

สัญญาเลขที่ 13/ 2550

รหัสโครงการวิจัย 5004040013

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดทำแบบจำลองภาพความเป็นจริงเสมือนเพื่อเตือนภัย

การพังทลายของดินในจังหวัดเชียงราย

Virtual Reality Modeling of Landslide for Alerting in
Chiang Rai Area

โดย

บรรพจน์ โนแก้ว สำนักวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วรศักดิ์ เรืองศิริรักษ์ สำนักวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ประจำปี พ.ศ.2550

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยการจัดทำแบบจำลองภาพความเป็นจริงเสมือนเพื่อเตือนภัยการพังทลายของดินในจังหวัดเชียงราย ริเริ่มจากแนวคิดที่จะนำความรู้หลากหลายสาขามาประยุกต์เข้าด้วยกันเพื่อช่วยแก้ไขปัญหามีที่เร่งด่วนและจำเป็นต่อชุมชนในพื้นที่ระดับส่วนภูมิภาค โดยการต่อยอดองค์ความรู้และงานวิจัยบางส่วนที่ได้มีท่านผู้รู้ทำการศึกษาวิจัยมาเป็นแนวทางในเบื้องต้นแล้ว ซึ่งหากได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อต่อยอดองค์ความรู้เหล่านั้น แล้วไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในพื้นที่ระดับปฏิบัติการจริง ก็จะเป็นประโยชน์ต่อชุมชนหรือหน่วยงานของภาครัฐที่จะนำไปใช้ได้ เพราะในปัจจุบันมีสถานการณ์ที่เราไม่คาดคิด ท่ามกลางความผันแปรของปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรงขึ้นทุกปี จากผลของสภาวะโลกร้อนและการทำลายทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์เรา ที่เน้นการพัฒนาด้านวัตถุและค่านิยมแต่ความสะอาดสบายส่วนตัวเป็นหลัก และเป็นที่คาดเดาได้ยากว่าจะเกิดขึ้นเมื่อไหร่ โดยเฉพาะในภาคเหนือของประเทศไทยที่เหตุการณ์ดินถล่มมักจะเกิดขึ้นทุกปี และเกิดผลเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อประเทศโดยรวม

งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จได้ก็ด้วยความช่วยเหลือและความร่วมมือจากหลายฝ่าย ทั้งจากหน่วยงานภายนอกมหาวิทยาลัย อาทิ ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ) ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ให้คำแนะนำและการศึกษาดูงาน รวมทั้งส่วนงานราชการที่เกี่ยวข้องในจังหวัดเชียงรายและหน่วยงานอื่นๆ ที่มีได้กล่าวมา ณ ที่นี้ หน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ผู้บริหาร คณาจารย์ รวมทั้งนักศึกษาที่ได้ทำงานวิจัยร่วมกันไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด คณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย หากมีสิ่งใดที่เป็นข้อแนะนำเพิ่มเติมจากท่านผู้รู้คณะผู้วิจัยก็ขอน้อมรับด้วยความยินดีและจะนำไปปรับปรุงต่อไป

คณะวิจัย

เมษายน 2551



Executive Summary

1. Introduction

Landslide problem are still increasingly in the north of Thailand which are most occurred in the highland. The big-landslide recently happens at Nan province. The main factor of landslide in the north part consists of forest damage, rainfall, slope and fault. The rainfall's statistic since 2002-2006(A.D.) shows approximately rainfall is 1,849.36 millimeters/year. Chiang Rai has the highest rainfall average in the north part because of it situated near the storm route and has the fault in Chiang San district (Mae Chan fault). Landslide destroys both humanity and property. It also destroys the environment and ecology system. Prediction and warning system are extremely needed to decrease the influent damage. However, the risk areas have to define in separating from ground area. To define the risk area, it uses many risk factors for analyzing in algebraic equation.

The landslide risk factor, Terzaghi [1] divided landslide causes into external causes which result in an increase of the shearing stress (e.g. geometrical changes, unloading the slope toe, loading the slope crest, shocks and vibrations, drawdown, changes in water regime) and internal causes which result in a decrease of the shearing resistance (e.g. progressive failure, weathering, seepage erosion). Varnes and Cruden [2] pointed out there are a number of external or internal causes which may be operating either to reduce the shearing resistance or to increase the shearing stress. There are also causes affecting simultaneously both terms of the factor of safety ratio. The three stability stages provide a useful framework for understanding the causal factors of landslides and classifying them into two groups on the basis of their function: (1) Preparatory causal factors which make the slope susceptible to movement without actually initiating it and thereby tending to place the slope in a marginally stable state. (2) Triggering causal factors which initiate movement. The causal factors shift the slope from a marginally stable to an actively unstable state. Chayakrit [3] determined landslide risk areas at Chiang Rai by usage the seven factors consisting of rainfall, rock unit, slope, forest, buffer fault, windward, altitude and land usage. Unfortunately, some landslide risk areas are not match. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation [4] made a hazard map based on quantitatively defined weight-values. Many different methods exist for the calculation of weight-values. The method used in research is called the landslide index method. A. K. Saha and others [5] generated and co-registered were: landuse/landcover, buffer map of thrusts, buffer map of photo-lineaments, lithology, buffer map of drainage, slope angle and relative relief. Data integration was carried out using the ordinal scale (qualitative) relative weighting rating technique to give a Landslide Hazard Index (LHI) value. The breaks in the LHI frequency diagram were used to delineate various landslide hazard zones, namely, very low, low, moderate, high and very high. Field data on landslides were employed to evaluate and validate landslide hazard zonation map. It is interpreted that the distribution of landslides is largely governed by a combination of geoenvironmental conditions like proximity (>500 m) to the thrust zone, presence of Munsiri Formation (Higher Himalayan Crystalline) and barren or less-vegetated areas. A. Carrara and others [6] recommended that geographical data processing is still a pioneering discipline that needs major changes and advancements. Possible future research applications include

object based models, 3D or even 4D data structures, integration of GIS with artificial intelligence, hypermedia and animation techniques.

Therefore, this paper presents the landslide risk areas in Chiang Rai province and VR Modeling concept. The risks areas are defined by using the intersection of risk factors which are analyzed by classify rating weight, in GIS program.

2. Basic Concept

To analyze the risk factors, the involve information of landslide is required. The landslide factors were mapped with the geographic map by the Geography Information System program to classify the risk area. Then, the landslide factors were conducted to the VR Modeling for simulation. However, the variable in each factors are needed measurement by equipments and transfer information to VR Modeling. Anyway, the Warning systems have to develop and implement in the area.

3. Research methodology

The system can separated to three phases of implementation as discussed in the basic concept. We had to analyze the risk factors and mapped these factors with the geographic map by the Geographic Information System to classify the risk area. After that, the landslide factors were conducted to the VR Modeling for simulation.

3.1 Factor Analysis

From the field survey and data collection that involving with the research, we could collect meteorology data, landslide data and GIS primary information to finding the landslide factors. So, the physical characteristics, such as rainfall, rock unit, slope, forest, buffer fault, windward, altitude and satellite information, used to classifying the spatial characteristic.

3.2 Classify the risk area

After determined the landslide factor, we had to merge these factors with the geographical map by the Geographic Information System to classify the risk area. To classify the risky level, we need to determine the weighting rate for each factor within one to six. The weighting rates depend on an importance of each factor.

To find landslide risk area and villages of the landslide risk areas, this research use Landslide Index, which referred to the factors.

3.3 Virtual Reality Modeling Conduction

At the beginning of conduction, the Virtual Reality Modeling needs to use the sample risk area for demonstrate the 3D model. The classification of risk area determined many high-risk areas. For demonstrate the 3D model in VR system, the authors had to select a high-risk area, there was Ban Pha Hmee village. This village place on the highland of Mae Sai district, Chiang Rai province, Thailand.

The 3D model was generating from Geographic Information System application named ArcView. This application was render the model from spatial data that the authors used to analyze the landslide risk area. After generated the 3D model, the authors used Maya program to re-rendering the model and demonstrate the landslide simulation within the level of risky. The Maya application animated the 3D motion of land sliding and the damage in the village.

At the end of conduction, the authors were integrating the landslide 3D animation with the main system that developed by Dark Basic language. The Dark Basic language is the programming language that used to implement the 3D game



animation. So, the Virtual Reality Modeling of the fixed area could be animating the land sliding in Ban Pha Hmee village.

4. Experiment

After determined the landslide factor, we had to merge these factors with the geographical map by used the Geographic Information System to classify the risk area. To find landslide risk area and villages of the landslide risk areas, this research used Landslide Index which referred from equation of Zarabar and Menzl (1982) and Chayakrit (2006).

$$\text{Landslide Index} = \{(RrRw) + (RUrRUw) + (SrSw) + (FrFw) + (BFrBFw) + (WrWw)\} * (Hr)$$

Where:	R	=	Rainfall
	RU	=	Rock Unit
	S	=	Slope
	F	=	Forest
	BF	=	Buffer Fault
	W	=	Windward
	H	=	High
	r	=	Rating
	w	=	Weighting

So, the landslide risk areas analysis in this research analyzed by classifies the rate weighting and the factor of safety, combination, in each factor.

To merge each factor, together, with the geographical map by the Geographic Information System, the authors had to do the Geographic map preparation. After that, the factors need to merge with the Geographic map by used the intersection method as figure 1.

This proceeding was generating a layout of the risk area to represent in Geographical Data as figure 2. The landslide risk area could distinguish to each level of the area e.g. village, district and province as figure 3.

The risk factors values were conducted to VR modeling for landslide simulation. The VR Modeling concept is simulation the landslide area which displays the different area damage via vary the input information from each risk factors. The interface of VR modeling for landslide simulation was friendly with user. Furthermore, the VR was rendering the Realistic Geographical Area and the buildings in the village as the 3D view (Fig. 4).



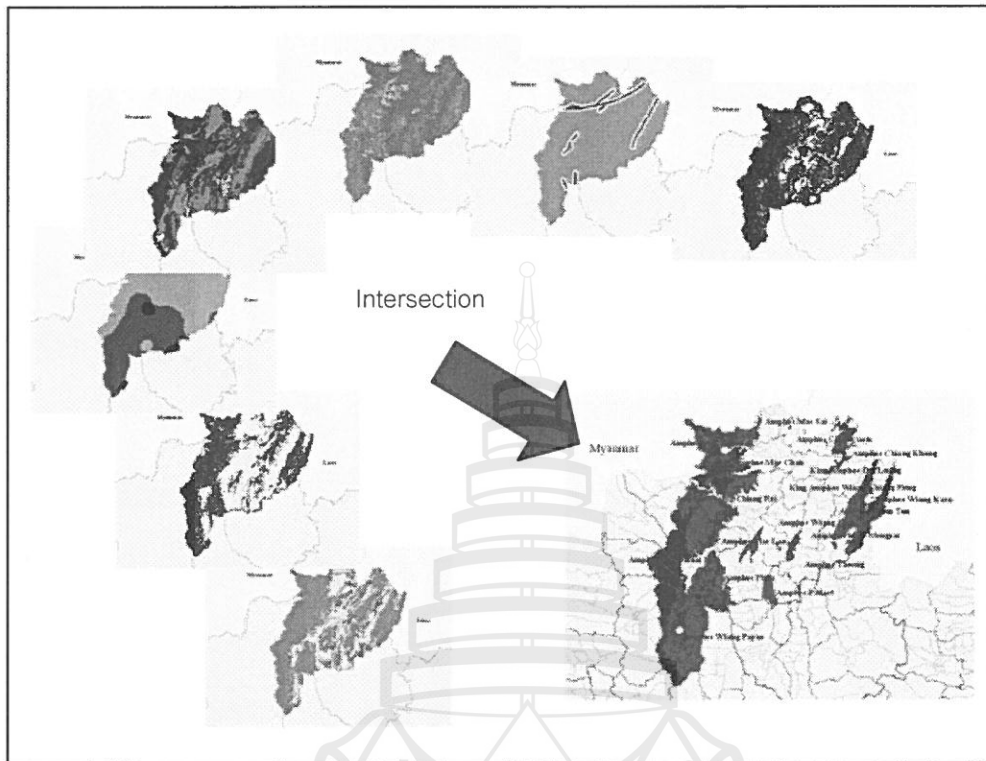


Figure 1: Factor Intersection

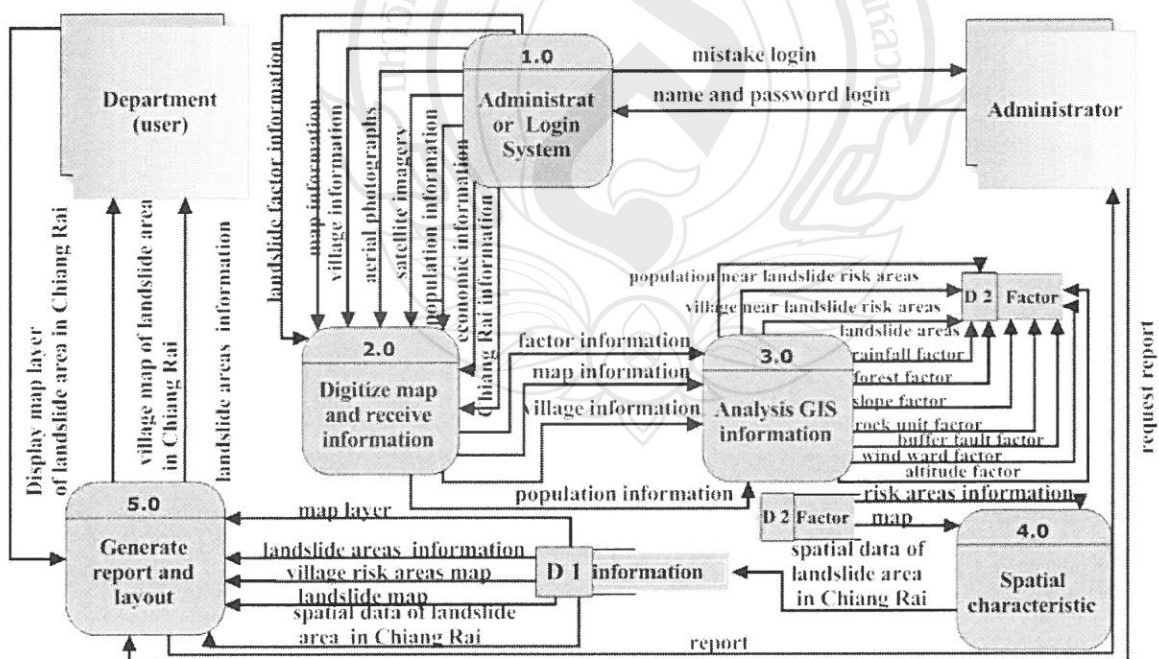


Figure 2: Factor Analysis and landslide risk area

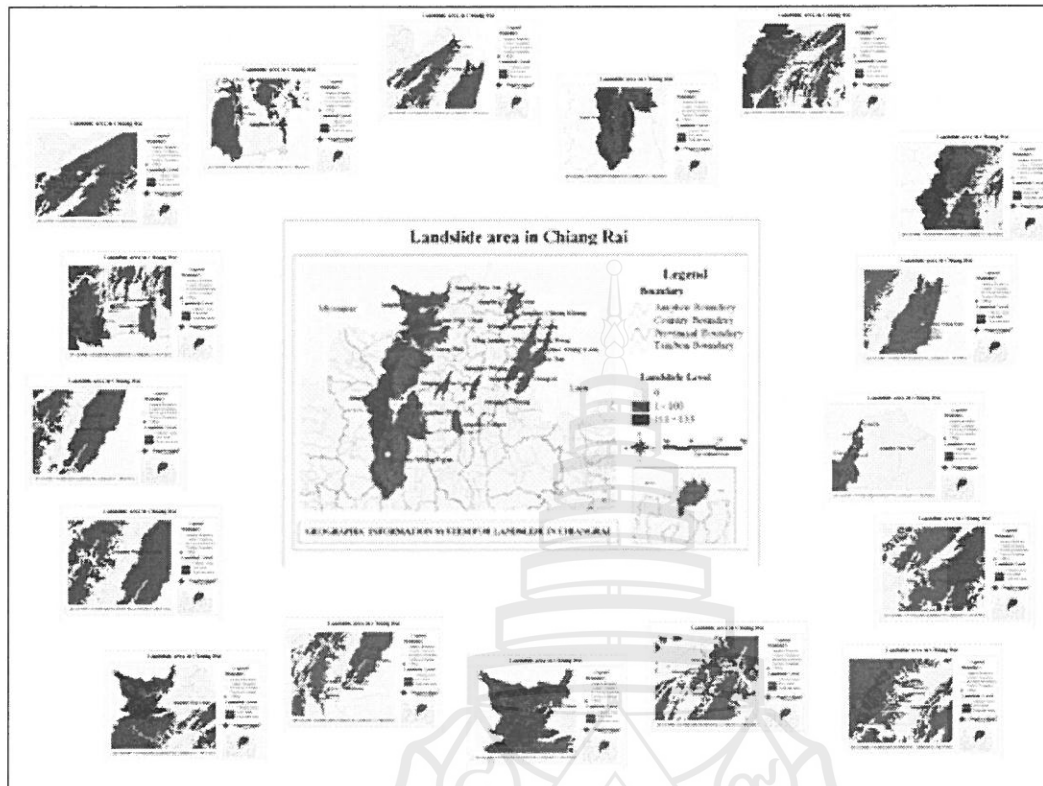


Figure 3: Landslide risk areas

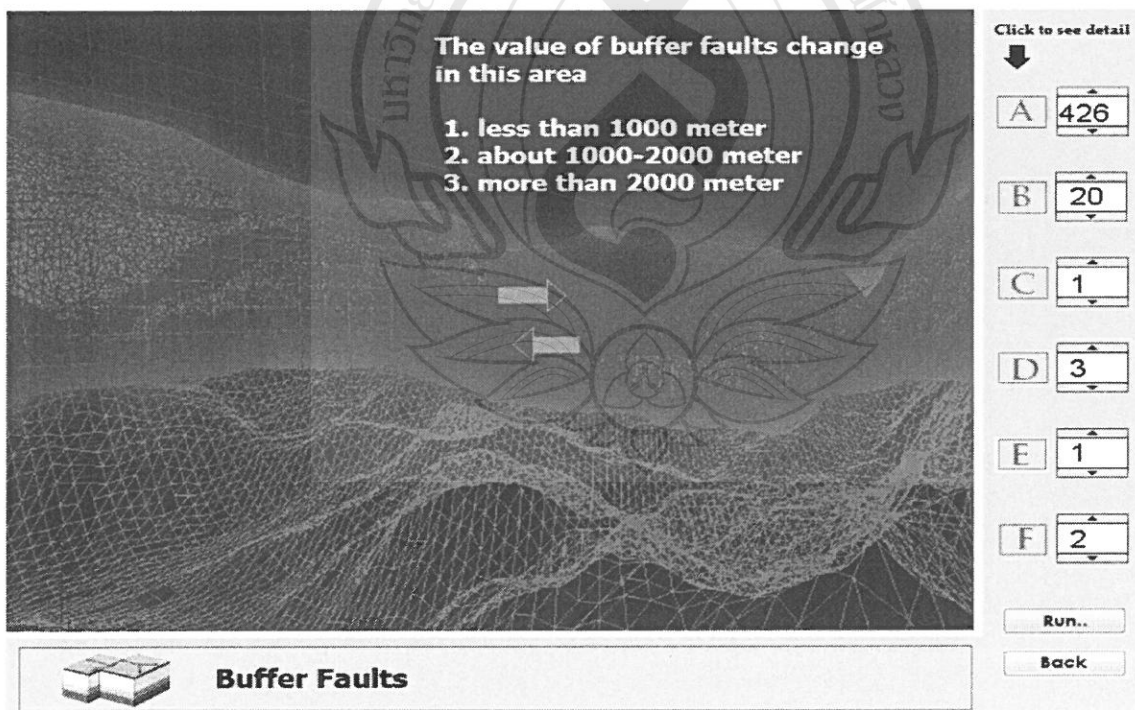


Figure 4: Virtual Reality Modeling of Landslide

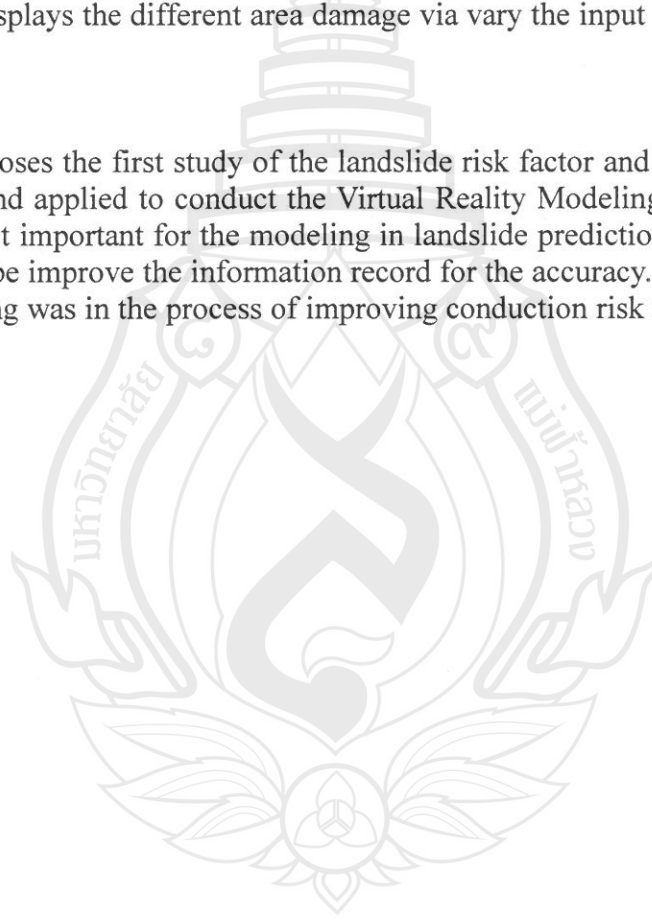
5. Research Result and Discussion

Factor analyzed and classified the landslide risk areas that analyze via determine the value of factor's rate weighting in each factor. The rate weighting values which are applied to factors are between 1- 6, arranged with the importance level of each factor.

Completing the factor analyzed, seven factors are extremely influence with the landslide in Chiang Rai area which are rainfall, rock unit, slope, forest, buffer fault, windward, and altitude. The landslide risk area are classified in 3 levels consisting of highest risk, risk and un-risk area which cover in 1,801.1 km., 3781.58 km., and 5993.28 km. respectively. Landslide risk area cover in 16 districts and 2 sub-districts which are highest in the highest risk at Wiang Pa Pao district 455.09 km and lower risk at Pa Daet district 66.04 km. Additionally, the risk factors values are conducted to VR modeling for landslide simulation. The VR Modeling concept is simulation the landslide area which displays the different area damage via vary the input information from each risk factors.

6. Conclusion

This paper proposes the first study of the landslide risk factor and risk area in Chiang Rai province and applied to conduct the Virtual Reality Modeling. However, the risk factors are most important for the modeling in landslide prediction. Although the risk factors should be improve the information record for the accuracy. Finally, the Virtual Reality Modeling was in the process of improving conduction risk factor value and display.



บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปัญหาเกี่ยวกับภัยธรรมชาติทางตอนเหนือของประเทศไทยเกิดขึ้นบ่อยครั้งและทวีความรุนแรงมากขึ้นทุกวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการพังทลายของหน้าดินและการเกิดดินถล่ม ซึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการพังทลายและถล่มของหน้าดินนั้นมาจากฝีมือมนุษย์ ได้ทำการบุกรุกพื้นที่ป่า โดยการตัดต้นไม้และเผาป่าเพื่อขยายพื้นที่ทำการเกษตร เพื่อป้องกันปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการพังทลายของหน้าดิน จึงจำเป็นที่จะต้องนำระบบเตือนภัยดินถล่มเข้ามาช่วยระวังภัยที่อาจเกิดขึ้นได้

งานวิจัยนี้ได้คำนึงถึงความสำคัญของปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจึงได้ทำการสร้างระบบจำลองเพื่อเตือนภัยดินถล่ม โดยทำการคำนวณหาระดับความเสี่ยงในการเกิดดินถล่มและทำการจำลองการเกิดดินถล่มแยกตามระดับความเสี่ยงผ่านทางคอมพิวเตอร์กราฟิกแบบสามมิติ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการจำแนกระดับความเสี่ยงในการเกิดดินถล่มออกเป็นสามระดับคือ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มมาก, พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม และ พื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม ด้วยการคำนวณหาความเสี่ยงจากปัจจัยที่ได้ทำการศึกษาทั้งหมด 7 ปัจจัย ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปด้านภูมิศาสตร์สารสนเทศทำให้สามารถระบุพื้นที่เสี่ยงภัยได้ ซึ่งปัจจัยทั้ง 7 ปัจจัยนั้นประกอบไปด้วย 1.ปริมาณน้ำฝน 2.ประเภทของชั้นหิน 3. ความชันของพื้นที่ 4. ประเภทของต้นไม้และป่า 5.รอยเลื่อนแผ่นดิน 6.ทิศทางลม 7.ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล

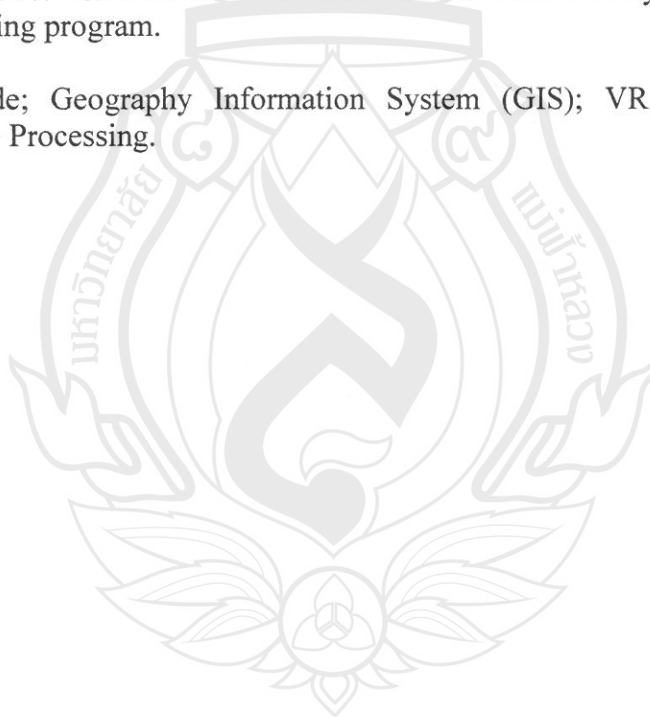
การทำวิจัยครั้งนี้ทางผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่นาร่องเพื่อเป็นกรณีศึกษาที่จังหวัดเชียงราย ซึ่งผลลัพธ์ที่ออกมาก็แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องของปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณหาพื้นที่เสี่ยงภัย จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการเลือกพื้นที่เสี่ยงภัย ระดับเสี่ยงมาก ในหมู่บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย มาเป็นกรณีศึกษาในการสร้างแบบจำลองสามมิติขึ้นมา



Abstract

The phonology of landslide in the north of Thailand even more frequently increases nowadays. Many risk factors of landslide have been stimulating by human-made; forest destroys, field burning for land preparation and bad cultivate. In order to prevent the influent damage, the warning system for landslide is indeed required. This paper, thus, proposes the virtual reality modeling of landslide by demonstrating the risk factors with three-dimension model through the visual image program for identifying the types of risk areas. The risks areas are divided into 3 levels including high risk, risk and un-risk area regarding to the numbers of occurred landslide. By using the mathematical interpretation of seven key risk factors, which is defined through the Geography Information System, the types of risk area is identified. Those key risk factors are rainfall, rock unit, slope, forest, buffer fault, windward, and altitude. The simulation is conducted with the study areas in Chiang Rai province in order to verify the risk area identification. The simulating result shows that the interpretation of those key factors can effectively identify the types of risk areas. The stage of developing three dimensional models of all key risk factors is currently performed with the highest risk area named Ban Pha Hmee. Additionally, the visual image based VR modeling program.

Key Words: Landslide; Geography Information System (GIS); VR Modeling; Remote Sensing; Image Processing.



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทสรุปผู้บริหาร	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ญ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญภาพ	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 คำถามหลักของงานวิจัย	3
1.5 ทฤษฎี สมมติฐาน หรือกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	3
1.6 ขอบเขตการวิจัย	5
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	5
1.8 นิยามศัพท์	5
1.9 คณะนักวิจัย	5
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและครอบคลุมงานวิจัย	6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	10
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	10
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	10
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์ทดสอบ การติดตามผล	10
3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	11
บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย	12

4.1 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบข้อมูล	12
4.2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม	16
4.3 การวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยโดยใช้ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม	19
4.4 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบข้อมูล 3 มิติ	73
4.5 การออกแบบระบบจำลองภาพการเกิดแผ่นดินถล่ม 3 มิติ	75
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	82
5.1 สรุปประเด็นหลัก	82
5.2 ข้อเสนอแนะ	82
5.3 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากงานวิจัย	83
บรรณานุกรม	84
ประวัตินักวิจัยและคณะ	86





สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4-1	การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและจัดระดับแต่ละค่าปัจจัย
ตารางที่ 4-2	พื้นที่เสี่ยงภัยจังหวัดเชียงราย
ตารางที่ 4-3	พื้นที่เสี่ยงภัยกิ่งอำเภอคอยหลวง
ตารางที่ 4-4	พื้นที่เสี่ยงภัยกิ่งอำเภอคอยหลวงจำแนกตามหมู่บ้าน
ตารางที่ 4-5	พื้นที่เสี่ยงภัยกิ่งอำเภอเวียงเชียงรุ้ง
ตารางที่ 4-6	พื้นที่เสี่ยงภัยกิ่งอำเภอเวียงเชียงรุ้งจำแนกตามหมู่บ้าน
ตารางที่ 4-7	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอขุนตาล
ตารางที่ 4-8	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอขุนตาลจำแนกตามหมู่บ้าน
ตารางที่ 4-9	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเชียงของ
ตารางที่ 4-10	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเชียงของจำแนกตามหมู่บ้าน
ตารางที่ 4-11	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเทิง
ตารางที่ 4-12	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเทิงจำแนกตามหมู่บ้าน
ตารางที่ 4-13	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอป่าแดด
ตารางที่ 4-14	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอป่าแดดจำแนกตามหมู่บ้าน
ตารางที่ 4-15	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอพญาเม็งราย
ตารางที่ 4-16	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอพญาเม็งรายจำแนกตามหมู่บ้าน
ตารางที่ 4-17	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเมืองเชียงราย
ตารางที่ 4-18	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเมืองเชียงรายจำแนกตามหมู่บ้าน
ตารางที่ 4-19	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอพาน
ตารางที่ 4-20	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอพานจำแนกตามหมู่บ้าน
ตารางที่ 4-21	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่จัน
ตารางที่ 4-22	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่จันจำแนกตามหมู่บ้าน
ตารางที่ 4-23	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่ฟ้าหลวง
ตารางที่ 4-24	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่ฟ้าหลวงจำแนกตามหมู่บ้าน
ตารางที่ 4-25	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่ลาว
ตารางที่ 4-26	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่ลาวจำแนกตามหมู่บ้าน
ตารางที่ 4-27	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่สรวย

ตารางที่ 4-28	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่สรวยจำแนกตามหมู่บ้าน	58
ตารางที่ 4-29	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่สาย	62
ตารางที่ 4-30	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่สายจำแนกตามหมู่บ้าน	62
ตารางที่ 4-31	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงแก่น	64
ตารางที่ 4-32	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงแก่นจำแนกตามหมู่บ้าน	64
ตารางที่ 4-33	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงชัย	67
ตารางที่ 4-34	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงชัยจำแนกตามหมู่บ้าน	67
ตารางที่ 4-35	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงป่าเป้า	69
ตารางที่ 4-36	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงป่าเป้าจำแนกตามหมู่บ้าน	69
ตารางที่ 4-37	สารบัญเนื้อหา	74



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1-1	กรอบแนวคิดการวิจัยโครงการ
ภาพที่ 4-1	แผนผังการทำงานของระบบ
ภาพที่ 4-2	แผนผังระดับ Context Fee
ภาพที่ 4-3	แผนผังระดับ 0
ภาพที่ 4-4	แผนผังระดับ 1 (กระบวนการ 1)
ภาพที่ 4-5	แผนผังระดับ 1 (กระบวนการ 2)
ภาพที่ 4-6	แผนผังระดับ 1 (กระบวนการ 3)
ภาพที่ 4-7	แผนผังระดับ 1 (กระบวนการ 4)
ภาพที่ 4-8	ปัจจัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย
ภาพที่ 4-9	ปัจจัยชั้นหินพื้นฐาน
ภาพที่ 4-10	ปัจจัยความลาดชัน
ภาพที่ 4-11	ปัจจัยพื้นที่ป่าไม้
ภาพที่ 4-12	ปัจจัยแนวกันชนจากรอยเลื่อน
ภาพที่ 4-13	ปัจจัยทิศทางการรับน้ำฝน
ภาพที่ 4-14	ปัจจัยระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล
ภาพที่ 4-15	การทับซ้อนของปัจจัย
ภาพที่ 4-16	ผลรวมของปัจจัยแสดงพื้นที่เสี่ยงภัยทั้งหมด
ภาพที่ 4-17	พื้นที่เสี่ยงภัยทั้งหมดในจังหวัดเชียงราย
ภาพที่ 4-18	พื้นที่เสี่ยงภัยกิ่งอำเภอคอยหลวง
ภาพที่ 4-19	พื้นที่เสี่ยงภัยกิ่งอำเภอเวียงเชียงรุ้ง
ภาพที่ 4-20	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอขุนตาล
ภาพที่ 4-21	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเชียงของ
ภาพที่ 4-22	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเทิง
ภาพที่ 4-23	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอป่าแดด
ภาพที่ 4-24	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอพญาเม็งราย
ภาพที่ 4-25	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเมืองเชียงราย
ภาพที่ 4-26	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอพาน

ภาพที่ 4-27	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่จัน	49
ภาพที่ 4-28	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่ฟ้าหลวง	51
ภาพที่ 4-29	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่ลาว	55
ภาพที่ 4-30	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่สรวย	57
ภาพที่ 4-31	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่สาย	61
ภาพที่ 4-32	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงแก่น	63
ภาพที่ 4-33	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงชัย	66
ภาพที่ 4-34	พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงป่าเป้า	68
ภาพที่ 4-35	พื้นที่เสี่ยงภัยหมู่บ้านผามิครณีศึกษาการเกิดดินถล่ม ในจังหวัดเชียงราย	72
ภาพที่ 4-36	แผนผังการทำงานของระบบแบบจำลองความเป็นจริงเสมือน	73
ภาพที่ 4-37	หน้าหลักของระบบแบบจำลองความเป็นจริงเสมือน	75
ภาพที่ 4-38	หน้ารวบรวมข้อมูลเพื่อเข้าสู่ระบบ	76
ภาพที่ 4-39	หน้าแสดงข้อมูลหมู่บ้าน	77
ภาพที่ 4-40	หน้าแสดงข้อมูลตำแหน่งการเกิดดินถล่ม	77
ภาพที่ 4-41	หน้าแสดงข้อมูลตำแหน่งหมู่บ้าน	78
ภาพที่ 4-42	หน้าแสดงเมนูหลักของระบบ	79
ภาพที่ 4-43	หน้าแสดงการรวบรวมข้อมูลเพื่อแสดงแบบจำลอง	79
ภาพที่ 4-44	หน้าแสดงปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณ	80
ภาพที่ 4-45	หน้าแสดงปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณ	80
ภาพที่ 4-46	ภาพเกินจริงที่ใช้ในหน้าแสดงแสดงปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณ	81
ภาพที่ 4-47	แสดงการถล่มของดินในระดับความเสี่ยงสูง	81



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร และการขยายตัวของชุมชน รวมทั้งการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ถูกวิธี ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลายอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะพื้นที่ป่าไม้ (จากสถิติพื้นที่ป่าไม้ในจังหวัดเชียงรายในปี พ.ศ. 2526 มีพื้นที่ป่า 10,433 ตารางกิโลเมตร ลดลงเหลือพื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2547 เพียง 5,105.5 ตารางกิโลเมตร) และการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างผิดวิธี ทั้งการปลูกพืชและการเข้าไปครอบครองพื้นที่ป่า เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้ทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลาย เมื่อมีฝนตกลงมาจำนวนมากจนถึงในระดับหนึ่ง โครงสร้างของดินที่ไม่สามารถรองรับได้ ประกอบกับการขาดต้นไม้ที่จะยึดเกาะเกี่ยวโครงสร้างเหล่านี้เข้าด้วยกัน จึงเกิดปัญหาดินถล่มขึ้นมา ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะเกิดขึ้นอย่างรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ ตราบใดที่ปัญหาในเบื้องต้นยังไม่ได้ได้รับการแก้ไข และการบุกรุกพื้นที่ป่ายังเกิดขึ้นเรื่อยๆ ผลจากปัญหาดินถล่มได้ส่งผลกระทบไปยังปัญหาอื่นๆ ให้เกิดขึ้นตามมาอีกมากมาย (Earth and Life Studies, 2004) ผลเสียหายของปัญหาดินถล่มประกอบไปด้วยความสูญเสียทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อทั้งทรัพย์สินส่วนบุคคลและสาธารณะ ผลกระทบทางตรงเนื่องจากการทำลายสามารถจำแนกออกได้เป็น ค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูสภาพให้กลับมาเหมือนเดิม การก่อสร้างใหม่ การซ่อมแซมหรือการบำรุงรักษา (Schuster and Fleming, 1986; Schuster, 1996; Schuster and Highland, 2001) ส่วนผลกระทบทางอ้อมสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ 1.ทำให้ราคาของที่ดินและสิ่งทาสหทรัพย์มีราคาตกลง 2.สูญเสียรายได้ทางภาษีจากการลดค่าของที่ดินและสิ่งทาสหทรัพย์ 3.ผลผลิตทางอุตสาหกรรม เกษตรกรรมและป่าไม้ลดลง รวมทั้งการท่องเที่ยวเนื่องจากผลการเสียหายของพื้นที่ สาธารณูปโภคหรือระบบเส้นทางการคมนาคมขนส่ง 4. ความสูญเสียทางด้านชีวิตทั้งต่อมนุษย์และสัตว์ การบาดเจ็บและปัญหาทางด้านจิตวิทยา 5.ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบการวัดและการป้องกัน นอกจากนี้ปัญหาทางสังคมก็เกิดขึ้นตามมาเมื่อไม่มีพื้นที่อยู่อาศัยทำกินก็จะเกิดการอพยพไปสู่ถิ่นอื่นทั้งเข้ามาในเมืองและย้ายไปสู่พื้นที่ป่าแถบอื่น

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาในระดับปานกลางและระยะยาว โดยป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาที่มีความรุนแรงที่เสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่ได้รับผลกระทบ โดยเป็นการวิจัยในลักษณะของการพัฒนาแบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริงเครื่องเตือนภัยการพังทลายของดินในจังหวัดเชียงราย ซึ่งจะเป็นต้นแบบที่จะนำไปพัฒนาต่อไปเพื่อนำไปใช้กับพื้นที่ทั่วทั้งประเทศไทยในอนาคต โดยการศึกษาถึงลักษณะพื้นที่เสี่ยงต่อปัญหาดินถล่ม และ

ศึกษาวิจัยถึงองค์ประกอบที่จะชักนำให้เกิดปัญหาดินถล่มเพื่อนำปัจจัยเหล่านั้นมาเป็นตัวแปรในการสร้างโปรแกรมแบบจำลองเสมือนจริง 3 มิติ ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ก็จะทำให้เกิดปัญหาดินถล่มในระดับที่ต่างๆ กัน รวมทั้งสามารถที่บอกได้ถึงระดับความเสียหายในพื้นที่ว่าครอบคลุมจำนวนพื้นที่เท่าใด อันจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นเครื่องเตือนภัยก่อนจะเกิดปัญหาขึ้น อันลดความสูญเสียในชีวิตและทรัพย์สินลง นอกจากนี้เมื่อมีการพัฒนาต่อไปในอนาคตก็จะสามารถนำไปปรับใช้ได้กับทั่วทั้งประเทศ โดยการเชื่อมต่อเข้ากับสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ปัญหาดินถล่มเป็นปัญหาเร่งด่วนที่ประเทศไทยต้องเผชิญทุกปีเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนและก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน โดยเฉพาะทรัพยากรบุคคล ในปัจจุบันเรายังไม่มีเครื่องมือเตือนภัยที่จะบ่งบอกได้ว่าพื้นที่ใดบ้างจะเกิดปัญหาดินถล่ม และที่สำคัญที่สุดคือเมื่อใดจะเกิดปัญหาขึ้น งานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยบรรเทาปัญหาเหล่านั้นได้ และเป็นเรื่องเร่งด่วนที่มีความจำเป็นอย่างที่สุดที่จะต้องมีการศึกษาค้นคว้าวิจัย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาดินถล่ม และการกระจายตัวของการเกิดดินถล่ม

1.2.2 เพื่อจัดเตรียมฐานข้อมูลปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาดินถล่มและทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมประยุกต์ (Geographic Information System) เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริงต่อไป

1.2.3 เพื่อสร้างแบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริงเครื่องเตือนภัยการพังทลายของดินในจังหวัดเชียงราย

1.2.4 เพื่อสร้างต้นแบบแบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริงเครื่องเตือนภัยการพังทลายของดินที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อใช้กับพื้นที่ทั่วประเทศในอนาคตได้

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 พบปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาดินถล่ม แผนที่แสดงพื้นที่ดินถล่ม และการกระจายตัวของปัญหา

1.3.2 แบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริงเครื่องเตือนภัยการพังทลายของดินในจังหวัดเชียงราย

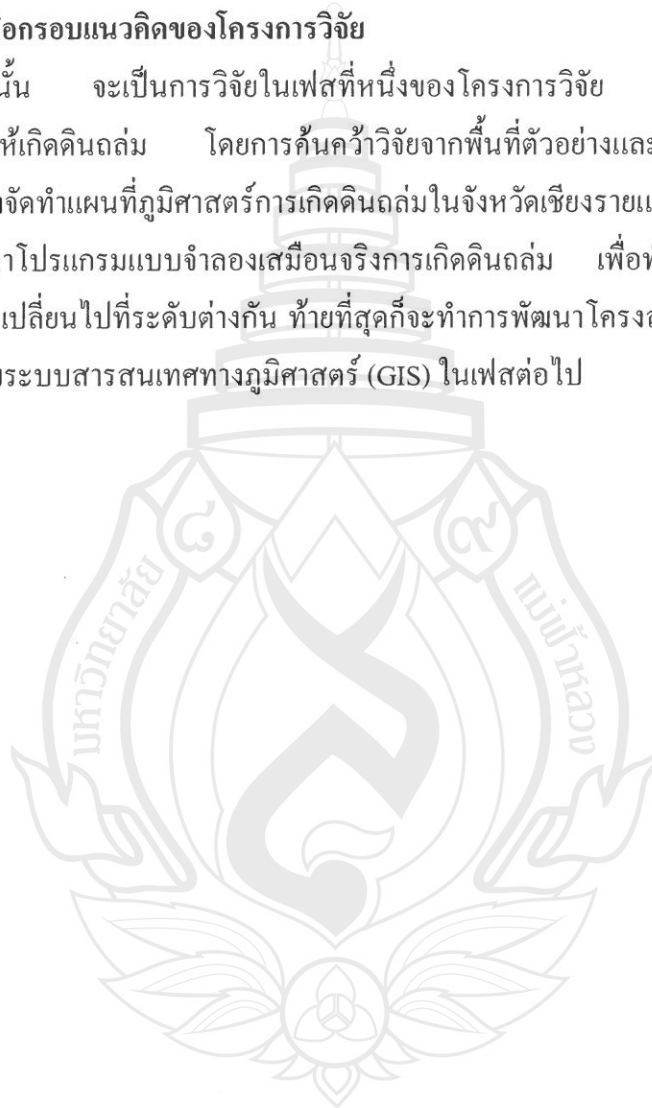
1.3.3 โครงสร้างต้นแบบแบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริงเครื่องเตือนภัยการพังทลายของดิน ที่สามารถนำไปเชื่อมต่อกับสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และพัฒนาต่อเพื่อใช้กับพื้นที่ทั่วประเทศในอนาคตได้

1.4 คำถามหลักของงานวิจัย

- 1.4.1 ปัจจัยที่มีผลชักนำต่อการเกิดดินถล่ม
- 1.4.2 พื้นที่ใดที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย
- 1.4.3 แบบจำลองเสมือนจริง 3 มิติ จำลองการเกิดแผ่นดินถล่ม

1.5 ทฤษฎี สมมติฐาน หรือกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

การวิจัยในปีแรกนั้น จะเป็นการวิจัยในเฟสที่หนึ่งของโครงการวิจัย โดยจะดำเนินการศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดดินถล่ม โดยการค้นคว้าวิจัยจากพื้นที่ตัวอย่างและข้อมูลปฐมภูมิ จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำแผนที่ภูมิศาสตร์การเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงรายและใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองเสมือนจริงการเกิดดินถล่ม เพื่อทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงเมื่อปัจจัยต่างๆ เปลี่ยนไปที่ระดับต่างกัน ท้ายที่สุดก็จะทำการพัฒนาโครงสร้างโปรแกรมเพื่อรองรับการเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ในเฟสต่อไป



1.6 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาดินถล่มในพื้นที่จังหวัดเชียงราย โดยการสำรวจและคัดเลือกพื้นที่นำร่องในการศึกษา การเก็บข้อมูลเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลทางสารสนเทศภูมิสารสนเทศและนำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบจำลองเสมือนจริงที่สามารถใช้การกำหนดค่าปัจจัยแล้วแสดงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นได้ รวมทั้งการจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยต่อปัญหาดินถล่มทั้งหมดในจังหวัดเชียงราย ซึ่งจะสามารถนำไปศึกษาเพื่อต่อยอดงานวิจัย โดยการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ในการศึกษาต่อไป

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ระหว่าง 1 ตุลาคม 2549 ถึง 30 กันยายน 2550

1.8 นิยามศัพท์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) GIS คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่งเส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูลและฐานข้อมูลที่มีส่วน สัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้ายถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมาย ใช้งานได้ง่าย (<http://www.gisthai.org>)

1.9 คณะนักวิจัย

หัวหน้าโครงการ

บรรพจน์ โนแก้ว

นักวิจัยร่วมโครงการ

วรศักดิ์ เรืองศิริรักษ์

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

1. น.อ. ดร. ธงชัย อยู่ญาติวงศ์

2. รศ. สุจิตร์ พิตรากุล

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากประเทศต่างๆ พบได้ว่าปัญหาดินถล่มเป็นปัญหาสำคัญของหลาย ๆ ประเทศ ซึ่งในแต่ละประเทศก็ได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหานี้และได้จัดสรรงบประมาณสำหรับการวิจัยและแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในที่นี้จะกล่าวถึงงานวิจัยและปัญหาที่มีความสอดคล้องและคล้ายคลึงกับกรณีศึกษาในจังหวัดเชียงราย

ในเกาะฮ่องกง ประเทศจีน ซึ่งเป็นประเทศเศรษฐกิจที่สำคัญในภูมิภาคเอเชีย ได้มีความวิตกกังวลเกี่ยวกับปัญหาดินถล่มเช่นเดียวกันเนื่องจากลักษณะภูมิประเทศเป็นเกาะและมีพื้นที่ลุ่มๆ ดอนๆ ตามเนินเขา ทำให้การใช้สอยพื้นที่เป็นไปด้วยความละเอียดรอบคอบ โดยในบางพื้นที่ก็ได้ทำการสร้างสิ่งก่อสร้างอยู่ติดกับหน้าผาสูงชัน จึงทำให้เกิดความวิตกกังวลถ้าเกิดการพังทลายของดินขึ้นมา ซึ่งไม่คุ้มกับการดำเนินการทางเศรษฐกิจที่เสียไป จึงได้ทำการจัดสรรทุนวิจัยเพื่อสำรวจพื้นที่เสี่ยงภัยและทำการป้องกันต่อไป โดยโครงการนี้ได้เริ่มดำเนินงานมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1990 ด้วยทีมวิจัยของ Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department (Cheung S P Y., 2006) ในระยะเริ่มแรกทางทีมวิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมที่มีพื้นฐานการทำงาน ของ GIS และฐานข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานทางภูมิศาสตร์ โดยโปรแกรมสามารถทำการสร้างแผนที่และทำการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจากฐานข้อมูลในระบบได้ ต่อมาเทคโนโลยีสารสนเทศได้มีความก้าวหน้าไปมากทำให้ทางทีมวิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมโดยทำการเพิ่มความสามารถของโปรแกรมเช่น การกำหนดพิกัดพื้นที่แบบสากล การจำแนกวัตถุต่างๆ การเปลี่ยนแปลงปัจจัยการพิจารณาผ่านระบบควบคุมระยะไกล และการสร้างแบบจำลองเสมือนจริงแบบสามมิติ

ในประเทศแคนาดาก็เช่นเดียวกัน ได้มีการวิตกกังวลและให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูง ดังนั้นทางรัฐบาลจึงได้จัดสรรงบประมาณและจัดหาทีมนักวิจัยมาทำการสำรวจพื้นที่ทั้งหมดในประเทศ เพื่อกำหนดเขตพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม โดยรายละเอียดการดำเนินโครงการนั้นเริ่มแรกได้รับเงินงบประมาณในปี ค.ศ. 1997 (Geotechnical Engineering Office, 2004) และได้เริ่มทำการสำรวจเขตพื้นที่เสี่ยงภัยพร้อมทั้งทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่ม จากนั้นได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้เป็นฐานข้อมูล หลังจากทำการสำรวจพื้นที่เสี่ยงภัยเสร็จสิ้นแล้ว ทางทีมวิจัยได้ทำการวิเคราะห์หา

วิธีการป้องกันจากปัจจัยเสี่ยงที่ได้สำรวจมาและได้ทำการป้องกันโดยการใช้ความรู้ด้านเกษตรกรรม ด้วยการปลูกพืชคลุมดิน โดยพืชที่นำมาปลูกต้องมีคุณสมบัติยังรากลึกและมีการยึดเกาะหน้าดินที่ดี ทำให้ปัญหาดินถล่มในประเทศเคนาตาลดน้อยไป

จากกรณีศึกษาหรืองานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าปัญหาดินถล่มเป็นปัญหาสำคัญที่เราไม่ควรมองข้ามและควรทำการป้องกันไว้ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเห็นสมควรที่จะต้องทำการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงเพื่อเป็นการป้องกันอันตรายและความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดเชียงราย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อจำกัดหลักของการประยุกต์ใช้สารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของภัยพิบัติทางธรณีวิทยาคือความสลับซับซ้อนของปรากฏการณ์การเกิดขึ้นของภัยพิบัติ ซึ่งการเกิดภัยพิบัติส่วนใหญ่เป็นผลมาจากปัจจัยหลายๆ ปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกัน ซึ่งบางปัจจัยเราก็คงทราบและกำหนดมันลงในแผนที่ได้ ในขณะที่บางปัจจัยเราก็คงทราบแต่ไม่สามารถที่จะรวบรวมมันได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และก็มีบางปัจจัยที่เราที่ยังทราบได้อย่างแน่ชัด ดินถล่มเป็นปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อนทั้งจากปัจจัยธรรมชาติ และผลจากการกระทำของมนุษย์ ผลลัพธ์จากการปฏิสัมพันธ์ของทั้งปัจจัยภายใน เช่น ลักษณะภูมิประเทศ การไหลของน้ำ และรูปแบบความลาดชันจากชั้นหินและชั้นดิน ปัจจัยภายนอก เช่น การตกกระทบของน้ำฝน (Carrara และคณะ, 1999) การใช้สารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูล และให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณภาพขึ้นอยู่กับช่วงของปัจจัยจนถึงการวิเคราะห์เชิงปริมาณ เช่น ความเที่ยงตรงของข้อมูลนำเข้า ความเหมาะสมของโครงสร้างข้อมูลที่ใช้เก็บเป็นฐาน และตัวเลือกของเครื่องมือในการนำไปใช้วิเคราะห์ (Bateman และคณะ, 2002)

ดินถล่ม คือการเคลื่อนที่ของมวลดินและหินลงสู่พื้นที่ต่ำกว่าซึ่งอาจจะมีขนาดได้หลายช่วง ตั้งแต่ไม่กี่ฟุตจนถึงหลายๆ ไมล์ อัตราการเคลื่อนที่ก็เช่นเดียวกันอาจจะเคลื่อนที่ไม่กี่นิ้วต่อเดือนจนกระทั่งถึงหลายๆ ฟุตต่อวินาที ขึ้นอยู่กับความลาดชัน องค์ประกอบของมวลและน้ำที่ประกอบอยู่ด้วยกัน การเกิดดินถล่มสามารถถูกชักนำให้เกิดขึ้นโดยพายุ แผ่นดินไหว ไฟไหม้ การถูกกัดเซาะ การปะทุของภูเขาไฟ และโดยการเข้าจัดการของมนุษย์ การเกิดดินถล่มจำแนกออกได้หลายกระบวนการซึ่งผลลัพธ์พบได้จากการเคลื่อนลงและเคลื่อนออกมาของมวลตามความลาดชัน อันประกอบด้วยหิน ดิน วัตถุปลอมปนอื่น มวลอาจจะเคลื่อนโดยการตกลงมา การเลื่อน การแผ่กระจายหรือการไหล

การเลื่อน(Slides) ถึงแม้ว่าการเคลื่อนที่ของมวลมีอยู่หลายแบบในการเคลื่อนที่แบบนี้ (landslide) แต่การเคลื่อนที่ที่มีการจำกัดอยู่ที่เป็นารเคลื่อนของมวลเท่านั้น ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความ

เสี่ยงต่อการเคลื่อนแยกออกจากพื้นที่ที่มีความมั่นคงมากกว่า การเคลื่อนสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือการเลื่อนแบบหมุน และการเลื่อนย้ายแบบเดียวกัน

การเลื่อนแบบหมุน(Rotational slide) เป็นการเคลื่อนที่เกิดจากการแตกออกของพื้นผิวที่มีความโค้งเว้าสูงขึ้นด้านบนและเลื่อนย้ายแบบหมุนขนานไปพื้นผิวดินด้านล่างและหมุนกลับไปมา

การเลื่อนย้ายแบบเดียวกัน(Translational slide) เป็นการเคลื่อนที่มวลของดินถล่มเคลื่อนไปตามพื้นผิวราบ มีการหมุนเพียงเล็กน้อย

การตก(Falls) เป็นการเคลื่อนที่ของมวลทางธรณีแบบจับปล้น เช่นก้อนหิน และหินขนาดใหญ่ซึ่งหลุดจากที่ลาดชันมากๆ หรือน้ำผา การแยกออกของมวลเกิดตามพื้นผิวที่ไม่ต่อเนื่องกัน เช่น รอยแตก ช่วงต่อ และแท่นฐาน การตกจะเคลื่อนที่แบบเป็นอิสระ กระดอน และหมุน โดยเกิดจากอิทธิพลของแรงดึงดูดโลก พลวัตของภูมิอากาศ และน้ำ

การไหล(Flows) แบ่งออกได้เป็น 5 แบบ ซึ่งแต่ละแบบก็มีความแตกต่างกัน

Debris flow (Sharpe, 1938) วัตถุในที่ลาดชันซึ่งอึดตัวไปด้วยน้ำอาจจะทำให้เกิดเป็นการไหลแบบทรายหรือเป็นดินโคลน โดยมันจะนำเอาต้นไม้ บ้านเรือน และแม้แต่รถยนต์ ไหลไปด้วยและไปขวางกั้นการไหลของน้ำทำให้เกิดการเอ่อล้นท่วมไปตามเส้นทางต่างๆ

Debris avalanche เป็นชนิดการไหลของโคลน ทรายที่เกิดอย่างรวดเร็ว รุนแรง

Earth flow มีรูปร่างลักษณะเหมือนการไหลของทรายในขวดแก้ว วัตถุในที่ลาดชันถูกแรงดันและเคลื่อนที่ออก มีรูปร่างคล้ายอ่างหรือที่ลุ่ม การไหลจะแผ่ยาวออกโดยปกติจะเกิดกับวัตถุที่มีความละเอียดและอยู่ภายใต้สภาวะที่อึดตัวด้วยน้ำ แต่อย่างไรก็ตามการไหลแบบสภาพแห้งก็อาจเกิดขึ้นได้

Mudflow เป็นการไหลของโคลนที่ประกอบไปด้วยวัตถุที่มีน้ำพอเพียงที่จะไหลอย่างรวดเร็วซึ่งปกติอย่างน้อย 50 เปอร์เซ็นต์ประกอบไปด้วยอนุภาคขนาด ทราย ตะกอน ดินเหนียว

Creep เป็นการไหลแบบคงที่ช้าๆ เคลื่อนที่ลงจากที่ลาดชันของวัตถุที่ประกอบด้วยหินหรือดิน สาเหตุของการเคลื่อนที่เกิดจากแรงเครียดแต่มีขนาดไม่มาก

Terzaghi (1950) ได้แบ่งสาเหตุของการเกิดดินถล่มจาก สาเหตุภายนอกซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของแรงเครียด (เช่น การเปลี่ยนแปลงทางธรณี แรงกดทับของพื้นที่ลาดชัน การสั่นสะเทือน การลดต่ำลงของระดับน้ำ การเปลี่ยนแปลงของน้ำ) และสาเหตุภายในซึ่งเป็นผลจากการลดลงของการต้านแรงเครียด (เช่น สภาพของภูมิอากาศ)

ชยกฤตและคณะ(2549) ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียม และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในเขตภาคเหนือตอนบน พบว่ามีพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในเขตภาคเหนือตอนบนรวม 44,712.41 ตารางกิโลเมตร โดยแบ่งเป็นพื้นที่เสี่ยง 9,366.50 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่เสี่ยงน้อย 35,375.91 ตารางกิโลเมตร มีหมู่บ้านที่มีโอกาสเสี่ยงภัยดินถล่มจำนวน 2,122 หมู่บ้าน ผลที่ได้จากดำเนินโครงการได้แสดงออกมาในรูปของฐานข้อมูล และแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม อันได้แก่ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม และแผนที่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม โดยแบ่งพื้นที่เสี่ยงออกเป็น 2 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยง และพื้นที่เสี่ยงน้อย โดยได้มีการแสดงข้อมูลขอบเขตอำเภอและหมู่บ้านที่อยู่บนพื้นที่เสี่ยงภัยปรากฏอยู่บนแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัย

สถาบันระหว่างประเทศ Geo-Information Science and Earth Observation (2007) ได้ทำแผนที่เสี่ยงภัยโดยใช้การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก มีหลายวิธีการแตกต่างกันที่มีการคำนวณโดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก วิธีที่ใช้ในการวิจัยนี้เรียกว่า การคำนวณค่าดัชนีดินถล่ม (landslide index) Saha และคณะ (2002) ได้สร้างสมการและใช้การคำนวณโดยใช้ค่าของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การใช้ที่ดิน แผนที่การระบายน้ำ องศาความชัน และอื่นๆ ใช้การคำนวณโดยการประยุกต์ใช้ค่าลำดับของตัวเลขจำนวนเต็มและวิธีการค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อให้ได้ค่าดัชนีเสี่ยงภัยดินถล่ม(Landslide Hazard Index (LHI)) และได้แยกการวิเคราะห์ไดอะแกรมความถี่ของพื้นที่เสี่ยงภัยเป็น เสี่ยงน้อยมาก เสี่ยงน้อย ปานกลาง เสี่ยงสูงและเสี่ยงภัยสูงมาก ขอบเขตของข้อมูลได้ถูกนำมาเพื่อหาข้อสรุปความถูกต้องของแผนที่เสี่ยงภัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

ทบทวนวรรณกรรมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่ม ใน จังหวัดเชียงรายทั้งในและนอกประเทศ และใช้การประยุกต์เทคโนโลยีด้านอวกาศ ข้อมูลดาวเทียม และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการเกิดดินถล่มที่มีผลเฉพาะใน พื้นที่จังหวัดเชียงราย จากนั้นจึงวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัย แยกระดับของการเสี่ยงภัยโดย การเปรียบเทียบกับข้อมูลจากหน่วยงานของรัฐ และการสำรวจภาคสนามในพื้นที่จริง ทำการคัดเลือก พื้นที่กรณีศึกษาเพื่อออกแบบและสร้างแบบจำลองเสมือนจริง และการเชื่อมต่อของค่าปัจจัยเสี่ยง กับแบบจำลองเสมือนจริง

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ศึกษาการเกิดดินถล่มในพื้นที่จังหวัดเชียงราย จำนวน 16 อำเภอ 2 กิ่งอำเภอ และศึกษาการ สร้างแบบจำลองเสมือนจริงในพื้นที่กรณีศึกษาหมู่บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์ทดสอบ การติดตามผล

3.3.1 ศึกษา รวบรวมข้อมูลองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับดินถล่ม (Landslide) ทั้งในเชิงทฤษฎีและ ปฏิบัติการในระดับเทคนิค จากข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ ทั้งในประเทศและนอกประเทศ

3.3.2 ประชุมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาดินถล่ม เพื่อระดมความคิดเห็น รวบรวมข้อมูล เบื้องต้น

3.3.3 คัดเลือกพื้นที่นำร่องที่จะศึกษาวิจัย

3.3.4 ศึกษาตัวแปรและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ชักนำให้เกิดปัญหาดินถล่ม

3.3.5 ออกสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานภาคสนาม

3.3.9 ศึกษาวิธีติดต่อและการเรียกใช้ข้อมูลจากระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศเพื่อนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างระบบแบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริง

3.3.10 ทำการออกแบบระบบแบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริงเครื่องเตือนภัยการพังทลายของดินในจังหวัดเชียงราย

3.3.11 ดำเนินการพัฒนาแบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริง 3 มิติ เครื่องเตือนภัยการพังทลายของดินในจังหวัดเชียงราย

3.3.12 ทำการทดสอบและแก้ไขแบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริงเครื่องเตือนภัยการพังทลายของดินในจังหวัดเชียงราย โดยทดสอบการทำงานโปรแกรมในระดับค่าปัจจัยเสี่ยงที่แตกต่างกัน

3.3.13 นำเสนอผลการทำงานโปรแกรมเสมือนจริงเครื่องเตือนภัยการพังทลายของดินต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อประเมินผลการทำงานของโปรแกรมต่อผู้ใช้

3.3.14 ทำการพัฒนาต่อยอดเพื่อสร้างต้นแบบแบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริงเครื่องเตือนภัยการพังทลายของดินภูเขา ที่สามารถนำไปใช้กับพื้นที่อื่นๆ ทั่วประเทศได้ในอนาคต

3.3.15 ปรับปรุงการทำงานของโปรแกรมเพื่อพัฒนาเป็นต้นแบบจำลองเพื่อเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

3.3.16 จัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยพิภพดินถล่มในจังหวัดเชียงราย

3.3.17 จัดฝึกอบรม เผยแพร่ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปใช้งาน

3.3.18 ติดตามผล เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัย

3.3.19 สรุปผลสุดท้าย จัดทำสรุปรายงานการวิจัย และจัดทำเอกสารเผยแพร่ ได้แก่ คู่มือการติดตั้งและการใช้งาน

3.4 โปรแกรมและเทคนิคที่ใช้ในการวิจัย

ใช้โปรแกรม Arc GIS เพื่อการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัย ร่วมกับการใช้เทคนิคทาง Remote Sensing และ Image Processing จากนั้นจึงใช้โปรแกรมการสร้างภาพสามมิติ เช่น Maya และ Dark Basic เพื่อสร้างแบบจำลองภาพเสมือนจริง

บทที่ 4

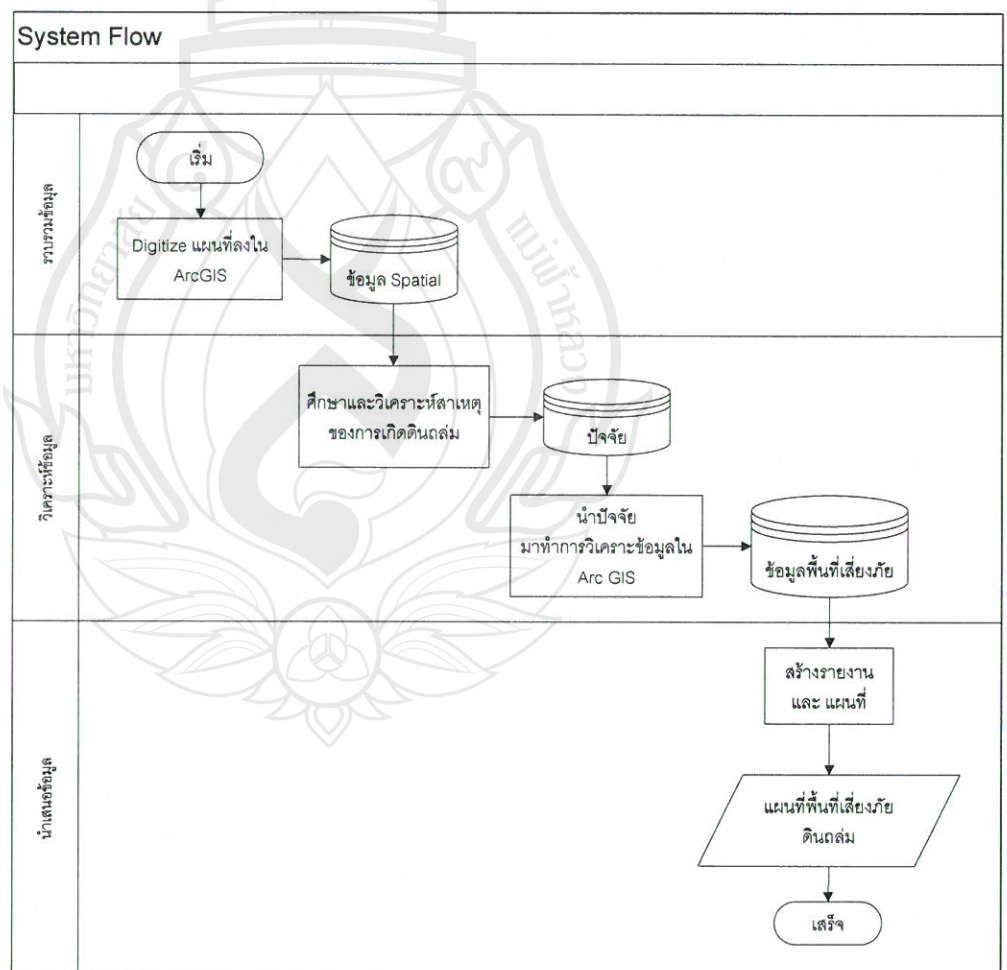
ผลการศึกษาวิจัย

4.1 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบข้อมูล (Analysis and Information System Design)

ในการดำเนินงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบ แผนผังการไหลของข้อมูลและการทำงานของระบบ (Design System flow and data flow diagram) ดังต่อไปนี้

4.1.1 แผนผังการทำงานของระบบ (System flow)

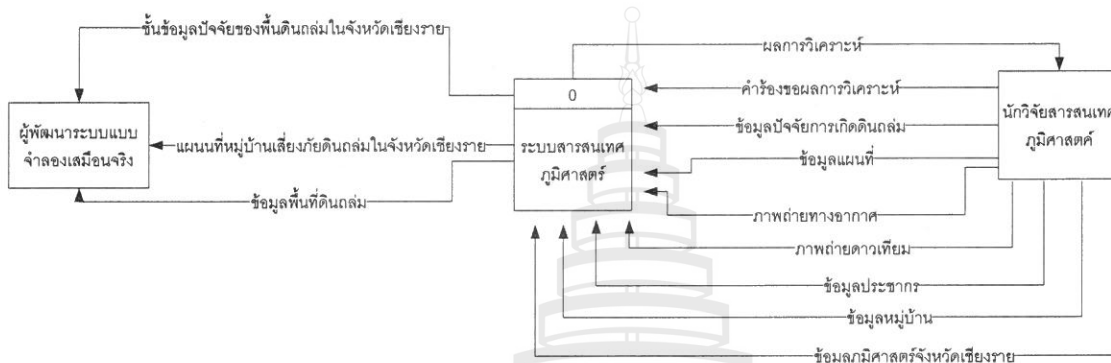
ในการเตรียมข้อมูลทางสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น ทางผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลปฐมภูมิไว้ดังแผนผังต่อไปนี้



ภาพที่ 4-1 แผนผังการทำงานของระบบ

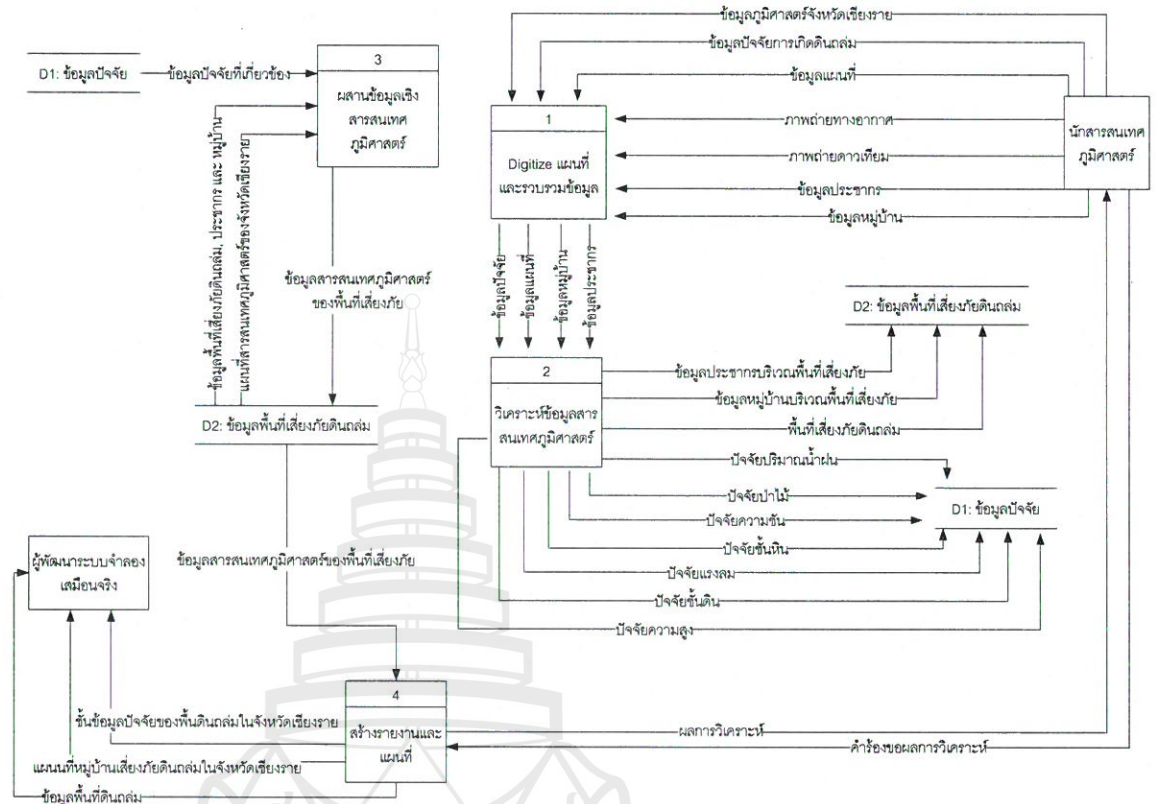
4.1.2 แผนผังการไหลของข้อมูล (Dataflow Diagram)

จากแผนผังการวิเคราะห์ข้อมูลปฐมภูมิในเบื้องต้นนั้น ข้อมูลจะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Arc GIS ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะการไหลของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ออกเป็นแผนผังได้ดังต่อไปนี้



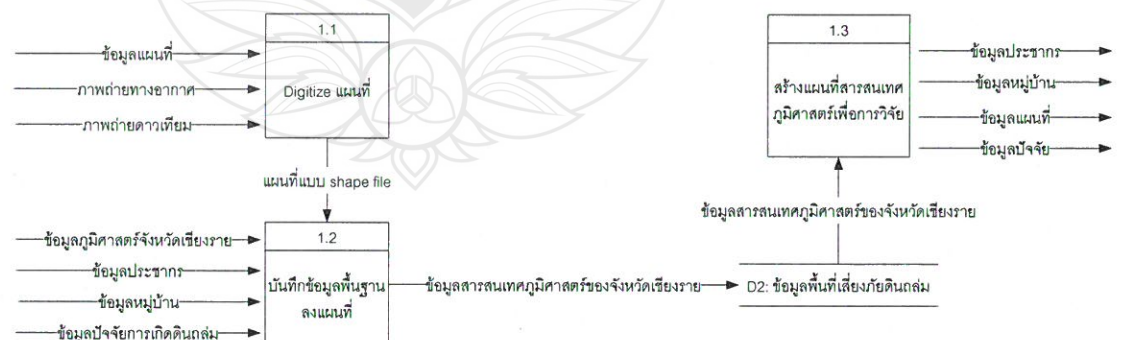
ภาพที่ 4-2 แผนผังระดับ Context Fee

จากแผนผังการไหลของข้อมูลในระดับ Context Fee ดังภาพ 4-2 นั้น จะเห็นได้ว่า มีข้อมูลเข้าและออกจากระบบ โดยผู้ใช้งานสองกลุ่มด้วยกันคือ ผู้พัฒนาระบบแบบจำลองเสมือนจริง และ นักวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเราสามารถอธิบายการไหลของข้อมูลที่วิเคราะห์ภายในระบบได้ดังต่อไปนี้

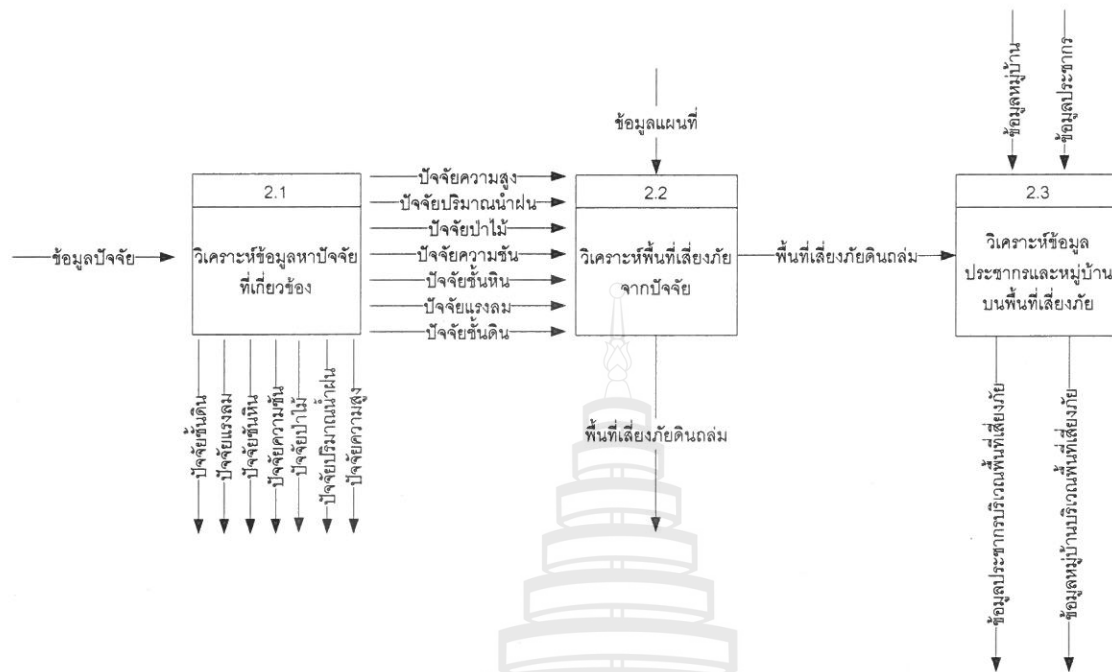


ภาพที่ 4-3 แผนผังระดับ 0

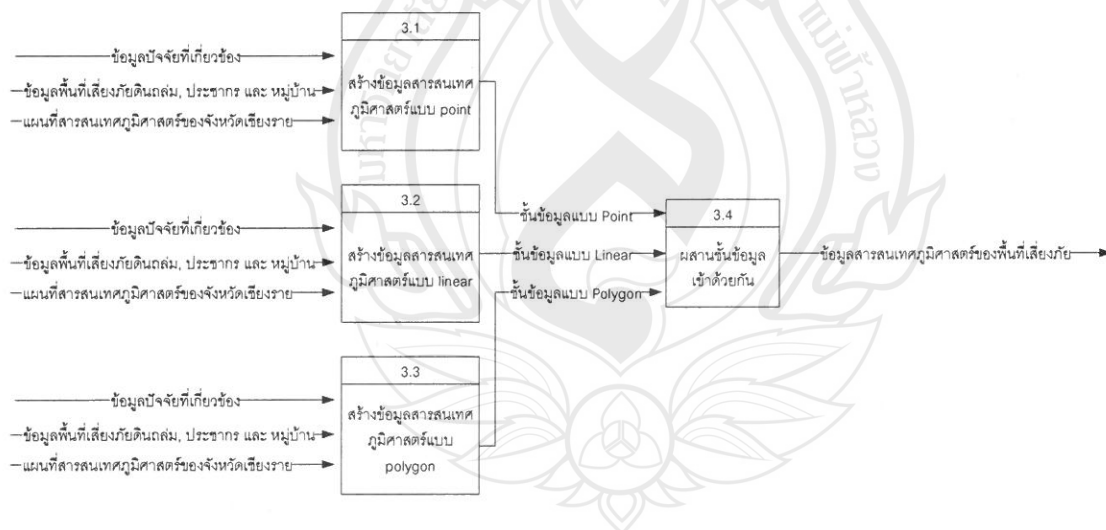
จากภาพ 4-3 เราสามารถเข้าใจหลักการทำงานของโปรแกรมและขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ละเอียดขึ้น ซึ่งในบางกระบวนการของแผนผังระดับ 0 สามารถอธิบายให้ละเอียดขึ้นได้ดังต่อไปนี้



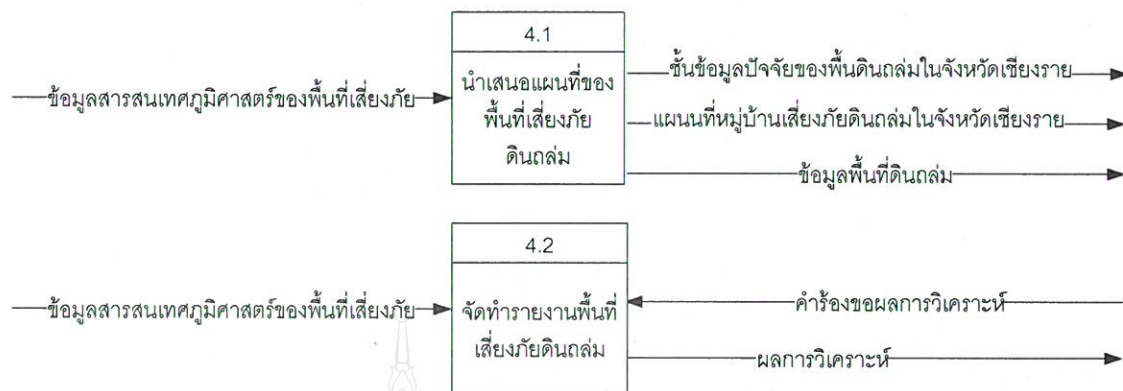
ภาพที่ 4-4 แผนผังระดับ 1 (กระบวนการ 1)



ภาพที่ 4-5 แผนผังระดับ 1 (กระบวนการ 2)



ภาพที่ 4-6 แผนผังระดับ 1 (กระบวนการ 3)



ภาพที่ 4-7 แผนผังระดับ 1 (กระบวนการ 4)

4.2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม (Analyzing factors to define the risk areas)

ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยในจังหวัดเชียงราย ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์แบบกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย โดยมีค่าถ่วงน้ำหนักตั้งแต่ 1-6 ซึ่งจะกำหนดให้ตามความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (Rainfall)

ให้ค่าถ่วงปัจจัยเป็น 6 เพราะน้ำฝนเป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้เกิดปัญหาดินถล่มซึ่งสอดคล้องกับการใช้ข้อมูลของกรมทรัพยากรธรณีและงานวิจัยของศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ) โดยได้แบ่งพิสัยออกเป็น 3 ช่วงคือ

- 1) ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,150 ต่อปี
- 2) ปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 650-1,150 ต่อปี
- 3) ปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 650 ต่อปี

4.2.2 ชั้นหินพื้นฐาน (Rock Unit)

ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 5

4.2.3 ความลาดชัน (Slope)

ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 4 เนื่องจากความลาดชันมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและชั้นหิน โดยแบ่งค่าเป็น 3 ระดับ คือ

- 1) ค่าความลาดชันน้อยกว่า 15% ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเป็น 1
- 2) ค่าความลาดชันระหว่าง 15-45% ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเป็น 2
- 3) ค่าความลาดชันมากกว่า 45% ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเป็น 3

4.2.4 พื้นที่ป่าไม้ (Forest)

ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 3

4.2.5 แนวกันชนจากรอยเลื่อน (Buffer Fault)

ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 2

4.2.6 ทิศทางการรับน้ำฝน (Windward)

ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 1

4.2.7 ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude)

ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 1

จากปัจจัยทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถนำมาสรุปในรูปของตารางค่าความถ่วงน้ำหนักของปัจจัยได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-1 การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและจัดระดับแต่ละค่าปัจจัย

ปัจจัย	ชั้น	ค่าถ่วงน้ำหนัก	ระดับ
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย	ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,150 ต่อปี	6	3
	ปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 650-1,150 ต่อปี		2
	ปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 650 ต่อปี		1
ชั้นหินพื้นฐาน	1. andesite, rhyolite, tuff	5	4
	2. andesite, tuff, rhyolite		4
	3. stressed		4
	4. conglomerate, sandstone, shale		3
	5. conglomerate, shale, sandstone, limestone, chert		3
	6. sandstone, greywacke, shale		3
	7. sandstone, greywacke, shale, chert, conglomerate		3
	8. sandstone, shale		3
	9. sandstone, shale, chert, greywacke, conglomerate		3
	10. shale, sandstone, conglomerate		3
	11. shale, chert, limestone, sandstone		3
	12. shale, sandstone		3
	13. shale, sandstone, limestone		3
	14. shale, sandstone, limestone, greywacke, chert, conglomerate		3
	15. limestone		2
	16. limestone, shale(tuff), sandstone		1

ปัจจัย	ชั้น	ค่าถ่วงน้ำหนัก	ระดับ
	17. acid, tuff 18. basic, tuff(intermediate) 19. gravel, sand 20. gravel, conglomerate, sand, sandstone, shale 21. paragenese		1 1 1 1
ความลาดชัน	ค่าความลาดชันน้อยกว่า 15% ค่าความลาดชันระหว่าง 15-45% ค่าความลาดชันมากกว่า 45%	4	3 2 1
พื้นที่ป่าไม้	ไม่ใช่พื้นที่ป่า ป่าผลัดใบเสื่อมสภาพ ป่าไม่ผลัดใบเสื่อมสภาพ สวนยูคาลิปตัส ป่าแดง, ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ สวนป่า ป่าดิบเขา	3	8 7 6 5 4 3 2 1
แนวกันชนจากรอยเลื่อน	3,000 1,000 0	2	3 2 1
ทิศทางการรับน้ำฝน	1. SW 2. NE 3. N (0-22.5) 4. E 5. SE 6. S 7. W 8. NW 9. N (337.5-360) 10. F	1	3 2 1 1 1 1 1 1 1 0

การวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการซ้อนทับกันของค่าปัจจัยทั้งหมด เช่นเดียวกับงานวิจัยของศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ) โดยใช้ สมการการวิเคราะห์ซึ่งอ้างอิงจาก Zaraba and Menzel (1982)

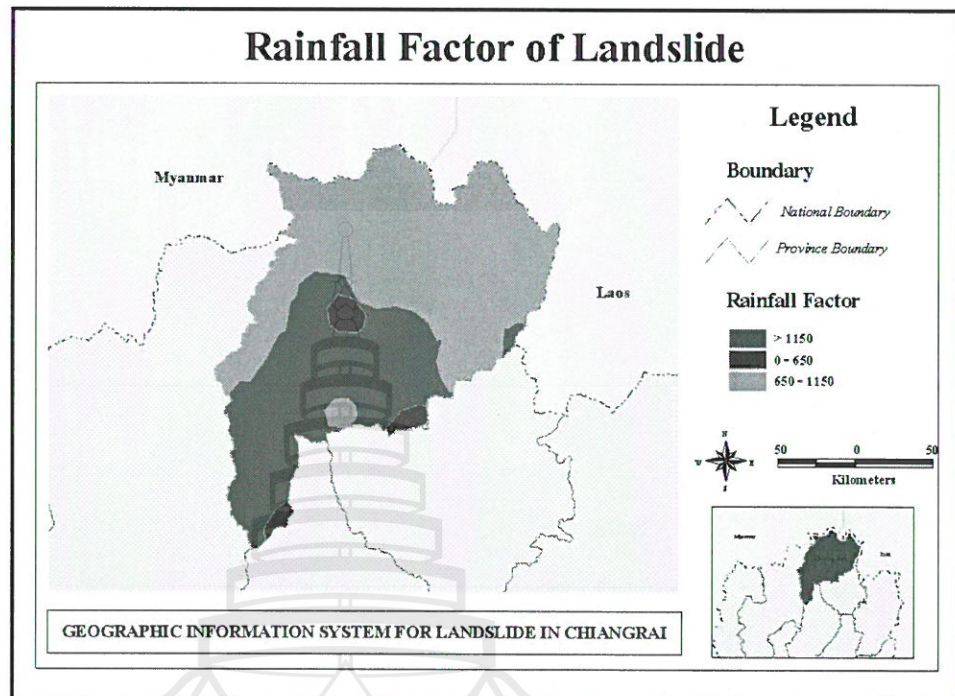
$$Landslide\ Index = \{ (R_r R_w) + (RU_{RU_w}) + (S_r S_w) + (F_r F_w) + (BF_r BF_w) + (W_r W_w) \} * (H_r)$$

R	=	Rainfall
RU	=	Rock Unit
S	=	Slope
F	=	Forest
BF	=	Buffer Fault
W	=	Windward
H	=	High
r	=	Rating
w	=	Weighting

4.3 วิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยโดยใช้ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม (Analyzing the risk area)

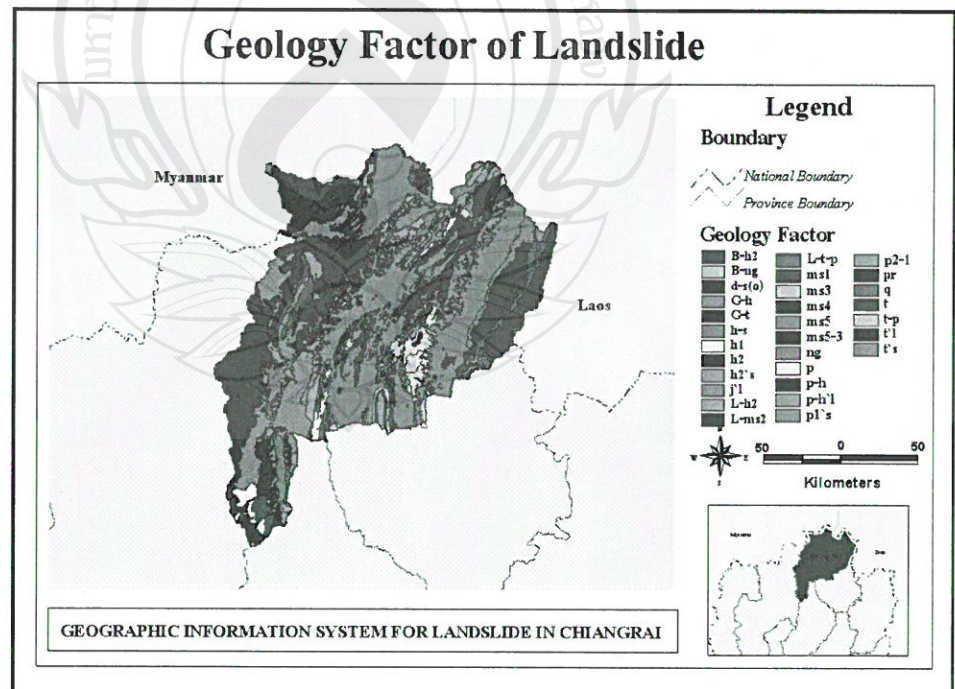
จากการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อพื้นที่เสี่ยงภัยในหัวข้อ 4.2 นั้น จะเห็นได้ว่า ปัจจัยที่มีผลประกอบไปด้วยปัจจัยทั้งหมด 7 ปัจจัยด้วยกัน จึงได้นำปัจจัยทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรม Arc GIS เพื่อระบุขอบเขตของพื้นที่ตามลักษณะของปัจจัยแต่ละชนิด ตาม กระบวนการในข้อ 4-1 ซึ่งสามารถสรุปออกมาในรูปแบบรายงานทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Layout) แยกตามชนิดและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยได้ดังต่อไปนี้

1) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (Rainfall)



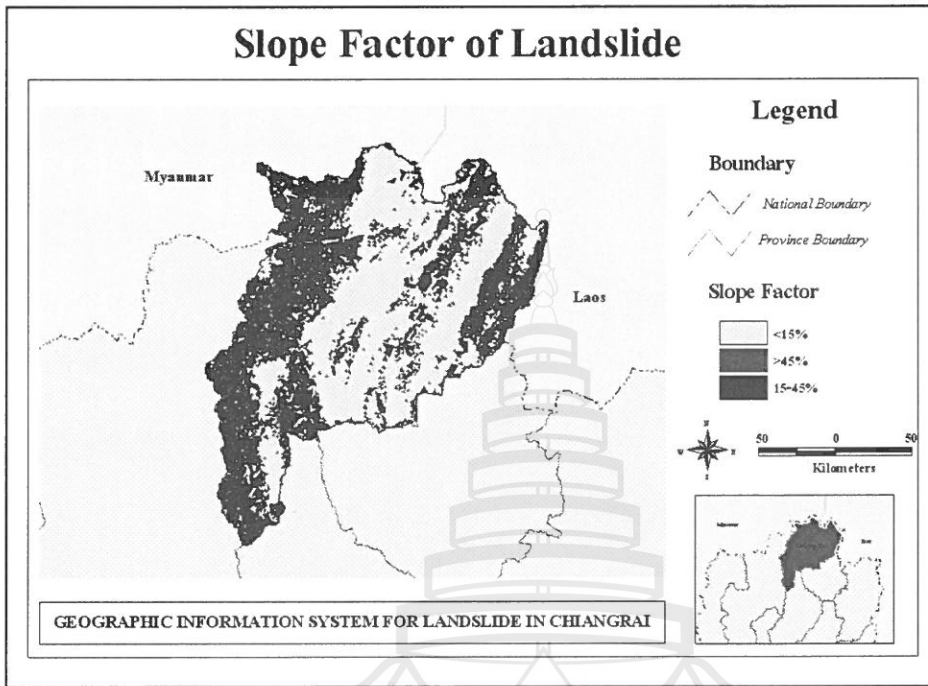
ภาพที่ 4-8 ปัจจัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

2) ชั้นหินพื้นฐาน (Rock Unit)



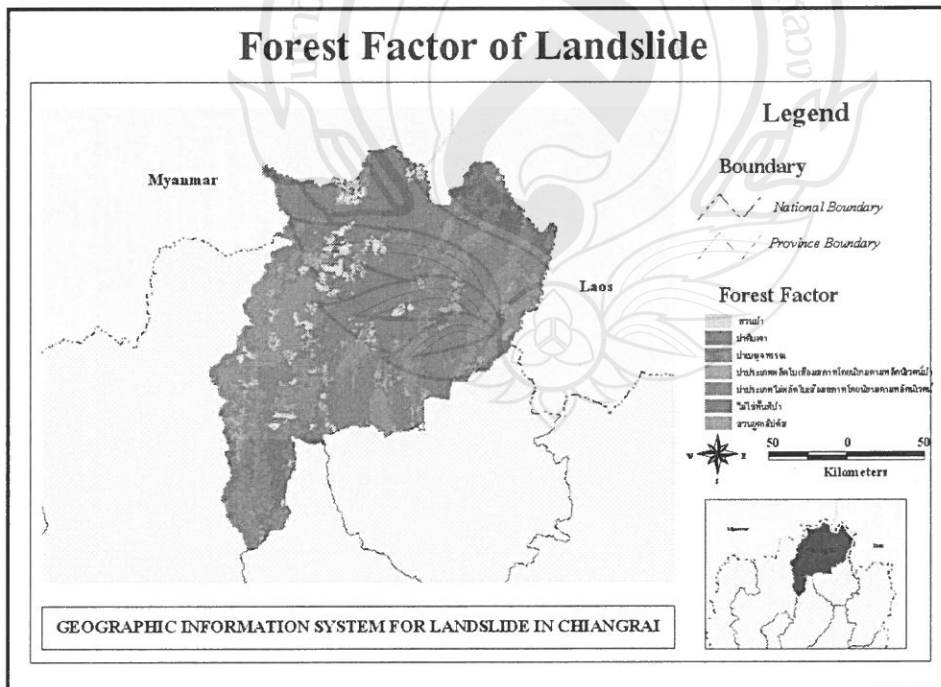
ภาพที่ 4-9 ปัจจัยชั้นหินพื้นฐาน

3) ความลาดชัน (Slope)



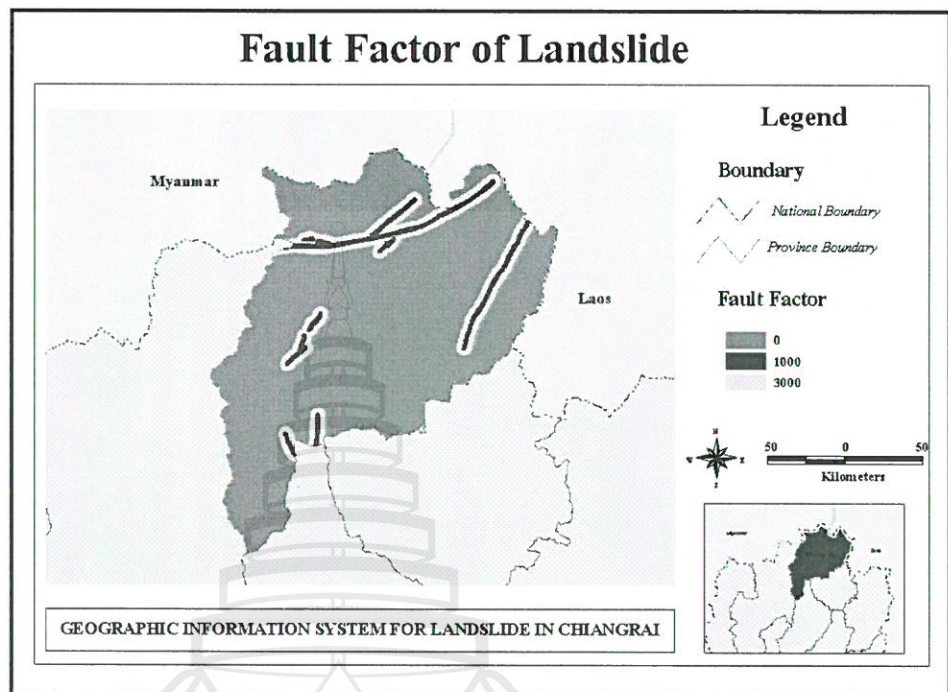
ภาพที่ 4-10 ปัจจัยความลาดชัน

4) พื้นที่ป่าไม้ (Forest)



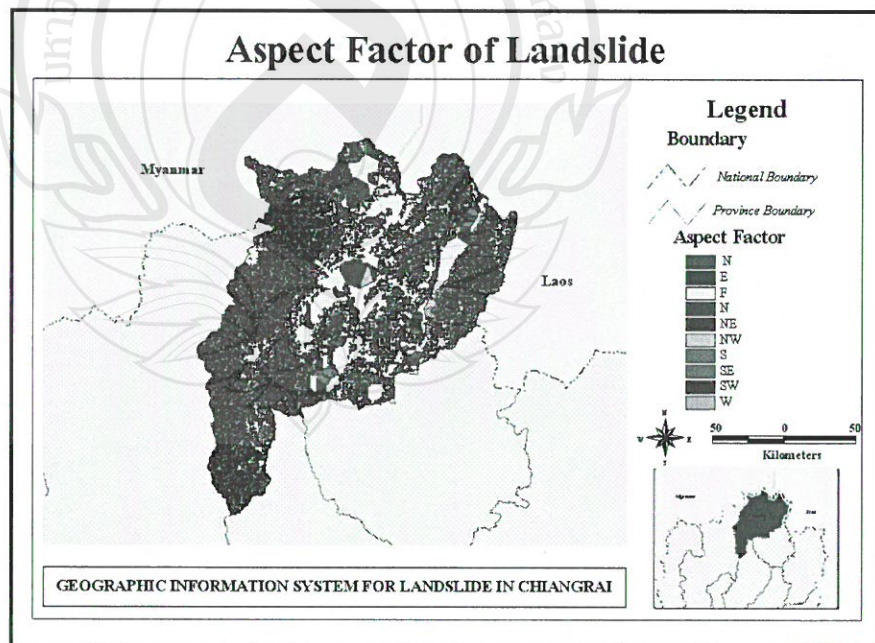
ภาพที่ 4-11 ปัจจัยพื้นที่ป่าไม้

5) แนวกันชนจากรอยเลื่อน (Buffer Fault)



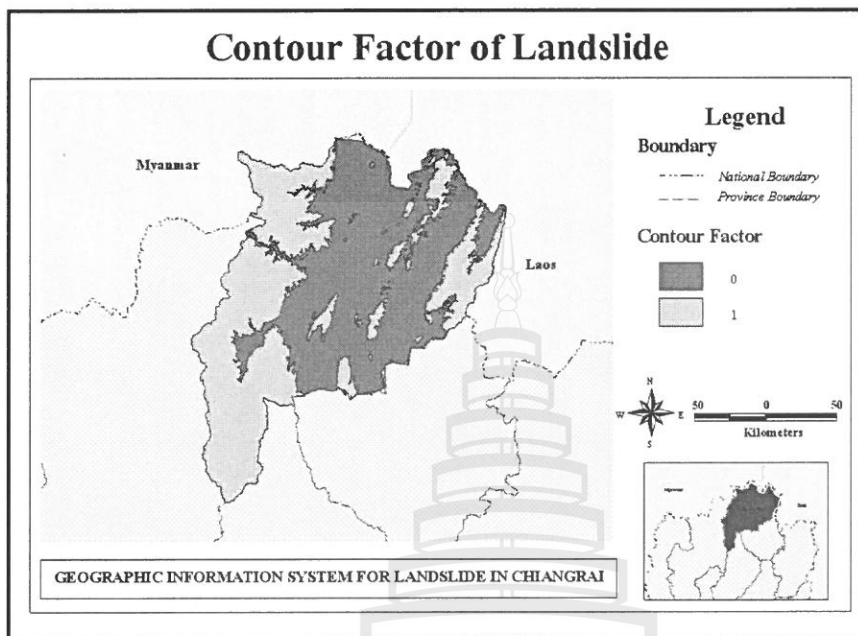
ภาพที่ 4-12 ปัจจัยแนวกันชนจากรอยเลื่อน

6) ทิศทางการรับน้ำฝน (Windward)



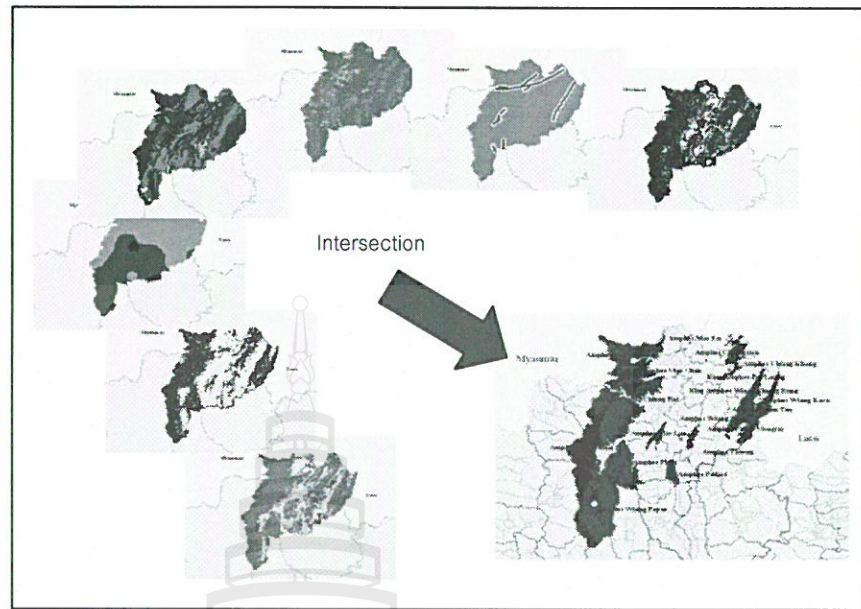
ภาพที่ 4-13 ปัจจัยทิศทางการรับน้ำฝน

7) ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude)

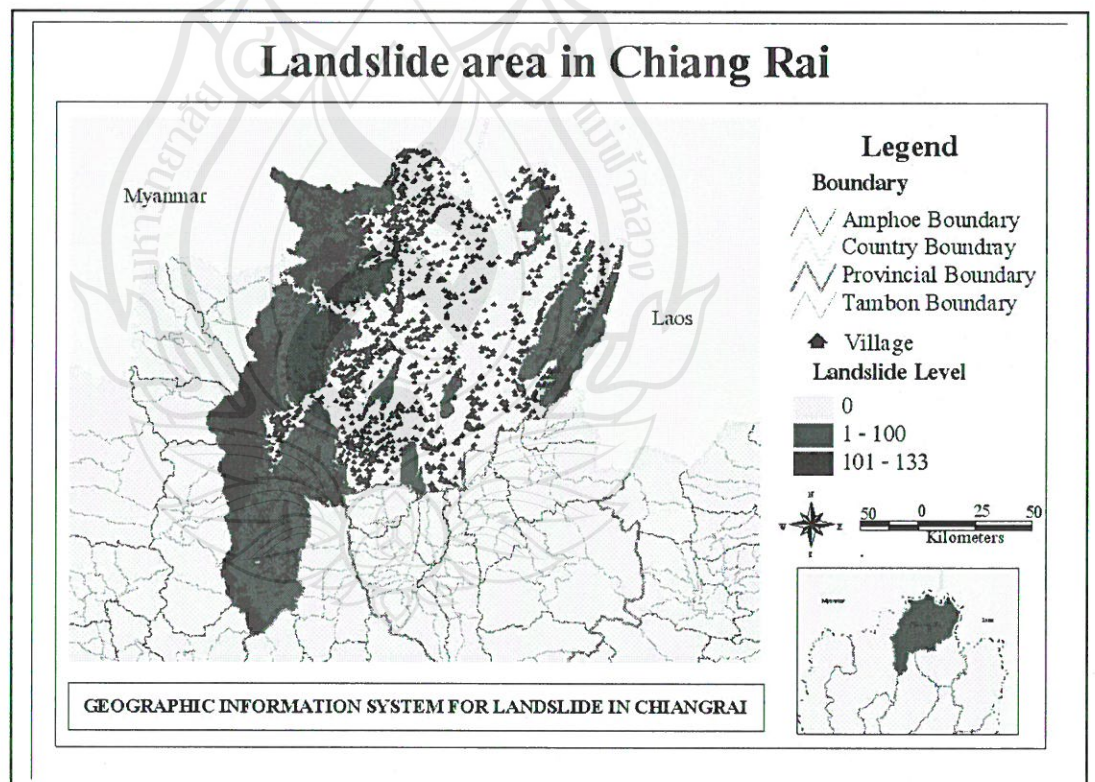


ภาพที่ 4-14 ปัจจัยระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล

จากการวิเคราะห์ขอบเขตของแต่ละปัจจัยดังภาพที่แสดงไว้ข้างต้น ผู้วิจัยได้นำค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยไปคำนวณด้วยสมการการวิเคราะห์ซึ่งอ้างอิงจาก Zaraba and Menzel (1982) พร้อมทั้งทำการทับซ้อน (Intersect) ข้อมูลทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม Arc GIS (ภาพที่ 4-15) ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นแผนที่ที่แสดงข้อมูลขอบเขตความเสี่ยงของการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงรายขึ้นมา (ดังภาพที่ 4-16)

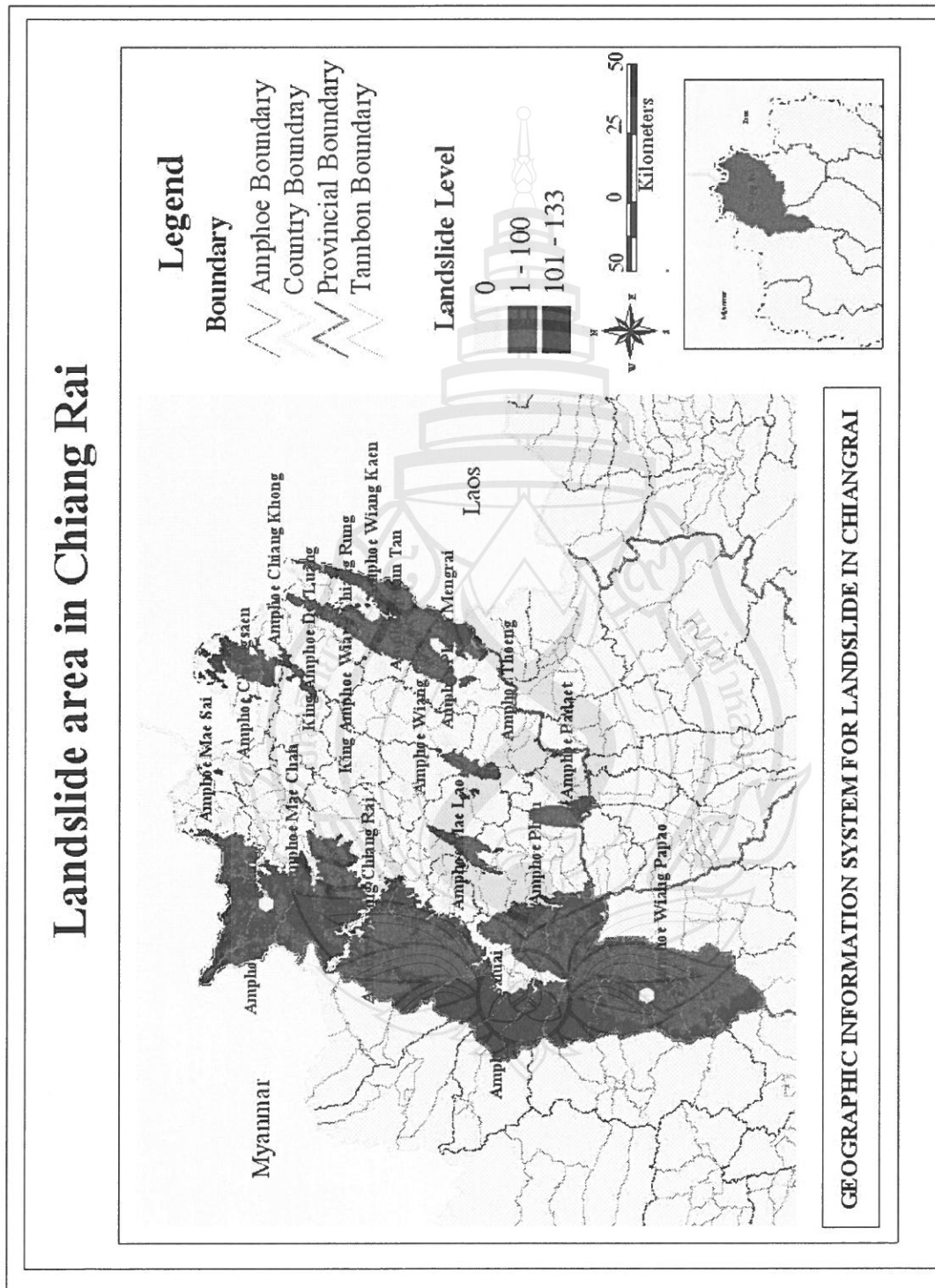


ภาพที่ 4-15 การทับซ้อนของปัจจัย



ภาพที่ 4-16 ผลรวมของปัจจัยแสดงพื้นที่เสี่ยงภัยทั้งหมด

จากภาพที่ 4-16 สามารถทำการแบ่งขอบเขตของพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มใน
จังหวัดเชียงรายตามขอบเขตของอำเภอต่าง ๆ ได้ดังภาพที่ 4-17



ภาพที่ 4-17 พื้นที่เสี่ยงทั้งหมดในจังหวัดเชียงราย

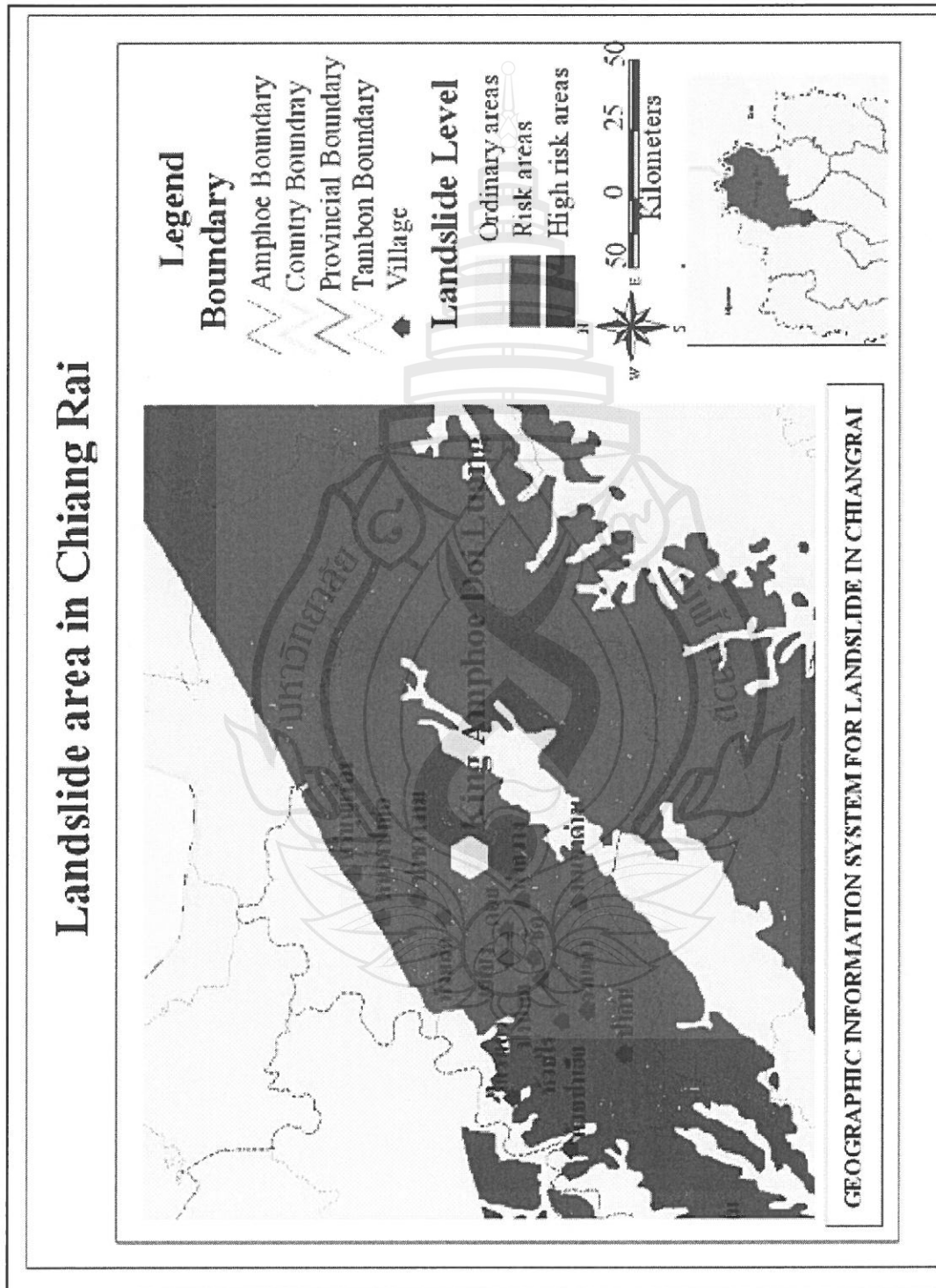
ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดังกล่าวนี้ สามารถสรุปขอบเขตของพื้นที่เสี่ยงภัยใน
จังหวัดเชียงรายได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-2 พื้นที่เสี่ยงภัยจังหวัดเชียงราย

จังหวัด	อำเภอ	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	กิ่งอำเภอคอยหลวง	6.48	134.21	175.20	315.89
	กิ่งอำเภอเวียงเชียงรุ้ง	18.21	100.30	170.50	289.01
	ขุนตาล	20.30	62.84	145.42	228.56
	เชียงของ	79.58	201.74	515.85	797.17
	เชียงแสน	30.27	64.48	363.68	458.43
	เทิง	50.91	271.50	519.61	842.02
	ป่าแดด	0.00	66.04	185.79	251.83
	พญาเม็งราย	16.58	134.27	292.15	443.00
	พาน	133.45	257.97	636.42	1027.74
	เมืองเชียงราย	140.66	483.43	895.73	1519.82
	แม่จัน	93.64	67.06	479.40	640.10
	แม่ฟ้าหลวง	218.35	342.31	171.71	732.37
	แม่ลาว	8.40	58.24	136.38	203.02
	แม่สรวย	450.19	638.61	343.63	1432.43
	แม่สาย	16.64	29.45	255.00	301.09
	เวียงแก่น	54.49	212.89	216.84	484.22
	เวียงชัย	7.86	106.91	249.38	364.15
	เวียงป่าเป้า	455.09	549.33	240.59	1245.01
เชียงราย ผลรวม		1,801.10	3,781.58	5,993.28	11,575.86

ซึ่งสามารถสรุปขอบเขตของพื้นที่เสี่ยงภัยจำแนกตามเขตอำเภอในจังหวัดเชียงรายได้
ดังต่อไปนี้

1) กิ่งอำเภอดอยหลวง



ภาพที่ 4-18 พื้นที่เสี่ยงภัยกิ่งอำเภอดอยหลวง

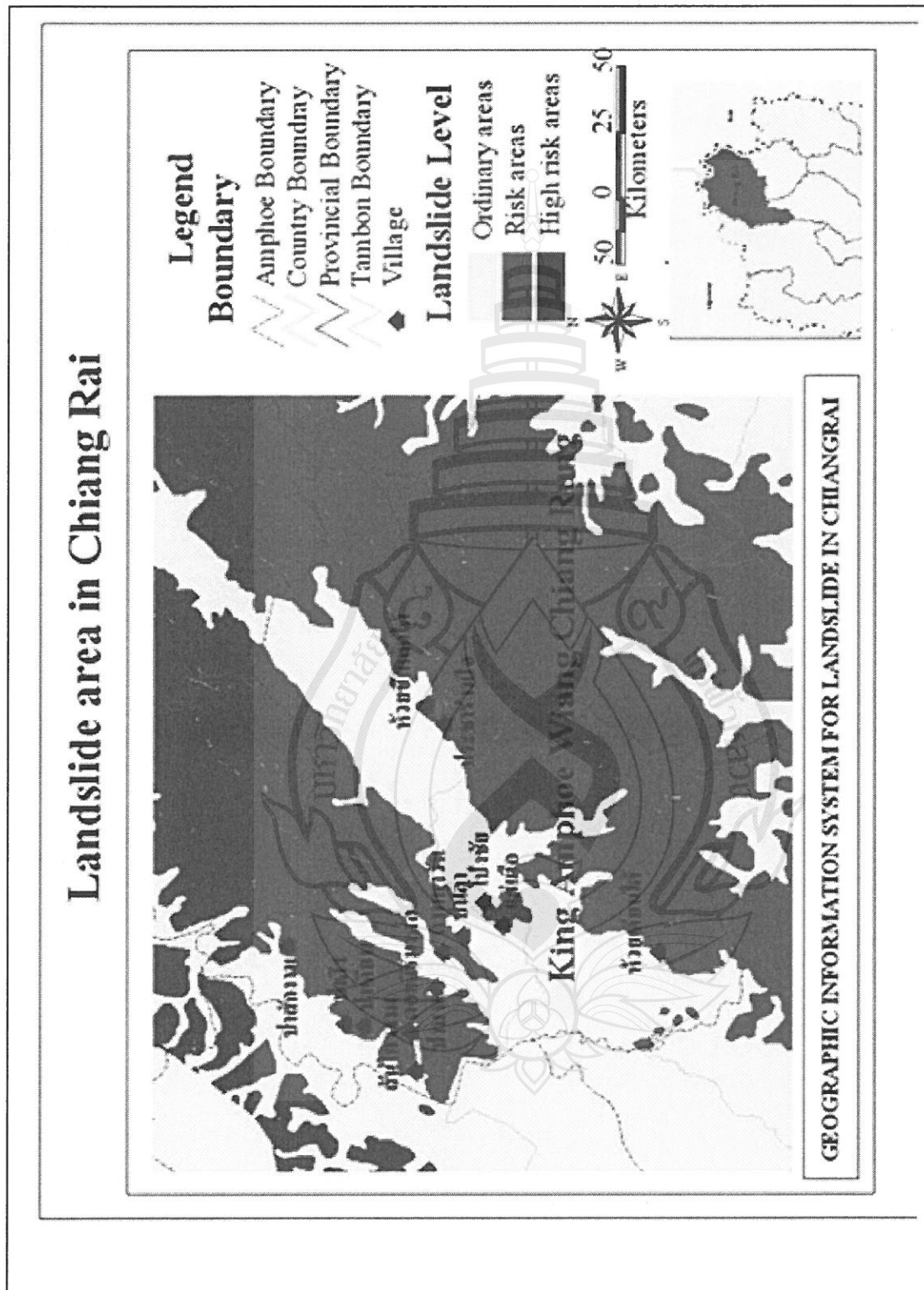
ตารางที่ 4-3 พื้นที่เสี่ยงภัยกิ่งอำเภอคอยหลวง

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	กิ่งอำเภอคอยหลวง	ปงน้อย	0.59	63.06	75.61	139.26
		หนองป่าก่อ	5.89	71.15	99.59	176.63
	กิ่งอำเภอคอยหลวง ผลรวม		6.48	134.21	175.20	315.89

ตารางที่ 4-4 พื้นที่เสี่ยงภัยกิ่งอำเภอคอยหลวงจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม	
เชียงราย	กิ่งอำเภอคอยหลวง	โชคชัย	แม่บง	√	
			คอย	√	
			ทุ่งกวาง	√	
			หนองดำน	√	
		โชคชัย ผลรวม			4
		ปงน้อย	ไทรทอง	√	
			ซ้อ	√	
			ปงน้อย	√	
			ป่าตัน	√	
			ร่มแก้ว	√	
			ห้วยไร่	√	
			ห้วยป่าเหี้ย	√	
		ปงน้อย ผลรวม			7
		หนองป่าก่อ	ป่าซางงาม	√	
			ศรีบุญเรือง	√	
			หนองป่าก่อ	√	
			ห้วยสัก	√	
		หนองป่าก่อ ผลรวม			4
		กิ่งอำเภอคอยหลวง ผลรวม			15

2) กิ่งอำเภอเวียงเชียงรุ้ง



ภาพที่ 4-19 พื้นที่เสี่ยงภัยกิ่งอำเภอเวียงเชียงรุ้ง

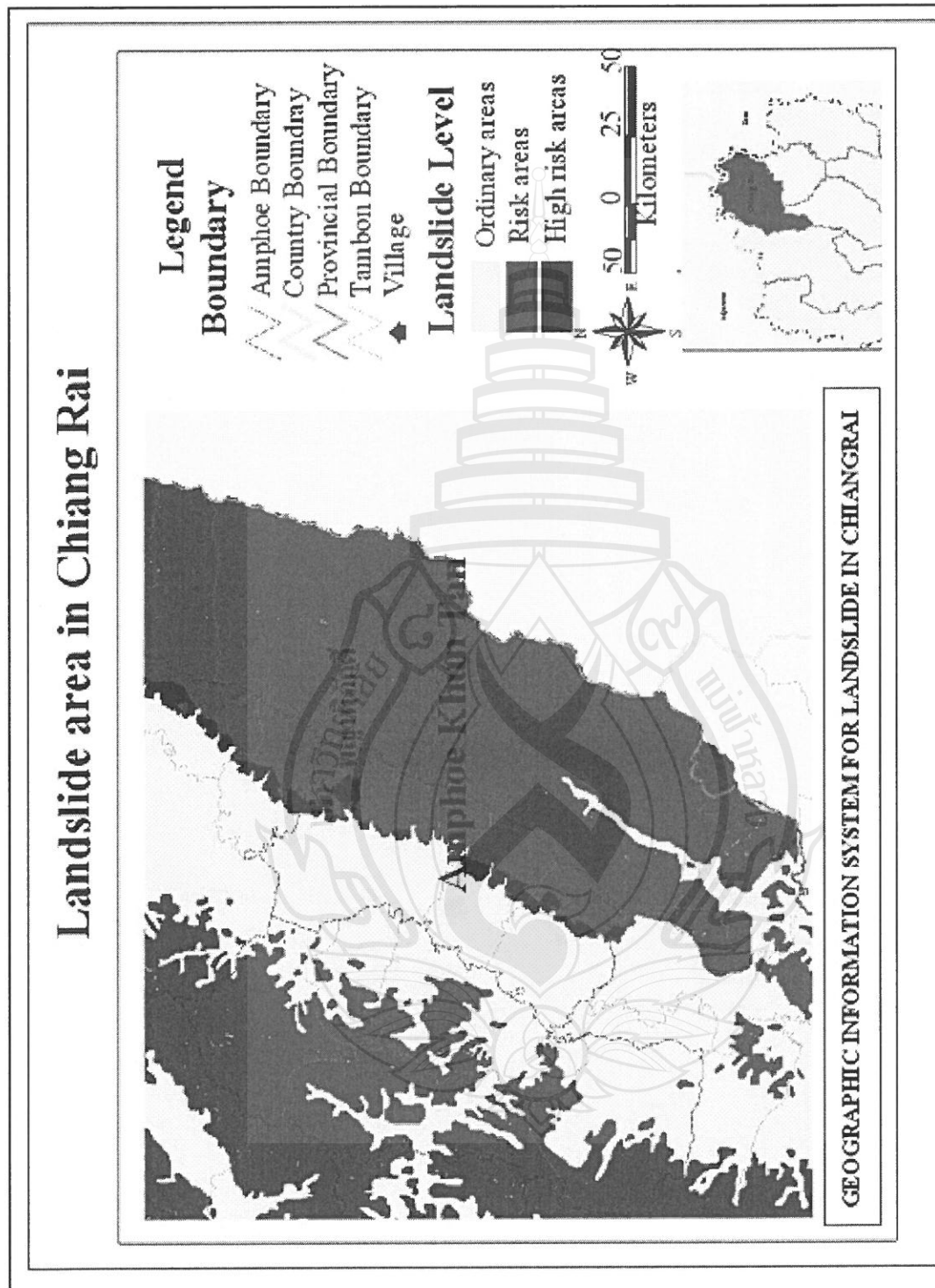
ตารางที่ 4-5 พื้นที่เสี่ยงภัยกึ่งอำเภอเวียงเชียงรุ้ง

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	กึ่งอำเภอเวียงเชียงรุ้ง	ดงมหาวัน	0.00	29.52	53.21	82.73
		ทุ่งก่อ	8.35	31.96	61.58	101.89
		ป่าซาง	9.86	38.82	55.71	104.39
	กึ่งอำเภอเวียงเชียงรุ้ง ผลรวม		18.21	100.30	170.50	289.01

ตารางที่ 4-6 พื้นที่เสี่ยงภัยกึ่งอำเภอเวียงเชียงรุ้งจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม	
เชียงราย	กิ่งอำเภอเวียงเชียงรุ้ง	ดงมหาวัน	แม่เผือ	√	
			ดงมหาวัน	√	
			คอยศิริมงคล	√	
			ปงเคียน	√	
			ปงบน	√	
			ป่าเลา	√	
			ป่าดิ่ง	√	
			ป่าสักงาม	√	
			สันไทรงาม	√	
		ดงมหาวัน ผลรวม			9
		ทุ่งก่อ	โป่งชัย	√	
			ห้วยเคียนใต้	√	
		ทุ่งก่อ ผลรวม			2
		ป่าซาง	ประชาร่วมใจ	√	
			ห้วยขี้เหล็กใต้	√	
		ป่าซาง ผลรวม			2
		กิ่งอำเภอเวียงเชียงรุ้ง ผลรวม			13

3) อำเภอขุนตาล



ภาพที่ 4-20 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอขุนตาล

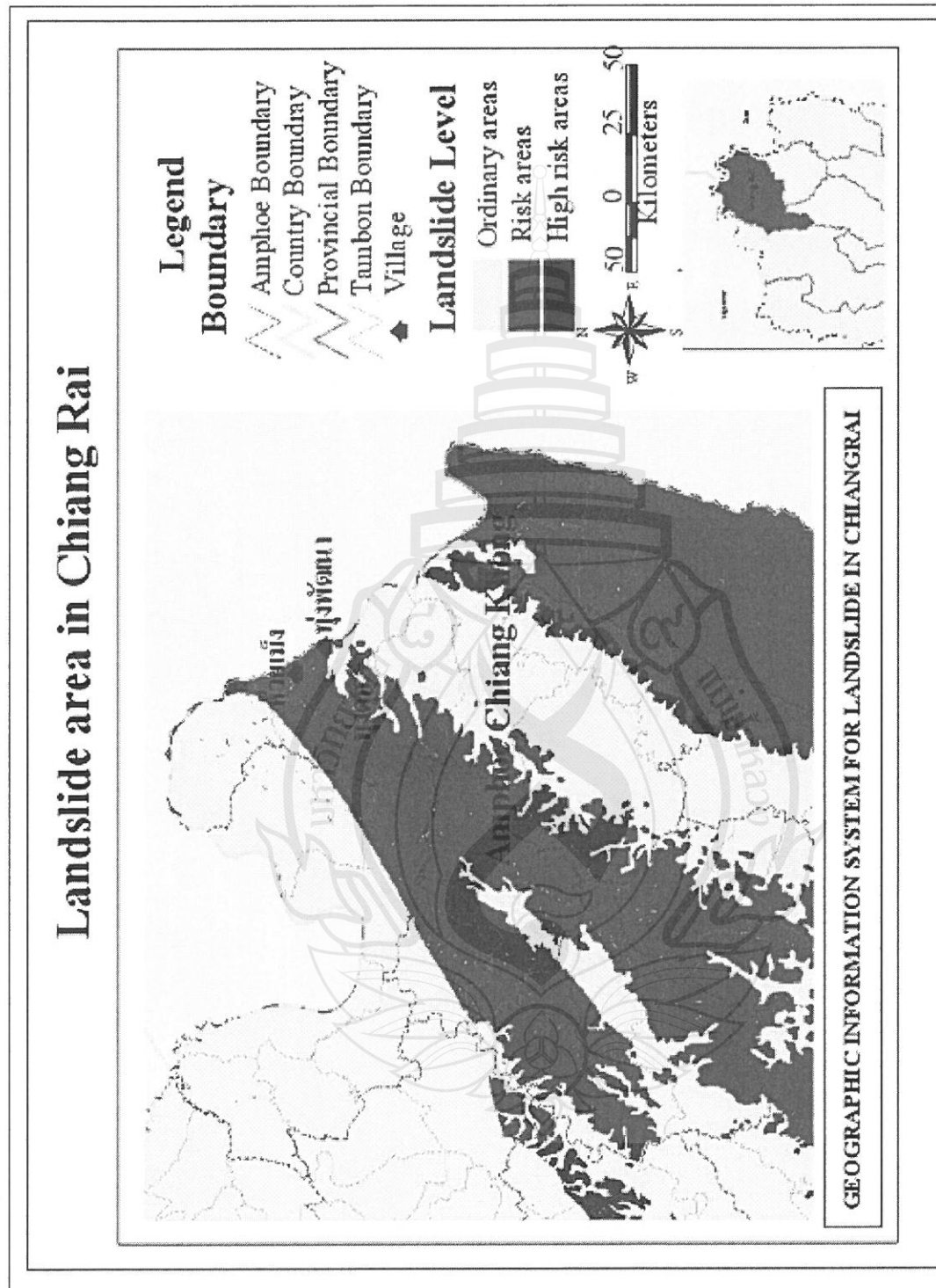
ตารางที่ 4-7 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอขุนตาล

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	ขุนตาล	ต้า	6.20	11.98	58.42	76.60
		ป่าตาล	7.99	18.30	37.77	64.06
		ยางฮอม	6.11	32.56	49.23	87.90
	อำเภอขุนตาล ผลรวม		20.30	62.84	145.42	228.56

ตารางที่ 4-8 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอขุนตาลจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
เชียงราย	ขุนตาล	ยางฮอม	พญาพิภักดิ์	✓
		ยางฮอม ผลรวม		1
	ขุนตาล ผลรวม			1

4) อำเภอเชียงของ



ภาพที่ 4-21 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเชียงของ

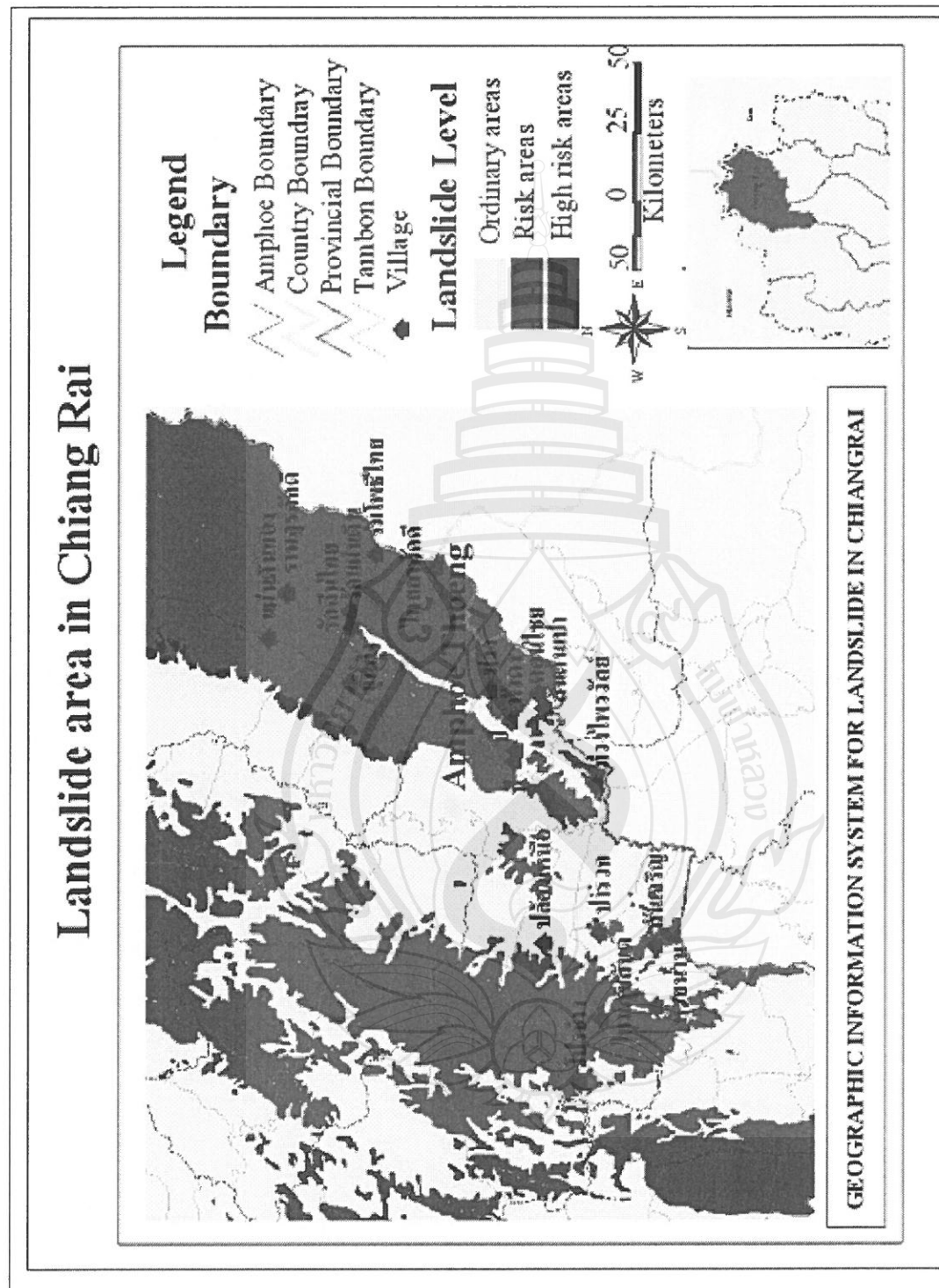
ตารางที่ 4-9 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเชียงของ

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	เชียงของ	ศรีเมือง	14.13	26.74	46.55	87.42
		บุญเรือง	5.78	15.20	24.51	45.49
		ริมโขง	16.97	10.93	55.26	83.17
		เวียง	19.89	47.33	68.28	135.50
		ศรีดอนชัย	13.79	19.73	86.25	119.77
		สถาน	2.50	18.53	48.63	69.66
		ห้วยซ้อ	6.52	63.28	186.37	256.17
	อำเภอเชียงของ ผลรวม		79.58	201.74	515.85	797.17

ตารางที่ 4-10 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเชียงของจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
เชียงราย	เชียงของ	เวียง	ทุ่งดุก	√
			ห้วยเม็ง	√
			ทุ่งพัฒนา	√
		เวียง ผลรวม		3
	เชียงของ ผลรวม		3	

5) อำเภอเทิง



ภาพที่ 4-22 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเทิง

ตารางที่ 4-11 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเทิง

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	เทิง	จ้าว	5.46	29.11	55.67	90.24
		เชียงเคี่ยน	0.11	26.38	38.60	65.09
		ดัวเต่า	35.44	101.94	105.18	242.56
		ปล้อง	1.48	29.56	53.37	84.41
		แม่ลอย	1.08	20.92	40.55	62.55
		เวียง	7.03	30.34	83.82	121.19
		ศรีดอนไชย	0.00	6.03	36.68	42.71
		สันทรายงาม	0.00	0.00	27.15	27.15
		หาว	0.31	26.91	39.94	67.16
		หนองแรด	0.00	0.31	38.65	38.96
	อำเภอเทิง ผลรวม		50.91	271.50	519.61	842.02

ตารางที่ 4-12 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเทิงจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
เชียงราย	เทิง	เชียงเคี่ยน	โป่งช้าง	✓
			เชียงเคี่ยน ผลรวม	1
		ดัวเต่า	แผ่นดินทอง	✓
			ไทยสามัคคี	✓
			ขุนต้า	✓
			ร่วมโพธิ์ไทย	✓
			รักแผ่นดิน	✓
			รักถิ่นไทย	✓
			ราษฎร์รักดี	✓
			ดัวเต่า ผลรวม	7
		ปล้อง	ปล้องเหนือ	✓
		ปล้อง ผลรวม		1
		แม่ลอย	ใหม่สุขสันต์	✓
			สันเจริญ	✓
			ห้วยน่าน	✓
		แม่ลอย ผลรวม		3
		เวียง	ม่วงไพรวัลย์	✓

	เวียง ผลรวม		1
	ศรีดอนไชย	ป่ารวก	√
	ศรีดอนไชย ผลรวม		1
	หวาง	ดอนไชย	√
		ปี้	√
		ปี้	√
		ม่วง	√
		สันคั่นเปา	√
		หัวดง	√
	หวาง ผลรวม		6
เทิง ผลรวม		20	



6) **อำเภอป่าแดด**



ภาพที่ 4-23 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอบ้านดง

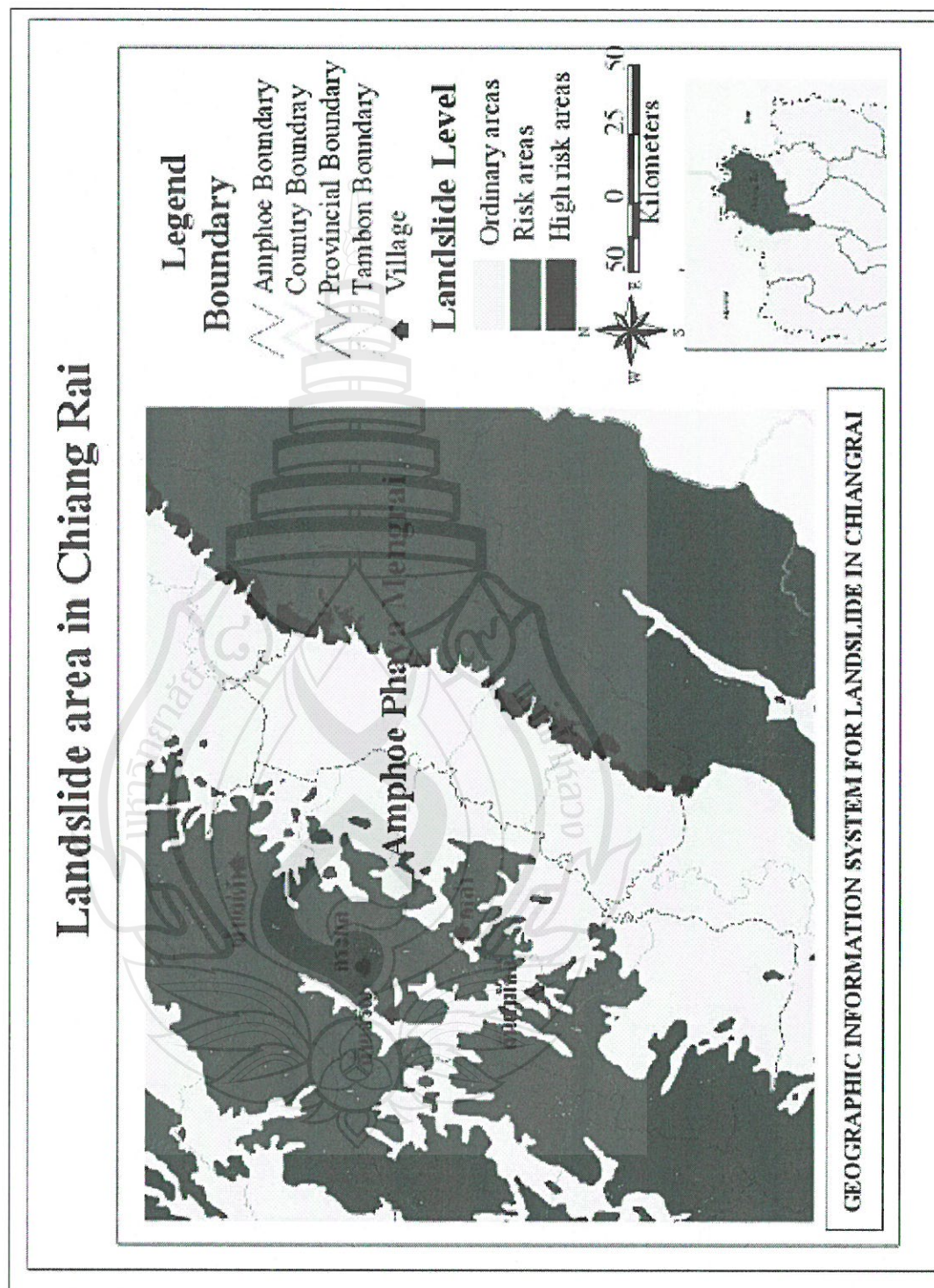
ตารางที่ 4-13 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอป่าแดด

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	ป่าแดด	ป่าแงะ	0.00	27.50	58.34	85.84
		ป่าแดด	0.00	9.98	48.42	58.40
		โรงช้าง	0.00	13.16	33.63	46.79
		ศรีโพธิ์เงิน	0.00	10.60	18.80	29.40
		สันมะค่า	0.00	4.80	26.60	31.40
	อำเภอป่าแดด ผลรวม		0.00	66.04	185.79	251.83

ตารางที่ 4-14 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอป่าแดดจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
เชียงราย	ป่าแดด	ป่าแงะ	ศรีดอนชัย	√
			สันติสุข	√
		ป่าแงะ ผลรวม		2
	ป่าแดด ผลรวม			2

7) อำเภอพญาเม็งราย



ภาพที่ 4-24 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอพญาเม็งราย

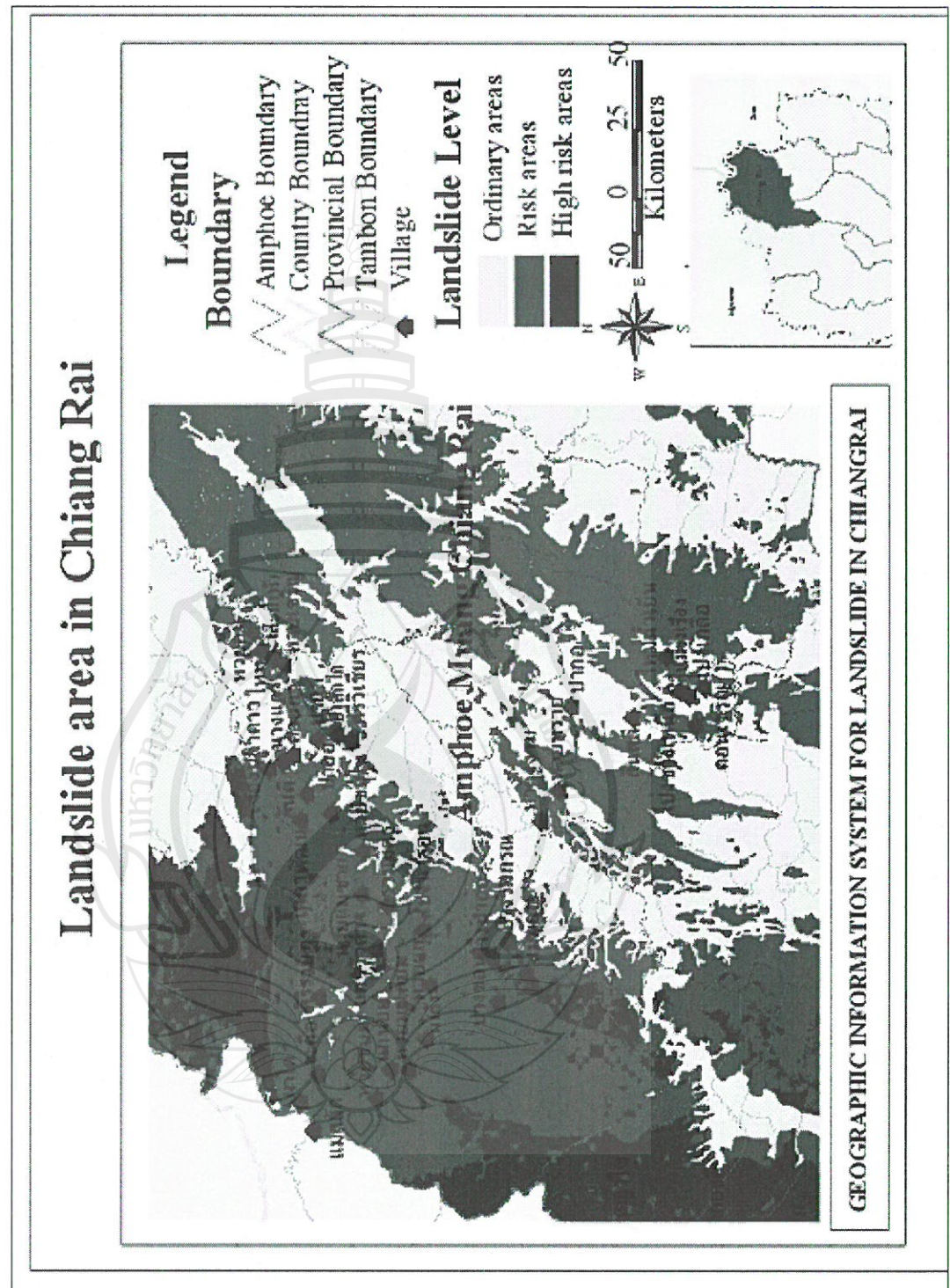
ตารางที่ 4-15 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอพญาเม็งราย

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	พญาเม็งราย	ตาดคว้น	2.82	14.66	25.58	43.06
		เม็งราย	0.00	23.14	66.19	89.33
		แม่คำ	2.98	13.08	50.79	66.85
		แม่เปา	6.62	50.70	68.01	125.33
		ไม้ยา	4.16	32.69	81.58	118.43
	อำเภอพญาเม็งราย ผลรวม		16.58	134.27	292.15	443.00

ตารางที่ 4-16 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอพญาเม็งรายจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
เชียงราย	พญาเม็งราย	ตาดคว้น	เข้าแม่ตำ	√
		ตาดคว้น ผลรวม		1
		เม็งราย	เหล่า	√
		เม็งราย ผลรวม		1
		แม่เปา	กระแล	√
			สันเจริญ	√
			สันสามัคคี	√
		แม่เปา ผลรวม		3
	พญาเม็งราย ผลรวม		5	

8) อำเภอเมืองเชียงราย



ภาพที่ 4-25 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเมืองเชียงราย

ตารางที่ 4-17 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเมืองเชียงราย

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	เมืองเชียงราย	ดอยลาน	4.26	36.08	63.23	103.57
		ดอยฮาง	3.44	33.58	49.73	86.75
		ท่าสาย	0.87	10.31	22.14	33.32
		นางแล	0.74	28.37	72.31	101.42
		บ้านดู่	12.10	29.13	34.25	75.48
		ป่าอ้อดอนชัย	3.46	18.75	45.43	67.64
		แม่กรณ์	21.18	42.59	54.23	118.00
		แม่ข้าวต้ม	0.68	26.02	74.35	101.05
		แม่ยาว	51.03	102.59	111.72	265.34
		รอบเวียง	0.00	5.37	49.37	54.74
		ริมกก	0.00	2.83	72.79	75.62
		สันทราย	0.00	0.00	20.60	20.60
		ห้วยชมภู	38.32	106.95	107.71	252.98
		ห้วยสัก	4.58	40.86	117.87	163.31
	อำเภอเมืองเชียงราย ผลรวม		140.66	483.43	889.73	1519.82

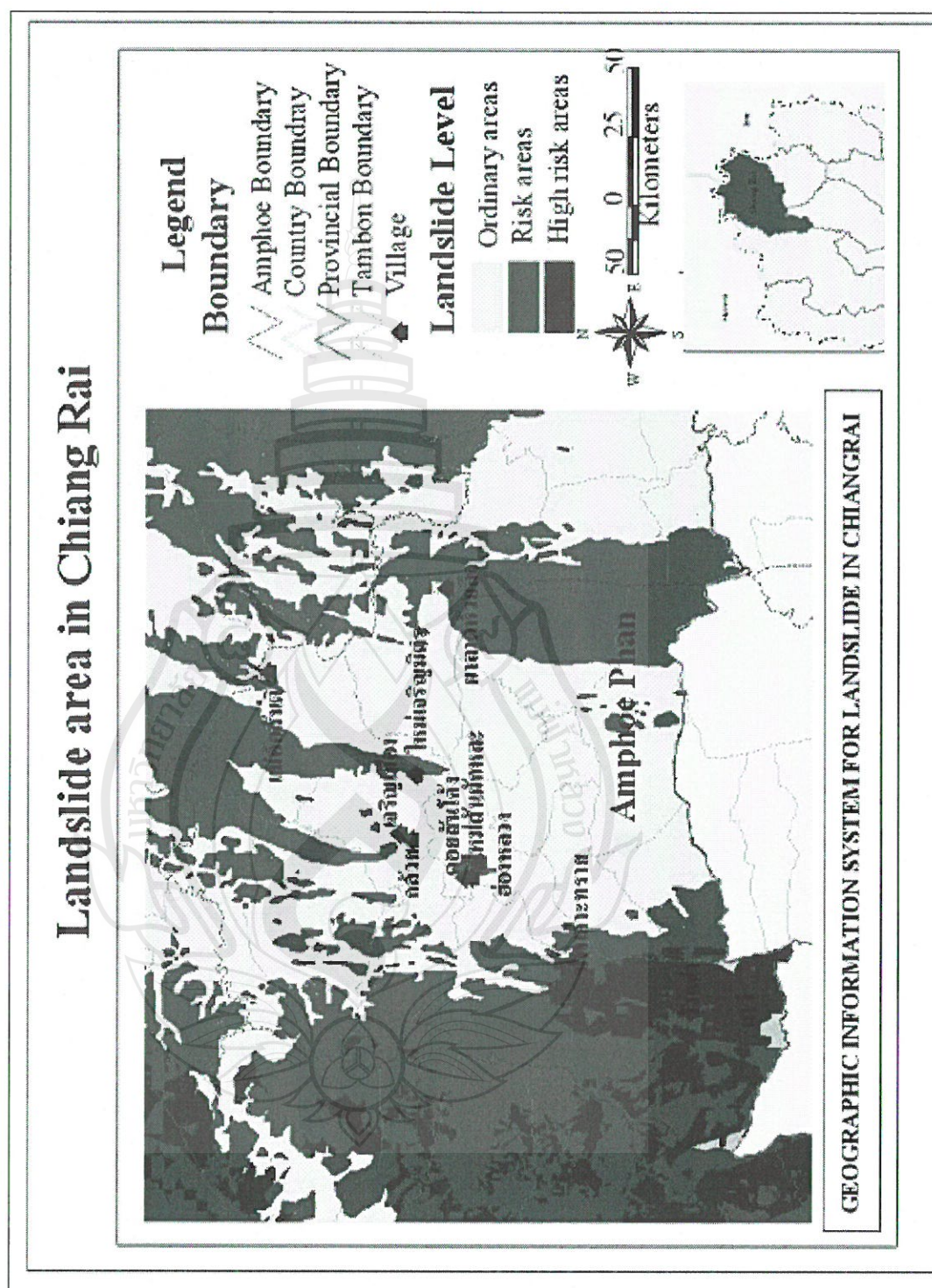
ตารางที่ 4-18 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเมืองเชียงรายจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
เชียงราย	เมืองเชียงราย	ดอยลาน	โป่งเกลือ	√
			โป่งช้างเหนือ	√
			ใหม่บ้านเย็น	√
			ใหม่รุ่งเรือง	√
			ดอนเจริญ	√
		ดอยลาน ผลรวม		5
		ท่าสาย	หัวดอย(ท่าสาย)	√
		ท่าสาย ผลรวม		1
		ท่าสูด	ศรีวิเชียร	√
		ท่าสูด ผลรวม		1
		นางแล	ดอยแก้ว	√
			นางแล	√
			ร่องปลาข้าว	√

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
		นางแล ผลรวม		3
		บ้านดู่	เหล่าพัฒนา	✓
			ป่ากู่ก	✓
			ป่าสักไก่อ	✓
			ป่าอ้อ	✓
			สันติ	✓
		บ้านดู่ ผลรวม		5
		ป่าอ้อดอนชัย	ป่าตึงงาม	✓
			ห้วยทราย	✓
		ป่าอ้อดอนชัย ผลรวม		2
		แม่กรณ์	ปางป่าอ้อ	✓
			ปางริมกรณ์	✓
		แม่กรณ์ ผลรวม		2
		แม่ข้าวต้ม	โตะป่าห้ำ	✓
			ใหม่	✓
			ห้วยเจริญ	✓
			ห้วยอัม	✓
		แม่ข้าวต้ม ผลรวม		4
		แม่ยาว	แคววัวคำ	✓
			รวมมิตร	✓
			ศิริราษฎร์	✓
			ห้วยแม่ซ้าย	✓
			ห้วยขมโน	✓
		แม่ยาว ผลรวม		5
		ห้วยชมภู	แม่มอญ	✓
			แม่สลัก	✓
			จะค้อ	✓
			นกน้อย	✓
			ปางขอน	✓
			ผาลัง	✓
			ห้วยแก้ว	✓
			ห้วยชมภู	✓
			ห้วยมะเลียม	✓

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม	
			ห้วยसान	√	
		ห้วยชมภู ผลรวม			10
		ห้วยสัก	ป่าก่อ	√	
			สันสลี	√	
		ห้วยสัก ผลรวม			2
		คอยฮาง	โป่งน้ำร้อน	√	
		คอยฮาง ผลรวม			1
	เมืองเชียงราย ผลรวม			41	





ภาพที่ 4-26 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอฟาน

ตารางที่ 4-19 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอพาน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	พาน	เจริญเมือง	0.39	7.65	44.13	52.17
		ดอยงาม	0.00	0.00	33.29	33.29
		ทรายขาว	4.48	28.76	61.43	94.67
		ทานตะวัน	1.40	27.14	70.10	98.64
		ธารทอง	0.69	5.99	19.32	26.00
		ป่าหุ่ง	94.92	64.06	61.28	220.26
		ม่วงคำ	2.09	8.25	34.55	44.89
		เมืองพาน	0.40	2.83	22.22	25.45
		แม่เย็น	6.41	11.09	29.11	46.61
		แม่ฮื้อ	9.25	52.81	99.13	161.19
		เวียงห้าว	3.06	9.38	18.65	31.09
		สันกลาง	8.94	19.18	34.50	62.62
		สันติสุข	0.00	0.00	18.31	18.31
		สันมะเค็ด	0.52	6.38	50.83	57.73
		ห้วยมัม	0.90	14.45	39.47	54.82
	อำเภอพาน ผลรวม		133.45	257.97	636.42	1027.74

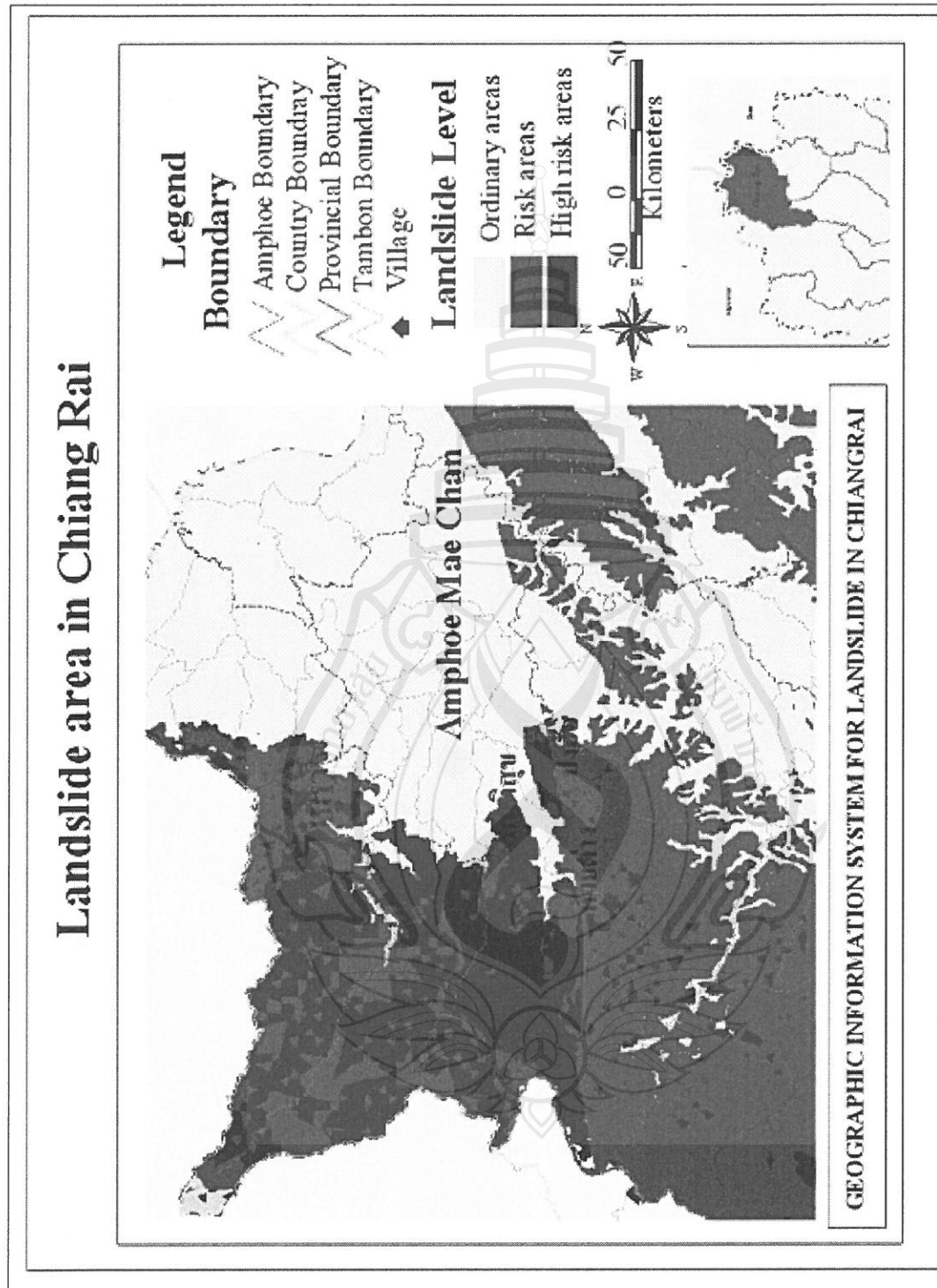
ตารางที่ 4-20 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอพานจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
เชียงราย	พาน	เจริญเมือง	เจริญเมือง	√
			ใหม่เจริญมิตร	√
			กล้วย	√
		เจริญเมือง ผลรวม		3
		ป่าหุ่ง	จิวเฒ่า	√
			ปางเกาะทราย	√
			ผาวิ	√
		ป่าหุ่ง ผลรวม		3
		เมืองพาน	ใหม่สันผักหละ	√
			ดอยสันโค้ง	√
			ฮ้องหลวง	√
		เมืองพาน ผลรวม		3

		แม่औ	แม่औสันติ	√	
		แม่औ ผลรวม			1
		สันมะเค็ด	ผาลาดห้วยลึก	√	
		สันมะเค็ด ผลรวม			1
	พาน ผลรวม				11



10) อำเภอแม่จัน



ภาพที่ 4-27 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่จัน

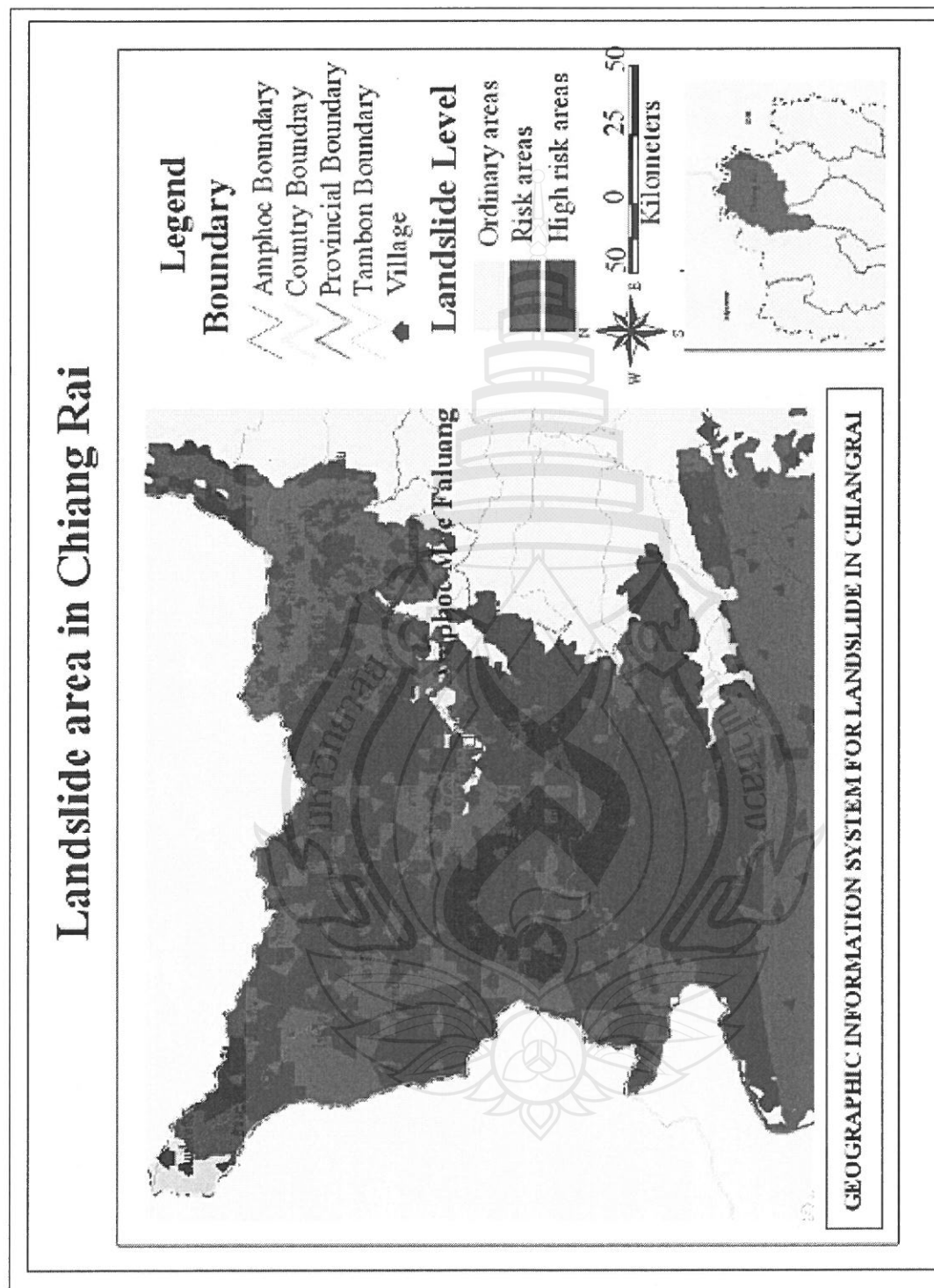
ตารางที่ 4-21 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่จัน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	แม่จัน	จันจว้า	0.00	0.00	41.60	41.60
		จันจว้าใต้	0.00	0.00	48.06	48.06
		ท่าข้าวเปลือก	0.25	10.74	103.76	114.75
		ป่าซาง	2.64	0.22	50.98	53.84
		ป่าตึง	42.53	17.11	40.52	100.16
		แม่คำ	3.94	6.21	31.83	41.98
		แม่จัน	12.76	22.02	54.39	89.17
		แม่ไร่	0.24	0.05	18.66	18.95
		ศรีคำ	31.15	10.69	31.42	73.26
		สันทราย	0.13	0.02	58.18	58.33
	อำเภอแม่จัน ผลรวม		93.64	67.06	479.40	640.10

ตารางที่ 4-22 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่จันจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม	
เชียงราย	แม่จัน	ป่าตึง	สันติสุข	√	
			ห้วยต่าง	√	
		ป่าตึง ผลรวม			2
		แม่จัน	ปงอ้อ	√	
		แม่จัน ผลรวม			1
	แม่จัน ผลรวม			3	

11) อำเภอแม่ฟ้าหลวง



ภาพที่ 4-28 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่ฟ้าหลวง

ตารางที่ 4-23 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่ฟ้าหลวง

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	แม่ฟ้าหลวง	เทอดไทย	87.06	100.02	2.36	189.44
		แม่ฟ้าหลวง	11.60	34.22	2.68	48.50
		แม่สลองนอก	117.39	71.71	37.49	226.59
		แม่สลองใน	2.30	136.36	129.18	267.84
	อำเภอแม่ฟ้าหลวง ผลรวม		218.35	342.31	171.71	732.37

ตารางที่ 4-24 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่ฟ้าหลวงจำแนกตามหมู่บ้าน

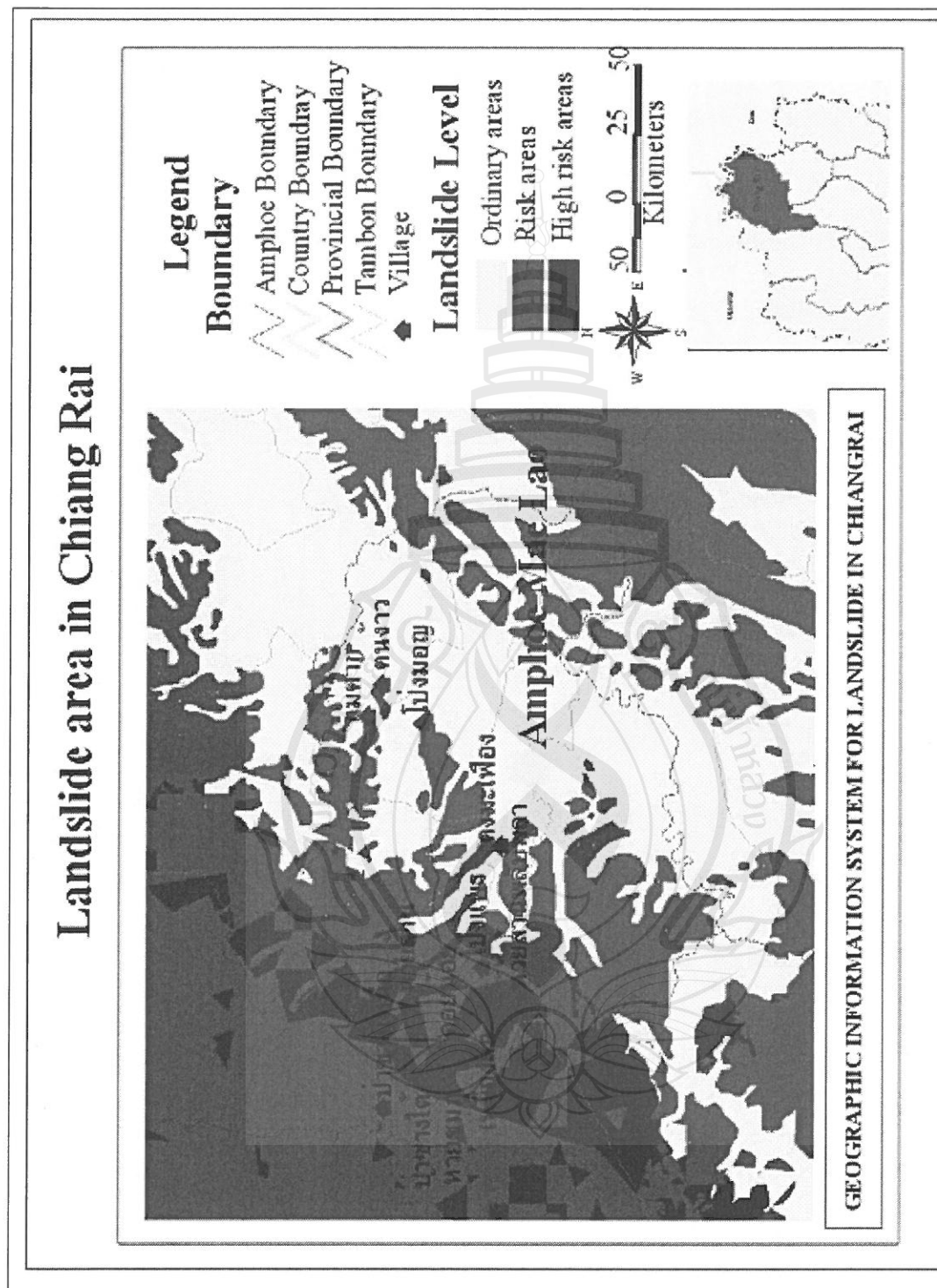
จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
เชียงราย	แม่ฟ้าหลวง	เทอดไทย	อาโก้	√
			ม้งแปดหลัง	√
			ปางมะหัน	√
			พญาไพรเล่ามา	√
			จะดี	√
			พญาไทยลิต	√
			แม่หม้อ	√
			ปุ่นะ	√
			พญาไพรเล่าจ่อ	√
			แม่เมาะ-เทอดไทย	√
			เทอดไทย	√
			ม้งเก้าหลัง	√
			ห้วยอื่น	√
			ผาจี	√
			แสนเมืองโก-ปาง หน	√
		เทิดไทย ผลรวม		15
		แม่ฟ้าหลวง	อีก่อลิเซ	√
			ก้อป่าคา	√
			มุเซอปากล้วย	√
			อาหู่	√
			ปายางมุเซอ	√
			อีก่อปากล้วย	√

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
			แกปี	√
			สวนป่า	√
			อีก่อสีหลัง	√
			ป่าชางนาเงิน	√
			ป่าชาง	√
			ก่อสามัคคี	√
		แม่ฟ้าหลวง ผลรวม		12
		แม่สลองนอก	กลางใหม่	√
			ป่าคาสุขใจ	√
			พนาสวรรค์	√
			ป่าคาสามัคคี	√
			อาแบ	√
			อาเหล่	√
			เข้าเลาสิบ	√
			ธาตุ	√
			สันติคีรี	√
			แม่จันทหลวง	√
			เจียงจาไซ	√
		แม่สลองนอก ผลรวม		11
		แม่สลองใน	แม่เสลบ	√
			ห้วยหมาก-ห้วยหก	√
			พะน้อย-เลาจาง	√
			อาโล	
			ห้วยหยวกป่าโซ	√
			พะใหญ่-มะหินกอง	√
			อาเหละ	√
			ห้วยผึ้ง	√
			สันมะเค็ด	√
			อาแม	√
			ห้วยหยวก-หินแตก	√
			ห้วยหมาก	√
			เลาลัว	√
			นาโด้	√

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
			โป่งไฮ	√
			ห้วยมู	√
			จะค้ำน้อย	√
			ห้วยโย	√
			จะค้ำน้อย-ต้นม่วง	√
			ผาเคื่อ	√
			ก่อแสนใจ	√
			ห้วยสำน	√
		แม่สลองใน ผลรวม		
แม่ฟ้าหลวง ผลรวม			59	



12) อำเภอแม่ลาว



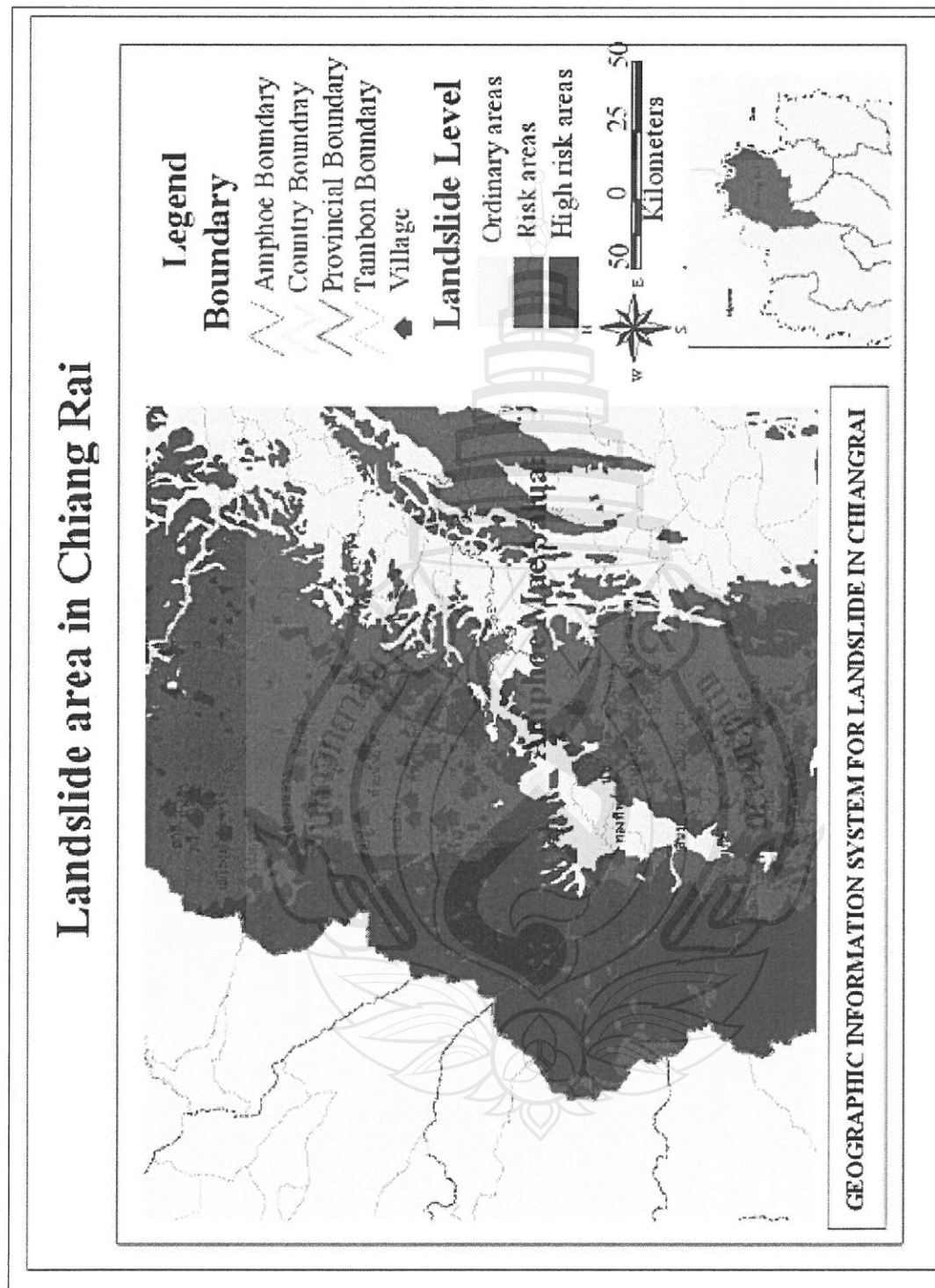
ภาพที่ 4-29 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่ลาว

ตารางที่ 4-25 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่ลาว

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	แม่ลาว	จอมหมอกแก้ว	2.88	16.22	31.37	50.47
		ดงมะดะ	0.82	18.67	41.88	61.37
		บัวสลี	0.00	3.31	20.30	23.61
		ป่าก่อคำ	0.00	7.32	16.89	34.31
		โป่งแพร่	4.70	12.72	16.89	34.31
	อำเภอแม่ลาว ผลรวม		8.40	58.24	136.38	203.02

ตารางที่ 4-26 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่ลาวจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
เชียงราย	แม่ลาว	จอมหมอกแก้ว	ดงมะเฟือง	√
			จอมหมอกแก้ว ผลรวม	1
		บัวสลี	แม่ต๋าก	√
			ด้นง้าว	√
		บัวสลี ผลรวม		2
		ป่าก่อคำ	โป่งมอญ	√
		ป่าก่อคำ ผลรวม		1
		โป่งแพร่	เหมืองลึก	√
			โป่งแพร่	√
			ดอยน้อย	√
			ป่าซางเหนือ	√
			ป่าซางใต้	√
			ห้วยชมภู	√
			ห้วยส้าน	√
			ห้วยส้านพลับพลา	√
		โป่งแพร่ ผลรวม		8
	แม่ลาว ผลรวม			12



ภาพที่ 4-30 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่สรวย

ตารางที่ 4-27 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่สรวย

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	แม่สรวย	เจดีย์หลวง	26.37	24.72	15.19	66.28
		ท่าก้อ	93.37	96.64	38.93	228.94
		ป่าแดด	90.14	96.81	23.86	210.81
		แม่พริก	15.21	15.36	16.55	47.12
		แม่สรวย	39.48	57.87	53.62	150.97
		วาปี	86.90	236.71	174.03	497.64
		ศรีถ้อย	98.72	110.50	21.45	230.67
	อำเภอแม่สรวย ผลรวม		450.19	638.61	343.63	1432.43

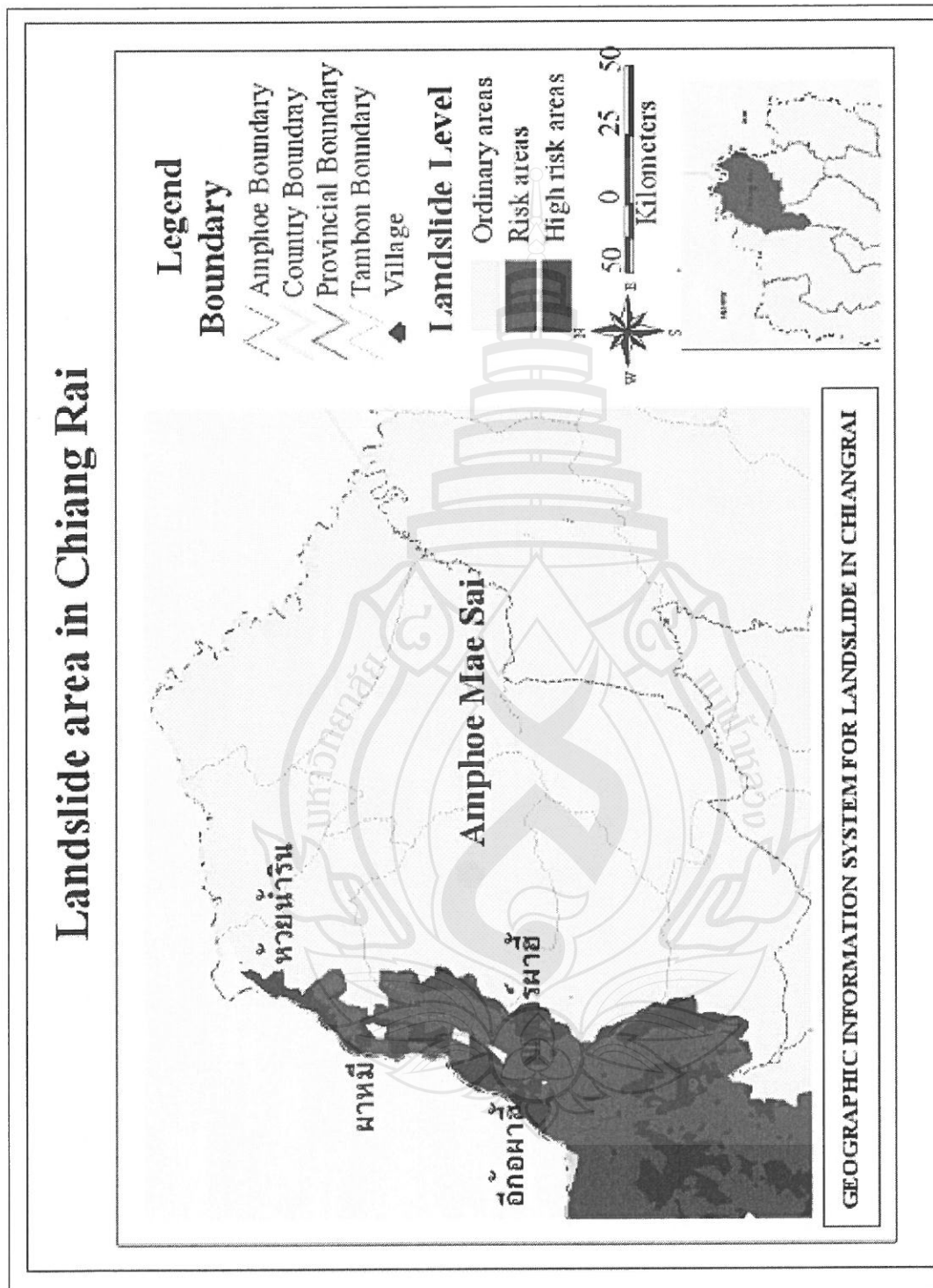
ตารางที่ 4-28 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่สรวยจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
เชียงราย	แม่สรวย	เจดีย์หลวง	แม่ตาแมว	√
			เจดีย์หลวง ผลรวม	1
		ท่าก้อ	แพะ(ดอนชัย)	√
			แม่ต้า	√
			แม่ผึกและ	√
			โฮ่อง	√
			คอยงาม	√
			ท่าก้อพลับพลา	√
			บาหรา	√
			ป่าเกี๊ยะ	√
			ป่าเหียง	√
			ปางน้ำฮ้าย	√
			ปางหลวง	√
			สบก้อ	√
			สันมะแฟน	√
			หล่ายลาว	√
			ห้วยชมภู	√
			ห้วยน้ำขุ่น	√
		ท่าก้อ ผลรวม		16
		ป่าแดด	ใหม่เจริญ	√

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
			จะหา	√
			ห้วยหญ้าไซ	√
		ป่าแดด ผลรวม		3
		แม่พริก	ปางกลาง	√
			ปางซาง	√
			ปางคันผึ่ง	√
			ปางอ้อย	√
			ปางอาณาเขต	√
		แม่พริก ผลรวม		5
		แม่สรวย	ห้วยล้าน	√
		แม่สรวย ผลรวม		1
		วาวี	เลาดี	√
			แม่โงะเข้า	√
			แม่ย่านำ	√
			แสนเจริญ	√
			โป่งกลางน้ำ	√
			ขุนสรวย	√
			จู้จี้	√
			คอยช้าง	√
			คอยล้าน	√
			ทุ่งพร้าว	√
			ทุ่งพร้าว	√
			ปางก๊ว	√
			ผาแดงหลวง	√
			วาวี	√
			ห้วยไคร้	√
			ห้วยกล้า	√
			ห้วยจี่เหล็ก	√
			ห้วยน้ำเย็น	√
			ห้วยปู	√
			ห้วยมะซาง	√
		วาวี ผลรวม		20
		ศรีด้อย	แม่ยางมัน	√

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
			ทองทิพย์	√
			พญากองดี	√
			ห้วยเหี้ย	√
			อายโทะ	√
		ศรีถ้อย ผลรวม		
	แม่สรวย ผลรวม			51





ภาพที่ 4-31 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่สาย

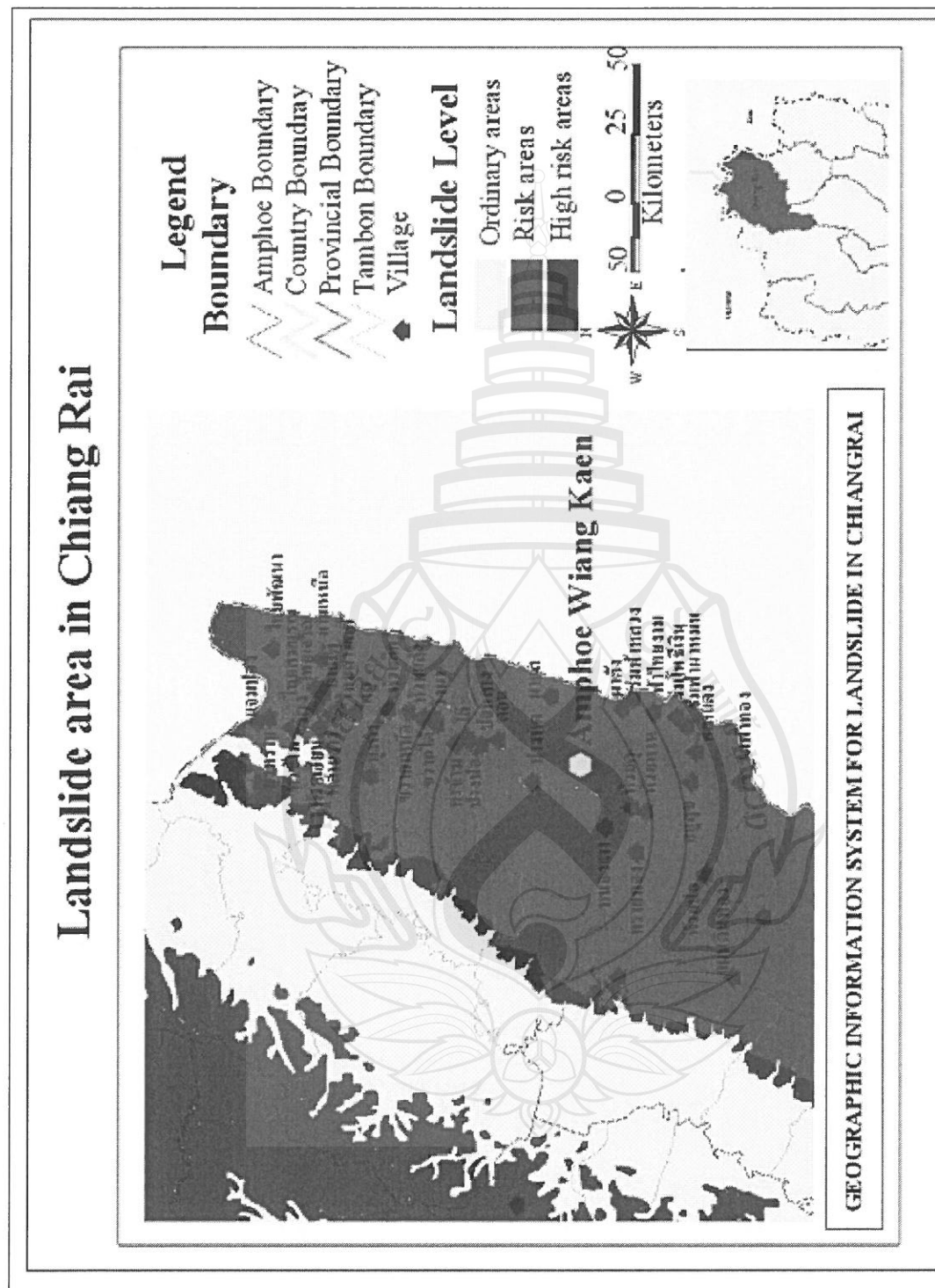
ตารางที่ 4-29 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่สาย

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	แม่สาย	เกาะช้าง	0.00	0.00	44.89	44.89
		บ้านด้าย	0.00	0.00	25.65	25.65
		โป่งงาม	5.94	11.47	33.91	51.32
		โป่งผา	4.06	8.14	37.82	50.02
		แม่สาย	0.00	0.00	29.06	29.06
		เวียงพางคำ	2.28	2.59	15.27	20.14
		ศรีเมืองชุม	0.00	0.00	45.17	45.17
		ห้วยไคร้	4.36	7.25	23.23	34.84
	อำเภอแม่สาย ผลรวม		16.64	29.45	255.00	301.09

ตารางที่ 4-30 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอแม่สายจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม	
เชียงราย	แม่สาย	โป่งงาม	มุเซอร์ผาสี	√	
			อีก้อผาสี	√	
		โป่งงาม ผลรวม			2
		เวียงพางคำ	ผาหมี	√	
			ห้วยน้ำริน	√	
		เวียงพางคำ ผลรวม			2
		แม่สาย ผลรวม			4

15) อำเภอเวียงแก่น



ภาพที่ 4-32 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงแก่น

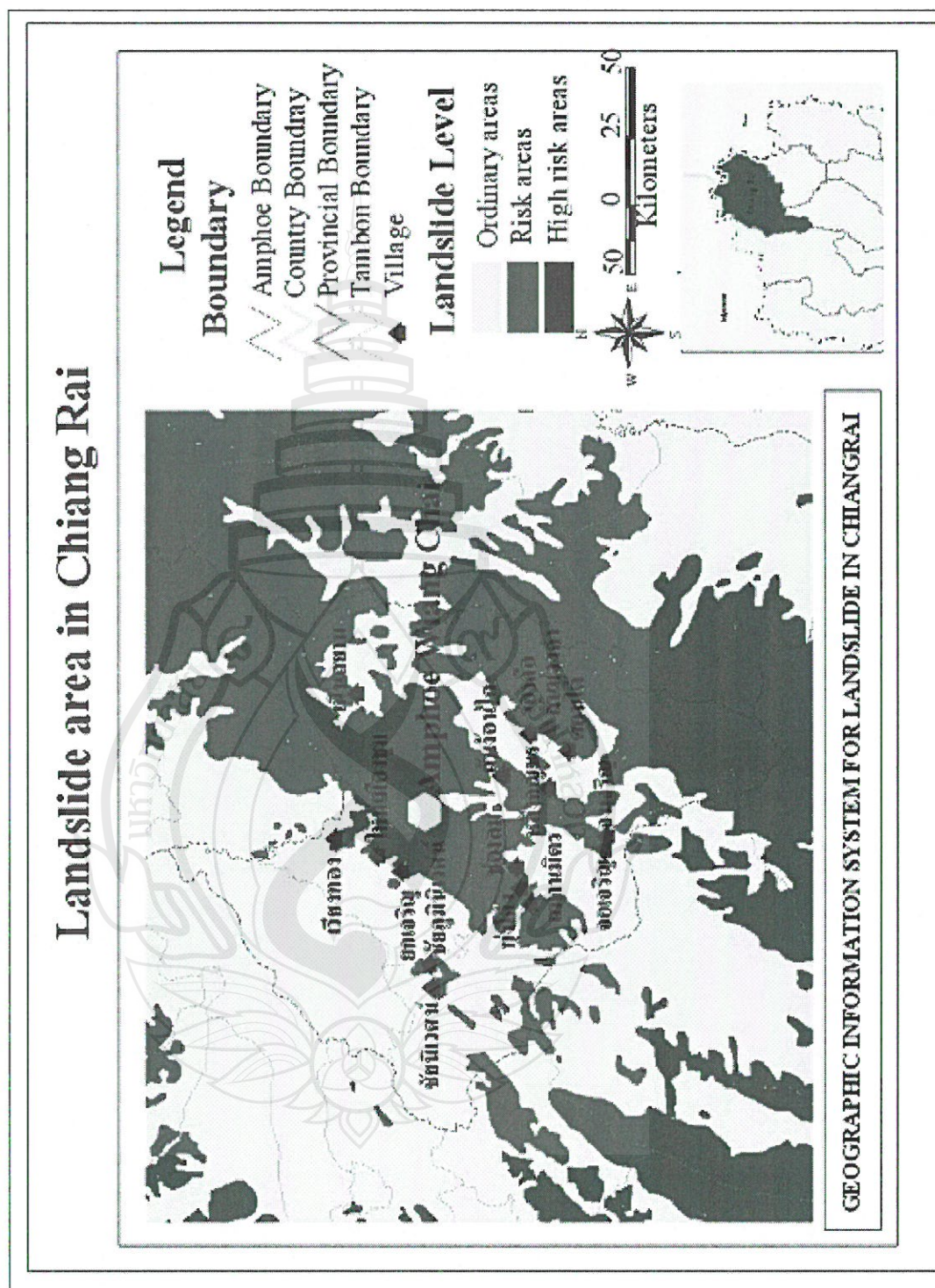
ตารางที่ 4-31 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงแก่น

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	เวียงแก่น	ท่าข้าม	8.05	31.27	31.26	70.58
		ปอ	38.17	122.13	122.12	283.02
		ม่วงยาย	2.71	32.62	32.62	67.95
		ห้วยยาว	4.96	26.87	30.84	62.67
	อำเภอเวียงแก่น ผลรวม		54.49	212.89	216.84	484.22

ตารางที่ 4-32 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงแก่นจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
เชียงราย	เวียงแก่น	ท่าข้าม	โล๊ะ	✓
			ขวากเหนือ	✓
			ขวากใต้	✓
			ท่าข้าม	✓
			วังผา	✓
			ห้วยแล้ง	✓
		ท่าข้าม ผลรวม		6
		ปอ	ดอน	✓
			ทรายทอง	✓
			ปอกลาง	✓
			ปางปอ	✓
			ปางหัด	✓
			ผาแล	✓
			ผาตั้ง	✓
			ฟ้าไทยงาม	✓
			ร่มโพธิ์เงิน	✓
			ร่มฟ้าทอง	✓
			ร่มฟ้าผาม่น	✓
			ร่มฟ้าหลวง	✓
			ศิลาแดง	✓
			หนองเตา	✓
			ห้วยคู	✓
			ห้วยปอ	✓

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
			ห้วยหาน	√
			อยู่สุข	√
		ป่อ ผลรวม		
		ม่วงยาย	ไทยเจริญ	√
			ไทยพัฒนา	√
			ไทยสามัคคี	√
			ม่วง	√
			ยายเหนือ	√
			ยายใต้	√
			หลู้	√
			ห้วยลึก	√
			ไทยสมบูรณ์	√
		ม่วงยาย ผลรวม		
		หล่ายงาว	แจ่มป่อง	√
			ท่าข้าม	√
			ทุ่งคำ	√
			ทุ่งทราย	√
			หล่ายงาว	√
			ห้วยเหียน	√
		หล่ายงาว ผลรวม		
	เวียงแก่น ผลรวม			39



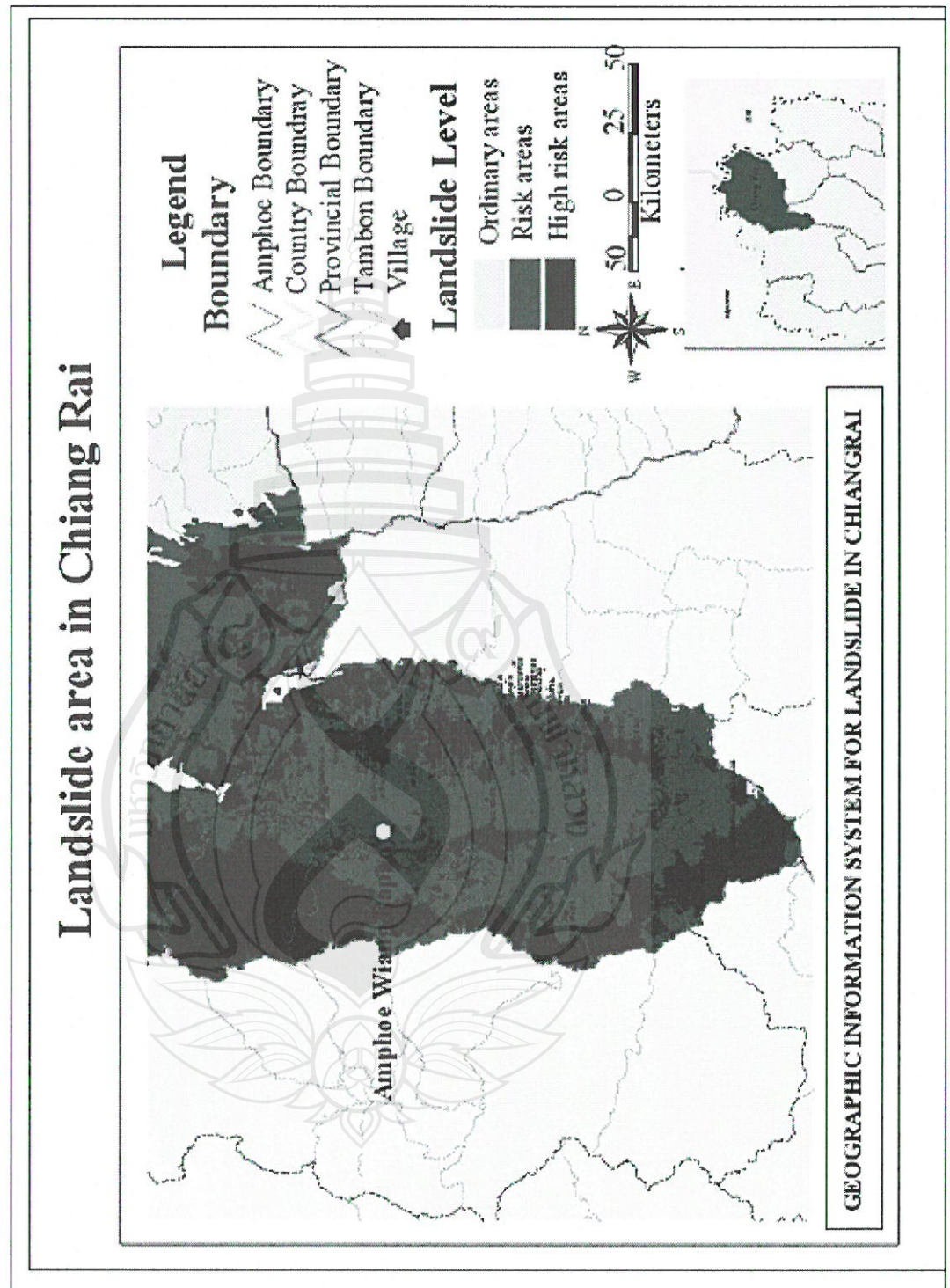
ภาพที่ 4-33 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงชัย

ตารางที่ 4-33 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงชัย

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	เวียงชัย	คอนศิลา	5.95	36.96	57.97	100.88
		ผางาม	1.91	50.96	67.36	120.23
		เมืองชุม	0.00	12.50	35.52	48.02
		เวียงชัย	0.00	6.49	51.00	57.49
		เวียงเหนือ	0.00	0.00	37.53	37.53
	อำเภอเวียงชัย ผลรวม		7.89	106.91	249.38	364.15

ตารางที่ 4-34 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงชัยจำแนกตามหมู่บ้าน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม	
เชียงราย	เวียงชัย	คอนศิลา	จงเจริญ	√	
			จอเจริญ	√	
			ช่องลม	√	
			คอนใต้	√	
			ทุ่งไค้ง	√	
			สมานมิตร	√	
			สันม่วงคำ	√	
			หลังกุญชร	√	
		คอนศิลา ผลรวม			8
		ผางาม	เนินสยาม	√	
			ร่องค้อ	√	
			สันจ๋อนไถ	√	
		ผางาม ผลรวม			3
		เมืองชุม	เวียงทอง	√	
			ใหม่เมืองชุม	√	
			ยกเจริญ	√	
		เมืองชุม ผลรวม			3
		เวียงชัย	ชัยนิเวศน์	√	
			ชัยภูมินิเวศน์	√	
		เวียงชัย ผลรวม			2
		เวียงชัย ผลรวม			16



ภาพที่ 4-34 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงป่าเป้า

ตารางที่ 4-35 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงป่าเป้า

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	เสี่ยง	เสี่ยงน้อย	ไม่เสี่ยง	พื้นที่รวม
เชียงราย	เวียงป่าเป้า	บ้านโป่ง	26.97	31.29	15.77	74.03
		ป่าจั่ว	55.58	77.44	45.99	179.01
		แม่เจดีย์	36.13	64.13	46.63	146.89
		แม่เจดีย์ใหม่	81.98	118.66	51.69	252.33
		เวียง	53.31	58.90	30.74	142.95
		เวียงกาหลง	11.51	13.21	13.20	37.92
		สันสลี	189.61	185.70	36.57	411.88
	อำเภอเวียงป่าเป้า ผลรวม		455.09	549.33	240.59	1254.01

ตารางที่ 4-36 พื้นที่เสี่ยงภัยอำเภอเวียงป่าเป้าจำแนกตามหมู่บ้าน

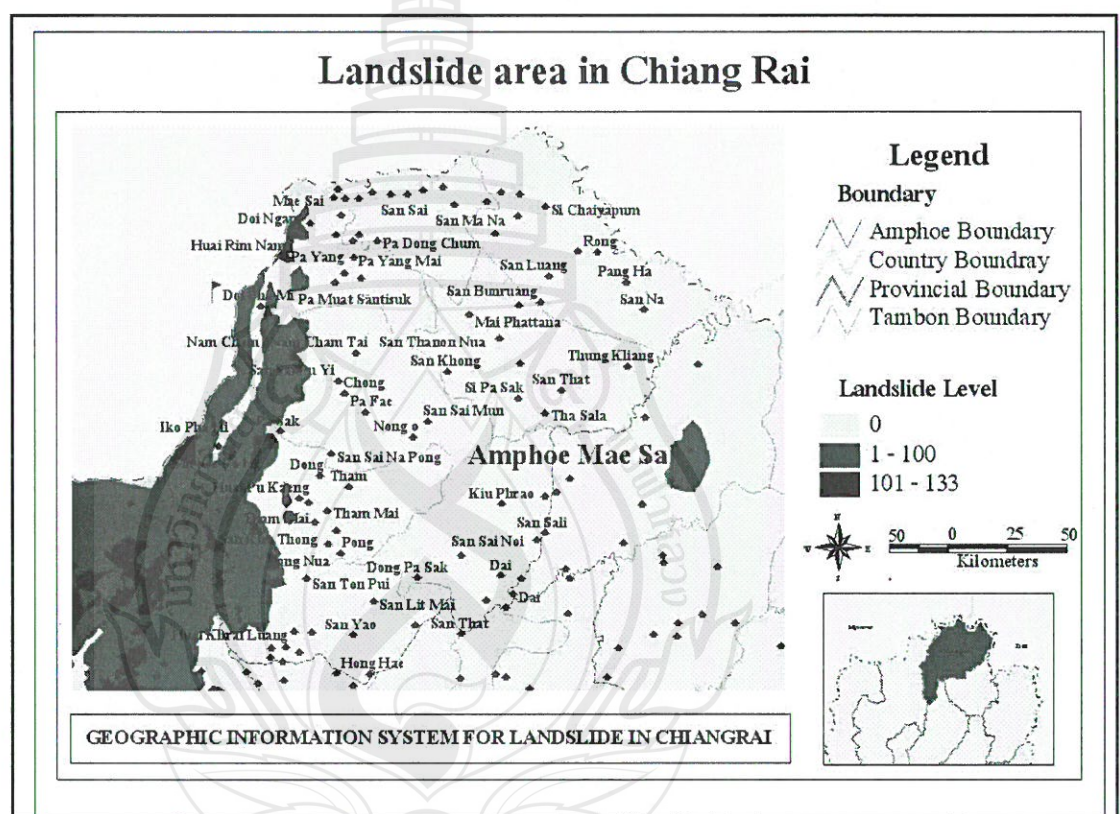
จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
เชียงราย	เวียงป่าเป้า	บ้านโป่ง	เพยไฮ	√
			แพะดังกา	√
			โป่ง	√
			โป่งเทวี	√
			สัน	√
			สันต้อ	√
		บ้านโป่ง ผลรวม		6
		ป่าจั่ว	อ่างคำเหนือ	√
			แม่หาง	√
			ขุนเมืองงาม	√
			ทรายมูล	√
			ป่าเหมือด	√
			ป่าจั่ว	√
			ป่าสัก	√
			ร่องกู่	√
			สบลี	√
			สันทราย	√
			หนองเขียว	√
			หม้อ	√
			ห้วยมะเกลือ	√

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม
			ฮ้างด้า	✓
			คงพระพร	✓
		ป่าจั่ว ผลรวม		15
		แม่เจดีย์	แม่ชะจาน	✓
			ขันหอม	✓
			ทุ่งยาว	✓
			ป่าแะ	✓
			ปางมะกาด	✓
			สันกู่	✓
			สันติสุข	✓
			สันมะนะ	✓
			สา	✓
			หนองบัว	✓
			ห้วยทราย	✓
		แม่เจดีย์ ผลรวม		11
		แม่เจดีย์ให้	เมื่อน้อย	✓
			แม่เจดีย์	✓
			โป่งน้ำร้อน	✓
			โอย่ง	✓
			ขุนลาว	✓
			จำบอน	✓
			บวกลอน	✓
			ปางอ้าย	✓
			รื่อง	✓
			ห้วยชมภู	✓
			ห้วยม่วงแสนเจริญ	✓
		แม่เจดีย์ให้ ผลรวม		11
		เวียง	เวียง	✓
			แม่ปุนหลวงบน	✓
			แม่ปุนหลวงล่าง	✓
			โป่งหนอง	✓
			ใหม่พัฒนา	✓
			กู่	✓

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลรวม	
			ดงหลายหน้า	✓	
			ป่าบง	✓	
			ศรีเวียงทอง	✓	
			หนองยาว	✓	
			หัวเวียง	✓	
		เวียง ผลรวม			11
		เวียงกาหลง	เกาะ	✓	
			แม่ห้างเหนือ	✓	
			แม่ห้างใต้	✓	
			ใหม่เจริญ	✓	
			ดง	✓	
			ทุ่งม่าน	✓	
			ทุ่งม่านเหนือ	✓	
			ทุ่งรวงทอง	✓	
			ป่าจั่น	✓	
			ป่าसान	✓	
			ร่องนอค	✓	
			สันจีเหล็ก	✓	
			สันมะเค็ด	✓	
			หัวฝายพัฒนา	✓	
			เวียงกาหลง	✓	
		เวียงกาหลง ผลรวม			15
		สันสตี	เด่นศาลา	✓	
			แม่ตะละ	✓	
			โชคชัยพัฒนา	✓	
			โป่งเหนือ	✓	
			โป่งนก	✓	
			โล๊ะ	✓	
			ทุ่งห้า	✓	
			ปางมะขามป้อม	✓	
			สันสตี	✓	
		สันสตี ผลรวม			9
		เวียงป่าเป้า ผลรวม			78

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Arc GIS นั้น ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบโดยการออกสำรวจตามพื้นที่แบบสุ่มตรวจจำนวน 10 จุด ซึ่งก็ได้ผลตามที่วิเคราะห์ออกมาจากโปรแกรม โดยบางพื้นที่นั้นจากการสำรวจก็พบร่องรอยของการพังทลายของหน้าดินที่เกิดขึ้นอยู่แล้ว

จากขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงของพื้นที่ในจังหวัดเชียงรายแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการเลือกพื้นที่ที่น่าร้องในการนำไปพัฒนาเป็นต้นแบบระบบจำลองเสมือนจริงการเกิดดินถล่ม ซึ่งทางผู้วิจัยได้เลือก พื้นที่หมู่บ้านผาหมี่ ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย (ดังภาพที่ 4-35) เป็นพื้นที่ต้นแบบในครั้งนี้

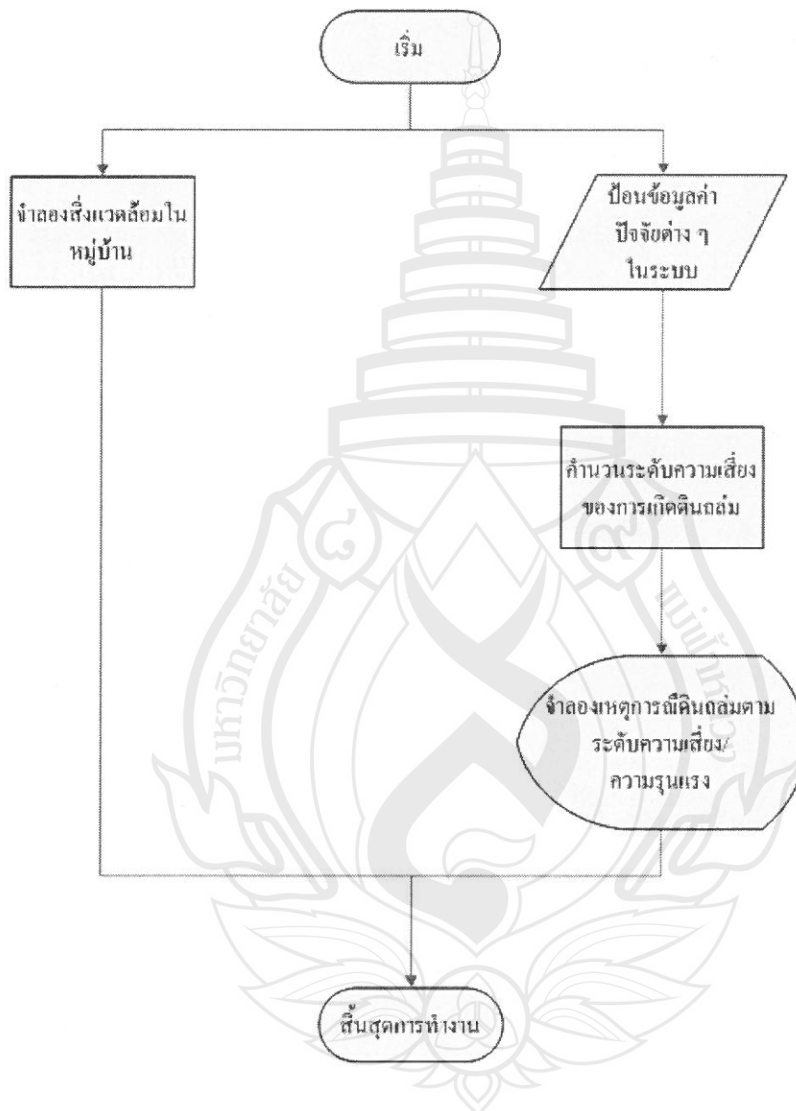


ภาพที่ 4-35 พื้นที่เสี่ยงภัยหมู่บ้านผาหมี่กรณีศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย

4.4 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบข้อมูล 3 มิติ (Visual reality analysis and design)

4.4.1 แผนผังการทำงานของระบบ (System flow)

จากข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์มาแล้ว สามารถอธิบายถึงลักษณะของระบบแบบจำลองได้ดังนี้



ภาพที่ 4-36 แผนผังการทำงานของระบบแบบจำลองเสมือนจริง

จากภาพที่ 4-36 ได้แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบแบบจำลองซึ่งมีขั้นตอนการทำงานหลัก ๆ ดังนี้

- 1) จำลองสิ่งแวดล้อมในหมู่บ้าน

2) คำนวณระดับความเสี่ยงของการเกิดดินถล่มและทำการจำลองเหตุการณ์หรือความรุนแรงของการเกิดดินถล่มในหมู่บ้าน

4.4.2 สารบัญเนื้อหา (Table of content)

ในการออกแบบระบบแบบจำลองการเกิดดินถล่มนั้น ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบการนำเสนอและแสดงผลไว้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-37 สารบัญเนื้อหา

ลำดับที่	เนื้อหาหลัก	เนื้อหาย่อย	สื่อนำเสนอ
1	หน้าหลัก	-ปุ่ม Start เพื่อเริ่มต้นการทำงาน -ปุ่ม Exit เพื่อจบการทำงาน	
2	หน้าแสดงข้อมูลหมู่บ้าน	-นำเสนอแผนที่หมู่บ้านในแบบสามมิติ -แสดงตำแหน่งพิกัดที่ตั้งของหมู่บ้าน	- ภาพแผนที่แบบสามมิติ - ภาพแผนที่ที่มีความเหมือนจริง
3	หน้าการคำนวณระดับความเสี่ยง	- ช่องสำหรับกรอกข้อมูล - แสดงตัวเลือกแบบสามมิติ - ปุ่ม Exit เพื่อจบการทำงาน	- ตารางข้อมูลปัจจัย
4	หน้าแบบจำลองเสมือนจริง	-ปุ่มสำหรับการย้อนกลับไปคำนวณค่าใหม่อีกครั้ง -ปุ่มควบคุมการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว - ปุ่ม Exit เพื่อจบการทำงาน	- แบบจำลองสามมิติ - ข้อความตัวอักษร

4.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ (Tools)

ในการพัฒนาระบบแบบจำลองเสมือนจริงการเกิดดินถล่มนั้น ทางผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือร่วมกันสามตัวด้วยกันคือ

1) โปรแกรม Arc GIS

เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในระดับต่าง ๆ

2) โปรแกรม Dark Basic

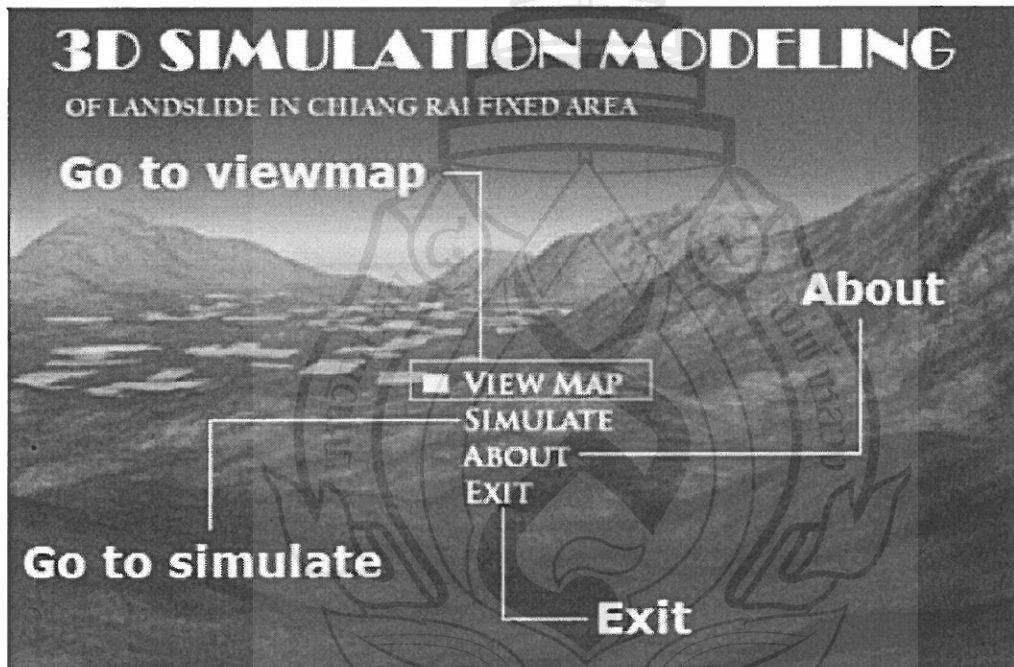
เพื่อใช้ในการพัฒนาตัวโครงสร้างของระบบแบบจำลองเสมือนจริง โดยการเขียนโปรแกรมภาษา Basic

3) โปรแกรม Maya

เพื่อใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวการเกิดดินถล่ม

4.5 การออกแบบระบบแบบจำลองเสมือนจริงการเกิดแผ่นดินถล่มแบบ 3 มิติ (Interface Design)

ในการพัฒนาระบบแบบจำลองเสมือนจริงนั้น ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโดยเน้นเรื่องความสะดวกสบายและง่ายต่อการใช้งานของผู้ใช้เป็นหลัก ดังจะเห็นได้จากภาพต่อไปนี้



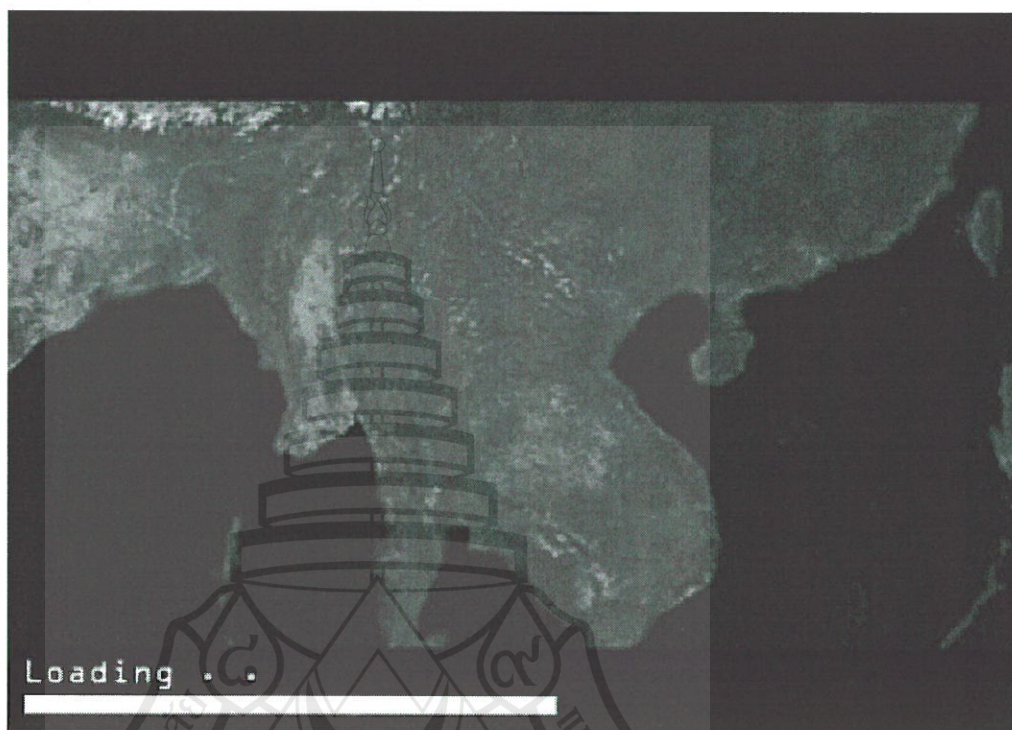
ภาพที่ 4-37 หน้าหลักของระบบแบบจำลองเสมือนจริง

จากภาพที่ 4-37 แสดงหน้าหลักหรือหน้าแรกของระบบ ซึ่งประกอบไปด้วยเมนูหลัก ที่ตัวเลือกด้วยกันคือ

- 1) เมนูแสดงข้อมูลหมู่บ้าน
- 2) เมนูคำนวณระดับความเสี่ยงของการเกิดดินถล่มและทำการจำลองเหตุการณ์หรือความรุนแรงของการเกิดดินถล่มในหมู่บ้าน

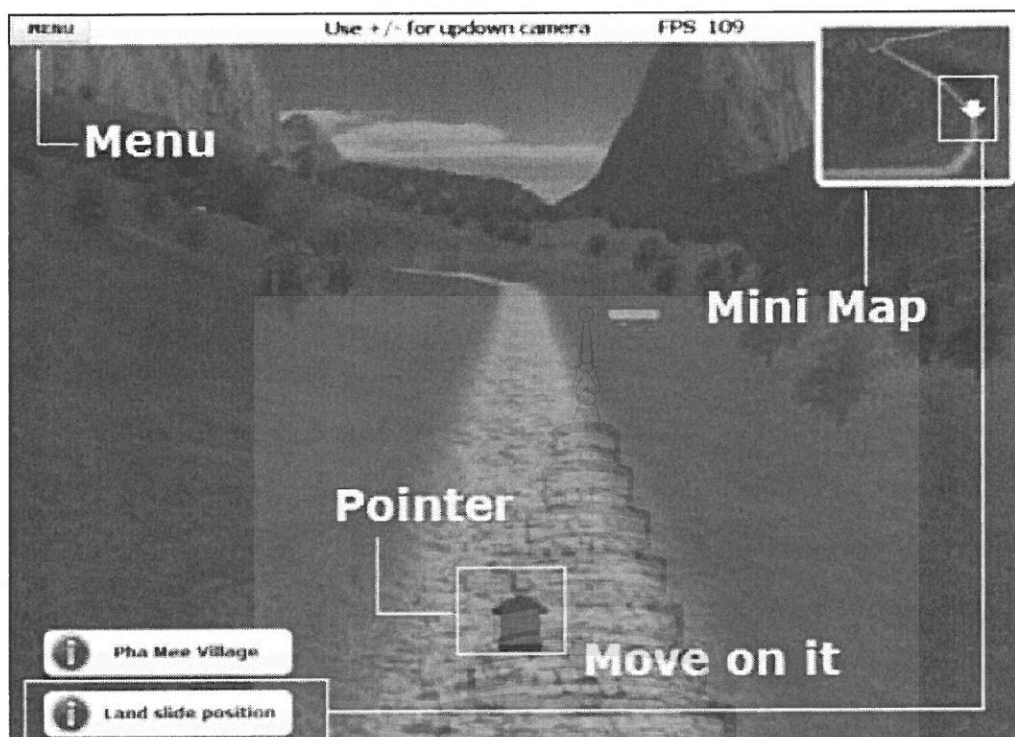
3) เมนูแสดงข้อมูลของระบบ

4) เมนูเพื่อจบการทำงานของระบบ

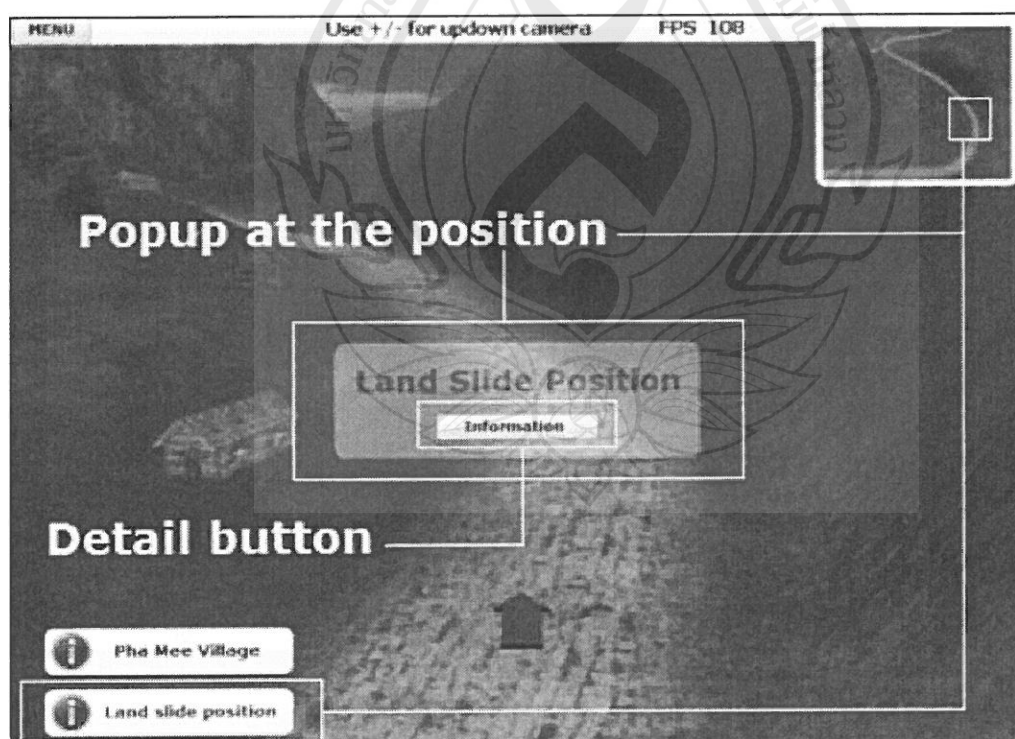


ภาพที่ 4-38 หน้ารวบรวมข้อมูลเพื่อเข้าสู่ระบบ

จากภาพที่ 4-38 เป็นการแสดงให้เห็นว่าระบบกำลังทำการประมวลผลอยู่

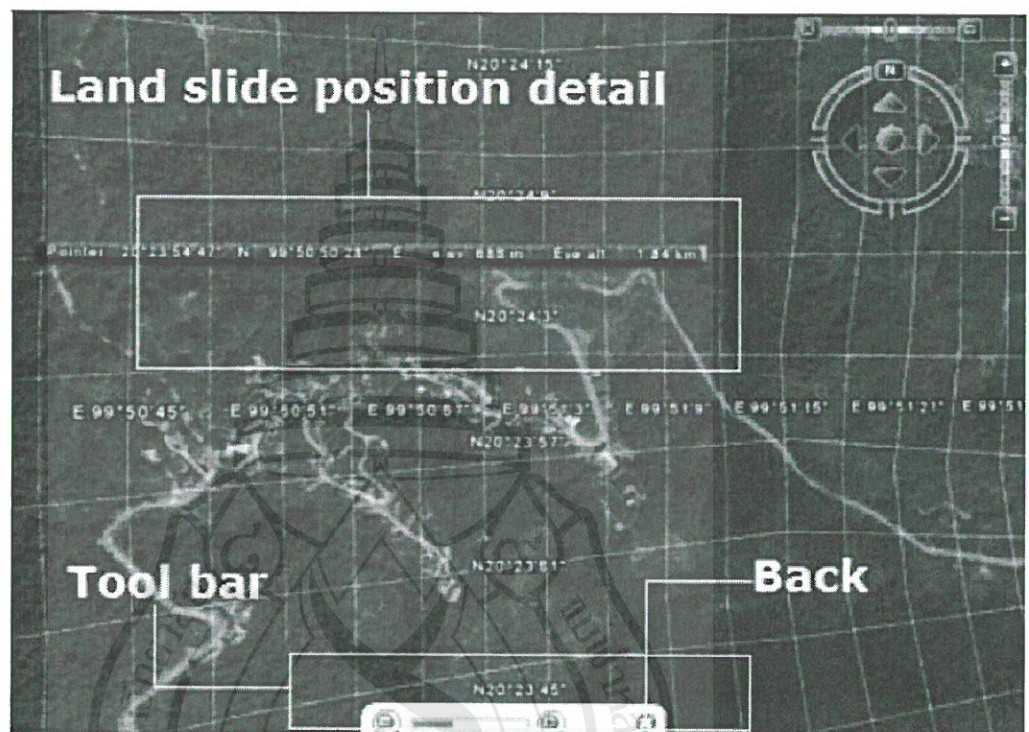


ภาพที่ 4-39 หน้าแสดงข้อมูลหมู่บ้าน



ภาพที่ 4-40 หน้าแสดงข้อมูลตำแหน่งการเกิดดินถล่ม

จากภาพที่ 4-39 และ ภาพที่ 4-40 แสดงการนำเสนอเมื่อเข้าไปที่หน้าแสดงข้อมูลหมู่บ้าน ซึ่งจะมีปุ่มแสดงข้อมูลหมู่บ้านและปุ่มแสดงข้อมูลตำแหน่งการเกิดดินถล่มในหมู่บ้านอยู่ และใน ส่วนของการแสดงข้อมูลหมู่บ้านนั้นจะมีจอแสดงผลขนาดเล็กเพื่อบอกตำแหน่งของลูกศรในภาพ รวมของทั้งหมู่บ้านให้ผู้ใช้ได้ทราบด้วย

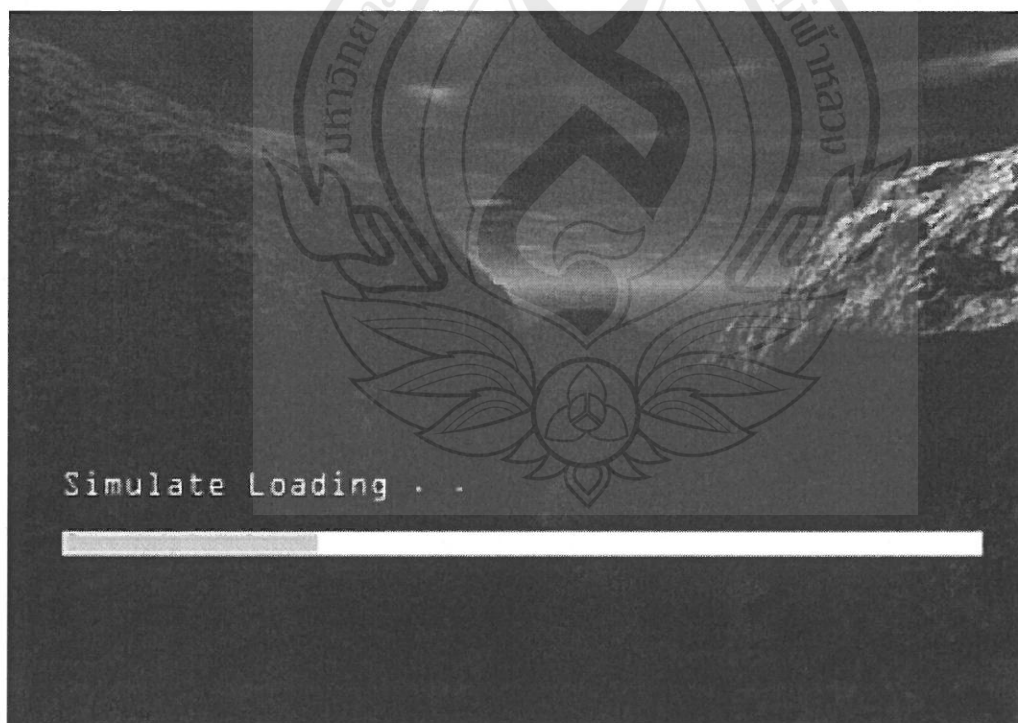


ภาพที่ 4-41 หน้าแสดงข้อมูลตำแหน่งหมู่บ้าน

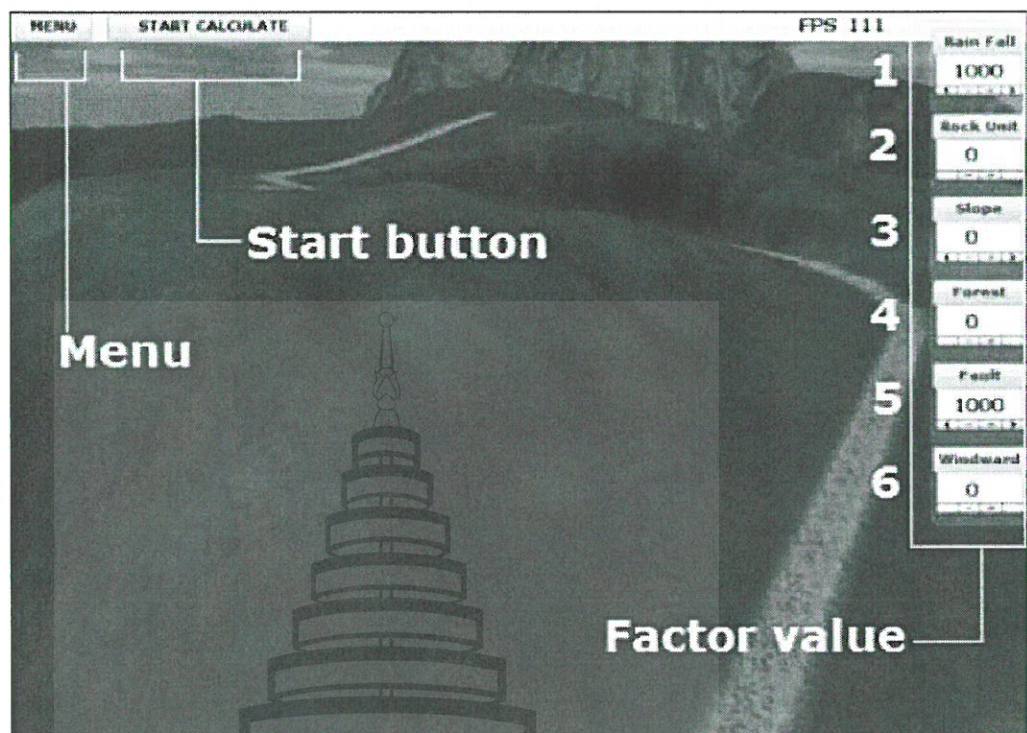
จากภาพที่ 4-41 เป็นการแสดงตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของหมู่บ้าน ซึ่งผู้ใช้สามารถซูม เพื่อดูภาพที่ขยายใหญ่ขึ้นได้



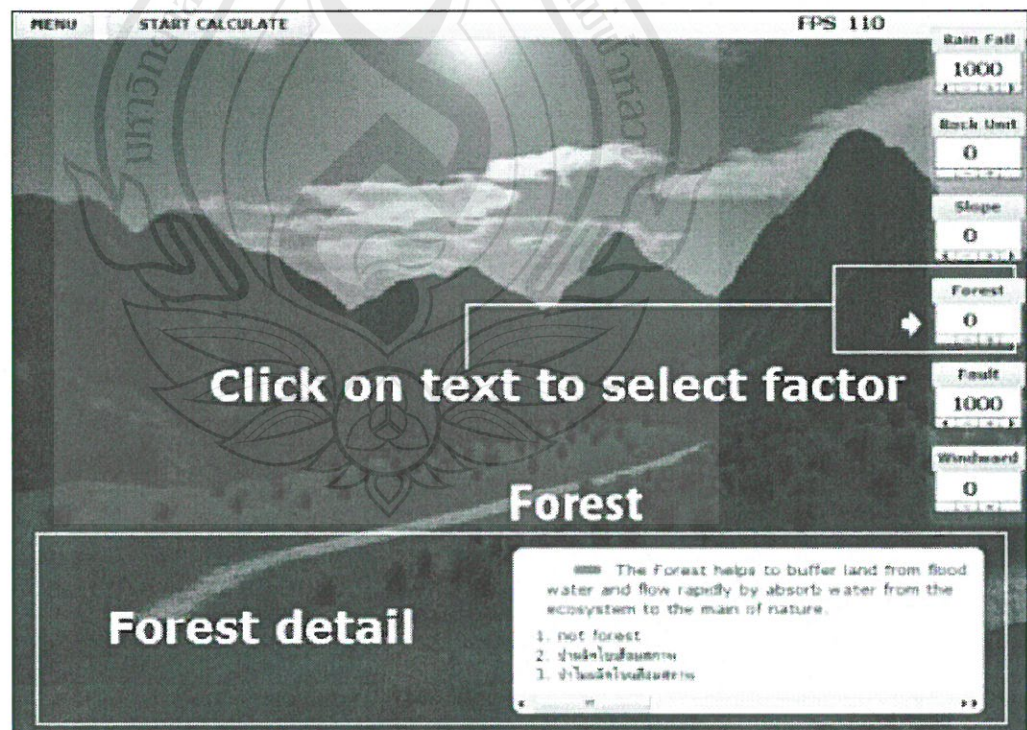
ภาพที่ 4-42 หน้าแสดงเมนูหลักของระบบ



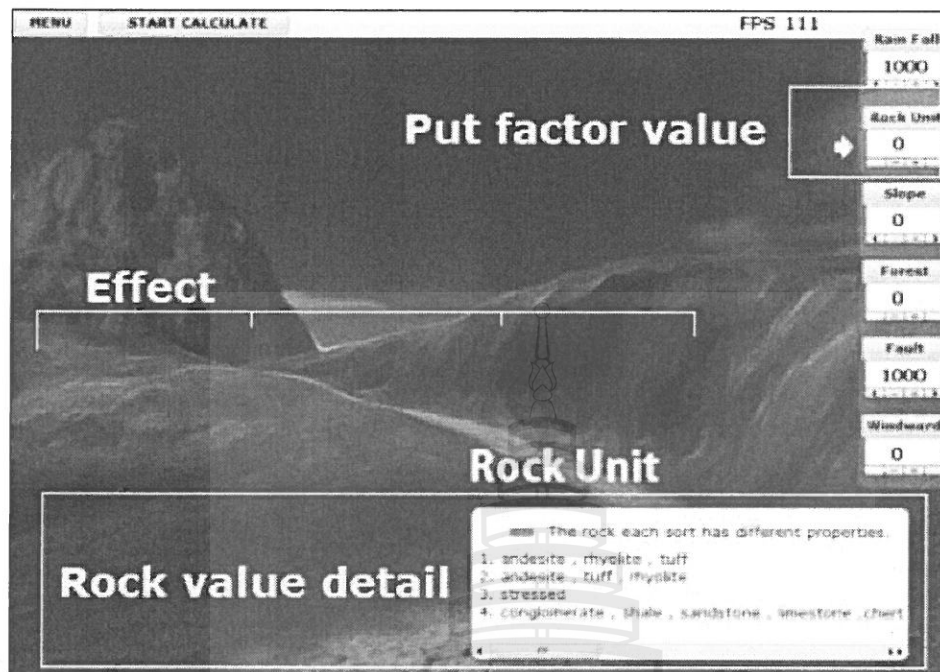
ภาพที่ 4-43 หน้าแสดงการรวบรวมข้อมูลเพื่อแสดงแบบจำลอง



ภาพที่ 4-44 หน้าแสดงปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณ

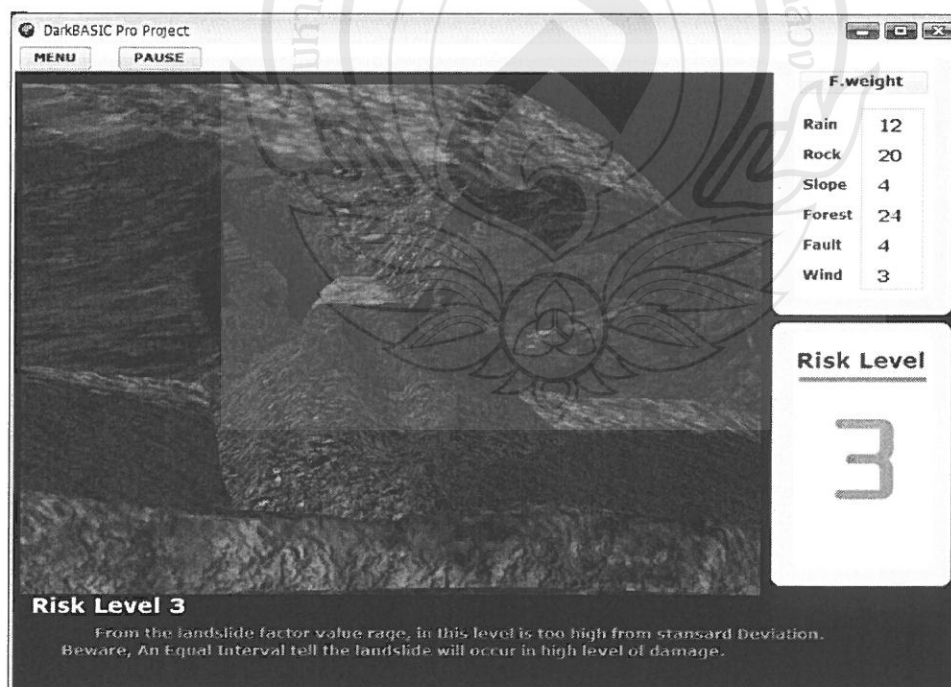


ภาพที่ 4-45 หน้าแสดงปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณ



ภาพที่ 4-46 ภาพเกินจริงที่ใช้ในหน้าแสดงแสดงปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณ

จากภาพที่ 4-44 ถึง ภาพที่ 4-46 เป็นการแสดงปัจจัยที่ผู้ใช้งานจะต้องทำการกรอกเข้าไปเพื่อใช้ในการคำนวณระดับความเสี่ยงของการเกิดดินถล่มออกมา เพื่อนำไปจำลองเหตุการณ์การเกิดดินถล่มต่อไปตามภาพที่ 4-47



ภาพที่ 4-47 แสดงการถล่มของดินในระดับความเสี่ยงสูง

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปประเด็นหลัก

การวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาแบบจำลองเสมือนจริงของการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงรายได้ประยุกต์เพื่อใช้เทคโนโลยีอากาศยานสารสนเทศภูมิศาสตร์ Remote Sensing และ Image Processing เพื่อหาปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย เริ่มจากการทบทวนและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่มจากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ จึงได้กำหนดปัจจัยเสี่ยงทั้งหมด (ปริมาณน้ำฝน ความลาดชัน ป่าไม้ ชั้นหิน รอยเลื่อน ทิศทางการรับน้ำฝนและค่าความสูง) จากนั้นจึงได้นำแผนที่ค่าปัจจัยเสี่ยงมาซ้อนทับกันแบบ Intersection โดยใช้สมการและค่าดัชนีดินถล่มรวมกับการให้ค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละปัจจัยเพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยโดยเทียบกับพื้นที่เสี่ยงภัยจริงพบว่าปัจจัย ทั้ง 7 ปัจจัยมีผลต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่จังหวัดเชียงราย โดยเฉพาะปัจจัยปริมาณน้ำฝนเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญยิ่ง และเมื่อได้ใช้เทคนิคทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทำการวิเคราะห์แยกพื้นที่เสี่ยงภัยออกมา สามารถแยกออกได้เป็น 3 ระดับ โดยการทวนสอบความถูกต้องกับพื้นที่จริง คือ พื้นที่เสี่ยงภัยสูง ปานกลาง และเสี่ยงภัยน้อย โดยมีพื้นที่เสี่ยงภัยในจังหวัดเชียงรายทั้งหมดรวม 5,582.68 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่หมู่บ้านจำนวน 373 หมู่บ้าน และเมื่อเราแยกพื้นที่ออกตามระดับความเสี่ยงจะพบว่า พื้นที่เสี่ยงภัยสูงมีจำนวนพื้นที่ 1,801.10 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 15 อำเภอ กับอีก 2 กิ่งอำเภอ 22 ตำบล 80 หมู่บ้าน และพื้นที่เสี่ยงภัยปานกลางมีจำนวนพื้นที่ 3,781.58 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 16 อำเภอ กับอีก 2 กิ่งอำเภอ 67 ตำบล 293 หมู่บ้าน ตามลำดับ

เมื่อได้ผลจากการวิจัยในเบื้องต้นและได้มีการทวนสอบความถูกต้องของข้อมูลแล้ว ก็ได้ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองเสมือนจริงโดยมีพื้นที่กรณีศึกษาคือบ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย ซึ่งส่วนของการสร้างโมเดลจะใช้โปรแกรมออกแบบสามมิติ Maya และส่วนของการออกแบบเพื่อพัฒนาตัวโครงสร้างของระบบแบบจำลองเสมือนจริง ใช้โปรแกรมภาษา Basic จากนั้นจึงเชื่อมต่อบริบบการทำงานเข้าด้วยกันเพื่อจำลองเหตุการณ์ดินถล่ม

5.2 ข้อเสนอแนะ

สิ่งสำคัญที่สุดในการทำวิจัยในครั้งนี้คือความเชื่อถือได้ของข้อมูล โดยต้องมีความถูกต้องและความแม่นยำของข้อมูล ปัจจัยเสี่ยงทั้งหมดที่ถูกนำไปใช้เพื่อการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยและ

การจำลองแบบเสมือนจริง ต้องอาศัยข้อมูลที่มีความถูกต้องและทันสมัยต่อเหตุการณ์จึงจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามในการวิจัยในครั้งนี้ยังมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงก็คือ

5.2.1 ข้อมูลในบางปัจจัยเสี่ยงถึงแม้จะใช้ข้อมูลที่สะสมย้อนหลังไป 10 ปี แต่ก็ยังไม่สมบูรณ์มากเนื่องจากการเก็บข้อมูลในบางจุดยังไม่ละเอียดและครอบคลุมทุกพื้นที่ เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝน เป็นต้น

5.2.2 ในการวิเคราะห์ผลการวิจัยต้องอาศัยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง และมีราคาค่อนข้างแพง จึงเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งเพราะไม่อย่างนั้นแล้วจะต้องใช้เวลาในการทำวิจัยนานมากกว่าปกติ และบางส่วนของการทำงานวิจัยอาจจะไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพในเวลาที่จำกัด

5.2.3 เนื่องจากการทำวิจัยในแนวทางด้านนี้ต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญในหลายสาขา และใช้งบประมาณในการทำวิจัยค่อนข้างสูง การทำวิจัยเพื่อการขยายผลต่อไปควรจะได้รับการสนับสนุนเพิ่มเติมในหลายๆ ด้านดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

5.3 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากงานวิจัย

หลังจากการวิจัยเสร็จสมบูรณ์ ทำให้เราได้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่ม และสามารถแยกพื้นที่เสี่ยงภัยออกได้ในแต่ละระดับ และการครอบคลุมพื้นที่เสี่ยงภัยทั้งหมดในจังหวัดเชียงราย แยกออกเป็นหมู่บ้าน ตำบล และอำเภอ นอกจากนี้ก็ได้พัฒนารูปแบบจำลองเสมือนจริง และการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของปัจจัยเสี่ยง ซึ่งจะสามารถนำไปพัฒนาต่อและนำไปสู่การวิจัยในขั้นตอนของการสร้างสถานีตรวจวัดค่าปัจจัยเสี่ยงแล้วเชื่อมต่อแบบเรียลไทม์กับฐานข้อมูลกลางเพื่อนำไปสร้างระบบแจ้งเตือนภัยต่อไป แต่อย่างไรก็ตามในการวิจัยเบื้องต้นนี้เราก็สามารถทราบถึงพื้นที่ที่ควรจะมีการเฝ้าระวังที่มีความแม่นยำในการคาดการณ์ได้มากขึ้น รวมทั้งหน่วยงานของภาครัฐ หรือองค์กรภาคเอกชนที่มีส่วนเกี่ยวข้องทางด้านนี้ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเฝ้าระวังและการจัดการกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นในเบื้องต้นได้



บรรณานุกรม

- Aung, Z. 1991. The study of landslide susceptibility using the GIS approach (West of Amphoe Phi Pun, Nakhon Sri Thammarat Province). Master's Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- Carrara, A., Guzzetti, F., Cardinali, M. and Reichenbach, P. 1999. Use of GIS Technology in the Prediction and Monitoring of Landslide Hazard. *Natural Hazards* 20: 117-135.
- Chayakrit Malampong. 2006. Application of Geographic Information System and Remote Sensing in determining landslide risk areas at Thai north; Chiang Rai Province, Geo-Informatics and Space Technology Centre (Northern Region), Geography, Social Science, Chiang Mai University.
- Dai, F.C., Lee, C.F., Li, J., and Xu, Z.W. 2001. Assessment of landslide susceptibility on the natural terrain of Lantau Island, Hong Kong. *Environmental Geology* 40(3), January 2001, Springer Verlag, pp. 381-391.
- Earth and Life Studies. 2004. Partnerships for Reducing Landslide Risk: Assessment of the National Landslide Hazards Mitigation Strategy, the National Academies. <http://www.nap.edu>.
- Harper, S. 1996. Debris flow triggered by the November 1998 rainstorm in Phipun district, Nakhon Si Thammarat province, southern Thailand. Doctoral dissertation, Department of Geography, Graduate school, University of Georgia.
- International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation. 2007. Statistical landslide hazard analysis. Netherlands, <http://www.itc.nl/ilwis/applications>.
- Jamnongpipatkul, P., Sa-nguankaew, S., and Tonsompong, T. 1990. A case study of landslides in residual soils in central highland of Thailand. Report No.121. Bangkok: Materials and Research Division, Department of Highway.
- Jworchan, I. L. 1995. Initiation of November 1998 debris flows in Khao Luang, southern Thailand. Doctoral Dissertation, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- Khantaprab, C. 1993. Disaster: A case study of southern Thailand. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. (In Thai)
- Nilaweera, N.S. 1994. Effects of tree roots on slope stability: The case study of Khao Luang mountain area, southern Thailand. Doctoral Dissertation, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- Nutalaya, P. 1991. Catastrophic landslides and sheet flooding in an intermountain tropical basin, southern Thailand. Asian Institute of Technology. Bangkok, Thailand.
- Pantanahiran, W. 1994. The use of landsat imagery and digital terrain models to assess and predict landslide activity in tropical area. Doctoral Dissertation, University of Rhode Island, U.S.A.
- Phien-wej, N., Zhibin, T., and Aung, Z. 1991. Unprecedented landslides in granitic mountain of southern Thailand. *Glissements De Terrain* 2: 1387-1392.
- Saha, A. K., Gupta, R. P., and Arora M. K. 2002. GIS-based Landslide Hazard Zonation in the Bhagirathi (Ganga) Valley, Himalayas, *International Journal of Remote Sensing*, 23, (2), pp. 357-369.

- Thassanapak, H. 2001. Potential landslide assessment of Changwat Phuket. Master's Thesis, Department of Geology, Graduate School, Chulalongkorn University.
- Tomblin, J. 1994. Main activities of the IDNDR and UNDHA in disaster mitigation. Proceedings of the International Seminar on Erosion and Sediment Control (ISESC), STC, Ygyakarta, Indonesia, January 11-14, 1994, pp.1-12.
- UNDRO (office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator). 1979. Natural Disasters and Vulnerability Analysis. *Report of Expert Group meeting, 9-12 July 1979*, 49 p.
- U.S. Geological Survey. 1982. Goals and tasks of the landslide part of a ground-failure hazards reduction program. *Geological Survey Circular 880*, 48 p.
- Varnes, D.J. 1984. Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. *Natural Hazards 3, Paris, UNESCO*, 63 p.
- Western, J.V. 1994. GIS in landslide hazard zonation: a review, with examples from the Andes of Columbia. *Mountain Environments and Geographic Information Systems*, Taylor & Francis Ltd, pp. 136-165.
- Zinck, J.A., Lopez, J., and Metternicht, G.I. 2001. Mapping and modelling mass movements and gullies in mountainous areas using remote sensing and GIS techniques. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 3 – Issue 1 – 2001*, pp. 43-53.





ประวัตินักวิจัยและคณะ

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย/ ภาษาอังกฤษ)

Banphot Nobaew
บรรพจน์ โนแบ้ว

2. รหัสบัตรประจำตัวประชาชน

3 6304 00031 59 0

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

อาจารย์

สำนักวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ที่อยู่ 333 หมู่ 1 ตำบลท่าสุต อำเภอเมือง จังหวัด

เชียงราย 57100

หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร

053-916758

E-mail address

Banphot@mfu.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศิลปและการออกแบบสื่อ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
วิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

5. ประวัติการทำงาน

เจ้าหน้าที่เทคโนโลยีการเกษตร บริษัท โคลไทยแลนด์ จำกัด

นักวิจัย บริษัท ไทยนิปปอนฟู๊ดส์ จำกัด

นักวิจัย บริษัท มิตรผลวิจัย พัฒนาอ้อยและน้ำตาล จำกัด

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาการท่องเที่ยว

7. ประวัติการนำเสนอผลงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โปรดระบุชื่อเรื่องของผลงาน

ชื่อการประชุม สถานที่ วัน เวลา ตามระบบสากล

-

8. ประวัติการเผยแพร่ผลงานวิจัย ทั้งภายในและภายนอกประเทศ โปรดระบุชื่อเรื่องผลงาน ชื่อ

วารสาร ตามระบบสากล

-



9. ผลงานวิจัยที่ได้รับการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา หรือผลงานวิจัยที่อยู่ระหว่างการยื่นขอจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา

10. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศ โดยระบุตำแหน่งหน้าที่ในการทำการวิจัย ว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย ในแต่ละข้อเสนอการวิจัย และระบุสถานภาพของงานวิจัยด้วย

10.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อข้อเสนอโครงการวิจัย สัดส่วนที่ทำงานวิจัย (%)

คณะผู้วิจัยและสถาบันร่วมวิจัย แหล่งทุน ปีที่ได้รับทุน การเผยแพร่ผลงานวิจัย

- การออกแบบสารสนเทศส่วนร่วมกับการจัดการ โครงสร้างสื่อสำหรับนักท่องเที่ยวผู้มาใช้บริการสนามบินนานาชาติ จังหวัดเชียงใหม่

- รูปแบบการท่องเที่ยวที่เหมาะสมสำหรับนักท่องเที่ยวในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน และตาก

แหล่งทุนจากสถานวิชาการนานาชาติ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

10.2 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอโครงการวิจัย สัดส่วนที่ทำงานวิจัย (%)

คณะผู้วิจัยและสถาบันร่วมวิจัย แหล่งทุน ปีที่ได้รับทุน และสถานภาพของงานวิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย/ ภาษาอังกฤษ)

Worasak

Rueangsirarak

วรศักดิ์

เรืองศิริรักษ์

2. รหัสบัตรประจำตัวประชาชน

5 6403 00020 47 6

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์

หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

สำนักวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ที่อยู่ 333 หมู่ 1 ตำบลท่าสูด อำเภอเมือง จังหวัด

เชียงราย 57100

หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร

053-916764

E-mail address

aj.worasak@gmail.com

4. ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต(วิทยาการคอมพิวเตอร์) สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
วิทยาศาสตรบัณฑิต(วิทยาการคอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

5. ประวัติการทำงาน

-

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาภูมิสารสนเทศ

7. ประวัติการนำเสนอผลงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โปรดระบุชื่อเรื่องของ ผลงาน ชื่อการประชุม สถานที่ วัน เวลา ตามระบบสากล

-

8. ประวัติการเผยแพร่ผลงานวิจัย ทั้งภายในและภายนอกประเทศ โปรดระบุชื่อเรื่องผลงาน ชื่อวารสาร ตามระบบสากล

-

9. ผลงานวิจัยที่ได้รับการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา หรือผลงานวิจัยที่อยู่ระหว่างการ ยื่นขอจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา

-

10. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศ โดยระบุ ตำแหน่งหน้าที่ในการทำการวิจัย ว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย และระบุสถานภาพของงานวิจัยด้วย

10.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อข้อเสนอโครงการวิจัย สัดส่วนที่ทำงานวิจัย (%)
คณะผู้วิจัยและสถาบันร่วมวิจัย แหล่งทุน ปีที่ได้รับทุน การเผยแพร่ผลงานวิจัย

-

10.2 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอโครงการวิจัย สัดส่วนที่ทำงานวิจัย (%) คณะผู้วิจัย
และสถาบันร่วมวิจัย แหล่งทุน ปีที่ได้รับทุน และสถานภาพของงานวิจัย

-