บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษา

3.1.1 สภาพทั่วไป

1) ที่ตั้ง

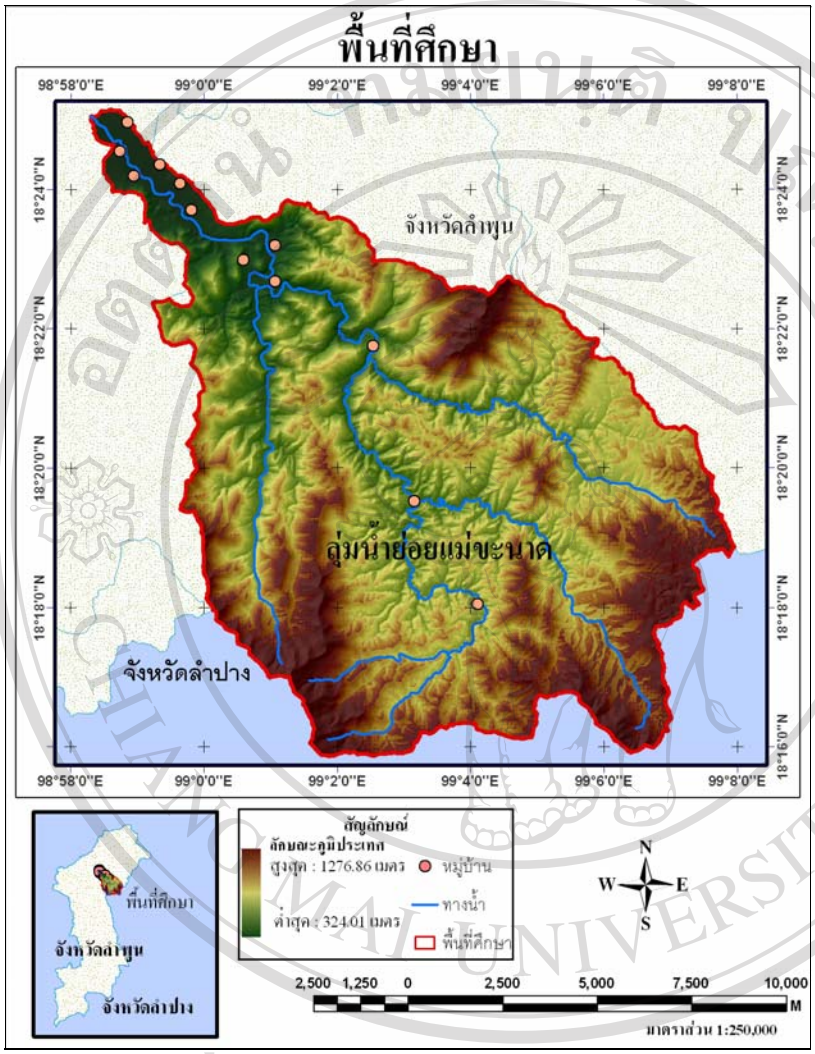
ลุ่มน้ำแม่ขะนาดตั้งอยู่ในตอนกลางของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ทา ตั้งอยู่ละติจูดที่ 18° 15' 10" N ถึง 18° 25' 55" N และระหว่างเส้นลองจิจูดที่ 98° 07' 58" E ถึง 98° 58' 15" E ลุ่มน้ำแม่ขะนาดเป็นลุ่มน้ำย่อยลำดับที่ 4 ภายในลุ่มน้ำแม่ทา แม่กวง และแม่ปิง ตามลำดับ

2) ขนาด

ลุ่มน้ำแม่ขะนาดมีเนื้อที่ประมาณ 155 ตร.กม. (96,875 ไร่) ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลทากาศ 9 หมู่บ้าน และบางส่วนของตำบลทาขุมเงิน 3 หมู่บ้าน อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน รวม 12 หมู่บ้าน ได้แก่

1. บ้านดอยแช่	หมู่ที่ 3	ตำบลทากาศ
2. บ้านนาห้า	หมู่ที่ 7	ตำบลทากาศ
3. บ้านแม่ขะนาด	หมู่ที่ 8	ตำบลทากาศ
4. บ้านป่าเลา	หมู่ที่ 9	ตำบลทากาศ
5. บ้านผาด่าน	หมู่ที่ 10	ตำบลทากาศ
6. บ้านดอยคำ	หมู่ที่ 13	ตำบลทากาศ
7. บ้านปงผาง	หมู่ที่ 14	ตำบลทากาศ
8. บ้านแม่สะแงะ	หมู่ที่ 15	ตำบลทากาศ
9. บ้านดอยยาว	หมู่ที่ 16	ตำบลทากาศ
10. บ้านสัน	หมู่ที่ 3	ตำบลทาขุมเงิน
11. บ้านสวนหลวง	หมู่ที่ 4	ตำบลทาขุมเงิน
12. บ้านปง	หมู่ที่ 12	ตำบลทาขุมเงิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



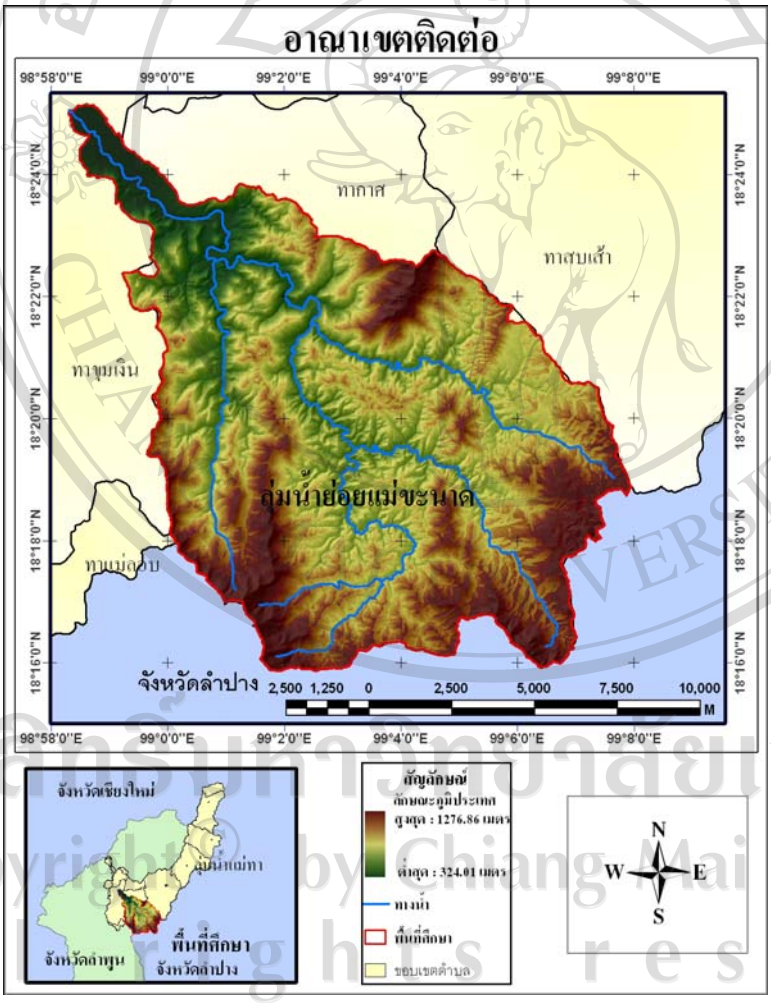
ภาพที่ 3-1 พื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) อาณาเขต

ลุ่มน้ำแม่ขะนาดมีอาณาเขตติดต่อดังต่อไปนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อ	ตำบลทาขุมเงิน และตำบลทากาศ อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน
ทิศใต้	ติดต่อ	ตำบลเสริมขวา อำเภอเสริมงาม จังหวัดลำปาง
ทิศตะวันออก	ติดต่อ	ตำบลทาสบเส้า อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน
ทิศตะวันตก	ติดต่อ	ตำบลทาขุมเงิน อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน

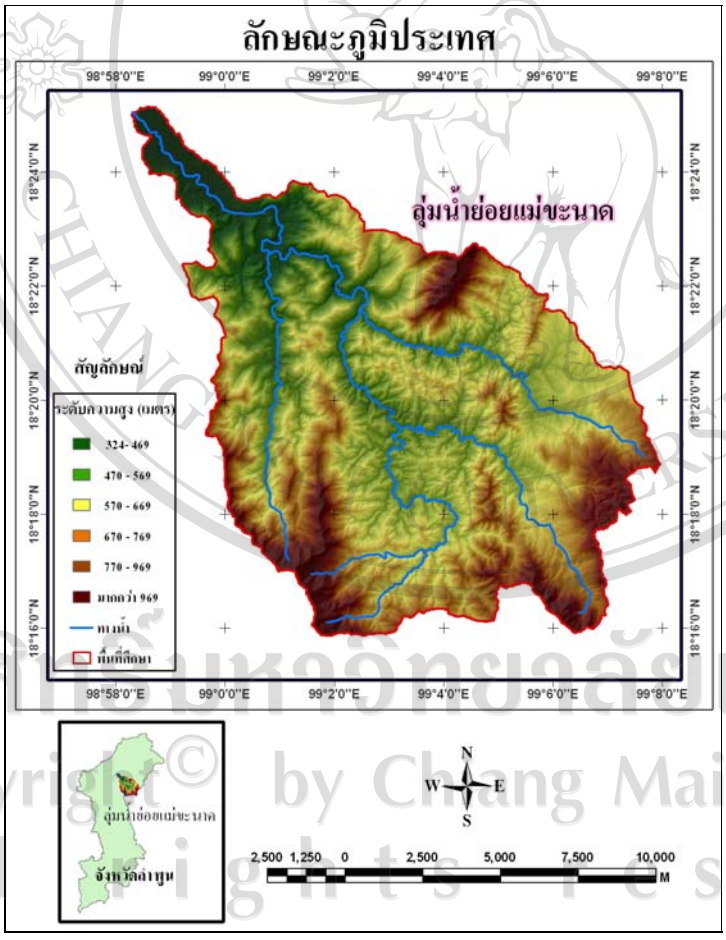


ภาพที่ 3-2 อาณาเขตติดต่อของพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.2 สภาพพื้นที่และลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำแม่ขะนาดเป็นทรัพยากรป่าไม้ มีภูเขาสลับซับซ้อนและสูงชัน เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารของ “น้ำแม่ขะนาด” และลำน้ำสาขาของน้ำแม่ขะนาด น้ำแม่ขะนาดเป็นลำน้ำหลักที่หล่อเลี้ยงการดำรงชีพ และพื้นที่เกษตรกรรมในลุ่มน้ำ สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาดโดยทั่วไปมีความสูงประมาณ 324 - 1,276 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันร้อยละ 20 - 35 โดยลักษณะภูมิประเทศตอนบนเป็นที่ราบสูงเชิงเขาล้อมรอบด้วยพื้นที่ภูเขาและป่าไม้ในเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำแม่ขะนาด ตอนกลางเป็นที่ลาดเชิงเขาลาดยาวไปตามลำน้ำแม่ขะนาด บางแห่งเป็นที่ราบลุ่มระหว่างภูเขามีลำห้วยไหลผ่าน และตอนล่างมีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบลุ่ม ที่ราบเชิงเขา และที่ดอน



ภาพที่ 3-3 ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.3 สภาพภูมิอากาศ

สภาพอากาศโดยทั่วไป ประกอบด้วย 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว โดยแต่ละฤดูมีลักษณะดังนี้

ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่ช่วงระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคมมีอากาศร้อนอบอ้าว อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 36.6 องศาเซลเซียส

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่ช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยรายปีประมาณ 945 มิลลิเมตร ซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้อากาศชุ่มชื้นฝนตกชุกมาก มีปริมาณฝนมากที่สุดในเดือนสิงหาคม อุณหภูมิโดยเฉลี่ยประมาณ 35 องศาเซลเซียส

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ช่วงเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ อุณหภูมิโดยเฉลี่ยประมาณ 16.5 องศาเซลเซียส สภาพอากาศในฤดูหนาวของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขะนาดได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่ได้พัดพามวลอากาศเย็น และแห้งเข้ามาปกคลุม ส่งผลให้ท้องฟ้าโปร่ง อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง

อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยที่ 14.1 องศาเซลเซียส ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 37.9 องศาเซลเซียส ในช่วงเดือนเมษายน และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีมีค่า 24.4 องศาเซลเซียส

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีประมาณ 974.5 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณฝนตกสูงสุดในเดือนกันยายน มีค่า 198.7 มิลลิเมตร และต่ำสุดในเดือนมกราคม มีค่า 2.4 มิลลิเมตร

ปริมาณน้ำระเหยจากถาดเฉลี่ยรวมตลอดปีมีค่า 1,423.3 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 168.3 มิลลิเมตร ช่วงเดือนเมษายน และปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 78.7 มิลลิเมตร ช่วงเดือนธันวาคม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3-1 ปริมาณฝนตกเฉลี่ย จำนวนวันฝนตก ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย ค่าศักย์ของการระเหยน้ำจากดินและพืช (PET) 30 ปี (พ.ศ. 2514-2544)

เดือน	ฝนตกเฉลี่ย (มม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ค่าศักย์ของการระเหยน้ำจากดินและพืช (PET)
มกราคม	2.4	1	69	21.6	109.5
กุมภาพันธ์	5.9	1	58	24.2	142.2
มีนาคม	13.1	1	51	27.9	205
เมษายน	42.8	6	56	29.9	216.8
พฤษภาคม	146.4	14	70	28.9	197
มิถุนายน	123.2	15	75	28.2	162.1
กรกฎาคม	118.3	17	76	27.8	149.3
สิงหาคม	153.2	18	79	27.3	136.7
กันยายน	191.3	17	83	26.9	118.1
ตุลาคม	110.5	12	83	26.0	107.5
พฤศจิกายน	48.1	5	81	23.9	94.4
ธันวาคม	7.2	1	85	21.1	95.8
รวม	**962.4**	**107**	**856**	**313.7**	**1734.4**
เฉลี่ย			**71**	**26.1**	**144.5**

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2548)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3-2 ปริมาณฝนตกเฉลี่ย จำนวนวันฝนตก ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย ค่าศักย์ของการระเหยน้ำจากดินและพืช (PET) พ.ศ. 2545-2551

เดือน	ฝนตกเฉลี่ย (มม.)	จำนวนวันฝนตก (วัน)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ค่าศักย์ของการระเหยน้ำจากดินและพืช (PET)
มกราคม	0.93	5	76	22.6	103.4
กุมภาพันธ์	0.60	2	63	25.1	129.12
มีนาคม	20.2	2	56	28.3	179.5
เมษายน	33.3	7	61	30.6	178.6
พฤษภาคม	157.8	19	76	28.5	154.8
มิถุนายน	97	13	74	29	137.7
กรกฎาคม	80.7	12	74	28.8	148.1
สิงหาคม	251.2	23	78	28	130.9
กันยายน	227	19	79	28	121
ตุลาคม	236.1	17	80	27.2	116.4
พฤศจิกายน	122.3	10	74	23.9	94.4
ธันวาคม	89.6	8	42	22.4	103.17
รวม	**1316.7**	**137**	**833**	**322.4**	**1597.1**
เฉลี่ย			**69.4**	**26.7**	**133.1**

ที่มา : สถานีอุตุนิยมวิทยาลำพูน (2551)

3.1.4 โครงสร้างทางธรณีวิทยา

โครงสร้างทางธรณีวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขะนาด ประกอบด้วยหินอัคนีประเภทแกรนิต เป็นส่วนใหญ่ในกลุ่มหินขุนตาลยุค Mesozoic หินอัคนีเป็นหินชนิดหินที่จะพบได้บริเวณยอดเขาหรือบริเวณแนวสันเขาเหนือใต้ตอนกลางของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า หินชั้นเป็นประเภทตะกอนบริเวณแคบ ๆ ริมฝั่งลำห้วย ซึ่งเป็นกลุ่มหินแม่แตงในยุค Pleistocene สัณฐานหินแปรได้แก่หินจำพวก ฟิลไลท์ ควอทไซท์ ชีสท์ ในกลุ่มหินดอนชัย ยุค Silurian-Devonian

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.5 สภาพสังคมและเศรษฐกิจ

1) ข้อมูลประชากร

ประชากรตามสถิติทะเบียนราษฎร คิดเฉพาะในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขะนาด ชาย 2,607 คน หญิง 2,508 คน รวม 5,115 คน แยกเป็นจำนวนครัวเรือน 1,791 ครัวเรือน ความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่ 41 คนต่อตารางกิโลเมตร ความหนาแน่นของบ้านต่อพื้นที่ 13 หลังคาเรือนต่อตารางกิโลเมตร

ตารางที่ 3-3 ข้อมูลประชากร

ชื่อหมู่บ้าน	หมู่ที่	จำนวน	จำนวนประชากร		
		ครัวเรือน	ชาย	หญิง	รวม
ดอยแช่	3	164	234	254	488
นาห้า	7	87	119	130	249
แม่ขะนาด	8	258	367	361	728
ป่าเลา	9	172	262	234	496
ผาด่าน	10	165	284	237	521
ดอยคำ	13	104	151	147	298
ปงผาง	14	82	156	147	303
แม่สะแง๊ะ	15	69	132	125	257
ดอยยาว	16	115	185	171	356
บ้านสัน	3	249	419	419	838
บ้านสวนหลวง	4	190	315	310	625
บ้านปง	12	270	469	487	1,226
รวม		**1,925**	**3,093**	**3,022**	**6,385**

ที่มา: องค์การบริหารส่วนตำบลทากาศ (2551) และสำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอแม่ทา (2551)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) ข้อมูลเศรษฐกิจ

รายได้ของประชากรในพื้นที่ได้จากการขายสินค้าเกษตรกรรม หาของป่า หัตถกรรม และพาณิชย์ ประชากรในพื้นที่จึงมีรายได้จากการประกอบอาชีพทางการเกษตรเป็นอาชีพหลักมากที่สุด รองลงมาเป็นหัตถกรรม เช่น ผ้าฝ้ายทอมือ แกะสลัก และอุตสาหกรรมพาณิชย์ตามลำดับ นอกจากนี้ ชุมชนยังมีรายได้จากการท่องเที่ยว สถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ ได้แก่

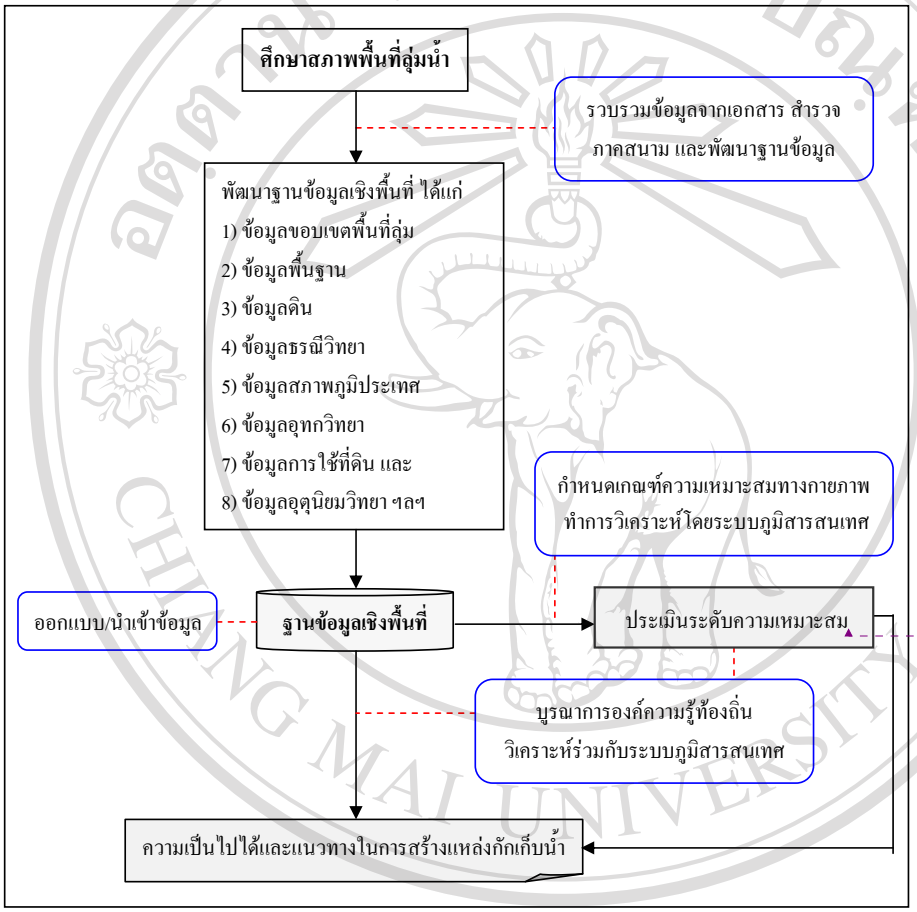
1) อ่างเก็บน้ำแม่กึมและศาลเจ้าพ่อผาด่าน ตั้งอยู่ที่บ้านท้องฝาย หมู่ที่ 1
2) หมู่บ้านชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยงบ้านแม่ขะนาด และศูนย์หัตถกรรม บ้านแม่ขะนาด หมู่ที่ 8
3) หมู่บ้านชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยง (วิถีชีวิต และบ้านพัก Home Stay) บ้านปงผาง หมู่ที่ 14
4) หมู่บ้านแกะสลักไม้จามจุรี หมู่ที่ 3

3.2 ขั้นตอนการศึกษา

ในการศึกษาระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการพัฒนาแหล่งน้ำที่ชุมชนมีส่วนร่วมในลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด ลุ่มน้ำแม่ทา จังหวัดลำพูน มีการศึกษาสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม จากนั้นทำการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อศึกษาถึงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษาที่เป็นปัจจุบันว่ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินกี่ประเภท อะไรบ้าง และมีจำนวนพื้นที่เท่าใด เพื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างทางภูมิทัศน์ในเชิงปริมาณได้อย่างถูกต้อง โดยอาศัยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ รวบรวมและพัฒนาฐานข้อมูลกายภาพของพื้นที่ศึกษาและข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับการประเมินระดับความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด จากนั้นแปลงฐานข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในกระบวนการวิเคราะห์ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบลักษณะโครงสร้างแบบราสเตอร์ (raster structure) โดยการใช้วิธีค่าน้ำหนักคะแนน (ranging method) (Malczewski, 1999) วิเคราะห์หาความสำคัญของแต่ละปัจจัย และนำมาประเมินคะแนนความสำคัญหรือค่าถ่วงน้ำหนัก (weighting) ตามเกณฑ์ความเหมาะสมของแต่ละปัจจัย จากนั้นนำไปประมวลผลเพื่อหาระดับความเหมาะสมเชิงพื้นที่ของหน่วยแผนที่ดินสำหรับพัฒนาอ่างกักเก็บน้ำโดยการให้ค่าน้ำหนักทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS weighting) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007) ผลการประเมินระดับความเหมาะสมของที่ดินนำไปใช้เป็นสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับทางเลือกในการพัฒนาแหล่งน้ำที่ชุมชนมีส่วน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ร่วมให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อไป ในการศึกษานี้มีกรอบแนวคิด (ภาพที่ 3-4) และรายละเอียดขั้นตอนการศึกษา ดังนี้



ที่จัดรูปแบบ: สีแบบอักษร: ดำ

ภาพที่ 3-4 กรอบแนวคิดการศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.1 การสำรวจเก็บข้อมูลในภาคสนาม

การสำรวจข้อมูลภาคสนาม เป็นการจัดเก็บข้อมูลที่ต้องการเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยวิธีการสัมภาษณ์ สังเกต การวัด และจดบันทึกข้อมูลลงในแบบสำรวจที่กำหนดและเครื่องมือกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) ดังนี้

1) สำรวจและเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งฝาย และแหล่งน้ำในพื้นที่

2) สำรวจและเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งหมู่บ้าน

3) สำรวจข้อมูลการใช้ที่ดินปัจจุบัน

4) ศึกษาข้อมูลและระดับการมีส่วนร่วมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขะนาด

3.2.2 การกำหนดรายละเอียดของข้อมูล

ทำการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งทำการกำหนดชั้นของแผนที่ (map layer) ประเภทของข้อมูลทั้งในส่วนของข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะสัมพันธ์ (attribute data) รวมถึงมาตราส่วนและแหล่งที่มาของข้อมูลของที่ต้องการนำเข้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

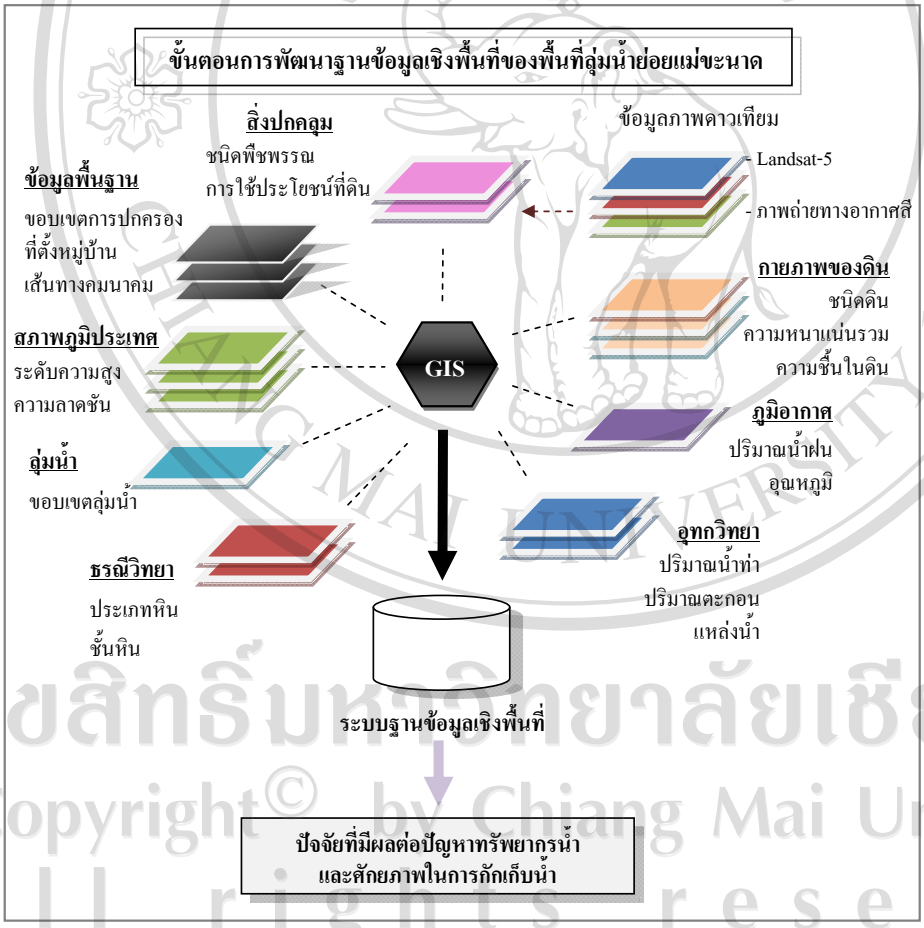
ตารางที่ 3-4 การกำหนดรายละเอียดของข้อมูล

ชั้นข้อมูลแผนที่	ประเภทข้อมูล		มาตราส่วน	แหล่งที่มา
	ข้อมูลเชิงพื้นที่	ข้อมูลอรรถาธิบาย		
1. ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ	polygon	ขอบเขตลุ่มน้ำ	1: 25,000	ระบบวิเคราะห์ทางเลือก ฯ ลุ่มน้ำแม่ทา (2552)
2. ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ	polygon		1: 25,000	ระบบวิเคราะห์ทางเลือก ฯ ลุ่มน้ำแม่ทา (2552)
ความสูงเชิงเลข	polygon	ระดับความสูง		
ความลาดชัน	polygon	ค่าความลาดชัน		
3. ข้อมูลพื้นฐาน	polygon	ตำบล, อำเภอ	1: 50,000	ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศ ฯ ภาคเหนือ (2550)
ขอบเขตการปกครอง				
ที่ตั้งหมู่บ้าน	point	ชื่อหมู่บ้าน	1: 50,000	
เส้นทางคมนาคม	line	ชื่อถน, ประเภท		
4. ข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน	polygon	ประเภทการใช้ที่ดิน	1: 25,000	ข้อมูลภาพดาวเทียมข้อมูลสำรวจภาคสนาม
ประเภทการใช้ที่ดิน				
5. ข้อมูลน้ำ	polygon	ปริมาณน้ำเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำประเภทและลักษณะ	1: 25,000	ระบบวิเคราะห์ทางเลือก ฯ ลุ่มน้ำแม่ทา (2552) กรมแผนที่ทหาร (2542) ข้อมูลสำรวจภาคสนาม การวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลอง SWAT
ปริมาณน้ำ				
แม่น้ำ ลำห้วย	line			
ตำแหน่งฝาย	point			
6. ข้อมูลดิน	polygon	สมบัติดิน และความเหมาะสม	1: 50,000	ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศ ฯ ภาคเหนือ (2550)
ลักษณะดิน				
7. ข้อมูลภูมิอากาศ	point	ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้น ฯ	1: 25,000	กรมอุตุนิยมวิทยา (2548) สถานีอุตุนิยมวิทยาลำพูน (2551)
8. ข้อมูลธรณีวิทยา	polygon	ลักษณะหิน	1: 50,000	ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศ ฯ ภาคเหนือ (2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.3 การพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

ในการศึกษานี้ได้พัฒนาข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยรวบรวมข้อมูลเอกสารจากหน่วยงานราชการ เครือข่ายวิจัยในพื้นที่ศึกษา จากการสำรวจภาคสนามและวิเคราะห์เพิ่มเติม โดยพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ ข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลอุทกวิทยา ข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน ข้อมูลดิน และ ข้อมูลภูมิอากาศ จากนั้นกำหนดรายละเอียดของข้อมูลเพื่อนำเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยกำหนดทั้งประเภทข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลเชิงคุณสมบัติ (attribute data) โดยมีรายละเอียดวิธีการในการพัฒนาปรับปรุงฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ดังนี้



ภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) ฐานข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ

ทำการพัฒนาฐานข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด ที่มาตราส่วน 1: 25,000 โดยใช้ชุดข้อมูลระดับความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาดรวมจำนวนทั้งสิ้น 64 ระวาง (ขนาดพื้นที่ระวางละ 2 x 2 ตร.กม.) ซึ่งแสดงค่าระดับความสูงของสภาพภูมิประเทศที่มีขนาดรายละเอียดของกริด 5 เมตร โดยได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากโครงการวิจัย "ระบบวิเคราะห์ทางเลือกสำหรับการประกอบอาชีพเกษตรกรรมตามฐานทรัพยากรในลุ่มน้ำ" ร่วมกับข้อมูลเส้นทางน้ำ (stream center line) อ้างอิงกับข้อมูลแผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร การพัฒนาฐานข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาดสามารถสรุปขั้นตอนได้ ดังนี้

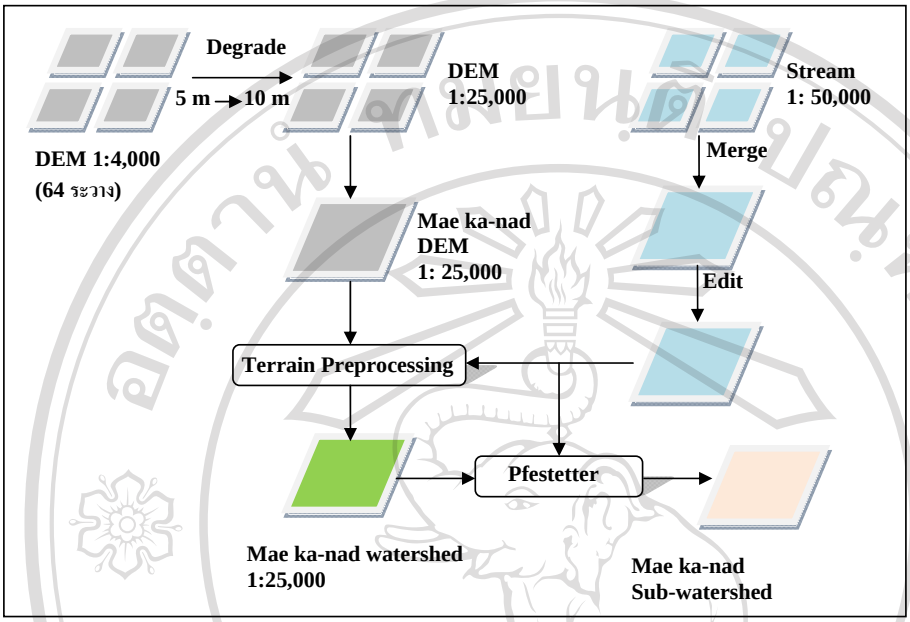
(1) ตรวจสอบและจัดการชุดข้อมูลทั้งหมดบนระบบพิกัดและพื้นหลักฐานเดียวกัน ตรวจสอบข้อมูลทุกส่วนของข้อมูลระดับความสูงเชิงเลข ตลอดจนเชื่อมไฟล์ข้อมูลทั้ง 64 ระวาง เข้าด้วยกัน ด้วยโปรแกรม ERDAS Imagine 9.0 (Leica, 2006) (Mosaic module)

(2) สร้างชั้นข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขะนาดด้วยโปรแกรม ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007) (Terrain preprocessing module) โดยใช้ข้อมูลระดับความสูงเชิงเลข (DEM) โดยปรับรายละเอียดกริดจาก 5 เมตร เป็น 10 เมตร เพื่อให้มีความเหมาะสมที่มาตราส่วน 1: 25,000 ร่วมกับข้อมูลเส้นทางน้ำ (stream center line) จากนั้นดำเนินการสร้าง flow accumulation, stream definition, stream segmentation, และ catchment grid segmentation

(3) สร้างชั้นข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาดด้วยวิธี Pfefstetter (Verdin, 1997) โดยใช้โปรแกรมจัดลำดับชั้นและวิเคราะห์เครือข่ายลุ่มน้ำ L-Wshed (ปิ่นเพชร และคณะ, 2548) ซึ่งสามารถแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำย่อยในลำดับชั้นต่าง ๆ ได้ ข้อมูลที่ใช้พัฒนาชั้นข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาดประกอบด้วย ข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำหลักแม่ขะนาด (Mae Ka-nad watershed) เส้นทางน้ำ (drainage line) จุดรวมน้ำ (drainage point) ทิศทางการไหลของน้ำ (flow direction) จากนั้นกำหนดชื่อลุ่มน้ำย่อยทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด

(4) ตรวจสอบความถูกต้องของรายละเอียดขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาดด้วยข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศออร์โธสี มาตราส่วน 1: 4,000 ร่วมกับข้อมูลสภาพภูมิประเทศ (view shade) ที่สร้างจากข้อมูลระดับความสูงเชิงเลข (DEM)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการพัฒนาฐานข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด

2) ข้อมูลพื้นฐาน: ขอบเขตการปกครองอำเภอ ตำบล หมู่บ้านและเส้นทางคมนาคม

ทำการพัฒนาฐานข้อมูลขอบเขตการปกครองของอำเภอ ตำบล และตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้านของพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด โดยได้รับการอนุเคราะห์จาก ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศภาคเหนือ (2550) ในรูปแบบไฟล์ .adf (coverage file) โดยตัดส่วนมาจากฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของจังหวัดลำพูน ซึ่งเป็นข้อมูลมาตราส่วน 1: 50,000 อยู่ในระบบพิกัด UTM (Universal Transverse Mercator) โซน 47N บนพื้นหลักฐาน Indian1975 มีขั้นตอนโดยสังเขป ดังนี้

(1) แปลงรูปแบบจาก coverage file เป็น shape file ด้วยโปรแกรม ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007)

(2) ปรับแก้พื้นหลักฐานให้เป็น WGS84 (World Geodetic System 1984) ด้วยโปรแกรมจัดการข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007)

(3) ใช้ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขะนาดทำการตัด (clip) เข้ากับชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครองที่ต้องการ คือ ขอบเขตอำเภอ ตำบล และตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(4) ตรวจสอบข้อมูลตำแหน่งหมู่บ้าน เส้นทางการคมนาคม และขอบเขตตำบล เพิ่มเติม จากข้อมูลแผนที่หมู่บ้าน แผนที่ตำบล และการสำรวจภาคสนาม

(5) ปรับปรุงฐานข้อมูลให้มีตำแหน่งและข้อมูลที่ถูกต้อง ตรงกับข้อมูลที่มีอยู่จริงในพื้นที่มากที่สุด

3) ข้อมูลดิน

พัฒนาฐานข้อมูลดิน โดยชั้นข้อมูลดินได้รับการอนุเคราะห์จาก ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศภาคเหนือ (2550) ในรูปแบบไฟล์ .adf (coverage file) มาตราส่วน 1: 50, 000 อยู่ในระบบพิกัด UTM (Universal Transverse Mercator) โซน 47N บนพื้นหลักฐาน Indian1975 มีขั้นตอนการพัฒนาฐานข้อมูลดิน ดังนี้

(1) แปลงรูปแบบข้อมูลดินจาก coverage file เป็น shape file ด้วยโปรแกรม ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007)

(2) ปรับแก้พื้นหลักฐานให้เป็น WGS84 (World Geodetic System 1984) ด้วยโปรแกรมจัดการข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007)

(3) ใช้ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขะนาดทำการตัด (clip) เข้ากับชั้นข้อมูลดินที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา

(4) ตรวจสอบข้อมูลชนิดดินและคุณสมบัติดินให้สมบูรณ์ครบถ้วนและถูกต้อง สำหรับนำไปใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Soil and Water Assessment Tool (SWAT model) เพื่อประเมินปริมาณน้ำและตะกอน

4) ข้อมูลธรณีวิทยา

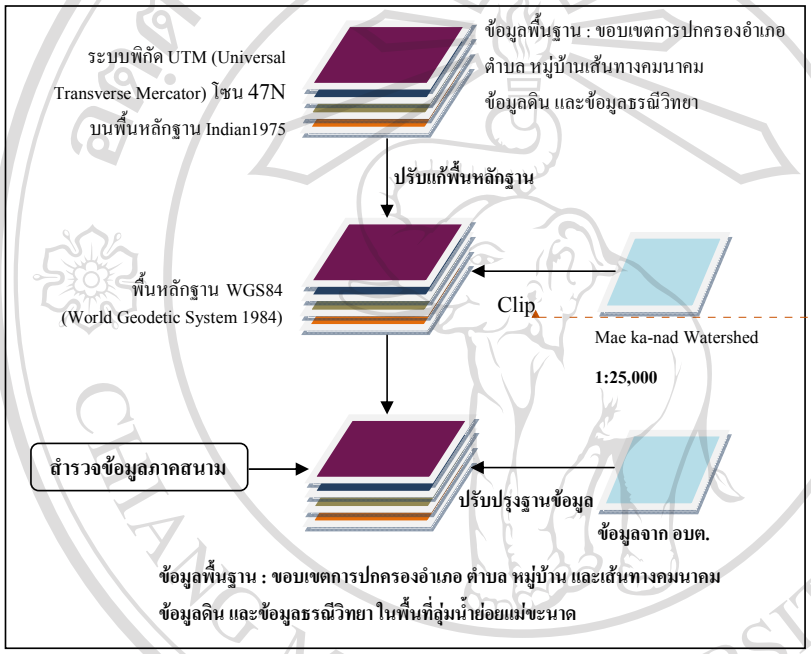
พัฒนาฐานข้อมูลธรณีวิทยาโดยชั้นข้อมูลธรณีวิทยาได้รับการอนุเคราะห์จากศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศภาคเหนือ (2550) ในรูปแบบไฟล์ .adf (coverage file) มาตราส่วน 1: 50, 000 อยู่ในระบบพิกัด UTM (Universal Transverse Mercator) โซน 47N บนพื้นหลักฐาน Indian1975 ซึ่งขั้นตอนการพัฒนาฐานข้อมูลธรณีวิทยาเหมือนกับการพัฒนาฐานข้อมูลดิน ดังนี้

(1) แปลงรูปแบบข้อมูลธรณีวิทยาจาก coverage file เป็น shape file ด้วยโปรแกรม ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) ปรับแก้พื้นหลักฐานให้เป็น WGS84 (World Geodetic System 1984) ด้วยโปรแกรมจัดการข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007)

(3) ใช้ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขะนาดทำการตัด (clip) เข้ากับชั้นข้อมูลธรณีวิทยาที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 3-7 ขั้นตอนการพัฒนาฐานข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลดิน และข้อมูลธรณีวิทยา

5) ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ: ความสูงและความลาดชัน

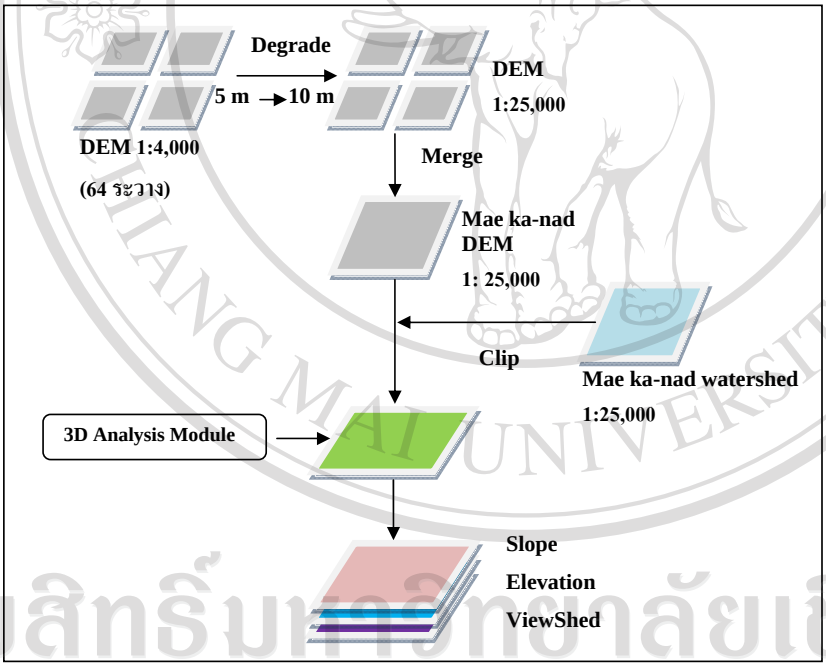
พัฒนาข้อมูลสภาพภูมิประเทศ (ความสูงและความลาดชัน) ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขะนาดด้วยข้อมูลตั้งต้นจากข้อมูลระดับความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) เช่นเดียวกับการพัฒนาขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด สรุปขั้นตอนได้ดังนี้

(1) ปรับลดขนาดรายละเอียดของข้อมูลให้เท่ากับ 10 เมตร เพื่อให้เหมาะสมกับการพัฒนาฐานข้อมูลชนิดต่าง ๆ ที่มาตราส่วน 1: 25,000 โดยใช้โปรแกรมการจัดการ และกรรมวิธีข้อมูลภาพของ ERDAS Imagine 9.0 (Leica, 2006)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) สร้างข้อมูลสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา โดยทำการเชื่อมต่อข้อมูลทั้ง 64 ระวาง ด้วยโปรแกรม ERDAS Imagine 9.0 (Leica, 2006) (Mosaic module) จากนั้นใช้ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่สร้างจากตัวข้อมูลระดับความสูงเชิงเลขและทางน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขะนาดทั้งหมดทำการตัดพื้นที่ (clip) ข้อมูลสภาพภูมิประเทศให้มีขอบเขตและพื้นที่เท่ากับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาดด้วยโปรแกรม ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007) (3D Analysis module)

(3) สร้างชั้นข้อมูลความลาดชันด้วยโปรแกรม ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007) (3D Analysis module) สามารถกำหนดได้ว่าต้องการสร้างข้อมูลความลาดชันโดยใช้ข้อมูลระดับความสูงเชิงเลข (DEM) จากนั้นทำการจำแนกค่าความลาดชันให้มีช่วงชั้นที่เหมาะสมที่ต้องการด้วย Spatial analysis module, และทำการจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ (reclassify) โดยมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน เพื่อนำใช้เป็นปัจจัยในการประเมินความเหมาะสมที่ดิน



ภาพที่ 3-8 ขั้นตอนการจัดการข้อมูลระดับความสูงเชิงเลข (DEM) พัฒนาเป็นฐานข้อมูลภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด

(4) ตรวจสอบความถูกต้องและความละเอียดของข้อมูล ด้วยภาพออร์โธสีเชิงเลขมาตราส่วน 1: 4,000 และเส้นชั้นความสูง (contour line)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6) ข้อมูลอุทกวิทยา

: เส้นทางน้ำ

ทำการพัฒนาฐานข้อมูลอุทกวิทยาของพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด ได้แก่ เส้นทางน้ำ โดยได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลตั้งต้น จากศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศภาคเหนือ (2550) ข้อมูลอยู่ในรูปแบบไฟล์ .adf (coverage file) มาตราส่วน 1: 50,000 อยู่ในระบบพิกัด UTM (Universal Transverse Mercator) โซน 47N บนพื้นหลักฐาน Indian1975 มีขั้นตอนการพัฒนาฐานข้อมูลเส้นทางน้ำ ดังนี้

(1) แปลงรูปแบบข้อมูลทางน้ำจาก coverage file เป็น shape file ด้วยโปรแกรม ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007)

(2) ปรับแก้พื้นหลักฐานให้เป็น WGS84 (World Geodetic System 1984) ด้วยโปรแกรมจัดการข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007)

(3) ใช้ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขะนาดทำการตัด (clip) เข้ากับชั้นข้อมูลขอบเขตทางน้ำที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา

(4) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเส้นทางน้ำ จากแผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ร่วมกับการสำรวจภาคสนาม

: ตำแหน่งฝาย และเขื่อน

พัฒนาฐานข้อมูลตำแหน่งฝายจากการสำรวจภาคสนาม พัฒนาฐานข้อมูลปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำเฉลี่ยจากกรมชลประทาน ร่วมกับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมจัดการข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007), ArcSWAT (v.2.0) (SWAT, 2008) และ MapWindow GIS (v.4.5) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

(1) สำรวจตำแหน่งฝายและเขื่อน ด้วยเครื่องมือกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Global Positioning System: GPS) และการสัมภาษณ์เพื่อเก็บรายละเอียดข้อมูลเพิ่มเติม

(2) นำเข้าข้อมูลตำแหน่งฝายและเขื่อนจากเครื่องมือกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) พัฒนาให้อยู่ในรูปฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยใช้โปรแกรมระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก DNRGarmin (Garmin, 2005) ซึ่งเป็นโปรแกรมเพื่อใช้ในการแปลงและนำเข้าข้อมูลที่ได้จากการรังวัดภาคสนามเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(3) พัฒนาและจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ด้วยโปรแกรมจัดการข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007) ลักษณะข้อมูลตำแหน่งฝายและเขื่อนเป็นแบบจุด (point) จากนั้นนำเข้าข้อมูลคุณสมบัติและรายละเอียดของข้อมูลฝายและเขื่อน เช่น ชื่อ ที่ตั้ง ประเภทฝายและเขื่อน เป็นต้น

: ปริมาณน้ำ

พัฒนาฐานข้อมูลปริมาณน้ำท่า และปริมาณน้ำเฉลี่ยจากกรมชลประทาน ร่วมกับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมจัดการข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ MapWindow GIS (v.4.5) (SWAT, 2005) และ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

(1) พัฒนาข้อมูลอุทกวิทยา วิเคราะห์โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Soil and Water Assessment Tool: SWAT model) โปรแกรม MapWindow GIS (v.4.5) (SWAT, 2005) (MWSWAT module) ร่วมกับ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007) และArcSWAT module (v.2.0) (SWAT, 2008) เป็นเครื่องมือช่วยในการประเมินปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด เพื่อใช้เป็นปัจจัยสำคัญในการประเมินความเหมาะสมที่ดินเพื่อพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำของลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด โดยปริมาณน้ำภายในลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาดที่ได้จากแบบจำลอง SWAT นั้นประเมินได้จากสมการสมดุลน้ำ ดังสมการ (2)

$$SW_t = SW + \sum_{i=1}^{t}(R_i + Q_i + ET_i + P_i + QR_i) \quad \text{..... (2)}$$

โดย SW = ปริมาณน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ (มิลลิเมตร)

t = เวลา (วัน)

R = ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)

Q = ปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดิน (มิลลิเมตร)

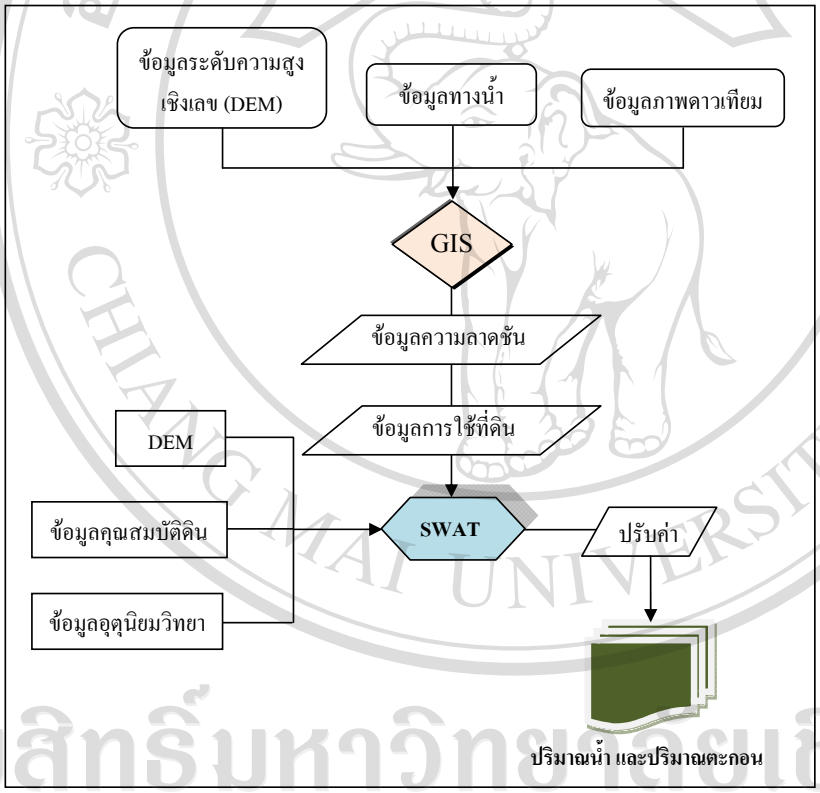
ET = ปริมาณการคายระเหยน้ำ (มิลลิเมตร)

P = ปริมาณน้ำซึมลงดิน (มิลลิเมตร)

QR = ปริมาณน้ำไหลลงแม่น้ำ (มิลลิเมตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) ปรับค่าในแบบจำลอง SWAT เพื่อให้ข้อมูลการประเมินปริมาณน้ำ และปริมาณตะกอนมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เมื่อนำมาตรวจสอบกับข้อมูลที่วัดได้จริง รวมถึงความสอดคล้องของข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ ใช้วิธีการปรับค่าข้อมูลน้ำฝน และข้อมูลแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Bouraoui *et. al* (2005) and Xiaobo (2008) ได้จำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการที่ดิน โดยทำนายผลการประเมินน้ำท่าและตะกอน พบว่า ข้อจำกัดด้านปริมาณน้ำฝนและข้อมูลแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ ทำให้ผลการคำนวณมีความคลาดเคลื่อนมากขึ้น



ภาพที่ 3-9 ขั้นตอนการพัฒนาฐานข้อมูลอุทกวิทยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

พัฒนาฐานข้อมูลการใช้ที่ดินด้วยกรรมวิธีวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) ซึ่งเป็นเทคนิคของการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing) การจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินใช้ค่าคุณสมบัติเชิงช่วงคลื่นเป็นหลักในการจำแนก โดยข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่นำมาจำแนก คือ ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM (Thematic Mapper) จำนวน 7 ช่วงคลื่น (bands) ขนาดรายละเอียดของข้อมูลเท่ากับ 25 เมตร บันทึกข้อมูลเมื่อ 1 มีนาคม 2550 ซึ่งมีขั้นตอนหลัก ดังนี้

(1) ปรับแก้ข้อมูลเชิงตำแหน่ง (Geometric correction) เพื่อให้ข้อมูลภาพดาวเทียมมีค่าพิกัดตรงกับพื้นที่จริง เพื่อประโยชน์ในการคำนวณตำแหน่ง ระยะทาง และพื้นที่ ตลอดจนเพื่อให้การวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่กับชั้นข้อมูลอื่น ๆ เป็นไปอย่างถูกต้อง วิธีการปรับแก้เชิงตำแหน่งใช้การอ้างอิงกับข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศออร์โธสี มาตราส่วน 1: 25,000 ซึ่งมีระบบพิกัด UTM (Universal Transverse Mercator) ในโซน 47N บนพื้นหลักฐาน WGS84 (World Geodetic System 1984) เป็นข้อมูลที่ใช้อ้างอิงค่าพิกัดของตำแหน่ง โดยการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Points: GCPs) ให้ครอบคลุมและกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่อย่างน้อยประมาณ 40 จุด เรียกว่ากระบวนการปรับแก้เชิงตำแหน่งแบบ “Image Registration” หรือ “Image to Image” (สุทธินี, 2549) โดยปกติค่าความคลาดเคลื่อนต้องไม่เกินขนาดรายละเอียดของข้อมูลภาพ จึงถือว่าอยู่ในเกณฑ์การยอมรับได้ของความถูกต้องเชิงตำแหน่งในการปรับแก้แต่ละภาพ (สิทธิเดช, 2543) ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat-5 มีรายละเอียดของข้อมูลภาพเท่ากับ 25เมตร

(2) ปรับแก้คุณภาพข้อมูลภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสร้างข้อมูลภาพสีผสม (image color combination) และปรับแก้ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอันเนื่องมาจากสภาพอากาศหรือบรรยากาศ (atmospheric correction) ทำให้ข้อมูลภาพดาวเทียมมีคุณภาพพร้อมที่จะเข้าสู่กระบวนการจำแนกรายละเอียด มีความชัดเจน เหมาะสมต่อการจำแนก และช่วยเน้นรายละเอียดของข้อมูล (สุทธินี, 2549) ด้วยโปรแกรม ERDAS Imagine (v.9.0) (Leica, 2006) (Spatial enhancement module)

(3) จำแนกรายละเอียดข้อมูลพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด โดยใช้วิธีการจำแนกแบบควบคุม (supervised classification) ซึ่งเป็นการจำแนกที่ผู้วิเคราะห์เป็นผู้กำหนดลักษณะประเภทของข้อมูล สำหรับการจำแนกด้วยตัวเอง และตัวอย่างที่เลือกจะเป็นข้อมูลทางสถิติที่กำหนดคุณลักษณะของข้อมูล สำหรับการจำแนกแต่ละชนิด ดังนั้นความถูกต้อง และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความน่าเชื่อถือของการจำแนกแบบนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของพื้นที่ตัวอย่างที่ถูกเลือก (ศุทธินี, 2549)

(4) สำรวจข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคสนามเพิ่มเติม เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลและใช้เป็นข้อมูลเพื่อประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนก

(5) ประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนก (accuracy assessment) ซึ่งเป็นกรรมวิธีการตรวจสอบผลการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมว่ามีความถูกต้องน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใดสำหรับการนำไปใช้งานข้อมูลเชิงพื้นที่ต่อไป การตรวจสอบสามารถกระทำได้จากข้อมูลแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ หรือข้อมูลภาคสนาม เรียกว่า “referenced map” และ “referenced data” โดยพื้นที่ตรวจสอบสามารถทำได้เฉพาะที่ และตรวจสอบทั้งพื้นที่การจำแนก ในการนี้ได้ใช้วิธี error matrix และ kappa statistics (Congalton, 1991) โดยสมการ(3) เพื่อประเมินค่าความถูกต้อง โดยนำผลของการจำแนกประเภทข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินมาซ้อนทับกับบริเวณพื้นที่ ที่มีข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินตามสภาพจริง คือ จุดจากการสำรวจในภาคสนาม จากนั้นเปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพ ฯ แต่ละประเภท การใช้ประโยชน์ที่ดินกับสภาพความเป็นจริงของพื้นที่ศึกษา จากนั้นนำเข้าตาราง เพื่อเปรียบเทียบการปะปนกันระหว่างประเภทข้อมูล ในการตรวจสอบได้กระทำแบบพิกัดต่อจุดภาพ (coordinate by pixel) โดยใช้ข้อมูลการตรวจสอบในภาคสนามเป็นข้อมูลอ้างอิง (referenced data)

$$\hat{K}\text{HAT}\ (\hat{K}) = \frac{N*\sum_{i=1}^{r} xij \; - \; \sum_{i=1}^{r} (xi+ * x+i)}{N^2 \; - \; \sum_{i=1}^{r} (xi+ * x+i)} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

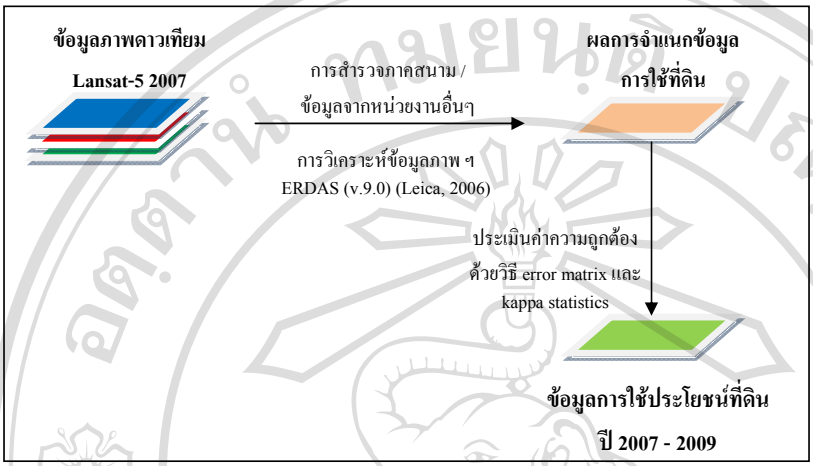
โดย r = จำนวนแถวในตาราง matrix

xij = จำนวนข้อมูลที่วัดในแถวที่ i คอลัมภ์ที่ j

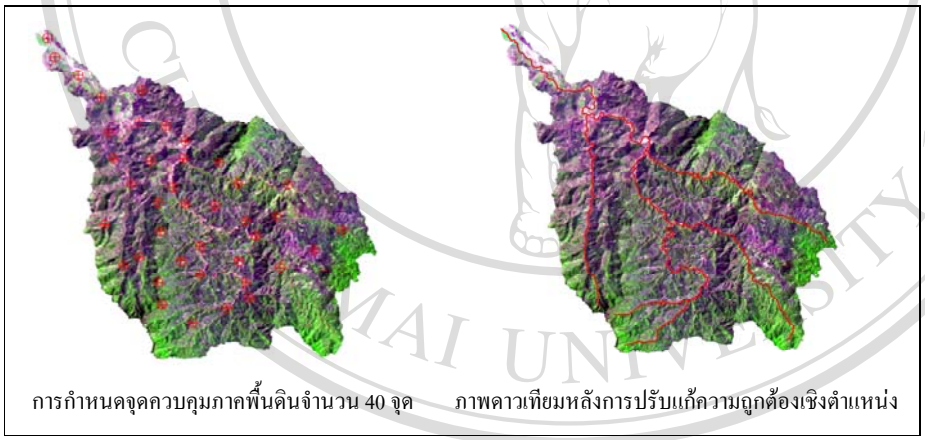
xi+ และ x+i = จำนวนรวมที่แถว i และคอลัมภ์ที่ j ตามลำดับ

N = จำนวนรวมของข้อมูลที่วัดทั้งหมด

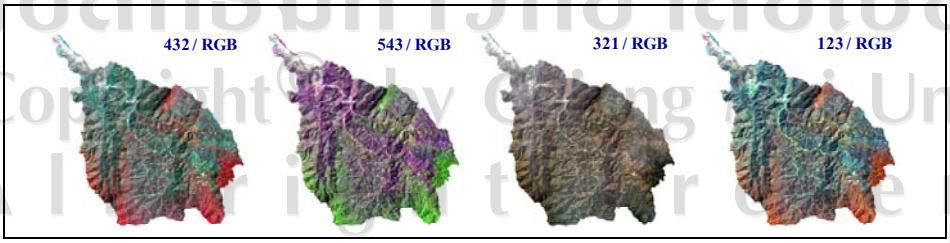
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 3-10 ขั้นตอนพัฒนาฐานมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน



ภาพที่ 3-11 การปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของภาพดาวเทียม Landsat-5



ภาพที่ 3-12 การสร้างข้อมูลภาพสีผสมรูปแบบต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8) ข้อมูลภูมิอากาศ

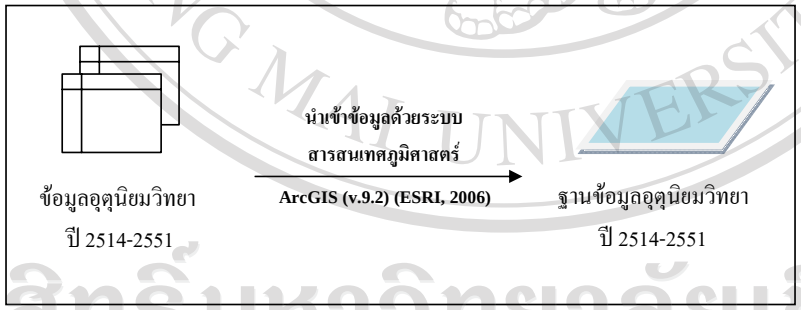
พัฒนาฐานข้อมูลอากาศโดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้รับความอนุเคราะห์จากสถานีอุตุนิยมวิทยาลำพูนและศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ ข้อมูลอยู่ในรูปแบบ Microsoft Excel เป็นข้อมูลรายวัน ตั้งปี พ.ศ. 2514 – 2551 และข้อมูลรอบ 30 ปี ประกอบด้วย ข้อมูลความกดอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน แสงแดด อัตราการระเหย ความเร็วลม และพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์บอกตำแหน่งและความสูงสถานีตรวจวัดอากาศ มีขั้นตอนการพัฒนาฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ดังนี้

1) ตรวจสอบตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศ เลือกเฉพาะตำแหน่งที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาหรือใกล้เคียงที่สุด

2) ตรวจสอบข้อมูล ความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูล

3) นำเข้าฐานข้อมูลตำแหน่งสถานีตรวจวัดอากาศ ด้วยโปรแกรมจัดการข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007)

4) นำเข้าข้อมูลคุณสมบัติ (attribute data) จากตารางข้อมูลในรูปแบบ Microsoft Excel เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data)



ภาพที่ 3-13 ขั้นตอนการพัฒนาฐานข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

9) ตรวจสอบการปรับแก้พื้นหลักฐานของฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นทั้งหมดให้เป็น WGS84 (World Geodetic System 1984) อีกครั้ง ด้วยโปรแกรมจัดการข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007) จากนั้นปรับแก้ในรายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ให้มีขนาดรายละเอียดสูงที่มาตราส่วน 1: 25,000

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

10) สร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Personal Geodatabase ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007) (ArcCatalog) เพื่อจัดเก็บฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหมดที่ได้พัฒนาขึ้น

3.2.4 การกำหนดปัจจัยประเมินความเหมาะสม

ปัจจัยทางพื้นที่แต่ละด้านมีผลกระทบ และอิทธิพลต่อความเหมาะสมของพื้นที่ สำหรับการสร้างอ่างกักเก็บน้ำแตกต่างกัน ดังนั้นในกระบวนการประเมินที่ดินสำหรับพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำ จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้แต่ละปัจจัย เพื่อกำหนดระดับความสำคัญในเชิงเปรียบเทียบให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และวัตถุประสงค์ในด้านต่าง ๆ มากที่สุด โดยในการศึกษานี้ใช้วิธีการจัดลำดับความสำคัญ (ranking) ของแต่ละปัจจัย Eastman (1997) ได้กล่าวว่า วิธีการกำหนดปัจจัยเลือกพื้นที่เหมาะสมไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ สภาพทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในบริเวณนั้น ๆ สำหรับการศึกษานี้ได้กำหนดปัจจัยทางด้านกายภาพสำหรับประเมินคุณภาพที่ดินเพื่อศึกษาระดับความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และจากการหารือ พูดคุย สัมภาษณ์ บุคคลต่าง ๆ เช่น นักวิชาการป่าไม้ นายช่างโยธา ผู้นำองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ศึกษา เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง และนักศึกษา เพื่อกำหนดปัจจัยสำหรับประเมินคุณภาพที่ดิน โดยพิจารณาลักษณะทางกายภาพและทรัพยากรธรรมชาติของพื้นที่เป็นหลัก และเกณฑ์ปัจจัยที่ใช้สำหรับประเมินคุณภาพที่ดินเพื่อศึกษาระดับความเหมาะสมของที่ดิน จากการพิจารณาแล้ว มีทั้งหมด 12 ปัจจัย คือ ปริมาณน้ำ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ชั้นหินอุ้มน้ำ ค่าความลาดชัน ค่าความสูง ชนิดดิน การซาบซึมน้ำ การระบายน้ำ การชะล้างพังทลาย ประเภทการใช้ที่ดิน ปริมาณตะกอน และชนิดหิน (ฐานราก) หลังจากนั้นพิจารณาพื้นที่เหมาะสมอีกครั้งโดยใช้พื้นที่กันชนในระยะทางจากลำน้ำ 500 เมตรจากลำน้ำ และอยู่ห่างจากพื้นที่ที่อยู่อาศัยออกไป 2 กิโลเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3-5 เกณฑ์ความเหมาะสมของปัจจัยสำหรับการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำ

ลำดับ	ปัจจัยหลัก	เงื่อนไข/หลักเกณฑ์ย่อย	เกณฑ์ความเหมาะสม
1	ปริมาณน้ำเฉลี่ย (มม.)	794.41 – 1069.28	เหมาะสม
		481.41 – 794.41	เหมาะสมปานกลาง
		259.44 – 481.40	เหมาะสมน้อย
		109.76 – 259.43	เหมาะสมน้อย
		0 – 109.75	ไม่เหมาะสม
2	ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	1A	ไม่เหมาะสม
		1B	ไม่เหมาะสม
		2	เหมาะสม
		3	เหมาะสมปานกลาง
		4	เหมาะสมปานกลาง
		5	เหมาะสม
3	ชั้นหินอุ้มน้ำ	หินแกรนิต	เหมาะสม
		หินกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว	เหมาะสมปานกลาง
		หินฟิลไลต์ ควอร์ตไซต์ และดินดาน	ไม่เหมาะสม
4	ความลาดชัน	0-2 %	ไม่เหมาะสม
		2-5 %	ไม่เหมาะสม
		5-12 %	เหมาะสมปานกลาง
		12-20 %	เหมาะสม
		20-35 %	เหมาะสมน้อย
		> 35 %	ไม่เหมาะสม
5	ความสูง (เมตร)	324 – 476	ไม่เหมาะสม
		478 - 599	เหมาะสม
		600 - 713	เหมาะสมปานกลาง
		714 - 863	เหมาะสมน้อย
		846 - 1,276	ไม่เหมาะสม
6	ดิน	ดินเหนียว	เหมาะสม
		ดินเหนียวปนทราย	เหมาะสมปานกลาง
		ดินเหนียวปนตะกอน	เหมาะสมปานกลาง
		ดินร่วนปนดินเหนียว	เหมาะสมปานกลาง
		ดินร่วนเหนียวปนตะกอน	เหมาะสมปานกลาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลำดับ	ปัจจัยหลัก	เงื่อนไข/หลักเกณฑ์ย่อย	เกณฑ์ความเหมาะสม
		ดินร่วนเหนียวปนทราย	เหมาะสมปานกลาง
		ดินร่วน	เหมาะสมน้อย
		ดินร่วนปนตะกอน	เหมาะสมน้อย
		ดินตะกอน	เหมาะสมน้อย
		ดินร่วนปนทราย	เหมาะสมน้อย
		ดินทรายปนดินร่วน	เหมาะสมน้อย
		ดินทราย	ไม่เหมาะสม
7	การซาบซึมน้ำ	ซึมน้ำช้า	เหมาะสม
		ซึมน้ำปานกลาง	เหมาะสมปานกลาง
		ซึมน้ำปานกลางถึงเร็ว	เหมาะสมน้อย
		ซึมน้ำเร็ว	ไม่เหมาะสม
8	การระบายน้ำ	ระบายน้ำเลวมาก	ไม่เหมาะสม
		ระบายน้ำเลว	เหมาะมปานกลาง
		ระบายน้ำค่อนข้างเลว	เหมาะสม
		ระบายน้ำค่อนข้างดี	เหมาะสมน้อย
		ระบายน้ำดี	เหมาะสมน้อย
		ระบายน้ำดีมาก	ไม่เหมาะสม
9	การชะล้างพังทลาย	ชะล้างพังทลายง่าย	ไม่เหมาะสม
		ชะล้างพังทลายปานกลาง	เหมาะสมน้อย
		ชะล้างพังทลายน้อย	เหมาะสม
10	ประเภทการใช้ที่ดิน	พื้นที่อยู่อาศัย	ไม่เหมาะสม
		พื้นที่เกษตร	ไม่เหมาะสม
		พื้นที่อุตสาหกรรม	ไม่เหมาะสม
		พื้นที่ป่า	ไม่เหมาะสม
		พื้นที่ทิ้งร้าง/เสื่อมโทรม	เหมาะสม
		แหล่งน้ำ	เหมาะสม
11	ปริมาณตะกอน	มาก	ไม่เหมาะสม
		ปานกลาง	เหมาะสมน้อย
		น้อย	เหมาะสม
12	ชนิดหิน (ฐานราก)	หินอัคนี	เหมาะสม
		หินแปร	เหมาะสมน้อย
		หินตะกอน	เหมาะสมน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เกณฑ์การพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ จะถูกนำไปพิจารณาลำดับความสำคัญโดยวิธีกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาดต่อไป

3.2.5 การวิเคราะห์ค่าถ่วงน้ำหนัก

ปัจจัยหรือหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการประเมินความเหมาะสมมีลำดับความสำคัญไม่เท่ากัน ทำให้มีผลต่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน จึงมีความจำเป็นต้องจัดลำดับความสำคัญก่อนหลังของแต่ละปัจจัยก่อนนำเข้าสู่กระบวนการประเมิน ดังนั้นแต่ละปัจจัยจะต้องถูกกำหนดความสำคัญด้วยค่าถ่วงน้ำหนัก เพื่อใช้เป็นตัวแสดงให้เห็นถึงความสำคัญก่อนหลังของแต่ละปัจจัยที่สัมพันธ์กันเชิงเปรียบเทียบกับปัจจัยอื่น ๆ การวิเคราะห์ค่าถ่วงน้ำหนักสามารถประเมินจากการระดมความคิดเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องซึ่งทำได้หลายวิธี เช่นการระดมความคิดในรูปแบบการประชุมปฏิบัติการ หรือการตอบแบบสอบถามในลักษณะการตอบแบบสัมภาษณ์ (Tiwari *et. al*, 1999) ส่วนเทคนิคการรวมค่าน้ำหนักเชิงเส้นตรง (weighted linear combination: WLC) คือ การที่เกณฑ์เงื่อนไขถูกกำหนดให้มีระดับมาตรฐานต่อเนื่อง จากเหมาะสมน้อยที่สุดถึงเหมาะสมมากที่สุดเป็นการให้ความยืดหยุ่นในการเลือกตำแหน่งที่ตั้ง (Syed, 1992) การศึกษานี้ได้ใช้วิธีการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยโดยรวบรวม และประเมินจากผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยผ่านการประชุม และการสัมภาษณ์ ด้วยวิธีการ ranking method (Malczewski, 1999) และนำมาคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักตามสมการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักสมการ (4)

$$\mathbf{W_{rj}} = \frac{n - rj + 1}{\sum_{k=1}^{n} (n - rk + 1)} \qquad \text{..... (4)}$$

โดย W_{rj} = ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย

rj = ลำดับความสำคัญของปัจจัย

n = จำนวนของปัจจัย

k = 1, 2, 3, 4, ...n

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.6 การประเมินความเหมาะสม

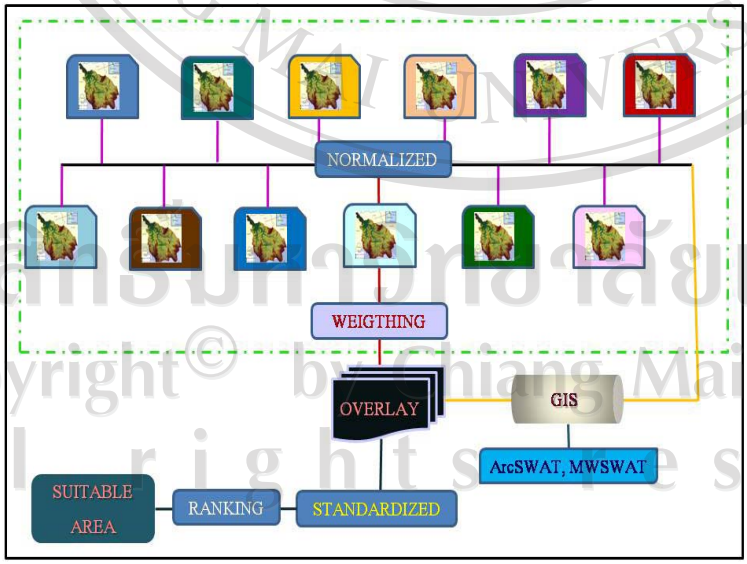
ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำปัจจัยและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำที่รวบรวมและพัฒนาเป็นฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ สร้างเป็นแบบจำลอง (model) โดยวิธีจัดลำดับความสำคัญ (ranking) ของแต่ละปัจจัย จัดการข้อมูลแต่ละปัจจัยให้มีค่าปกติหรือฐานการวิเคราะห์ที่เท่ากันด้วยวิธีการ Normalization และวิเคราะห์ค่าถ่วงน้ำหนัก (weighting score method: WSM) โดยวิเคราะห์และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักด้วยสมการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักและโปรแกรมร่วมตัดสินใจ (รตส.) (เมธี และคณะ, 2550) จากนั้นนำค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้เป็นระดับความสำคัญของปัจจัย วิเคราะห์ความเหมาะสมด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 9.2 (ESRI, 2007) (Overlay module) เมื่อได้ผลการวิเคราะห์ชั้นความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการสร้างอ่างกักเก็บน้ำ ทำการจำแนกชั้นความเหมาะสมของที่ดินออกเป็น 4 ระดับ ตามหลักวิธีการประเมินคุณภาพที่ดินของ FAO (1983) ชั้นความเหมาะสมได้พิจารณาเปรียบเทียบค่าคะแนนตามหลักเกณฑ์เดียวกันกับการกำหนดค่าพิสัยโดยใช้ฐาน ดังนี้

S 1 = 80 – 100 % (0.8 – 1.0) คือ ชั้นที่มีความเหมาะสมมาก

S 2 = 40 – 80 % (0.4 – 0.8) คือ ชั้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง

S 3 = 20 – 40 % (0.2 – 0.4) คือ ชั้นที่มีความเหมาะสมเล็กน้อย

N = น้อยกว่า 20% (0.0 – 0.2) คือ ชั้นที่ไม่มีความเหมาะสม



ภาพที่ 3-14 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.7 การศึกษาหาความเป็นไปได้และแนวทางในการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำ

ศึกษาความเป็นไปได้ และแนวทางในการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาดโดยการบูรณาการองค์ความรู้และการมีส่วนร่วมของชุมชน ตลอดจนองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นและหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับวิธีการของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ด้วยการนำเสนอข้อมูลระดับความเหมาะสมเชิงพื้นที่ของที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด และทำการศึกษาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ตลอดจนแนวทางการหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับสร้างแหล่งกักเก็บน้ำให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์การศึกษา

3.3.1 ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลใน 2 ลักษณะ คือ การศึกษาจากข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ ดังนี้

1) ข้อมูลปฐมภูมิ

เป็นข้อมูลโดยทั่วไปที่เก็บรวบรวมจากพื้นที่และการพบปะพูดคุยกับเครือข่ายลุ่มน้ำ ผู้นำชุมชน ผู้นำองค์กรส่วนท้องถิ่น นักวิชาการ ชาวบ้านที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ และบุคคลที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่ทำการรวบรวม ได้แก่ ข้อมูลสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา ข้อมูลตำแหน่งฝาย ข้อมูลลักษณะและรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะเศรษฐกิจ สังคม และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาถึงความต้องการและปัญหาที่เกิดภายในลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด รวมทั้งศึกษาลำดับความสำคัญของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด

2) ข้อมูลทุติยภูมิ

เป็นข้อมูลที่เก็บรวมรวมจากเอกสารหรืองานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และนำไปวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลลักษณะทางกายภาพสำหรับประเมินคุณภาพที่ดินเพื่อหาระดับความเหมาะสมของที่ดิน มีแหล่งที่มา วิธีการเก็บรวมรวม และการพัฒนาข้อมูลที่แตกต่างกัน สามารถสรุปได้ ดังนี้

(1) ข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นำมาพัฒนาปรับปรุงแก้ไขร่วมกับการสำรวจภาคสนามเพิ่มเติม เป็นการปรับปรุงข้อมูลให้มีความทันสมัย และเป็นปัจจุบัน เหมาะสมกับพื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลขอบเขตการปกครอง ตำแหน่งหมู่บ้าน ข้อมูลเส้นทางคมนาคม ข้อมูลดิน ข้อมูลธรณีวิทยา และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

(2) ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ (จากข้อมูลปฐมภูมิ หรือข้อมูลดั้งต้นอื่น ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ ความลาดชัน ระดับความสูง ปริมาณน้ำเฉลี่ย ปริมาณตะกอน

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมการจัดการข้อมูล จัดทำฐานข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

- โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ArcGIS (v.9.2) (ESRI, 2006), MapWindow GIS (v.4.5) (SWAT, 2005) และArcSWAT (v.2.0) (SWAT, 2008)

- โปรแกรมกรรมวิธีข้อมูลภาพเชิงตัวเลข ERDAS Imagine (v.9.0) (Leica, 2006)

2) เครื่องมือรับสัญญาณตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) จำนวน 1 ชุด (Garmin, 2005)

3) แผนที่สภาพภูมิประเทศ ชุด L7018 มาตราส่วน 1: 50,000 ระวาง 4745I และ4845IV (กรมแผนที่ทหาร, 2542)

4) แผนที่ทำมือซึ่งทีมวิจัยเป็นผู้จัดทำขึ้นมา เพื่อแสดงตำแหน่ง และลักษณะทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ขะนาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved