บทที่ 2

ผลงานศึกษาและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

แหล่งน้ำจืดตามธรรมชาติ

แหล่งน้ำจืดตามธรรมชาติ ได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง และทะเลสาบ ซึ่งเมื่อพิจารณาในภาพรวมของทั้งประเทศแล้วสามารถแบ่งพื้นที่ของประเทศออกเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำ

พื้นที่ลุ่มน้ำ หมายถึง บริเวณพื้นที่ที่ครอบคลุมลำน้ำธรรมชาติตอนใดตอนหนึ่งเหนือจุดที่กำหนดในลำน้ำนั้น ทำหน้าที่เป็นแหล่งรวมน้ำทั้งที่ไหลลงมาบนผิวดินและที่ซึมออกจากดินให้ระบายลงสู่ลำน้ำและไหลไปยังจุดที่กำหนด พื้นที่ลุ่มน้ำจึงเปรียบเสมือนหลังคาบ้านรองรับน้ำฝน และลำเลียงน้ำลงสู่รางน้ำเพื่อให้ไหลลงสู่ภาชนะเก็บกัก (กรมชลประทาน, 2551)

การแบ่งลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำย่อย

สถาบันอุทกวิทยาแห่งชาติ โดยคณะอนุกรรมการจัดทำมาตรฐานข้อมูล ได้ดำเนินการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำ (watershed boundary) โดยอาศัยแผนที่ขนาดมาตราส่วน 1: 50,000 และแม่น้ำสายหลักหรือลักษณะของพื้นที่เป็นหลักในการกำหนด ขอบเขตลุ่มน้ำรวมทั้งเป็นหลักในการเรียกชื่อลุ่มน้ำ ซึ่งได้กำหนดลุ่มน้ำหลักของประเทศไทยออกเป็น 25 ลุ่มน้ำ ในแต่ละลุ่มน้ำหลัก (ตารางที่ 2.1 และภาพที่ 2.1) ยังแบ่งออกเป็นลุ่มน้ำสาขา ซึ่งนับรวมจำนวนทั้งหมดเป็น 256 ลุ่มน้ำสาขา (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2551)

การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

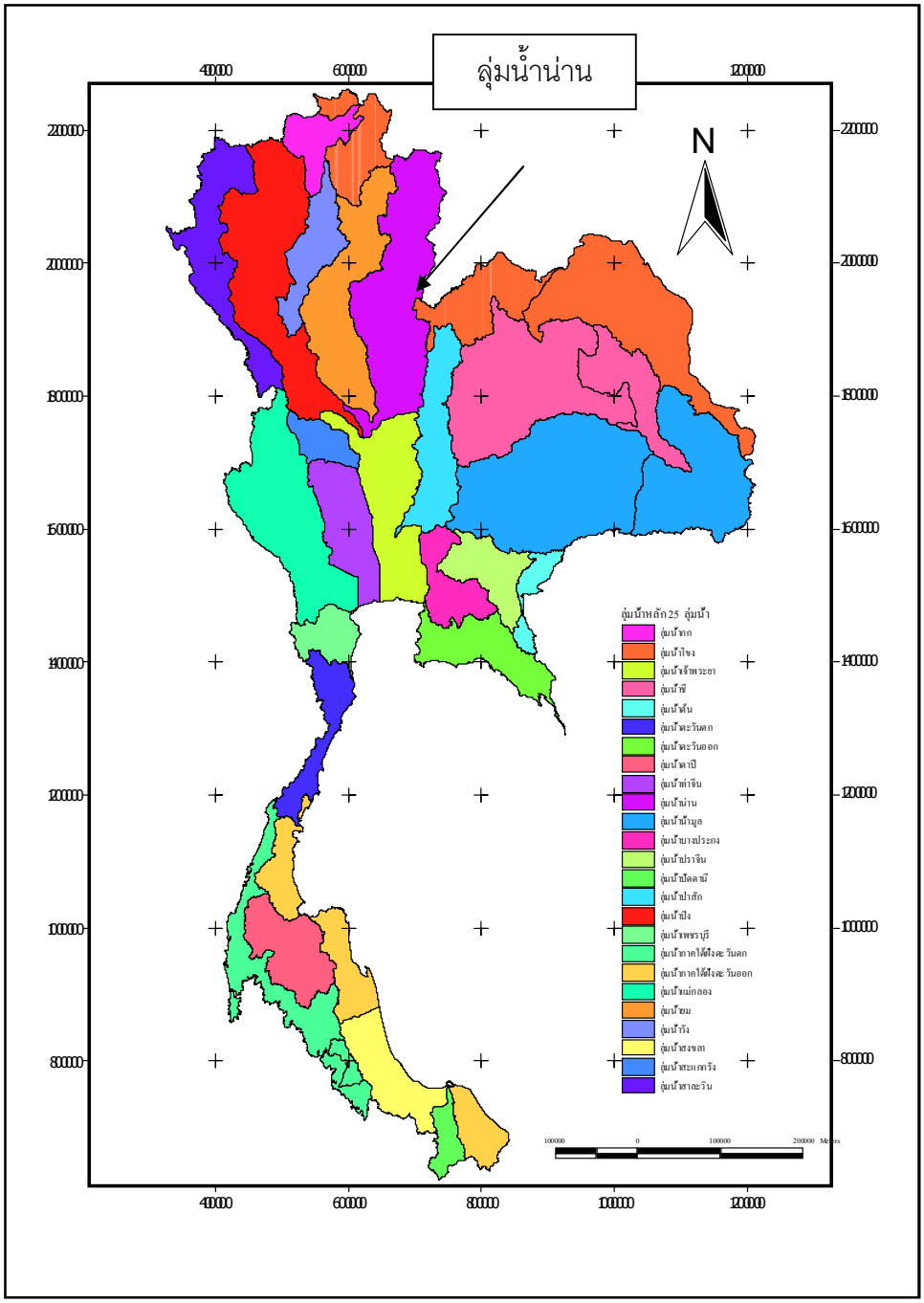
ในปัจจุบันได้มีการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทย เพื่อให้การใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม ซึ่งหลักเกณฑ์ในการกำหนดชั้นคุณภาพของลุ่มน้ำได้กำหนดจากปัจจัยด้านกายภาพ ซึ่งมีผลต่อกระบวนการทางอุทกวิทยาและมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงได้ยากรวม 6 ประการ คือ (1.) สภาพภูมิประเทศ (2.) ระดับความลาดชัน (3.) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (4.) ลักษณะทางธรณีวิทยา (5.) ลักษณะทางปฐพีวิทยา และ (6.) สภาพป่าไม้ที่เหลืออยู่ในปัจจุบัน

ตารางที่ 2.1
ลุ่มน้ำหลัก 25 ลุ่มน้ำและพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร) ของประเทศไทย

ชื่อลุ่มน้ำ	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร)
1. สาละวิน	17,920
2. โขง	57,422
3. กก	7,895
4. ชี	49,477
5. มูล	69,700
6. ปิง	33,898
7. วัง	10,791
8. ยม	23,616
9. น่าน	34,330
10. เจ้าพระยา	20,125
11. สะแกกรัง	5,191
12. ป่าสัก	16,292
13. ท่าจีน	13,682
14. แม่กลอง	30,837
15. ปราจีนบุรี	10,481
16. บางปะกง	7,978
17. โตนเลสาบ	4,150
18. ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันออก	13,830
19. เพชรบุรี	5,603
20. ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก	6,745
21. ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	26,353
22. ตาปี	12,225
23. ทะเลสาบสงขลา	8,495
24. ปัตตานี	3,858
25. ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	21,172
รวมพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด	512,066

ที่มา: กรมชลประทาน, 2551

ภาพที่ 2.1
พื้นที่ลุ่มน้ำหลัก 25 ลุ่มน้ำ



ที่มา: พัฒนาจากกรมทรัพยากรน้ำ, 2548

พื้นที่ทั้งหมดของลุ่มน้ำถูกจำแนกออกเป็น 5 ระดับชั้นคุณภาพตามลำดับความสำคัญในการควบคุมระบบนิเวศน์ของลุ่มน้ำ ดังนี้

1) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำที่ควรจะต้องสงวนรักษาไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารโดยเฉพาะ เนื่องจากมี ลักษณะและสมบัติที่อาจมีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินได้ง่ายและรุนแรง แบ่งออกเป็น 2 ระดับชั้นย่อย คือ

1.1) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 เอ (1A) หมายถึง พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ที่ยังคงมีสภาพป่าสมบูรณ์ปรากฏอยู่ในปี พ.ศ. 2525 ซึ่ง จำเป็นต้องสงวนรักษาไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารและเป็นทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ

1.2) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 บี (1B) หมายถึง พื้นที่ในลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ซึ่งสภาพป่าส่วนใหญ่ในพื้นที่ได้ถูกทำลายดัดแปลง หรือเปลี่ยนแปลงไปเพื่อพัฒนาการใช้ที่ดินรูปแบบอื่นก่อนหน้าปี พ.ศ. 2525

2) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำซึ่งมีค่าดัชนีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่คำนวณได้จากสมการอยู่ระหว่าง 1.5 ถึงน้อยกว่า 2.21 โดยลักษณะทั่วไปมีคุณภาพเหมาะสมต่อการเป็นต้นน้ำลำธารในระดับรองลงมา และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ เพื่อกิจการที่สำคัญได้ เช่น การทำเหมืองแร่ เป็นต้น

3) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำ ซึ่งมีค่าดัชนีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่คำนวณได้จากสมการอยู่ระหว่าง 2.21 ถึงน้อยกว่า 3.20 และพื้นที่โดยทั่วไปสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งกิจการทำไม้ เหมืองแร่ และปลูกพืชกสิกรรมประเภทไม้ยืนต้น

4) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 4 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำ ซึ่งมีค่าดัชนีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่คำนวณได้จากสมการอยู่ระหว่าง 3.20 ถึงน้อยกว่า 3.99 และสภาพป่าไม้ถูกบุกรุกแผ้วถางเป็นที่ใช้ประโยชน์เพื่อกิจการพืชไร่เป็นส่วนมาก

5) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 5 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำ ซึ่งมีค่าดัชนีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมากกว่า 3.99 ขึ้นไป ลักษณะโดยทั่วไปเป็น ที่ราบหรือที่ลุ่ม หรือเนินลาดเอียงเล็กน้อย และส่วนใหญ่ ป่าไม้ได้ถูกบุกรุกแผ้วถางเพื่อประโยชน์ด้านเกษตรกรรม โดยเฉพาะทำนา และกิจการอื่นๆ ไปแล้ว

ที่ตั้งลุ่มน้ำน่าน

ลุ่มน้ำน่านตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด คือ จังหวัดน่าน จังหวัดอุตรดิตถ์ จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดพิจิตร และจังหวัดนครสวรรค์ ลักษณะของลุ่มน้ำจะวางตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ โดยมีทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำโขง ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำเจ้าพระยา ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำโขงและลุ่มน้ำป่าสัก ทิศตะวันตกติดกับลำน้ำน่าน (กรมชลประทาน, 2551)

ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำน่าน

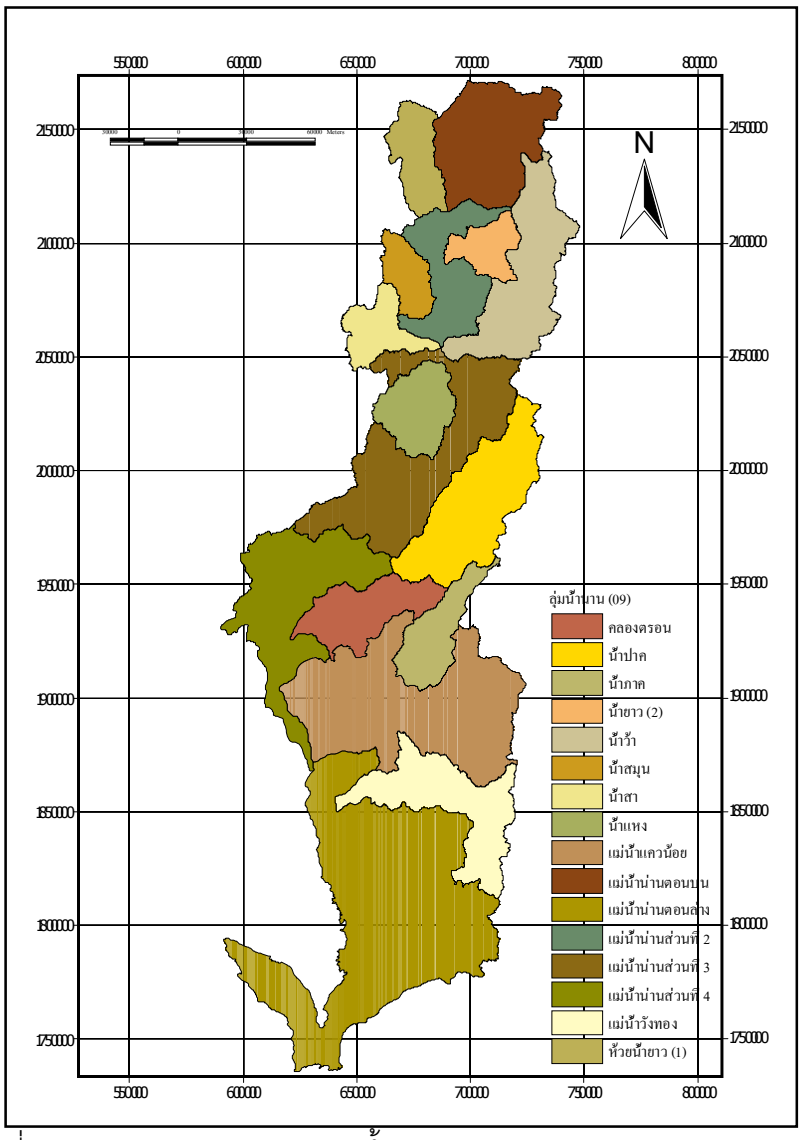
แม่น้ำน่าน มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาหลวงพระบาง ซึ่งเป็นเส้นแบ่งเขตแดนไทย - ลาว ไหลผ่านที่ราบระหว่างหุบเขาในเขตอำเภอเมือง และอำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน แล้วไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ พื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำน่านเป็นที่ราบสองฝั่งแม่น้ำ จากจังหวัดพิษณุโลก แม่น้ำน่านจะไหลคู่กับแม่น้ำยมลงมาบรรจบกันที่อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ และไหลผ่านบึงบอระเพ็ดทางฝั่งซ้าย ก่อนจะไหลลงแม่น้ำปิงที่อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของแม่น้ำเจ้าพระยา (กรมชลประทาน, 2551)

พื้นที่ลุ่มน้ำน่าน

ลุ่มน้ำน่าน อยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝน 34,330 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำไหลผ่านเฉลี่ยปีละ 9,158 ล้านลูกบาศก์เมตร ลักษณะทั่วไป สภาพภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน เป็นเทือกเขาและมีที่ราบในหุบเขา ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนล่าง เป็นที่ราบพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดพิจิตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำน่าน 1,242.7 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิรายเดือนเฉลี่ยระหว่าง 20.7-30.6 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นเฉลี่ยของประชากร 67.78 คนต่อตารางกิโลเมตร ปริมาณฝนรวมทั้งปีเฉลี่ยมากที่สุด 1,319.4 มิลลิเมตร ที่อำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน ปริมาณฝนรวมทั้งปีเฉลี่ยน้อยที่สุด 933.2 มิลลิเมตร ที่อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ปริมาณน้ำท่ามีค่าระหว่าง 0.98-28.6 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 10.7 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำหลากเฉลี่ยมีค่าประมาณ 1.27 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร อัตราการกัดเซาะหน้าดิน 0.09 มิลลิเมตรต่อปี (กรมชลประทาน, 2551)

ลุ่มน้ำน่าน ประกอบด้วย 16 ลุ่มน้ำย่อย คือ ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนบน ลุ่มน้ำสาขาห้วยน้ำยาว (1) ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านส่วนที่ 2 ลุ่มน้ำสาขาห้วยน้ำยาว (2) ลุ่มน้ำสาขาน้ำสมุน ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านส่วนที่ 3 ลุ่มน้ำสาขาน้ำสา ลุ่มน้ำสาขาน้ำว้า ลุ่มน้ำสาขาน้ำแหง ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านส่วนที่ 4 ลุ่มน้ำสาขาน้ำปาด ลุ่มน้ำสาขาน้ำคลองตรอน ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำแควน้อย ลุ่มน้ำสาขาน้ำภาค ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำวังทอง และลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนล่าง ตามภาพที่ 2.2 (กรมชลประทาน, 2551)

ภาพที่ 2.2
พื้นที่ลุ่มน้ำน่านและลุ่มน้ำสาขา



ที่มา: พัฒนาจากกรมทรัพยากรน้ำ, 2548

พื้นที่ลุ่มน้ำน่าน (เฉพาะในจังหวัดน่าน)

พื้นที่ลุ่มน้ำน่านเฉพาะใน จังหวัดน่าน มีพื้นที่ลุ่มน้ำ 11,820 ตารางกิโลเมตร แยกเป็นลุ่มน้ำย่อย 9 ลุ่มน้ำสาขา ได้แก่ ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านส่วนที่ 1 ลุ่มน้ำสาขาน้ำยาว (1) ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านส่วนที่ 2 ลุ่มน้ำสาขาห้วยน้ำยาว (2) ลุ่มน้ำสาขาน้ำสมุน ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านส่วนที่ 3 ลุ่มน้ำสาขาน้ำสา ลุ่มน้ำสาขาน้ำว้า ลุ่มน้ำสาขาน้ำแหง (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2
ลุ่มน้ำสาขาและขนาดพื้นที่ (ตารางกิโลเมตร) ในลุ่มน้ำน่าน
เฉพาะในเขตจังหวัดน่าน

ลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร)
น่านส่วนที่1	2,215
น้ำยาว(1)	863
น่านส่วนที่2	1,501
น้ำยาว(2)	600
สมุน	620
น่านส่วนที่3	1,951
สา	753
ว้า	2,233
แหง	1,034
รวมพื้นที่ทั้งหมด	11,820

ที่มา: สำนักโครงการขนาดใหญ่ กรมชลประทาน, 2550

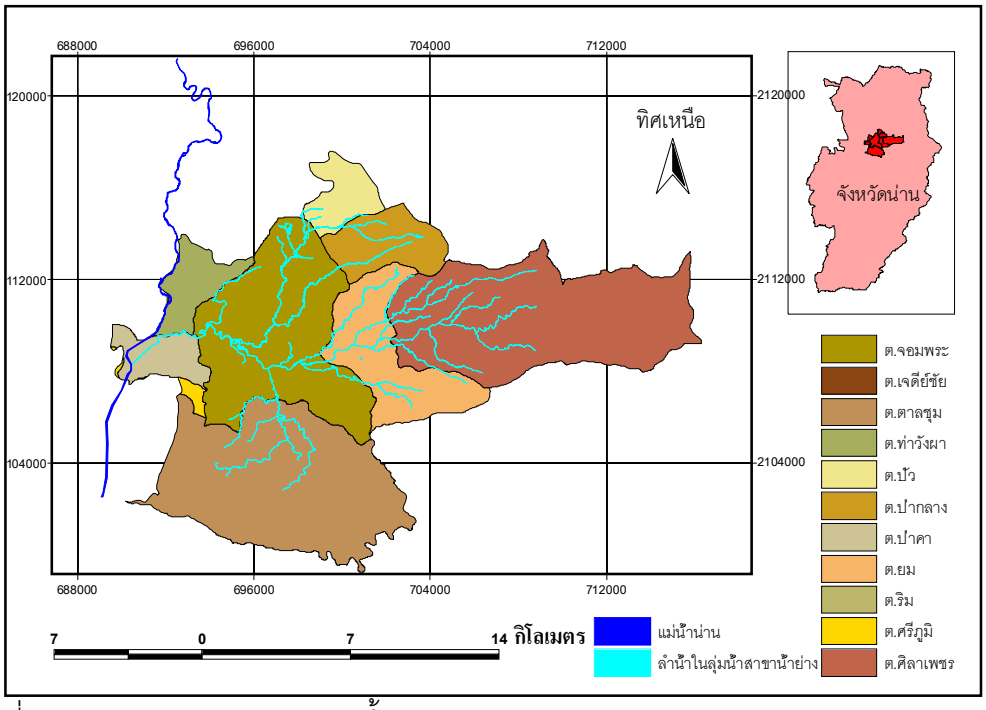
ที่ตั้ง และอาณาเขตลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง

พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่างเป็นลุ่มน้ำสาขาย่อยของลุ่มน้ำสาขาน่านส่วนที่ 2 (ภาพที่ 2.3) ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอปัว และอำเภอท่าวังผา ครอบคลุมพื้นที่ 11 ตำบล คือ ตำบลแงง ตำบลเจดีย์ชัย ตำบลศิลาเพชร ตำบลศรีภูมิ ตำบลริมตำบลป่าคา ตำบลป่ากลาง ตำบล ตำบลท่าวังผา ตำบลตาลชุม ตำบลยม และตำบลจอมพระ มีพื้นที่รับน้ำ 282.23 ตารางกิโลเมตร (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, 2550)

อาณาเขต

ทิศเหนือ	ติดกับพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน่านส่วนที่ 2 (อำเภอปัว)
ทิศใต้	ติดกับพื้นที่ลุ่มน้ำสาขายาว 2 (อำเภอปัวและสันติสุข)
ทิศตะวันออก	ติดกับพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา
ทิศตะวันตก	ติดกับพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน่านส่วนที่ 2 (อำเภอท่าวังผา)

ภาพที่ 2.3
พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง จังหวัดน่าน



ที่มา: พัฒนาจากกรมทรัพยากรน้ำ, 2548

ลักษณะภูมิอากาศ

เนื่องจากพื้นที่ลุ่มสาขาน้ำย่าง ไม่มีสถานีตรวจวัดภูมิอากาศในคาบ 30 ปี จึงใช้ข้อมูลจากสถานีที่อยู่ใกล้เคียง คือ ข้อมูลภูมิอากาศของ อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน เฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ. 2518-2547) ซึ่งมีลักษณะภูมิอากาศแบบมรสุมเมืองร้อน ได้รับอิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดเอาความหนาวเย็นจากประเทศไซบีเรีย พัดผ่านประเทศจีนเข้าสู่ภาคเหนือของประเทศไทย และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดเอาความชุ่มชื้นจากมหาสมุทรอินเดีย จึงทำให้อากาศหนาวเย็นมากในช่วงเดือนมกราคม และฝนตกหนักในช่วงเดือนสิงหาคม เนื่องจากมีภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาและป่าไม้จึงทำให้อุณหภูมิแตกต่างกันมาก โดยมีฤดูต่างๆ แบ่งตามเวลา คือ ฤดูร้อน เริ่มจากกลาง เดือนกุมภาพันธ์ จนถึงกลางเดือนพฤษภาคม มีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 40 องศาเซลเซียส ฤดูฝน เริ่มจากกลางเดือนพฤษภาคม จนถึงกลางเดือนตุลาคม มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27 องศาเซลเซียส ฤดูหนาว เริ่มจากกลางเดือนตุลาคมจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ มีอุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 20 องศาเซลเซียส จากสถิติภูมิอากาศ เฉลี่ย 30 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2518-2547 (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, 2550)

ปริมาณและการกระจายของฝน

พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง (ตารางที่ 2.3) มีปริมาณฝนตกตลอดปี 1,405.4 มิลลิเมตร เดือนที่มีฝนตก เฉลี่ยสูงสุดคือ เดือนสิงหาคม มีปริมาณน้ำฝน 288.9 มิลลิเมตร เดือนที่มีฝนตกเฉลี่ยน้อยที่สุดคือเดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำฝน 9.9 มิลลิเมตร การกระจายของฝน ฝนเริ่มตกในเดือนเมษายน เฉลี่ย 9 วันต่อเดือน และจำนวนวันฝนตกจะตกชุกช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน เฉลี่ยมีฝนตก 17 - 24 วันต่อเดือน เดือนที่มีวันที่ฝนตกมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม เฉลี่ย 24 วันต่อเดือน เดือนที่มีวันฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนกุมภาพันธ์ มีฝนตกเฉลี่ย 1 วันต่อเดือน รวมทั้งปีมีฝนตกเฉลี่ย 130 วัน (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, 2550)

ตารางที่ 2.3
สถิติน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์
อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน เฉลี่ยในคาบ 30 ปี
(พ.ศ. 2518 - 2547)

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)
มกราคม	10.1	2	20.6	78
กุมภาพันธ์	9.9	1	22.2	71
มีนาคม	33.7	5	25.9	67
เมษายน	98.8	9	28.3	69
พฤษภาคม	193.3	17	28.1	78
มิถุนายน	179.6	19	27.8	81
กรกฎาคม	269.9	22	27.1	84
สิงหาคม	288.9	24	26.9	85
กันยายน	202.8	19	26.7	85
ตุลาคม	80.9	9	25.7	83
พฤศจิกายน	26.4	4	23.0	80
ธันวาคม	11.1	2	20.2	78
รวมตลอดปี	1,405.4	130	25.2	78

ที่มา: สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 (2550), อ้างจากกรมอุตุนิยมวิทยา (2548)

อุณหภูมิ

อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 25.2 องศาเซลเซียส เดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด คือเดือนเมษายน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.3 องศาเซลเซียส และเดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดคือเดือนธันวาคม มีอุณหภูมิเฉลี่ย 20.2 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2.3) (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, 2550)

ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี ร้อยละ 78 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดคือเดือนสิงหาคม และเดือนกันยายน มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 85 เดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุดคือเดือนมีนาคม มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 67 (ตารางที่ 2.3) (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, 2550)

ลักษณะภูมิประเทศ

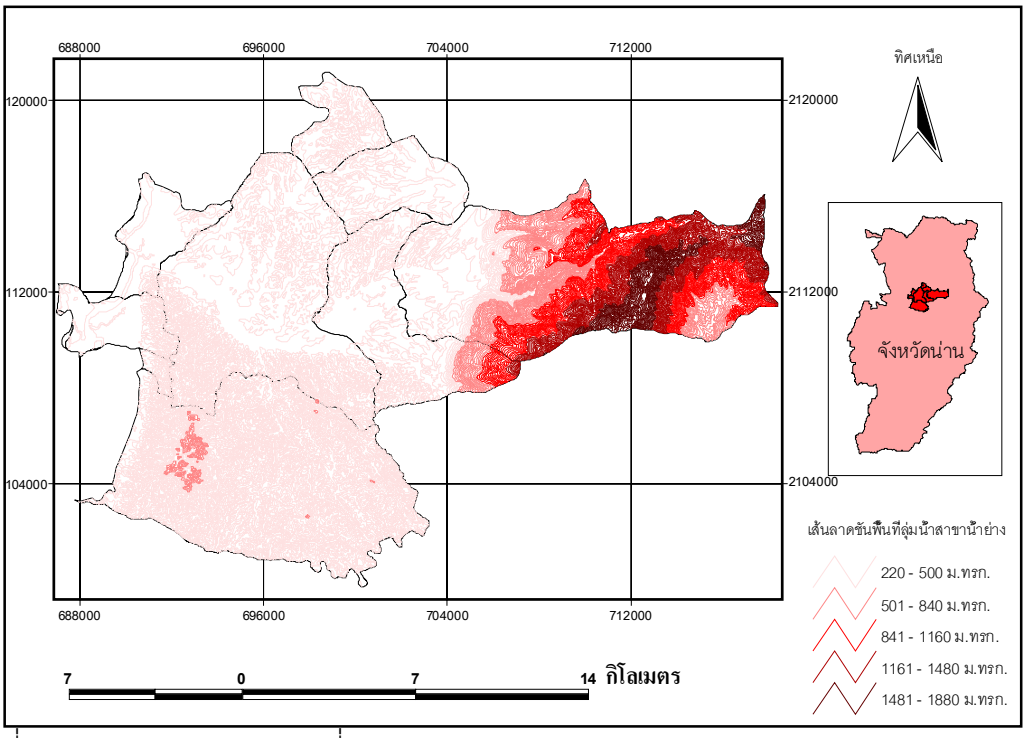
พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง อยู่สูง ประมาณ 220 – 1,880 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ลักษณะภูมิประเทศมีสภาพพื้นที่ตั้งแต่ราบเรียบจนถึงที่สูงชันมาก โดยมีสภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบและลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย 40.09 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดและลอนชัน 70.36 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เนินเขา 60.91 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน 80.09 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ลาดชันสูงและลาดชันเชิงซ้อน 30.78 ตารางกิโลเมตร (ตารางที่ 2.4 และ ภาพที่ 2.4) (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, 2550)

ตารางที่ 2.4
การจำแนกความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (เมตร)
ของพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง จังหวัดน่าน

ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (เมตร)	สภาพพื้นที่	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
0-220	ราบเรียบถึงค่อนข้างราบและลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย	40.09	14
220-500	ลูกคลื่นลอนลาดและลอนชัน	70.36	25
501-840	เนินเขา	60.91	22
1,161-1,480	ที่ลาดชันเชิงซ้อน	80.09	28
1,481-1, 880	ที่ลาดชันสูงและลาดชันเชิงซ้อน	30.78	11
รวมเนื้อที่		282.23	100

ที่มา: พัฒนาจากกรมพัฒนาที่ดิน, 2548

ภาพที่ 2.4
เส้นลาดชันพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง จังหวัดน่าน



ที่มา: พัฒนาจากกรมพัฒนาที่ดิน, 2548

ลักษณะของดิน

ลักษณะภูมิสัณฐานและวัตถุต้นกำเนิดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง จังหวัดน่าน (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7, 2550) แบ่งเป็น 4 ชุดดิน (ภาพที่ 2.5) คือ

1) ชุดดินน่าน (Nan series: Na) การจำแนกดิน fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Aeric Endoaqualfs การกำเนิด เกิดจากตะกอนน้ำพา บริเวณส่วนต่ำของสันดินริมน้ำ สภาพพื้นที่ ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ ความลาดชันร้อยละ 0-2 การระบายน้ำ ค่อนข้างเลว การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า การซึมผ่านได้ของน้ำ ช้า พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน นาข้าว อาจใช้ปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพด ถั่ว หรือพืชผัก ก่อนหรือหลังปลูกข้าว การแพร่กระจาย พบมากบริเวณภาคเหนือตอนบน โดยเฉพาะแม่น้ำน่าน การจัดเรียงชั้นดิน Apg-Btg

ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายแป้งหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาปนแดงหรือปนสีชมพู มีจุดประสีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกลาง (5.0-7.0) ดินล่างเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งถึงดินเหนียว สีเทาปนแดง มีจุดประสีน้ำตาลแก่หรือสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างปานกลาง 6.0 -8.0)

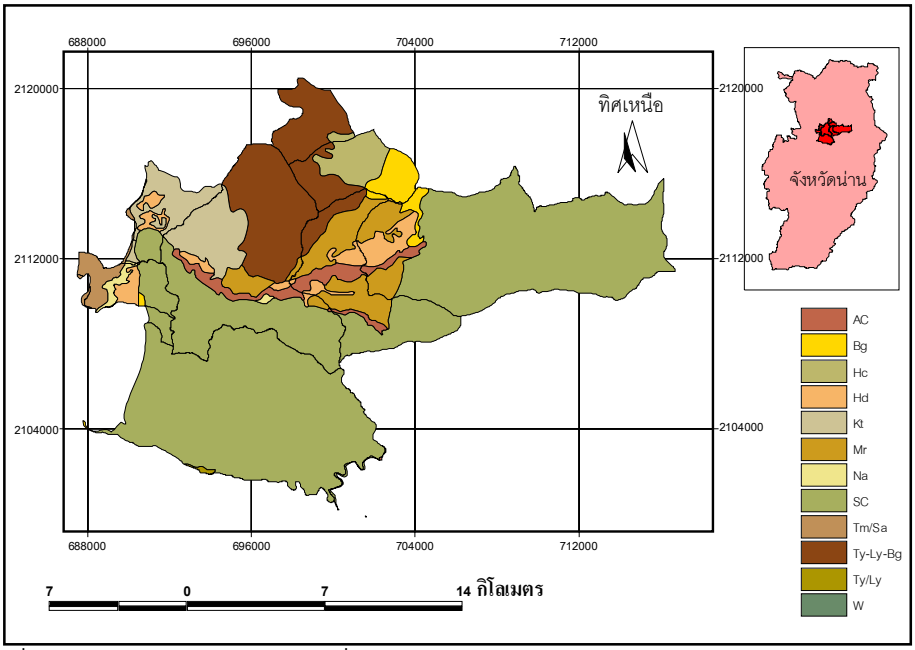
2) ชุดดินบ้านจ้อง (Ban Chong series: Bg) การจำแนกดิน Fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic (Kandic) Paleustults การกำเนิด เกิดจากการผุพังของหินตะกอนเนื้อละเอียดและหินที่แปรสภาพ เช่น หินดินดาน หินทรายแป้ง หินโคลน หินชนวน หินฟิลไลท์ เป็นต้น บริเวณพื้นที่ภูเขา และรวมถึงที่เกิดจากวัสดุดินหรือหินที่เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ๆ โดยแรงโน้มถ่วง บริเวณเชิงเขา หรือเกิดจากตะกอนดินที่ถูกน้ำพาบริเวณเนินตะกอนรูปพัด สภาพพื้นที่ ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงเป็นเนินเขา ความลาดชัน 3-35 % การระบายน้ำดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้าถึงเร็ว การซึมผ่านได้ของน้ำ ปานกลาง พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ป่าเบญจพรรณ พืชไร่ เช่น ข้าวโพด อ้อย ยาสูบ ข้าวไร่ สับปะรด และสวนผลไม้ เช่น มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย การแพร่กระจาย พบมากบริเวณภาคเหนือตอนบนและที่สูงตอนกลางของประเทศ การจัดเรียงชั้นดิน Ap(A)-Bt ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลเข้มถึงสีน้ำตาลปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (5.5-6.5) ดินล่างเป็นดินเหนียว สีแดงปน เหลือง ถึงสีแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (4.5-5.5)

3) ชุดดินแม่ริม (Mae Rim series: Mr) การจำแนกดิน Loamy-skeletal, mixed, isohyperthermic Typic (Kandic) Paleustults การกำเนิด ตะกอนน้ำพา ส่วนใหญ่เป็นพวกกรวดและหินมนเล็กบริเวณเนินตะกอน รูปพัด หรือตะพักลำน้ำ สภาพพื้นที่ ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงเป็นเนินเขา ความลาดชันร้อยละ 3-35 การระบายน้ำ ดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้าถึงเร็ว การซึมผ่านได้ของน้ำ ปานกลาง พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ป่าเต็งรัง พืชไร่ เช่น ข้าวโพด ถั่ว และใช้เป็นวัสดุทำถนน การแพร่กระจาย พบมากบริเวณภาคเหนือตอนบนและ ที่สูงตอนกลางของประเทศ การจัดเรียงชั้นดิน Ap(A)-Bt ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินตื้นหรือตื้นมากถึงชั้นก้อนกรวดและหินมนเล็กหนาแน่นตั้งแต่ภายใน 50 เซนติเมตร จากผิวดิน ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายปนดินร่วน อาจมีกรวดและ หินมนเล็กปะปน สีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลปนเทา ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (5.5-6.5) ดินล่างเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทราย มีกรวดและหิน

มนเล็กปะปนอยู่หนาแน่นมาก มากกว่าร้อยละ 35 โดยปริมาตร ดินล่างลึกๆ อาจเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลปนเหลืองถึงสีแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (4.5-5.5)

4) ชุดดินห้างฉัตร (Hang Chat series: Hc) การจำแนกดิน Fine-loamy, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandiustults การกำเนิด ตะกอนน้ำพา ส่วนใหญ่มาจากพวกหินแกรนิต และทับถมอยู่บน หินแกรนิต บริเวณเนินตะกอนรูปพัด สภาพพื้นที่ ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงเป็นลูกคลื่นลอนชัน ความลาดชันร้อยละ 2-20 การระบายน้ำ ดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ปานกลางถึงเร็ว การซึมผ่านได้ของน้ำ ปานกลาง พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ป่าเบญจพรรณ พืชไร่ เช่น ข้าวโพด ถั่ว มันสำปะหลัง หรือไม้ผล เช่น ลิ้นจี่ ลำไย มะม่วง การแพร่กระจาย พบมากบริเวณภาคเหนือตอนบนและด้านตะวันตกของภาค การจัดเรียงชั้นดิน Ap(A)-Bt ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย สีน้ำตาลเข้ม หรือสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (5.5-7.0) ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย สีแดงปนเหลืองถึงสีแดง ปฏิกิริยา ดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (4.5-5.5)

ภาพที่ 2.5
ชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง จังหวัดน่าน

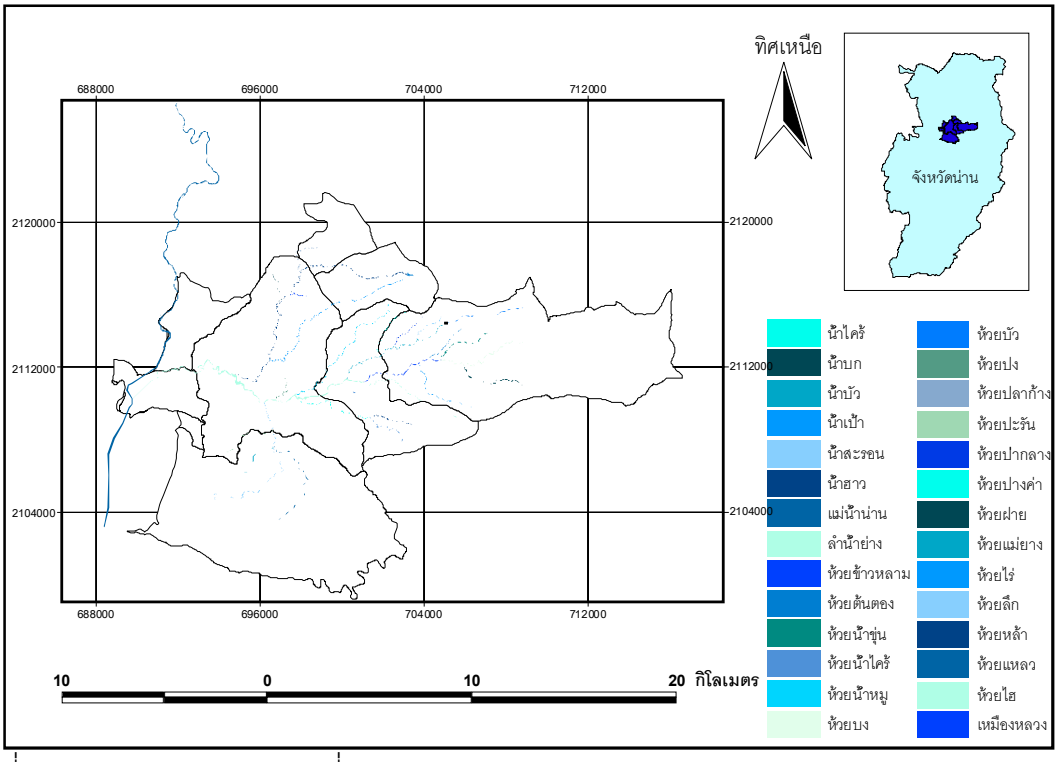


ที่มา: พัฒนาจากกรมพัฒนาที่ดิน, 2548

ทรัพยากรน้ำ

พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง จังหวัดน่าน มีแม่น้ำสายหลัก คือ แม่น้ำย่าง และประกอบด้วยลำธารหรือห้วยลำน้ำต่างๆ ดังนี้ ห้วยน้ำไคร้ ห้วยน้ำบั่ว ห้วยน้ำเป้า ห้วยน้ำสะรอน ห้วยน้ำฮาว ห้วยข้าวหลาม ห้วยต้นตอง ห้วยน้ำหมู ห้วยน้ำบง ห้วยปง ห้วยปลาก้าง ห้วยปะรัน ห้วยป่ากลาง ห้วยปางค่า ห้วยแม่ยาง ห้วยไร่ ห้วยลึก ห้วยหล้า และห้วยไฮ (ภาพที่ 2.5)

ภาพที่ 2.5
ลำธารและห้วยต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง จังหวัดน่าน

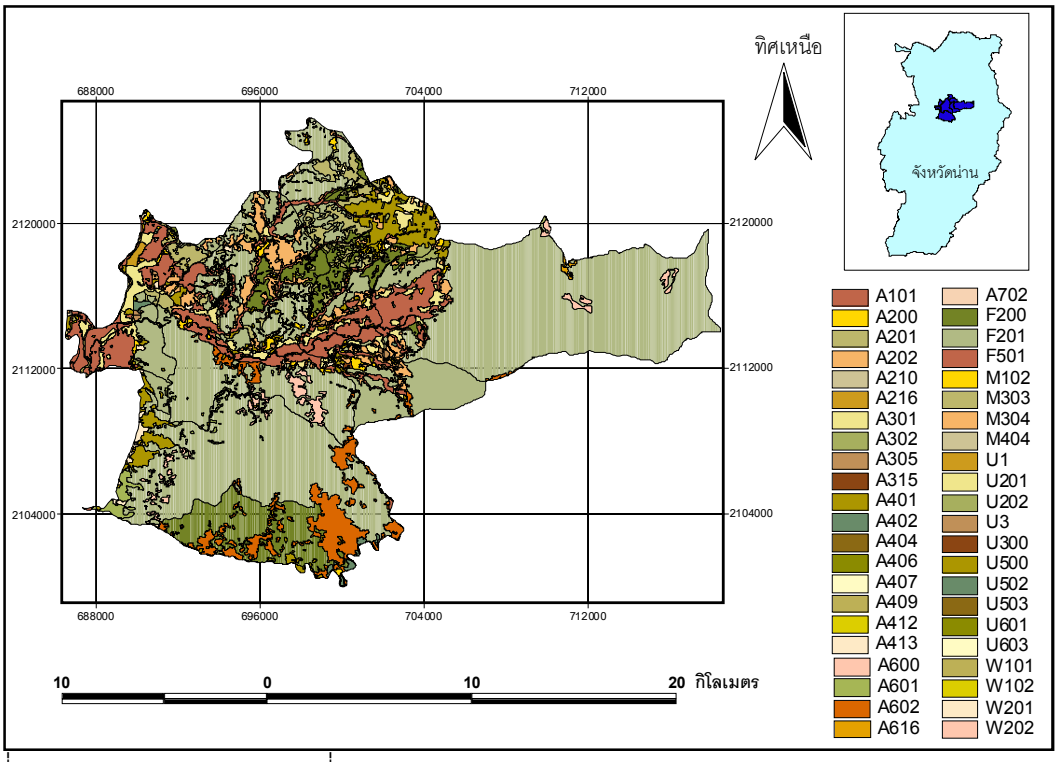


ที่มา: พัฒนาจากกรมพัฒนาที่ดิน, 2548

การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง จังหวัดน่าน

พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง จังหวัดน่าน มีการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเป็นพื้นที่ป่าผลัดใบสมบูรณ์มากที่สุด จำนวน 11,216,710.56 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 97.51 แหล่งน้ำมากเป็นอันดับสอง จำนวน 117,030.55 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.02 นาข้าวมากเป็นอันดับสาม จำนวน 72,035.69 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.63 ข้าวโพดมากเป็นอันดับที่สี่ จำนวน 20,757.88 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.18 และมีพื้นที่ปลูกเงาะน้อยที่สุด จำนวน 2.99 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.0003 (ภาพที่ 2.7 และตารางที่ 2.6)

ภาพที่ 2.7
การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง จังหวัดน่าน (2548)



ที่มา: พัฒนาจากกรมพัฒนาที่ดิน, 2548

ตารางที่ 2.6
การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำย่าง จังหวัดน่าน (2548)

ที่	รหัส	คำอธิบาย	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
1.	F201	ป่าผลัดใบสมบูรณ์	11,216,710.56	97.50900
2.	W	แหล่งน้ำ	117,030.55	1.01737
3.	A101	นาข้าว	72,935.69	0.63404
4.	A602	ข้าวโพด(ไร่หมุนเวียน)	20,757.88	0.18045
5.	F200	ป่าผลัดใบรอสภาพฟื้นฟู	19,816.57	0.17227
6.	A401	ไม้ผลผสม	10,538.89	0.09162
7.	A201	พืชไร่ผสม	9,900.19	0.08606
8.	A202	ข้าวโพด	9,464.21	0.08227
9.	U	พื้นที่ชุมชน	8,283.39	0.07201
10.	A413	ลำไย	3,694.06	0.03211
11.	A600	ไร่ร้าง/พืชไรหมุนเวียน	3,495.15	0.03038
12.	M102	ไม้ละเมาะ	3,134.89	0.02725
13.	A601	พืชไร่ผสม(ไร่หมุนเวียน)	2,580.81	0.02244
14.	A616	ข้าวไร่ (ไร่หมุนเวียน)	1,822.75	0.01585
15.	F501	สวนป่าสมบูรณ์	685.01	0.00595
16.	A305	สัก	592.26	0.00515
17.	A302	ยางพารา	577.62	0.00502
18.	A402	ส้ม	390.95	0.00340
19.	A407	มะม่วง	316.22	0.00275
20.	A200	ไร่ร้าง	159.82	0.00139
21.	A315	ไผ่	139.38	0.00121
22.	A412	มะขาม	87.17	0.00076
23.	A216	ข้าวไร่	59.40	0.00052
25.	A409	พุทรา	22.91	0.00020
26.	A210	ถั่วลิสง	13.75	0.00012
27.	A301	ไม้ยืนต้นผสม	13.25	0.00012
28.	A404	เงาะ	2.99	0.00003

ที่มา: พัฒนาจากกรมพัฒนาที่ดิน, 2548

การเฝ้าระวัง

นับแต่อดีต คนไทยคุ้นเคยกับการเฝ้าระวังเป็นอย่างดี เห็นได้จากอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่สะท้อนถึงระบบการเฝ้าระวัง เช่น กระพรวนผูกคอสัตว์เลี้ยงอย่างวัว ควาย เพื่อบอกตำแหน่ง คอกเลี้ยงสัตว์ที่ทำหน้าที่ป้องกันโจรขโมยมาแอบต้อนหนียามค่ำคืน รวมถึงระบบเวรยามที่มีการเดินตรวจตราฟืนไฟและป้องกันเหตุร้าย เห็นได้ว่าระบบการเฝ้าระวังนั้นมีมาช้านานและมักเป็นการเฝ้าระวังเชิงกายภาพ

ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า “การเฝ้าระวัง คือ ระบบและกลไกที่สร้างขึ้นเพื่อติดตามสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง เพื่อใช้ในการวางแผน ควบคุม ป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น หรือนำไปใช้เพื่อการดำเนินการลดปัจจัยเสี่ยงอย่างมีประสิทธิภาพ”

องค์ประกอบของการเฝ้าระวัง

จากนิยามดังกล่าวสามารถจำแนกระบบของการเฝ้าระวังในความหมายของข้อกำหนดเชิงกิจกรรมว่าลำดับขั้นตอนของการเฝ้าระวังต้องทำอย่างไร และใช้ทรัพยากรจากแหล่งใด มีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1) บุคลากรที่เป็นกลไกการเฝ้าระวัง ในที่นี้บุคลากรนั้นต้องมีความรู้ความสามารถ หรือได้รับการฝึกฝนเป็นพิเศษ ซึ่งบุคลากรนั้นต้องมีหน้าที่เป็นการเฉพาะ และทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยบุคลากรนั้นต้องทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลอย่างต่อเนื่อง เป็นระบบ และมีระบบการส่งข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

2) สถานการณ์ที่ต้องเฝ้าระวัง หมายถึง ประเด็นหรือเหตุการณ์ที่สำคัญ และสามารถบ่งชี้ถึงปัญหา หรือคาดว่าจะเกิดปัญหาหากไม่ได้รับการแก้ไขอย่างเหมาะสม

3) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บ รวบรวมข้อมูล ต้องมีลักษณะเป็นมาตรฐานเดียวกัน ง่ายต่อการใช้งาน เช่น แบบสำรวจความคิดเห็น

4) ระบบการประมวลผลที่ได้รับการพัฒนาอย่างสอดคล้องกับแต่ละสังคม โดยการแปลผลนั้นต้องเชื่อถือได้

5) การรายงานผลที่เป็นระบบโดยใช้ฐานข้อมูลที่จัดเก็บมาเป็นแหล่งอ้างอิงสำคัญ

ที่มาและความสำคัญของระบบเตือนภัย

เหตุการณ์น้ำหลากอย่างฉับพลันและดินถล่มเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันมาตั้งแต่อดีตกาล แต่ปัจจุบันในประเทศไทยเหตุการณ์ดังกล่าวมีความถี่ในการเกิดสูงขึ้น และยังทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นด้วย ยังผลให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินอย่างมากมาย ซึ่งสาเหตุการเกิดน้ำหลากอย่างฉับพลันและดินถล่มส่วนใหญ่เกิดมาจากการที่มีฝนตกหนัก และ/หรือการมีฝนตกเป็นเวลานาน ประกอบกับลักษณะทางธรณีวิทยา ปฐพีวิทยาของดินและหิน สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมที่เอื้อให้เกิดเหตุการณ์ รวมทั้งจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การทำไร่เลื่อนลอย และการตัดถนน เป็นต้น ยิ่งส่งผลให้เกิดเหตุการณ์บ่อยครั้ง และทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น หากเราไม่สามารถหลีกเลี่ยงเหตุการณ์น้ำหลากอย่างฉับพลันและดินถล่มได้ การเตือนภัยให้ทราบล่วงหน้าจะช่วยให้สามารถเตรียมพร้อมรับสถานการณ์ หรือลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้เป็นอย่างมาก

จากหลักการดังกล่าวทำให้หน่วยงานต่างๆ ได้แก่ กรมทรัพยากรน้ำ กรมทรัพยากรธรณี กรมพัฒนาที่ดิน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย มูลนิธิอาสาเพื่อนพึ่ง (ภา) ยามยาก และสภากาชาดไทย ศึกษาทบทวนพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำหลากฉับพลันและดินถล่มในประเทศไทย เพื่อจะได้กำหนดมาตรการในการป้องกัน และลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ ร่วมทั้งดำเนินการให้มีการจัดทำระบบเตือนภัยล่วงหน้าและสำหรับหมู่บ้านเสี่ยงภัยน้ำป่าไหลหลาก-ดินถล่มขึ้น ซึ่งรายละเอียดของงานที่แต่ละหน่วยงานจัดทำมีดังนี้

กรมทรัพยากรน้ำ (2548) ได้ศึกษา ทบทวน และตรวจสอบพื้นที่ในภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศ ซึ่งในอดีตที่ผ่านมา ได้มีการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยอุทกภัย–ดินถล่มโดยหลายหน่วยงานที่สำคัญ ได้แก่ กรมทรัพยากรธรณี กรมพัฒนาที่ดิน และกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ซึ่งผลการกำหนดพื้นที่มีทั้งที่สอดคล้อง และไม่สอดคล้องกัน ดังนั้นกรมทรัพยากรน้ำจึงได้ศึกษาทบทวนพื้นที่เสี่ยงภัยเพื่อให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และนำมาพิจารณาเป็นพื้นที่ที่จะดำเนินการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดข้อมูลอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และระบบเตือนภัยล่วงหน้า (early warning) ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย-ดินถล่มที่ได้จากการทบทวนดังกล่าว โดยระบบเตือนภัยล่วงหน้าที่ดำเนินการมุ่งเน้นถึงการติดตามสถานการณ์ตามเวลาจริง (real time) และการเตือนภัยจากกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนในการเฝ้าระวังและเตือนภัย ทั้งนี้เพื่อให้ประชาชนสามารถดำเนินการเบื้องต้นในการอพยพหลบภัยได้ทัน นอกจากนี้ระบบที่พัฒนาขึ้นยังสามารถเตือนภัยผ่านระบบโครงข่ายอินเตอร์เน็ตได้อีกด้วย ซึ่ง

จะทำให้องค์กรบริหารระดับท้องถิ่น ทั้งระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล มีความสะดวกในการติดตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทันเหตุการณ์ และเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการบริหารจัดการและช่วยเหลือประชาชนในพื้นที่เมื่อประสบเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลัน-ดินถล่มได้ สำหรับรายละเอียดของระบบเตือนภัยล่วงหน้าที่กรมทรัพยากรน้ำได้ดำเนินการนั้นจะนำเสนอในหัวข้อต่อไป

กรมทรัพยากรธรณีได้ศึกษา วิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จัดทำแผนที่พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่ม และนำพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มสูงมาศึกษาในรายละเอียด โดยใช้ภาพจากดาวเทียมมาแปลความหมายเพื่อการกำหนดพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นเนินตะกอนน้ำพัดพารูปพัด รวมทั้งการใช้ภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1:15,000 และแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 ตรวจสอบขั้นรายละเอียด ด้วยการเพิ่มข้อมูลด้านธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา และประชากร เป็นต้น จากนั้นกำหนดเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย จัดทำแผนที่แสดงหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม จัดทำรายชื่อหมู่บ้านเสี่ยงภัยและคู่มือป้องกันภัยจากดินถล่ม และหาแนวทางและมาตรการป้องกัน/แก้ไขปัญหาต่างๆ รวมทั้งเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรณีพิบัติ โดยการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการพื้นที่เสี่ยงภัย

ซึ่งมีการดำเนินงานหลัก 3 ระยะ คือ การจัดการก่อนเกิดเหตุการณ์ ระหว่างเกิดเหตุการณ์ และภายหลังเกิดเหตุการณ์

1) การเตรียมความพร้อมก่อนเกิดเหตุการณ์

(1.1) ระบบการเฝ้าระวังแจ้งเตือนภัยดินถล่ม: กรมทรัพยากรธรณี ได้จัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการธรณีพิบัติภัย เพื่อดำเนินการวิเคราะห์ และประเมินความเสี่ยงว่าพื้นที่ใดบ้างที่อาจเกิดดินถล่ม เพื่อการประกาศแจ้งเตือนประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยนั้นๆ ทราบถึงภัยธรรมชาติที่อาจเกิดขึ้น โดยมีระบบการเฝ้าระวังแจ้งเตือนภัยดินถล่มอยู่ 3 ขั้นตอน ดังนี้

- การวิเคราะห์โอกาสและปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม
- การออกประกาศแจ้งเตือนภัยดินถล่ม และประสานสื่อมวลชน รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้อง
- การติดตามสถานการณ์ ในพื้นที่เสี่ยงภัย

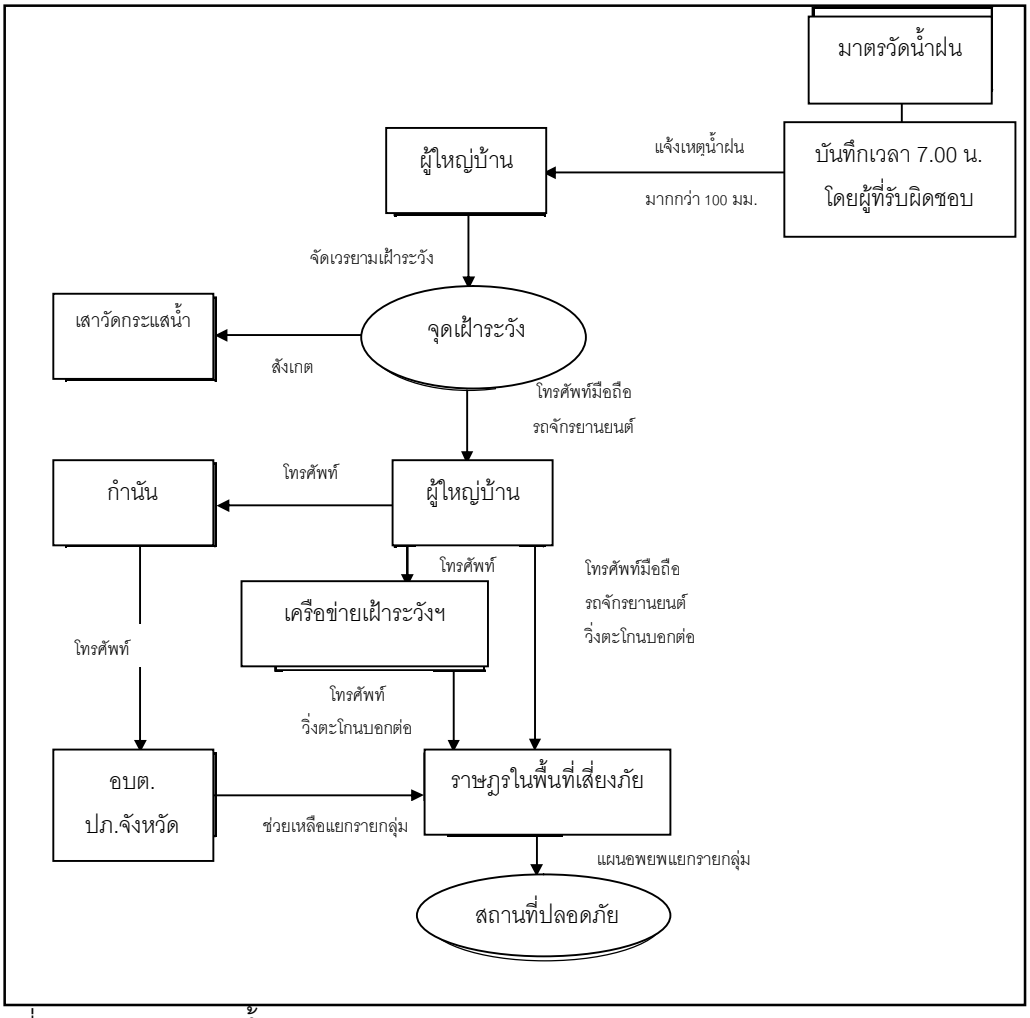
(1.2) การจัดตั้งเครือข่ายแจ้งเหตุธรณีพิบัติภัย: โดยดำเนินการฝึกอบรมหลักสูตรการแจ้งเหตุธรณีพิบัติภัย โดยครอบคลุมเนื้อหาดังนี้

1. ลักษณะธรณีวิทยา ลักษณะภูมิประเทศ ทิศทางพายุและปริมาณน้ำฝน รวมทั้งสภาพสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวเร่งทำให้เกิดธรณีพิบัติ/กำหนดตำแหน่งบ้านเครือข่าย

2. ต้องทำการวัดปริมาณน้ำฝนเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำพร้อมสนับสนุนอุปกรณ์วัดน้ำฝน และ เสนอแนะวิธีทำอุปกรณ์วัดปริมาณน้ำฝนอย่างง่ายๆ รวมทั้งวิธีการติดตั้งอุปกรณ์วัดน้ำฝนที่ถูกต้อง และกำหนดเวลาจดปริมาณน้ำฝน 7.00 น. พร้อมกันทุกวัน

3. ร่วมกันจัดทำแผนเฝ้าระวังแจ้งเตือนภัยล่วงหน้าเรื่องดินถล่ม (ภาพที่ 2.8) โดยร่วมกันกำหนดจุดเฝ้าระวังดินถล่ม จัดกลุ่มอพยพ สถานที่ปลอดภัย และการใช้ปริมาณน้ำฝนเป็นตัวบ่งชี้การเกิดดินถล่ม

ภาพที่ 2.8
แผนเฝ้าระวังแจ้งเตือนภัยล่วงหน้าเรื่องดินถล่ม

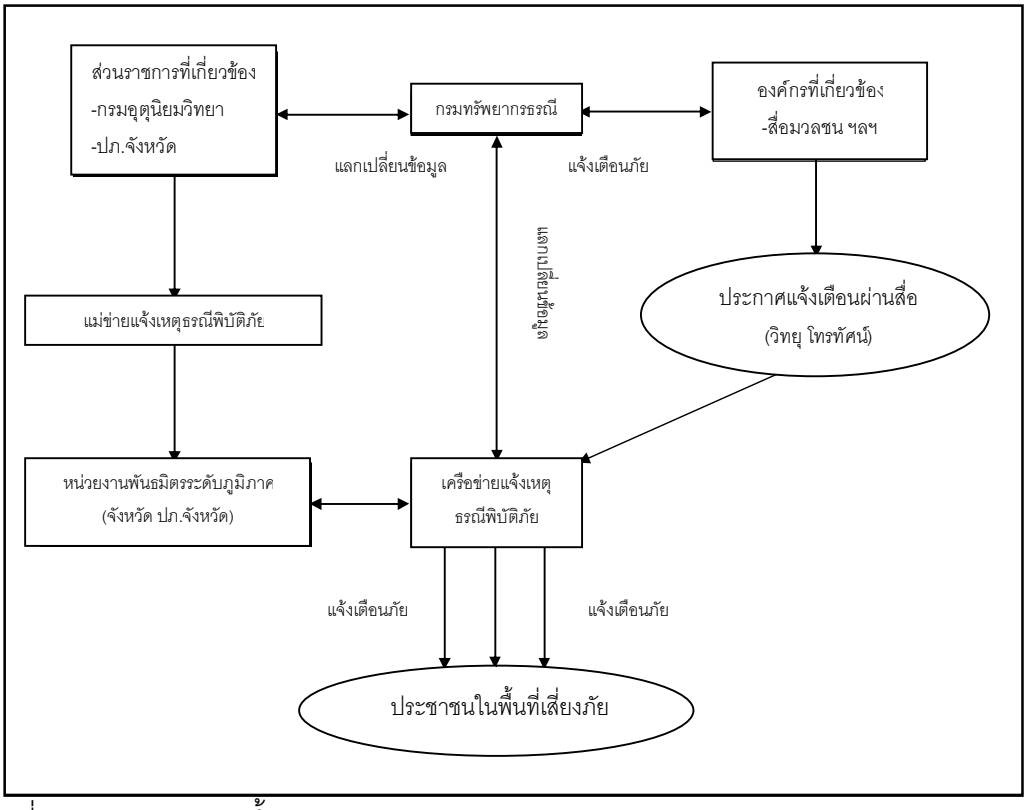


ที่มา:กรมทรัพยากรน้ำ, 2552

(1.3) การจัดตั้งแม่ข่ายแจ้งเหตุธรณีพิบัติภัย : เนื่องจากการจัดตั้งเครือข่ายแจ้งเหตุธรณีพิบัติภัยเป็นการดำเนินการในระดับหมู่บ้านและระดับตำบล ดังนั้นจึงควรมีการเชื่อมโยงเครือข่ายทั้งหมดเข้าด้วยกัน จึงได้มีการจัดตั้งแม่ข่ายแจ้งเหตุธรณีพิบัติภัยขึ้นเพื่อเป็นระบบที่จะประสานเครือข่ายเข้าด้วยกัน (ภาพที่ 2.9)

ภาพที่ 2.9

ความเชื่อมโยงเครือข่ายและแม่ข่ายแจ้งเหตุธรณีพิบัติภัย



ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ, 2552

2) **การดำเนินงานขณะเกิดเหตุการณ์** ในการดำเนินงานขณะเกิดเหตุการณ์ดินถล่ม มีการประเมินสถานการณ์และความรุนแรงของธรณีพิบัติภัย ดังนี้

(2.1) เข้าสำรวจพื้นที่ที่เกิดดินถล่ม

- ลักษณะภูมิประเทศและธรณีวิทยา
- สาเหตุการเกิดดินถล่ม
- พื้นที่เสียหาย

(2.2) ประเมินโอกาสการเกิดดินถล่มซ้ำ

- ประกาศเขตเสี่ยงภัยดินถล่ม
- ให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางลดผลกระทบจากภัยดินถล่ม
- ร่วมกำหนดพื้นที่ปลอดภัย

3) **การบรรเทาผลกระทบหลังเหตุการณ์** โดยการกำหนดมาตรการในการป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากเหตุการณ์ดินถล่ม ทั้งมาตรการระยะสั้นและมาตรการระยะยาว เช่น

(3.1) มาตรการระยะสั้น ควรอพยพราษฎรที่อยู่ใกล้ชิดติดกับภูเขาที่มีร่องรอยดินถล่ม ไปอยู่ยังที่ปลอดภัย โดยความสมัครใจ ในช่วงที่มีฝนตกหนักมากกว่า 60 มิลลิเมตรในรอบ 24 ชั่วโมง และดำเนินการอบรมราษฎรในพื้นที่ประสบภัยให้มีความรู้ ความเข้าใจเรื่องดินถล่ม และการวัดปริมาณน้ำฝนเพื่อการแจ้งเตือนภัยดินถล่ม เป็นการเร่งด่วน รวมถึงให้ความรู้ทางด้านการฟื้นฟูรอยดินถล่ม ลำน้ำ และพื้นที่การเกษตร เช่น บางพื้นที่ไม่สามารถปลูกพืชได้อีกต่อไป และบางพื้นที่ควรปลูกพืชที่มีระบบรากแก้ว เพื่อยึดหน้าดินเป็นการเร่งด่วน นอกเหนือจากนี้การดำเนินการป้องกันอันตรายจากดินถล่มที่ยังค้างคาอยู่เป็นการรีบด่วน ซึ่งอาจเกิดการเลื่อนไถลลงมาอีกถ้าปริมาณน้ำฝนมากกว่า 60 มิลลิเมตร ในรอบ 24 ชั่วโมง

(3.2) มาตรการระยะยาว พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม ควรดำเนินการจัดทำแผนที่รายละเอียดลานตะพักลำน้ำระดับล่าง เพื่อประกาศเป็นเขตภัยพิบัติดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลาก และควรให้ความรู้ทางด้านธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม ในการเลือกพื้นที่สำหรับที่อยู่อาศัยและการพัฒนาพื้นที่ของชุมชน รวมถึงควรกำหนดให้การตัดถนนในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม ต้องมีการออกแบบเพื่อป้องกันแก้ไขปัญหาการเคลื่อนตัวของลาดดินอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เช่น การใช้กล่องตาข่ายใส่หิน (gabion) นอกจากนี้ควรดำเนินการจัดทำแผนที่ และศึกษาวิจัยพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่ม เพื่อกำหนดพื้นที่หมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่มขั้นรายละเอียด และระดับการ

เสี่ยงภัยดินถล่มที่ถูกต้องแม่นยำ อีกอย่างหนึ่งควรส่งเสริมให้มีการปลูกต้นไม้ที่มีระบบรากแก้วเพื่อยึดเหนี่ยวชั้นดินที่มีความหนามากๆ

องค์ประกอบของระบบเตือนภัยล่วงหน้า

ระบบเตือนภัยล่วงหน้า จะมีศูนย์เฝ้าระวังเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลัน-ดินถล่ม เพื่อเป็นศูนย์รับส่งข้อมูลกับสถานีเตือนอุทกภัย-ดินถล่ม และจัดเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล (ภาพที่ 2.10) ซึ่งประกอบด้วย

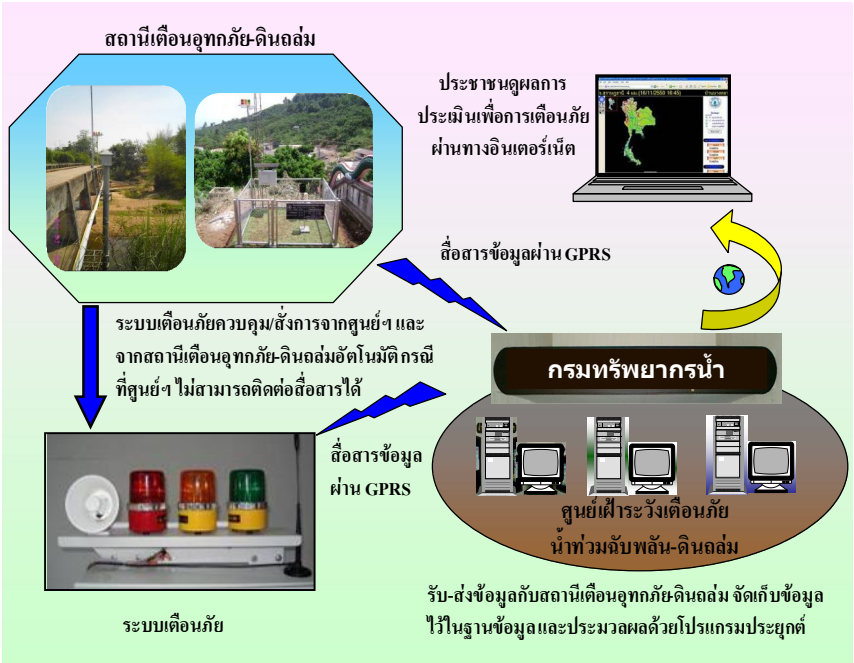
1) สถานีเตือนอุทกภัย - ดินถล่ม คือ สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน อุณหภูมิ และระดับน้ำ (กรณีสถานีอยู่ใกล้ลำน้ำ)

2) ระบบสื่อสารข้อมูล ใช้ระบบจีพีอาร์เอส (General Packet Radio Service: GPRS)

3) ศูนย์เฝ้าระวังเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลัน-ดินถล่ม ตั้งอยู่ที่สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ

ภาพที่ 2.10

ขั้นตอนการทำงานของระบบเตือนภัยล่วงหน้า



ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ, 2552

ภาพที่ 2.11
สถานีเตือนอุทกภัย-ดินถล่มแบบเตือนด้วยปริมาณน้ำฝน
ของกรมทรัพยากรน้ำ (2552)

หมายเหตุ: (1) เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบอัตโนมัติ
(2) เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบธรรมดา
(3) เครื่องวัดความชื้นในดิน
(4) เครื่องวัดอุณหภูมิ
(5) ตู้อุปกรณ์
(6) สัญญาณเตือนภัยและลำโพง

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ, 2552

องค์ประกอบของสถานีเตือนอุทกภัย-ดินถล่มแบบเตือนด้วยปริมาณน้ำฝน

1) เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบอัตโนมัติ กระบอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของพื้นที่รองรับน้ำฝน 8 นิ้ว (มาตรฐาน) ซึ่งมีค่าความละเอียดของการวัด 0.5 มิลลิเมตรต่อการกระดกของถ้วยวัดน้ำฝน 1 ครั้ง และส่งสัญญาณไปยังเครื่องบันทึกข้อมูลในตู้อุปกรณ์ โดยเครื่องมือจะระบายน้ำออกเองเมื่อถึงระดับระบาย

2) เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบธรรมดา กระบอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของพื้นที่รองรับน้ำฝน 4 นิ้ว เป็นกระบอกใสทำจากพลาสติกเรซินและมีสเกลวัดระดับน้ำฝนด้านข้างกระบอกได้สูงสุด 200 มิลลิเมตร

3) เครื่องวัดความชื้นในดิน เป็นอุปกรณ์วัดความชื้นในดิน อ่านค่า เป็นร้อยละโดย หัววัดฝังในดินลึก ประมาณ 50 เซนติเมตร

4) เครื่องวัดอุณหภูมิ เป็นระบบตรวจวัดอุณหภูมิด้วยเซนเซอร์ที่ทำจากตะกั่วและ แปลงสัญญาณอุณหภูมิจากตัวเซนเซอร์เป็นสัญญาณมาตรฐานตัวเลข โดยจะติดตั้งให้หัววัด ยื่นออกมาใต้ตู้อุปกรณ์และต่อเข้ากับตัวแปลงสัญญาณอุณหภูมิ จากนั้นจึงต่อเข้ากับอุปกรณ์ บันทึก ข้อมูล

5) สัญญาณเตือนภัยและลำโพง เป็นสัญญาณไฟหมุน

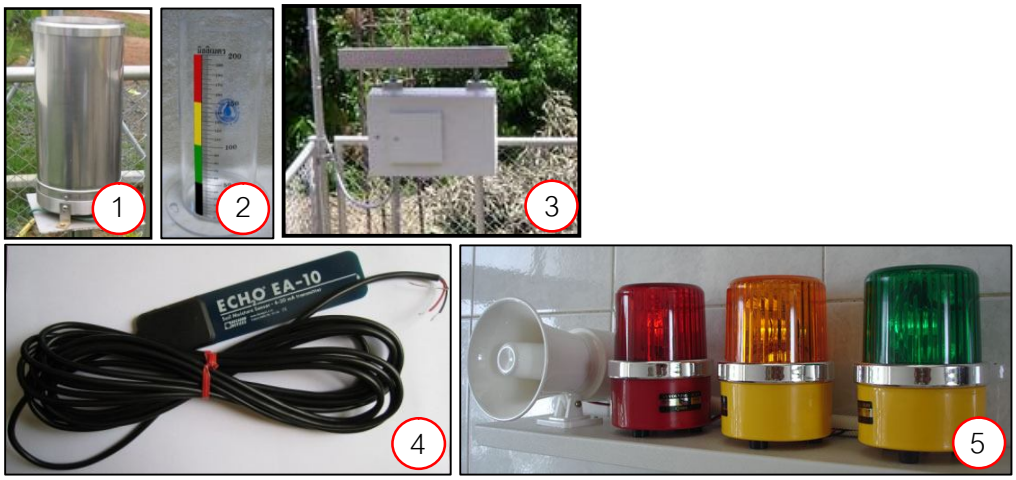
สีเขียว เฝ้าระวัง ติดตามสถานการณ์
ระดับปริมาณน้ำฝนช่วงระหว่าง 50-100 มิลลิเมตร

สีเหลือง เตือนภัย และเตรียมพร้อมอพยพ
ระดับปริมาณน้ำฝนช่วงระหว่าง 100-150 มิลลิเมตร

สีแดง อพยพไปยังที่ปลอดภัย
ระดับปริมาณน้ำฝนช่วงระหว่าง 150-200 มิลลิเมตร

6) ตู้อุปกรณ์ เป็นตู้เหล็กสีขาวข้างในจะประกอบด้วยระบบไฟฟ้า อุปกรณ์เก็บ บันทึกข้อมูล ระบบส่งข้อมูลระยะไกล และหน้าจอแสดงข้อมูล

ภาพที่ 2.12
อุปกรณ์ของระบบเตือนภัยล่วงหน้าอุทกภัย-ดินถล่มแบบเตือนด้วย
ปริมาณน้ำฝนของกรมทรัพยากรน้ำ (2552)



หมายเหตุ (1) เครื่องมือตรวจวัดปริมาณน้ำฝน แบบธรรมดาชนิดกระบอกพลาสติกใส
(2) เครื่องมือตรวจวัดปริมาณน้ำฝน แบบอัตโนมัติ
(3) ตู้เก็บอุปกรณ์สัญญาณเตือนภัย
(4) เครื่องมือตรวจวัดความชื้นในดิน
(5) อุปกรณ์สัญญาณเตือนภัยประจำหมู่บ้าน
ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ, 2552

ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่น หมายถึง สิ่งแขวนลอยที่กั้นทางเดินของแสงในน้ำ ความขุ่นของน้ำเกิดจากสิ่งแขวนลอยนานาชนิดที่มีขนาดแตกต่างกันอาจเป็นพวกอินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงก์ตอนและสิ่งมีชีวิตเล็กๆ สิ่งเหล่านี้จะทำให้เกิดการกระจัดกระจาย (scattered) และดูดซึม (absorbed) ของแสง แทนที่จะปล่อยให้แสงผ่านไปเป็นเส้นตรง สิ่งแขวนลอยที่เป็นความขุ่นในน้ำจะเป็นสิ่งใดขึ้นอยู่กับการสัมผัสของน้ำที่ไหลผ่าน ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ความขุ่นเป็นลักษณะเฉพาะของน้ำผิวดิน น้ำใต้ดินมักไม่มีความขุ่น ความขุ่นสามารถสังเกตง่าย น้ำขุ่นทำให้ไม่น่าใช้จึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการตัดสินว่า ผู้บริโภคต้องการใช้น้ำหรือไม่และยังเป็น

อุปสรรคต่อการฆ่าเชื้อโรคในการผลิตน้ำประปาเพราะเชื้อโรคอาจแฝงตัวหลบซ่อนอยู่ในความขุ่นได้ นอกจากนี้ยังทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการกรองน้ำ

ความขุ่นของน้ำอาจวัดได้ 2 วิธี คือ วัดปริมาณแสงที่ส่องทะลุความขุ่น (turbidimetry) หรือวัดปริมาณแสงที่กระทบความขุ่นและสะท้อนออกมาในทิศทางตั้งฉากกับลำแสง (nephelometry) ความขุ่นในน้ำอาจมีหน่วยเป็น NTU หรือ JTU ก็ได้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้วัดความขุ่น NTU (nephelometric turbidity unit) เป็นหน่วยความขุ่นที่ได้จากการใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า nephelometer ส่วน JTU (jackson turbidity unit) เป็นหน่วยความขุ่นที่ได้จากการใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า jackson turbid meter ซึ่งวัดปริมาณแสงที่เหลือจากการส่องผ่านอนุภาค ความขุ่น (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2543)

ของแข็ง (Solid)

ของแข็ง หมายถึง ตะกอนหรือของแข็งหรือสิ่งเจือปนที่เหลืออยู่ภายหลังจากผ่านการนำน้ำออกแล้ว ไม่รวมถึงสารระเหยไปกับน้ำ สิ่งที่เหลืออยู่หรือตะกอนมีทั้งสารอินทรีย์ และสาร อนินทรีย์ ซึ่งอาจจะละลายน้ำหรือไม่ละลายก็ได้ สามารถแบ่งของแข็งออกเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

1) ของแข็งทั้งหมด (total solids) คือของแข็งทั้งหมดที่เหลืออยู่หลังจากระเหยน้ำออกหมดแล้ว

2) ของแข็งละลายน้ำ (dissolved solids) คือของแข็งส่วนที่ละลายในน้ำได้ ได้แก่ เกลือ อนินทรีย์ต่างๆ หรืออินทรียสาร

3) ของแข็งแขวนลอยหรือของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ (undisclosed solids หรือ Suspended solids) บางครั้งอาจเรียกตะกอนในน้ำก็ได้

4) ของแข็งระเหย (volatile solids) คือ ของแข็งซึ่งระเหยได้เมื่อนำไปเผาในอากาศที่อุณหภูมิสูง 550-600 องศาเซลเซียส ของแข็งนี้ได้แก่ สารอินทรีย์ซึ่งเมื่อถูกเผาจะเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

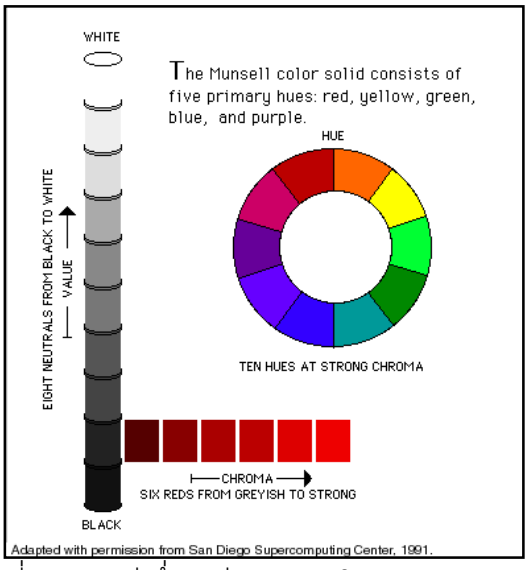
5) ของแข็งคงตัว (fixed solids) คือ ของแข็งหรือขี้เถ้าซึ่งเหลือจากการเผาของแข็งที่อุณหภูมิสูง 500-600 องศาเซลเซียส ของแข็งนี้ได้แก่สารอนินทรีย์ เมื่อถูกเผาที่อุณหภูมินี้จะยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ระบบสีสัญกรณ์สีมันเซลล์ (Munsell color notation)

เคยมีผู้ทดลองนำแผ่นสีต่างๆ หรือลูกปัดสีต่างๆ มาให้คนทั่วไปจัดกลุ่มหรือเรียงให้เป็นระเบียบ พบว่ามีการแบ่งแผ่นตัวอย่างสีออกเป็นกลุ่มมีสีและไม่มีสี ไม่มีสีในที่นี้นั้นคือสีขาว เทา ดำ เรียกว่าเป็นพวกอรงค์แปลว่าไม่มีสี ส่วนอีกกลุ่มที่มีสีต่างๆ บางคนแบ่งกลุ่มของตัวอย่างสีออก เป็นสีต่างๆเช่นกลุ่มสีเขียว กลุ่มสีแดง กลุ่มสีน้ำเงิน กลุ่มสีม่วง กลุ่มสีเหลือง เป็นต้นถ้าดูในกลุ่มสีแต่ละกลุ่มก็พบว่าในแถบชิ้นสีแต่ละกลุ่มอาจมีสีจาง อ่อน เข้ม หากเราจะบอกลักษณะของสีแต่ละชิ้นจะบอกได้อย่างไรบ้าง สรุปจากการทดลองได้ว่า สิ่งแรกบอกได้ว่าเป็นสีอะไรเช่น เขียว แดง ส้ม ชื่อเหล่านี้เรียกว่าเป็นสีสัน (hue) จากนั้นหากบอกลักษณะให้ระเอียดขึ้นไปอีกอาจบอกว่าเป็นสีอ่อน สีเข้ม สีแก่ ซึ่งก็อาจมีความหมายว่า สีอ่อน คือสีที่มีเนื้อสีน้อย หรือสีที่มีสีขาวเป็นส่วนผสม ส่วนสีเข้มคือสีที่มีเนื้อสีมากหรือสีคร้ำเป็นสีที่ผสมสีดำ สังเกตได้ว่า เราบอกลักษณะสีได้ 3 ลักษณะ คือ เป็นสีอะไร มีเนื้อสีมากหรือน้อย และมีสีขาวหรือดำมากผสมอยู่มากน้อย (ภาพที่ 2.13) หากเรานำลักษณะทั้ง 3 มาแสดงความสัมพันธ์ก็จะได้รูปทรงสามมิติ เช่นเดียวกับที่ได้มีผู้คิดระบบเรียงลำดับสีมาในอดีต รูปแบบการเรียงลำดับสีสามมิตินี้เรียกว่า ปริภูมิสี (color space) (พรทวี พึ่งรัศมี และมิตซูโอะ อิเคดะ, 2551)

ภาพที่ 2.13

ปริภูมิสีแสดง สีสัน ความสว่าง และความอิ่มตัว

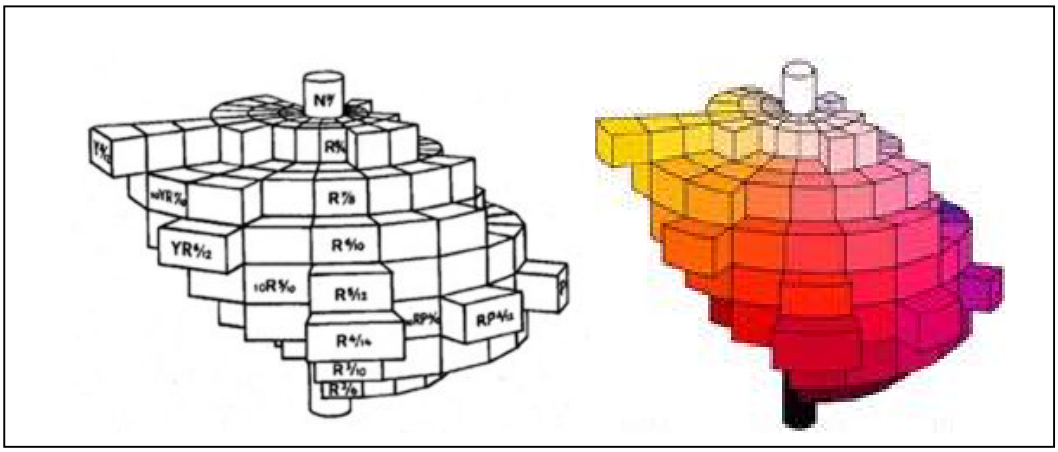


ที่มา: พรทวี พึ่งรัศมี และมิตซูโอะ อิเคดะ (2551)

เมื่อชิ้นสีเรียงเป็นลำดับอย่างเป็นระเบียบแล้ว เราสามารถจะให้รหัสแต่ละชิ้นสีตามตำแหน่งในปริภูมิเพื่อแยกแยะสีแต่ละชิ้นได้ (ภาพที่ 2.14) อย่างไรก็ตาม ถ้าให้บุคคลสองคนเรียงชิ้นสีชุดเดียวกันอาจได้รูปแบบที่ต่างกัน แม้ว่าจะลำดับของสีจะเหมือนกัน (อ่อน เข้ม) และรหัสของแต่ละคนก็อาจไม่เหมือนกัน แต่ละแบบก็มีความหมายเฉพาะตัวบุคคลนั้น ใช้สื่อสารกันไม่ได้ปัญหานี้ทำให้ครูสอนศิลปะชาวอเมริกันคนหนึ่ง ชื่ออัลเบิร์ต เอช มันเซลล์ (Albert H. Munsell) เห็นความสำคัญของการสื่อสารเรื่องสีให้ถูกต้อง จึงได้พัฒนาระบบการจัดลำดับสีขึ้น และในปีพ.ศ. 2458 ได้จัดพิมพ์แผนที่สีระบบมันเซลล์ (Atlas of Munsell Color System)

มันเซลล์ได้ผลิตแถบสีต่างๆ ขึ้นมากมาย และได้ทดลองให้คนหลายคนจัดเรียงแถบชิ้นสีซึ่งเป็นสีพื้นทึบ (solid color) มันเซลล์ให้ผู้ทดสอบจัดเรียงสีโดยมีข้อกำหนดว่าให้เรียงลำดับสีเดียวกัน และให้สีข้างเคียงกัน มีความแตกต่างกันการจัดเรียง (ภาพที่ 2.14) และพื้นที่จัดเรียงสีในปริภูมิสีที่เป็นแบบเอกรูป คือมีระยะห่างสี (ความแตกต่าง) ที่เท่ากันในเชิงการรับรู้ รูปร่างของปริภูมิสีนี้ไม่สมดุล เป็นแบบอสมมาตร (asymmetry) ดังได้ชี้แจงมาแล้วว่าเป็นการเรียงลำดับสีโดยใช้การรับรู้ของคนเป็นเกณฑ์ กล่าวในอีกแง่หนึ่งว่า ขึ้นอยู่กับการปรากฏของแถบสี (color appearance) ยกตัวอย่างเช่น สีเหลืองเป็นสีที่มีทั้งความสว่างและอิ่มตัว (สด) ได้ในขณะเดียวกัน ทั้งนี้เพราะประสิทธิภาพการส่องสว่างของสีเหลืองมีค่าสูงเมื่อเทียบกับสีอื่นๆชิ้นสีเหลืองสะท้อนแสงในสเปกตรัมที่มีช่วงความยาวคลื่นกว้างจาก 530 นาโนเมตร ถึง 700 นาโนเมตร สีเหลืองสดยังคงเห็นสีเหลืองสว่างมาก ช่วงความยาวครึ่นนี้อยู่ในส่วนที่เป็นเส้นตรงของแสง เอกรงค์ ในแกน xy ของแผนภูมิโครมาติกซิตี ในทางตรงข้าม ถ้าเป็นชิ้นสีแดงสะท้อนแสงในช่วง คลื่นยาวซึ่งไม่มีประสิทธิภาพในเรื่องความสว่าง จึงไม่มีชิ้นสีแดงชิ้นใดที่มีความสว่างสูงและมีความอิ่มตัวสูงในขณะเดียวกัน เพราะเหตุนี้จึงทำให้ปริภูมิสีมันเซลล์มีลักษณะอสมมาตร

ภาพที่ 2.14
การเรียงลำดับชิ้นสีในระบบสัญกรณ์มันเซลล์



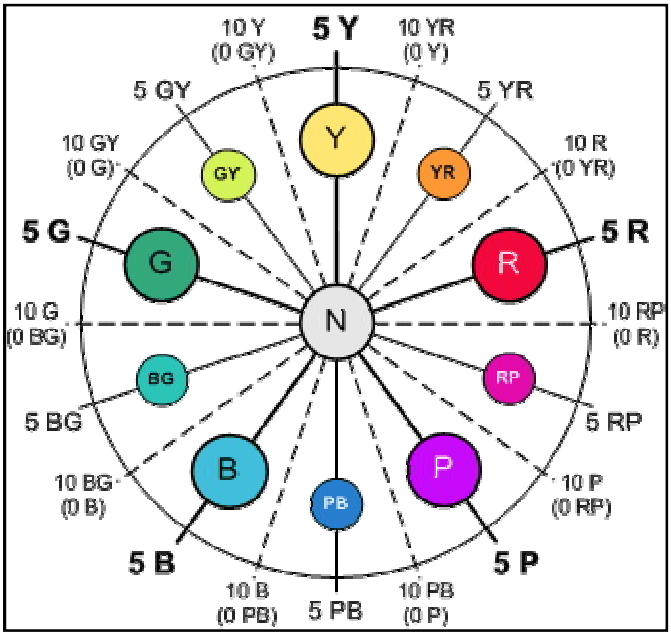
ที่มา: พรทวี พึ่งรัศมี และมิตซูโอะ อิเคดะ (2551)

การจัดเรียงสีในระบบมันเซลล์แบ่งออกเป็น 3 ทิศทางของ 3 มิติ

1) **สีสัน** (hue) หรือสีสันมันเซลล์ (Munsell Hue) เป็นสมบัติที่จำแนกกลุ่มของสี ซึ่งจัดเป็นรูปวงกลม 360 องศา แบ่งออกเป็น 5 ส่วน แต่ละส่วนเป็นตำแหน่งของสีหลัก 5 สี ได้แก่ สีแดง เหลือง เขียว น้ำเงิน และม่วง ใช้อักษรตัวย่อ R-แดง, Y-เหลือง, G-เขียว, B-น้ำเงิน และ P-ม่วง และในระหว่างกึ่งกลางของสี 2 สีจะเป็นตำแหน่งของสีผสมระหว่าง 2 สีนั้น ได้แก่ YR, GY, BG และ RP ระหว่างสีหลักและสีผสมแบ่งออกเป็น 10 ส่วน แต่ละส่วนใช้ตัวเลข 1, 2, 4, 6, 8 ถึง 10 ดังนั้น ในช่องหนึ่งสามารถมีรหัสให้กำกับ 1 YR, 2 YR, … ,9 YR และ 10 YR ดังในภาพที่ 2.14 ในกลุ่มสีแดงมีการแยกละเอียดมากขึ้นอีกเป็น 2.5 และ 7.5

ภาพที่ 2.15

สีสันและโครมาในระบบสัญกรณ์มันเซลล์ ที่ค่าแวลูที่กำหนด



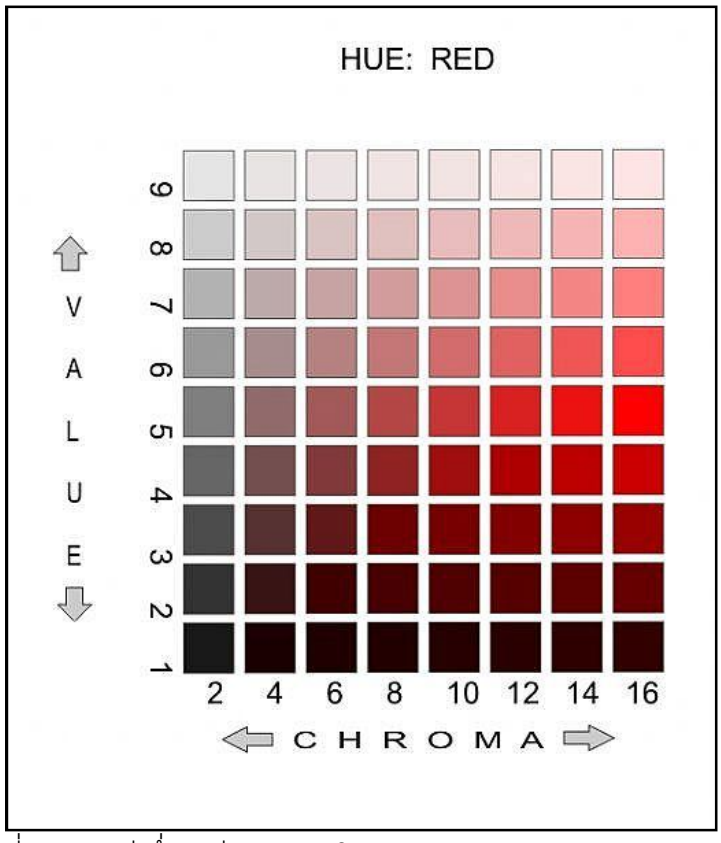
หมายเหตุ: Y = yellow, YR = yellow red, R = red, RP = red purple,
P = purple, PB = purple blue, B = blue,
BG = blue green, G = green, GY = green yellow,

ที่มา: พรทวี พึ่งรัศมี และมิตซูโอะ อิเคดะ (2551)

2) **ความอิ่มตัวสี** ซึ่งมันเซลล์ใช้คำว่า โครมา (Chroma) หรือมันเซลล์ โครมา (Munsell Chroma) ความอิ่มตัวสีบอกถึงความเป็นสี เทียบได้กับปริมาณเนื้อสี สีที่มีความอิ่มตัวมาก ปริมาณเนื้อสีจะมากด้วย ตำแหน่งในปริภูมิสีก็มีระยะห่างจากแกนกลางซึ่งเป็นสีกลางหรือสีเทาหรือออรงค์ เรามักใช้ค่าบอกถึงความอิ่มตัวสีด้วยคำอื่นๆ เช่นสีสดย่อมมีความอิ่มตัวมากกว่าสีอ่อนหรือสีจางหรือบางครั้งบอกถึงความบริสุทธิ์ของสีได้ด้วยทิศทางของความอิ่มตัวสีอยู่ในแนวระนาบเริ่มจากแกนกลางของวงกลมออกมาที่เส้นรอบวงกลมของปริภูมิสีเป็นมิติเดียวที่ทีมาตราส่วน (scale) ไม่จำกัดมีลักษณะเป็นแบบปลายเปิดและความสั้นยาวของมาตราส่วนความอิ่มตัวขึ้นอยู่กับสีสันด้วย เช่นสีแดงมีมาตราส่วน สีแดงสด (อิ่มตัวที่สุด) จนถึงสีเทาสารถแบ่งลำดับชั้นความแตกต่างสีที่เท่าๆกัน ได้มากกว่า มาตราส่วนของสีน้ำเงินเขียว (BG) สดถึงสีเทา ในระดับความสว่างสีที่เท่ากัน (ภาพที่ 2.16) ความอิ่มตัวสีของ 10R มีถึงระดับ 12 ส่วน 10 BG มีเพียงระดับ 8 มาตราส่วนของความอิ่มตัวสี เริ่มจาก 2, 4, 6, 8, 10, 12,...ตามลำดับ

ภาพที่ 2.16

สีสัน แวลู โครมาของกลุ่มสีแดงในระบบสัญกรณ์สีมันเซลล์ที่สีสันหนึ่ง



ที่มา: พรทวี พึ่งรัศมี และมิตซูโอะ อิเคดะ (2551)

3) **ความสว่างสี หรือมันเซลล์แวลู** (Munsell Value) เป็นมิติที่บอกถึงความสว่างของสี ทำให้เกิดการแยกความแตกต่างระหว่างสีสว่างและสีมืดซึ่งความหมายนี้อาชีพต่างๆใช้วิธีการไม่เหมือนกัน เช่น ช่างศิลป์ใช้วิธีผสมสีขาวเพื่อให้สีสว่างขึ้น เรียกว่า Tint หรือภาษาไทย ใช้คำว่า นวล ในทางตรงข้ามเมื่อต้องการสีคล้ำขึ้นก็ผสมสีผสมสีด้วยสีดำ เรียกว่า Shade ภาษาไทยนิยมใช้ทับศัพท์ เฉดสี แต่มีความหมายที่กว้างกว่า (เฉดสีโดยทั่วไป หมายถึงสีที่มีความอ่อนแก่ในระดับต่างๆ รวมไปถึงความอิ่มตัวสีในระดับต่างๆ ด้วยช่างพิมพ์ทำให้สีสว่างขึ้นโดยใช้เม็ดสกรีนหรือฮาล์ฟโทน เมื่อพื้นที่เม็ดสกรีนมีขนาดเล็กลงทำให้พื้นขาวของกระดาษสะท้อนแสงได้มากขึ้น ทำให้สีสว่างขึ้น แต่ในกรณีทำให้สีดำขึ้นต้องเติมเม็ดสกรีนสีดำ

มาตราส่วนของความสว่างสีแบ่งออกเป็น 10 ขั้น เป็นสัดส่วนของความสว่างจากขาวถึงดำ โดยส่วนขาวที่สุดแสดงถึงการสะท้องแสงได้ทั้งหมดและส่วนสีดำสุดดูดกลืนแสงไว้

หมดไม่มีแสงใดๆ สะท้อนสีระหว่างส่วนขาวและดำคือสีเทาซึ่งมีความอ่อนเข้มแต่ละขั้นเท่าๆ กันสีดำแบบอุดมคติคือ 0 ซึ่งไม่สามารถหาชิ้นสีตัวอย่างจริงได้ แถบชิ้นสีเทาที่มีในระบบสีมันเซลล์เริ่มที่ N2 แม้ว่าในความเป็นจริงสามารถผลิตชิ้นตัวอย่างสีดำผิวมันวาวมีค่าในมาตรฐานได้ต่ำกว่า N0.5 สีขาวแบบสมบูรณ์สะท้องแสงหมดร้อยละ 100 ก็ไม่มีชิ้นสีจริงแสดง ซึ่งกำหนดให้เป็น N10 ส่วนใหญ่สีขาวที่ผลิตเป็นสีเทา มีค่า N9 ค่ากลางระหว่าง N01 และ N10 คือ N5 ตาคนเรามีความไวต่อความแตกต่างส่วนสว่างมากและในส่วนสว่างน้อยไม่เท่ากัน เช่น แถบสีเทา N1และ N2 มีการสะท้อนแสงต่างกันเพียงร้อยยละ 2 แต่ระหว่างสีเทา N8 และ N9 สะท้อนแสงต่างกันถึงร้อยละ 20 และเมื่อนำมาจักเรียงด้วยกันจะเห็นความเปรียบต่างระหว่างขั้นสีเทาแต่ละลำดับติดกันมีคอนทราสหรือ ความเปรียบต่างเท่ากัน นั่นคือตาเห็นว่ามีความแตกต่างเท่ากันแต่ถ้าวัดด้วยเครื่องมือที่วัดแสงสะท้อนก็จะได้ผลต่างกันกับที่ตามองเห็นโดยสิ้นเชิงในการผลิตชิ้นสีเทาตามมาตราส่วนของมันเซลล์จึงไม่ใช่การเติมสีขาวในปริมาณที่เท่าๆ กันในแต่ละลำดับขั้นของความสว่างสี

ลักษณะเด่นของระบบสัญกรณ์สีมันเซลล์ คือ มีความแตกต่างสีที่สม่ำเสมอตามความรับรู้ของคน ความสม่ำเสมอนี้มีในทุกแกน สีสัน ความสว่างและความอิ่มตัวสี และเป็นอิสระต่อกัน ความต่างนี้สม่ำเสมอสำหรับสีสันหนึ่งที่ความอิ่มตัวสีหนึ่ง ไม่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างสีระหว่างสีสันกับความสว่างสีและ/หรือความอิ่มตัวสีโดยตรง ตัวอย่างเช่น N4 และ N5 เป็นขั้นสีเทาที่มีความสว่างแตกต่าง 1 หน่วย ไม่จำเป็นว่าจะเหมือนความแตกต่างสีระหว่าง 2YR5/6 และ 2YR 5/7 ซึ่งมีความแตกต่างความอิ่มตัวสี 1 หน่วยเช่นเดียวกันแต่ถ้าเปรียบเทียบความแตกต่างสีระหว่าง 2YR 5/3 และ 2YR 5/4 กับความแตกต่างสีระหว่าง 2YR 5/6 และ 2YR 5/7 จะรู้สึกว่ามีปริมาณความแตกต่างที่เหมือนกัน การที่ความแตกต่างสีในทุกทิศทางไม่เหมือนกันในปริภูมิของระบบมันเซลล์ ทำให้หลายฝ่ายพยายามเสนอปริภูมิสีแบบต่างๆ กันเพื่อให้ได้ปริภูมิสีที่มีมาตราส่วนเท่ากันในทุกทิศทาง อย่างไรก็ตามคนส่วนใหญ่ยังให้ความสำคัญของระบบสีมันเซลล์และยอมรับว่าเป็นระบบสีมาตรฐานที่มีมาตราส่วนสม่ำเสมอในเชิงการรับรู้ของคน ระบบสีอื่นๆ ที่นำเสนอใหม่ๆ จะต้องนำมาเทียบระบบนี้เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง (validity)

ในประเทศไทยได้มีการศึกษาวิจัยเทียบสีฝุ่นกับชิ้นสี ในระบบมันเซลล์เพื่อการอนุรักษ์ (ตารางที่ 2.7) (ที่มา: พรทวี พึ่งรัศมี และมิตซูโอะ อิเคดะ, 2551, น.135)

ตารางที่ 2.7

สีฝุ่นเทียบกับสีในระบบมันเซลล์ (2551)

ชื่อสีฝุ่น	สีในระบบมันเซลล์	ชื่อสีฝุ่น	สีในระบบมันเซลล์
ขาบ	7.5PB 3/6	ฟ้าแลบ	7.5RP 7/8
ขาวฝุ่น	N9.2 5/84%R	ม่วงครามอ่อน	10RP 2/4
เขียวแก่	10GY 3/4	ม่วงชาด,	10RP 3/4
เขียวขาบ	2.5BG 3/2	ม่วงชาดอ่อน	10RP 5/6
มอครามแก่	5PB 3/4	มอครามกลาง	5PB 6/4
มอครามอ่อน	5PB 7/4	ลิ้นจี่	7.5R 3/6
มอหมึก	N405/,15.6% R	เลื่อมประภัสสร	5Y 7/6
มอหมึกอ่อน	N6.75/,39.5%R	สัมฤทธิ์	7.5YR 5/8
เมฆคราม	7.5PB 3/4	สัมฤทธิ์โบราน	10R 4/6
เขียวตังแช	2.5G 5/6	สำราล, ควายเผือก	5R 8/4
เขียวสมอ	2.5G 4/4	เสน	10R 6/14
คราม	7.5PB 2/10	หงชาด	5R 5/10
จำปา	2.5R 8/12	หงดินกลาง	10R 5/4
ชมพู	10RP 6/12	หงดินแก่	2.5YR 5/6
ดอกชบา	2.5R 4/8	หงดินอ่อน	2.5YR 6/6
ดอกตะแบก	2.5RP 4/4	หงสบาท	2.5YR 6/12
ดินแดง	7.5R 3/4	หงเสน	10R 7/8
ดินเหลือง	10YR 7/8	หงเสนอ่อน	10R 8/6
แดงชาด (ตังแช)	7.5R 4/12	หม้อใหม่	5YR 6/12
แดงชาด (ย่งกิ๊ด)	10R 4/12	หมากสุก	2.5YR 7/12
ทองแดง	10R 7/10	เหลืองทอง	5Y 8.5/10
ทองแดงแก่	7.5YR 5/6	เหลืองรงค์	5Y 8/14
นวลจันทร์	7.5Y8.5/6	อิฐแก่	2.5YR 6/8
น้ำไหล	10BG 5/2	อิฐอ่อน	5YR 7/4

ที่มา: ที่มา: พรทวี พึ่งรัศมี และมิตซูโอะ อิเคดะ (2551)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิชิต เรืองแป้น (2539) ได้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยและธาตุอาหารในน้ำ ของแม่น้ำปัตตานี ศึกษาเฉพาะกรณีพื้นที่ผ่านเทศบาลนครยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา พบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยในแม่น้ำปัตตานีที่ไหลผ่านเทศบาลนครยะลา เก็บตัวอย่างน้ำทุกๆ 1 เดือน รวม 6 ครั้ง โดยแบ่งเป็น 3 พื้นที่คือ พื้นที่ที่ 1 บริเวณสะพานท่าสาปเก็บตัวอย่างน้ำ 25 จุด พื้นที่ที่ 2 บริเวณโรงสูบน้ำประปา ของการประปาเทศบาลนครยะลา เก็บตัวอย่างน้ำ 25 จุด พื้นที่ที่ 3 บริเวณสามแยกทางไปเรือนจำกลางจังหวัดยะลา เก็บตัวอย่างน้ำ 25 จุด โดยเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนตุลาคม 2538 ถึง เดือนมีนาคม 2539 พบว่าตะกอนแขวนลอย เฉลี่ยในแต่ละพื้นที่มีดังนี้ คือพื้นที่ที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.0247 มิลลิกรัมต่อลิตร พื้นที่ที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.0237 มิลลิกรัมต่อลิตร พื้นที่ที่ 3 มีค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยเท่ากับ 0.0303 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะเห็นได้ว่า พื้นที่ที่ 3 จะมีค่าตะกอนแขวนลอยมากที่สุดคือ 0.0303 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือพื้นที่ที่ 1 เท่ากับ 0.0247 มิลลิกรัมต่อลิตร และพื้นที่ที่มีปริมาณตะกอนน้อยที่สุดคือพื้นที่ที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.0237 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำค่าที่ได้ไปเทียบมาตรฐานของกรมประมงปรากฏว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในแม่ น้ำปัตตานี มีผลต่อปริมาณปลาและสัตว์น้ำคือ ถ้าค่าของตะกอนแขวนลอย 80-400 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลผลิตสัตว์น้ำจะลดลง และถ้ามีค่าตะกอนแขวนลอยมากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ปลาและสัตว์น้ำอาศัยอยู่น้อยมาก

แสงสุรีย์ คัดโนภาส (2542) ได้ศึกษา การประเมินค่าตะกอนแขวนลอยและน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง AGNPS บริเวณพื้นที่สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่านพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยที่ประเมินจากแบบจำลองกับตะกอนแขวนลอยที่ตรวจวัดได้จากเขื่อนวัดน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยเลียงตายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยวังปอมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ แต่ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เมื่อปรับค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลอง คือ ค่าดัชนีความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K) และค่าหมายเลขเส้นโค้งเพื่อประเมินการไหลออกของน้ำท่า (CN) ปรากฏว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ประเมินจากแบบจำลองกับที่วัดได้จากเขื่อนวัดน้ำมีค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์เพิ่มสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย และยังคงมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ประเมินได้จากแบบจำลองกับ

ปริมาณน้ำท่าที่ตรวจวัดได้จากเขื่อนวัดน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยเลียงตายและลุ่มน้ำห้วยวังปอ พบว่า มีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ค่อนข้างสูง

จุติมา เอกวงศ์ (2539) ศึกษา ผลของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ต่อปริมาณตะกอนดินในลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน พบว่า อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ที่มีผลต่อปริมาณตะกอน ไม่แสดงอิทธิพลให้เห็นอย่างเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำฝน

สถิต โพธิ์ดี (2541) ศึกษา การคาดคะเนปริมาณตะกอนที่ไหลออกมาจากลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดตะกอน พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน Y/KCPLS กับค่าปัจจัยน้ำท่า (Qqp) คำนวณโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยในรูปความสัมพันธ์แบบเลขยกกำลังเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และสัมประสิทธิ์การถดถอย (B_1 และ B_2) ในแต่ละสถานีที่ศึกษา ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า สมการประยุกต์การสูญเสียดินสากล สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการคาดคะเนปริมาณตะกอนที่ไหลออกมาจากลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดตะกอนได้ โดยเลือกใช้ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน Y/KCPLS กับค่าปัจจัยน้ำท่า (Qqp) ของสถานีที่ได้จากการศึกษานี้ สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำที่อยู่ใกล้เคียงหรือมีลักษณะภูมิประเทศ การใช้ที่ดิน สถานที่ตั้งของลุ่มน้ำคล้ายคลึงกัน

วัลลภ จิวหลง (2544) ศึกษา การประเมินปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำอุบลรัตน์ พบว่า ปริมาณตะกอนที่ตกสะสมในอ่างเก็บน้ำอุบลรัตน์ที่อายุอ่างเก็บน้ำต่างๆ คือ 35 ปี (พ.ศ. 2544) 50 75 100 125 150 175 200 250 300 และ 400 ปี หลังจากการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ พบว่า ปริมาณตะกอนที่ตกสะสมในอ่างเก็บน้ำเท่ากับ 48.12, 67.78, 100.03, 131.86, 163.37, 256.60, 317.96, 378.85 และ 499.54 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

จิรยุทธ์ วีระยุทธวัฒนะ เดชศักดิ์ ธิเสมา และวิทิตพงศ์ ขุนพิลึก (2545). ศึกษาค่าความขุ่นและตะกอนแขวนลอยในแหล่งน้ำธรรมชาติ พบว่า ความขุ่น (turbidity) และตะกอนแขวนลอย (suspended solid) ในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีการไหลตลอดเวลา และแหล่งน้ำที่ไม่มีการไหลเวียนหรืออยู่นิ่ง จะมีความสัมพันธ์กัน โดยแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีการไหลเวียนของน้ำ

อยู่ตลอดเวลานั้นจะมีค่าความขุ่น (turbidity) และตะกอนแขวนลอย (suspended solid) อยู่สูงกว่าในแหล่งน้ำนิ่ง

สนิท วงษา (2550) ศึกษาการพยากรณ์และเตือนภัยโดยใช้ข้อมูลรายวัน: กรณีศึกษาลุ่มน้ำปิงตอนบนจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เส้นโค้งน้ำหลากที่คำนวณได้กับค่าที่ตรวจวัดจริงมีค่าใกล้เคียงกันมาก ได้ใช้ค่า x^2 กับ R^2 เป็นเกณฑ์หลักในการตัดสินความแม่นยำระหว่างผลลัพธ์การคำนวณกับค่าที่ตรวจวัดจริง พบว่าได้ค่าทั้งสองมากกว่า 0.95 แสดงว่าแบบจำลองนี้มีความแม่นยำสูงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับพยากรณ์และเตือนภัยน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนของจังหวัดเชียงใหม่ได้