
    b. การทำลายฐานของที่ลาดเอียง เช่น การตัดถนนเลียบไหล่เขา
    c. คุณลักษณะของมวลดิน หรือ หินที่อยู่บนที่ลาดเอียง เช่น ตะกอนร่วม (unconsolidated material) หรือมวลที่มีส่วนประกอบของดินเหนียวมาก (clay-rich material) แรงยึดเกาะของอนุภาคในมวลทั้งสองชนิดดังกล่าวแตกต่างกัน

โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ได้แก่ ภูมิประเทศ คุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดินและ/หรือหิน ปริมาณฝน และสิ่งปกคลุมดิน (land cover type)

อย่างไรก็ดี ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มย่อมแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ แปรผันไปตามคุณสมบัติของปัจจัยดังกล่าว ดังนั้น การที่จะทราบคุณสมบัติของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม จำเป็นที่ต้องทราบขอบเขตของพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่มในอดีตและวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศ ชนิดดิน หิน สิ่งปกคลุมดิน และปริมาณฝน ในพื้นที่นั้นก่อนที่จะเกิดแผ่นดินถล่ม

โดยที่แผ่นดินถล่มจะเกิดในพื้นที่ที่เป็นภูเขามีความลาดเอียงสูง อยู่ห่างไกล การเดินทางเข้าไปสำรวจทำได้ยากลำบาก ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคการสำรวจจากระยะไกลในการระบุขอบเขตของแผ่นดินถล่ม ในโครงการนี้จะใช้ภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ หรือ THEOS ในการวิเคราะห์ โดยการสร้างดัชนีพืชพรรณ (vegetation index) ซึ่งอาศัยรังสีในช่วงคลื่นสีแดงและ

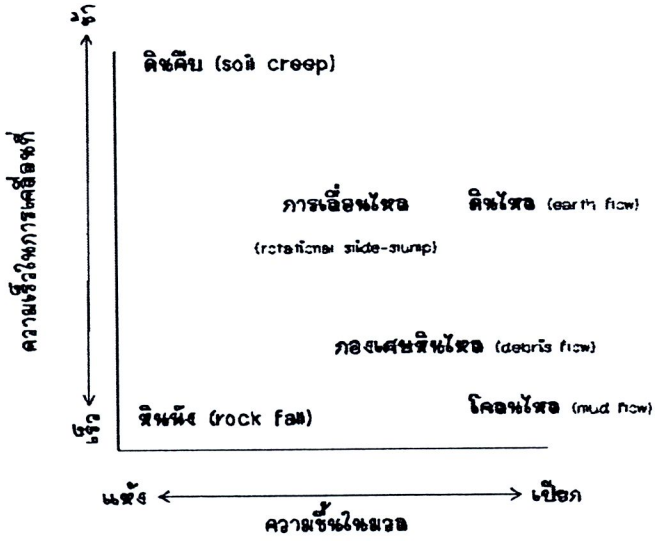
อินฟราเรดใกล้ในการประเมินความหนาแน่นของพืชพรรณ จากความแตกต่างของความหนาแน่นของพืชพรรณทำให้สามารถระบุขอบเขตของแผ่นดินถล่มได้

2.1.1 ความหมายของแผ่นดินถล่ม

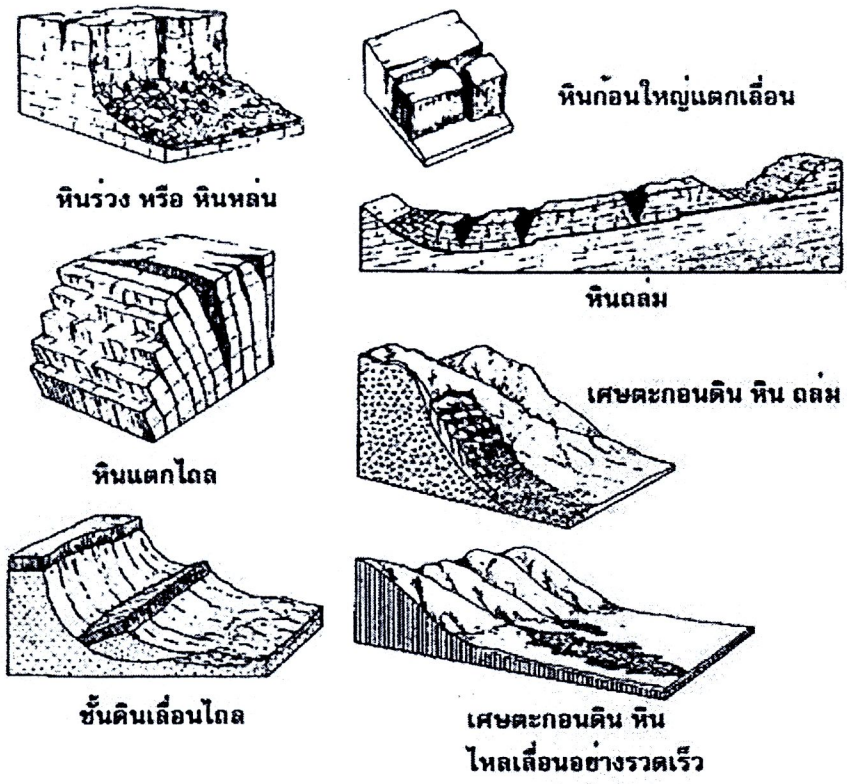
คำว่า "แผ่นดินถล่ม" ที่ใช้ในงานศึกษาครั้งนี้ เป็นคำกลางที่ใช้เรียกการเคลื่อนที่ของมวล (mass movement) โดยรวมจากที่สูงชันลงสู่ที่ต่ำอันเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

"ดินถล่มหรือโคลนถล่ม" (กรมทรัพยากรธรณี, 2552) คือ การเคลื่อนที่ของมวลดินและหินลงมาตามลาดเขาด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงโลก และจะมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องในการทำให้มวลดินและหินเคลื่อนตัวด้วยเสมอ ดินถล่มมักเกิดตามมาหลังจากน้ำป่าไหลหลาก ในขณะที่เกิดพายุฝนตกหนักรุนแรงต่อเนื่อง หรือหลังการเกิดแผ่นดินไหว

ในทางทฤษฎีการเคลื่อนที่ของมวลสามารถจำแนกย่อยได้หลายชนิด โดยพิจารณาจากความเร็วของการเคลื่อนที่และลักษณะของมวลซึ่งสรุปด้วยแผนภาพ ในรูปด้านล่าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้



รูปที่ 2.2 แผนภาพแสดงการจำแนกประเภทของการเคลื่อนที่ของมวล



รูปที่ 2.3 รูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นดิน

1. การเคลื่อนที่แบบตก หรือหล่น (fall) มวลที่หล่น หรือตกลงมามักเป็นมวลหิน จึงเรียกว่า หินพัง (rock fall) มวลหินจะตกจากหน้าผาผ่านอากาศลงมากระทบพื้นผิวโลกและกองทับถมกันที่เชิงผา ที่เรียกว่า ลานหินเชิงผา (talus)

2. การเคลื่อนที่แบบเลื่อนถล่ม (slide) เป็นการเคลื่อนที่ของมวลชั้นหินเบื้องล่างที่เชื่อมแน่น (cohesive mass of bed rock) อย่างฉับพลัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

a. การเลื่อนถล่มแบบเลื่อนที่ (translational slide) เป็นการเลื่อนถล่มของมวลหินตามระนาบที่เกือบขนานกับความลาดเอียงของภูมิประเทศ

b. การเลื่อนไถล (rotational slide-slump) เป็นการเลื่อนไถลของมวลหิน-ดินไปตามระนาบโค้งเข้า (concave surface) บ่อยครั้งที่พบชั้นดินเหนียวอยู่เบื้องล่างทำให้น้ำไหลซึมผ่าน (percolating) ได้ยากน้ำไหลไปตามผิวของชั้นดินเหนียวซึ่งจะลดแรงเสียดทานกับมวลที่ทับอยู่ด้านบน มีผลทำให้มวล

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ที่อยู่ด้านบนเลื่อนไถลลงมาอย่างรวดเร็ว ลักษณะการเลื่อนไถลตามระนาบผิวโค้งนี้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การเลื่อนไถลแบบหมุน (rotational slump)

3. การเคลื่อนที่แบบไหล (flow) ของมวล โดยที่มวลมีหลายประเภท ทั้งที่เป็นมวลดิน โคลน เศษหิน ดิน ทราย ดังนั้น การไหลของมวลจึงสามารถระบุตามประเภทของมวล เช่น ดินไหล (earth flow) โคลนไหล (mud flow) หรือ กองเศษหินไหล (debris flow)

a. ดินไหล มวลที่มีดินเหนียวเป็นส่วนประกอบในปริมาณที่สูงมาก มันจะบวมพองเมื่อเวลาเปียกและเป็นสาเหตุลดแรงเสียดทานระหว่างเม็ดดิน ทำให้ดินไหลลงมาตามความลาดชัน

b. กองเศษหินไหล เป็นการเคลื่อนที่ของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ หิน เศษวัตถุอินทรีย์ เช่น กิ่งไม้ ท่อนซุง จากต้นลำธารแล้วไหลตามลำธารลงมา กองเศษหินไหลเกิดขึ้นเมื่อมีการเลื่อนไหลของเศษหิน ดินบริเวณต้นลำธารในช่วงพายุฝนที่มีความเข้มสูง

4. การเคลื่อนที่ของมวลที่มีความเร็วในการเคลื่อนที่ช้าที่สุดที่เรียกว่า ดินคืบ (soil creep) เป็นผลจากการที่อนุภาคดินถูกยกขึ้นในทิศทางที่ตั้งฉากกับความลาดชันในช่วงฤดูฝนที่ดินมีความชื้นในดินสูง และอนุภาคของดินจะถูกดึงกลับลงมาตามแรงดึงดูดของโลกในฤดูแล้ง กระบวนการดังกล่าวมีผลทำให้ชั้นดินค่อยๆ เคลื่อนลงสู่ที่ต่ำ

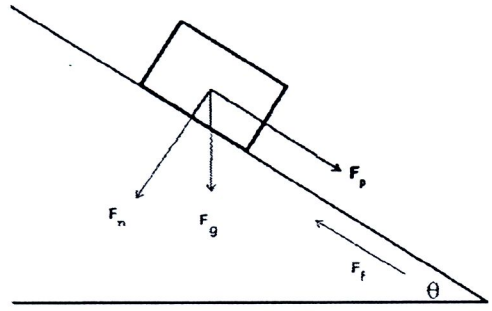
2.1.2 องค์ความรู้ของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ประกอบด้วย

2.1.2.1 แรงขับเคลื่อน (driving force) แม้ว่าปัจจัยอื่นๆ ในกระบวนการเคลื่อนที่ของมวล (mass wasting processes) จะมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้น (triggering downslope movement) ให้มวลเคลื่อนที่ลงสู่ที่ต่ำแต่ในที่สุดแล้ว แรงดึงดูดของโลกเป็นแรงขับเคลื่อนที่มีอิทธิพลที่สุด (Esterbrook, 1999)

ตามปกติแล้ว แรงดึงดูดของโลกจะกระทำในแนวดิ่งลงไปสู่จุดศูนย์กลางของโลก แต่แรงดังกล่าวสามารถแตกแรงออกเป็น 2 แรง (2 components) แรงหนึ่งขนานกับพื้นผิวของความลาดเอียง ส่วนอีกแรงหนึ่งจะตั้งฉากกับพื้นผิวของความลาดเอียง

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 21 พ.ย. 2555
เลขทะเบียน 191021
เลขเรียกหนังสือ



รูปที่ 2.4 แรงขับเคลื่อนเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกและแรงเสียดทาน

ขณะที่มุมของความลาดเอียงเพิ่มขึ้นแรงประกอบแรงดึงดูดของโลกที่ขนานกับพื้นผิว (shear stress) ก็เพิ่มขึ้นด้วย โดยแปรผันจาก 0 บนพื้นผิวที่อยู่ในแนวราบ ถึงมากที่สุด บนพื้นผิวลาดเอียงที่อยู่ในแนวดิ่ง

จากรูปทิศทางหรือเส้นแรงของแรงดึงดูด (F_g) อาจจะแตกออกเป็นแรงประกอบแรงดึงดูดของโลกที่กระทำขนานกับความลาดเอียง (F_p) หรืออาจจะเรียกว่า แรงเค้นเฉือน (shear stress) และแรงประกอบแรงดึงดูดของโลกที่ตั้งฉากกับพื้นผิวความลาดเอียง (F_n) ซึ่งอาจเรียกว่า แรงเค้นตั้งฉาก (normal stress)

ขนาดของแรงเค้นเฉือนจะสัมพันธ์กับแรงดึงดูดของโลก ดังสมการ

$$F_p = F_g \sin \theta$$

โดยที่ F_p คือ น้ำหนักของมวล

θ คือ มุมของความลาดเอียง

ขณะที่มุมของความลาดเอียงเพิ่มขึ้น ค่าของ $\sin \theta$ ก็เพิ่มขึ้น ดังนั้น F_p จะแปรผันจาก 0 บนพื้นที่ราบและค่า F_p จะมีค่ามากที่สุดบนพื้นผิวที่ลาดเอียงเป็นแนวดิ่ง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่ายิ่งความลาดเอียงมากเท่าใดแรงที่กระทำให้วัตถุเคลื่อนที่ลงตามความลาดเอียงก็มากขึ้นเท่านั้น

$$F_n = F_g \cos \theta$$

แรงเค้นตั้งฉากมีความสำคัญ ดังนี้ ถ้าแรงเค้นตั้งฉากเพิ่มขึ้น แรงเสียดทานระหว่างวัสดุ (material) และพื้นผิวที่มวลวัสดุนั้นตั้งอยู่จะเพิ่มขึ้นไปด้วย เนื่องจากค่าของ $\cos \theta$ จะลดลงเมื่อมุมของความลาดเอียง θ เพิ่มขึ้น ($\cos 0^\circ = 1$ และ $\cos 90^\circ = 0$) ดังนั้น แรงเค้นตั้งฉากจะมีค่ามากที่สุดบนพื้นผิวที่อยู่ในแนวระดับและแรงนี้จะลดลงเป็นลำดับจนเป็น 0 บนพื้นผิวที่อยู่ในแนวดิ่ง

2.1.2.2 แรงต้นทานบนพื้นที่ที่ลาดเอียง (resisting force on slope) แรงต้นทานบนพื้นที่ที่ลาดเอียง ประกอบด้วยปัจจัยหลายประการ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- คุณลักษณะทางกายภาพของวัสดุ (physical properties of materials) แรงต้านทานของวัสดุที่กระทำต่อแรงเค้นส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของตัววัสดุ ถ้ามวลของวัสดุกลับไปสู่ขนาดและรูปร่างเดิมหลังจากถูกแรงเค้นกระทำจะเรียกว่าวัสดุนั้นมีคุณลักษณะแบบยืดหยุ่น (elasticity) แต่ถ้ามวลวัสดุคงขนาดและรูปร่างหลังจากถูกแรงเค้นกระทำ เรียกว่าวัสดุนั้นมีคุณลักษณะแบบพลาสติก (plasticity) และสุดท้าย ถ้าวัสดุมีลักษณะเหมือนของไหล จะเรียกวัสดุนั้นมีคุณลักษณะแบบเหลวหนืด (viscosity)

ตามปกติความแข็งแรงของวัสดุ (Strength of material) ประกอบด้วย ความทนแรงเฉือน (shear strength) ความทนแรงดึง (tensile strength) ความทนแรงอัด (compressive strength)

ความแข็งแรงของวัสดุขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุ และความแข็งแรงของวัสดุนี้จะแปรผันไปตามชนิดของแรงเค้นที่แตกต่างกัน มวลวัสดุร่วนไม่มีแรงเกาะยึด (non-cohesive unconsolidated material) จะตอบสนองต่อแรงเค้นแตกต่างไปจากมวลวัสดุที่เกาะยึดกันแน่น (cohesive unconsolidated material) และมวลวัสดุทั้งสองก็ตอบสนองต่อแรงเค้นแตกต่างไปจากหินแข็ง (solid rock)

2.1.2.3 ความทนแรงเฉือน (shear strength) นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ Charles Coulomb ค้นพบความทนแรงเฉือนในปี ค.ศ. 1773 โดยพบว่า การถล่มของมวลวัสดุเกิดขึ้นบนพื้นผิวที่ลาดเอียงเมื่อแรงเค้นเฉือนที่กระทำต่อพื้นผิวมีขนาดมากเกินแรงเกาะยึดของมวลวัสดุ

ความทนแรงเฉือนจะเท่ากับแรงเค้นตั้งฉากคูณด้วยสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานภายในของวัสดุ (internal friction) ของวัสดุ กฎของโคลอมบ์ (Coulomb's rule) ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง การถล่ม แรงเสียดทานภายในและแรงเกาะยึด ดังนี้

$$\tau = c + S_n \tan \phi$$

โดยที่ τ คือ แรงเค้นเฉือน (shearing stress)

c คือ แรงเกาะยึด (cohesion)

S_n คือ แรงเค้นตั้งฉาก (normal stress)

ϕ คือ มุมของแรงเสียดทานภายใน (angle of internal friction)

แรงเสียดทาน (friction) แรงเสียดทานเป็นแรงอันดับต้นที่ต้านทานแรงดึงดูดของโลก แรงเสียดทานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมวลของวัสดุเลื่อนไถลบนวัสดุอีกมวลหนึ่ง ดังนั้น จึงเป็นแรงหรือความต้านทางเชิงกล (mechanical resistance) ต่อการเคลื่อนที่ของมวลที่อยู่ใกล้เคียง

แรงเสียดทาน สามารถจำแนกออกเป็น 2 ชนิด คือ แรงเสียดทานเลื่อนไถล (sliding friction) และแรงเสียดทานภายใน (internal friction)

- แรงเสียดทานเลื่อนไถล ระหว่างมวลของวัสดุที่แยกกันด้วยระนาบโดยที่แรงเสียดทานจะแปรผันไปตามความหยาบของพื้นผิว พื้นที่ของผิวสัมผัส และความชันของจุดสัมผัส
- แรงเสียดทานภายใน เป็นแรงเสียดทานระหว่างเม็ดอนุภาคเดี่ยว (individual grain) ที่อยู่ภายในมวลของวัสดุตามปกติปัจจัยนี้จะสัมพันธ์กับวัสดุร่วน (unconsolidated material) โดยที่แรงเสียดทานระหว่างอนุภาคจะทำหน้าที่หน่วงการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่สัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนั้น เมื่อแรงขับเคลื่อนอันเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัสดุ แรงเสียดทานภายในระหว่างเม็ดอนุภาคจะต้านทานการเคลื่อนที่ภายในวัสดุ

วัสดุร่วนจะเลื่อนไถลจนกระทั่งความลาดเอียงของกองวัสดุอยู่ในสภาวะเสถียร มุมของความลาดเอียงนี้ เรียกว่า มุมสงบ (angle of repose) ค่า tangent ของมุมสงบจะใกล้เคียงกับมุมของแรงเสียดทานภายใน (angle of internal friction)

มุมของแรงเสียดทานภายในของมวลวัสดุจะแปรผันไปตามขนาด รูปร่าง และความหยาบของพื้นผิว ความหนาแน่นของการอัดตัว ปริมาณความชื้น แรงดันน้ำที่อยู่ในช่องว่าง (กรณีที่มวลวัสดุอิ่มตัวด้วยน้ำ)

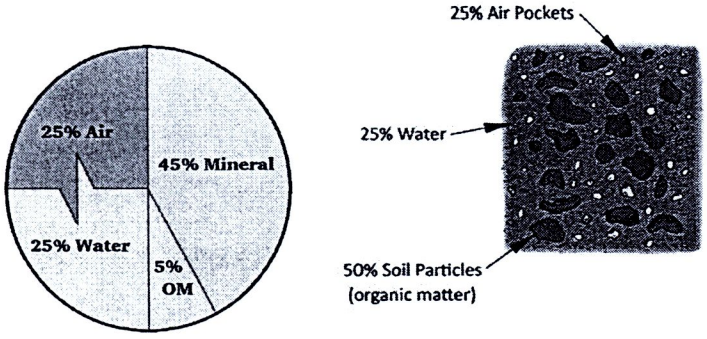
2.1.2.4 อิทธิพลของน้ำ (effect of water) ส่วนประกอบที่เป็นน้ำในมวลวัสดุ เป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณาแรงเสียดทานภายใน การทดสอบกับทรายพบว่า ถ้าตักทราย 1 ถังแล้วค่อยๆ เท ให้เกิดเป็นกองทราย กองทรายจะค่อยๆ ลาดลง โดยมุมของความลาดเอียงของกองทรายค่อนข้างต่ำ แต่ถ้าเป็นทรายที่เปียกชื้น เมื่อเททรายลงไปกองทรายจะก่อตัวเหมือนกำแพงที่ตั้งชัน นั่นคือ ทรายที่เปียกชื้นจะมีแรงเกาะยึดมากกว่าทรายแห้งตราบเท่าที่ยังมีน้ำแทรกขังระหว่างเม็ดทราย แรงยึดเกาะของอนุภาคทราย หรืออีกนัยหนึ่ง ความทนแรงเฉือนไม่ได้สัมพันธ์กับแรงเสียดทานระหว่างอนุภาคแต่เป็นผลจากแรงตึงผิวของน้ำ ที่เคลื่อนเป็นผิวบาง (film of water) ซึ่งจะยึดเม็ดอนุภาคเข้าด้วยกัน

ดังนั้น แรงเกาะยึด จึงนำมาใช้ในการอธิบายถึงสาเหตุที่สามารถสร้างปราสาททรายได้ อย่างไรก็ดี ถ้าช่องว่างระหว่างเม็ดอนุภาคมีน้ำขังอยู่เต็ม แรงตึงผิวจะถูกทำลายและแรงเกาะยึด ก็จะลดลงจนทำให้ทรายถล่มลงมาได้

กรณีที่มวลวัสดุเป็นดินเหนียว ในฤดูร้อน ดินเหนียวเปรียบเสมือนแผ่นอิฐ แต่เมื่อเข้าสู่ฤดูฝน เมื่อมวลดินเหนียวได้รับน้ำฝน ปริมาณน้ำในดินเหนียวเพิ่มขึ้น ดินเหนียวจะเปลี่ยนสถานะเป็นแบบพลาสติก (ซึ่งสามารถนำมาปั้นเป็นรูปร่างต่างๆ ได้) ถ้าเพิ่มปริมาณน้ำเข้าไปอีกความทนต่อแรงเค้นของมวลดินเหนียวจะเป็น 0 และดินเหนียวจะเปลี่ยนสภาพเหมือนของเหลว (viscosity)

นอกจากนี้ น้ำยังมีบทบาทสำคัญต่อแรงเสียดทานภายใน กล่าวคือ ความดันน้ำในช่องว่างระหว่างอนุภาค (fluid pore pressure) จะมีส่วนในการลดแรงเค้นตั้งฉาก เนื่องจากแรงเค้นตั้งฉากที่กระทำ ณ จุดสัมผัสระหว่างเม็ดอนุภาคจะก่อนให้เกิดแรงเสียดทานภายในมวลวัสดุ ในวัสดุที่แห้ง แรงเค้นตั้งฉากจะกระทำ ณ จุดที่เม็ดอนุภาคสัมผัสกันและช่องว่างระหว่างอนุภาคจะมีอากาศอยู่เต็ม ดังนั้น แรงดันน้ำในช่องว่างจึงเป็น 0

ส่วนในทรายที่อิ่มตัวด้วยน้ำ แรงเค้นตั้งฉากจะกระทำต่อน้ำในช่องว่างระหว่างอนุภาค จึงช่วยลดแรงที่กระทำต่อเม็ดอนุภาค



รูปที่ 2.5 องค์ประกอบของดินและช่องว่างในดิน

ที่มา : http://www.newhallinfo.org/images-contamination/soil_contamination_graphic.jpg, 2552

http://www.blogdivvy.com/growing-vegetables/images/soil.jpg, 2552

เนื่องจากแรงดันน้ำในช่องว่างช่วยลดอิทธิพลของแรงเค้นตั้งฉาก ทำให้ดินที่อุ้มน้ำบนที่ลาดเอียงมีความแข็งแรงของแรงเสียดทานภายในน้อยกว่ามวลวัสดุที่แห้ง ซึ่งจะมีผลต่อเนื่องเป็นลำดับทำให้เกิดการถล่มของมวลในบริเวณที่ลาดเอียง

ดังนั้น การเกิดฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลานาน จะมีผลทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ น้ำไม่เพียงแต่ลดแรงเสียดทานระหว่างเม็ดอนุภาคแล้วยังสามารถซึมไปตามระนาบของชั้นหิน หรือรอยแตกจนเต็มช่องว่างในรอยแตกที่ซึ่งแรงดันน้ำจะดันหินที่วางตัวอยู่ด้านบนและลดแรงเสียดทานระหว่างชั้นหิน

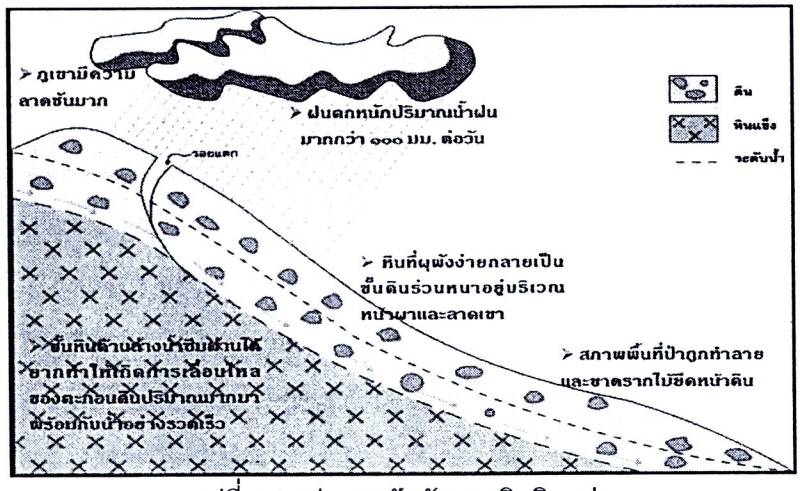
นอกจากนี้ น้ำยังมีบทบาทในการลดแรงเสียดทานภายใน น้ำในวัสดุที่อิ่มตัวจะเพิ่มน้ำหนักให้กับมวลวัสดุที่อาจจะกระตุ้นให้เกิดแผ่นดินถล่มบนที่ลาดเอียงซึ่งเคยเสถียรเมื่ออยู่ในสถานะที่แห้ง

อิทธิพลของน้ำอีกประการหนึ่ง คือ การดูดซับในดินเหนียวที่ขยายตัวได้ เช่น montmorilonite ซึ่งรู้จักกันอีกชื่อหนึ่งคือ quick clay จะดูดซับน้ำ ได้อย่างต่อเนื่องและจะบวมพองจนสูญเสียความแข็งแรงภายในมวลวัสดุ (internal strength)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ปัจจัยการเกิดดินถล่ม

- พื้นที่เป็นหินแข็งเนื้อแน่นแต่ผุง่าย
- มีชั้นดินสะสมตัวหนาบนภูเขา
- ภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูงชัน ที่ลาดเชิงเขา หุบเขาและหน้าผา
- ป่าไม้ถูกทำลาย
- มีฝนตกหนักต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานาน (มากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อวัน)
- ภัยธรรมชาติอื่นๆ เช่น พายุ, แผ่นดินไหว และไฟป่า



รูปที่ 2.6 รูปแสดงปัจจัยการเกิดดินถล่ม

(ที่มา : http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide1.htm)

ความรู้เกี่ยวกับดินถล่ม

ดินถล่มหรือโคลนถล่ม (Landslide or Mass movement) คือ การเคลื่อนที่ของมวลดินหรือหิน ลงมาตามลาดเขาด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงของโลก โดยปรกติ ดินถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ส่วนใหญ่ " น้ำ " จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดดินถล่มเสมอ โดยน้ำจะเป็นตัวลดแรงต้านทานในการเคลื่อนตัวของมวลดินหรือหิน และน้ำจะเป็นตัวที่ทำให้คุณสมบัติของดินที่เป็นของแข็งเปลี่ยนไปเป็นของไหลได้

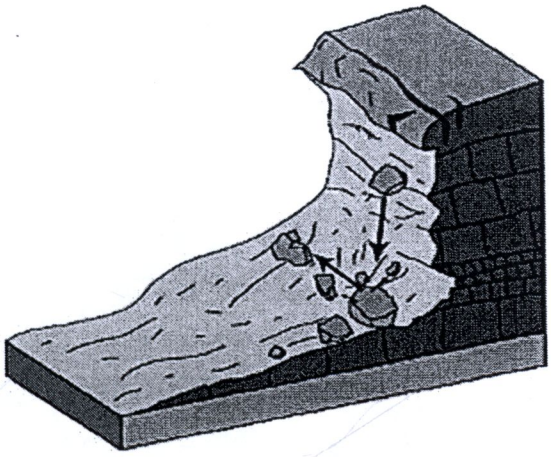
ดินถล่ม เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดได้ทั่วไปในบริเวณภูเขาที่มีความลาดชันสูง อย่างไรก็ตามในบริเวณที่มีความลาดชันต่ำก็สามารถเกิดดินถล่มได้ถ้ามีปัจจัยที่ก่อให้เกิดดินถล่ม โดยทั่วไปบริเวณที่มักจะเกิดดินถล่ม คือ บริเวณที่ใกล้กับแนวรอยเลื่อนที่มีพลังและมีการยกตัวของแผ่นดินขึ้นเป็นภูเขาสูง บริเวณที่ทางน้ำกัดเซาะเป็นโตรกเขาลึกและชัน บริเวณที่มีแนวรอยแตกและรอยแยกหนาแน่นบนลาดเขา บริเวณที่มีการผุพังของหินและทำให้เกิดชั้นดินหนาบนลาดเขา ในบริเวณที่มีความลาดชันต่ำและมีดินที่เกิดจากการผุพังของชั้นหินบนลาดเขาหนา ดินถล่มมักเกิดจากการที่น้ำซึมลงในชั้นดินบนลาดเขาและเกิดแรงดันของน้ำเพิ่มขึ้นในชั้นดินโดยเฉพาะในช่วงที่ฝนตกหนัก (วรวุฒิ, 2548)

การจำแนกชนิดของดินถล่ม

เกณฑ์ในการจำแนกชนิดของดินถล่ม และการพังทลายของลาดเขา มีหลายอย่าง เช่น ความเร็วและกลไกในการเคลื่อนที่ ชนิดของตะกอน รูปร่างของรอยดินถล่ม และปริมาณของน้ำที่เข้ามาเกี่ยวข้องในกระบวนการดินถล่ม การจำแนกชนิดของดินถล่มที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ การจำแนกโดย Varnes (1975) ซึ่งอาศัยหลักการจำแนก ชนิดของของวัสดุที่พังทลายลงมา (Type of material) และลักษณะการเคลื่อนที่ (Type of movement)

ประเภทของดินถล่มจำแนกตามลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุที่พังทลายลงมา ได้แก่

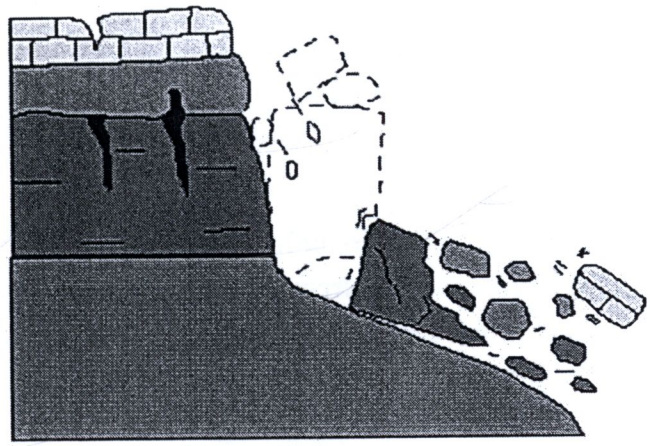
- การร่วงหล่น (Falls) เป็นการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วลงมาตามลาดเขาหรือหน้าผาสูงชัน โดยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงของโลก อาจเกิดการตกอย่างอิสระ หรือมีการกลิ้งลงมาตามลาดเขาร่วมด้วย โดยมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องน้อย หรือไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนั้น ตะกอนดินหรือหินที่พังทลายลงมาจะกองสะสมกันอยู่บริเวณเชิงเขาหรือหน้าผานั้นเอง ถ้าเป็นหน้าผาหินและตะกอนที่ตกลงมาส่วนมากเป็นหิน เรียกว่า "Rock fall" (รูปที่ 2.7 และ 2.8) ส่วนถ้าเป็นหน้าผาดินและตะกอนที่ตกลงมาเป็นดินเม็ดหยาบ เรียกว่า "Debris fall" และถ้าตะกอนที่ตกลงมาเป็นดินเม็ดละเอียด เรียกว่า "Earth fall"



รูปที่ 2.7 รูปแบบจำลองลักษณะของ Rock fall (คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)

รูปที่ 2.8 หินถล่มที่บ้านห้วยส้มไฟ อ.เมือง จ.กระบี่ ผู้เสียชีวิต 3 ราย บาดเจ็บ 1 ราย
(ที่มา : http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide1.htm)

• การล้มคว่ำ (Topples) เป็นการเคลื่อนที่โดยมีการหมุน หรือล้มคว่ำลงมาตาม ลาดเขา มักพบว่าเกิดเชิงหน้าผาดินหรือหินที่มีรอยแตกรอยแยกมาก โดยกระบวนการเกิดดินถล่มมี น้ำเข้ามาเกี่ยวข้องน้อยหรือไม่มีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้อง (รูปที่ 2.9 และ 2.10)



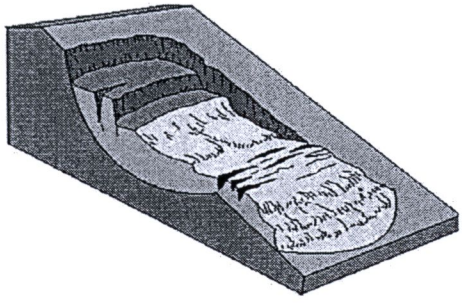
รูปที่ 2.9 รูปแบบจำลองลักษณะของ Topples (คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)

รูปที่ 2.10 ลักษณะของ Topples (คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)

• การลื่นไถล (Slides) การเกิดดินถล่มชนิดนี้มีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอ สามารถ จำแนกตามลักษณะของระนาบการเคลื่อนที่ ได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- Rotational slide เป็นการลื่นไถล ของวัตถุลงมาตามระนาบของการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะโค้งครึ่งวงกลมคล้ายช้อน (Spoon-shaped) ทำให้มีการหมุนตัวของวัตถุขณะเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่จะเป็นไปอย่างช้าๆ (รูปที่ 2.11 และ 2.12) ซึ่งลักษณะดังกล่าวมักเกิดขึ้นในบริเวณที่ดินมีความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous material) เช่น บริเวณที่ชั้นดินหนามาก หรือ ดินที่นำมาถมเป็นต้น

- Translational slide เป็นการลื่นไถลลงมาตามระนาบการเคลื่อนที่มีลักษณะค่อนข้างตรง ส่วนใหญ่เป็นการเคลื่อนที่ตามระนาบของโครงสร้างทางธรณีวิทยา เช่น ตามระนาบรอย แตก (joint) ระนาบทิศทางการวางตัวของชั้นหิน (bed) รอยต่อระหว่างชั้นดินและหิน (รูปที่ 2.13 และ 2.14)

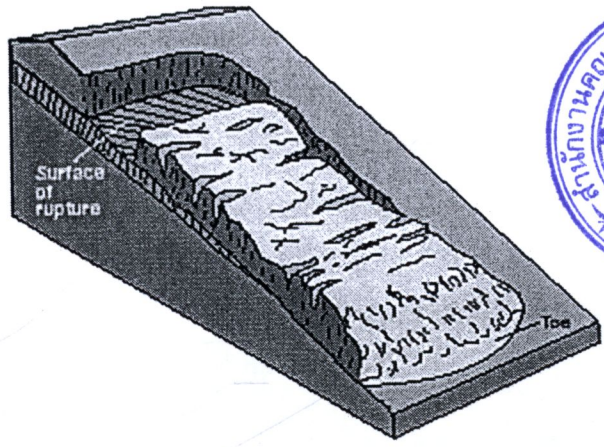


รูปที่ 2.11 รูปแบบจำลองลักษณะของ Rotational slide

(คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)

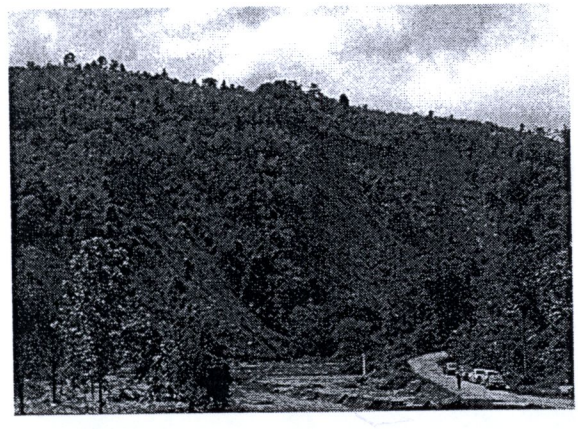
รูปที่ 2.12 ลักษณะของ Rotational slide ที่บ้านน้ำพิ อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน

(ภาพถ่ายโดย ประดิษฐ์ นูเล) เส้นสีแดงแสดงขอบเขตแนวที่เกิดการ slide เส้นสีน้ำเงินแสดงทิศทางการ slide



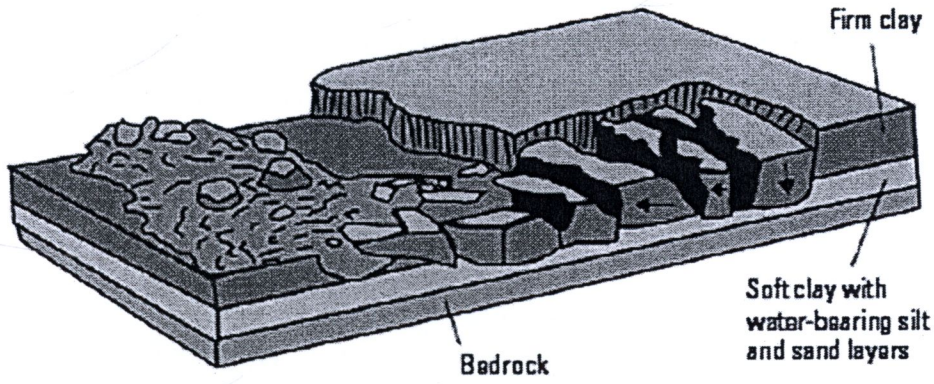
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย

รูปที่ 2.13 รูปแบบจำลองลักษณะของ Translational slide
(คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)



รูปที่ 2.14 ลักษณะของ Translational slide ที่อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์
ซึ่งเกิดจากกระแสน้ำกัดเซาะบริเวณตีนของลาดเขา (ภาพถ่ายโดย ประดิษฐ์ นูเล)
(ที่มา : http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide1.htm)

• การแผ่ออกทางด้านข้าง (Lateral spread) ส่วนใหญ่จะเกิดบนพื้นราบ หรือพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย โดยชั้นดินจะประกอบด้วยตะกอนขนาดละเอียดมาก การเกิดส่วนมากเกี่ยวข้องกับกระบวนการ liquefaction เมื่อชั้นตะกอนละเอียดที่อิ่มตัวด้วยน้ำมีพฤติกรรมเหมือนของไหล เนื่องจากอิทธิพลของแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว หรือจากการที่มีหินหรือดินที่แข็งและไม่อุ้มน้ำวางตัวทับอยู่บนชั้นดินที่อุ้มน้ำ เมื่อชั้นดินที่อุ้มน้ำถูกทับด้วยน้ำหนักที่มากก็จะไหลออกด้านข้าง ทำให้ชั้นดิน ชั้นหินที่อยู่ด้านบนแตกออกและยุบตัว (รูปที่ 2.15 และ 2.16)



รูปที่ 2.15 รูปแบบจำลองลักษณะของ Lateral spread

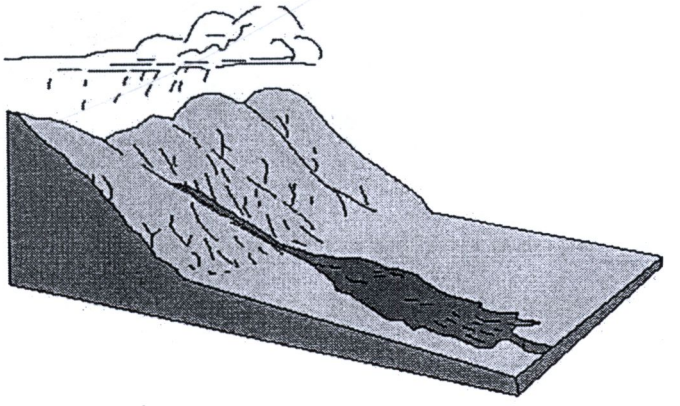
(คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)

รูปที่ 2.16 ลักษณะของ Lateral spread ที่เกิดขึ้นบนถนนในประเทศสหรัฐอเมริกา สาเหตุจากแผ่นดินไหว (คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)

(ที่มา : http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide1.htm)

• การไหล (Flows) กระบวนการเกิดดินถล่มมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องมากที่สุด น้ำทำให้ตะกอนมีลักษณะเป็นของไหลและเคลื่อนที่ไปบนพื้นระนาบลาดเขา ลงไปกองทับถมกันที่ช่วงล่างของลาดเขาหรือเชิงเขา ตะกอนอาจเคลื่อนที่ไปได้เป็นระยะทางไกล และความเร็วในการเคลื่อนที่อาจสูงมาก ถ้าลาดเขามีความชันสูง ดินถล่มชนิดนี้ยังแบ่งตามชนิดของตะกอนได้เป็น 5 ชนิด คือ

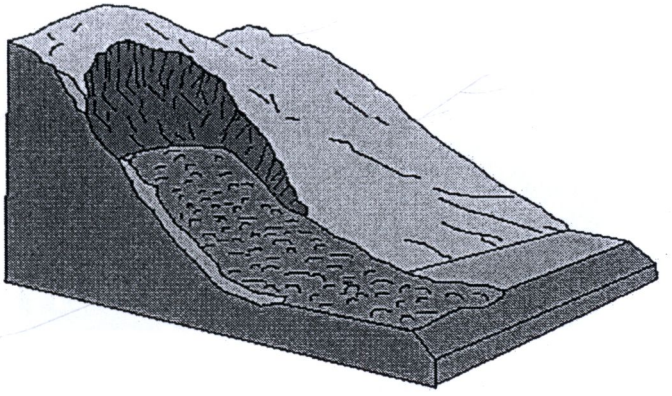
1. Debris flow ตะกอนที่ไหลลงมาจะมีหลายขนาดปะปนกันทั้งตะกอนดิน หินและซากต้นไม้ และมักเกิดขึ้น ตามทางน้ำเดิมที่มีอยู่แล้วหรือบนร่องเล็ก ๆ บนลาดเขา โดยมีน้ำซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำฝนที่ตกลงมาอย่างหนักในช่วงฤดูฝนของแต่ละพื้นที่ เป็นตัวกลางพัดพาเอาตะกอนดินและหิน รวมถึงซากต้นไม้ ต้นหญ้าไหลมารวมกัน ก่อนที่จะไหลลงมากองทับถมกันบริเวณที่ราบเชิงเขาในลักษณะของเนินตะกอนรูปพัดหน้าหุบเขา (รูปที่ 2.17 และ 2.18)



รูปที่ 2.17 รูปแบบจำลองลักษณะของ Debris flow
(คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)

รูปที่ 2.18 ลักษณะของ Debris flow ที่เกิดขึ้นที่ประเทศเวเนซูเอลา เมื่อปี ค.ศ. 1999 ทำให้มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 30,000 คน (คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008) (ที่มา : http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide1.htm)

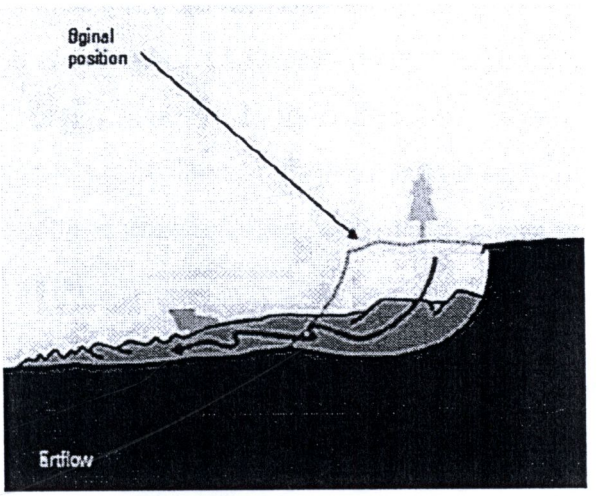
2. Debris avalanche เป็นการเคลื่อนที่ลงมาตามลาดเขาของมวลดินที่ประกอบด้วยตะกอนหลายขนาดปนกันและมีขนาดร่องรอยของดินถล่มที่ใหญ่ บางแห่งขนาดความกว้างมากกว่า 3 กิโลเมตร (L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008) (รูปที่ 2.19 และ 2.20)



รูปที่ 2.19 รูปแบบจำลองลักษณะของ Debris avalanche
(คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)

รูปที่ 2.20 ลักษณะของ Debris avalanche ที่เกิดขึ้นที่ประเทศฟิลิปปินส์ เมื่อปี คศ. 2006
(คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)
(ที่มา : http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide1.htm)

3. Earth flow เป็นการเคลื่อนที่ของมวลดินที่ประกอบด้วยตะกอนขนาดละเอียด จำพวกดินเหนียว ดินทรายแป้ง ตามพื้นที่ที่มีความลาดชันไม่มากนัก (รูปที่ 2.21 และ 2.22)



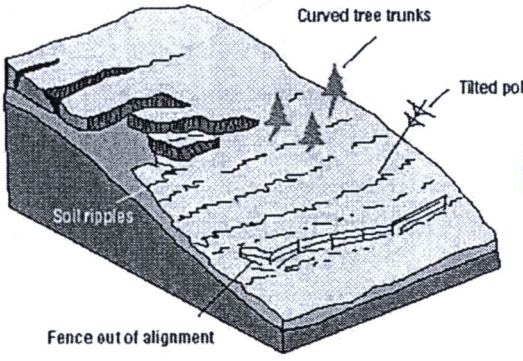
รูปที่ 2.21 รูปแบบจำลองลักษณะของ Earth flow
(คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)

รูปที่ 2.22 ลักษณะของ Earth flow ที่เกิดขึ้นที่ประเทศแคนนาดา เมื่อปี ค.ศ. 1993 บริเวณที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำ (คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)

(ที่มา : http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide1.htm)

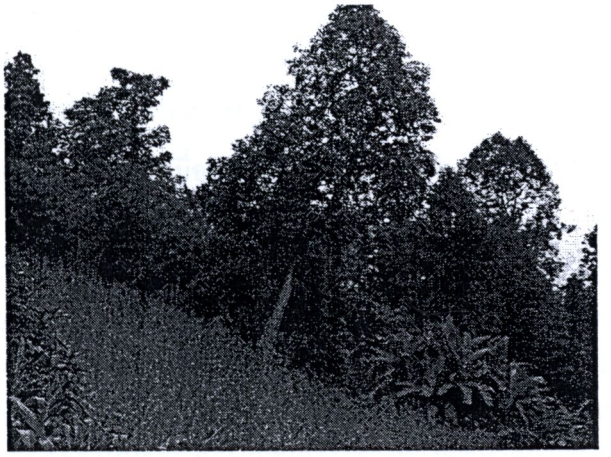
4. Mud flow มีกระบวนการเกิดเช่นเดียวกับ Debris flow แตกต่างกันที่ขนาดของตะกอนแบบ Mud flow จะมีขนาดเล็กกว่าตะกอน Debris flow คือประกอบไปด้วยตะกอนดิน และมีน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ (อาจสูงถึงร้อยละ 60)

5. Soil creep (Slow Earthflow) เป็นการเคลื่อนที่ของมวลดินอย่างช้า เนื่องจากกระบวนการสูญเสียแรงต้านทานการไหล ของชั้นดิน ส่งผลให้เกิดแรงผลักดันให้ชั้นดินมีการเคลื่อนตัวอย่างช้าๆ แต่ไม่ มากพอที่จะทำให้เกิดการพังทลายของมวลดิน ซึ่งหลักฐานที่ใช้ในการสังเกต คือแนวรั้วหรือกำแพง และหรือต้นไม้ที่ขึ้นในบริเวณนั้นมีการเอียงตัวหรือบิดเบี้ยวไปจากเดิม (รูปที่ 2.23 และ 2.24)



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

รูปที่ 2.23 รูปแบบจำลองลักษณะของ Soil creep
(คัดลอกจาก L.M. Highland and P. Bobrowsky, 2008)



รูปที่ 2.24 ลักษณะของ Soil creep สังเกตได้จากช่วงแรกต้นไม้มีการเอียงตัวแต่หลังจากนั้นยอดของต้นไม้มีการกลับไปตั้งตรงอีกครั้งแสดงว่าดินบริเวณนี้หยุดการคืบตัวแล้ว

(ที่มา : http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide1.htm)

ชนิดของดินถล่ม และปัจจัยการเกิดดินถล่ม

ชนิดของดินถล่มที่พบในประเทศไทย

จากการศึกษาการแผ่กระจายของรอยดินถล่ม ในพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มในประเทศไทยส่วนใหญ่ พบว่ารอยของดินถล่มมีลักษณะเกิดร่วมกันได้หลายแบบ และมักเกิดตามทางน้ำเดิมที่มีอยู่แล้วหรือบนร่องเล็กๆ บนลาดเขาที่น้ำมักไหลมารวมกันเมื่อมีฝนตก และมีความลาดชันสูงมากกว่า ร้อยละ 30 (วรวุฒิ, 2535) และเมื่อพิจารณาเฉพาะจุดบนภูเขาสูงพบว่าบริเวณที่ชั้นดินหนาส่วนใหญ่จะเป็นรูปแบบ Debris avalanche และ Rotational slide ส่วนบริเวณที่ชั้นดินบางจะเป็นแบบ Translational slide เป็นส่วนใหญ่ และจากการที่ดินถล่มในประเทศไทยเกิดร่วมกับการที่มีฝนตกเป็นปริมาณที่สูงมาก ดังนั้นชนิดของรอยดินถล่มโดยภาพรวมจึงเป็นแบบ Flows เป็นส่วนใหญ่ ตะกอนดินทราย ที่พังทลายเนื่องจากดินถล่ม ก็จะถูกพัดพาโดยน้ำ ออกจากที่เกิดการถล่มลงไปสู่เบื้องล่าง ก่อนที่จะไหลลงมากองทับถมกันบริเวณที่ราบเชิงเขาในลักษณะของเนินตะกอนรูปพัดหน้าหุบเขา ซึ่งเป็นรูปแบบของ Debris flow

ปัจจัยการเกิดดินถล่ม

ดินถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทยเกิดจากปัจจัยหลัก 4 ประการ ดังนี้คือ (คณะสำรวจพื้นที่เกิดเหตุดินถล่มภาคเหนือตอนล่าง, 2550)

1.สภาพธรณีวิทยา

โดยปกติชั้นดินที่เกิดการถล่มลงมาจากภูเขา เป็นชั้นดินที่เกิดจากการผุกร่อนของหิน ให้เกิดเป็นดิน โดยหินแต่ละชนิดเวลาผุจะให้ชนิดและความหนาของดินที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากชั้นหินแต่ละชนิดมีอัตราการผุพังไม่เท่ากัน เช่น

หินแกรนิต จะมีอัตราการผุพังสูง แร่องค์ประกอบเมื่อผุพังแล้วจะให้ชั้นดินทรายร่วนหรือดินทรายปนดินเหนียว และให้ชั้นดินหนา

หินภูเขาไฟ มีอัตราการผุพังใกล้เคียงกับหินแกรนิต เมื่อผุพังให้ชั้นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินเหนียว และให้ชั้นดินหนาเช่นกัน

หินดินดาน – หินโคลน เมื่อผุพังจะให้ชั้นดินเป็นดินเหนียวปนทราย และมีความหนาน้อยกว่าหินแกรนิต

จากปัจจัยดังกล่าวพบว่า ดินที่ผุพังมาจากหินต่างชนิดกันจะให้ดินต่างชนิดกัน และความหนาต่างกัน คุณสมบัติของดินในการยึดเกาะระหว่างเม็ดดินและค่าแรงต้านทานการไหลของดินก็จะแตกต่างกันตามชนิดของดินนั้นๆด้วย ทำให้ไหล่เขามีความลาดชันไม่เท่ากัน และต้นไม้ที่ขึ้นตามธรรมชาติบนภูเขาต่างชนิดกันตามชนิดของชั้นดินและความสูงของภูเขา

นอกจากชนิดของหินแล้ว ลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาเช่น รอยเลื่อน รอยแตก และทิศทางการวางตัวของชั้นหิน จะมีผลต่อการผุพังโดยเฉพาะหินที่มีรอยแตกมาก หินที่อยู่ในเขตรอยเลื่อนโดยเฉพาะรอยเลื่อนมีพลังจะมีการผุพังสูง เนื่องจากมวลหินที่รอยแตกนั้นจะมีช่องว่างให้น้ำและอากาศผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยาทางเคมีให้หินผุพังได้ง่าย ชั้นหินในบางบริเวณหากมีการแทรกดันของหินอัคนีแทรกซอน หรือบริเวณที่มีน้ำพุร้อน และแหล่งแร่จากสายน้ำแร่ร้อน จะทำให้หินมี

อัตราการผุพังยิ่งขึ้นไปอีกเพราะความร้อนและสารละลายน้ำแร่ร้อนที่มาจากหินอัคนีแทรกซอนจะไปทำ ปฏิกิริยาก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเนื้อหิน

2.สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศเป็นผลที่เกิดจากขบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก การผุพังที่แตกต่างกันของชั้นหินและลักษณะการวางตัวของโครงสร้างชั้นหิน ซึ่งเป็นปัจจัยอีกตัวที่มีผลต่อเสถียรภาพของดินบนภูเขา ค่าความลาดชันจะมีความสัมพันธ์โดยตรง กับเสถียรภาพของดินที่อยู่บนภูเขา กล่าวคือ ยิ่งบริเวณใดที่มีความลาดชันสูง ยิ่งมีโอกาสที่ดินจะเกิดการสูญเสียเสถียรภาพและเคลื่อนที่ลงมาตามลาดชันของภูเขาได้สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งชั้นดินทรายร่วนที่ไม่มีแรงยึดเกาะระหว่างเม็ดดินมีโอกาสจะถล่มลงมาได้สูงเมื่อผนวกเข้ากับปัจจัยตัวอื่นๆ ซึ่งจากการศึกษาของ วรวุฒิ ตันติวนิช (2535) ได้รายงานผลการศึกษาการเกิดดินถล่มที่บ้านกระทูนเหนือ อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2531 พบว่ารอยดินถล่มส่วนมากพบอยู่ในบริเวณที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 30

นอกจากนี้ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นร่องเขาหน้ารับน้ำฝนและเป็นบริเวณที่น้ำฝนไหลมารวมกันจะทำให้ปริมาณน้ำในมวลดินสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และทำให้บริเวณพื้นมีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของลาดดินลดลง มีโอกาสเกิดการเคลื่อนตัว และถล่มลงมาได้มากกว่าพื้นที่ที่ไม่ใช่ร่องเขาหน้ารับน้ำฝน

3.ปริมาณน้ำฝน

ดินถล่มที่เคยเกิดขึ้นในประเทศไทย จะเกิดขึ้นเมื่อฝนตกหนักเป็นเวลานาน โดยน้ำฝนจะไหลซึมลงไปในชั้นดินจนกระทั่งชั้นดินชุ่มน้ำ ไม่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้ เนื่องจากความดันของน้ำในดินเพิ่มขึ้น (Piezometric head) เป็นการเพิ่มความดันในช่องว่างของเม็ดดิน (Pore Pressure) ดันให้ดินมีการเคลื่อนที่ลงมาตามลาดเขาได้ง่ายขึ้น และนอกจากนี้แล้วน้ำที่เข้าไปแทนที่ช่องว่างระหว่างเม็ดดินทำให้แรงยึดเกาะระหว่างเม็ดดินลดน้อยลง ส่งผลให้ดินมีกำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินลดลงทำให้ความปลอดภัยของลาดดินลดลงไปด้วย (วรากร ไม้เรียง, 2546) และถ้าหากปริมาณน้ำในมวลดินเพิ่มขึ้นจนมวลดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ และระดับน้ำในชั้นดินสูงขึ้นมาที่ระดับผิวดินจะเกิดการไหลบนผิวดินและกัดเซาะหน้าดิน ความปลอดภัยของลาดดินจะลดลงไปครึ่งหนึ่งของสภาวะปกติ (Glawe ,2004) หมายความว่าลาดดินเริ่มมีการเคลื่อนตัวตามระนาบของการเคลื่อนตัวของดิน และถ้าฝนตกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานออกไป น้ำจะไหลลงไปในระนาบของรอยการเคลื่อนตัว และชะล้างเม็ดดินที่เป็นดินเหนียวออกไปตามแนวระนาบทำให้ค่าแรงยึดเกาะระหว่างเม็ดดินบริเวณระนาบการเคลื่อนตัว ลดลงไปอย่างมาก ก่อให้เกิดดินถล่มลงมาตามความลาดชันของไหล่เขา

จากการศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝนร่วมกันกับประชาชนในพื้นที่หลายจังหวัด (คณะสำรวจพื้นที่เกิดเหตุดินถล่มภาคเหนือตอนล่าง, 2550) พบว่าถ้าปริมาณน้ำฝนมากกว่า 90 มิลลิเมตร ในรอบ 24 ชั่วโมง จะเกิดน้ำป่าไหลหลาก และหากปริมาณน้ำฝนมากกว่า 150 มิลลิเมตร ชั้นดินบาง

แห่งอาจเกิดดินไหลหรือดินถล่ม นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนที่ตกต่อเนื่องกันหลายวันสะสมมากกว่า 300 มิลลิเมตร บางแห่งอาจเกิดดินไหลหรือดินถล่มได้เช่นเดียวกัน

4.สภาพสิ่งแวดล้อม

จากบันทึกเหตุการณ์ดินถล่มในอดีต พบว่าพื้นที่เกิดดินถล่มส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ภูเขาสูงชันและหลายๆ พื้นที่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากรายงานของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2540) (อ้างถึงใน วรวุฒิ ตันติวนิช, 2548) พบพื้นที่ที่เกิดเหตุการณ์ดินถล่ม ที่บ้านกระทูนเหนือ มีการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าเป็นสวนยางพารา โดยเฉพาะพวกต้นยางที่ยังมีขนาดเล็กอยู่ หรือที่บ้านน้ำก้อ บ้านน้ำซุน มีการบุกรุกทำลายป่าไม้เพื่อทำไร่และทำการเกษตรบนที่สูง

จากการศึกษาของ Abe และ Twamoto (1986) (อ้างถึงในกวี จรุงทวีเวทย์, 2546) พบว่าดินที่มีรากไม้ยึดเกาะจะมีค่าแรงยึดเหนียวระหว่างเม็ดดินมากกว่าดินที่ไม่มีรากไม้ ซึ่งทำให้ค่ากำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากว่ารากพืชที่แทรกตัวในเนื้อดิน จะแทรกซอนผ่านแนวระนาบเฉือนของพื้นราบ ซึ่งจะช่วยรับแรงดึงและยึดโครงสร้างดินทำให้ดินมีค่ากำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินสูงขึ้น จากการศึกษาของ กวี จรุงทวีเวทย์ (2546) พบว่า การเพิ่มขึ้นของค่ากำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินจะมีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับคุณสมบัติความหนาแน่นของรากพืช หมายความว่าชั้นดินที่มีรากพืชหนาแน่นมาก ค่ากำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินจะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย และในการศึกษาเดียวกันนี้ ได้ทำการจำลองอิทธิพลของรากพืชต่อการเพิ่มเสถียรภาพพื้นลาด ที่ระนาบเฉือนความลึกแตกต่างกัน พบว่าค่าอัตราส่วนความปลอดภัยพื้นลาดที่มีรากพืชแทรกอยู่ต่อพื้นลาดที่ไม่มีรากพืช มีค่ามากกว่าพื้นลาดที่ไม่มีรากพืช และมีค่ามากสุดที่ระดับความลึกของระนาบเฉือน 0.0-0.5 เมตร และลดลงไปตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของรากพืชช่วยเพิ่มค่ากำลังรับแรงต้านทานการไหลของมวลดินเฉพาะในส่วนที่รากไม้หยั่งลึกลงไปถึงเท่านั้น และมีความหนาแน่นมาก หากเกิดการเฉือนของระนาบอยู่ลึกลงไปมากกว่าชั้นดินที่รากไม้จะหยั่งถึง รากไม้นั้นก็ไม่มีส่วนช่วยใดๆ ในกำลังรับแรงต้านทานการไหลของดิน กำลังรับแรงต้านทานการไหลของดิน ทั้งหมดก็จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน และแรงเสียดทานระหว่างเม็ดดิน ของชนิดดินนั้นๆ ดังที่เราจะเห็นได้ว่าเมื่อมีเหตุการณ์ดินถล่มบางพื้นที่ที่เป็นป่าสมบูรณ์ ดินโคลนจะถล่มลงมาพร้อมต้นไม้ โดยการเลื่อนไถลของต้นไม้ซึ่งเคลื่อนที่ลงไปในลักษณะลำต้นยังคงตั้งตรงอยู่ในแนวดิ่ง นอกจากคุณสมบัติในการเพิ่มกำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินแล้ว รากพืชยังมีส่วนในการดูดซึมเอาน้ำที่ไหลลงไปในดินให้มีปริมาณลดลงหรือชะลอการอิ่มตัวของดินอีกทาง

ลักษณะพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

ลักษณะที่ตั้งของหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่มมีข้อสังเกตดังต่อไปนี้

- อยู่ติดภูเขาและใกล้ลำห้วย
- มีร่องรอยดินไหลหรือดินเลื่อนบนภูเขา
- มีรอยแยกของพื้นดินบนภูเขา
- อยู่บนเนินหน้าหุบเขาและเคยมีโคลนถล่มมาบ้าง
- ถูกน้ำป่าไหลหลากและท่วมบ่อย
- มีกองหิน เนินทรายปนโคลนและต้นไม้ ในห้วยใกล้หมู่บ้าน
- พื้นห้วยจะมีก้อนหินขนาดเล็กใหญ่อยู่ปนกันตลอดท้องน้ำ

ข้อสังเกตหรือสิ่งบอกเหตุ

- มีฝนตกหนักถึงหนักมาก (มากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อวัน)
- ระดับน้ำในห้วยสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว
- สีของน้ำเปลี่ยนเป็นสีของดินบนภูเขา
- มีเสียงดัง อื้ออึง ผิดปกติดังมาจากภูเขาและลำห้วย
- น้ำท่วมหมู่บ้าน และเพิ่มระดับขึ้นอย่างรวดเร็ว

(สำนักธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมและธรณีพิบัติภัย กรมทรัพยากรธรณี, 2554, http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide1.htm)

2.2 เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics or Geomatics)

2.2.1 ความหมายของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (GEO-information technology)

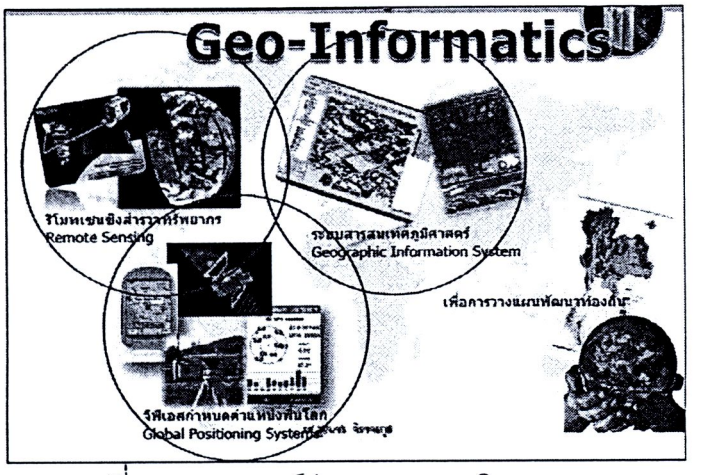
เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ หมายถึง การบูรณาการความรู้และเทคโนโลยีทางด้าน การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS) และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) เพื่อประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพโดยที่วิทยาการด้านการรับรู้จากระยะไกลซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในการศึกษาองค์ประกอบต่างๆ บนพื้นโลกและในชั้นบรรยากาศ เพื่อศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติได้โดยการเลือกใช้ข้อมูลจากดาวเทียมที่มีความละเอียดของภาพและประเภทของดาวเทียมหลากหลายขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้ในแต่ละเรื่องนอกจากนี้ข้อมูลจากการสำรวจจากระยะไกลเป็นข้อมูลที่ได้มาอย่างรวดเร็ว สามารถตอบสนองความต้องการได้ทันที สำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ วิเคราะห์ข้อมูลและประยุกต์ใช้ในการวางแผนจัดการ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกสามารถนำมาใช้กำหนดตำแหน่งเชิงพื้นที่และติดตามการเคลื่อนที่ของคนและสิ่งของได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ เทคโนโลยีสารสนเทศจึงเป็นวิทยาการที่สำคัญที่หลายหน่วยงานได้นำมาพัฒนาประเทศในหลายหลายด้าน เช่น ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เกษตร ผังเมือง การจราจรและการขนส่ง ความมั่นคงทางการทหาร ภัยธรรมชาติ และการค้าเชิงธุรกิจ ผลการวิเคราะห์ด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสามารถนำมาประกอบการวางแผนการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552)

2.2.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ประกอบด้วยเทคโนโลยีทางด้านการรับรู้จากระยะไกล ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552) ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.25 แสดงองค์ประกอบระบบภูมิสารสนเทศ
ที่มา: (สุเพชร, 2554) องค์ประกอบระบบภูมิสารสนเทศ

2.2.2.1 การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS)

ความหมายของการรับรู้จากระยะไกล หรือ Remote Sensing ในภาษาไทยมีคำแปลที่ใช้กันอยู่หลายคำ ได้แก่ "การรับรู้จากระยะไกล" "การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล" "โทรสัมผัส" และ "โทรนิทัศน์" เป็นต้น โดยราชบัณฑิตยสถานใช้คำว่า "การรับรู้จากระยะไกล"

การรับรู้จากระยะไกล เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ และปรากฏการณ์บนพื้นโลก จากเครื่องรับรู้ (Sensor) โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุ

เป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic energy) เป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลซึ่งมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ ลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Spectral characteristics) ลักษณะเชิงพื้นที่ของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial characteristics) และลักษณะการเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามช่วงเวลา (Temporal-characteristics) การรับรู้จากระยะไกล แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ การรับรู้จากระยะไกลแบบแพสซิฟ (Passive remote sensing system) และการรับรู้จากระยะไกลแบบแอ็กทิฟ (Active remote sensing system) แสดงดังภาพที่ 2.26

1) การรับรู้จากระยะไกลแบบแพสซิฟ

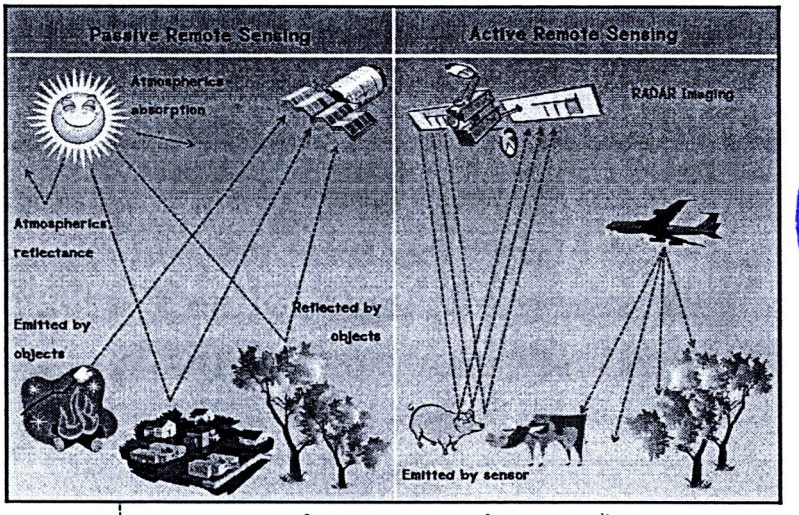
เป็นการตรวจวัดพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้จากการสะท้อน (Reflect) หรือแผ่ (Emitted) จากพื้นผิว โดยแหล่งพลังงานในระบบตรวจวัดแบบแพสซิฟ คือ พลังงานจากดวงอาทิตย์ ซึ่งสามารถให้พลังงานที่ตรวจวัดได้ในช่วงคลื่นตามองเห็น (Visible) และอินฟราเรด (Infrared) ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศลงมาได้เรียกว่าหน้าต่างบรรยากาศ (Atmospheric window) ซึ่งมีเฉพาะในช่วงคลื่นที่ยาวกว่าช่วงคลื่นอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) เท่านั้น ถ้าสั้นกว่าความยาวคลื่นนี้จะถูกดูดกลืนโดยชั้นบรรยากาศ หน้าต่างบรรยากาศมีหลายช่วงช่วงที่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถทะลุทะลวงผ่านชั้นบรรยากาศได้ ได้แก่ ช่วงคลื่นตามองเห็น อินฟราเรดใกล้ บางส่วนของอินฟราเรดความร้อน (3-5 ไมโครเมตร และ 8-14 ไมโครเมตร) และช่วงคลื่นไมโครเวฟ ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานในชั้นบรรยากาศ (Energy interaction in atmosphere) ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคลื่นขณะเดินทางมายังโลก กระบวนการอื่น ๆ ได้แก่ การกระจัดกระจาย (Scattering) เกิดขึ้นเนื่องจากอนุภาคเล็ก ๆ ในบรรยากาศมีทิศทางไม่แน่นอน ซึ่งมี 3 ประเภท คือ การกระจัดกระจายแบบเรย์ลี (Rayleigh Scattering) เกิดขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค เล็กกว่าความยาวช่วงคลื่นที่ตกกระทบทำให้เกิดสภาวะหมอกควัน การกระจัดกระจายแบบมี (Mie scattering) เกิดขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคมีขนาดใกล้เคียงกับความยาวคลื่น เช่น น้ำ ไอน้ำ ฝุ่นละอองและการกระจัดกระจายแบบไม่เจาะจง (Non-selective scattering) เกิดขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคมีขนาดใหญ่กว่าความยาวช่วงคลื่น เช่น หยดน้ำ สะท้อนช่วงคลื่นตามองเห็น และอินฟราเรดเกือบเท่ากันทำให้มองเห็นเมฆเป็นสีขาว สำหรับการหักเห เกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศที่มีความหนาแน่นต่าง ๆ กัน ซึ่งมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งภาพ ดังนั้น

การสะท้อนจากวัตถุที่ถูกบันทึกได้นั้นขึ้นอยู่กับสภาพของบรรยากาศและความยาวคลื่นในขณะที่ทำการตรวจวัด

ตัวอย่างของดาวเทียมในระบบแพสซิฟ เช่น LANDSAT ระบบ MSS (Multispectral scanner) ประกอบด้วยข้อมูลใน 4 ช่วงคลื่น เริ่มจากเขียวถึงอินฟราเรดใกล้ที่ความละเอียดของภาพ 80 เมตร ขณะที่ LANDSAT 5 ระบบ TM (Thematic Mapper) ประกอบด้วยข้อมูลใน 6 ช่วงคลื่น ความละเอียดของภาพ 30 เมตร และ 1 ช่วงคลื่นความร้อนความละเอียดของภาพ 120 เมตร ดาวเทียม SPOT 1 2 และ 3 ของประเทศฝรั่งเศสประกอบด้วยข้อมูล 2 ระบบ คือ ระบบหลายช่วงคลื่น (HRV) มีข้อมูล 3 ช่วงคลื่น ความละเอียดของภาพ 20 เมตร และระบบแพนโครมาติก (Panchromatic) มีความละเอียดของภาพ 10 เมตร นอกจากนี้การแผ่รังสีจากวัตถุที่มีอุณภูมิสูงกว่า 0 องศาเคลวิน (K) ก็ถือเป็นการรับรู้จากระยะไกลแบบ แพสซิฟเช่นกัน

2) การรับรู้จากระยะไกลแบบแอ็กทิฟ

การรับรู้จากระยะไกลแบบแอ็กทิฟเป็นระบบที่มนุษย์สร้างพลังงาน และส่งพลังงานมากระทบวัตถุเป้าหมาย ในช่วงคลื่นไมโครเวฟ เช่น ระบบเรดาร์ (RADAR : Radio Detection And Ranging) ซึ่งมีความยาวคลื่นประมาณ 1 มิลลิเมตร ถึง 1 เมตร ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรที่ถ่ายภาพด้วยระบบเรดาร์ ได้แก่ ดาวเทียม RADARSAT ของประเทศแคนาดา ถ่ายภาพโดยใช้ความยาวคลื่น 5.6 เซนติเมตร (C-Band) มีการถ่ายในหลาย ๆ รูปแบบซึ่งทำให้ได้ความละเอียดของภาพและความกว้างของภาพแตกต่างกันออกไป สำหรับดาวเทียม ERS ได้ถูกส่งขึ้นสู่ห้วงอวกาศโดย The European Space Agency (ESA) สามารถถ่ายภาพได้เหมือนกับดาวเทียม RADARSAT ดาวเทียมทั้งสองดวงนี้มีการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากระจายออกไปในทิศทางต่างกัน ซึ่งทิศทางการแผ่กระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เรียกว่าโพลาไรเซชัน (Polarization) ดาวเทียม RADARSAT ส่งและรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแนวนอน (Horizontal) ส่วนดาวเทียม ERS ส่งและรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแนวตั้ง (Vertical) ปัจจุบันดาวเทียมสำรวจทรัพยากรได้มีการออกแบบให้มีอุปกรณ์ตรวจวัดทั้งในระบบแอ็กทิฟ และแพสซิฟ เช่น ดาวเทียม JERS-1 และ ALOS ของประเทศญี่ปุ่น ENVISAT และ ERS ของกลุ่มประชาคมยุโรป



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

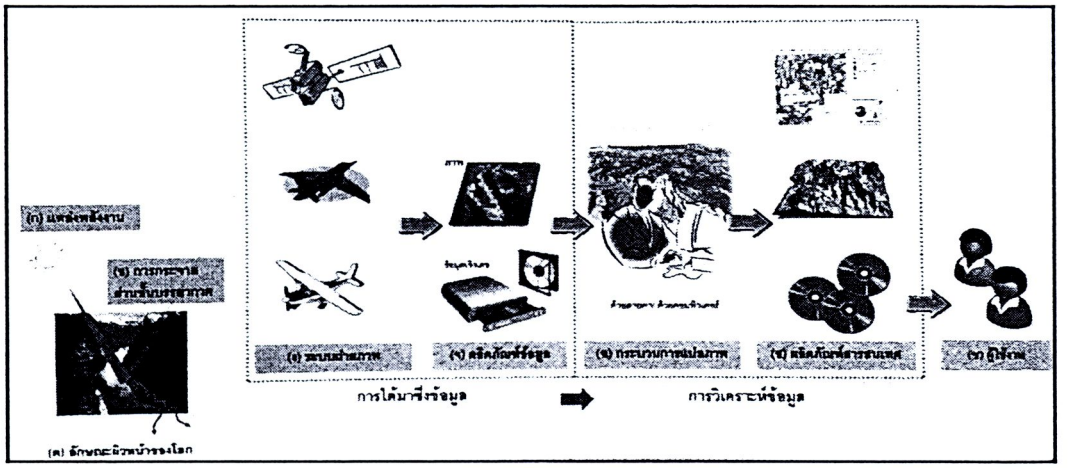
รูปที่ 2.26 ระบบการทำงานของการรับรู้จากระยะไกล

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552

(1) กระบวนการและองค์ประกอบการรับรู้จากระยะไกล (Processes and elements of remote sensing) ประกอบด้วย

1.1 การได้มาซึ่งข้อมูล (Data acquisition) โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดพลังงาน เช่น ดวงอาทิตย์ (ก) เคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศ (ข) เกิดปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับรูปลักษณ์พื้นผิวโลก (ค) และเดินทางเข้าสู่เครื่องรับรู้ที่ติดตั้งในตัวยาน ได้แก่ เครื่องบิน ยานอวกาศ และดาวเทียม (ง) ถูกบันทึก และผลิตเป็นข้อมูลในรูปแบบภาพ (Pictorial หรือ Photograph) และหรือรูปแบบเชิงเลข (Digital form) (จ)

1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) ประกอบด้วยการแปลตีความข้อมูลด้วยสายตา (Visual interpretation) และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเลข (Digital analysis) (ฉ) โดยมีข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยข้อมูลอ้างอิงต่าง ๆ เช่น แผนที่ดิน ข้อมูลปฏิทินและสถิติการปลูกพืช และอื่น ๆ ได้ผลิตผล (ช) ของการแปลตีความในรูปแบบแผนที่ ข้อมูลเชิงเลข ตารางคำอธิบาย หรือแผนภูมิ เป็นต้น เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป (ซ) ดังแสดงรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 กระบวนการและองค์ประกอบการรับรู้จากระยะไกล
ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552

(2) ความสะท้อนเชิงสเปกตรัมของพืชพรรณ ดิน และน้ำ (Spectral reflectance of vegetation, soil and water)

พืชพรรณ ดิน และน้ำ เป็นวัตถุปกคลุมดินผิวโลกเป็นส่วนใหญ่ การสะท้อนพลังงานที่ความยาวช่วงคลื่นต่างกันของพืชพรรณ ดิน และน้ำ ทำให้สามารถแยกประเภทของวัตถุชนิดต่าง ๆ ได้โดยวัตถุทั้งสามชนิดหลักนี้มีรูปแบบการตอบสนองต่อช่วงคลื่นต่าง ๆ เฉพาะตัว เรียกว่า ลักษณะบ่งชี้เชิงสเปกตรัม (Spectral signature) (ภาพที่ 7) โดยที่ช่วงคลื่นเดียวกัน วัตถุต่างชนิดจะให้ค่าการสะท้อนพลังงานต่างกัน ขณะที่ความยาวช่วงคลื่นต่างกัน วัตถุชนิดเดียวกันจะมีความสะท้อนเชิงสเปกตรัมต่างกัน ความยาวช่วงคลื่นต่างกัน วัตถุต่างกันจะมีความสะท้อนเชิงสเปกตรัมต่างกันทำให้สามารถแยกชนิดของวัตถุได้

2.1 พืชพรรณ

ในช่วงคลื่นสายตามองเห็น คลอโรฟิลล์ของใบพืชดูดกลืนพลังงานสีน้ำเงิน (0.4-0.5 ไมโครเมตร) และสีแดง (0.6-0.7 ไมโครเมตร) แต่สะท้อนพลังงานสีเขียว (0.5-0.6 ไมโครเมตร) ดังนั้นดวงตามนุษย์จึงมองเห็นใบพืชเป็นสีเขียว ถ้าใบพืชมีอาการผิดปกติ เช่น แห้ง หรือเหี่ยว ทำให้คลอโรฟิลล์ลดลงก็จะทำให้การสะท้อนที่คลื่นสีแดงสูงขึ้นในช่วงคลื่นอินฟาเรดสะท้อน (0.7-1.3 ไมโครเมตร) การสะท้อนพลังงานของใบพืชสูงมาก คือ สะท้อนพลังงานประมาณร้อยละ 50 ของพลังงานที่ตกกระทบ ซึ่งลักษณะของการสะท้อนพลังงานนี้เป็นผลเนื่องมาจากโครงสร้างภายในใบพืช (Cell structure) เนื่องจากพืชก็จะสามารถแยกชนิดจะมีลักษณะโครงสร้าง

ภายในที่แตกต่างกัน ดังนั้นการสะท้อนพลังงานในช่วงนี้ก็จะสามารถแยกชนิดของพืชได้ แม้ว่าการสะท้อนพลังงานของพืชในช่วงคลื่นสายตามองเห็นได้จะใกล้เคียงกัน ในทำนองเดียวกันการสะท้อนพลังงานที่ความยาวคลื่นอินฟราเรดสะท้อนของพืชมีอาการผิดปกติทางใบ จะมีความแตกต่างไปจากการสะท้อนที่มีความยาวคลื่นเดียวกันของพืชที่สมบูรณ์กว่า ดังนั้นระบบการรับรู้จากระยะไกลสามารถบันทึกค่าสะท้อนของช่วงคลื่นนี้ได้ สามารถใช้สำรวจอาการผิดปกติของพืชได้ในช่วงคลื่นที่มีความยาวสูงกว่า 1.3 ไมโครเมตร พลังงานส่วนใหญ่จะถูกดูดกลืนหรือสะท้อนมีการส่งผ่านพลังงานน้อยมาก มักพบค่าต่ำลงที่ช่วงคลื่น 1.4 1.9 และ 2.7 ไมโครเมตร เพราะว่าในช่วงเหล่านี้น้ำในใบพืชจะดูดกลืนพลังงาน จึงเรียกว่า ช่วงคลื่นดูดกลืนน้ำ (Water absorption bands) ดังนั้นค่าสะท้อนพลังงานของใบพืชจึงแปรผกผันกับปริมาณน้ำในใบพืชด้วย

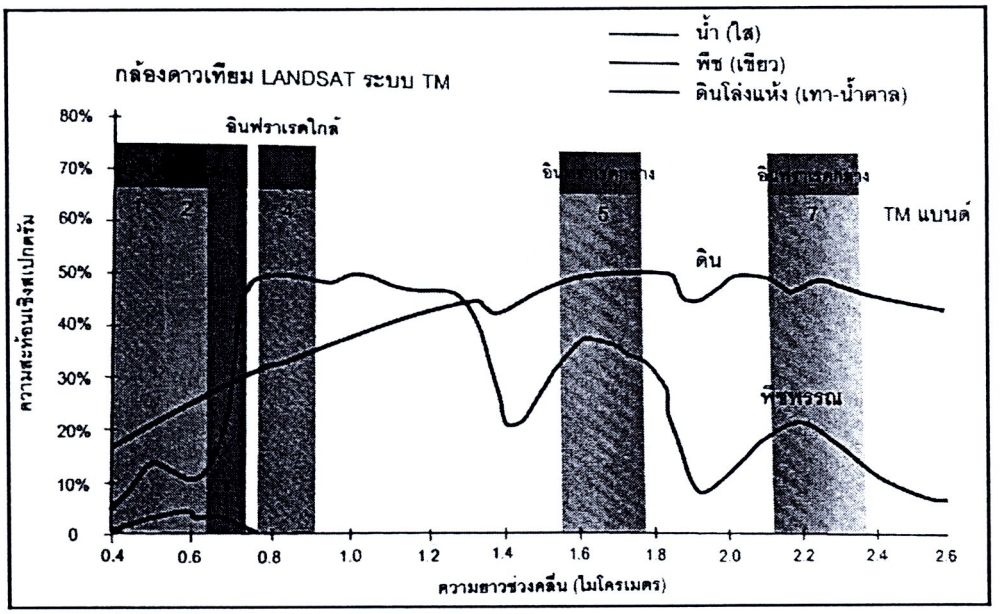
2.2 ดิน

ความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนพลังงานของดินกับความยาวคลื่นมีความแปรปรวนน้อย ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการสะท้อนพลังงานของดิน คือ ความชื้นในดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ เนื้อดิน ปริมาณเหล็กออกไซด์ และความขรุขระของผิวดิน ปัจจัยดังกล่าวมีความซับซ้อนและสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เช่น ลักษณะเนื้อดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดิน ดินทรายหยาบมีการระบายน้ำดีจะสะท้อนพลังงานสูง ดินละเอียดมีการระบายน้ำเลวจะสะท้อนพลังงานต่ำ ดินที่อินทรียวัตถุสูงจะมีสีคล้ำ ดูดกลืนพลังงานสูงในช่วงคลื่นสายตามองเห็นเช่นเดียวกับดินที่มีเหล็กออกไซด์ในปริมาณสูง จะปรากฏเป็นสีเข้ม เนื่องจากการสะท้อนพลังงานลดลง ความขรุขระของผิวดินมากก็จะทำให้การสะท้อนของพลังงานลดลงเช่นเดียวกัน

2.3 น้ำ

โดยทั่วไปน้ำมีคุณสมบัติดูดกลืนพลังงาน อย่างไรก็ตามน้ำมีหลายประเภทซึ่งจะทำให้การดูดกลืนพลังงานแตกต่างกันไป การสะท้อนพลังงานของน้ำมีลักษณะต่างจากวัตถุอื่นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงคลื่นอินฟราเรด น้ำจะดูดกลืนพลังงานอย่างสมบูรณ์ทำให้สามารถ เขียนขอบเขตของน้ำได้ เนื่องจากน้ำที่ปรากฏอยู่บนผิวโลกมีหลายสภาพด้วยกัน เช่น น้ำขุ่น น้ำใส หรือน้ำที่มีสารแขวนลอยต่าง ๆ เจือปน ดังนั้นการสะท้อนพลังงานจึงแตกต่างกันออกไป บางครั้งพื้นที่ที่รองรับน้ำอาจมีผลต่อการสะท้อนพลังงานของน้ำ น้ำใสจะดูดกลืนพลังงานเล็กน้อยที่ช่วงคลื่นต่ำกว่า 0.6 ไมโครเมตร การส่งผ่านพลังงานเกิดขึ้นสูงในช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงิน เขียว แต่น้ำที่มีตะกอนหรือมีสิ่งเจือปน การสะท้อนและการส่งผ่านพลังงานจะเปลี่ยนไป เช่น น้ำที่มีตะกอนดินแขวนลอยอยู่มาก จะสะท้อนพลังงานได้มากกว่าน้ำใส ถ้ามีสารคลอโรฟิลล์ในน้ำมากขึ้น การ

สะท้อนช่วงคลื่นสีน้ำเงินจะลดลงและจะเพิ่มขึ้นในช่วงคลื่นสีเขียว ซึ่งอาจใช้เป็นประโยชน์ในการติดตามและคาดคะเนปริมาณสาหร่าย นอกจากนี้ข้อมูลการสะท้อนพลังงานยังเป็นประโยชน์ในการสำรวจคราบน้ำมันและมลพิษจากโรงงานได้



รูปที่ 2.28 ความสะท้อนเชิงสเปกตรัมของ พืชพรรณ ดิน และน้ำ สัมพันธ์กับเครื่องรับรู้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552

(3) การวิเคราะห์และแปลตีความภาพ (Image analysis and interpretation)

ข้อมูลจากดาวเทียม มีการเก็บภาพในระบบเชิงตัวเลขเพื่อใช้แทนวัตถุบนพื้นโลก เก็บเป็นแบบแถวจุดภาพ (Arrays of pixel) ซึ่งแต่ละจุดภาพ (Pixel) มีระดับสีเทาและตำแหน่งโดยอ้างจากแถวและคอลัมน์ ค่าของจุดภาพ (Pixel value) หรือ จำนวนตัวเลข (Digital number) เป็นค่าที่บันทึกได้จากพลังงานที่สะท้อนจากวัตถุบนพื้นโลกไปยังเครื่องตรวจวัด

กระบวนการต่าง ๆ ในการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเลข มีไว้เพื่อช่วยให้เกิดประโยชน์สูงสุด ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำข้อมูลภาพไปใช้ ขั้นตอนการประมวลผลภาพมีดังนี้

3.1 การเตรียมข้อมูลก่อนการประมวลผล (Pre-processing)

ข้อมูลดิบที่ได้จากการถ่ายภาพของดาวเทียมจะต้องมาผ่านกระบวนการที่เรียกว่าการปรับแก้เชิงคลื่น (Radiometric correction) เพื่อปรับแก้ค่าของจุดภาพที่คลาดเคลื่อนจากการบันทึก ซึ่งอาจเกิดจากสัญญาณรบกวนจากชั้นบรรยากาศ เช่น หมอก ไอน้ำ ส่วนการตรวจแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric correction) ใช้เพื่อปรับแก้ความบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิตที่เกิดจากการบันทึกและจากการหมุนของโลก และปรับให้ถูกต้องตามตำแหน่งที่อ้างอิงบนพื้นผิวโลกซึ่งต้องใช้จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Points: GCP) สำหรับการปรับและแก้ไขภาพ

การเน้นข้อมูลภาพ (Image enhancement) เพื่อปรับเปลี่ยนค่าระดับสีเทาของจุดภาพ ให้มีข้อมูลค่าของจุดภาพใหม่ที่มีความคมชัดมากขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการแปลตีความจากภาพ โดยการปรับในแผนภูมิภาพ (Image histogram)

3.2 การประมวลผลภาพ (Image processing)

เป็นกระบวนการหรือกรรมวิธีจัดจำแนกค่าของจุลภาพลงในชั้นการจำแนกประเภทข้อมูล เพื่อจัดกลุ่มของจุลภาพให้เป็นกลุ่มหรือชั้นของการจำแนก ตามเงื่อนไขที่กำหนด การจำแนกภาพแบ่งเป็น การจำแนกแบบควบคุม (Supervised classification) โดยใช้การแบ่งประเภทของการสะท้อนช่วงคลื่นออกเป็นกลุ่มตัวอย่างหลาย ๆ กลุ่มแล้วกำหนดให้เป็นพื้นที่ของกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง (Training area) เพื่อเป็นตัวแทนของลักษณะต่าง ๆ ใช้สำหรับคำนวณค่าทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ยของแต่ละประเภทข้อมูล ค่าสถิติดังกล่าวใช้เป็นตัวแทนสำหรับการจำแนกประเภทของข้อมูลการจำแนกภาพแบบนี้ต้องใช้ข้อมูลภาคพื้นดินมาช่วย ส่วนการจำแนกภาพอีกแบบ เรียกว่า การจำแนกแบบไม่ควบคุม (Unsupervised classification) เป็นการจำแนกโดยใช้การจำแนกประเภทข้อมูลจากค่าสถิติของการสะท้อนของช่วงคลื่นของวัตถุต่าง ๆ เรียกว่า การจัดกลุ่มของข้อมูล (Clustering)

3.3 การแปลตีความภาพด้วยสายตา

การแปลตีความภาพจากดาวเทียมด้วยสายตาต้องอาศัยประสบการณ์ความรู้และความเข้าใจในลักษณะของพื้นที่ศึกษา และกิจกรรมที่เกิดขึ้น ณ พื้นที่นั้น ๆ ในช่วงเวลาต่าง ๆ องค์ประกอบของการแปลตีความภาพ ได้แก่ ความเข้มของสีและสี (Tone and color) ขนาด (Size) รูปร่าง (Shape) เนื้อภาพ (Texture) ความสูง และเงา (Height and shadow) เป็นต้น

3.4 การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม

ข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง เริ่มแรกเป็นการใช้แปลตีความด้วยสายตาข้อมูลในลักษณะภาพถ่าย ภาพพิมพ์ หรือฟิล์ม ปัจจุบันใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยและการที่ดาวเทียมบันทึกภาพตามการโคจรที่กำหนด ทำให้ได้รับข้อมูลที่ทันสมัยตามช่วงเวลา สามารถที่นำไปใช้ประโยชน์ผสมผสานกับข้อมูลอื่น ๆ เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพและการพัฒนาแบบยั่งยืน สามารถสรุปการประยุกต์ข้อมูลจากดาวเทียมในด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

3.4.1 ด้านป่าไม้ ใช้ในการศึกษาจำแนกชนิดป่าไม้ต่าง ๆ พรรณไม้ป่าชายเลน สวนป่า การประเมินหาพื้นที่ไฟป่า และติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้มาอย่างต่อเนื่อง

3.4.2 ด้านการเกษตร ใช้ในการศึกษาหาพื้นที่เพาะปลูก พืชเศรษฐกิจต่าง ๆ การพยากรณ์ผลผลิต ประเมินความเสียหายจากภัยธรรมชาติและจากศัตรูพืช ตลอดจนการวางแผนกำหนดเขตเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น ลำไย ข้าว อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง สับปะรด ปาล์มน้ำมัน และยางพารา เป็นต้น

3.4.3 ด้านการใช้ที่ดินใช้ในการทำแผนที่การใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินที่ทันสมัยและต่อเนื่อง เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม

3.4.4 ด้านธรณีวิทยาและธรณีสัณฐาน ใช้ในการศึกษาข้อมูลด้านโครงสร้างทางธรณี โดยเฉพาะลักษณะภูมิประเทศและธรณีสัณฐาน สามารถศึกษาได้อย่างชัดเจนจากข้อมูลจากดาวเทียม การทำแผนที่ธรณีโครงสร้างของประเทศ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่บอกถึงแหล่งแร่แหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติ ตลอดจนแหล่งน้ำบาดาล และการวางแผนการสร้างเขื่อนเป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำเอาข้อมูลจากดาวเทียมไปใช้ศึกษาทางด้านโบราณคดี เช่น พื้นที่เมืองโบราณ แนวรอยเลื่อนของเปลือกโลก ขอบเขตของหิน

3.4.5 ด้านอุทกวิทยาและการจัดการทรัพยากรน้ำ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมมีบทบาทสำคัญในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับคลองชลประทาน แม่น้ำ ลำคลอง อ่างเก็บน้ำและเขื่อน การศึกษาการแพร่กระจายของตะกอนในอ่างน้ำเพื่อการบำรุงรักษาเขื่อน การทำแผนที่น้ำท่วมเพื่อประเมินความเสียหายจากอุทกภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้ในการวางแผนป้องกันน้ำท่วมในฤดูน้ำหลากและบรรเทาช่วยเหลือราษฎรประสบภัยน้ำท่วม ติดตามการเปลี่ยนแปลงเส้นและความกว้างของแม่น้ำ ศึกษาคุณภาพของน้ำ ใช้ในการประเมินวิเคราะห์พื้นที่ประสบภัยแล้งรวมทั้งการวางแผนสร้างแหล่งเก็บน้ำ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น

3.4.6 ด้านสมุทรศาสตร์และทรัพยากรชายฝั่ง ข้อมูลจากดาวเทียมนำไปใช้ในการศึกษาการแพร่กระจายของตะกอน พื้นที่หาดเลน และทรัพยากรชายฝั่ง การจัดทำแผนที่เพาะเลี้ยงและการประมงชายฝั่ง ซึ่งเป็นประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง

3.4.7 ด้านการทำแผนที่ โดยข้อมูลจากดาวเทียมมีประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศให้ถูกต้องและทันสมัยการทำแผนที่โครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน เส้นทางคมนาคม แผนที่ผังเมือง เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรด้านต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย

3.4.8 ด้านธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ข้อมูลจากดาวเทียมถูกนำมาใช้ในการศึกษาประเมินความเสียหายจากภัยธรรมชาติและวางแผนลดความสูญเสียจากภัยพิบัติต่าง ๆ เช่น น้ำท่วม แผ่นดินถล่ม วาตภัยจากใต้ฝุ่น ด้านสิ่งแวดล้อมสามารถใช้ในการติดตามการแพร่กระจายของตะกอนจากการทำเหมืองแร่ในทะเล การกัดเซาะชายฝั่ง การกระจายของน้ำเสีย การบุกรุกทำลาย ป่าไม้ เป็นต้น

3.4.9 ด้านการผังเมืองและการขยายเมือง ข้อมูลจากดาวเทียมที่มีความละเอียดสูงสุดสามารถใช้ในการติดตามการขยายตัวเมืองและแหล่งชุมชนเพื่อการวางแผนรองรับด้านโครงสร้างพื้นฐาน การหาตำแหน่งหมู่บ้านชนกลุ่มน้อย หรือหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งถิ่นฐาน

3.4.10 ด้านความมั่งคงของชาติ ดาวเทียมสามารถถ่ายภาพที่มีรายละเอียดสูงเพียงพอที่ใช้สังเกตการณ์ต่าง ๆ โดยสามารถใช้ถ่ายภาพพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงด้านความมั่นคงสูง เพื่อติดตามความเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนแปลงอย่างสม่ำเสมอ จัดทำเป็นคลังข้อมูลการข่าวได้ นอกจากนี้ใช้ในการปลูกพืชเสพติดและตรวจจับพื้นที่อาจมีการขนย้ายยาเสพติดได้ผลประโยชน์ด้านความมั่นคงที่จะได้รับไม่อาจประเมินค่าได้

2.2.2.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบสารสนเทศที่นำเอาข้อมูลมารวบรวม จัดเก็บและวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ สามารถทำการสืบค้นข้อมูลและปรับปรุงข้อมูล รวมไปถึงการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้ ข้อมูลที่นำมารวบรวมและจัดเก็บในระบบที่สามารถนำไปจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) โดยข้อมูลเชิงพื้นที่ยังมีการเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลลักษณะประจำ (Attribute data) ที่ใช่อธิบายรายละเอียด

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ของปรากฏการณ์และคุณลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งจะทำให้การนำข้อมูลไปใช้มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ใช้เป็นสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ เช่น การวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถตอบคำถามได้ว่า สถานที่ และสิ่งต่าง ๆ ที่เราต้องการค้นหานั้นอยู่ที่ไหน และเกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ข้าง ๆ อย่างไร นอกจากนี้ยังช่วยบอกให้รู้ว่ามีทางเลือกใดบ้าง แต่ละทางเลือกมีลักษณะอย่างไรและเปรียบเทียบหาทางเลือกที่ดีที่สุด ข้อมูลที่ได้จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งสามารถบอกตำแหน่งของข้อมูลที่เราสนใจอ้างอิงถูกต้องกับระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์บนพื้นโลก (Geo-referenced data) ซึ่งระบบสารสนเทศนี้ประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ คือ ลักษณะทางกายภาพ สังคม ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพของสิ่งที่เรากำลังศึกษา นอกจากนี้ยังบอกถึงตำแหน่งและเวลาของสิ่งที่เรากำลังทำการศึกษา

(1) ประวัติความเป็นมาของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง การรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ในด้านต่าง ๆ มาทำการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นี้ส่วนใหญ่จัดเก็บไว้ในแผนที่ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีการพัฒนามาจากสองส่วนหลัก ๆ คือ การจัดการสิ่งแวดล้อมในเขตชุมชนและการจัดการการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งต้องการนำข้อมูลเชิงพื้นที่มาใช้วิเคราะห์เพื่อประกอบการตัดสินใจ อย่างไรก็ตามในอดีตใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จัดเก็บในรูปแบบแผนที่กระดาษ (Paper map) ซึ่งมีข้อจำกัดในหลาย ๆ ด้าน เช่น ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบแผนที่กระดาษอาจจะถูกย่อหรือลดปริมาณข้อมูลลง ทำให้รายละเอียดบางอย่างถูกกรองออกไป หรือข้อมูลอาจจะเก็บไว้ในแผนที่หลาย ๆ ฉบับ และบริเวณที่สนใจอาจจะอยู่บริเวณรอยเชื่อมของแผนที่ 2 ฉบับ ทำให้อาจได้ข้อมูลไม่ครบถ้วน นอกจากนี้การเก็บรวบรวมข้อมูล การประมวลข้อมูล และการผลิตแผนที่ใช้เวลาและเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในเรื่องที่ต้องการข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความทันสมัยอยู่เสมอ เช่น ในด้านอุตุนิยมวิทยา ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนานำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยทำแผนที่และวิเคราะห์ข้อมูล ในช่วง ค.ศ.1960 -1970 เพื่อผลิตแผนที่ให้ได้รวดเร็วขึ้น มีราคาถูกกว่าสามารถผลิตแผนที่ตามที่ใช้เจาะจง และสามารถทำแผนที่รูปแบบต่าง ๆ จากข้อมูลชุดเดียวกัน นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยได้ง่ายขึ้น

เนื่องจากข้อมูลอยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงเลข แต่อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดของค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานและข้อจำกัดในด้านการขาดแคลนผู้ชำนาญงานในการใช้คอมพิวเตอร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ระบบแรก พัฒนาโดยรัฐบาลแคนาดาในปี ค.ศ.1964 เรียกว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งแคนาดา (The Canadian Geographic Information System : CGIS) ซึ่งได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้งานในด้านการพัฒนาพื้นที่ในด้านการเกษตรและได้มีหน่วยงานอื่น ๆ นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไปพัฒนาใช้ เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แก่ ระบบสารสนเทศการใช้ที่ดินและทรัพยากรธรรมชาติแห่งรัฐนิวยอร์ก ในปี ค.ศ.1967 (The New York Land Use and Natural Resources Information System) และระบบสารสนเทศการจัดการที่ดินของรัฐมินิโซตา (The Minnesota Land Management Information System : MLMIS) ในปี ค.ศ.1969

การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นการนำเสนอข้อมูลกว้าง ๆ ของศาสตร์ต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ การทำแผนที่โฉนด การทำแผนภูมิประเทศ การทำแผนที่เฉพาะเรื่องวิศวกรรมโยธา ภูมิศาสตร์ ปฐพีวิทยา การสำรวจ การวางผังเมือง การรับรู้จากระยะไกล และการประมวลผลภาพเชิงเลข นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้ในทางทหารที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ศาสตร์ต่าง ๆ เหล่านี้เน้นการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการเก็บรวบรวม บันทึก สืบค้น และทำการแก้ไขข้อมูลของสิ่งที่เป็นจริงบนพื้นโลก ซึ่งข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นี้ใช้แสดงสิ่งที่เป็นจริงในเรื่องตำแหน่งระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ใช้อ้างอิงได้ ข้อมูลลักษณะประจำ และความเกี่ยวโยงกันทางทอพอโลยี (Topology) ซึ่งจะอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ เชื่อมโยงกันอย่างไร

(2) องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีองค์ประกอบหลักดังนี้คือ

1) บุคลากร โดยบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ ผู้ใช้แผนที่ ซึ่งจะใช้แผนที่สำหรับการประกอบการตัดสินใจและวางแผนเฉพาะเรื่อง ผู้ทำแผนที่ใช้ข้อมูลจากชั้นแผนที่ต่าง ๆ เพื่อนำมาผลิตแผนที่ที่มีคุณภาพสูง นักวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงพื้นที่และภูมิศาสตร์ เช่น เส้นทางที่เหมาะสม การจัดการจราจร พื้นที่เสี่ยงต่อภัยพิบัติ เช่น น้ำท่วมและภัยแล้ง ผู้จัดทำข้อมูลทำหน้าที่นำเข้าข้อมูล จัดเก็บ และแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง สำหรับการวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ นักออกแบบระบบฐานข้อมูล ทำหน้าที่

ออกแบบระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อให้การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และนักพัฒนาโปรแกรม ทำการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2) ข้อมูล ซึ่งแหล่งข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลจากดาวเทียม รูปถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่น้ำใต้ดิน และแผนที่ธรณีวิทยา เป็นต้น โดยแหล่งข้อมูลอยู่ในรูปแบบของข้อมูลกระดาษและข้อมูลเชิงเลข

3) ซอฟต์แวร์ ใช้เพื่อทำหน้าที่จัดการควบคุมการประมวลผลของคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือซอฟต์แวร์ที่ใช้ทำงานร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

- ซอฟต์แวร์ที่ใช้ทำงานร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เรียกว่าซอฟต์แวร์ระบบ (System software) หรือระบบปฏิบัติการ (Operating System : OS) เป็นโปรแกรมควบคุมระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละชนิดจะเรียกใช้ระบบปฏิบัติการต่างกัน ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิต เช่น เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล มักใช้ระบบปฏิบัติการ WINDOWS เครื่องมินิคอมพิวเตอร์บางชนิดมักใช้ระบบปฏิบัติการ UNIX เป็นต้น นอกจากนี้ยังประกอบด้วยซอฟต์แวร์สำเร็จ (Software package) คือ โปรแกรมที่ผู้ผลิตทำไว้แล้ว สามารถนำมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน เช่น Microsoft Office และซอฟต์แวร์สำหรับระบบจัดการฐานข้อมูล (Data Base Management Software: DBMS) ใช้เก็บบันทึกข้อมูลในรูปแบบของฐานข้อมูล และมีคำสั่งงานสำหรับเรียกข้อมูลไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น Dbase Access Oracle และ SQL เป็นต้น

- ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่สามารถใช้ทำงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ต้องมีความสามารถหลัก ๆ ในด้านป้อนข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูล โดยการนำเข้าข้อมูลนั้นอาจเป็นการเปลี่ยนข้อมูลจากแผนที่ต้นแบบ ข้อมูลจากดาวเทียม รูปถ่ายทางอากาศ ให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงเลขโดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการนี้ เช่น ตัวแปลงเป็นดิจิทัล (Digitizer) และเครื่องกวาดภาพ เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องมีการจัดเก็บข้อมูลประเภทต่าง ๆ คือ จุด เส้น หรือพื้นที่ และการจัดการฐานข้อมูลที่ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ได้สะดวก ปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่ใช้ในประเทศไทย เช่น AreView, Arc/Info, InterGraph, PAMAP, SPANS, ILWIS และ MapInfo Professional เป็นต้น

4) ฮาร์ดแวร์ โดยองค์ประกอบฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นต้องมีหน่วยความจำหลัก (Main memory) ที่มีขนาด 64 MB ขึ้นไป สำหรับจอภาพจะสัมพันธ์กับตัวปรับภาพกราฟิก (Graphics adapter card) อย่างน้อยรุ่นวีจีเอ

(Video Graphics Array: VGA) รายละเอียดจุดภาพขนาด 640x480 จุด หรือซูเปอร์วีจีเอ(SVGA) มีความละเอียดจอภาพ 800x600 จุด หรือมากกว่าเครื่องพิมพ์ที่ใช้ส่วนมากจะเป็นแบบพ่นหมึก โดยใช้วิธีพ่นหมึกจากหัวฉีด (Inkjet) ชนิดเป็นสี เครื่องวาด (Plotter) ซึ่งใช้ได้กับกระดาษขนาดตั้งแต่ A4 ขึ้นไปสำหรับตัวแปลงเป็นดิจิทัล คือ เครื่องถ่ายทอดขอบเขตต่าง ๆ บนแผนที่ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และจานบันทึกแบบแข็ง (Hard disk) ต้องสามารถเก็บข้อมูลไว้อย่างเพียงพอ หรือใช้ซีดีรอม (CD-ROM) เป็นสื่อในการบันทึกข้อมูล

5) กระบวนงาน (Procedure) เป็นกระบวนการเพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ดำเนินงาน ให้ได้สารสนเทศตามเป้าหมาย ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบและองค์ความรู้ต่าง ๆ ตามศาสตร์ที่จะดำเนินการ

(3) ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Data)

ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ประกอบด้วย ข้อมูลที่เป็นข้อมูลเชิงภาพ (Graphic data) และข้อมูลลักษณะประจำ (Attribute data) โดยข้อมูลเชิงภาพนั้นสามารถจำแนกออกได้ตามลักษณะโครงสร้างของข้อมูลได้เป็นข้อมูลแบบเชิงเส้น (Vector data) และข้อมูลกริดและแรสเตอร์ (Grid or Raster data) ซึ่งข้อมูลทั้งสองลักษณะนี้ต่างก็มีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกัน

1) ข้อมูลแบบเชิงเส้นเป็นข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในลักษณะของค่าพิกัดของจุดข้อมูลซึ่งอาจแสดงถึง ลักษณะที่เป็นจุด (Point feature) หรือข้อมูลอาจเรียงต่อกันเป็นอนุกรมเพื่อแสดงถึงลักษณะเชิงเส้น (Linear features) หรือรูปปิดซึ่งแสดงถึงลักษณะเชิงพื้นที่ (Area features) ก็ได้ ตัวอย่างแผนที่ลายเส้น (Line map) เช่น แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic map) ข้อมูลประเภทนี้มีข้อได้เปรียบในการจัดการเนื่องจากใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บน้อย สามารถนำข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศได้ง่าย อุปกรณ์มีราคาไม่แพง แต่การนำเข้าต้องอาศัยวิธีการนำเข้าด้วยมือเป็นส่วนใหญ่จึงเหมาะกับภารกิจที่มีข้อมูลที่จะต้องบริหารจัดการไม่มากจนเกินไป

2) ข้อมูลแรสเตอร์เป็นข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในลักษณะของตารางข้อมูลย่อย (Grid cell) ยิ่งขนาดของตารางข้อมูลย่อยมีขนาดเล็ก ปริมาณของข้อมูลที่จะต้องจัดเก็บก็จะมีมากเป็นทวีคูณ แต่ขณะเดียวกันข้อมูลที่ได้ก็จะมีความใกล้เคียงกับรายละเอียดจริงมากยิ่งขึ้น ข้อมูลแรสเตอร์นี้ต้องการใช้พื้นที่จัดเก็บเป็นจำนวนมาก เพราะแฟ้มข้อมูลมีขนาดใหญ่ ทำให้สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บ แต่ก็มีข้อดีคือ เนื่องจากข้อมูลมีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบตารางจึงทำให้

สามารถทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไข ปรับปรุงข้อมูลได้สะดวกง่ายดายกว่าข้อมูลที่โครงสร้างเป็นแบบข้อมูลเชิงเส้น

(4) การจำแนกประเภทข้อมูล

การจำแนกประเภทข้อมูลมีหลายแบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงข้อมูลตามแหล่งที่มา ซึ่งมี 2 ประเภท คือ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data)

ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่ผู้ใช้เป็นผู้ทำการเก็บข้อมูลด้วยตนเองด้วยวิธีต่างๆ เช่น การสัมภาษณ์ การทดลอง การสังเกตการณ์ เป็นการเก็บข้อมูลในภาคสนาม ข้อมูลปฐมภูมิเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ที่สุด มีรายละเอียดตามวัตถุประสงค์ของผู้เก็บและผู้ใช้ข้อมูล แต่การได้มาของข้อมูลปฐมภูมิมีค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลามาก

ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่ผู้ใช้ไม่ได้เก็บรวบรวมเอง แต่เอามาจากผู้อื่นหรือหน่วยงานอื่นทำไว้แล้ว เช่น รายงาน หนังสือพิมพ์ วารสาร สถิติ งานวิจัยที่พิมพ์แล้วหรือยังไม่ได้พิมพ์ ดังนั้นข้อมูลทุติยภูมิอาจมีรายละเอียดไม่เพียงพอ และอาจมีข้อผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนที่ไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ และผู้นำมาใช้มักไม่ทราบข้อผิดพลาดดังกล่าว ทำให้การสรุปผลผิดพลาดได้ ดังนั้นผู้นำข้อมูลทุติยภูมิมาใช้ควรตรวจสอบคุณภาพข้อมูลก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามการนำเอาข้อมูลทุติยภูมิมาใช้มีค่าใช้จ่ายน้อยและประหยัดเวลากว่าการนำข้อมูลปฐมภูมิมาใช้ค่อนข้างมาก

(5) การวิเคราะห์ข้อมูล

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาตั้งแต่ระดับง่ายไปถึงยาก ซึ่งโดยทั่วไปเป็นการแสดงผลระหว่างความสัมพันธ์ของ Topology กับข้อมูลลักษณะประจำโดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนการทำงานที่ยุ่งยาก เช่น การระบุลักษณะประจำของกราฟิก การวัดระยะทาง การคำนวณพื้นที่ เป็นต้น หรือแม้กระทั่งการวิเคราะห์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น การวิเคราะห์เส้นทางเข้าถึงที่ใกล้ที่สุด การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการสร้างสิ่งปลูกสร้าง หรือการพยากรณ์แนวโน้มความเปลี่ยนแปลง เป็นต้น รูปแบบการทำงานข้างต้น ผู้ใช้งานจะเป็นฝ่ายตั้งคำถามและเลือกใช้ความสามารถในการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการเข้าถึงกระทั่งตอบคำถามที่ได้ตั้งไว้ ทั้งนี้ฟังก์ชันการทำงานหลักของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งออกตามลักษณะการทำงานได้ 4 กลุ่มหลัก คือ การค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial search) การซ้อนทับเชิงพื้นที่ (Spatial overlay) การสร้างแนวกันชน (Buffer operation) และการประมาณค่า

เชิงพื้นที่ (Spatial interpretation) โดยในแต่ละฟังก์ชัน สามารถจำแนกลักษณะการทำงานที่มีความคล้ายคลึงกันออกไปได้อีกมากมาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ ถือเป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งนักวิเคราะห์จะต้องการทราบข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ในการประกอบการตัดสินใจ ไม่ว่าจะเป็นการสอบถามเพื่อทราบรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ การสอบถามโดยการตั้งเงื่อนไข (Condition) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Trends) รูปแบบการเปลี่ยนแปลง (Pattern) การประกอบแบบจำลอง (Modeling) ทั้งนี้การค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ แบ่งออกเป็นการค้นหาจากข้อมูลลักษณะประจำ การค้นหาจากข้อมูลเชิงพื้นที่โดยตรง และการวิเคราะห์เชิงบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับข้อมูลลักษณะประจำ (Integrated analysis of the spatial and non-spatial data)

2) การซ้อนทับเชิงพื้นที่ เป็นการซ้อนทับชั้นข้อมูลสามารถจำแนกเป็นการซ้อนทับที่กระทำกับข้อมูลประเภทเวกเตอร์ ประกอบด้วยการซ้อนทับแบบยูเนียน แบบอินเตอร์เซกชัน แบบเอกลักษณ์ (Identity) แบบผนวก (Append) การซ้อนทับเพื่อปรับให้เป็นปัจจุบัน (Update) การตัดข้อมูล (Clip) และการลบข้อมูล (Erase) ในขณะที่ข้อมูลประเภทแรสเตอร์ก็สามารถดำเนินการซ้อนทับได้เช่นเดียวกัน โดยมีลักษณะการดำเนินการที่แตกต่างกัน แต่ให้ผลการซ้อนทับที่มีความหมายลักษณะเดียวกัน เช่น การซ้อนทับที่มีน้ำหนักแต่ละชั้นข้อมูลต่างกัน (Weighted overlay) และผลรวมของน้ำหนัก (Weighted sum) เป็นต้น

3) การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ (Spatial interpolation) เป็นการพยากรณ์แนวโน้มความเปลี่ยนแปลงที่ยังไม่เกิดขึ้น ในที่นี้รวมไปถึงการประมาณค่าข้อมูลที่ขาดหายไป (มีข้อมูลไม่เพียงพอ) การประมาณค่าดังกล่าวนอกจากใช้เพื่อวิเคราะห์หาค่าที่สูญหายไปแล้ว ยังใช้เพื่อจำลองความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล จึงพบว่ามีใช้วิธีประมาณค่ากับข้อมูลหลายประเภท ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ลักษณะภูมิประเทศ เช่น แบบจำลองความสูงเชิงพื้นที่ ความลาดชัน และทิศทางความลาดชัน
- ด้านประชากร เช่น แนวโน้มการกระจายตัวของประชากร
- ด้านเศรษฐกิจ เช่น การพยากรณ์ทิศทางการลงทุนในอนาคต
- ข้อมูลภูมิอากาศ เช่น การกระจายตัวของฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

แม้จะมีการประยุกต์ใช้วิธีประมาณค่าเชิงพื้นที่เพื่อประโยชน์ที่แตกต่างออกไป แต่โดยทั่วไปวิธีการดังกล่าวมีความหมายและแนวคิดที่คล้ายคลึงกันในการวิเคราะห์อธิบายความหมายของการประมาณค่าเชิงพื้นที่ได้ว่า

การประมาณค่าเชิงพื้นที่ คือ วิธีการทำนายค่าของพื้นที่ในตำแหน่งที่ข้อมูลมีไม่เพียงพอ โดยใช้ค่าข้อมูลที่อยู่ข้างเคียง ความถูกต้องของการประมาณค่าขึ้นอยู่กับจำนวนและการกระจายตัวของเซลล์ที่ทราบค่า รวมทั้งสมการหรือฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ อย่างไรก็ตามการประมาณค่าโดยทั่วไปมีหลักการดำเนินการที่คล้ายคลึงกันคือ จะอนุมานว่าจุดที่อยู่ใกล้กันทางพื้นที่มักมีค่าคุณสมบัติที่สนใจคล้ายคลึงกันมากกว่าจุดที่อยู่ไกลออกไป

การแสดงลักษณะของพื้นที่ผิวจากการประมาณค่าโดยทั่วไปนิยมแสดง 3 ลักษณะ คือ

- เส้นชั้นความสูง (Contour or Isoline)
- โครงข่ายสามเหลี่ยมไม่สม่ำเสมอ (Triangulated Irregular Network: TIN)
- แบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model: DEM)

ในบางครั้งมีการเรียกลักษณะพื้นผิวเหล่านี้โดยรวมว่า แบบจำลองลักษณะภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Digital Terrain Model: DTM)

วิธีการประมาณค่าในช่วงมี 2 ประเภท คือการประมาณค่าในช่วงแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete interpolation) และการประมาณค่าในช่วงแบบต่อเนื่อง (Continuous interpolation)

- การประมาณค่าในช่วงแบบไม่ต่อเนื่อง เป็นการประมาณค่าในช่วงโดยเขียนแทนด้วยเส้นแนวเขต มีลักษณะคล้ายกับการแสดงแผนที่โคโรเพลท ข้อมูลที่อยู่ในแนวเขตเดียวกันจะมีค่าเท่ากันเมื่อนำไปสร้างเป็นแบบจำลองจะแสดงให้เห็นเป็นขั้นบันได วิธีการประมาณค่าแบบไม่ต่อเนื่อง เช่น การใช้วิธีรูปหลายเหลี่ยมทิสเสน (Thiessen polygon)

- การประมาณค่าในช่วงต่อเนื่อง เป็นวิธีการประมาณค่าในช่วงที่ผนวกเอาแนวคิดการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปของพื้นที่ กล่าวคือวิธีการประมาณค่าในช่วงแบบต่อเนื่องสามารถนิยามด้วยพื้นผิวเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้พื้นผิวที่มีความต่อเนื่องกัน (Continuous surface) สามารถแบ่งออกเป็นการประมาณค่าในช่วงจากข้อมูลวงกว้างหรือทั้งหมด (Global Whole interpolation) และการประมาณค่าในช่วงข้อมูลเฉพาะที่ (Local interpolation)

วิธีการประมาณค่าในช่วงประเภทต่างๆ แสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

- การวิเคราะห์พื้นผิวแนวโน้ม เป็นวิธีการประมาณค่าในช่วงที่ง่ายที่สุด ใช้แสดงความแปรผันของข้อมูลอย่างกว้าง ๆ โดยอาศัยสมการถดถอยเชิงพหุนามมีแนวคิด คือ การปรับเส้นหรือพื้นผิวพหุนามให้สอดคล้องกับจุดข้อมูล คล้ายการทาบแผ่นกระดาษให้อยู่ในแนวที่ผ่านจุดข้อมูลทุกจุด (การ Fitting) การวิเคราะห์พื้นผิวแนวโน้มจะใช้สำหรับแสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวจากบริเวณที่สนใจสู่บริเวณอื่น เช่น ลักษณะการกระจายตัวของสารมลภาวะจากปล่องควันในโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังใช้พิจารณาเพื่อลดผลกระทบของแนวโน้มวงกว้าง (Global trend) ก่อนทำการประมาณค่าจริง

- วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เป็นการประมาณค่าโดยใช้หลักการที่ว่า ค่าสังเกตของตำแหน่งที่อยู่ใกล้กันย่อมมีแนวโน้มของค่าใกล้เคียงกันมากกว่าตำแหน่งที่อยู่ไกลกันออกไป พื้นผิวที่ได้จากการประมาณค่าจะขึ้นกับฟังก์ชันหรือตัวแปรเสริม (Parameter) ของฟังก์ชันที่ใช้และโดเมนที่จุดข้อมูลตัวอย่างถูกดึงมา วิธีการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เป็นกลวิธีเพื่อทำให้พื้นผิวเรียบ ซึ่งค่าต่ำสุด-สูงสุดบนผิวหน้าที่ได้จากการประมาณค่าจะมีค่าไม่เกินค่า Z-value ของข้อมูลที่นำมาประมาณค่าถือเป็นการประมาณค่าที่มีความแม่นตรง (Exact interpolators)

การคำนวณค่า ณ ตำแหน่งที่ต้องการจึงต้องคำนึงถึงตำแหน่งของข้อมูล โดยให้น้ำหนักของข้อมูลตำแหน่งที่อยู่ใกล้มากกว่าตำแหน่งที่อยู่ไกลออกไป วิธีการคำนวณค่าน้ำหนักสามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ การคำนวณค่าระยะทางกลับโดยน้ำหนัก (Inverse Distance Weighting: IDW) และวิธีการลดลงเชิงเส้น (Linear decrease) ค่าระยะทางกลับโดยน้ำหนักให้อนุมานว่าตำแหน่งที่ต้องการประมาณค่าจะได้รับอิทธิพลจากข้อมูลที่อยู่ใกล้

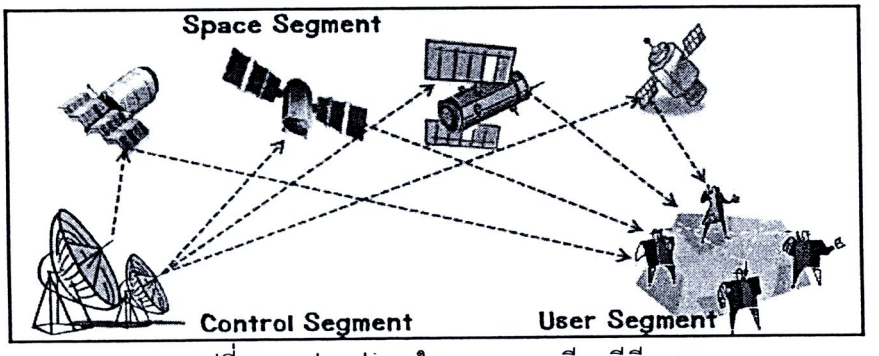
2.2.2.3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก

ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก เป็นระบบโครงข่ายดาวเทียมระบุตำแหน่งจำนวนอย่างน้อย 24 ดวงรอบโลก โดยโคจรอยู่เหนือพื้นโลกประมาณ 20,200 กิโลเมตร ซึ่งดาวเทียมมีชื่ออ้างอิงว่า NAVSTAR เดิมระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกได้ถูกออกแบบมาใช้ในภารกิจทางทหารโดยกระทรวงกลาโหม สหรัฐอเมริกาเป็นเจ้าของระบบ ต่อมาจึงได้เปิดโอกาสให้ประชาชนทั่วไปได้ใช้ประโยชน์นี้โดยไม่คิดมูลค่าแต่อย่างใด ทำให้มีผู้ใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกอย่างแพร่หลาย ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกจะรับสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อหาตำแหน่ง ณ จุดใด ๆ บนโลก อ้างอิงกับระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ ได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่จำกัดสภาพอากาศแต่อย่างใด จึงนับได้ว่าเป็นระบบนำทางที่ดีในปัจจุบัน ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกทำงานได้โดยอาศัยการรับ

สัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวง ซึ่งสามารถคำนวณตำแหน่งที่อยู่ในแบบ 2 มิติ คือ เฉพาะค่าในแนวราบ และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกรับดาวเทียมได้ 4 ดวงขึ้นไป จะทราบตำแหน่งที่อยู่ในแบบ 3 มิติ คือ ตำแหน่ง และความสูง (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552)

1) ระบบดาวเทียมจีพีเอส (GPS systems) เป็นระบบที่ใช้ในการหาพิกัดตำแหน่งโดยการรับสัญญาณจากดาวเทียมจีพีเอส ระบบดาวเทียมจีพีเอสถูกพัฒนาโดยกระทรวงกลาโหม (Department of defense) ประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี พ.ศ.2515 โดยถูกออกแบบให้ใช้ประโยชน์ทางด้านการทหารเป็นหลัก แต่ก็ยอมให้พลเรือนใช้ได้บางส่วน แรงจูงใจหลักในการพัฒนาระบบนี้ก็เพื่อให้เป็นระบบที่สามารถใช้หาตำแหน่งได้ในทุกสภาพอากาศตลอด 24 ชั่วโมง และใช้ได้ทั่วโลกผลจากการพัฒนาเทคโนโลยีและวิธีการทำงานในสนามเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการหาตำแหน่งด้วยดาวเทียมจีพีเอสทำให้มีการใช้จีพีเอสกันอย่างแพร่หลายในงานด้านต่าง ๆ ของฝ่ายพลเรือน

ระบบดาวเทียมจีพีเอส ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนอวกาศ (Space segment) ส่วนควบคุม (Control segment) และส่วนผู้ใช้ (User segment) โดยในแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันดังนี้ ส่วนควบคุมจะมีสถานีติดตามภาคพื้นดินที่กระจายอยู่บนพื้นโลกเพื่อคอยติดตามการเคลื่อนที่ของดาวเทียม ทำให้สามารถคำนวณวงโคจรและตำแหน่งของดาวเทียมที่ขณะเวลาต่าง ๆ ได้ จากนั้นส่วนควบคุมก็จะทำนายวงโคจรและตำแหน่งของดาวเทียมทุกดวงในระบบล่วงหน้าแล้วส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยังส่วนอวกาศซึ่งคือ ตัวดาวเทียมนั่นเอง ดาวเทียมจะทำการส่งข้อมูลเหล่านี้ออกมาพร้อมกับคลื่นวิทยุมายังโลก ในส่วนผู้ใช้เมื่อต้องการที่จะทราบตำแหน่งของจุดใด ๆ ก็เพียงนำเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ไปตั้งให้ตรงตำแหน่งจุดที่ต้องการหาตำแหน่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลก็จะทราบค่าพิกัด ณ ตำแหน่งที่ต้องการ ดังภาพที่ 9



รูปที่ 2.29 ส่วนต่างๆ ในระบบดาวเทียมจีพีเอส

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

2) คลื่นสัญญาณจากดาวเทียมจีพีเอส ที่ส่งออกมาในปัจจุบันนั้นเป็นคลื่นวิทยุที่มีสองความถี่ คือ ความถี่ 1,575.42 เมกะเฮิรตซ์ เรียกว่า คลื่น L1 มีความยาวคลื่น 19.03 เซนติเมตร และความถี่ 1,227.60 เมกะเฮิรตซ์ เรียกว่าคลื่น L2 มีความยาวคลื่น 24.42 เซนติเมตร ซึ่งคลื่นทั้งสองมีความถี่เป็น 154 เท่าและ 120 เท่าของความถี่พื้นฐานตามลำดับ (ความถี่พื้นฐานที่ถูกสร้างขึ้นมีความถี่ 10.23 เมกะเฮิรตซ์) คลื่นวิทยุดังกล่าวถูกผสมผสานรหัสและข้อมูลดาวเทียมไปกับคลื่นหรือเรียกสั้น ๆ ว่า การกล้ำสัญญาณ (Modulation) ด้วยรหัสและข้อมูลดาวเทียม รหัสที่ใช้ในการกล้ำสัญญาณมีสองชนิด คือ รหัส C/A (Clear access or coarse acquisition code) ซึ่งมีความถี่ 1,023 เมกะเฮิรตซ์ หรือเทียบเท่า 1/10 เท่าของความถี่พื้นฐาน และมีความยาวคลื่น 300 เมตร ส่วนรหัสอีกชนิดเรียกว่า รหัส P (Precise code) มีความถี่ 10.23 เมกะเฮิรตซ์ หรือเท่ากับความถี่พื้นฐานและมีความยาวคลื่น 30 เมตร โดยรหัส C/A นั้นเปิดให้พลเรือนใช้อย่างเสรี ในขณะที่รหัส P จะสงวนไว้ใช้เฉพาะในวงการทหารและหน่วยงานบางหน่วยงานของรัฐบาลสหรัฐอเมริกาเท่านั้น ในคลื่น L1 นั้นจะถูกกล้ำสัญญาณด้วยรหัสทั้งสองชนิด แต่คลื่น L2 จะถูกกล้ำสัญญาณเพียงรหัส P ส่วนข้อมูลดาวเทียมจะมีทั้งในคลื่น L1 และL2 โดยข้อมูลการกำหนดดาวเทียม (Navigation message) ประกอบไปด้วยข้อมูลวงโคจรดาวเทียมหรืออีฟีเมอริสดาวเทียม (Satellite ephemerides) ค่าแก้เวลานาฬิกาดาวเทียม (Satellite clock corrections) และสถานภาพของดาวเทียม (Satellite status) อย่างไรก็ดีคลื่นสัญญาณจีพีเอสนั้นกำลังจะมีการปรับปรุงในอนาคต รายละเอียดของโครงสร้างของคลื่นสัญญาณจีพีเอสในอนาคตรวมถึงผลกระทบด้านต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นจากการมีคลื่นสัญญาณใหม่ได้ถูกกล่าวไว้ในเฉลิมชนม์ สถิระพจน์ (2544)

3) แนวโน้มและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบดาวเทียมนำหนของโลก (Trends and applications of Global Navigation Satellite System technology) ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาเทคโนโลยีด้านการสำรวจรังวัดด้วยดาวเทียมได้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว จนได้มีการกำหนดคำเฉพาะขึ้นมาที่มีชื่อว่า Global Navigation Satellite System หรือเรียกโดยย่อว่า GNSS เพื่อให้ครอบคลุมกว้างมากขึ้นโดยมิได้จำกัดเฉพาะระบบดาวเทียมจีพีเอสเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ดีจีพีเอสเป็นองค์ประกอบหลักของ GNSS ดังนั้นสามารถใช้จีพีเอสเป็นตัวอย่างที่ใช้ในการอธิบายหลักการทำงานของ GNSS ได้เป็นอย่างดี โดย GNSS สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่หลากหลายตั้งแต่งานที่ต้องการค่าความถูกต้องทางตำแหน่งในระดับมิลลิเมตรถึงหลายเมตร ดังเช่น งานรังวัดเพื่องานควบคุมและทำแผนที่ งานที่ต้องการจับการเคลื่อนตัวของโครงสร้างทางวิศวกรรม งานที่ต้องการจับการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก หรือไม่ว่าจะเป็นการควบคุม

เครื่องจักรกลในการทำการเกษตรกรรม งานที่ต้องการติดตามรถยนต์ เรือ หรือเครื่องบิน (Vehicle tracking) งานที่ต้องการหาตำแหน่งของผู้ใช้มือถือ (mobile positioning)

จากการศึกษาและค้นคว้าข้อมูล สามารถสรุปความแตกต่างกันของเทคโนโลยีทั้ง 3 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความแตกต่างของเทคโนโลยีทั้ง 3 ประเภท

ความแตกต่าง	GPS	RS	GIS
>> การได้มาซึ่งข้อมูล	>> ดาวเทียม	>> ดาวเทียม, ยานสำรวจ	>> อาศัยการนำเข้า
>> แบบจำลองข้อมูล	>> Vector	>> Raster	>> Vector & Raster
>> องค์ประกอบข้อมูล	>> Control Segment >> Space Segment >> User Segment	>> ยานสำรวจ >> แหล่งพลังงาน >> สถานีรับสัญญาณ	>> Tool >> Process >> Data
>> ข้อมูลหลักที่ได้	>> พิกัดทางภูมิศาสตร์	>> คุณลักษณะของวัตถุ	>> Thematic Map
>> ผลิตภัณฑ์ของข้อมูล	>> ข้อมูลตัวเลข >> Vector Map	>> Virtual Image >> Raster Thematic Map	>> Vector Map >> Raster Thematic Map >> Hybrid Map

ที่มา : ปรับปรุงจาก ชฎา ณรงค์ฤทธิ์, 2547

2.2.2.4 **การใช้ประโยชน์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ**

ในปัจจุบันหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้ตระหนักถึงความจำเป็นในการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการจัดการในด้านต่าง ๆ ให้งานเกิดประสิทธิภาพสูงสุด หน่วยงานในภาครัฐและรัฐวิสาหกิจได้นำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ ได้แก่ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมทรัพยากรธรณี กรมโยธาธิการและผังเมือง สำนักงานจังหวัด กรมวิชาการการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมป่าไม้ กรมชลประทาน สถาบันการศึกษา การไฟฟ้าฝ่ายผลิต การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การประปาภูมิภาคและนครหลวง และองค์การโทรศัพท์ เป็นต้น นอกจากนี้ในภาคเอกชนที่ได้มีการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ ได้แก่ ธนาคารพาณิชย์ บริษัทน้ำมัน บริษัทที่ปรึกษาด้านการทำแผนที่และสิ่งแวดล้อม การประเมินโครงการวิศวกรรมและการประเมินผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความสำคัญในการพัฒนาประเทศชาติ และรัฐบาลมีนโยบายที่ชัดเจนในการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศทั้งในภาครัฐและเอกชน เพื่อได้ข้อมูลที่ถูกต้องและมีความทันสมัย สามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552)

ที่ผ่านมารัฐบาลได้เน้นความสำคัญของการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นประโยชน์การวางแผนพัฒนาประเทศ จึงได้จัดตั้งสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ขึ้นในปี พ.ศ. 2543 เป็นหน่วยงานของรัฐในรูปแบบองค์การมหาชน ภายในกำกับรัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นการบริหารและดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อบริการข้อมูลจากดาวเทียม ข้อมูลภูมิสารสนเทศ และบริการวิชาการต่าง ๆ ตลอดจนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศให้เป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติและประชาชน

ระบบเครือข่ายและอินเทอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทเพิ่มขึ้นในการสืบค้นข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผู้ใช้สามารถเข้าไปสืบค้นข้อมูลทางภูมิศาสตร์และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ โดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้สะดวกและมีแนวโน้มว่าจะประสบความสำเร็จอย่างสูงในอนาคต นอกจากนี้ยังมีโครงการดิจิทัลไทยแลนด์ (Digital Thailand) ซึ่งเป็นรูปแบบใหม่ในการให้บริการการศึกษาพัฒนาองค์ความรู้ด้านอวกาศและภูมิสารสนเทศของประเทศไทยได้รับการพัฒนาโดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ร่วมกับกรม

แผนที่ทหาร และศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและจัดเตรียมข้อมูลการสำรวจโลกผ่านซอฟต์แวร์รหัสต้นฉบับ NASA World ซึ่งสามารถพัฒนาต่อยอดได้ มีข้อมูลภูมิศาสตร์ของประเทศไทยที่ปรับให้ทันต่อเหตุการณ์ ประกอบด้วย ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT ปี พ.ศ.2549 ทั่วประเทศไทย ข้อมูลแนวแบ่งเขตการปกครองระดับจังหวัดและอำเภอ ข้อมูลที่ตั้งอำเภอ เส้นทางคมนาคม และสถานที่สำคัญอื่น ๆ ลักษณะเด่นของดิจิทัลไทยแลนด์ คือ สามารถทำงานแบบออฟไลน์ เพื่อให้ผู้ที่สนใจเรียนรู้ได้เข้าถึงเทคโนโลยีสำรวจโลกจากห้วงอวกาศทุกที่ ทุกเวลาโดยไร้ข้อจำกัดทางอินเทอร์เน็ต ผลที่คาดว่าจะได้รับในระยะแรก คือ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ภูมิสารสนเทศในระดับนักเรียนรวมทั้งเผยแพร่เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศที่ทันสมัย โดยดำเนินการแจกจ่ายโปรแกรมในรูปแบบดีวีดีแก่ครู นักเรียน และประชาชนที่สนใจในระยะที่สองจะทำการพัฒนาบริการแบบออนไลน์สู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสามารถนำไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในหลายด้าน ซึ่งงานด้านหลักๆ ได้แก่ด้านเกษตร ป่าไม้ สิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติ และระบาดวิทยา เป็นต้น

ด้านเกษตร สามารถใช้ข้อมูลจากดาวเทียมนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการเกษตรและประเมินผลิตผลทางการเกษตร ซึ่งสามารถเน้นศึกษากับพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น ข้าว ปาล์มน้ำมัน ยางพารา มันสำปะหลัง ข้าวโพด และอ้อย ซึ่งข้อมูลจากดาวเทียมสามารถนำมาใช้เพื่อจำแนกประเภทของพืช และติดตามประเมินผลิตผลทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้เมื่อนำข้อมูลเชิงพื้นที่หลายด้านมาวิเคราะห์เชิงบูรณาการก็สามารถประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ทางการเกษตร

ด้านป่าไม้ เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศประยุกต์ใช้ในการสำรวจและติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้พื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม และพื้นที่ป่าชายเลน เพื่อใช้วางแผนยุทธศาสตร์ การอนุรักษ์และป้องกันการตัดไม้ทำลายป่าในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ด้านสิ่งแวดล้อม การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพื้นที่อ่อนไหวต่อสิ่งแวดล้อม พื้นที่ที่เหมาะสมในการจัดทำโครงการเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้ในเรื่องการติดตามผลกระทบที่เกิดจากภัยพิบัติ เช่น ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมติดตามพื้นที่ที่เกิดไฟป่า น้ำท่วม ภัยแล้งและแผ่นดินถล่ม เป็นต้น

ด้านระบาดวิทยา ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศศึกษาการกระจายตัว ความหนาแน่น และแนวโน้มการแพร่กระจายของโรค เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงที่จะเกิดโรคเพื่อเตรียมมาตรการป้องกันการเกิดโรคระบาดต่อไป เช่น พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไข้หวัดนก ไข้เลือดออก และมาลาเรีย เป็นต้น

ด้านการจัดการทางด้านผังเมืองและชุมชน ได้มีการนำเอาข้อมูลจากดาวเทียมความละเอียดสูงมาใช้เพื่อศึกษาพื้นที่ในระดับเทศบาล และองค์การบริหารส่วนตำบล เพื่อศึกษาแนวโน้มการขยายตัวของชุมชนเมือง แผนที่ภาษี การจัดการสาธารณูปโภค ซึ่งสามารถให้ข้อมูลที่ปรับทันต่อเหตุการณ์

2.3 พื้นที่ศึกษา

2.3.1 ข้อมูลทั่วไปจังหวัดเลย

ประวัติเมืองเลย จังหวัดเลยตั้งขึ้นเมื่อปีพุทธศักราช 2396 ในมัยของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้โปรดสั่งให้พระยาท้ายน้ำ ออกสำรวจบัญชีไพร่พล และเขตแขวงของประเทศไทย ซึ่งอยู่ติดชายแดนริมฝั่งโขง ตรงกันข้ามกับหลวงพระบาง ได้พบหมู่บ้าแฮ่ ซึ่งตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำหมานและมีอาณาเขตแผ่ไปถึงแม่น้ำเลยในทางทิศตะวันออก มีสภาพเป็นที่ราบที่อุดมด้วยแหล่งน้ำเพราะมีหนองและบึงประกอบกับมีพลเมืองหนาแน่น พระยาท้ายน้ำจึงได้นำความขึ้นกราบบังคมทูลเพื่อทรงทราบ จึงได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้จัดตั้งเมืองเป็นเมืองหลักชื่อตามนามของแม่น้ำเลยว่า “เมืองเลย“ ต่อมาปี พ.ศ. 2440 ได้มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติปกครองท้องที่ ร.ศ.116 ได้เปลี่ยนแปลงการปกครองจากเดิมมาเป็นแบบเทศาภิบาล โดยแบ่งเป็นมณฑล เมือง ตำบล หมู่บ้าน อำเภอที่ตั้งขึ้นเป็นครั้งแรกเรียกชื่อว่า อำเภอกุดป่อง ต่อมาในปี พ.ศ. 2449 – 2540 ได้เปลี่ยนชื่อบริเวณลำน้ำเหืองให้คงเหลือไว้เฉพาะเมืองเลย โดยให้เปลี่ยนชื่ออำเภอกุดป่องเป็นอำเภอเมือง และถือวันที่ 4 มกราคม พุทธศักราช 2540 เป็นวันสถาปนาจังหวัด

ที่ตั้งและอาณาเขต

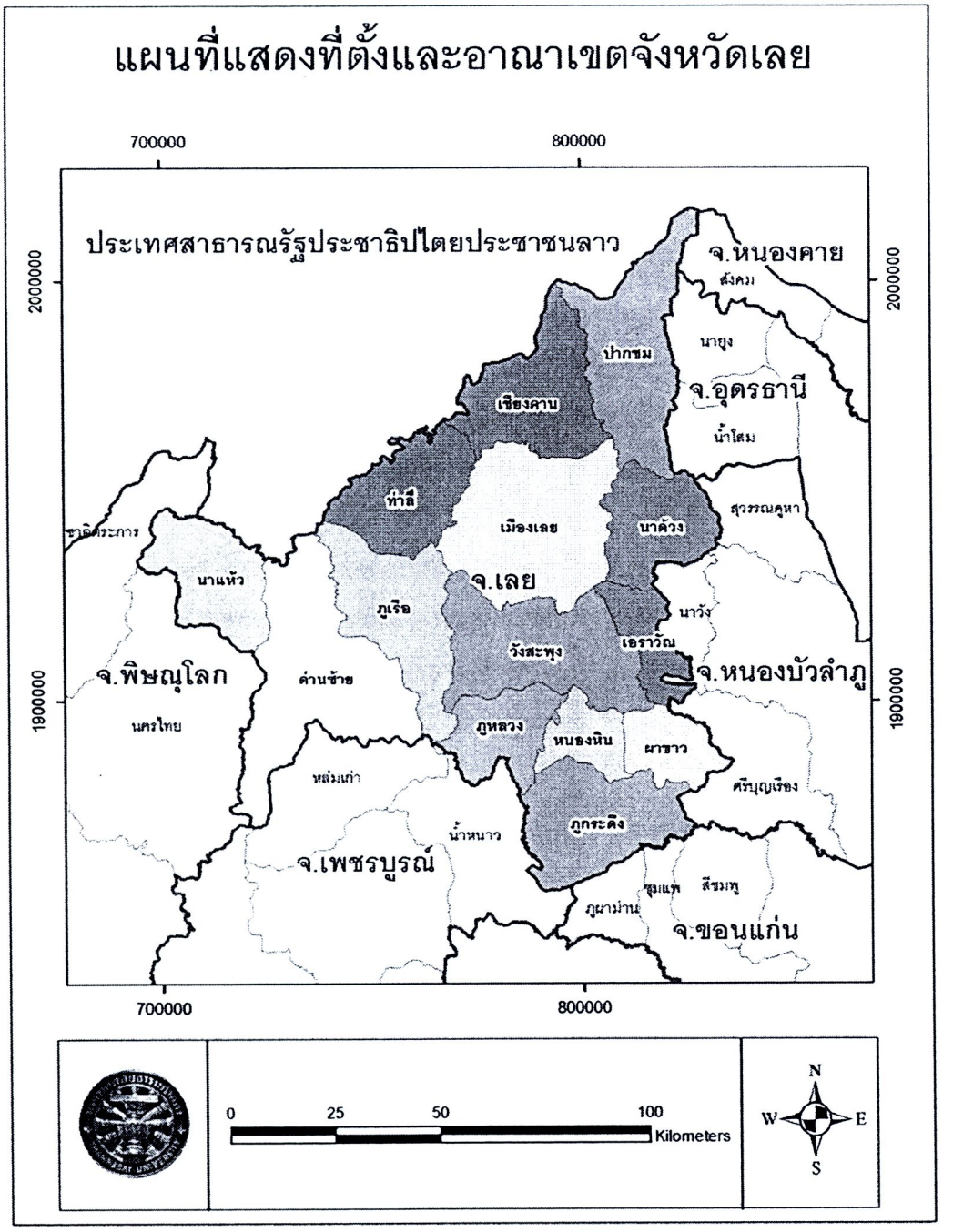
จังหวัดเลยตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย ระหว่างเส้นรุ้งที่ $16^{0}45'$ เหนือ ถึง $18^{0}10'$ เหนือ และเส้นแวงที่$100^{0}50'$ ตะวันออก ถึง $102^{0}10'$ ห่างจากกรุงเทพมหานครตามถนนสายกรุงเทพ-สระบุรี สระบุรี-สีคิ้ว และตามถนนสาย 201 สีคิ้ว – ชัยภูมิ ชัยภูมิ-เลย ประมาณ 520 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 11,425.612 ตารางกิโลเมตร หรือ 7,140,382 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 6.77 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยมีแม่น้ำโขงยาว 71 กิโลเมตร และแม่น้ำเหืองยาว 123 กิโลเมตร เป็นเส้นกั้นเขตแดน

ทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น และอำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู

ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอสังคม จังหวัดหนองคาย อำเภอน้ำโสม จังหวัดอุดรธานี และอำเภอนาวัง อำเภอสุวรรณคูหา จังหวัดหนองบัวลำภู

ทิศตะวันตก ติดต่อกับเทือกเขาเพชรบูรณ์ อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอนครไทย อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก



รูปที่ 2.30 แผนที่แสดงที่ตั้งและอาณาเขตจังหวัดเลย

เขตการปกครอง

การปกครองแบ่งออกเป็น 12 อำเภอ 2 กิ่งอำเภอ 89 ตำบล (ไม่รวมตำบลกุดป่องซึ่งอยู่ในเขตเทศบาล) 916 หมู่บ้าน 1 เทศบาลเมือง 23 เทศบาลตำบล 76 องค์การบริหารส่วนตำบล และ 1 องค์การบริหารส่วนจังหวัด มีจำนวนประชากร 616,744 คน เป็นชาย 312,084 คน เป็นหญิง 304,660คน จำนวนประชากรแยกเป็นรายอำเภอ/เนื้อที่

ตารางที่ 2.3 เขตการปกครอง จังหวัดเลย

อำเภอ/กิ่งอำเภอ	ชั้น	พื้นที่ (ตร.กม.)	ห่างจากจังหวัด (กม.)	ตั้งเมื่อ พ.ศ.	จำนวน				
					ตำบล	หมู่บ้าน	อบต.	ประชากร	บ้าน (หลัง)
อ.เมืองเลย	1	1480.492	100	2440	13	135	9	117,958	40094
อ.วังสะพุง	1	1166.350	22	2441	10	144	10	108,722	29506
อ.ท่าลี่	4	683.000	46	2432	6	41	5	27,310	8696
อ.เชียงคาน	1	1731.930	48	2452	8	82	7	59,243	17086
อ.ด่านซ้าย	3	842.000	82	2450	10	97	10	49,999	14380
อ.ภูกระดึง	3	956.500	74	2506	4	54	4	33,497	9143
อ.ปากชม	3	880.040	92	2514	6	50	6	38,568	10764
อ.ภูเรือ	1	627.500	49	2517	6	47	6	20,849	6512
อ.นาแห้ว	4	590.000	117	2519	5	34	4	11,122	3205
อ.นาด้วง	4	594.800	37	2520	4	41	3	25,525	7229
อ.ภูหลวง	4	594.800	50	2535	5	46	5	23,234	6003
อ.ผาขาว	4	463.000	63	2536	5	64	3	40,320	9830
อ.เอราวัณ	4	240.000	42	2538	4	47	2	34,887	9581
อ.หนองหิน	4	302.000	47	2540	3	34	3	23,461	6412
รวม		11,424.612			89	916	76	616744	178441

หมายเหตุ จำนวนบ้านและประชากร จากสำนักทะเบียนกลาง กรมการปกครอง ณ วันที่ 30 มิถุนายน 2551

จำนวนตำบล หมู่บ้าน ณ วันที่ 1 กันยายน 2551

ลักษณะภูมิประเทศ

จังหวัดเลยมีลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นภูเขาสูง พื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้นและลอนลึกรวมกันประมาณ 80% และมีพื้นที่ราบเพียงเล็กน้อยประมาณ 20% ของพื้นที่ทั้งหมดโดยมีตัวเมืองอยู่ตรงกลางลักษณะคล้ายก้นกระทะ สามารถแบ่งลักษณะภูมิประเทศออกเป็น3 เขตด้วยกัน คือ

- เขตภูเขาสูง บริเวณทางด้านทิศตะวันตก ได้แก่ บริเวณอำเภอนาแห้ว อำเภอภูเรือ อำเภอด่านซ้าย อำเภอท่าลี่ การคมนาคมในบริเวณนี้ไม่ค่อยสะดวก มีพื้นที่ทำการเพาะปลูกน้อย และมีประชากรอาศัยอยู่เบาบาง

- เขตที่ราบเชิงเขา อยู่บริเวณทางดานทิศใต้ และทิศตะวันออก ได้แก่ อำเภอภูกระดึง อำเภอภูหลวง อำเภอผาขาว อำเภอนาด้วง และอำเภอปากชม เป็นเขตที่ไม่ค่อยมีภูเขาสูงมากนักมีที่ราบเชิงเขา พอที่จะทำการเพาะปลูกได้บ้างมีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่นปานกลาง

- เขตที่ราบลุ่ม อยู่บริเวณแม่น้ำเลย และลุ่มแม่น้ำโขง ได้แก่ บริเวณอำเภอเมืองเลย อำเภอเชียงคาน อำเภอวังสะพุง เป็นเขตที่ทำการเพาะปลูกได้ดี มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่นมากกว่าเขตอื่น ๆ จังหวัดเลย อุดมไปด้วยป่าไม้และภูเขาที่สลับซับซ้อนเป็นจำนวนมาก จึงเป็นแหล่งกำเนิดของต้นน้ำธารหลายสาย แต่เป็นแม่น้ำขนาดเล็กและสั้นเป็นส่วนมาก เช่น แม่น้ำเลย ลำน้ำหมาน ลำน้ำฮวย ลำน้ำลาย ลำน้ำปวน ลำน้ำสวย ลำน้ำหมาน ลำน้ำพุง ลำน้ำสัก (ต้นกำเนิดของแม่น้ำป่าสัก) เป็นต้น

ภูมิอากาศ

จังหวัดเลยอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบกับภูมิประเทศเต็มไปด้วยภูเขา ทำให้มีอากาศร้อนจัดในฤดูร้อนและหนาวจัดในฤดูหนาว เนื่องจากมีพื้นที่เป็นภูเขาสูงจึงทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคมจะมีลมมรสุมหรือแนวปะทะโซนร้อน (Inter Tropical Convergence Zone :ITCZ) พาดผ่านเป็นครั้งคราว ทำให้มีฝนตกหนัก ปริมาณน้ำฝน 5 ปีย้อนหลังเฉลี่ย 1,299 มิลลิเมตร จำนวนฝนตกรวมจำนวน 129 วัน โดยในปี พ.ศ. 2540 มีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดวัดได้ปริมาณ 968.8 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนมากที่สุดปี พ.ศ. 2542 วัดได้ปริมาณ 1,549 มิลลิเมตร ทั้งนี้ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดเลยในช่วง 6 ปี ย้อนหลัง คือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2550 ได้บ่งบอกถึงความเหมาะสมของสภาพภูมิอากาศ ความชื้นสัมพันธ์ ปริมาณน้ำระเหย และความยาวแสงแดดของจังหวัด มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืชพันธุ์ต่างๆ เป็นอย่างมาก โดยพบว่าฝนมีการกระจายตัวอยู่เกือบตลอดทั้งปี แต่จะมีปริมาณน้ำฝนมาที่สุดในช่วงเดือนกันยายนของทุกปี

สภาพอากาศโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน ซึ่งเป็นช่วงของฤดูมรสุม หลังจากสิ้นสุดฤดูหนาวแล้ว อากาศจะเริ่มร้อนและอากาศจะร้อนจัดที่สุด ในเดือนมีนาคมและเมษายน และเนื่องจากสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูงทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงง่าย คือ ฤดูร้อนจะร้อนมาก

ฤดูฝน แบ่งเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม เป็นฝนเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงหลังเริ่มตั้งแต่ เดือนสิงหาคมถึงปลายเดือนตุลาคม จะเป็นฝนเนื่องมาจากพายุดีเปรสชั่น ในทะเลจีนใต้

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในระยะที่มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากประเทศจีน พัดปกคลุมประเทศไทย ทำให้อุณหภูมิลดลงทั่วไป และมีอากาศเย็น เนื่องจากสภาพพื้นที่จังหวัดเลยเป็นภูเขาสูง ในฤดูหนาวจึงหนาวจัด ซึ่งบางปีถึงกับน้ำค้างเป็นเกล็ดน้ำแข็ง กล่าวได้ว่าจังหวัดเลยเป็นจังหวัดที่หนาวเย็นที่สุดในประเทศไทย

สภาพธรณีวิทยา

หมวดหินที่พบในจังหวัดเลย มีรายละเอียดสังเขป ดังนี้

1. หมวดหินห้วยหินลาด (Huai Hinlat Formation) พบบริเวณหินลาด กม.ที่ 109.5 บนถนนหมายเลข 201 ขอนแก่น- เลย ทิศใต้ของผานกเค้า อำเภอภูกระดึง ประกอบด้วยหินกรวดมนเนื้อปูน (Limestion Conglomerate) เป็นหินฐานและมีหินดินดาน หินทรายแป้งและหินสีแดงสลับกับหินดินดาน และหินปูนสีเทา มีอายุประมาณยุคไทรแอสสิกตอนกลาง (Upper triassic Period)

2. หมวดหินภูกระดึง (Phu Kradung Formation) หินแม่แบบที่เชิงเขาของภูกระดึง ตำบลศรีฐาน อำเภอภูกระดึง ประกอบด้วยหินจำ พวกหินทราย เนื้อละเอียด และหินดินดานง่ายต่อการผุพังจึงทำให้สภาพภูมิประเทศที่ประกอบด้วยหินหน่วยนี้เป็นที่ราบ และมักจะเป็นฐานของสันเขาที่เกิดจากหน่วยหินพระวิหาร มีความหนาประมาณ 800 - 1,100 เมตร มีอายุประมาณยุคจูลา-สิคตอนบน (Over Jurassic Period)

สภาพอุทกธรณีวิทยา

ส่วนใหญ่จะเป็นชั้นหินใต้หิน เฉพาะแห่ง (Lacolly Productive Aquifers) ซึ่งให้น้ำในปริมาณมากพอสมควรเป็นแห่ง ๆ ชั้นหินอุ้มน้ำส่วนใหญ่เป็นหินใต้น้ำชุดโคราชตอนล่าง (Lower Korat Aquifer: Jik) บ่อลึกประมาณ 60 เมตร ให้น้ำมากถึง 10-50 ลูกบาศก์เมตร/ชม. คุณภาพน้ำดี

สภาพปฐพีวิทยา

สภาพปฐพีวิทยา ประกอบด้วยชุดดิน หางดง ชุดดินพาน ชุดดินราชบุรี ชุดดินแม่ลาย มีการระบายน้ำเร็ว หรือค่อนข้างเร็ว มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างอ่อนประมาณ 6.0-8.0 กลุ่มดินเหล่านี้มีสภาพพื้นที่ราบเรียบเหมาะทำนา ส่วนกลุ่มดินที่มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดไปจนถึงเนินเขาเป็นดินร่วนเหนียว ดินเหนียวปนทรายแป้ง มีการระบายน้ำดีถึงปานกลาง ซึ่งได้แก่ ชุดดินเลย ชุดดินวังไห ชุดดินธาตุพนม ชุดดินด่านซ้าย ชุดดินสันป่าตอง ชุดดินห้างฉัตร ชุดดินโคราช ชุดดินเหล่านี้เป็นชุดดินส่วนใหญ่ของจังหวัดเลย ที่มีความลาดชัน และมัก จะเกิด ปัญหาเกี่ยวกับการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ซึ่งเกษตรกรของจังหวัด ต้องปลูกพืชตามระบอบอนุรักษ์ดินและน้ำ และการบำรุงดิน ดินที่ไม่เหมาะสมสำหรับการเกษตรของจังหวัดเลยแล้วจะได้แก่ พื้นที่ภูเขาสูงและเทือกเขาที่มีความลาดชันมากกว่า 35% ซึ่งมีการทำไร่เลื่อนลอย โดยปราศจากการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งเป็นผลให้เกิดการ ชะล้างพังทลายของหน้าดิน จนบางแห่งเหลือแต่หินโผล่บนบริเวณอำเภอด่านซ้าย นาแห้ว ภูหลวง ปากชม จึงมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ ควรสงวนไว้เป็นป่าตามธรรมชาติ เพื่อรักษาแหล่งต้นน้ำลำ ธารเป็นที่อยู่ของสัตว์ป่า (กองสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน)

แหล่งน้ำ

1. แม่น้ำโขง เป็นแม่น้ำขนาดใหญ่ที่เกิดจากเทือกเขาสูงในประเทศธิเบตเป็นแม่น้ำนานาชาติที่กั้นพรมแดนระหว่างจังหวัดเลย และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ตรงบริเวณอำเภอเชียงคาน และอำเภอปากชม ครอบคลุมพื้นที่ด้านทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ส่วนใหญ่เป็นพื้นราบถึงลอนลาดสลับเนินเล็กน้อย เป็นแหล่งต้นน้ำของแม่น้ำเลย น้ำเหือง น้ำสาน ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรกรรมได้น้อยมาก และเป็นแหล่งประมงน้ำจืดได้บ้างเล็กน้อย

2. แม่น้ำเหือง เป็นแม่น้ำที่เกิดจากเทือกเขาในเขตสาธารณรัฐประชาธิปไตย ประชาชนลาว เป็นแนวเส้นกั้นเขตแดนอำเภอนาแห้ว อำเภอ ด่านซ้าย อำเภอภูเรือ และอำเภอท่าลี่ จังหวัดเลยกับเมืองบ่อ แตน และเมืองแก่นท้าว ของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชน ลาว แล้วไหลลงสู่แม่น้ำ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

โขงที่บ้านท่าดีหมี อำเภอเชียงคาน มี ความยาว 50 กิโลเมตร ส่วนใหญ่จะใช้ในการอุปโภค สำหรับชีวิตประจำวันของประชาชนตามริมลำน้ำ เท่านั้น3.แม่น้ำเลย เป็นแหล่งน้ำที่เกิดจากเทือกเขาสูงภูหลวง ซึ่งในตอนต้นลำน้ำ ชาวบ้านเรียกว่า "เลยวังไสย" เพราะน้ำใสสะอาดมากไหลจากทางทิศตะวันตกไปสู่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือโดยผ่าน อำเภอภูหลวง วังสะพุงเมืองเลย แล้วไหลลงสู่ลำน้ำโขงที่อำเภอเชียงคานมีความยาวประมาณ 120 กิโลเมตรซึ่งเป็นเขตพื้นที่ราบลุ่มใช้เป็นพื้นที่เพาะปลูกพืชสำคัญ ๆ ของจังหวัดเลย

3. แม่น้ำหมาน เป็นแม่น้ำที่เกิดจากเทือกเขาภูหลวงด้านตะวันตกไหลผ่านอำเภอเมืองเลย มีโครงการชลประทานสำหรับเก็บกักน้ำไว้ใช้ในการเพาะปลูกในเขตพื้นที่อำเภอเมือง และอำเภอวังสะพุงมีความยาว ประมาณ 35 กิโลเมตร

2.3.2 ข้อมูลทั่วไปอำเภอวังสะพุง

ประวัติ อำเภอวังสะพุง เดิมแบ่งการปกครอง ออกเป็น 2 แขวง โดยยึดถือลำน้ำปวนเป็นเขต (มีฐานะเป็น ตำบลในปัจจุบัน) ทางฝั่งตะวันตกของลำน้ำปวนขึ้นอยู่กับเมืองหล่มสัก (อ. หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ในปัจจุบัน) ของฝั่งตะวันออกของลำน้ำปวน ขึ้นอยู่กับเมืองมัทธาไสย (อ. หนองบัวลำภู จ.อุดรธานี) ปรากฏว่าต่อมาแขวง ทั้งสองมีพลเมืองหนาแน่นขึ้น จึงได้ยกฐานะเป็นอำเภอ ชื่อว่า "อำเภอวังสะพุง" เมื่อ พ.ศ. 2440 ให้อยู่ใน ความปกครองของเมืองหล่มสัก ต่อมาปี 2450 ได้มีการจัดแบ่งเขตการปกครองใหม่ อำเภอวังสะพุง จึงได้โอนมาขึ้นอยู่ในความ ปกครองของจังหวัดเลย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2451 จนถึงปัจจุบัน อำเภอวังสะพุง ต่อมาได้แบ่งแยกออกไปเป็นอำเภอและกิ่งอำเภอ ดังต่อไปนี้ อำเภอภูกระดึง โดยแยกออกจากอำเภอวังสะพุง ตั้งเป็นกิ่งอำเภอ เมื่อวันที่ 1 มกราคม 2505 และยกฐานะเป็นอำเภอเมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม 2506 อำเภอภูหลวง โดยแยกเป็นกิ่งอำเภอ เมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2523 และยกฐานะเป็นอำเภอ เมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม 2535 กิ่งอำเภอเอราวัณ โดยแยกเป็นกิ่งอำเภอ เมื่อวันที่ 1 เมษายน 2538 สำหรับอำเภอภูกระดึง ซึ่งแบ่งแยกจากอำเภอวังสะพุง ครั้งแรกได้แบ่งแยกตนเองเป็นอำเภอผาขาว โดยตั้งเป็นกิ่งอำเภอ เมื่อวันที่ 1 มกราคม 2531 ยกฐานะเป็นอำเภอเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2536 และแยกเป็น "กิ่งอำเภอหนองหิน" เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2540 สรุปแล้ว อำเภอวังสะพุงเดิมได้แบ่งออกเป็น 3 อำเภอ 2 กิ่งอำเภอ

ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพโดยทั่วไป เป็นภูเขา และที่ราบสูง โดยเฉพาะด้านทิศตะวันตก มีทิวเขาภูหลวง ทอดยาวตลอดแนวเป็นต้นกำเนิดแหล่งน้ำหลายสาย เช่น แม่น้ำเลย แม่น้ำทบ แม่น้ำฮวย ส่วนทิศเหนือ ทิศใต้ และทิศตะวันออก เป็นที่ราบสูงสลับเตี้ย มีแม่น้ำปวนไหลผ่านแล้วไปบรรจบกับแม่น้ำเลย

ลักษณะภูมิอากาศ

พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาและที่ราบสูง มีพื้นที่ราบลุ่มเพียงเล็กน้อย สูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยประมาณ 200-500 เมตร ทำให้ฤดูร้อนอากาศร้อนจัด ฤดูหนาวอากาศหนาวจัด มี 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ฝนตกชุดพอประมาณ (กรกฎาคม-ตุลาคม) ฤดูหนาว อากาศตอนกลางวันจะไม่เย็นจัด ส่วนกลางคืนเย็นจัด (พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์)

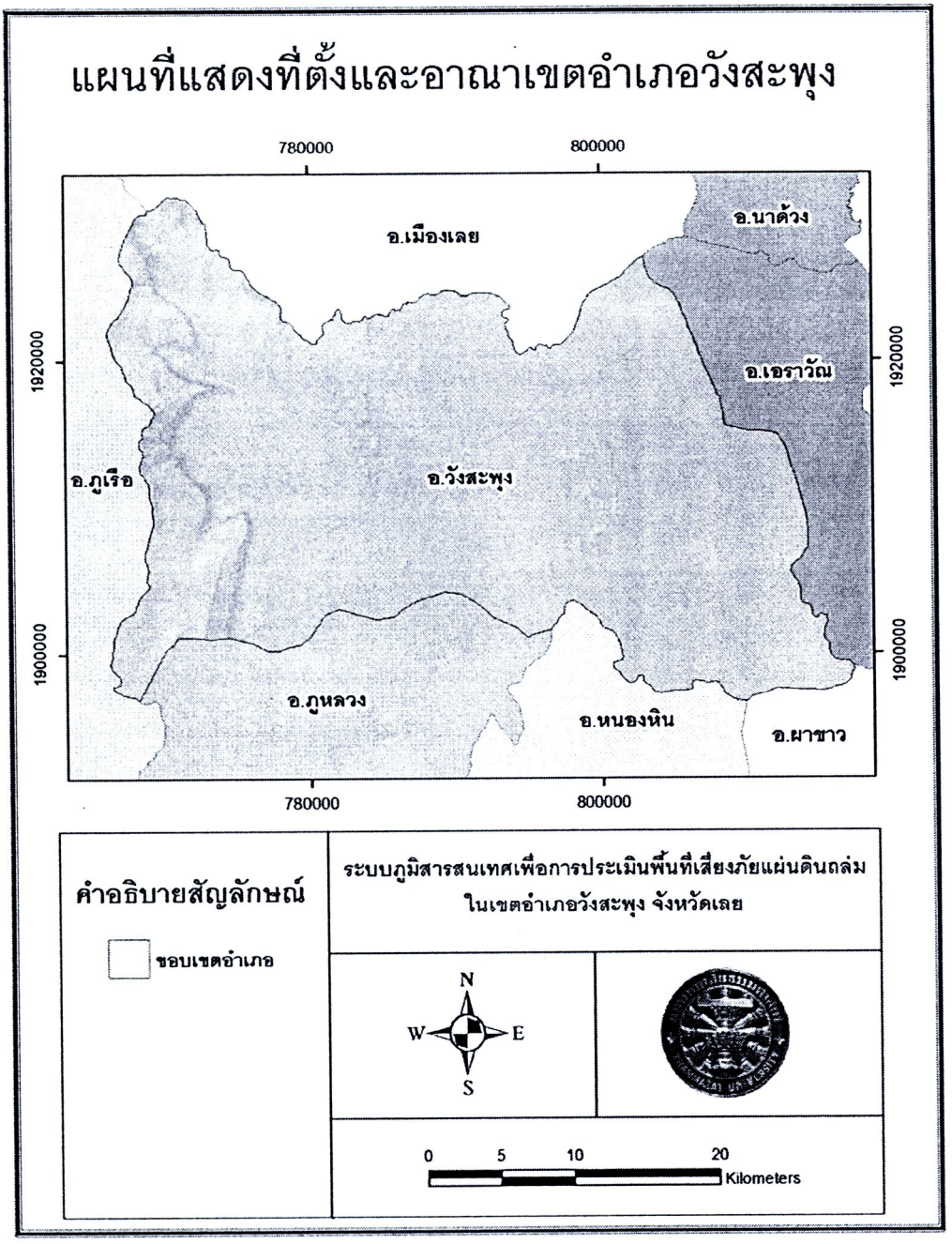
สภาพป่าไม้

ป่าสงวน มีพื้นที่ 239,706 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 33.51 ของพื้นที่อำเภอ ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ตำบลเขาหลวง หนองงิ้ว โคกขมิ้น หนองหญ้า-ปล้อง และตำบลทรายขาว สภาพป่าในพื้นที่ของอำเภอนี้ได้ถูกราษฎรบุกรุกเข้าทำลายจำนวนมากจนบางแห่งไม่เป็นป่าที่สงวน เนื่องจากเป็นที่โล่งเตียน มีแต่ที่ไร่นาและบ้านเรือนของราษฎร ส่วนป่าไม้ที่ถูกทำลายมีลักษณะเป็นหย่อมๆ ในบริเวณที่ราบและเนินสูงบางแห่งซึ่งมีต้นไม้ขนาดเล็กเป็นป่าโปร่งสำหรับป่าที่มีสภาพสมบูรณ์นั้นเหลือน้อยแล้ว ชนิดของไม้ก็มีไม้ตะแบก ไม้แดง ไม้ตะเคียนหิน ไม้กระยาเลย ไม้มะค่าโมง และไม้เบญจพรรณ บางแห่งเหลือบนภูเขาสูงเท่านั้น

ที่ตั้งและอาณาเขต

ที่ตั้งอำเภอวังสะพุงตั้งอยู่ตอนกลางค่อนมาทางทิศใต้ของจังหวัดเลย อยู่ริมฝั่งซ้ายของแม่น้ำเลย อยู่ห่างจากตัวเมืองจังหวัดเลย ประมาณ 22 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 1,144.35 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.016 ของเนื้อที่จังหวัดเลย มีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครองข้างเคียง ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับอำเภอเมืองเลย
ทิศใต้	ติดต่อกับอำเภอผาขาว อำเภอหนองหิน และอำเภอภูหลวง
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับอำเภอเอราวัณ และอำเภอนาด้วง
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับอำเภอภูเรือ ตลอดจนเทือกเขา เพชรบูรณ์



รูปที่ 2.31 แผนที่แสดงที่ตั้งและอาณาเขตอำเภอวังสะพุง

การปกครองส่วนภูมิภาค

การปกครอง อำเภอวังสะพุง แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 10 ตำบล 143 หมู่บ้าน เทศบาลตำบล 1 แห่ง องค์การบริหารส่วนตำบล จำนวน 10 แห่ง ดังนี้

ตารางที่ 2.4 เขตการปกครอง อำเภอวังสะพุง

ลำดับที่	ตำบล	จำนวนหมู่บ้าน	จำนวน อบต.	จำนวนเทศบาล
1	วังสะพุง	13	1	1
2	ศรีสงคราม	11	1	-
3	ผาน้อย	19	1	-
4	หนองหญ้าปล้อง	20	1	-
5	โคกขมิ้น	20	1	-
6	ทรายขาว	20	1	-
7	ผาบิ้ง	6	1	-
8	เขาหลวง	13	1	-
9	หนองงิ้ว	9	1	-
10	ปากปวน	12	1	-
รวม		**143**	**10**	**1**

การปกครองส่วนท้องถิ่น

อำเภอวังสะพุงประกอบด้วยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น 11 แห่ง ได้แก่

1. เทศบาลตำบลวังสะพุง ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของตำบลวังสะพุง
2. องค์การบริหารส่วนตำบลวังสะพุง ครอบคลุมพื้นที่ตำบลวังสะพุง (นอกเขตเทศบาลตำบลวังสะพุง)
3. องค์การบริหารส่วนตำบลทรายขาว ครอบคลุมพื้นที่ตำบลทรายขาวทั้งตำบล
4. องค์การบริหารส่วนตำบลหนองหญ้าปล้อง ครอบคลุมพื้นที่ตำบลหนองหญ้าปล้องทั้งตำบล
5. องค์การบริหารส่วนตำบลหนองงิ้ว ครอบคลุมพื้นที่ตำบลหนองงิ้วทั้งตำบล
6. องค์การบริหารส่วนตำบลปากปวน ครอบคลุมพื้นที่ตำบลปากปวนทั้งตำบล
7. องค์การบริหารส่วนตำบลผาน้อย ครอบคลุมพื้นที่ตำบลผาน้อยทั้งตำบล

8. องค์การบริหารส่วนตำบลผาบิ้ง ครอบคลุมพื้นที่ตำบลผาบิ้งทั้งตำบล
9. องค์การบริหารส่วนตำบลเขาหลวง ครอบคลุมพื้นที่ตำบลเขาหลวงทั้งตำบล
10. องค์การบริหารส่วนตำบลโคกขมิ้น ครอบคลุมพื้นที่ตำบลโคกขมิ้นทั้งตำบล
11. องค์การบริหารส่วนตำบลศรีสงคราม ครอบคลุมพื้นที่ตำบลศรีสงครามทั้งตำบล

ประชากร

ประชากรในอำเภอวังสะพุง ปี พ.ศ. 2553 มีจำนวนรวม 97,873 คน เป็นชาย 49,136 คน เป็นหญิง 48,737 คน และมีจำนวน 26,978 ครัวเรือน

ตารางที่ 2.5 สถิติจำนวนประชากรและบ้าน รายตำบล ณ เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2553

ตำบล	ชาย	หญิง	รวม	จำนวนบ้าน
ตำบลวังสะพุง	2,567	2,481	5,048	1,815
ตำบลทรายขาว	6,897	6,887	13,784	4,048
ตำบลหนองหญ้าปล้อง	8,114	7,990	16,104	4,173
ตำบลหนองงิ้ว	2,508	2,545	5,053	1,305
ตำบลปากปวน	3,880	3,948	7,828	2,261
ตำบลผาน้อย	6,632	6,442	13,074	3,084
ตำบลผาบิ้ง	2,221	2,367	4,588	1,280
ตำบลเขาหลวง	4,949	4,872	9,821	2,834
ตำบลโคกขมิ้น	7,419	7,265	14,684	3,643
ตำบลศรีสงคราม	3,949	3,940	7,889	2,535
รวม	**49,136**	**48,737**	**97,873**	**26,978**

ที่มา: กรมการปกครอง http://stat.bora.dopa.go.th/xstat/p5342_03.html

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

แม่น้ำสำคัญ

แม่น้ำเลย ต้นน้ำเกิดจากภูเขาหลวงไหลผ่านพื้นที่อำเภอวังสะพุง ที่ตำบลทรายขาว ตำบลวังสะพุง ไหลผ่านเข้าเขตอำเภอเมืองเลย ไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอเชียงคาน

แม่น้ำปวน ต้นน้ำเกิดจากภูเขาล่ามช้างไหลผ่านท้องที่อำเภอวังสะพุง ที่ตำบลหนองหญ้าปล้อง ตำบลผาน้อย ไหลลงสู่แม่น้ำเลยที่ตำบลปากปวน

แม่น้ำฮวย ต้นน้ำเกิดจากภูเขาหลวงไหลผ่านตำบลเขาหลวง ตำบลหนองงิ้ว ไหลลงสู่แม่น้ำเลยที่ตำบลนาโป่ง อำเภอเมืองเลย

แม่น้ำทบ ต้นน้ำเกิดจากภูเขาหลวงไหลผ่านเข้าเขตอำเภอวังสะพุง ที่ตำบลหนองงิ้ว ตำบลทรายขาว ไหลลงสู่แม่น้ำเลยในเขตตำบลทรายขาว

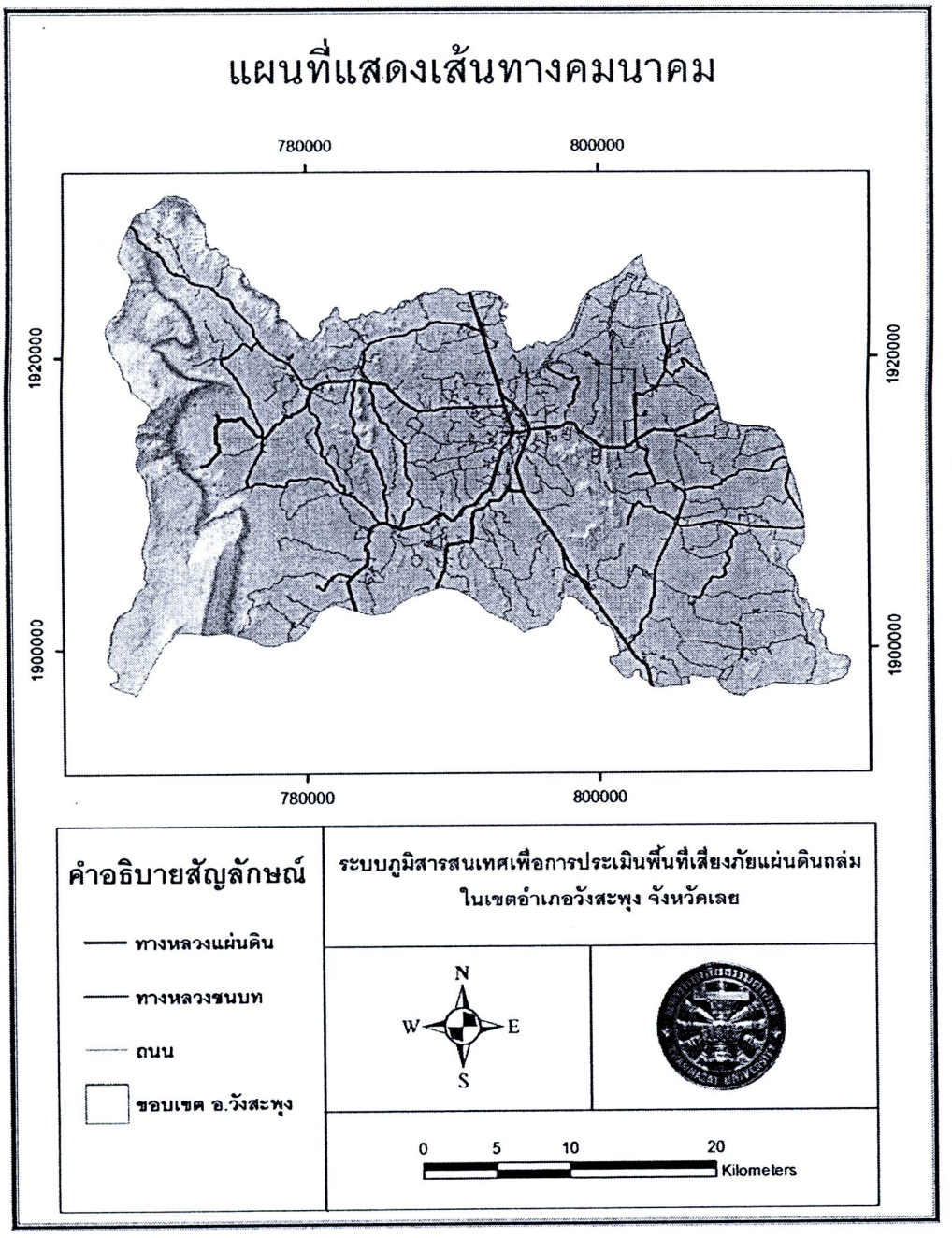
แม่น้ำสวย ต้นน้ำเกิดจากดงน้ำโสม อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี ไหลเข้าเขตอำเภอวังสะพุง ที่ตำบลผาน้อย แล้วไหลลงสู่แม่น้ำปวน

การคมนาคม

อำเภอวังสะพุงมีเส้นทางคมนาคม แสดงดังตาราง

ตารางที่ 2.6 เส้นทางคมนาคม

ที่	ประเภทถนน	จำนวนสาย	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
1	1. ทางหลวงแผ่นดิน	2	
	1.1 สายวังสะพุง-อุดรธานี (สาย 210)	1	-กรมทางหลวง
	1.2 สายเลย-ขอนแก่น (สาย 201)	1	-กรมทางหลวง
2	2. ทางหลวงชนบท	3	
	2.1 สายวังสะพุง-อำเภอภูหลวง (สาย 2250)	1	-ทางหลวงท้องถิ่น
	2.2 สายวังสะพุง-ตาดกลอย (สาย 2016)	1	-ทางหลวงท้องถิ่น
	2.3 สายวังสะพุง-บ้านนาหลวง (สาย 2140)	1	-อบจ.



รูปที่ 2.32 แผนที่แสดงเส้นทางคมนาคม อำเภอวังสะพุง

สภาพเศรษฐกิจ

2.1 การประกอบอาชีพ แต่เดิมประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพ ทำนา ทำไร่ แต่ในปัจจุบันประชาชนเปลี่ยนไปจำหน่ายสลากกินแบ่งรัฐบาล

2.2 การเกษตร

- พื้นที่การเกษตรรวมทั้งอำเภอ 241,409 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 12.98 ของพื้นที่เกษตรทั้งจังหวัด เป็นพื้นที่นา 89,542 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 37.09 ของพื้นที่เกษตรทั้งอำเภอ
- พืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ข้าวมีพื้นที่เพาะปลูก 89,542 ไร่ มันสำปะหลัง 21,792 ไร่ อ้อย 35,250 ไร่ และพื้นที่อื่น พืช, ผัก, สมุนไพร และไม้ดอกไม้ประดับ 5,208 ไร่ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 1,098 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 70.75 ของพื้นที่เกษตรทั้งอำเภอ
- การเลี้ยงปศุสัตว์ที่สำคัญ ได้แก่ การเลี้ยงโคเนื้อลูกผสม 2,462 ตัว เกษตรกรผู้เลี้ยงจำนวน 343 ราย

2.3 อุตสาหกรรม

มีโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่อำเภอวังสะพุง ดังตาราง

ตารางที่ 2.7 โรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่อำเภอวังสะพุง

ลำดับ	ประเภท	จำนวน	หมายเหตุ
1	โรงโม่หิน	3	
2	โรงหีบฝ้าย	1	
3	โรงสีข้าว (ขนาดใหญ่)	1	
4	โรงงานผลิตนมสำเร็จรูป	1	
5	โรงงานแปรรูปไม้ (ขนาดเล็ก)	56	แปรรูปไม้จามจุรี 53 โรง,ไม้หวงห้าม 3 โรง

2.4 การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นกระบวนการที่ใช้ในการ "วัดค่าระดับ" ของการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลการตัดสินใจที่ถูกต้องตรงกับเป้าหมายของการตัดสินใจได้มากที่สุด กระบวนการที่ว่านี้ได้รับการคิดค้นเมื่อปลายทศวรรษที่ 1970 โดยศาสตราจารย์ Thomas Saaty แห่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย

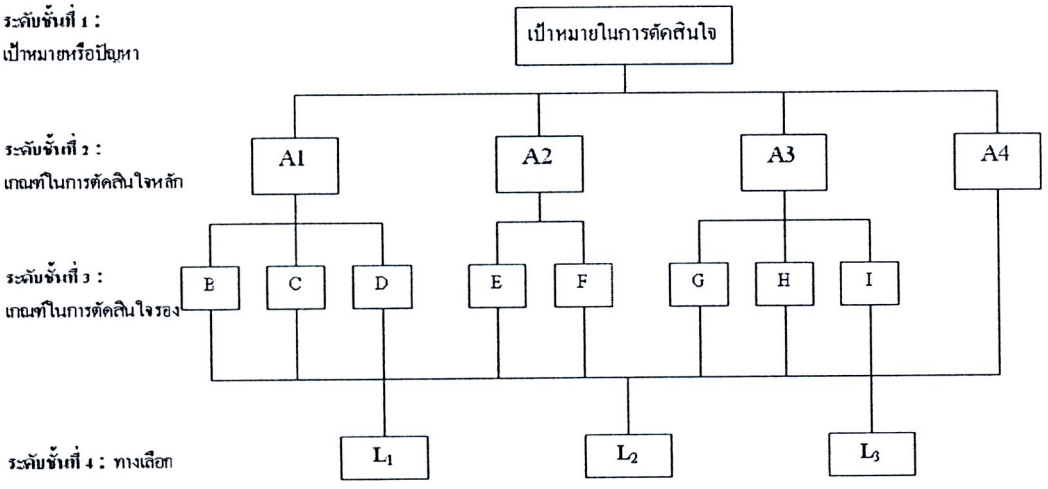
ตั้งแต่กระบวนการนี้ได้รับการคิดค้นขึ้นมา ก็มีการนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องที่เกี่ยวกับการตัดสินใจต่างๆ มากมาย เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานทางธุรกิจ ได้แก่ การสั่งซื้อวัตถุดิบ การเลือกสถานที่ในการประกอบการ การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด ฯลฯ รวมถึงการประยุกต์ใช้ในเรื่องของการบริหารทรัพยากรบุคคลในองค์กร เช่น การจัดลำดับความสามารถของพนักงาน การประเมินทางเลือกของสายอาชีพ การสำรวจทัศนคติของพนักงาน ฯลฯ ซึ่งจุดเด่นของกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ มีดังนี้

- ให้ผลการสำรวจน่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากใช้วิธีการเปรียบเทียบเชิงคู่ในการตัดสินใจก่อนที่จะลงมือตอบคำถาม
- มีโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับขั้น เลียนแบบกระบวนความคิดของมนุษย์ ทำให้ง่ายต่อการใช้และการทำความเข้าใจ
- ผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลข ทำให้ง่ายต่อการจัดลำดับความสำคัญ และยังสามารถนำผลลัพธ์ดังกล่าวไปเปรียบเทียบ (Benchmarking) กับหน่วยงานอื่นๆ ได้
- สามารถขจัดการตัดสินใจแบบมีอคติหรือลำเอียงออกไปได้
- ใช้ได้ทั้งกับการตัดสินใจแบบคนเดียวและแบบที่เป็นกลุ่มหรือหมู่คณะ
- ก่อให้เกิดการประนีประนอมและการสร้างประชามติ
- ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุม

ขั้นตอนการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

AHP (Analysis Hierarchy Process) เป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพมาก เริ่มต้นด้วยการเปรียบเทียบ "ความสำคัญ" ของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อหา "น้ำหนัก" ของแต่ละเกณฑ์ก่อน หลังจากนั้นจึงนำ "ทางเลือก" ที่มีทั้งหมดมาประเมินผ่านเกณฑ์ดังกล่าว เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. สร้างแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.33 แผนภูมิลำดับชั้น

เป็นการแสดงแบบจำลองหรือแผนภูมิลำดับชั้นของ "กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์" ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ช่วยในการตัดสินใจ โครงสร้างของแผนภูมินี้ประกอบไปด้วย "องค์ประกอบ" หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจต่างๆ แผนภูมินี้มีลักษณะเป็นระดับชั้น จำนวนของลำดับชั้นจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของการตัดสินใจ ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

- ระดับชั้นที่ 1 หรือระดับบนสุด แสดงจุดโฟกัสหรือเป้าหมายของการตัดสินใจ
- ระดับชั้นที่ 2 แสดงถึงเกณฑ์การตัดสินใจหลัก ที่มีผลต่อเป้าหมายในการตัดสินใจนั้น
- ระดับชั้นที่ 3 ลงมา แสดงถึงเกณฑ์ย่อยของการตัดสินใจ ซึ่งจะมีจำนวนเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับความชัดเจนของเกณฑ์หลัก (อาจไม่จำเป็นต้องมี ถ้าเกณฑ์หลักมีความชัดเจนเพียงพอ)
- ส่วนระดับชั้นล่างสุด หรือระดับชั้นสุดท้าย คือทางเลือกที่เราจะนำมาพิจารณาผ่านเกณฑ์การตัดสินใจตามที่เรากำหนดไว้

2. การให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน เนื่องจากเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์นั้น มีความสำคัญต่อเป้าหมายในการตัดสินใจไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงจำเป็นที่เราจะต้องหาน้ำหนัก "ความสำคัญ" ของแต่ละเกณฑ์ก่อนที่จะทำการประเมินทางเลือก โดยมีขั้นตอนดังนี้

- สร้างตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่ ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่

เกณฑ์ตัดสินใจ		ปัจจัย			
		A1	A2	A3	A4
ปัจจัย	A1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}
	A2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}
	A3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}
	A4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}

โดยที่a_{ij} คือ สมาชิกในแถวที่ i หลักที่ j ของเมตริกซ์ หมายถึง ผลการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัย *Ai* และ A_j

- กำหนดมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบ เช่น

  ถ้า *aij* = 1 หมายถึง ปัจจัย *Ai* และ *Aj* มีความสำคัญเท่ากัน

  ถ้า *aij* = 3 หมายถึง ปัจจัย *Ai* มีความสำคัญมากกว่า *Aj* เล็กน้อย

  ถ้า *aij* = 5 หมายถึง ปัจจัย *Ai* มีความสำคัญมากกว่า *Aj* ปานกลาง

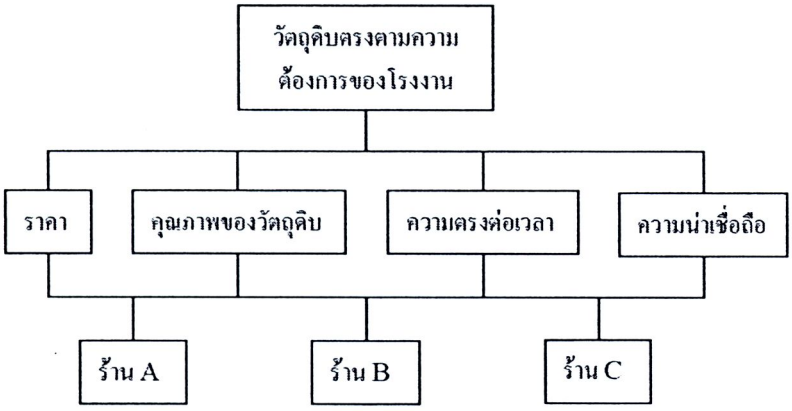
  ถ้า *aij* = 7 หมายถึง ปัจจัย *Ai* มีความสำคัญมากกว่า *Aj* มากที่สุด

จำนวนระดับของมาตราส่วนในการเปรียบเทียบนี้ ขึ้นอยู่กับตัวผู้ทำการวิเคราะห์เองว่าต้องการรายละเอียดในการเปรียบเทียบมากแค่ไหน ถ้าต้องการรายละเอียดมากขึ้น ก็อาจจะกำหนดระดับการเปรียบเทียบหลายระดับมากขึ้น เช่น อาจจะเพิ่มจำนวนระดับขึ้นไปอีก คือ ถ้า a_{ij} = 9 หมายถึง ปัจจัย *Ai* มีความสำคัญมากกว่า *Aj* อย่างยิ่งยวด หรือถ้าคิดว่าระดับของมาตราส่วนดังกล่าวมีความแตกต่างเกินไป ก็อาจจะกำหนดใหม่ ให้มาตราส่วนในการเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันน้อยลงก็ได้ เช่น a_{ij} = 2 ให้ หมายถึง ปัจจัย *Ai* มีความสำคัญมากกว่า *Aj* เล็กน้อย และ a_{ij} = 3 หมายถึง ปัจจัย *Ai* มีความสำคัญมากกว่า *Aj* ปานกลาง เป็นต้น

- คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน
- วัดค่าอคติของเกณฑ์การประเมิน

3. นำ "ทางเลือก" ที่กำหนดไว้ในตอนแรกมาทำการประเมินผ่าน "เกณฑ์" ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น ขอยกตัวอย่างการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ดังนี้ ตัวอย่าง โรงงานแห่งหนึ่งต้องการสั่งซื้อวัตถุดิบจำนวนมากเพื่อใช้ในการผลิต มีร้านค้าเข้ามาเสนอขายวัตถุดิบจำนวน 3 ร้านคือ ร้าน A, B และ C แต่ละร้านก็มีจุดเด่นที่แตกต่างกันไป ดังนั้น เพื่อให้สามารถตัดสินใจเลือกร้านค้าได้ตรงตามความต้องการในการผลิตมากที่สุด ทางโรงงานจึงได้นำกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาช่วยในการตัดสินใจ โดยตั้งเกณฑ์ในการตัดสินใจ คือ ราคา คุณภาพของวัตถุดิบ ความตรงต่อเวลา และความน่าเชื่อถือของร้านค้า จากนั้นก็ดำเนินการตัดสินใจตามขั้นตอนดังนี้

1) สร้างแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ



รูปที่ 2.34 แผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ

2) สร้างตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่ โดยกำหนดมาตราส่วนในการเปรียบเทียบดังนี้

ถ้า a_{ij} = 1/3 หมายถึง ปัจจัย *Ai* มีความสำคัญน้อยกว่า *Aj*

ถ้า a_{ij} = 1 หมายถึง ปัจจัย *Ai* และ *Aj* มีความสำคัญเท่ากัน

ถ้า a_{ij} = 3 หมายถึง ปัจจัย *Ai* มีความสำคัญมากกว่า *Aj*

จากการกำหนดมาตราส่วนดังกล่าว โรงงานสามารถสร้างตารางเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจต่างๆ ได้ดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 2.9 เปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจต่างๆ

เกณฑ์	ราคา	คุณภาพ	ความตรงต่อเวลา	ความน่าเชื่อถือ
ราคา	1	1/3	1	3
คุณภาพ	3	1	3	3
ความตรงต่อเวลา	1	1/3	1	1
ความน่าเชื่อถือ	1/3	1/3	1	1
ผลรวมแนวตั้ง	5.33	2.00	6.00	8.00

โดยค่าตัวเลขต่างๆ ที่เติมลงไปในตาราง มีความหมายดังนี้

- แถวทแยงมุมของตารางมีค่าเท่ากับ 1 เสมอ เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบของเกณฑ์ที่เหมือนกัน ทำให้มีความสำคัญเท่ากัน เช่น ราคาขายกับราคาขาย หรือคุณภาพวัตถุดิบกับคุณภาพวัตถุดิบ เป็นต้น
- แถวที่ 1 คอลัมน์ที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1/3 หมายความว่า ทางโรงงานให้ความสำคัญกับราคาขายของวัตถุดิบ “น้อยกว่า” คุณภาพของวัตถุดิบ
- แถวที่ 1 คอลัมน์ที่ 3 มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่า ทางโรงงานให้ความสำคัญกับราคาขายของวัตถุดิบ “เท่ากับ” การตรงต่อเวลาของร้านค้า
- แถวที่ 1 คอลัมน์ที่ 4 มีค่าเท่ากับ 3 หมายความว่า ทางโรงงานให้ความสำคัญกับราคาขายของวัตถุดิบ “มากกว่า” ความน่าเชื่อถือของร้านค้า เป็นต้น

3) คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญเกณฑ์การประเมิน สามารถทำได้โดยการปรับ “ผลรวม” ของแต่ละคอลัมน์ให้เท่ากับ 1 จากนั้นก็คำนวณผลรวมของแต่ละแถว และหารผลรวมดังกล่าวด้วย “จำนวน” ของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งในกรณีนี้คือ 4 (ราคา, คุณภาพ, ความตรงต่อเวลา และความน่าเชื่อถือ) ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญเกณฑ์

เกณฑ์	ราคา	คุณภาพ	ความตรงต่อเวลา	ความน่าเชื่อถือ	{(ผลรวมแนวนอน) / 4} x 100%
ราคา	0.19	0.17	0.17	0.38	23%
คุณภาพ	0.56	0.49	0.49	0.38	48%
ความตรงต่อเวลา	0.19	0.17	0.17	0.12	16%
ความน่าเชื่อถือ	0.06	0.17	0.17	0.12	13%
ผลรวมแนวตั้ง	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**100%**

จากผลการคำนวณสรุปได้ว่า ทางโรงงานให้ความสำคัญกับ "คุณภาพของสินค้า" มากที่สุด (48.4%) รองลงมาคือ ราคาขายของสินค้า (22.4%) ความตรงต่อเวลา (16.2%) และความน่าเชื่อถือ (13%) ตามลำดับ

4. นำทางเลือกที่กำหนดไว้ในตอนแรก ซึ่งก็ คือ ร้าน A, B และ C มาเปรียบเทียบผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจทีละเกณฑ์ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก ดังนี้

คุณภาพ	ร้าน A	ร้าน B	ร้าน C
ร้าน A	1	1/3	3
ร้าน B	3	1	3
ร้าน C	1/3	1/3	1
ผลรวมแนวตั้ง	**4.33**	**1.67**	**7**

วัตถุดิบจากร้าน A มีคุณภาพมากกว่าวัตถุดิบจากร้าน C แต่น้อยกว่าร้าน B

ปรับให้ผลรวมของแต่ละคอลัมน์เท่ากับ 1 และหาผลรวมแนวนอน หารด้วยจำนวนตัวเลือก ซึ่งในกรณีนี้คือ 3 (ร้าน A, ร้าน B, และร้าน C)

คุณภาพ	ร้าน A	ร้าน B	ร้าน C	{(ผลรวมแนวนอน) / 3} x 100%
ร้าน A	0.23	0.20	0.43	29%
ร้าน B	0.69	0.60	0.43	57%
ร้าน C	0.08	0.20	0.14	14%
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	100%

จากผลการคำนวณพบว่า ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจเรื่อง "คุณภาพของสินค้า" ร้าน B มาเป็นอันดับหนึ่ง (57%) ร้าน A มาเป็นอันดับสอง (29%) และร้าน C มาเป็นอันดับสาม (14%) จากนั้นทำการเปรียบเทียบในทำนองเดียวกันนี้กับเกณฑ์การตัดสินใจอื่นๆ ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

ทางเลือก	ระดับคะแนนของแต่ละเกณฑ์การตัดสินใจ			
	ราคา	คุณภาพ	ความตรงต่อเวลา	ความน่าเชื่อถือ
ร้าน A	33%	29%	32%	43%
ร้าน B	10%	57%	22%	47%
ร้าน C	57%	14%	46%	10%

จากผลการวิเคราะห์เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจทั้งหมด พบว่า แต่ละร้านมีจุดเด่นแตกต่างกันไป กล่าวคือ ร้าน B มีจุดเด่นในเรื่องคุณภาพของวัตถุดิบและความน่าเชื่อถือของร้าน (เช่น การมีชื่อเสียงในทางที่ดีมายาวนาน มีความมั่นคงหรือความซื่อสัตย์ เป็นต้น) แต่ในทางกลับกันก็มีราคาขายสูงที่สุดด้วย ทางด้านร้าน C มาเป็นอันดับหนึ่งในเรื่องของความตรงต่อเวลาและราคาของวัตถุดิบที่ค่อนข้างถูก แต่คุณภาพต่ำกว่าทั้งสามร้าน ส่วนร้าน A มีระดับเกณฑ์การตัดสินใจทุกเกณฑ์อยู่กลางๆ ระหว่างร้าน B และร้าน C ซึ่งขั้นตอนที่ทางโรงงานจะดำเนินการต่อไปคือ การคำนวณหาลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกในภาพรวม ดังนี้

ทางเลือก	ราคา (22%)	คุณภาพ (48%)	ความตรงต่อเวลา (16%)	ความน่าเชื่อถือ (13%)	ลำดับความสำคัญรวม
ร้าน A	(0.33) (0.22) + (0.29) (0.48) + (0.32) (0.16) + (0.43) (0.13) = 32%				
ร้าน B	(0.10) (0.22) + (0.57) (0.48) + (0.22) (0.16) + (0.47) (0.13) = 39%				
ร้าน C	(0.57) (0.22) + (0.14) (0.48) + (0.46) (0.16) + (0.10) (0.13) = 28%				

ผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ปรากฏว่า ร้าน B มีความน่าสนใจมากที่สุด ตามด้วยร้าน A และร้าน C ตามลำดับ ดังนั้น ทางโรงงานจึงมีเหตุผลสนับสนุนเพียงพอที่จะเลือกร้าน B ในการสั่งซื้อวัตถุดิบ ถึงแม้ว่าวัตถุดิบที่ได้จากร้าน B จะมีราคาสูงกว่าร้านอื่นก็ตาม

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้องสมุดงานวิจัย

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พูลศิริ โชคสมบูรณ์และวีระศักดิ์ อุดมโชค (2542) ได้ศึกษาการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติจากแผ่นดินถล่มบริเวณลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้ข้อมูลสภาพธรณีสัณฐาน ลักษณะทางธรณีวิทยา การใช้ประโยชน์ที่ดิน และความลาดชันของพื้นที่ เพื่อกำหนดระดับความรุนแรงและระดับความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินถล่มเป็น 4 ระดับ คือ ระดับสูง ปานกลาง ต่ำ และไม่เสี่ยงภัยพิบัติ จากผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนักมีความเสียงภัยพิบัติจากแผ่นดินถล่มค่อนข้างต่ำ บริเวณที่มีความเสี่ยงภัยพิบัติส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาหินแกรนิต มีความลาดชันสูง และพื้นที่ป่าไม้ถูกเปลี่ยนเป็นสวนยางพารา

สราวุธ นาแรมงาม (2539) ได้ศึกษาการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อหาปัจจัยชีวกายภาพที่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ในลุ่มน้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้แผนที่ความลาดชัน ธรณีวิทยา การใช้ประโยชน์ที่ดิน และระบบทางน้ำของลุ่มน้ำย่อย 2 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำคลองกระทูน และลุ่มน้ำคลองดินแดง จากผลการศึกษาพบว่า พื้นที่แผ่นดินถล่มทั้งหมด 14.75 ตารางกิโลเมตร นั้น ประมาณร้อยละ 6.19 เกิดในพื้นที่ที่มีความลาดเทสูงระหว่าง 17 องศา -35 องศา บนฐานธรณีที่เป็นหินแกรนิต และเกิดทั้งในพื้นที่ที่มีป่าไม้และยางพาราปกคลุมอยู่ พื้นที่แผ่นดินถล่มเพิ่มขึ้นตามความลาดเทที่เพิ่มขึ้น โดยเกิดสูงสุดในพื้นที่ที่มีความลาดเทสูงกว่า 35 องศา บริเวณที่เป็นหินแกรนิตจะมีแผ่นดินถล่มเกิดได้สูงสุด (ประมาณ 7.6%) ตามด้วยหินดินดานและหินชนวน และบริเวณทับถมสองฝั่งลำน้ำ ส่วนปัจจัยชีวภาพนั้นบริเวณเกิดแผ่นดินถล่มส่วนใหญ่พบในพื้นที่สวนยาง (7.5% ของพื้นที่สวนยาง) ในพื้นที่ป่า (5.98%) ส่วนร่องลึก (gullies) และทางน้ำลำดับต่างๆ มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มน้อยในพื้นที่นี้

กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี (2548) ได้ทำการศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ประชาชน ในหมู่บ้านได้รับข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยจากดินถล่ม ระบบแจ้งเตือนภัย และแผนบรรเทาภัย การศึกษาได้ใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ นำมาช่วยในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม ซึ่งกองธรณีวิทยาได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยที่สามารถก่อให้เกิดดินถล่ม ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม หรือการขยายพื้นที่เกษตรกรรม สภาพทางธรณีวิทยา โดยการเกิดดินถล่มจะเกิดในช่วงที่ฝนตกชุกหนาแน่นของดินที่ถึงจุดอิ่มตัวด้วยน้ำ จนกระทั่งเกิดดินถล่มพร้อมกับมีการโค่นล้มของต้นไม้ น้ำส่วนเกินจะไหลบ่ากัดเซาะพัดพาตะกอนและต้นไม้ที่โค่นล้มไหลทะลักไปกับกระแสน้ำอย่างรุนแรงเกิดเป็นน้ำป่าไหลหลาก ซึ่งความรุนแรงของกระแสน้ำนอกจากขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนแล้ว ความลาดชันและขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นปัจจัยโดยตรงต่อระดับความรุนแรงของกระแสน้ำป่าไหลหลากจากการศึกษาพบว่าหมู่บ้านที่มีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเกิดดินถล่ม หรือน้ำป่าไหลหลาก โดยปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงของพื้นที่คือ ปริมาณน้ำฝนซึ่งมีปริมาณมากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อวัน รวมถึงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง

Dorji Gyeltshen (2550) ได้ทำการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มบริเวณดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยที่จะเกิดดินถล่มและพื้นที่หมู่บ้านที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากการเกิดดินถล่ม โดยในการศึกษามีการกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ความลาดชัน ลักษณะธรณีวิทยา การใช้ที่ดินและ ระยะทางใกล้-ไกลจากแม่น้ำ โดยมีการให้ความสำคัญ และมีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย โดยการให้น้ำหนักปัจจัยแต่ละปัจจัย ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์จากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เพื่อกำหนดตำแหน่งและความสำคัญของปัจจัย โดยได้มีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งจากตาราง ผู้ศึกษาให้ความสำคัญ คือ

1) ความลาดชัน เนื่องจากพื้นที่มีลักษณะเป็นพื้นที่สูงมีความลาดชันสูง ซึ่งความลาดชันมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดดินถล่ม กล่าวคือ การเกิดดินถล่มการเคลื่อนที่ของมวลดินและหินลงมาตามลาดเขาด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงโลก

2) ลักษณะทางธรณีวิทยา เป็นปัจจัยผู้ศึกษาให้ความสำคัญรองลงมา เนื่องจากคุณสมบัติ โครงสร้าง ของหินแต่ละชนิด มีความแตกต่างกัน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของมวลดินในการเกิดดินถล่มอย่างมาก เช่น พื้นที่ที่เป็นหินแข็งเนื้อแน่นแต่ผุง่าย เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดดินถล่มได้ง่าย

3) การใช้ประโยชน์ที่ดิน ผู้ศึกษาให้ความสำคัญกับการใช้ที่ดินในการเกษตรสูงสุด และรองลงมาคือการสร้างที่อยู่อาศัย เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เป็นพื้นที่สูง ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 2 ประเภท ทำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ ส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดดินถล่มเพิ่มขึ้น

4) ระยะห่างจากทางน้ำ ผู้ศึกษาให้คะแนนพื้นที่ที่มีระยะทางห่างจากทางน้ำในช่วง 50 เมตร มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มสูง และที่มีระยะทางห่างจากทางน้ำมากกว่า 50 เมตร มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มน้อย

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2550) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์และวางแผนจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าสาเหตุการเกิดโคลนถล่มในครั้งนี้เกิดจากฝนตกอย่างหนักและตกติดต่อกัน เป็นเวลานานตลอดทั้งวัน ในช่วงวันที่ 8-9 ตุลาคม 2549 ปริมาณน้ำฝนวัดได้ที่ดอยอ่างขางรวม 173 มิลลิเมตรต่อวัน ในขณะที่ค่าเฉลี่ยในรอบ 5 ปี (พ.ศ. 2545 – 2549 จากจุดสถานีดอยอ่างขาง) พบว่า ปริมาณน้ำฝนมีค่าเฉลี่ยรวม 173 มิลลิเมตรต่อเดือน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำฝนจำนวน 2 วัน เทียบเท่าปริมาณเฉลี่ยทั้งเดือน ซึ่งมีปริมาณในระดับมาก ประกอบกับพื้นที่ที่เกิดดินโคลนถล่มเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันที่สูงมากกว่า 50 องศา และมีลักษณะโครงสร้างของหินเป็นแบบหินซึ่งเป็นโครงสร้างที่แตกหักง่าย มีความเชื่อมแน่นของหินต่ำ เมื่อรวมทั้งสามเหตุการณ์เข้าด้วยกัน ทำให้ชั้นหินหรือมวลดินอุ้มน้ำจนเต็มที่ ส่งผลให้เกิดการไหลลงมาตามแรงโน้มถ่วงของโลก ตามร่องเขา ร่องแม่น้ำ เมื่อแต่ละร่องแม่น้ำแต่ละสายไหลมารวมกัน

ทำให้เกิดการสะสมกันเป็นมวลดินขนาดใหญ่ มีอัตราเร่งการเคลื่อนที่ที่เพิ่มขึ้น สามารถนำพามวลดิน หรือมวลหินต่างๆ ให้มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นจนทำให้เกิดการถล่มของหน้าดินไหลเข้าสู่ชุมชนบ้านยางและหมู่บ้านใกล้เคียงทำให้มีผู้เสียชีวิต จำนวน 7 คน และบาดเจ็บ 12 คน บ้านเรือนที่พักอาศัยเสียหาย ทั้งหลัง จำนวน 31 หลัง และเสียหายบางส่วน จำนวน 48 หลัง พืชผลทางการเกษตรเสียหาย 9,390 ไร่ และสิ่งของที่เป็นสาธารณประโยชน์เสียหายจำนวนมาก คิดเป็นมูลค่าความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อมประมาณ 638,859,682 บาท โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการหลวงดอยคำ ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่หมู่บ้านยาง เขต อบต. แม่งอน

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและกรมอุตุนิยมวิทยา (2550) ได้ศึกษาการบูรณาการข้อมูลและการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์และวางแผนจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มบริเวณอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่าสาเหตุการเกิดดินถล่มที่อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน เกิดจากลักษณะภูมิประเทศบริเวณอำเภอปายมีเทือกเขาอยู่จำนวนมากโดยมีที่ราบทางตอนกลางของอำเภอมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ ประกอบกับความชันลาดของภูเขาบริเวณอำเภอปายที่มีความชันค่อนข้างสูง เมื่อฝนตกต่อเนื่องเป็นเวลานานทำให้น้ำใต้ผิวดินมีระดับสูงขึ้นจนไหลภายในช่องว่างของอนุภาคดินลงมาตามความชันของลาดเขาด้วยอัตราความเร็วถึงบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความชันของลาดเขามากจากจุดที่มีความลาดชันน้อยไปบริเวณที่มีความลาดชันมากขึ้น จะทำให้เกิดรูปร่างของลาดเขาเป็นแบบโค้งออกข้างนอก (Convex Form) ระดับน้ำใต้ดินจะสูงมากจนโผล่ขึ้นมาบนผิวดิน เป็นน้ำผุดหรือ Spring และ จะพาอนุภาคดินออกมากับน้ำด้วย เมื่อน้ำทำลายแรงเกาะยึดระหว่างมวลดินประกอบกับน้ำหนักของน้ำที่เพิ่มขึ้นในมวลดินทำให้แรงต้านทานการเลื่อนไถลลดลงมากหรือเท่ากับศูนย์ จึงเกิดดินเลื่อนไหลลงมาจากบริเวณนี้เป็นจุดแรก ดังนั้นหากดินบริเวณ เชิงเขาด้านล่าง (Toe Slope) ถูกพัดพาออกไปเสถียรภาพของลาดเขาจะสูญเสียไป และดินบริเวณเทือกเขา อิ่มน้ำ ดินบนลาดเขาซึ่งมีน้ำปนอยู่มากและมีแรงต้านทานของการเลื่อนไถลน้อย จะทำให้ไหล่เขาถล่มลงมา จึงทำให้เกิดดินถล่มต่อเนื่องขึ้นไปบริเวณลาดเขาตอนบน เมื่อเกิดแผ่นดินเลื่อน แผ่นดินถล่มแล้ว เกิดโคลนถล่มตามมาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วลงมาสู่พื้นที่บริเวณที่ราบเชิงเขา ซึ่งความรุนแรงของแผ่นดินถล่มมีองค์ประกอบขึ้นอยู่กับปริมาณฝนที่ตกบนภูเขา ความลาดชันของภูเขา ความสมบูรณ์ของป่าไม้ และลักษณะทางธรณีวิทยาของภูเขา ผลจากการบูรณาการข้อมูลโดยการปรับฐานข้อมูลให้ทันสมัยนำมาวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม พบว่าบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิด ดินถล่มที่อยู่ในเกณฑ์สูง ซึ่งเป็นพื้นที่ ที่มีความลาดชันสูง ได้แก่ ตำบลแม่นาเติง บริเวณตอนบนและทางตอนใต้ที่ติดกับตำบลทุ่งยาว ตำบลเวียงเหนือ บริเวณตอนบนและตอนใต้บางส่วน ตำบลแม่ฮี้ และตำบลโป่งสา บริเวณตะวันออก และตำบลทุ่งยาว บริเวณตอนบนของตะวันออก

นภธิดา หันหาบุญ (2552) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ และสมการถดถอยลอจิสติก เพื่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มที่ได้จากการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ โดยใช้

ปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดย้อนหลัง 30 ปี จำแนกเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและพื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม เท่ากับ 1,731.36 ตารางกิโลเมตร และ 5,778.77 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 23.06 และ 76.94 ของพื้นที่ ในขณะที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มที่ได้จากสมการถดถอยลอจิสติก โดยใช้ปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นจริงในวันที่ 22 พฤษภาคม 2549 จำแนกเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและพื้นที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม เท่ากับ 3,207.34 ตารางกิโลเมตร และ 4,302.8 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 42.7 และ 57.29 ของพื้นที่ค่าความถูกต้องของการทำนายที่ได้จากการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่เปรียบเทียบกับการทำนายที่ได้จากสมการถดถอยลอจิสติก เท่ากับ 68.11 และดัชนี Kappa เท่ากับ 0.36 พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มที่ได้จากการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่เปรียบเทียบกับพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่มจริงเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2549 มีค่าความถูกต้องของการทำนายเท่ากับ 80.09 และดัชนี Kappa เท่ากับ 0.60 ในขณะที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มที่ได้จากสมการถดถอยลอจิสติกเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่มจริง เมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2549 มีค่าความถูกต้องของการทำนายเท่ากับ 66.67 และดัชนี Kappa เท่ากับ 0.34 จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่มีความเหมาะสมในการใช้ประเมินพื้นที่เสี่ยงมากกว่าการใช้สมการถดถอยลอจิสติกในการทำนาย

วรรธนัย คูทองกุล (2552) ได้ศึกษาการวิเคราะห์พิบัติภัยดินถล่มในพื้นที่อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา มีการกำหนดปัจจัยทางกายภาพที่มีผลกระทบต่อการเกิดดินถล่ม โดยพิจารณาจากภาพรวมของสภาพทางกายภาพในพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มขึ้นก่อนแล้ว สามารถแยกปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่ม ได้ดังนี้

1. ความลาดชัน (Slop angle-S) ความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยหลักที่นำไปสู่การเกิดดินถล่ม จากการคำนวณช่วงความชันด้วยวิธีตรีโกณมิติที่หาจากการแก้สมการที่ทราบถึงข้อมูลพิกัดความสูง โดยพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงจะมีโอกาสเกิดดินถล่มสูงกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ

2. ชนิดหิน (Rock Unit-RU) ดินถล่มส่วนใหญ่เกิดในบริเวณที่มีดินร่วน (Loose Soils) ปกคลุมเป็นชั้นหนา เมื่อฝนตกหนักมากหรือตกติดต่อกันเป็นเวลาหลายวันทำให้มีปริมาณน้ำฝนที่สูง น้ำฝนที่ซึมลงไปในดินทำให้ปริมาณน้ำและแรงดันน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นจนเข้าสู่สภาวะวิกฤตจึงไปกระตุ้นให้เกิดดินถล่ม ชนิดดินและความหนาของชั้นดินเป็นผลมาจากอิทธิพลของชนิดหินหรือสภาพธรณีวิทยา ดังนั้นปัจจัยทางด้านธรณีวิทยาโดยเฉพาะอย่างยิ่งหินซึ่งมีแร่เฟลด์สปาร์เป็นส่วนประกอบ อันเป็นแร่ที่เกิดการผุพังได้ง่ายจากปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดจากน้ำที่เข้าไปยังตัวแร่ เช่น หินเถ้าภูเขาไฟและหินแกรนิต จึงมีส่วนสำคัญยิ่งในการเกิดดินถล่ม

3. การใช้ที่ดิน (Land use-L) ลักษณะการใช้ที่ดินมีผลต่อการเกิดดินถล่ม อันได้แก่ สภาพป่าไม้ที่ความอุดมสมบูรณ์ของป่าอยู่นั้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่ม บริเวณที่ป่าไม้ถูกทำลายมากสภาพป่าที่เสื่อมโทรมนั้น รากต้นไม้ใหญ่ที่เคยทำหน้าที่ยึดชั้นดินจะผุสลาย ทำให้การยึดเกาะแข็งแรงของชั้นดินสูญสิ้นไปจนนำไปสู่การเกิดดินถล่มในที่สุด การตัดถนนบริเวณไหล่

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

เขาก็เป็นเหตุผลหนึ่งที่ไปทำลายความสมดุลการวางตัวของชั้นหิน ทำให้เกิดการถล่มของมวลดินที่มีการวางตัวอยู่อย่างไม่เหมาะสม อีกทั้งการทำการเกษตรที่มีการถางป่า เพื่อทำการเกษตรกรรมบริเวณที่มีความสูงชัน ทำให้สภาพของดินที่เคยมีรากไม้เกาะเสริมความแข็งแรงของหน้าดินหมดลง ทำให้เกิดการถล่มของดินได้ง่ายขึ้นอีกประการหนึ่ง การใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่ศึกษาแบ่งออกเป็นสี่ประเภท ได้แก่ แหล่งน้ำ ป่าไม้ ชุมชนและเกษตรกรรม

4. ระยะห่างจากทางน้ำ (Stream Buffer) พื้นที่ที่มีระยะห่างจากทางน้ำน้อยมีโอกาสเกิดดินถล่มมากกว่าพื้นที่ที่ไกลออกไป โดยในการศึกษาครั้งนี้กำหนดระยะห่างเป็น 50 เมตร

กนกพร เปรมภูติ (2551) ศึกษาการวิเคราะห์พิบัติภัยดินถล่มในพื้นที่ตำบลยางเปียง ตำบลแม่ตื่น และตำบลม่อนจอง อำเภอออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มต่ำ คิดเป็นร้อยละ 7.32 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด มีความลาดชันอยู่ในช่วง 0 – 15 องศาพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าชนิดหินที่รองรับเป็นหินตะกอนคาร์บอเนตและหินตะกอนเนื้อเม็ด พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 74.11 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด มีความลาดชันอยู่ในช่วง 15 – 30 องศาพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชน ชนิดหินที่รองรับเป็นหินตะกอนกึ่งแข็งตัวและตะกอนไม่แข็งตัว และพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มสูงคิดเป็นร้อยละ 18.58 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด มีความลาดชัน มากกว่า 30 องศา พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ชนิดหินที่รองรับเป็นหินแกรนิต หินไนส์ และหินภูเขาไฟซึ่งเป็นหินที่มีอัตราการผุพังสูง และจากการตรวจสอบทางภาคสนามพบจุดที่เกิดดินถล่มอยู่ในบริเวณที่มีโอกาสเกิดดินถล่มสูง ถึงร้อยละ 79.16

กาญจนา ศรเทียน และคณะ (2549) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงแผ่นดินถล่มโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล โดยใช้ปัจจัยที่เป็นสาเหตุการเกิดแผ่นดินถล่ม 4 ปัจจัยหลัก คือ 1) ลักษณะภูมิประเทศ ประกอบด้วย ตัวแปรความลาดชัน และความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 2) ลักษณะทางอุทกวิทยาและปฐพีวิทยา ได้แก่ ชนิดหิน รอยเลื่อน การไหลบ่าของน้ำหน้าดิน ระยะห่างจากลำน้ำ และดิน 3) ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและดัชนีพืชพรรณ 4) ลักษณะภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงแผ่นดินถล่มได้ใช้แบบจำลองจำนวน 8 แบบจำลอง แบ่งเป็นวิธีการใช้ค่าน้ำหนักจากผู้เชี่ยวชาญ 2 แบบจำลอง และวิธีการทางสถิติ 6 แบบจำลอง แล้วทำการคัดเลือกแบบจำลองที่มีความถูกต้องสูงสุดจากการซ้อนทับด้วยพื้นที่ที่เคยเกิดแผ่นดินถล่ม

บุญชุบ บุ้งทอง (2544) ได้ศึกษาการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติแผ่นดินถล่มในจังหวัดจันทบุรี จากผลการศึกษาพบว่าปัจจัยทางกายภาพที่ก่อให้เกิดแผ่นดินถล่ม ได้แก่ ความชันของความลาดเท ลักษณะหินฐานทางธรณีวิทยาเป็นหินแกรนิต และระดับความสูงของภูมิประเทศมีอิทธิพลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ส่วนผลการวิเคราะห์ดัชนีความอ่อนไหวต่อการถล่มและค่าระดับความเสี่ยงพบว่า ความลาดชัน 15-30 % ลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นหินฮอร์นเบลนด์ไบโอไทต์แกรนิต การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าไม้ และลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทรายของชุดดิน หน่วยผสมพื้นที่สูงชัน มีค่าดัชนีความอ่อนไหวต่อการเกิดการถล่ม และค่าความเสี่ยงสูง