

บทที่ 2

กระบวนการศึกษาวิจัย

การศึกษาค้นคว้าได้แยกเนื้อหาของงานออกเป็น 4 ส่วนหลักได้แก่ (1) การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อการวิจัย (2) การวิเคราะห์ตำแหน่งจุดเกิดไฟป่าและความสัมพันธ์กับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC) จังหวัดเชียงใหม่ (3) การประเมินผลกระทบของไฟป่าที่มีต่อพื้นที่ป่าไม้ในจังหวัดเชียงใหม่ (4) การประเมินระดับมลภาวะทางอากาศเนื่องจากเขม่าควันจากไฟป่าในเขตจังหวัดเชียงใหม่ โดยการดำเนินการแบ่งออกได้ดังนี้ (ดูผังการทำงานในรูปที่ 2.1 ประกอบ)

1. รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งจำเป็นสำหรับการศึกษาค้นคว้า และจัดเก็บไว้ในรูปของฐานข้อมูล GIS แยกออกเป็น 4 กลุ่มหลักคือ (ดูตารางที่ 2.1 และรูปที่ 2.2-2.7 ประกอบ)

1.1 ข้อมูลภูมิประเทศ (topographic data) คือ ระดับความสูง (elevation) และความลาดเอียง (slope)

1.2 ข้อมูลลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC)

1.3 ข้อมูลเชิงสังคม-เศรษฐกิจ คือ ขอบเขตการปกครอง ถนน และศูนย์กลางอำเภอ

1.4 ข้อมูลเกี่ยวกับไฟป่าแยกออกเป็นจุดเกิดไฟจากภาพถ่ายดาวเทียม MODIS และข้อมูลพื้นที่ซึ่งถูกเผาไหม้ (burned area) จากภาพ MODIS และภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง โดยข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม MODIS ทั้ง 2 แบบ (คือจุดไฟและพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้)

1.5 ข้อมูลสารมลพิษแขวนลอยในอากาศพวก PM10 ซึ่งได้จากกรมควบคุมมลพิษและจากภาพถ่ายดาวเทียม MODIS

2. จัดทำแผนที่ตำแหน่งจุดเกิดไฟป่าที่ได้รับจากข้อ 1.4 และวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับข้อมูลภูมิประเทศ (ข้อ 1.1) LULC (ข้อ 1.2) และระยะห่างจากถนนหรือศูนย์กลางจังหวัดของพื้นที่ (ข้อ 1.3)

3. จัดทำแผนที่พื้นที่ถูกไฟไหม้ (burned area) ช่วงฤดูไฟป่า พ.ศ. 2552-2556 จากฐานข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม MODIS

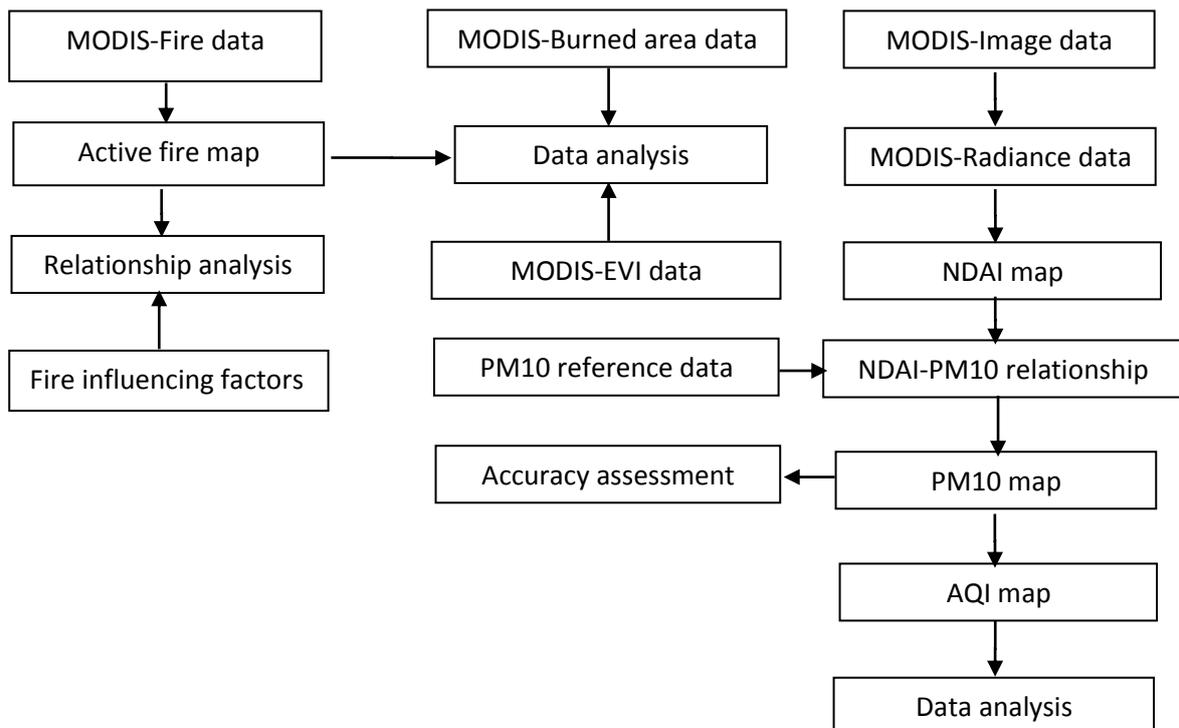
4. วิเคราะห์ผลกระทบของไฟป่าที่มีต่อความสมบูรณ์พืชพรรณในเขตป่าไม้ อิงจากแผนที่พื้นที่ถูกไฟไหม้ในข้อ 3 กับแผนที่จุดเกิดไฟป่าในข้อ 2 และแผนที่ระดับความสมบูรณ์ของพืชพรรณที่พัฒนาจากภาพถ่ายดาวเทียม MODIS ซึ่งในที่นี้คือแผนที่ EVI (Enhanced Vegetation Index)

5. จัดทำแผนที่ความเข้มข้นและการกระจายตัวของสารมลพิษพวก PM10 และแผนที่คุณภาพอากาศ (air quality map) ของจังหวัดเชียงใหม่ในช่วงเวลาที่กำหนด (คือช่วงฤดูไฟป่า พ.ศ. 2553) โดยใช้ค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่พัฒนามาจากข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม MODIS มาจัดทำเป็นแผนที่คุณภาพอากาศรายวันตามช่วงเวลาที่กำหนด (วันที่ 4-9 เมษายน 2553)

ตารางที่ 2.1 ประเภทของข้อมูลหลักสำหรับการศึกษาวิจัย

ประเภทของข้อมูล	มาตราส่วน/ ความละเอียด	แหล่งข้อมูล	พ.ศ.	รูปที่
แผนที่ความสูงเชิงเลข (DEM)	30 เมตร	ASTER GDEM	2542	2.2
แผนที่ความลาดเอียง (Slope)	1:50,000	กรมแผนที่ทหาร	2544	2.3
แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	1:25,000	กรมพัฒนาที่ดิน	2551	2.4
ข้อมูลโครงข่ายถนนสายหลัก	1:50,000	กรมแผนที่ทหาร	2544	
ข้อมูลขอบเขตการปกครอง	1:50,000	กรมการปกครอง	-	
ข้อมูลไฟป่า (จุดไฟ/พื้นที่เผาไหม้/EVI)	-	NASA (MODIS DATA)	2552-2556	-
ข้อมูลพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้	-	NASA, GISTDA	2552-2556	-
ข้อมูลปริมาณเขม่าควันพวก PM10	-	กรมควบคุมมลพิษ	2552-2556	-
ข้อมูลดัชนี NADI	-	MODIS		-

หมายเหตุ: ข้อมูล MODIS ดาวน์โหลดจากเว็บไซต์: <http://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/>



รูปที่ 2.1 ผังการทำงานในภาพรวม

2.1 การรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูลพื้นฐาน

จากที่กล่าวไปข้างต้น ข้อมูลพื้นฐานของการศึกษาวิจัยแยกออกได้เป็น 4 กลุ่มหลัก ซึ่งรวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลหลายแหล่ง และจัดเก็บไว้ในรูปของฐานข้อมูล GIS ดังนี้ (ดูตารางที่ 2.1 ประกอบ)

1. ข้อมูลภูมิประเทศ คือระดับความสูง (elevation) และ ความลาดเอียง (slope) ซึ่งสกัดจากแผนที่ภูมิประเทศ (topographic map) มาตรฐาน 1:50,000 ของกรมแผนที่ดิน และจัดเก็บเอาไว้ในรูปของแผนที่เพื่อความสะดวกในการประมวลผลทาง GIS ต่อไป ทั้งนี้ แผนที่ระดับความสูงแสดงไว้ในรูปที่ 2.2 และแผนที่ความลาดเอียงแสดงในรูปที่ 2.3

2. ข้อมูลลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC) ที่ได้จากการแปลภาพดาวเทียมของพื้นที่ ในที่นี้จะใช้ข้อมูลของ LULC ที่ได้มาจากการแปลภาพดาวเทียม Landsat-TM ของกรมแผนที่ดินในปี พ.ศ. 2551 เป็นหลักในการวิเคราะห์ ซึ่งได้จำแนกลักษณะของ LULC ของพื้นที่ออกเป็น 7 กลุ่มสำคัญ ได้แก่ ป่าสมบูรณ์ (evergreen forest) ป่าเบญจพรรณ (deciduous forest) ป่าปลูก (forest plantation) เขตเกษตรกรรม (agricultural area) เขตเมือง/ชุมชน (urban/built-up area) เขตพื้นที่น้ำ (water body) และพื้นที่อื่น ๆ (miscellaneous) (รูปที่ 2.4 และตารางที่ 2.2)

3. ข้อมูลเชิงสังคมและเศรษฐกิจ ได้แก่ ขอบเขตการปกครอง โครงข่ายถนนสายหลัก และตำแหน่งที่ตั้งของอำเภอ/จังหวัด ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากกรมแผนที่ดิน (ดูรายละเอียดในรูปที่ 2.5 ประกอบ)

4. ข้อมูลเกี่ยวกับไฟป่าและผลกระทบแยกออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ (ดูรูปที่ 2.6-2.7 ประกอบ)

4.1 แผนที่จุดเกิดไฟป่า (active fire map) ซึ่งพัฒนามาจากฐานข้อมูลจุดเกิดไฟที่ได้จากภาพดาวเทียม MODIS ระหว่างปี พ.ศ. 2552-2556

4.2 แผนที่พื้นที่เผาไหม้ (burned area map) ซึ่งพัฒนามาจากฐานข้อมูลจุดเกิดไฟของภาพดาวเทียม MODIS ระหว่างปี พ.ศ. 2552-2556 และข้อมูลอ้างอิงจากภาพความละเอียดสูง

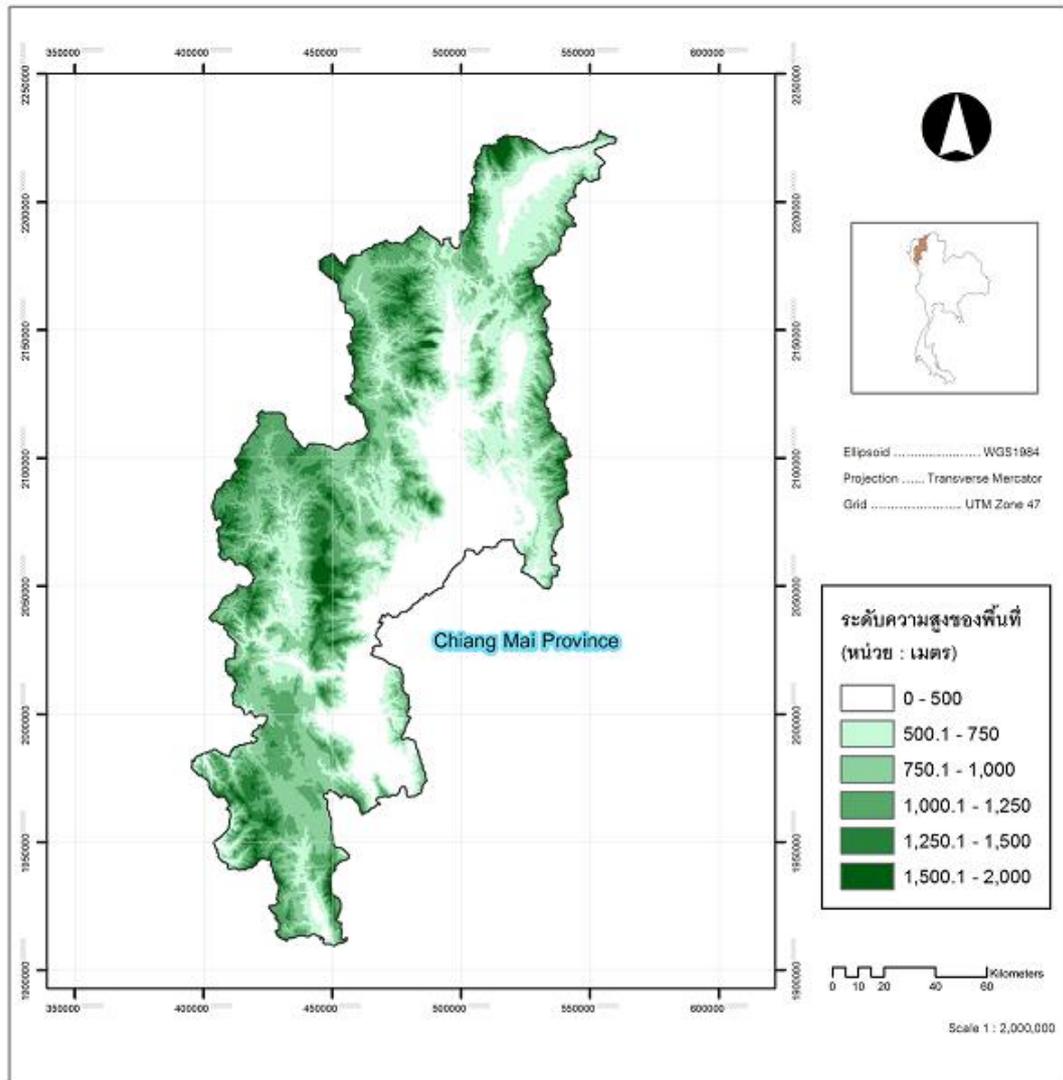
4.3 แผนที่ดัชนีพืชพรรณ (EVI) ซึ่งผันแปรไปอันเนื่องมาจากผลของการเกิดไฟ

5. ข้อมูลเกี่ยวกับสารมลพิษในอากาศที่เกิดมาจากไฟป่า คือ

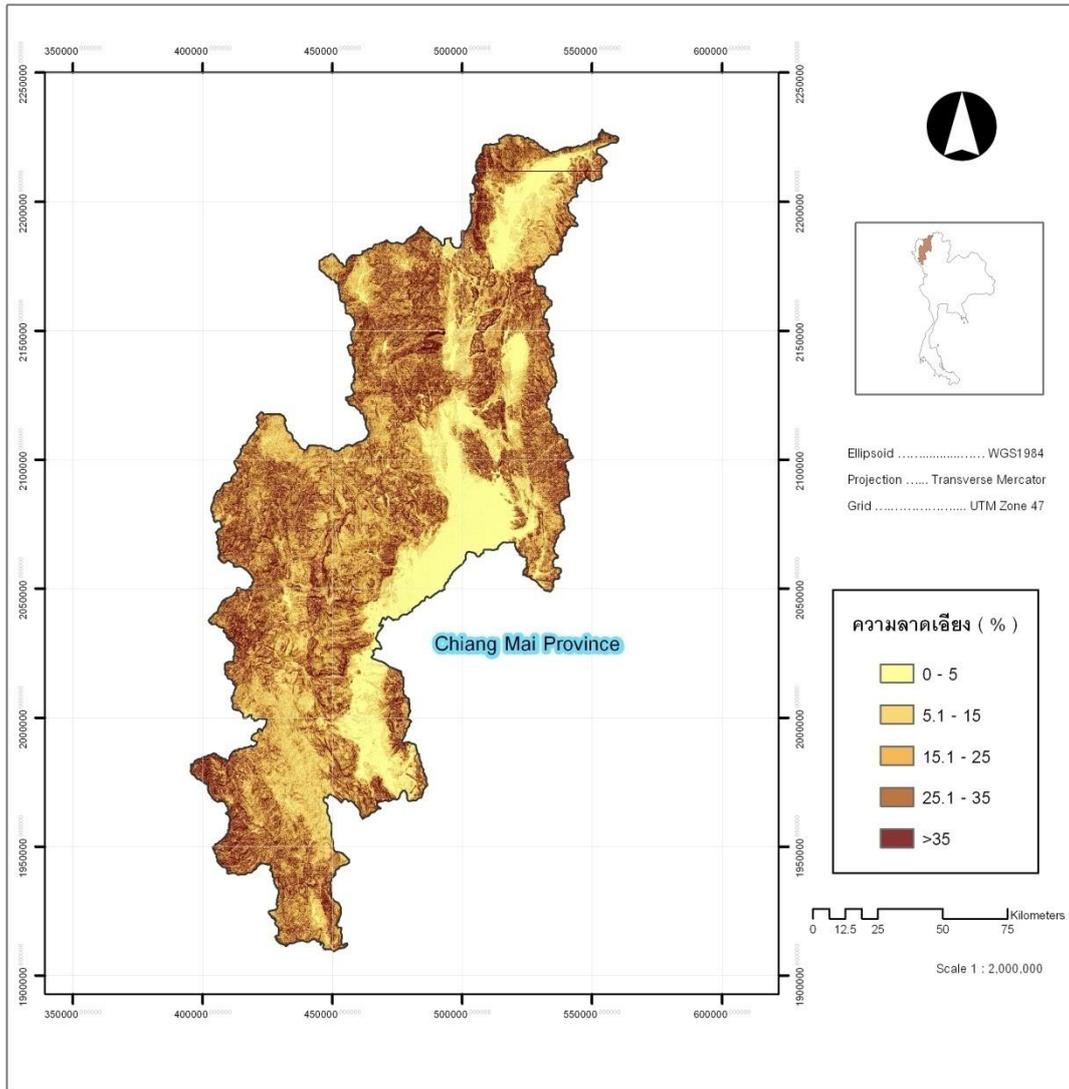
5.1 ข้อมูลสารแขวนลอยในอากาศพวก PM₁₀ ซึ่งได้จากกรมควบคุมมลพิษ ช่วงปี พ.ศ. 2539-2557 ณ จุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ 2 แห่งซึ่งตั้งอยู่ในเขตตัวเมืองของจังหวัดเชียงใหม่ คือที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและที่ศาลากลางจังหวัด

5.2 ข้อมูลค่า AOD (atmospheric optical depth) อันเป็นผลมาจากสารปนเปื้อนในอากาศจากภาพ MODIS และจากเครื่อง AERONET ซึ่งประจำการอยู่ในเขตเมืองจังหวัดเชียงใหม่ โดยข้อมูลส่วนหลังได้มาจาก AERONET website (<http://aeronet.gsfc.nasa.gov>)

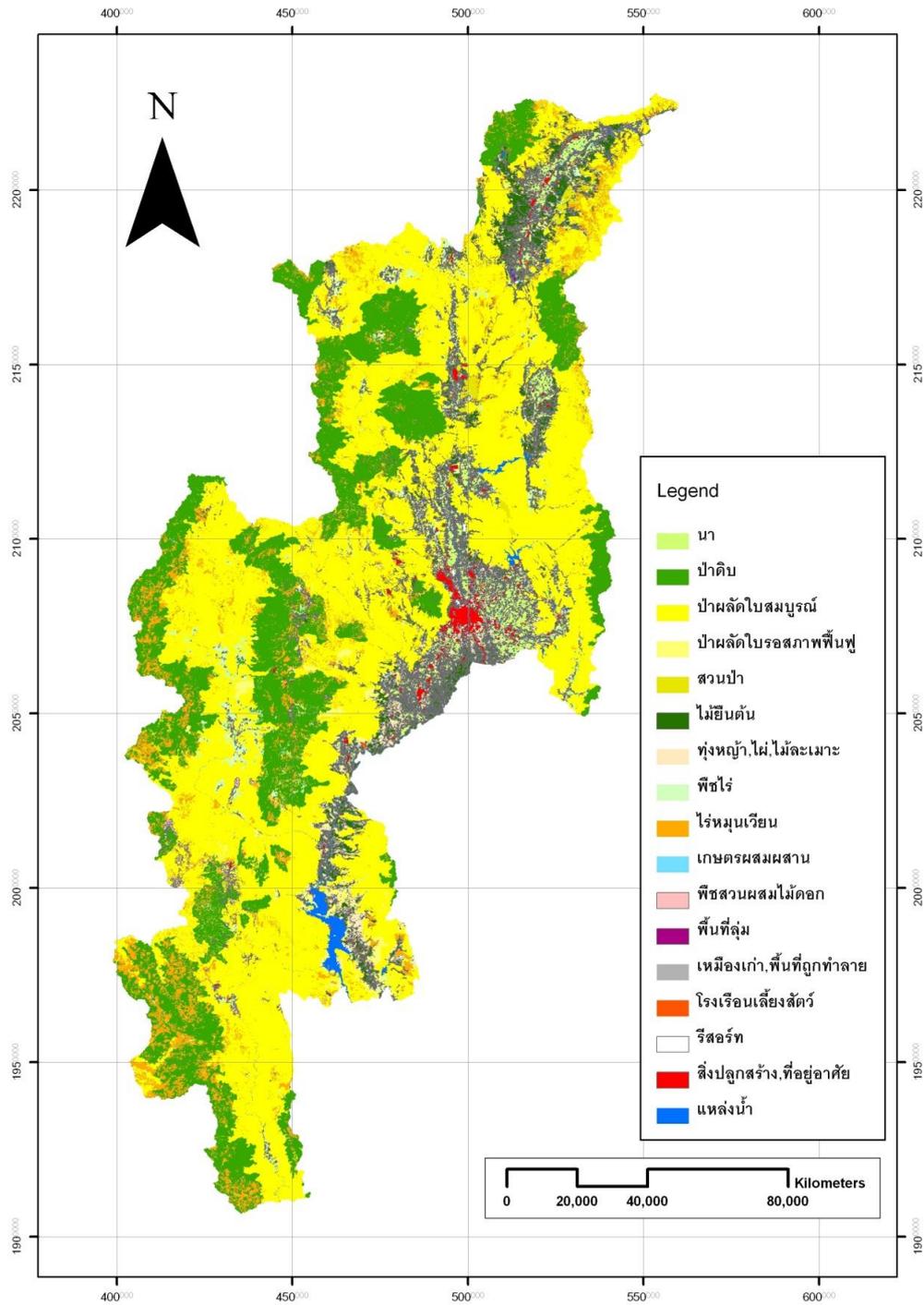
5.3 ข้อมูลค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวโลกจากภาพ MODIS ตามแบนด์ที่กำหนด เพื่อใช้ในการสร้างแผนที่สารปนเปื้อนพวก PM₁₀ อิงจากดัชนีคุณภาพอากาศที่กำหนด



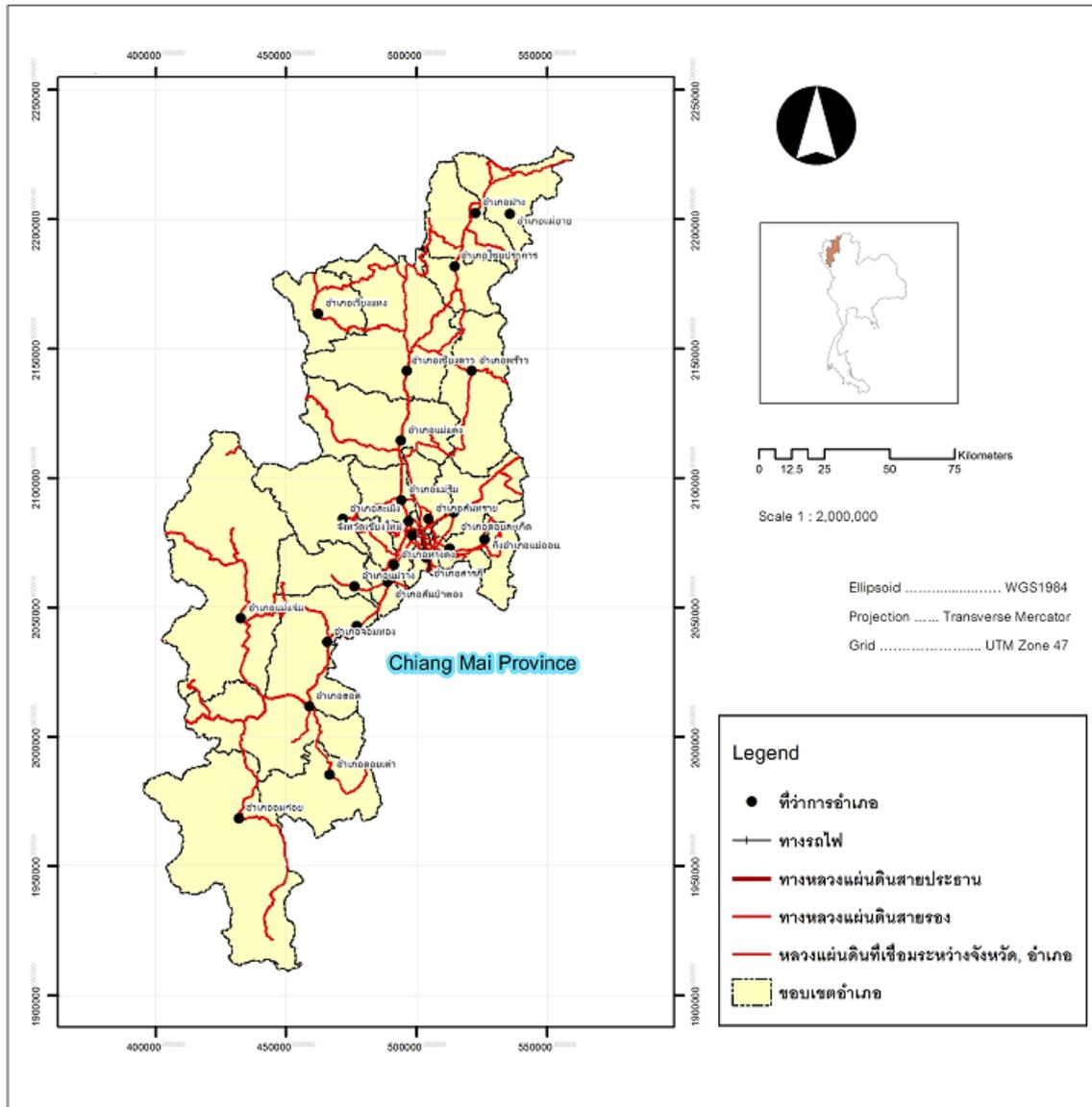
รูปที่ 2.2 แผนที่ความสูงต่ำ (DEM) ของจังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 2.3 แผนที่ความลาดเอียงของพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่



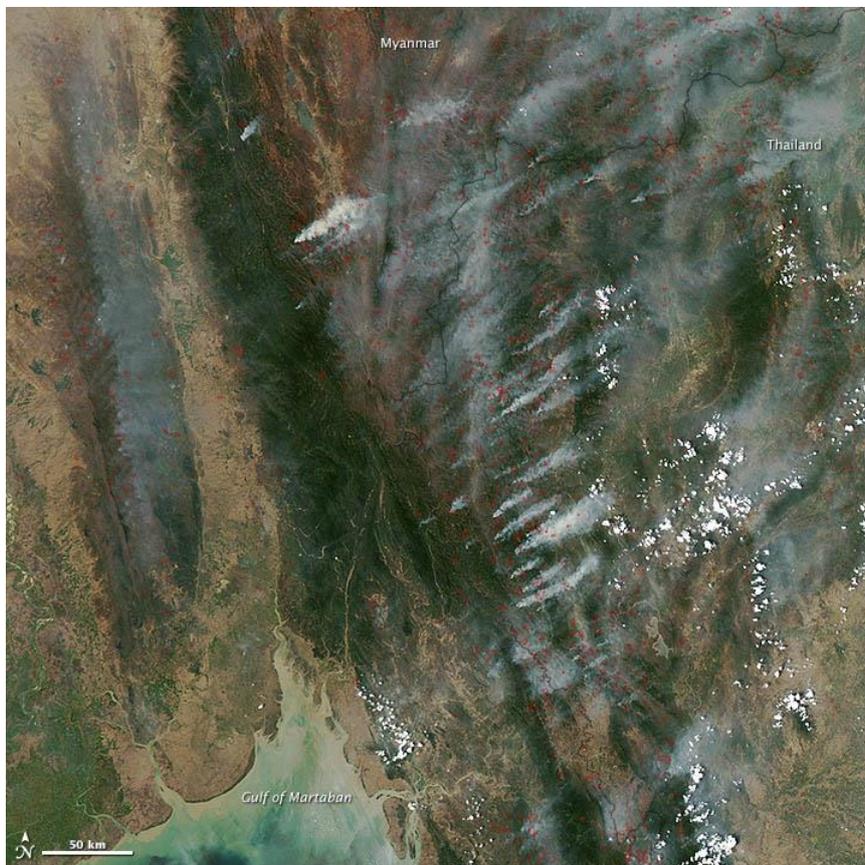
รูปที่ 2.4 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน (LULC map) ของจังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2551



รูปที่ 2.5 แผนที่เชิงสังคมและเศรษฐกิจ (ขอบเขตการปกครอง/โครงข่ายถนน/ศูนย์กลางอำเภอ)

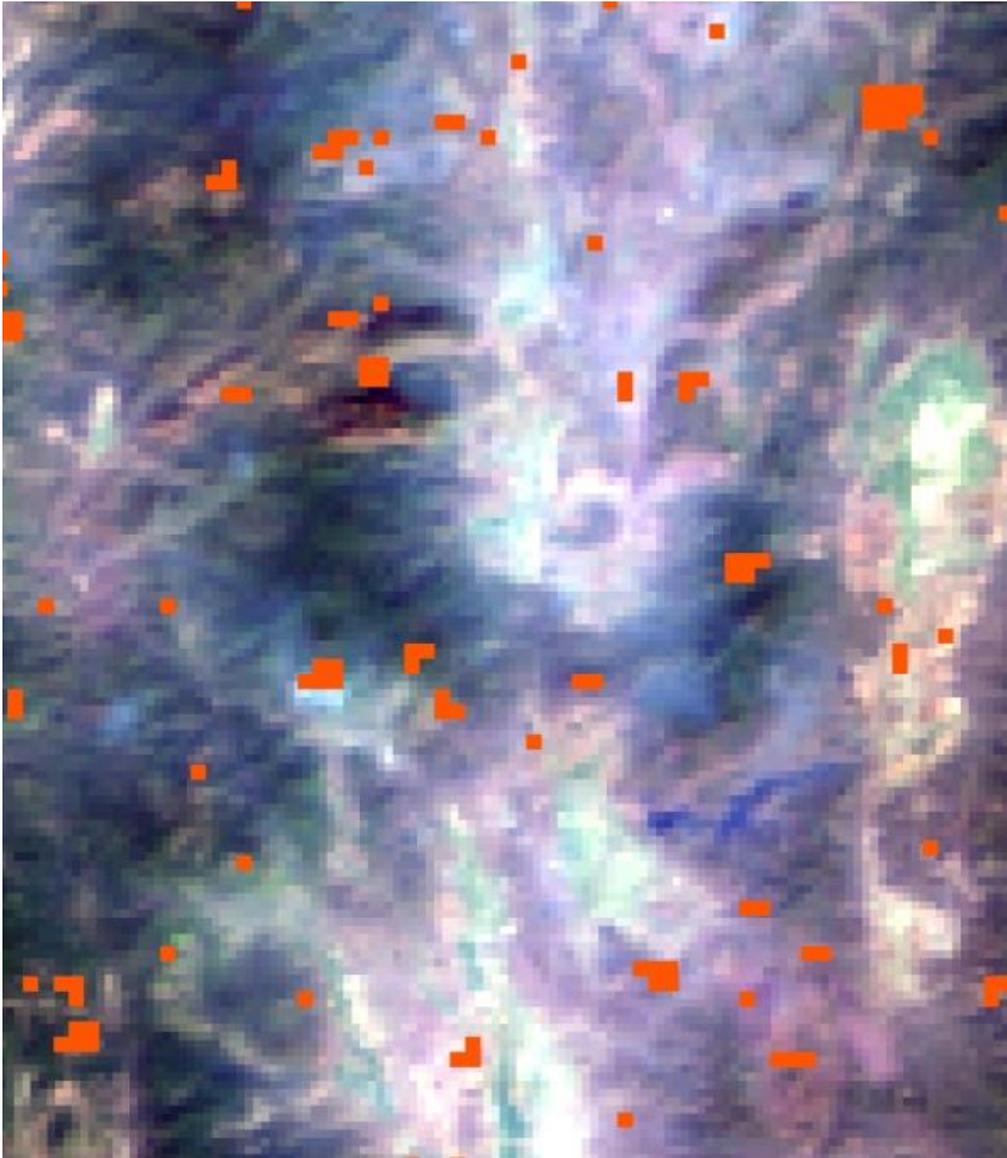
ตารางที่ 2.2 สัดส่วนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของจังหวัดเชียงใหม่ (จากรูปที่ 2.4)

ประเภทของ LULC	พื้นที่ (ตร.กม.)	เปอร์เซ็นต์
ป่าสมบูรณ์ (evergreen forest)	4,532.4	20.6
ป่าเบญจพรรณ (deciduous forest)	11,203.9	50.8
ป่าปลูก (forest plantation)	129.4	0.6
เขตเกษตรกรรม (agricultural area)	4,852.1	22.0
เขตเมือง/ชุมชน (urban/built-up area)	700.4	3.2
เขตพื้นน้ำ (water body)	222.6	1.0
พื้นที่อื่น ๆ (miscellaneous)	401.9	1.8
รวม	22,042.7	100



รูปที่ 2.6 ภาพ MODIS แสดงจุดไฟในเขตจังหวัดเชียงใหม่และพื้นที่ใกล้เคียง (วันที่ 22 มีนาคม 2556)

ที่มา: http://www.fire.uni-freiburg.de/GFMCnew/2013/03/23/20130323_th.htm



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนที่พื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ (burned area map) ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งสร้างมาจากฐานข้อมูลจุดไฟรายวันซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของเครื่อง Terra/MODIS

2.2 การสร้างแผนที่คุณภาพอากาศ

โดยปกติ แผนที่คุณภาพอากาศ (Air Quality Map: AQM) มักสร้างมาจากค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index: AQI) ที่หน่วยงานซึ่งรับผิดชอบกำหนดขึ้น สำหรับในกรณีของประเทศไทยก็คือ กรมควบคุมมลพิษ ซึ่งได้ทำการกำหนดค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่เป็นมาตรฐานไว้สำหรับสารปนเปื้อนทางอากาศที่สำคัญ 6 ชนิดคือ โอโซน (O₃) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (NO₂) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) และ PM10 โดยกำหนดเป็นค่าดัชนีตั้งแต่ 0 ถึง 500 ทั้งนี้ค่าที่ต่ำหมายถึงอากาศมีคุณภาพที่ดี ส่วนค่าที่สูงขึ้นหมายถึงอากาศมีคุณภาพที่เลวร้ายขึ้นตามลำดับ (ตามรายละเอียดที่เห็นในตารางที่ 2.3) สำหรับการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพอากาศออกมาเป็นการจำเพาะ จากปริมาณสารปนเปื้อนแต่ละแบบที่ตรวจวัดได้ (ตามคาบเวลาที่กำหนด) สามารถทำได้ตามสูตร

$$I = \frac{I_{\text{high}} - I_{\text{low}}}{C_{\text{high}} - C_{\text{low}}}(C - C_{\text{low}}) + I_{\text{low}} \quad (2.1)$$

โดยที่ I คือค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI), C คือความเข้มข้นของสารปนเปื้อนที่ตรวจวัดได้ (pollutant concentration), C_{low} หรือ C_{high} คือค่าความเข้มข้นที่ใช้อ้างอิงในการจำแนกชั้นดัชนีคุณภาพอากาศ (concentration breakpoint that is ≤ C or ≥ C) และ I_{low} หรือ I_{high} คือค่าดัชนีคุณภาพอากาศอ้างอิงที่สอดคล้องกับค่า C_{low} หรือค่า C_{high} (index breakpoint corresponding to C_{low} or C_{high}) (ดูข้อมูลในตารางที่ 2.4 ประกอบสำหรับกรณีของประเทศไทย)

ตารางที่ 2.3 ความหมายของค่า AQI ที่คำนวณได้จากสมการที่ 2.1 ที่ประยุกต์ในประเทศไทยและในประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับการเตือนภัยด้านมลภาวะทางอากาศ

Air Quality Index Levels of Health Concern	Numerical Value	Meaning
Good	0-50	Air quality is considered satisfactory, and air pollution poses little or no risk.
Moderate	51-100	Air quality is acceptable; however, for some pollutants there may be a moderate health concern for a very small number of people who are unusually sensitive to air pollution.
Unhealthy for Sensitive Groups	101-150	Members of sensitive groups may experience health effects. The general public is not likely to be affected.
Unhealthy	151-200	Everyone may begin to experience health effects; members of sensitive groups may experience more serious health effects.
Very Unhealthy	201-300	Health alert: everyone may experience more serious health effects.
Hazardous	> 300	Health warnings of emergency conditions. The entire population is more likely to be affected.

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการจำแนกค่า AQI (จาก 0-500) ออกเป็นระดับ ๆ ตามปริมาณของสารปนเปื้อนที่ตรวจวัดได้ในคาบเวลาที่กำหนดสำหรับประเทศไทย ซึ่งดำเนินการโดยกรมควบคุมมลพิษ

AQI value	Ozone (1 hr)	CO (8 hr)	SO ₂ (24 hr)	NO ₂ (1 hr)	PM10 (24 hr)
	ppb	ppm	ppb	ppb	µg/m ³
0-50	0-51	0-4.48	0-25	0-85	0-40
51-100	52-100	4.49-9.00	26-120	86-170	41-120
101-200	101-203	9.01-14.84	121-305	171-600	121-350
201-300	204-405	14.85-29.69	306-610	601-1202	351-420
301-400	406-509	29.70-40.17	611-802	1203-1594	421-500
401-500	510-611	40.18-50.21	803-100	1595-1993	501-600

สังเกตว่ากรณีของประเทศไทย กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดให้มีค่าวิกฤติสำหรับสารปนเปื้อนพวก PM10 (คือค่าที่เริ่มต้นอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพซึ่งคือระดับที่มีค่า AQI = 100) อยู่ที่ 120 µg/m³ ขณะที่องค์การอนามัยโลก (WHO) คาดหวังให้ค่านี้อยู่ที่ 50 µg/m³ เท่านั้นในเกณฑ์ที่เป็นมาตรฐานสากล (ดูตารางที่ 2.5 ประกอบ)

ตารางที่ 2.5 เป้าหมายขององค์การอนามัยโลก (WHO) ในการลดระดับปริมาณสารปนเปื้อนพวก PM ให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยมากที่สุด (AQG = 50 µg/m³)

Target level	PM10 (µg/m ³)	PM2.5 (µg/m ³)	Note
Interim target-1 (IT-1)	150	75	About 5.0% increase of short-term mortality over AQG
Interim target-2 (IT-2)	100	50	About 2.5% increase of short-term mortality over AQG
Interim target-3 (IT-3)	75	37.5	About 1.2% increase in short-term mortality over AQG
Air quality guideline (AQG)	50	25	-