

สัญญาเลขที่ 17/ 2552

รหัสโครงการวิจัย 52204040017

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดทำแบบจำลองภาพความเป็นจริงเสมือนเพื่อเตือนภัย

การพังทลายของดินในจังหวัดเชียงราย ระยะที่ 1

Virtual Reality Modeling of Landslide for Alerting in

Chiang Rai Area: Phase 1

โดย

บรรพจน์ โนแก้ว สำนักวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ประจำปี พ.ศ. 2552

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยการจัดทำแบบจำลองภาพความเป็นจริงเสมือนเพื่อเตือนภัยการพังทลายของดินในจังหวัดเชียงราย ระยะที่ 1 เป็นการต่อยอดจากงานวิจัยเรื่องเดียวกันในปีแรก โดยริเริ่มจากแนวคิดที่จะนำความรู้หลากหลายสาขามาประยุกต์เข้าด้วยกันเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาที่เร่งด่วนและจำเป็นต่อชุมชนในพื้นที่ระดับส่วนภูมิภาค โดยการต่อยอดองค์ความรู้และงานวิจัยบางส่วนที่ได้มีท่านผู้รู้ทำการศึกษาวิจัยมาเป็นแนวทางในเบื้องต้นแล้ว ซึ่งหากได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อต่อยอดองค์ความรู้เหล่านั้น แล้วไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในพื้นที่ระดับปฏิบัติการจริง ก็จะเป็นประโยชน์ต่อชุมชนหรือหน่วยงานของภาครัฐที่จะนำไปใช้ได้ เพราะในปัจจุบันมีสถานการณ์ที่เราไม่คาดคิดท่ามกลางความผันแปรของปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรงขึ้นทุกปี จากผลของสภาวะโลกร้อนและการทำลายทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์เราที่เน้นการพัฒนาด้านวัตถุและค่านึงแต่ความสะดวกสบายส่วนตัวเป็นหลัก และเป็นที่คาดเดาได้ยากว่าจะเกิดขึ้นเมื่อไหร่ โดยเฉพาะในภาคเหนือของประเทศไทยที่เหตุการณ์ดินถล่มมักจะเกิดขึ้นทุกปี และเกิดผลเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อประเทศโดยรวม

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ก็ด้วยความช่วยเหลือ และความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญหลายสาขา ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย หากมีสิ่งใดที่เป็นข้อแนะนำเพิ่มเติมจากท่านผู้รู้ผู้วิจัยก็ขออ้อมรับด้วยความยินดีและจะนำไปปรับปรุงต่อไป

ผู้วิจัย

สิงหาคม 2553

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

1. บทนำ

ดินถล่มเป็นปัญหาจากภัยธรรมชาติที่มีความสำคัญยิ่ง และเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในภาคเหนือของประเทศไทยโดยเฉพาะจังหวัดเชียงรายซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูงชัน และตั้งอยู่ในแนวเส้นทางของลมมรสุม จากสถิติค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน ตั้งแต่ พ.ศ. 2545 - 2549 มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 1,849.36 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งทำให้เชียงรายเป็นจังหวัดที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงที่สุดในพื้นที่ภาคเหนือ และนอกจากนี้ยังมีรอยเลื่อนแผ่นดินแม่จันลากผ่านอีกด้วย โดยปัจจัยหลักสำคัญที่ทำให้เกิดดินถล่มในพื้นที่ได้แก่ การตัดไม้ทำลายป่า ปริมาณน้ำฝน ความลาดชันและรอยเลื่อนแผ่นดิน ผลเสียหายอันเกิดจากดินถล่มนั้นได้ทำลายทั้งชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน นอกจากนี้ยังสร้างความเสียหายให้กับสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศน์ในบริเวณนั้นอีก การคาดการณ์และระบบแจ้งเตือนภัยเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยลดผลเสียหายของปัญหาดังกล่าวลง การหาพื้นที่เสี่ยงภัยเรายังสามารถที่จะหาได้โดยใช้การคำนวณลักษณะของการเลื่อนไหลแบบ debris flows [1] และการจำแนกโดยใช้เทคนิคทาง GIS [2] การจำลองภัยธรรมชาติดินถล่มจึงมีความจำเป็นเพื่อใช้วิเคราะห์หาการเคลื่อนที่ของดินที่ถล่มลงมา

ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดดินถล่ม [3] ที่เป็นสาเหตุของการเกิดดินถล่มเนื่องจากปัจจัยภายนอกซึ่งมีผลทำให้เกิดความเค้นเฉือน(เช่น การเปลี่ยนแปลงทางด้านภูมิศาสตร์ รอยแยกของขอบความลาดชันจากการรับน้ำหนัก การกร่อนส่วนยอดจากการรับน้ำหนัก การกระแทกและการสั่นสะเทือน การปาดลากและทิศทางของน้ำ) และสาเหตุจากปัจจัยภายในซึ่งมีผลทำให้ลดแรงต้านเฉือน(เช่น การเพิ่มขึ้นของผลเสียหาย การผุพังอยู่กับที่ การกร่อนจากการซึม) ส่วน Varnes และ Cruden[4] ได้ให้ข้อสังเกตถึงจำนวนของสาเหตุปัจจัยภายนอกหรือปัจจัยภายในซึ่งอาจจะมีผลทำให้ไปลดแรงต้านเฉือนหรือไปเพิ่มความเค้นเฉือน นอกจากนี้ยังเป็นสาเหตุของการกระตุ้นทำให้มีผลต่อปัจจัยทั้งคู่อัตราส่วนความปลอดภัย สามขั้นตอนเสถียรภาพได้กำหนดกรอบการใช้ประโยชน์สำหรับความเข้าใจถึงสาเหตุปัจจัยของดินถล่ม และการจำแนกปัจจัยออกเป็น 2 กลุ่ม บนพื้นฐานของลักษณะหน้าที่ดังนี้ (1) ขั้นตอนเตรียมสาเหตุของปัจจัยซึ่งทำให้ความลาดชันมีความอ่อนไหวต่อการเคลื่อนที่โดยปราศจากการเริ่มต้นที่แท้จริง และด้วยเหตุนี้ทำให้มีความโน้มเอียงต่อสถานะความลาดชันในสถานะภาพขอบที่มีความมั่นคง (2) ขั้นตอนของปัจจัยซึ่งเริ่มต้นการเคลื่อนที่ ปัจจัยสาเหตุได้ย้ายความลาดชันจากสถานะความมั่นคงไปสู่สถานะที่ไม่มีเสถียรภาพ International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation[5] ได้ทำแผนที่ภัยพิบัติบนพื้นฐานเชิงคุณภาพปริมาณโดยการใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก วิธีที่แตกต่างกันหลายวิธีการได้เกิดขึ้นเพื่อคำนวณค่าถ่วง

นำหลัก วิธีที่ใช้ในการวิจัยที่ถูกเรียกว่า “ค่าดัชนีดินถล่ม” A. K. Saha และอื่นๆ [6] ได้สร้างและ
บันทึกร่วมกันในเรื่องของ การใช้ประโยชน์ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดิน แผนที่กันชนของรอยเลื่อน
แผนที่กันชนของแนวเส้นเชิงรูปภาพ วิทยานิพนธ์ แผนที่กันชนของการระบายน้ำ องค์ความลาดชัน
และความสัมพันธ์ทางรูปร่าง การผสมผสานข้อมูลได้ถูกใช้โดยการให้ระดับของค่าเลขลำดับ(เชิง
ปริมาณ) ที่สัมพันธ์กับวิธีการให้อัตราส่วนค่าถ่วงน้ำหนักโดยให้ค่าดัชนีภัยพิบัติดินถล่ม(LHI)หรือค่า
ดัชนีดินถล่ม จุดแบ่งแยกในไดอะแกรมความถี่ของดัชนีภัยพิบัติดินถล่มถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์
พื้นที่ภัยพิบัติดินถล่มต่างๆ โดยเรียกเป็น พื้นที่ที่มีความเสี่ยงน้อยมาก พื้นที่ที่มีความเสี่ยงน้อย พื้นที่มี
ความเสี่ยงปานกลาง พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงมาก ข้อมูลภาคสนามได้ถูกนำมาหา
ข้อสรุปและปรับระดับความถูกต้องของการแบ่งพื้นที่ภัยพิบัติดินถล่ม และมันได้ถูกแปลความเพื่อดู
การกระจายตัวของพื้นที่ดินถล่มเป็นพื้นที่ครอบคลุมขนาดใหญ่โดยการผสมผสานกับสภาวะ
สภาพแวดล้อมทางภูมิศาสตร์ เช่น การใกล้ชิด(สูงกว่า 500 เมตร) กับพื้นที่รอยเลื่อน พื้นที่ปัจจุบัน
ของ Munsiari Formation (Higher Himalayan Crystalline) และที่ว่างเปล่าทุรกันดารหรือพื้นที่ที่มี
พืชขึ้นอยู่น้อย A. Carrara และอื่นๆ[7] ได้แนะนำให้ทำการประมวลผลข้อมูลทางภูมิศาสตร์เป็น
เงื่อนไขนัยที่ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปัจจัยหลักและก้าวหน้ามากขึ้น ความ
เป็นไปได้ในการวิจัยในอนาคตโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองพื้นฐานเชิงวัตถุ โครงสร้างสาม
มิติหรืออาจจะสี่มิติ การผสมผสานระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์กับปัญญาประดิษฐ์ สื่อหลายมิติ
และกลวิธีภาพเคลื่อนไหว

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเป็นการนำเสนอพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงรายและ
มโนทัศน์ของแบบจำลองความเป็นจริงเสมือน พื้นที่เสี่ยงภัยได้ถูกจำแนกออกโดยการใช้ส่วนร่วม
ของค่าปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ซึ่งถูกวิเคราะห์โดยการจำแนกค่าอัตราส่วนน้ำหนักโดยโปรแกรมทางระบบ
สารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2. หลักการและเหตุผล

การวิเคราะห์ค่าปัจจัยเสี่ยงการเกิดดินถล่มต่างๆ นี้ได้มีการนำข้อมูลอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง
ต่อการดินถล่มมาวิเคราะห์รวมด้วย ปัจจัยเสี่ยงการเกิดดินถล่มได้ถูกซ้อนทับด้วยแผนที่ทาง
ภูมิศาสตร์โดยโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จำแนกพื้นที่เสี่ยงภัย หลังจากนั้นค่าปัจจัย
เสี่ยงการเกิดดินถล่มได้ถูกนำไปใช้ต่อการสร้างแบบจำลองความเป็นจริงเสมือนเพื่อจำลอง
เหตุการณ์ อย่างไรก็ตามค่าตัวแปรในแต่ละปัจจัยเสี่ยงมีความจำเป็นที่จะต้องถูกวัดค่าจากอุปกรณ์
ต่างๆ และนำเสนอข้อมูลไปยังแบบจำลอง นอกจากนี้ระบบการแจ้งเตือนภัยมีความจำเป็นที่จะต้องถูก
พัฒนาและนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่เสี่ยงภัยดังกล่าว

3. ขอบเขตการศึกษา

ในการพัฒนาระบบนั้น สามารถแบ่งออกเป็นสามช่วงเวลาดำเนินการด้วยกันดังที่กล่าวไว้ในหลักการและเหตุผล โดยขั้นตอนแรกผู้วิจัยจะต้องทำการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและทำการประสานข้อมูลปัจจัยเหล่านั้นลงในแผนที่ทางภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อทำการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัย หลังจากนั้นจึงจะนำปัจจัยทั้งหมดไปทำการสร้างแบบจำลองเสมือนจริงซึ่งเป็นงานวิจัยในระยะที่สองนี้ในพื้นที่กรณีศึกษานำร่อง 3 แห่งได้แก่ บ้านผาหมี อำเภอแม่สาย พื้นที่บ้านเลาฟู อำเภอแม่จัน และบ้านสันติคีรี อำเภอดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย โดยเริ่มจากการทวนสอบค่าปัจจัยเสี่ยงและพื้นที่เสี่ยงเทียบกับพื้นที่จริง การหาค่าพิกัดพื้นที่โดยใช้เทคนิค GPS แล้วนำไปสร้างเส้นชั้นระดับความสูง และจำลองโมเดลภาพสามมิติ จากนั้นจึงสร้างภาพเสมือนจริงการเกิดดินถล่ม

4. วิธีวิจัย

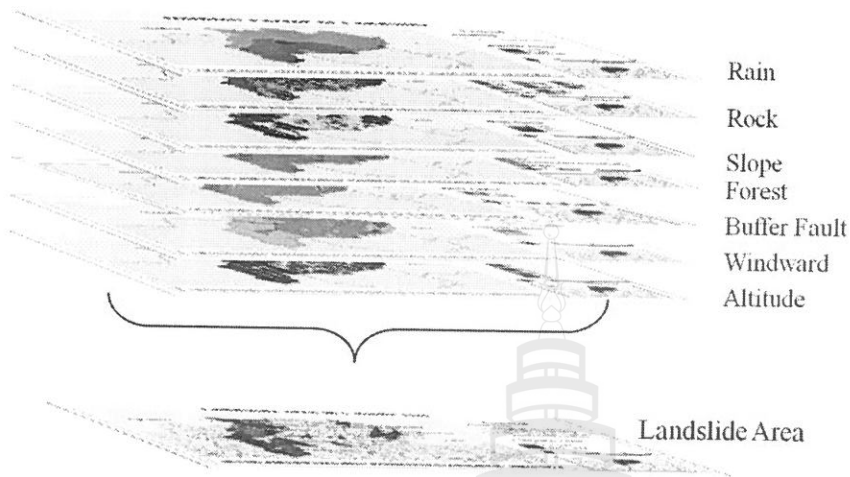
กระบวนการวิจัยเพื่อการจำลองการสร้างภาพเสมือนจริงสามมิติประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 การทวนสอบค่าปัจจัยเสี่ยงในพื้นที่นำร่อง ประกอบไปด้วย ปริมาณน้ำฝน ชนิดของชั้นหิน ความลาดชัน ประเภทของป่าไม้ ระยะห่างจากรอยเลื่อนแผ่นดิน ทิศทางลม และระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ซึ่งในการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยการเกิดดินถล่มนั้น ผู้วิจัยได้ใช้ดัชนีชี้วัดที่อ้างอิงมาจากสมการคำนวณการเกิดดินถล่มของ Zarabar and Menzl(1982)

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

เมื่อ R = ปริมาณน้ำฝน, RU = ชนิดของชั้นหิน, S = ความชัน, F = ประเภทของป่าไม้,
BF = ระยะห่างจากรอยเลื่อนแผ่นดิน, W = ทิศทางลม, H = ระดับความสูง
เหนือระดับน้ำทะเล, r = ค่าความเสี่ยง และ w = ค่าน้ำหนักที่กำหนดให้

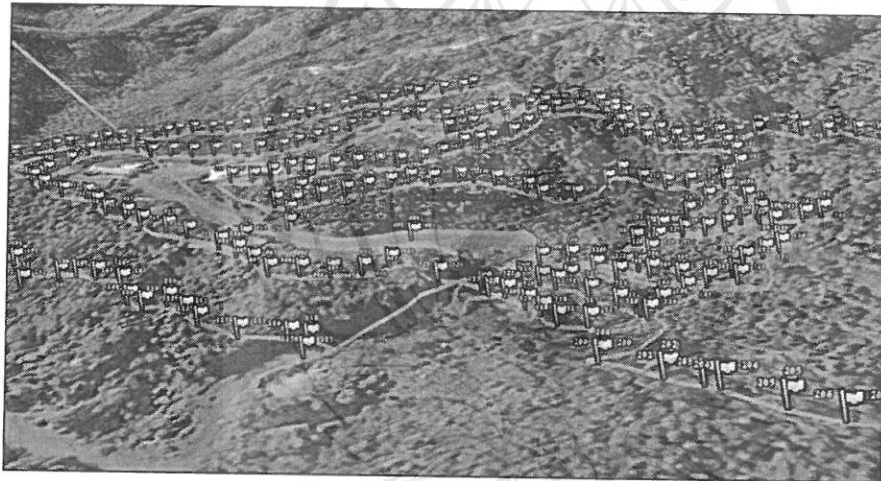
จากนั้นจึงนำค่าปัจจัยเสี่ยงมาซ้อนทับโดยเทคนิค Image processing เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยดังภาพ



ภาพ 1 การวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัย

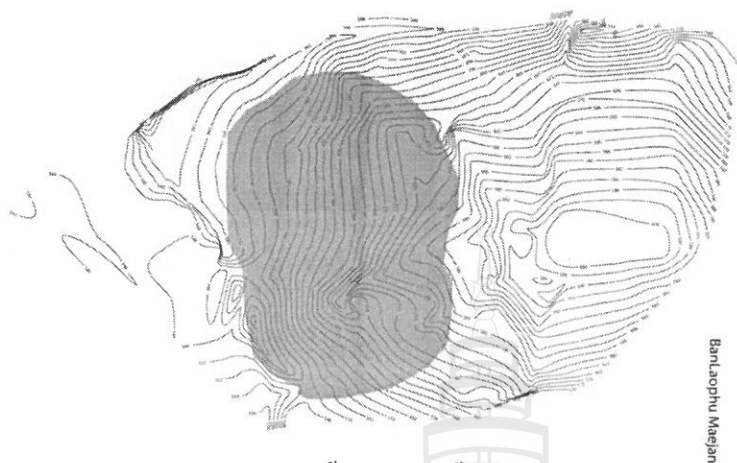
4.2 การศึกษาคุณสมบัติชั้นหิน และโครงสร้างของดิน

4.3 การหาจุดพิกัดของพื้นที่เสี่ยงภัยโดยใช้เทคนิค GPS ร่วมกับการแมพค่าพิกัดลงในภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม Google earth



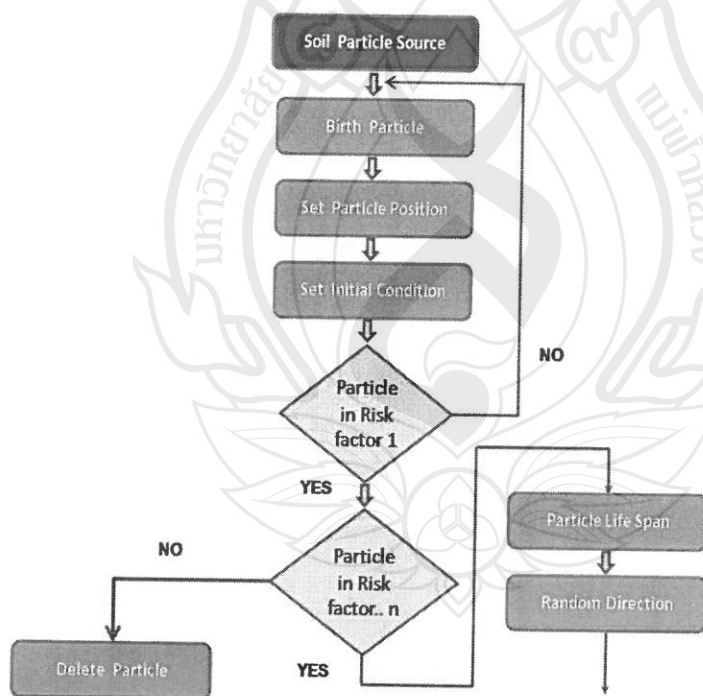
ภาพ 2 การแมพค่าพิกัดลงในภาพถ่ายดาวเทียม

4.4 การสร้างเส้นชั้นระดับความสูงจากค่าพิกัด และนำไปสร้างโมเดลสามมิติของพื้นที่
นำค่าพิกัดเพื่อสร้างเส้นชั้นระดับความสูงในโปรแกรม CAD และจำลองโมเดลภาพสามมิติ



ภาพ 3 เส้นระดับชั้นความสูงพื้นที่บ้านเลาฟู

4.2 การจำลองภาพสามมิติการเกิดดินถล่มจากโมเดลภาพสามมิติ โดยใช้สคริปต์โปรแกรม
 นี้ร่วมกับการกำหนดค่าปัจจัยเสี่ยง



ภาพ 4 แผนผังจำลองการเกิดของอนุภาคดินถล่ม

คำนวณหาค่าเบื้องต้นเพื่อกำหนดค่าในสคริปต์ของอนุภาคดินและปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องทั้งหมดดังนี้

Landslide = amount of rain is 150,180,200 ml/12 Hour

1 Hour = 60 Minute, 1 Minute = 60 second, so 1 second = 0.0046 ml of rain (1x1m)

This plane rain of scene is 100x100m

This scene is 25 frame/1 second; amount of Particle is 4800/1 second

1 second = 25 frame

4800 particle/25 frame = 100x100m

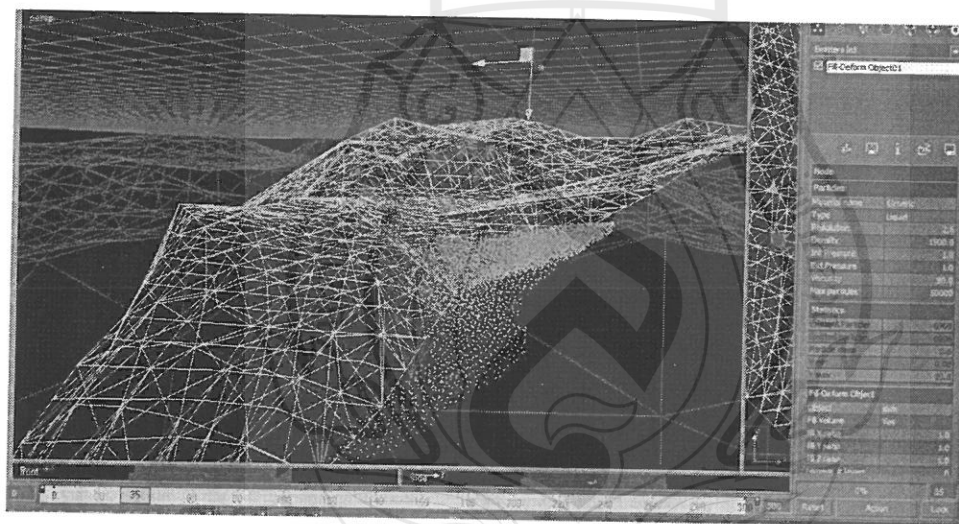
4800/100 = 1x1m

48 particle = 1 second

So 48 particle = 0.0046 ml

0.0046ml x 43478 = 200 ml

So 48 particles x 43478 = 200 ml



ภาพ 5 ภาพจำลองสามมิติการเกิดดินถล่ม

5. ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาแบบจำลองเสมือนจริงของการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย ระยะที่ 2 ซึ่งมุ่งเน้นการจำลองภาพเสมือนจริงดินถล่มสามมิติ (three-dimensional model) โดยต่อยอดและพัฒนาต่อจากงานวิจัยระยะแรกที่ได้มีการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่มโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ Remote Sensing และ Image Processing ซึ่งได้กำหนดปัจจัยเสี่ยงทั้งหมด 7 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน

ความลาดชัน ป่าไม้ ชั้นหิน รอยเลื่อน ทิศทางการรับน้ำฝนและค่าความสูง จากนั้นจึงได้วิเคราะห์ แยกพื้นที่เสี่ยงภัยออกมา สามารถแยกออกได้เป็น 3 ระดับ โดยการทวนสอบความถูกต้องกับพื้นที่จริง คือ พื้นที่เสี่ยงภัยสูง ปานกลาง และเสี่ยงภัยน้อย โดยมีพื้นที่เสี่ยงภัยในจังหวัดเชียงรายทั้งหมดรวม 5,582.68 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่หมู่บ้านจำนวน 373 หมู่บ้าน จากนั้นจึงคัดเลือกพื้นที่ที่การศึกษาที่อยู่ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง และเกิดดินถล่มมาก่อนหรือกำลังเกิดดินถล่ม ได้แก่ บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย บ้านเลาฟู ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน และบ้านสันติคีรี ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง กระบวนการวิจัยเริ่มจากการหาตำแหน่งพิกัดของพื้นที่ทั้งสามแห่ง โดยใช้เทคนิค Global Positioning System ร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google earth ซึ่งเป็นการแบ่งกริดในพื้นที่ดินถล่มและหาพิกัดแต่ละจุด ซึ่งพื้นที่บ้านผาหมีใช้ค่าพิกัดทั้งหมด 478 จุด บ้านเลาฟูใช้ค่าพิกัดทั้งหมด 216 จุด และบ้านสันติคีรีใช้ค่าพิกัดทั้งหมด 307 จุด จากนั้นจึงนำค่าพิกัดเพื่อไปสร้างเส้นชั้นระดับความสูง(Contour) และนำค่าไปจำลองภาพสามมิติในโปรแกรม ภาพจำลองสามมิติของพื้นที่ที่จะถูกนำไปสร้างภาพเสมือนจริงในโปรแกรม 3D-Max เพื่อจำลองการเกิดดินถล่มโดยประยุกต์ใช้ค่าปัจจัยเสี่ยงร่วมกับการเขียนสคริปต์เชิงโปรแกรมมิ่ง รวมทั้งใช้ค่าคุณสมบัติโครงสร้างของชั้นดินในพื้นที่จากการขุดเจาะ

6. สรุป

กระบวนการจำลองภาพโมเดลสามมิติการเกิดดินถล่มเป็นการจำลองลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคดินถล่มในพื้นที่โดยการรับค่าปัจจัยเสี่ยงผ่านสคริปต์เชิงโปรแกรมมิ่งเพื่อทำการคำนวณโมเดลจำลองที่สร้างมาจากเส้นชั้นระดับความสูงในโปรแกรม 3D-Max จำลองการเกิดอนุภาคและลักษณะปฏิสัมพันธ์ของอนุภาคดินซึ่งมีผลกระทบต่อการสร้างความเสียหายในพื้นที่ ความแม่นยำของแบบจำลองดินถล่มอยู่ในระดับที่ยอมรับจากค่าปัจจัยเสี่ยงและผลกระทบในเชิงพื้นที่โมเดลแบบจำลอง

Executive Summary

1. Introduction

Landslide is one of a serious natural disaster in Thai's northern region especially in Chiang Rai province. Based on mostly hilly terrain, Chiang Rai is located in the storm route and close to the main fault line. In addition, Chiang Rai also has highest average rainfall. These factors make Chiang Rai most vulnerable to a landslide disaster mainly on hilly terrain. Prediction and warning systems are extremely needed to decrease the damage. Though the risk of landslides can be approximated by debris flows [1] and GIS classification [2], disaster simulation of landslide are also critically required for defining the catastrophic of landslides.

To define the risk area, it uses many risk factors for analyzing in algebraic equation. The landslide risk factor [3] divide landslide causes into external causes which result in an increase of the shearing stress and internal causes which result in a decrease of the shearing resistance. Consequently, 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. Carrara and others [5] 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 a three-dimensional landslide simulation by applying a variety of methodologies. The affected areas are defined by using the landslide simulation which is analyzed by programming through factor values scripting.

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 Scope

The study site is situated on the north of Thailand; Ban Pha Mee village in Mae Sai district, Ban Santikiree village in Mae Fah Luang district and Ban Lao Fhu village in Mae Chan district, Chiang Rai province. They are the highest landslide risk area as defined by factor analysis with GIS technique. The selected site had frequently suffered from landslide and is still in danger.

4. Conceptual Framework

To define the risk factors, this involved the information and data about the landslide which is required for analysis. The landslide factors were mapped with the geographic map by the GIS to classify the risk area. Then, the landslide factors were conducted to the modeling for simulation which simulates site by contour value and simulation is calculated by scripting on programming software.

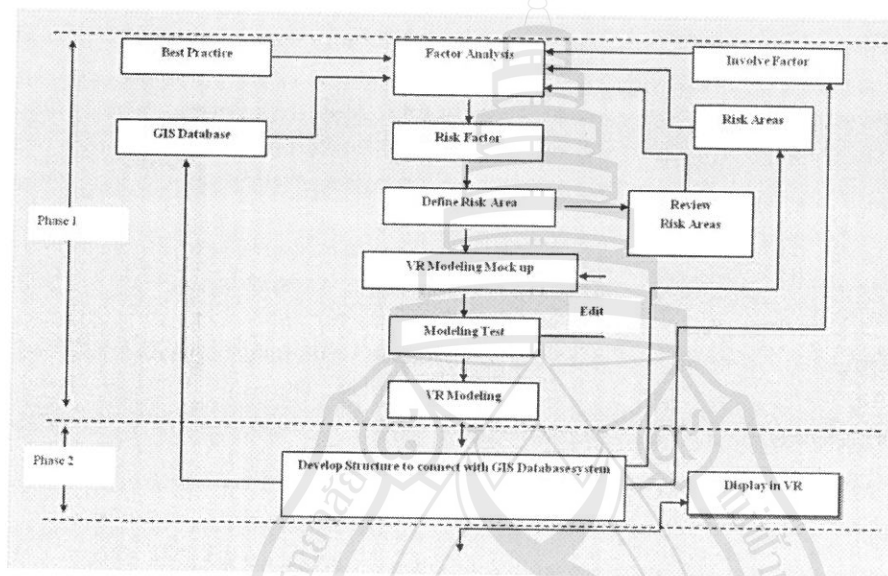


Figure 1. A Research Concept

5. Research Methodology

The landslide simulation process can be separated into five steps of implementation; factor analysis, image processing, Global Positioning System in landslide site, contouring the site and simulation. First, starting to analyze the risk factors and mapped these factors with the geographic map by the Geographic Information System to classify the risk area by landslide index formula and image processing technique. Next, the site modelling is simulated in a three-dimensional model by a global positioning system with accuracy value in each position. After that, the landslide risk factors were conducted to the site modelling for simulating the landslide area compare the result with the real situation.

6. Results

The process of landslide simulation is showed step by step in the following subsections.

5.1. 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.

5.2 Image Processing

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 high risk level, we need to determine the weighting rate for each factor within one to six. The weighting rates are dependent on an importance of each factor.

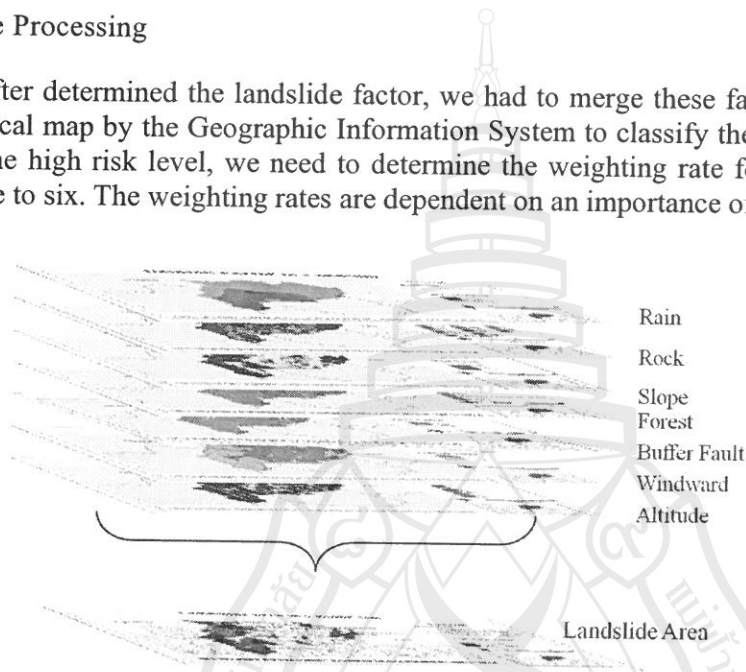


Figure 2. Factors intersect.

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

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

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

5.3 Global Positioning System in landslide site

Measuring the positioning value by applies with the GPS in the site, and then it was transferred to model a landslide shape in three-dimensions with the contour value in CAD.



Figure 3. Site Positioning.

5.4 Contouring the site

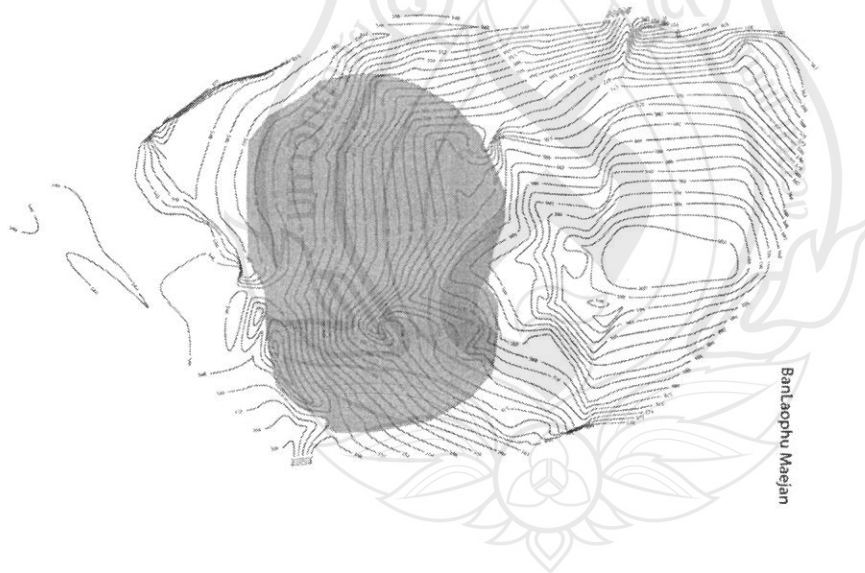


Figure 4. Site Contouring.

5.5 Simulating the landslide model

The contour data, which is position from GPS, has been taken to simulate the landslide model in three-dimensional modeling.

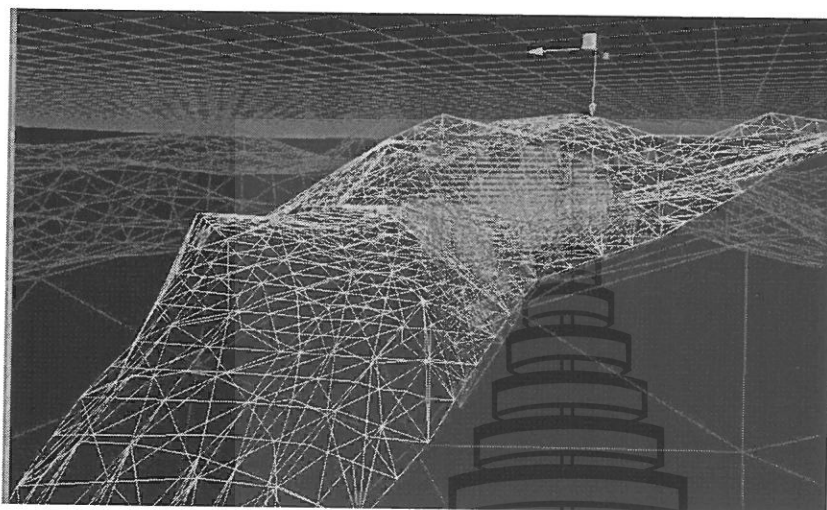


Figure 5. Landslide site 3D-model.

5.6 Landslide Simulation

Simulating the landslide movement is requiring the landslide risk factors and the interaction among factors which affected landslide characteristic.

5.6.1. Soil particle analysis

Rainfall is a main key factor induced a land movement which is debris flow type. Soil cohesive strength between soil particles is decreased when water infiltrate to the soil. Simulating the landslide in site study, it applies the particle flow to analysis the process as a soil particle flow concept diagram (Figure 6.).

Soil particle is simulated through the programming by setting a soil particle source name the birth particle in particle life span. The soil particle will interact with the water particle from the rainfall while other factors were set initial step as high, slope, windward, etc.

Particle simulation are programmed and defined during the process by factoring value as soil particle shape, particle position, gravity, speed, rotation and spin, etc (Figure 7.).

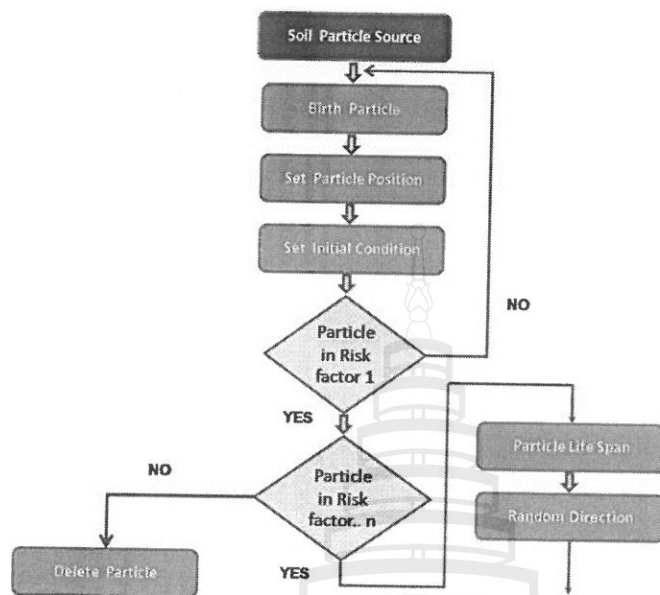


Figure 6. Particle simulation process.

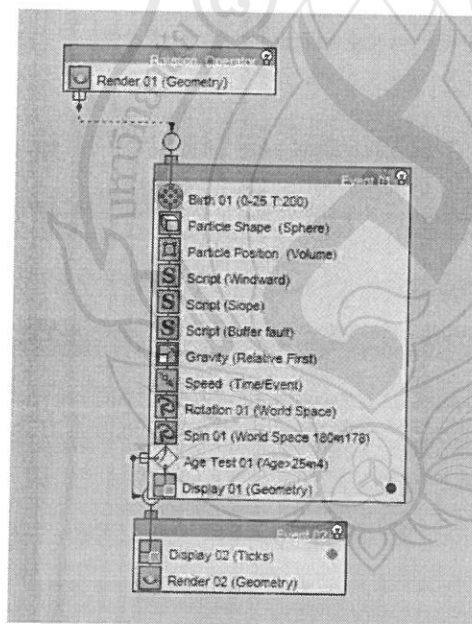


Figure 7. Particle simulation programming.

5.6.2. Soil particle strength and characteristic

To consider the soil strength and characteristic on soil particle flow, it can define as landslide force (Figure 8.).

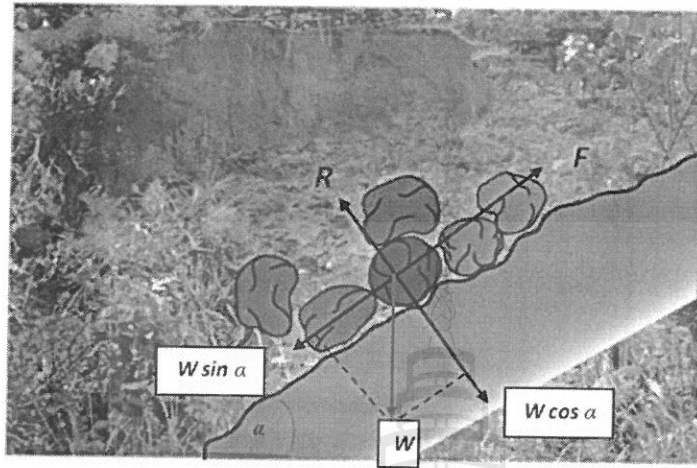


Figure 8. Force in the land movement.

$$\mu = Fc/R \quad (1)$$

$$\mu = Fc/R = W \sin \theta / W \cos \theta \quad (2)$$

$$= \tan \theta \quad (3)$$

$$\text{or } Fc = R \tan \theta = \mu R \quad (4)$$

W = particle of soil weight, F = frictional force between sand particle and plane surface, θ = critical angle, μ = the static coefficient of friction and Fc = critical limit value of F

5.6.3. Landslide simulation modeling and particle forces

The landslide simulation result shows affected area and coverage in ground level when applies the input factor values at 90% of water content (Figure 9.).

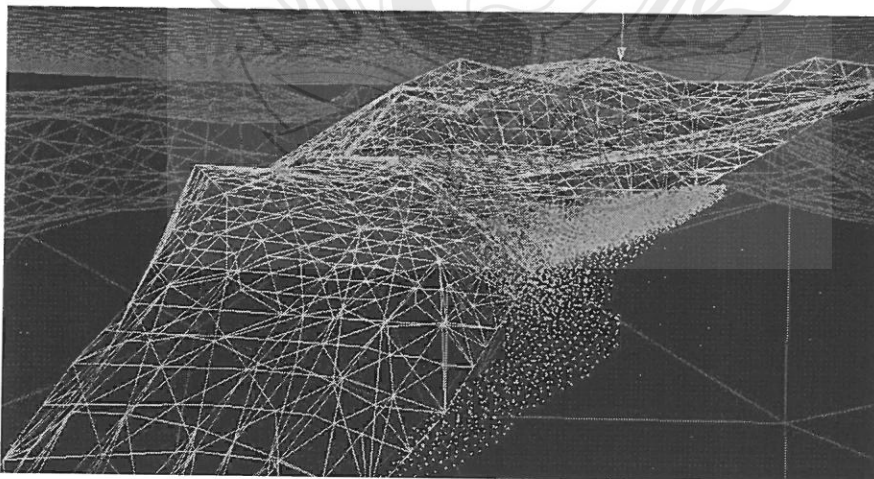


Figure 9. Landslide simulation result.

Soil strength value calculates in the soil particle surface follow the formula.

$$\begin{aligned} n F_c/A &= (nR/A)\tan \phi \\ \text{or } S &= Q \tan \phi \end{aligned} \quad (5)$$

F_c = shearing force, A = area of surface, R = normal reaction, Q = normal stress in overburden pressure

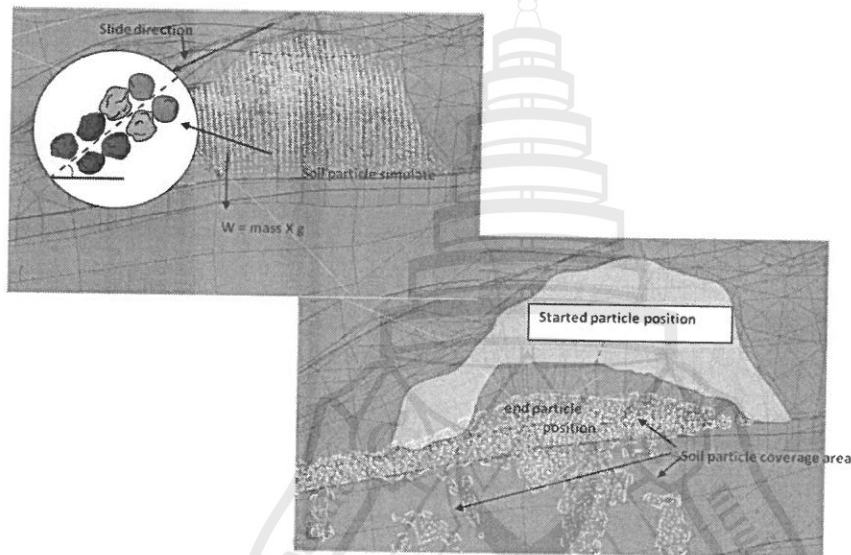


Figure 10. Soil particle coverage area.

6. Conclusions

Three-dimension landslide modeling process simulating the characteristic of soil particle movement and affected area is introduced. Risk factors are initially applied in the programming to be calculated in simulation model to generate parameters of soil particle which are fed to the 3D MAX script to simulate interaction of particles that affect the size of disaster area. The result shows satisfied accuracy on both the risk of landslide and its effects.

บทคัดย่อ

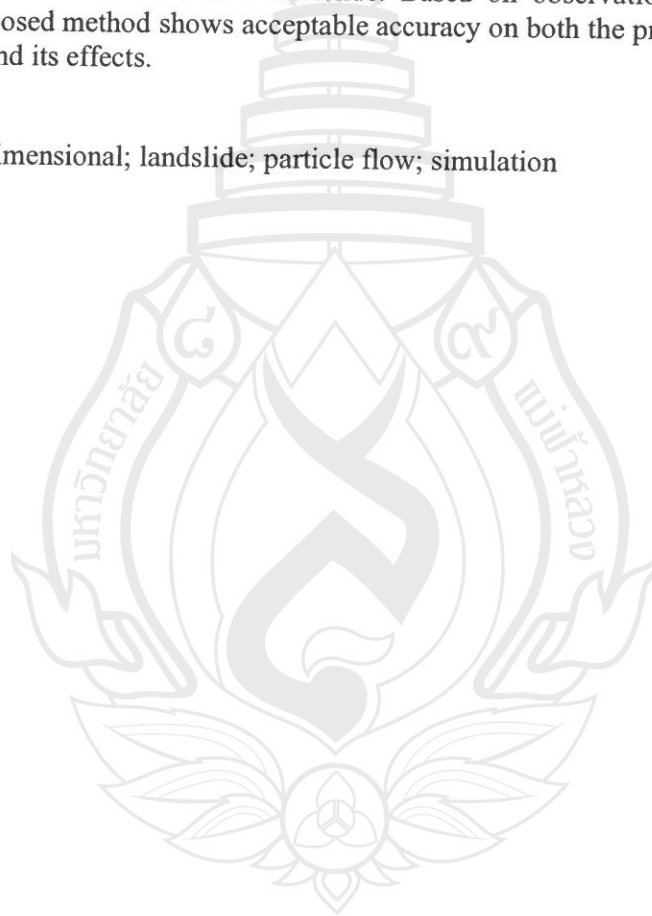
ปัญหาดินถล่มเป็นปัญหาภัยธรรมชาติที่ค่อนข้างรุนแรงมาก เกิดขึ้นในหลายประเทศทั่วโลกในช่วงระหว่างฤดูฝน โดยเฉพาะประเทศที่มีพื้นที่ภูเขาสูงชัน ดังนั้นระบบเตือนภัยที่ซึ่งสามารถจะคาดการณ์ภัยธรรมชาติดินถล่มได้ล่วงหน้าในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งยวดเพื่อป้องกันความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินที่จะเกิดขึ้น แบบจำลองภาพเสมือนจริงสามมิติจึงมีความจำเป็นที่ใช้จำลองพื้นที่ดินถล่มเพื่อคาดการณ์ความเสียหายที่จะเกิดขึ้นและผลกระทบด้านอื่นๆ ที่จะเกิดตามมา งานวิจัยนี้จึงเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองภาพสามมิติโดยประยุกต์ร่วมกับการคำนวณเชิงภาพ (Image Processing) ระบบการชี้ตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System) และการปฏิสัมพันธ์ของค่าปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ในเชิงโปรแกรมมิ่ง แบบจำลองภาพสามมิติถูกสร้างขึ้นมาโดยอาศัยการสำรวจพิกัดจุดในพื้นที่เสี่ยงภัยกรณีศึกษา และใช้การคำนวณเชิงโปรแกรมมิ่งผ่านสคริปต์ของโปรแกรม 3D-Max เพื่อนำเข้าค่าปัจจัยเสี่ยงที่ชักนำให้เกิดดินถล่มทั้ง 7 ปัจจัย เพื่อจำลองการเคลื่อนที่ของอนุภาคดินในขณะเกิดดินถล่ม ภาพจำลองสามมิติที่เกิดขึ้นเมื่อเทียบกับพื้นที่จริงมีความแม่นยำที่ใกล้เคียงกันในระดับที่ยอมรับได้ในระดับหนึ่งในส่วนของการครอบคลุมพื้นที่และผลกระทบที่เกิดขึ้น

การทำวิจัยครั้งนี้ทางผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่นำร่องเพื่อเป็นกรณีศึกษาที่จังหวัดเชียงราย ในพื้นที่บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย บ้านเลาฟู ตำบลป่าติง อำเภอแม่จัน และบ้านสันติคีรี ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวงซึ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยสูงและเคยเกิดดินถล่มมาแล้ว

Abstract

The landslide is one of serious natural disasters in many countries around the world especially on highland area during the rainy season. Therefore, the early warning system which can predict the occurrences of landslide on hazard areas is seriously required for preventing damage to life and assets. Three-dimensional models are also needed to simulate landslide areas for prediction of the overall effects. This research describes a new three-dimensional landslide model by applying methodology of the image processing, global positioning system, and risk factor interaction on programming. A landslide model is built by contouring the surveyed sites. In addition, the 3D MAX script is deployed based on existing risk factors to simulate the flow of land particles during the occurrence of a landslide. Based on observation of the landslide site, the proposed method shows acceptable accuracy on both the probability of landslide incident and its effects.

Index Terms—three-dimensional; landslide; particle flow; simulation



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทสรุปผู้บริหาร	ค
บทกัณฑ์ภาษาไทย	ด
บทกัณฑ์ภาษาอังกฤษ	ต
สารบัญ	ถ
สารบัญตาราง	ธ
สารบัญภาพ	บ
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 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	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 โปรแกรม และที่ใช้ในการวิจัย	11

บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย	12
4.1 การทวนสอบและวิเคราะห์การออกแบบระบบข้อมูล และการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัย	12
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านปัจจัยในพื้นที่กรณีศึกษาเพื่อสร้าง แบบจำลองภาพสามมิติ	23
4.2.1 พื้นที่กรณีศึกษาย่านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย	23
4.2.2 พื้นที่กรณีศึกษาย่านเลาฟู ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน	24
4.2.3 พื้นที่กรณีศึกษาย่านสันติคีรี ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง	28
4.3 การวิเคราะห์ และออกแบบระบบแบบจำลองสามมิติดินถล่ม	30
4.3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างของอนุภาคดิน	30
4.3.1.1 คุณสมบัติของดิน	30
4.3.1.2 ลักษณะทางฟิสิกส์ของดิน (Soil physics)	31
4.3.1.3 ผลกระทบของปริมาณน้ำต่อแรงกระทำอนุภาคดิน	34
4.3.1.4 ระบบจำลองสามมิติโครงสร้างอนุภาคดิน	35
4.3.2 การออกแบบแผนผังจำลองการเกิดดินถล่มของอนุภาคดินถล่ม	38
4.3.2.1 แผนผังการทำงานของระบบข้อมูล	38
4.3.2.2 แผนผังการทำงานของค่าควบคุมตัวแปรอนุภาคดิน	39
4.3.2.3 การหาค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่เพื่อสร้างโมเดลสามมิติ	39
4.3.2.4 ค่าสคริปต์ควบคุมการทำงานของค่าตัวแปรอนุภาคดิน	48
4.3.2.5 การจำลองภาพสามมิติการเกิดดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษา	49
4.3.2.6 การเปรียบเทียบการเกิดดินถล่มที่ปัจจัยเสี่ยงต่างกัน ระหว่างโปรแกรม 3D-Max และ Real Flow	50
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุปประเด็นหลัก	55
5.2 ข้อเสนอแนะ	55
5.3 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากงานวิจัย	56
บรรณานุกรม	57
ประวัตินักวิจัยและคณะ	58

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4-1	การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและจัดระดับแต่ละค่าปัจจัย
ตารางที่ 4-2	ข้อมูลคุณลักษณะของดิน (1)
ตารางที่ 4-3	ข้อมูลคุณลักษณะของดิน (2)
ตารางที่ 4-4	ค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านผาหมี
ตารางที่ 4-5	ค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านเลาฟู
ตารางที่ 4-6	ค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านสันติคีรี



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	ผลรวมของปัจจัยแสดงพื้นที่เสี่ยงภัยทั้งหมดในจังหวัดเชียงราย
ภาพที่ 4-16	พื้นที่เสี่ยงภัยหมู่บ้านผาหมีกรณีศึกษาการเกิดดินถล่มใน จังหวัดเชียงราย
ภาพที่ 4-17	ชนิดดินอำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย
ภาพที่ 4-18	ชนิดดินหมู่บ้านผาหมีกรณีศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย
ภาพที่ 4-19	พื้นที่ป่าไม้อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย
ภาพที่ 4-20	พื้นที่ป่าหมู่บ้านผาหมีกรณีศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย
ภาพที่ 4-21	ชนิดดินอำเภอแม่จัน เชียงราย
ภาพที่ 4-22	ชนิดดินหมู่บ้านเลาฟูกรณีศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย
ภาพที่ 4-23	ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้บ้านเลาฟู
ภาพที่ 4-24	พื้นที่ป่าหมู่บ้านเลาฟูกรณีศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย
ภาพที่ 4-25	ชนิดดินอำเภอแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

ภาพที่ 4-26	ชนิดดินหมู่บ้านสันติคีรี กรณีศึกษาการเกิดดินถล่มใน จังหวัดเชียงราย	28
ภาพที่ 4-27	พื้นที่ป่าไม้อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย	29
ภาพที่ 4-28	พื้นที่ป่าหมู่บ้านสันติคีรี กรณีศึกษาการเกิดดินถล่มใน จังหวัดเชียงราย	29
ภาพที่ 4-29	ความสูงชันพื้นที่และลักษณะอนุภาคดินที่เกิดดินถล่ม	31
ภาพที่ 4-30	ความสูงชันพื้นที่และลักษณะอนุภาคดินที่เกิดดินถล่มบ้านผาหมี	32
ภาพที่ 4-31	พื้นที่ดินถล่มคอยแม่สลอง	33
ภาพที่ 4-32	effects of suction and degree of saturation on effective stress of a beach sand drying from saturation	35
ภาพที่ 4-33	ทดสอบระบบจำลองสามมิติ โครงสร้างอนุภาคดิน	36
ภาพที่ 4-34	ทดสอบระบบจำลองสามมิติการไหลของโครงสร้างอนุภาคดิน (1)	36
ภาพที่ 4-35	ทดสอบระบบจำลองสามมิติการไหลของโครงสร้างอนุภาคดิน (2)	37
ภาพที่ 4-36	แผนผังจำลองการเกิดของอนุภาคดิน	38
ภาพที่ 4-37	แผนผังการทำงานของค่าควบคุมตัวแปรอนุภาคดิน	39
ภาพที่ 4-38	การแมพค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านผาหมีลงในภาพถ่ายดาวเทียม	41
ภาพที่ 4-39	ภาพถ่ายพื้นที่จริงกรณีศึกษาผาหมี	41
ภาพที่ 4-40	การสร้างเส้นชั้นระดับความสูงจากค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่ บ้านผาหมี	42
ภาพที่ 4-41	การสร้างแบบจำลองสามมิติจากเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ บ้านผาหมี	42
ภาพที่ 4-42	การแมพค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านเลาฟูลงในภาพถ่ายดาวเทียม	43
ภาพที่ 4-43	ภาพถ่ายพื้นที่จริงกรณีศึกษานบ้านเลาฟู	44
ภาพที่ 4-44	การสร้างเส้นชั้นระดับความสูงจากค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่ บ้านเลาฟู	44
ภาพที่ 4-45	การสร้างแบบจำลองสามมิติจากเส้นชั้นความสูงของพื้นที่บ้านเลาฟู	45
ภาพที่ 4-46	การแมพค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านสันติคีรีลงใน ภาพถ่ายดาวเทียม	46
ภาพที่ 4-47	ภาพถ่ายพื้นที่จริงกรณีศึกษานบ้านสันติคีรี	46

ภาพที่ 4-48	การสร้างเส้นชั้นระดับความสูงจากค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่ บ้านสันติคีรี	47
ภาพที่ 4-49	การสร้างแบบจำลองสามมิติจากเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ บ้านสันติคีรี	47
ภาพที่ 4-50	สคริปต์ควบคุมการทำงานของอนุภาคดิน	48
ภาพที่ 4-51	ผลลัพธ์ภาพจำลองสามมิติการเกิดดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษา บ้านผาหมี	49
ภาพที่ 4-52	ผลลัพธ์ภาพจำลองสามมิติการเกิดดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษา บ้านเลาฟู	49
ภาพที่ 4-53	ผลลัพธ์ภาพจำลองสามมิติการเกิดดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษา บ้านสันติคีรี	50
ภาพที่ 4-54	ลักษณะของการไหลที่ระดับ 30(1)	51
ภาพที่ 4-55	ลักษณะของการไหลที่ระดับ 30(2)	51
ภาพที่ 4-56	ลักษณะของการไหลที่ระดับ 90(1)	52
ภาพที่ 4-57	ลักษณะของการไหลที่ระดับ 90(2)	52
ภาพที่ 4-58	พื้นที่จำลองบ้านผาหมีก่อนเกิดการเคลื่อนตัวของมวล	53
ภาพที่ 4-59	พื้นที่จำลองบ้านผาหมีหลังเกิดการเคลื่อนตัวของมวลที่ระดับ 30	53
ภาพที่ 4-60	พื้นที่จำลองบ้านผาหมีหลังเกิดการเคลื่อนตัวของมวลที่ระดับ 60	54
ภาพที่ 4-61	พื้นที่จำลองบ้านผาหมีหลังเกิดการเคลื่อนตัวของมวลที่ระดับ 90	54

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 โครงสร้างของดินที่ไม่สามารถรองรับได้ประกอบกับการขาดต้นไม้ที่จะยึดเกาะเกี่ยวโครงสร้างเหล่านี้เข้าด้วยกัน จึงเกิดปัญหาดินถล่มขึ้นมา ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะเกิดขึ้นอย่างรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ ตราบใดที่ปัญหาในเมืองต้นยังไม่ได้รับการแก้ไข และการบุกรุกพื้นที่ป่ายังเกิดขึ้นเรื่อยๆ ผลจากปัญหาดินถล่มได้ส่งผลกระทบไปยังปัญหาอื่นๆ ให้เกิดขึ้นตามมาอีกมากมาย (Earth and Life Studies, 2004) ผลเสียหายของปัญหาดินถล่มประกอบไปด้วยความสูญเสียทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อทั้งทรัพย์สินส่วนบุคคลและสาธารณะ ผลกระทบทางตรงเนื่องจากการทำลายสามารถจำแนกออกได้เป็น 3. การใช้จ่ายในการฟื้นฟูสภาพให้กลับมาเหมือนเดิม การก่อสร้างใหม่ การซ่อมแซมหรือการบำรุงรักษา (Schuster and Fleming, 1986; Schuster, 1996; Schuster and Highland, 2001) ส่วนผลกระทบทางอ้อมสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ 1. ทำให้ราคาของที่ดินและสิ่งทรมทรัพย์มีราคาตกลง 2. สูญเสียรายได้ทางภาษีจากการลดค่าของที่ดินและสิ่งทรมทรัพย์ 3. ผลผลิตทางอุตสาหกรรม เกษตรกรรมและป่าไม้ลดลง รวมทั้งการท่องเที่ยวเนื่องจากผลการเสียหายของพื้นที่ สาธารณูปโภคหรือระบบเส้นทางการคมนาคมขนส่ง 4. ความสูญเสียทางด้านชีวิตทั้งต่อมนุษย์และสัตว์ การบาดเจ็บและปัญหาทางด้านจิตวิทยา 5. การใช้จ่ายในการติดตั้งระบบการวัดและการป้องกัน นอกจากนี้ปัญหาทางสังคมก็เกิดขึ้นตามมาเมื่อไม่มีพื้นที่อยู่อาศัยทำกินก็จะเกิดการอพยพไปสู่ถิ่นอื่นทั้งเข้ามาในเมืองและย้ายไปสู่พื้นที่ป่าแถบอื่น

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาในระดับปานกลางและระยะยาว โดยป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาที่มีความรุนแรงที่เสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อาจได้รับผลกระทบ 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 เพื่อหาปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาดินถล่มในแต่ละพื้นที่ และการกระจายตัวของการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย

1.2.2 เพื่อสร้างแบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริงเครื่องเตือนภัยดินถล่มให้ครอบคลุมพื้นที่ในจังหวัดเชียงราย

1.2.3 เพื่อสร้างระบบความปลอดภัยในพื้นที่ลาดชัน ประกอบด้วยระบบการวัดค่าปัจจัยเสี่ยง ระบบการเชื่อมต่อข้อมูล และระบบแจ้งเตือนภัย

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 พบปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดปัญหาดินถล่มในแต่ละพื้นที่ แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม และการกระจายตัวของปัญหา

1.3.2 แบบจำลองโปรแกรมเสมือนจริงสามมิติแสดงการเกิดแผ่นดินถล่มครอบคลุมพื้นที่ย่อยกรณีศึกษาแต่ละอำเภอในจังหวัดเชียงราย

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 เป็นการวิจัยในเฟสที่หนึ่งของโครงการวิจัย โดยจะดำเนินการศึกษา ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดดินถล่ม โดยการค้นคว้าวิจัยจากพื้นที่ตัวอย่างและข้อมูลปฐมภูมิ จากนั้นจะนำ ข้อมูลที่ได้มาจัดทำแผนที่ภูมิศาสตร์การเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงรายและใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองเสมือนจริงการเกิดดินถล่ม เพื่อทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงเมื่อปัจจัยต่าง ๆ เปลี่ยนไปที่ระดับต่างกัน ท้ายที่สุดก็จะทำการพัฒนาโครงสร้างโปรแกรมเพื่อรองรับการเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ในเฟสต่อไป

ส่วนงานวิจัยในเฟสที่สองจะดำเนินการวิจัยลงในพื้นที่ย่อยในแต่ละเขตอำเภอที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในระดับสูง (ผลจากการวิจัยในเฟสแรก) และทวนสอบแต่ละค่าปัจจัยกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) จากนั้นจึงพัฒนาและสร้างแบบจำลองเสมือนจริงที่เชื่อมกับข้อมูลค่าปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม เพื่อจำลองการเกิดแผ่นดินถล่มในแต่ละพื้นที่ให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัดเชียงราย โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน

และงานวิจัยในเฟสสุดท้ายจะเป็นการสร้างระบบความปลอดภัยในพื้นที่ลาดชัน (ประกอบด้วย ระบบการวัดค่าปัจจัยเสี่ยง ระบบการเชื่อมต่อข้อมูล และระบบแจ้งเตือนภัย) โดยสร้างระบบการวัดค่าปัจจัยเสี่ยงเพื่อติดตั้งในพื้นที่เสี่ยงภัยระดับสูง และสร้างระบบการเชื่อมต่อข้อมูลเข้ากับระบบแจ้งเตือนภัยในพื้นที่ให้กับประชาชน และเชื่อมเข้ากับระบบฐานข้อมูล POC ของจังหวัดเชียงราย จากนั้นจึงนำผลการวิจัยและการพัฒนาที่ได้ไปสู่การสร้างระบบเตือนภัยดินถล่มแบบสามมิติที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่นๆ ได้ต่อไป

1.6 ขอบเขตการวิจัย

ทวนสอบความถูกต้อง แม่นยำของปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาดินถล่มในพื้นที่จังหวัดเชียงราย ในแต่ละเขตพื้นที่เสี่ยงภัยระดับสูงจากผลการวิจัยในระยะที่หนึ่ง โดยสำรวจในพื้นที่จริงและข้อมูลจากฝ่ายป้องกันพลเรือนของจังหวัดเชียงราย และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากนั้นจึงนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลทางสารสนเทศภูมิสารสนเทศและนำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบจำลองเสมือนจริงสามมิติที่สามารถใช้การกำหนดค่าปัจจัยแล้วแสดงผลกระทบที่จะเกิดได้ให้ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยงภัยจังหวัดเชียงรายที่มีผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในพื้นที่ แล้วทำการศึกษาการติดตั้งระบบเตือนภัยในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งระบบการแจ้งเตือนภัยให้ประชาชนและผู้ที่เกี่ยวข้องได้รับทราบ และนำผลการวิจัยที่ได้ไปวางแผนยุทธศาสตร์ร่วมกับทางจังหวัดเชียงราย ในการป้องกันบรรเทาสาธารณภัยต่อไป

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ระหว่าง 1 กุมภาพันธ์ 2552 ถึง 30 มิถุนายน 2553

1.8 นิยามศัพท์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) GIS คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่งเส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วน สัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมาย ใช้งานได้ง่าย (<http://www.gisthai.org>)

1.9 คณะนักวิจัย

หัวหน้าโครงการ

บรรพจน์ โนแก้ว

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

1. น.อ. ดร. ชงชัย 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) ในระยะเริ่มแรกทางทีมวิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมที่มีพื้นฐานการทำงานจาก 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 โดยพืชที่นำมาปลูกต้องมีคุณสมบัติหยั่งรากลึกและมีการยึดเกาะหน้าดินที่ดี ทำให้ปัญหาดินถล่มในประเทศแคนาดาลดน้อยไป

จากกรณีศึกษาหรืองานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าปัญหาดินถล่มเป็นปัญหาสำคัญที่เราไม่ควรมองข้ามและควรทำการป้องกันไว้ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเห็นสมควรที่จะต้องทำการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงเพื่อเป็นการป้องกันอันตรายและความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดเชียงราย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อจำกัดหลักของการประยุกต์ใช้สารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของภัยพิบัติทางธรณีวิทยาคือความสลับซับซ้อนของปรากฏการณ์การเกิดขึ้นของภัยพิบัติ ซึ่งการเกิดภัยพิบัติส่วนใหญ่เป็นผลมาจากปัจจัยหลายๆ ปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกัน ซึ่งบางปัจจัยเราก็คงทราบและกำหนดมันลงในแผนที่ได้ ในขณะที่บางปัจจัยเราทราบแต่ไม่สามารถที่จะรวบรวมมันได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ 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) แต่การเคลื่อนที่ที่มีการจำกัดอยู่เป็นการเคลื่อนของมวลเท่านั้น ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความ

เสี่ยงต่อการเคลื่อนแยกออกจากพื้นที่ที่มีความมั่นคงมากกว่า การเคลื่อนสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือการเลื่อนแบบหมุน และการเลื่อนย้ายแบบเดียวกัน

การเลื่อนแบบหมุน(Rotational slide) เป็นการเคลื่อนที่เกิดจากการแตกออกของพื้นผิวที่มีความโค้งเว้าสูงขึ้นด้านบนและเลื่อนย้ายแบบหมุนขนานไปพื้นผิวดินด้านล่างและหมุนกลับขึ้นมา

การเลื่อนย้ายแบบเดียวกัน(Translational slide) เป็นการเคลื่อนที่มวลของดินถล่มเคลื่อนไปตามพื้นผิวดราบ มีการหมุนเพียงเล็กน้อย

การตก(Falls) เป็นการเคลื่อนที่ของมวลทางธรณีแบบลื่นไถล เช่นก้อนหิน และหินขนาดใหญ่ซึ่งหลุดจากที่ลาดชันมากๆ หรือหน้าผา 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 ไหลไปด้วย และไปขวางกั้นการไหลของน้ำทำให้เกิดการเอ่อล้นท่วมไปตามเส้นทางต่างๆ

Debris avalanche เป็นชนิดการไหลของโคลน ทรายที่เกิดอย่างรวดเร็ว รุนแรง

Earth flow มีรูปร่างลักษณะเหมือนการไหลของทรายในขวดแก้ว วัตถุในที่ลาดชันถูกแรงดันและเคลื่อนที่ออก มีรูปร่างคล้ายอ่างหรือที่ลุ่ม การไหลจะแผ่ยาวออกโดยปกติจะเกิดกับวัตถุที่มีความละเอียดและอยู่ภายใต้สภาวะที่อึดตัวด้วยน้ำ แต่อย่างไรก็ตามการไหลแบบสภาพแห้งก็อาจเกิดขึ้นได้

Mudflow เป็นการไหลของโคลนที่ประกอบไปด้วยวัตถุที่มีน้ำพอเพียงที่จะไหลอย่างรวดเร็วซึ่งปกติอย่างน้อย 50 เปอร์เซ็นต์ประกอบไปด้วยอนุภาคขนาด ทราย ตะกอน ดินเหนียว

Creep เป็นการไหลแบบคงที่ช้าๆ เคลื่อนที่ลงจากที่ลาดชันของวัตถุที่ประกอบด้วยหินหรือดิน สาเหตุของการเคลื่อนที่ที่เกิดจากแรงเครียดแต่มีขนาดไม่มาก

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 ผลที่ได้จากการดำเนินโครงการได้แสดงออกมาในรูปของฐานข้อมูล และแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม อันได้แก่ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม และแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม 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 พื้นที่ที่กรณีศึกษาเพื่อออกแบบและสร้างแบบจำลองเสมือนจริง และการเชื่อมต่อของค่าปัจจัยเสี่ยง กับแบบจำลองเสมือนจริง

3.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ศึกษาการเกิดดินถล่มในพื้นที่จังหวัดเชียงราย จำนวน 16 อำเภอ 2 กิ่งอำเภอ และศึกษาการ สร้างแบบจำลองเสมือนจริงในพื้นที่กรณีศึกษาย่านบ้านผาหมี อำเภอแม่สาย พื้นที่บ้านเลาฟู อำเภอแม่ จัน และบ้านสันติคีรี อำเภอดอยแม่สลอง 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 ชักนำไปเกิดปัญหาดินถล่ม

3.3.5 ออกสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานภาคสนาม

3.3.6 ทำการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปัจจัยเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดภาวะดินถล่มได้

3.3.7 ทำการออกสำรวจพื้นที่ในจังหวัดเชียงรายเพื่อกำหนดเขตพื้นที่เสี่ยงภัยร่วมกับหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ข้อมูลปัจจัยเสี่ยงที่ได้ทำการวิเคราะห์มาแล้ว

3.3.8 ทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่เสี่ยงภัย โดยทำออกมาในรูปของแผนที่ด้วยโปรแกรมภูมิศาสตร์สารสนเทศ และวิเคราะห์เขตพื้นที่เสี่ยงภัย

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 จัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยปัญหาดินถล่มในจังหวัดเชียงราย

3.3.17 จัดฝึกอบรม เผยแพร่ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปใช้งาน

3.3.18 ติดตามผล เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัย

3.3.19 สรุปผลสุดท้าย จัดทำสรุปรายงานการวิจัย และจัดทำเอกสารเผยแพร่ ได้แก่ คู่มือการติดตั้งและการใช้งาน

3.4 โปรแกรม และเทคนิคที่ใช้ในการวิจัย

ใช้โปรแกรม Arc GIS เพื่อการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัย ร่วมกับการใช้เทคนิคทาง Remote Sensing และ Image Processing จากนั้นจึงใช้โปรแกรมการสร้างภาพสามมิติ เช่น CAD, 3D Studio Max และ Real Flow เพื่อสร้างแบบจำลองภาพเสมือนจริงสามมิติ

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

การสร้างแบบจำลองดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษาทั้งหมดกำหนดไว้ 3 พื้นที่ที่เป็นตัวแทน ได้แก่พื้นที่บ้านผาหมี อำเภอแม่สาย พื้นที่บ้านหินลาดใน อำเภอเวียงป่าเป้า และอำเภอดอยแม่สลอง โดยในระยะแรกจะเป็นการวิเคราะห์และออกแบบระบบแบบจำลองในพื้นที่บ้านผาหมีก่อนเพื่อเป็นพัฒนาระบบการทำงานของโปรแกรมต้นแบบ จากนั้นก็นำโมเดลต้นแบบเพื่อจำลองพื้นที่ดินถล่มบ้านเลาฟู อำเภอแม่จัน และบ้านสันติคีรี อำเภอแม่ฟ้าหลวง ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาทั้งหมดได้แก่

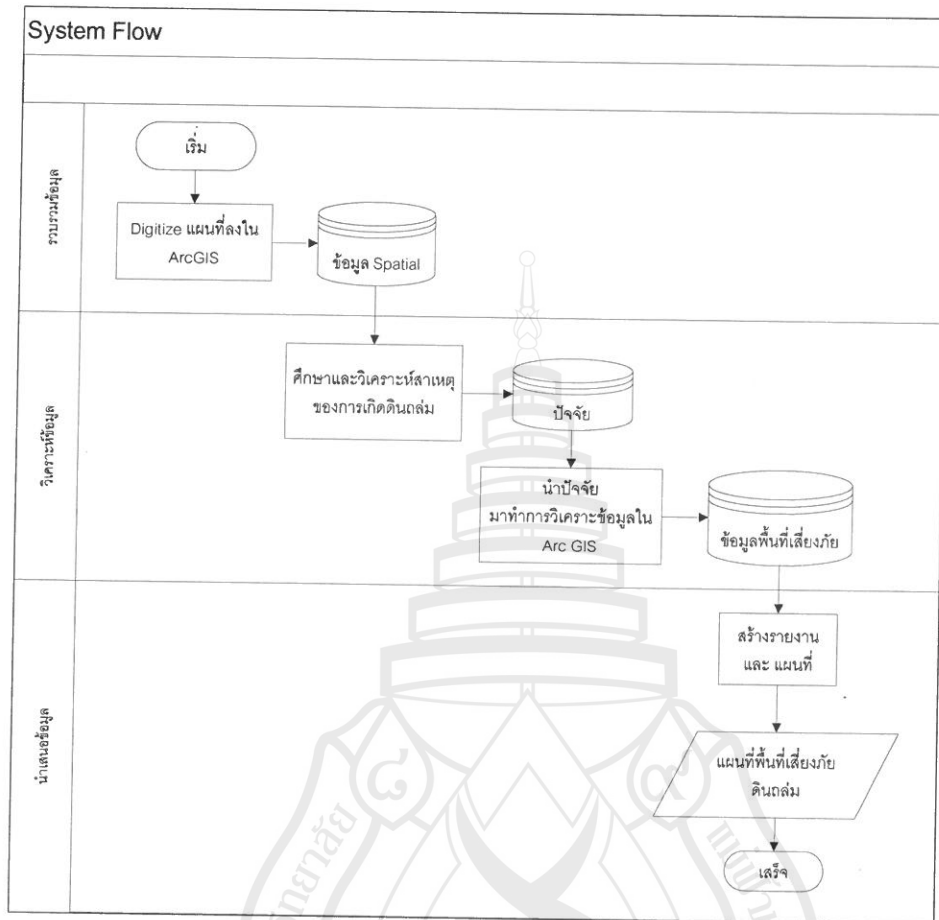
1. การทวนสอบและวิเคราะห์การออกแบบระบบข้อมูล และการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัย
2. การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านปัจจัยในพื้นที่กรณีศึกษาเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติ
3. การวิเคราะห์ และออกแบบระบบแบบจำลองสามมิติดินถล่ม

4.1 การทวนสอบและวิเคราะห์การออกแบบระบบข้อมูลและการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัย

4.1.1 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบข้อมูล (Analysis and Information System Design)

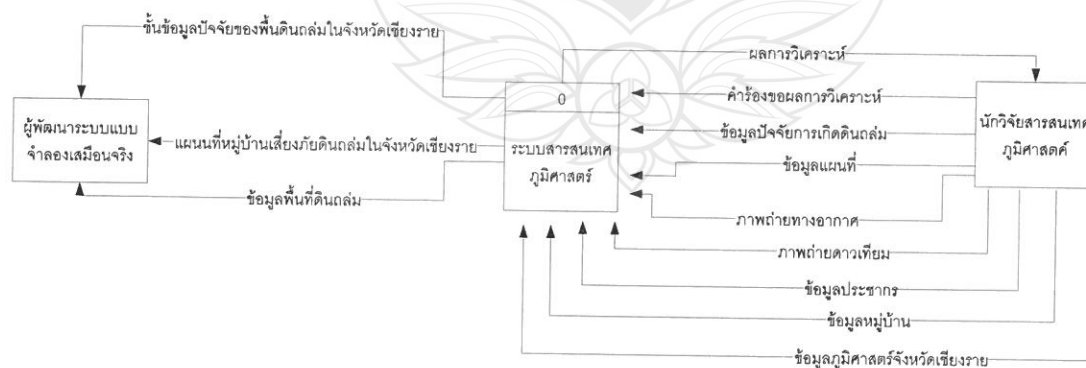
4.1.1.1 การออกแบบแผนผังการไหลของข้อมูล และ การทำงานของระบบ (Design System flow and data flow diagram)

- 1.) แผนผังการทำงานของระบบ (System flow)

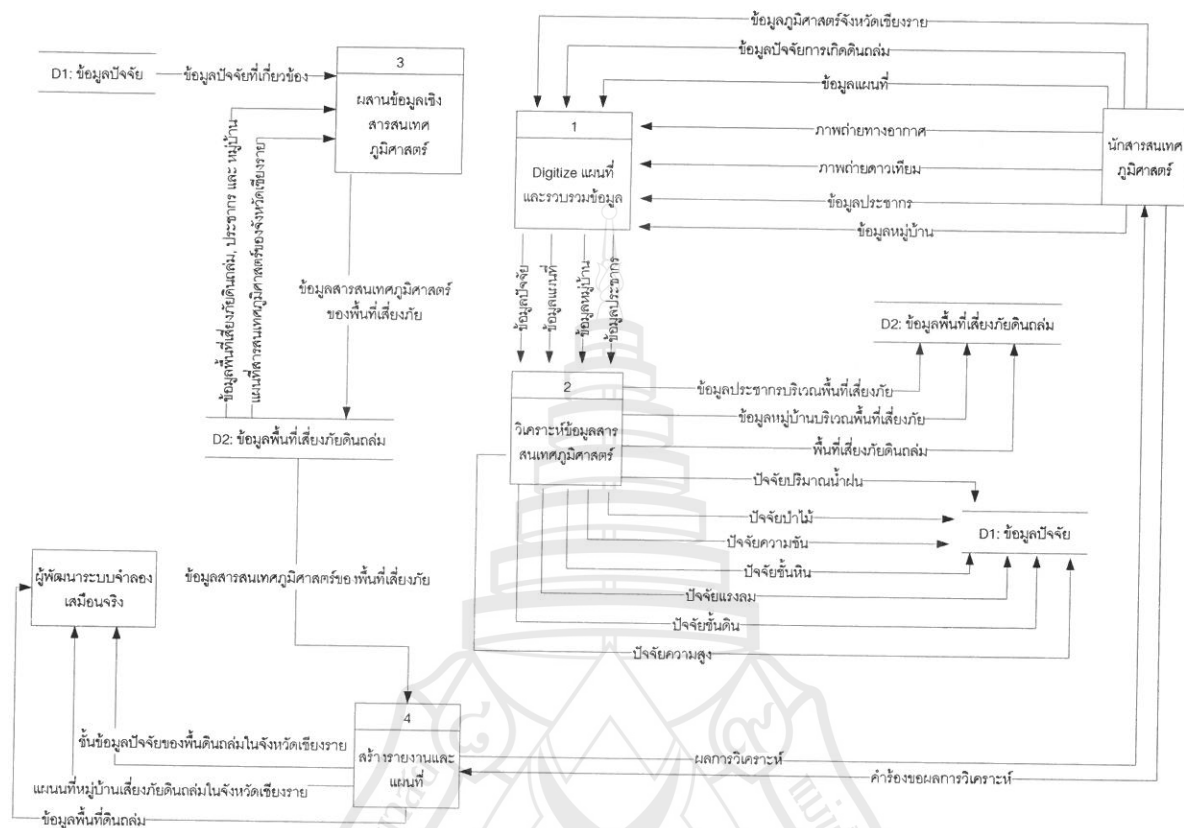


ภาพที่ 4-1 แผนผังการทำงานของระบบ

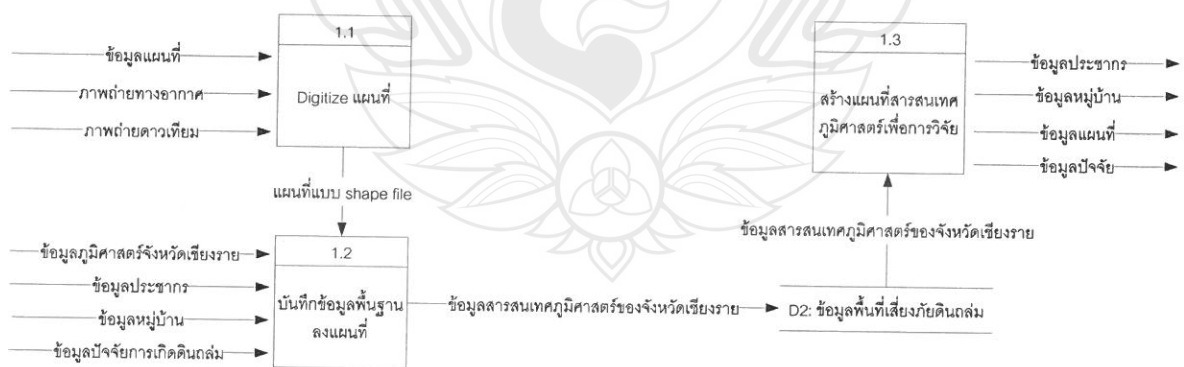
2.) แผนผังการไหลของข้อมูล (Dataflow Diagram)



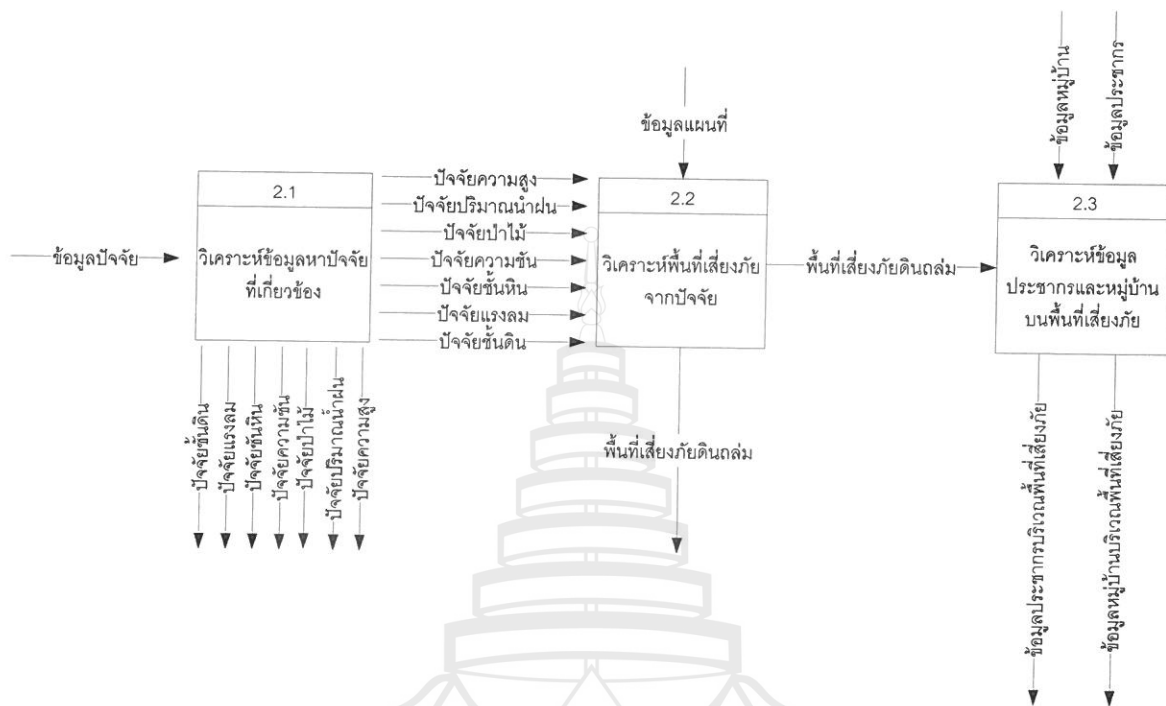
ภาพที่ 4-2 แผนผังระดับ Context Fee



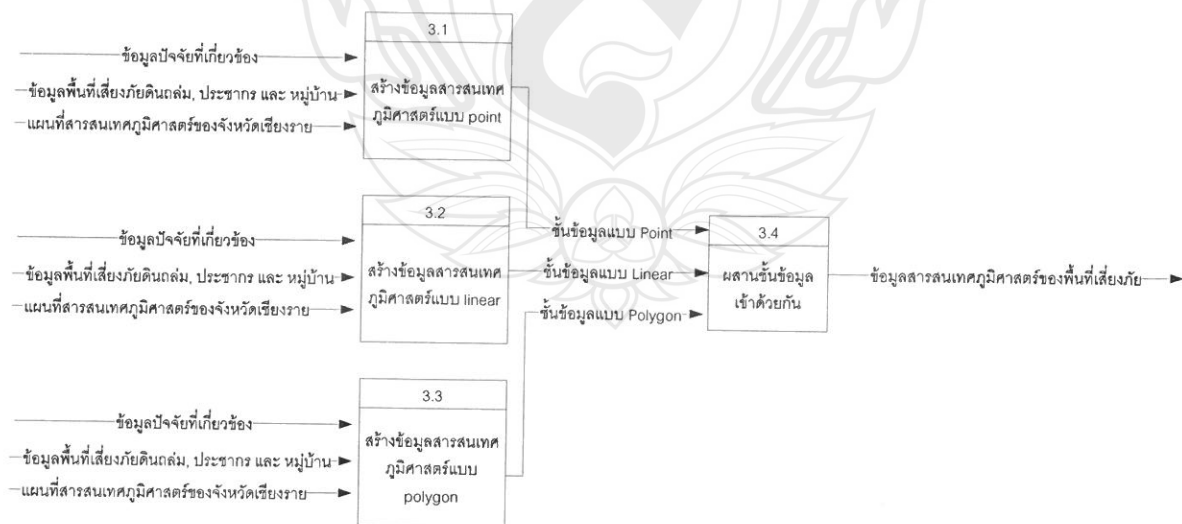
ภาพที่ 4-3 แผนผังระดับ 0



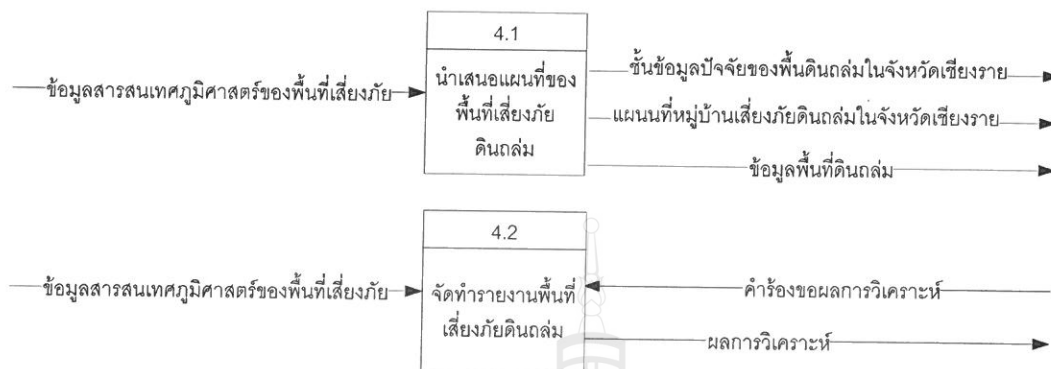
ภาพที่ 4-4 แผนผังระดับ 1 (กระบวนการ 1)



ภาพที่ 4-5 แผนผังระดับ 1 (กระบวนการ 2)



ภาพที่ 4-6 แผนผังระดับ 1 (กระบวนการ 3)



ภาพที่ 4-7 แผนผังระดับ 1 (กระบวนการ 4)

4.1.2 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัย (Analyzing factors to define the risk areas)

การวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยในจังหวัดเชียงราย ใช้การวิเคราะห์โดยกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย โดยมีค่าถ่วงน้ำหนักตั้งแต่ 1-6 ซึ่งจะกำหนดให้ตามความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.2.1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (Rainfall)

ให้ค่าถ่วงปัจจัยเป็น 6 เพราะน้ำฝนเป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้เกิดปัญหาดินถล่มซึ่งสอดคล้องกับการใช้ข้อมูลของกรมทรัพยากรธรณีและงานวิจัยของศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ) โดยได้แบ่งพิกัดออกเป็น 3 ช่วงคือ

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

4.1.2.2 ชั้นหินพื้นฐาน (Rock Unit)

ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 5

4.1.2.3 ความลาดชัน (Slope)

ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 4 เนื่องจากความลาดชันมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและชั้นหินโดยแบ่งค่าเป็น 3 ระดับ คือ

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

4.1.2.4 พื้นที่ป่าไม้ (Forest)

ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 3

4.1.2.5 แนวกันชนจากรอยเลื่อน (Buffer Fault)

ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 2

4.1.2.6 ทิศทางการรับน้ำฝน (Windward)

ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 1

4.1.2.7 ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude)

ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 1

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		2
	17. acid, tuff		1
	18. basic, tuff(intermediate)		1
	19. gravel, sand		1

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

ตารางที่ 4-1 การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและจัดระดับแต่ละค่าปัจจัย

การวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยในการศึกษานี้ใช้การซ้อนทับกันของค่าปัจจัยทั้งหมด โดยใช้สมการเหมือนกับการวิเคราะห์ซึ่งอ้างอิงจาก Zaraba and Menzel (1982) เช่นเดียวกับงานวิจัยของศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ)

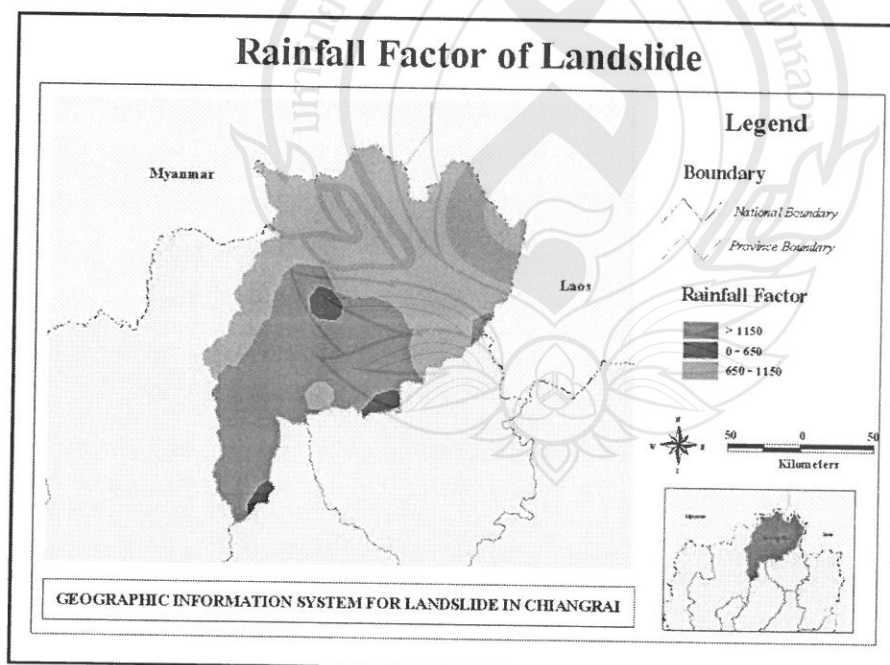
$$Landslide\ Index = \{ (R_p R_w) + (RU_p RU_w) + (S_p S_w) + (F_p F_w) + (BF_p BF_w) + (W_p W_w) \} * (H_p)$$

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

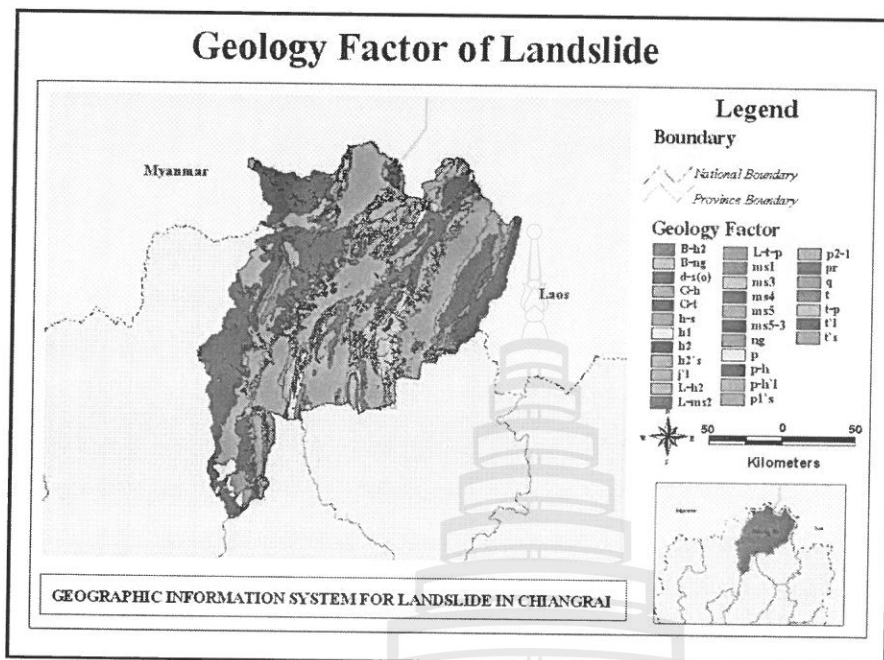
4.1.3 วิเคราะห์หาพื้นที่ภัยโดยใช้ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม (Analyzing the risk area)

ปัจจัยที่มีผลต่อพื้นที่เสี่ยงภัยประกอบด้วยปัจจัยทั้งหมด 7 ตัว ได้แก่

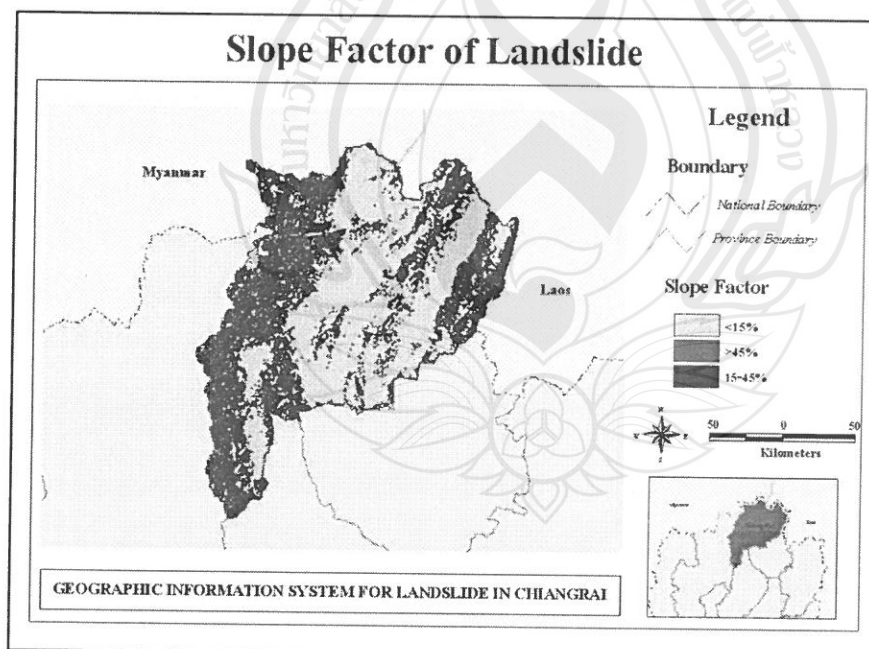
- 1) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (Rainfall)
- 2) ชั้นหินพื้นฐาน (Rock Unit)
- 3) ความลาดชัน (Slope)
- 4) พื้นที่ป่าไม้ (Forest)
- 5) แนวกันชนจากรอยเลื่อน (Buffer Fault)
- 6) ทิศทางการรับน้ำฝน (Windward)
- 7) ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude)



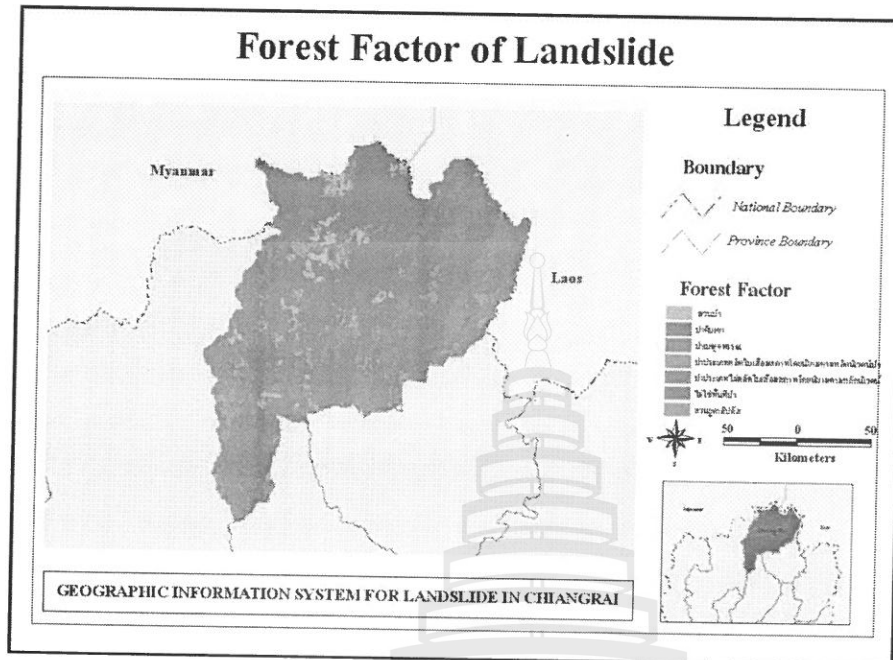
ภาพที่ 4-8 ปัจจัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย



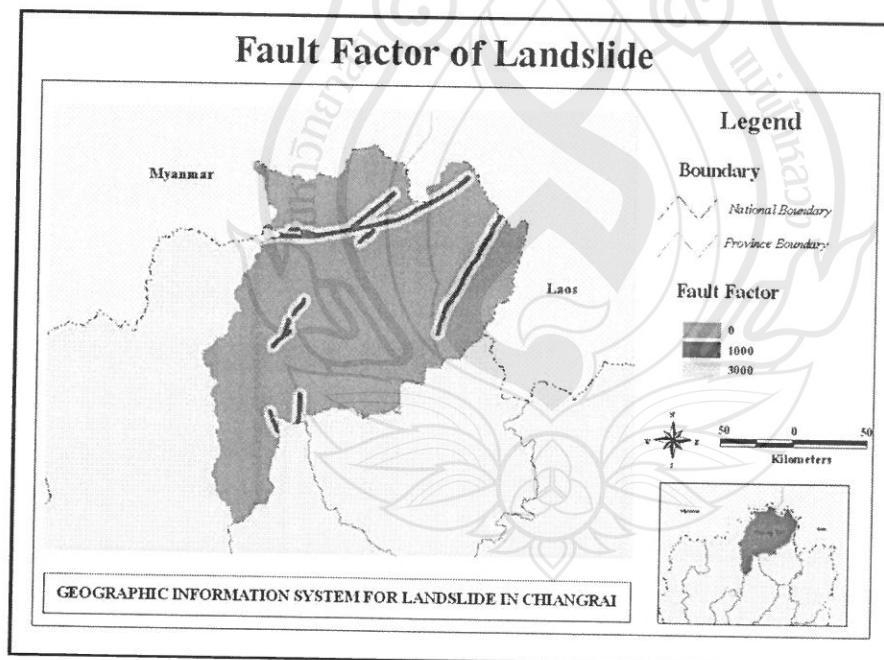
ภาพที่ 4-9 ปัจจัยชั้นหินพื้นฐาน



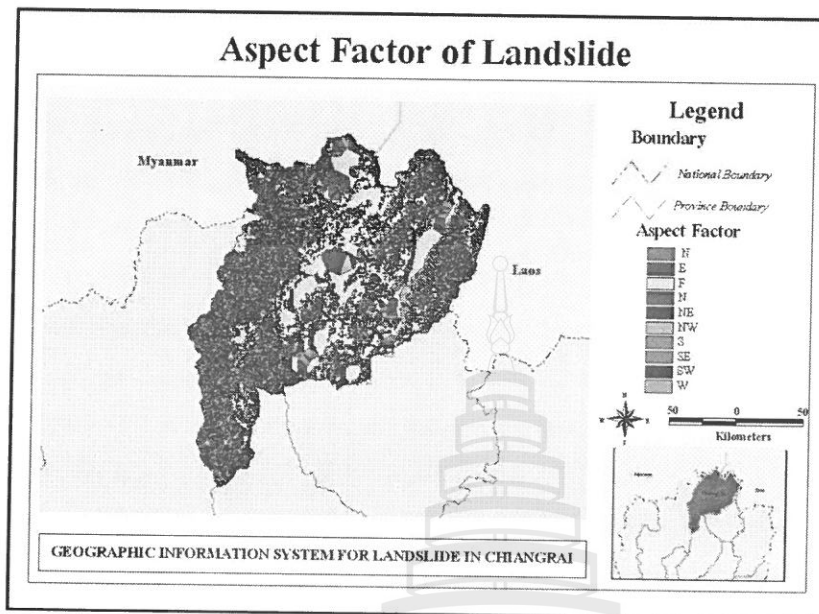
ภาพที่ 4-10 ปัจจัยความลาดชัน



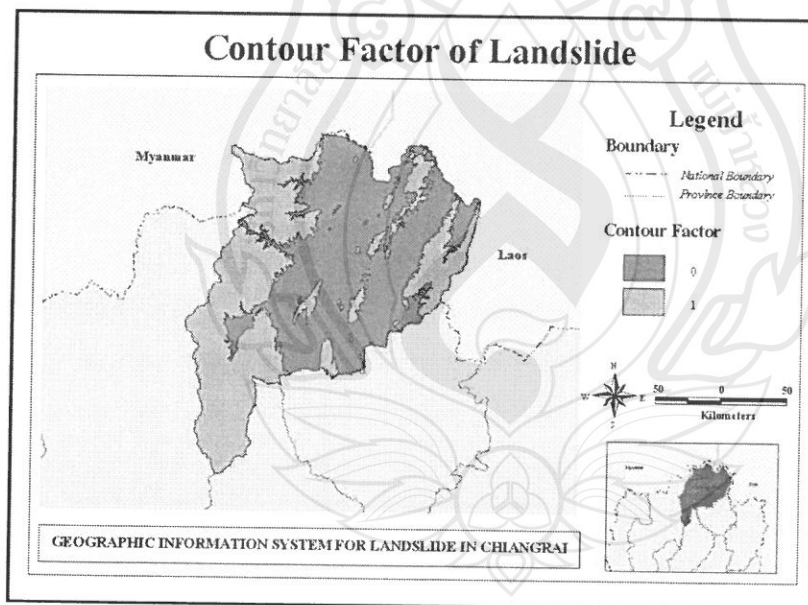
ภาพที่ 4-11 ปัจจัยพื้นที่ป่าไม้



ภาพที่ 4-12 ปัจจัยแนวกันชนจากรอยเลื่อน



ภาพที่ 4-13 ปัจจัยทิศทางการรับน้ำฝน



ภาพที่ 4-14 ปัจจัยระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล

Rai)



ภาพที่ 4-15 ผลรวมของปัจจัยแสดงพื้นที่เสี่ยงภัยทั้งหมดในจังหวัดเชียงราย

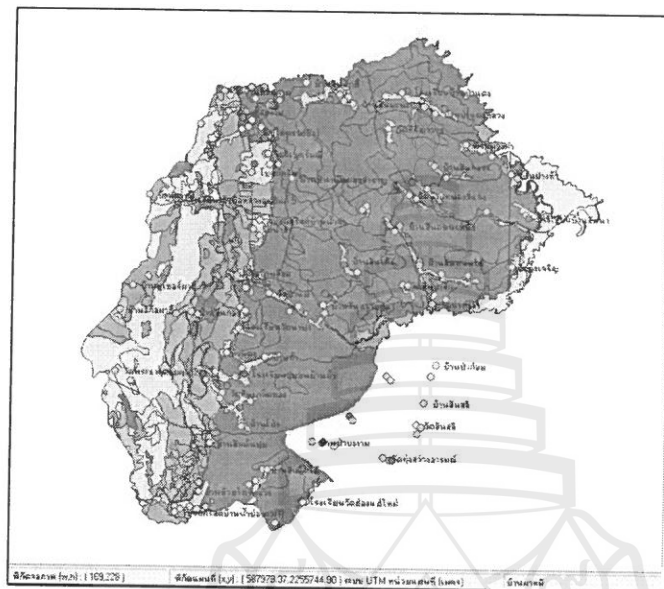


ภาพที่ 4-16 พื้นที่เสี่ยงภัยหมู่บ้านพาทมีกรณีศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านปัจจัยเสี่ยงในพื้นที่กรณีศึกษาเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติ

4.2.1 พื้นที่กรณีศึกษากันผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย

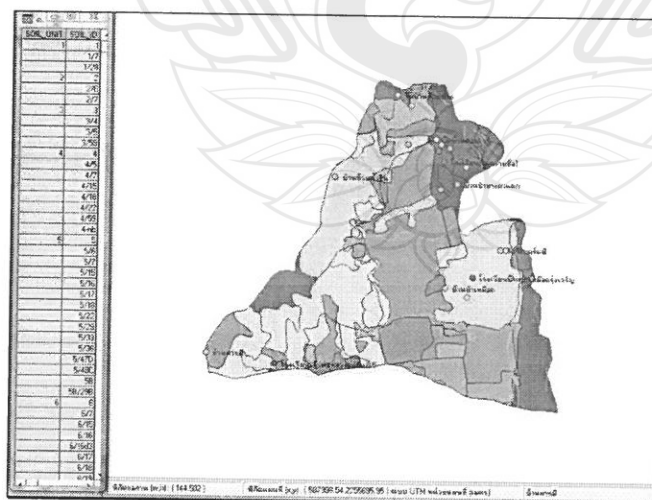
4.2.1.1 ข้อมูลชนิดของดินอำเภอแม่สาย



ภาพที่ 4-17 ชนิดดินอำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

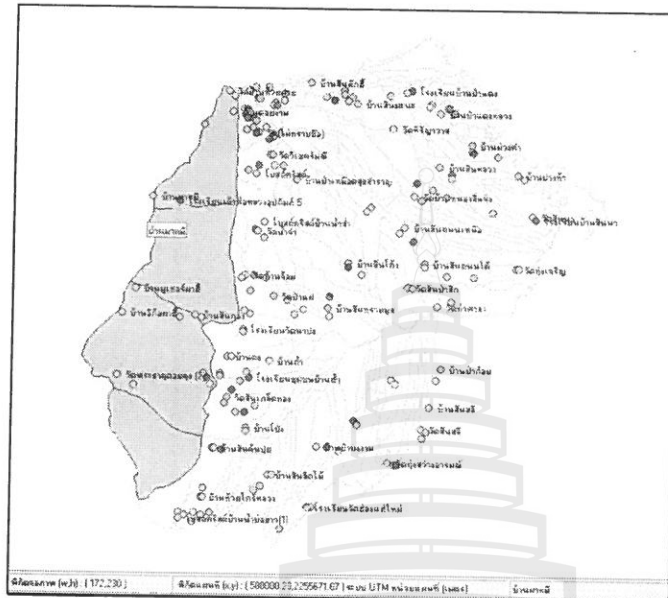
4.2.1.2 ข้อมูลชนิดของดินบ้านผาหมี

หน่วยที่ดินนี้เป็นหน่วยที่ดินที่ 62 เป็นพื้นที่ภูเขาและเทือกเขาที่มีความลาดชันมากกว่า 35% เป็นชุดดิน ที่ลาดชันเชิงซ้อน (SC) Slope complex



ภาพที่ 4-18 ชนิดดินหมู่บ้านผาหมีกรณีศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย

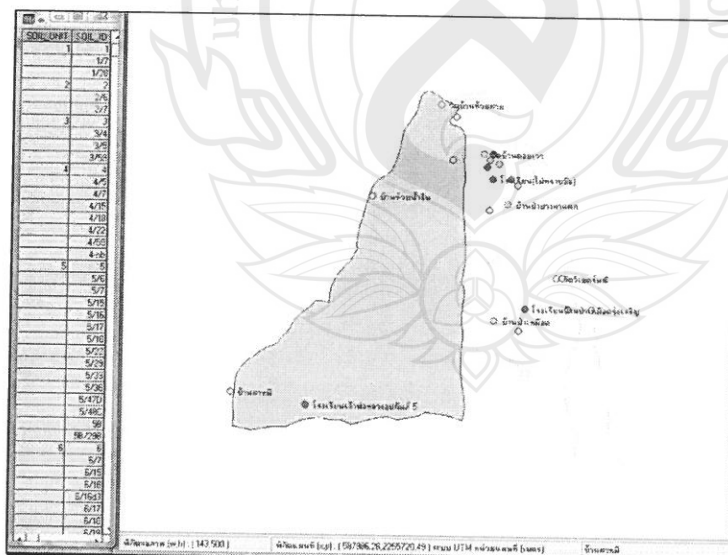
4.2.1.3 ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้อำเภอแม่สาย



ภาพที่ 4-19 พื้นที่ป่าไม้อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

4.2.1.4 ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้บ้านผาหมี่

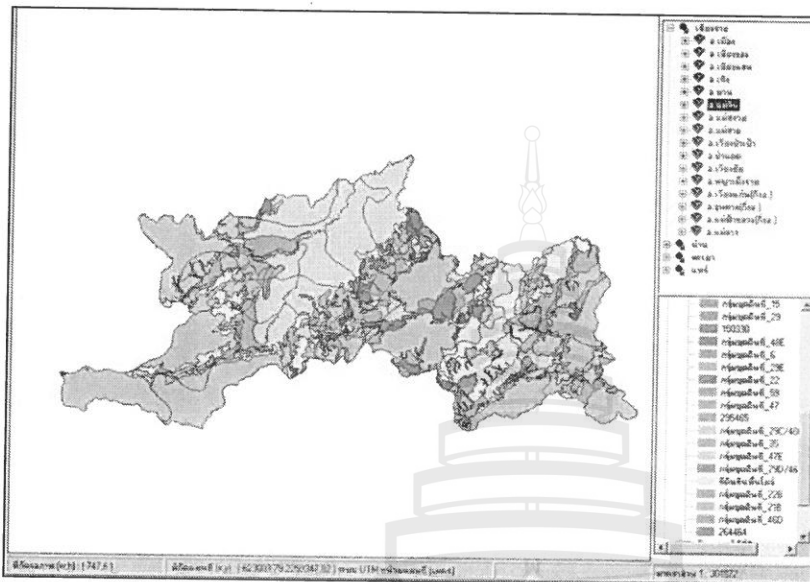
เป็นป่าที่เรียกว่าป่าดอยนางนอน แต่เดิมเป็นป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังหรือป่าดงดิบชื้น ปัจจุบันมีการทำไร่กลายเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม สวนไม้ผล พืชไร่



ภาพที่ 4-20 พื้นที่ป่าหมูบ้านผาหมี่กรณีศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย

4.2.2 พื้นที่กรณศึกษาบ้านเลาฟู ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน

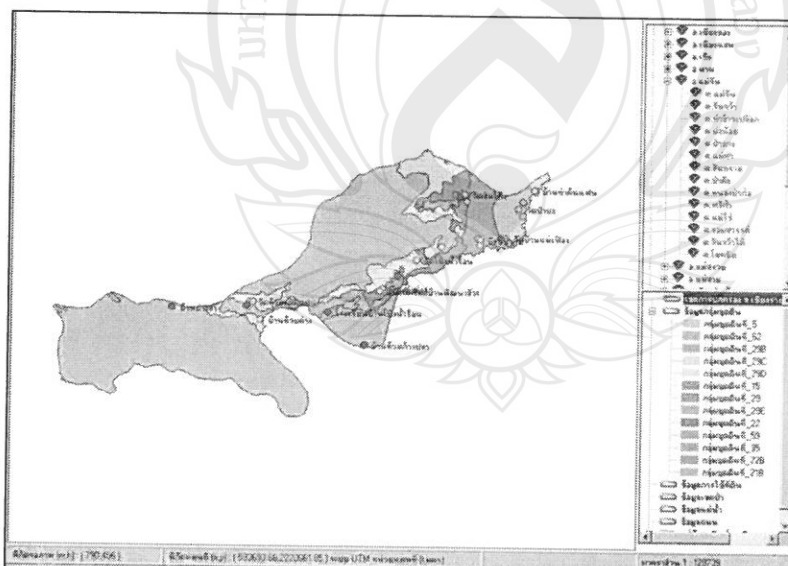
4.2.2.1 ข้อมูลชนิดของดินอำเภอแม่จัน



ภาพที่ 4-21 ชนิดดินอำเภอแม่จัน เชียงราย

4.2.2.2 ข้อมูลชนิดของดินบ้านเลาฟู

ดินส่วนใหญ่เป็นกลุ่มชุดดินในเขตภูเขาสูง มีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มมาก



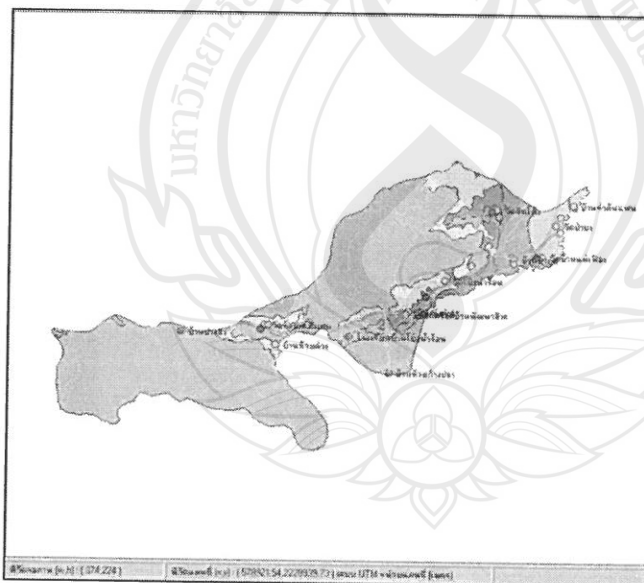
ภาพที่ 4-22 ชนิดดินหมู่บ้านเลาฟูกรณีศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย

4.2.2.3 ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้อำเภอแม่จัน



ภาพที่ 4-23 พื้นที่ป่าไม้อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

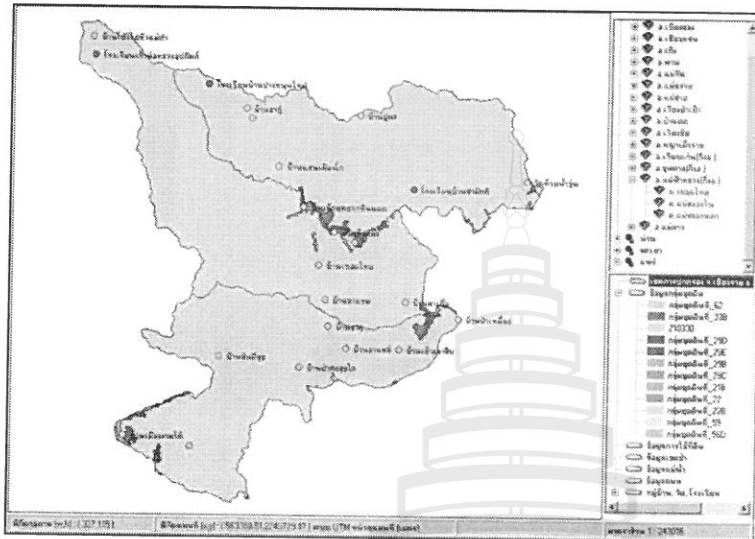
4.2.2.4 ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้บ้านเลาฟู



ภาพที่ 4-24 พื้นที่ป่าหมู่บ้านเลาฟูกรณีศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย

4.2.3 พื้นที่กรณีศึกษาบ้านสันติคีรี ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง

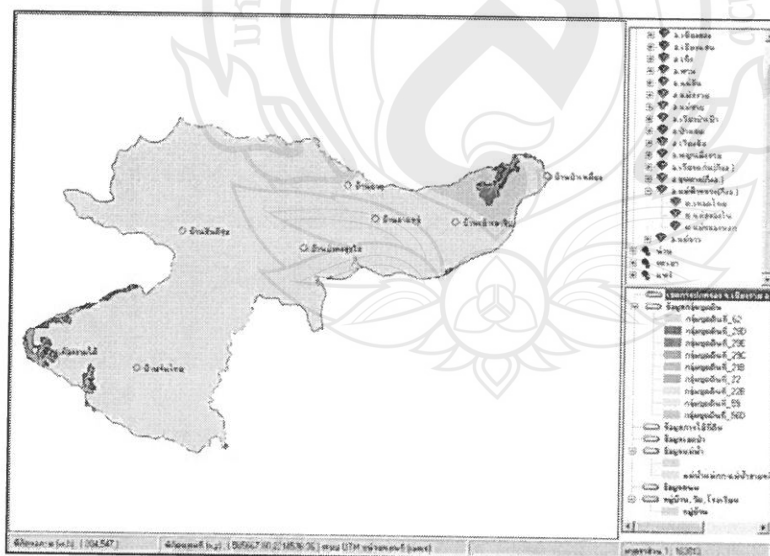
4.2.3.1 ข้อมูลชนิดของดินอำเภอแม่ฟ้าหลวง



ภาพที่ 4-25 ชนิดดินอำเภอแม่ฟ้าหลวง เชียงราย

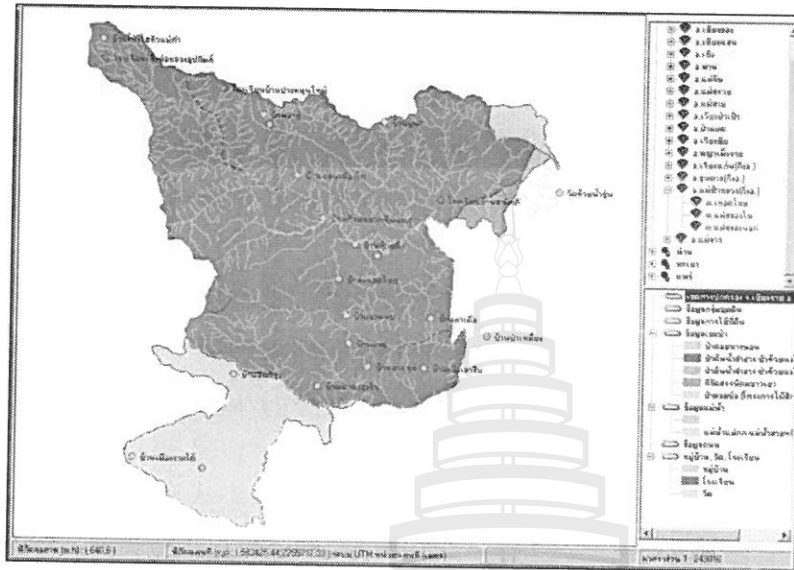
4.2.3.2 ข้อมูลชนิดของดินบ้านสันติคีรี

หน่วยที่ดินนี้เป็นหน่วยที่ดินที่ 62 เป็นพื้นที่ภูเขาและเทือกเขาที่มีความลาดชันมากกว่า 35% เป็นชุดดิน ที่ลาดชันเชิงซ้อน (SC) Slope complex



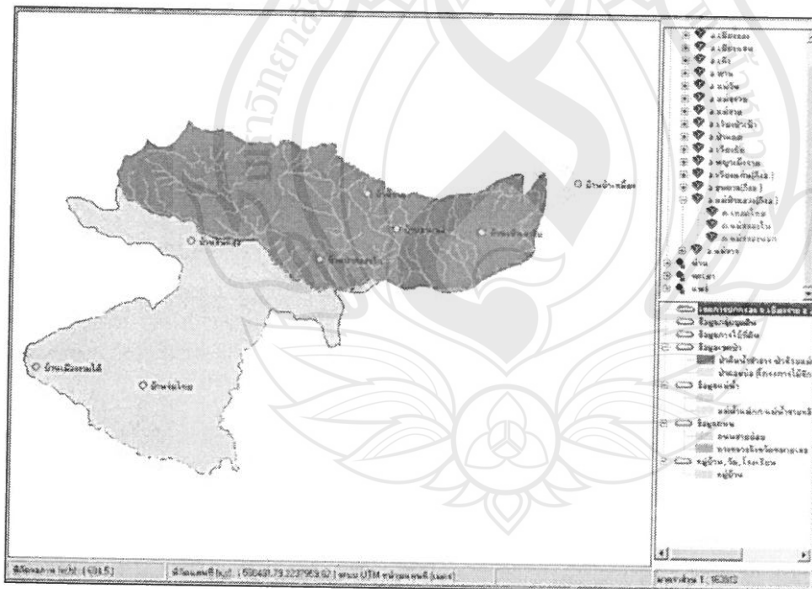
ภาพที่ 4-26 ชนิดดินหมู่บ้านสันติคีรี กรณีศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย

4.2.3.3 ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้อำเภอแม่ฟ้าหลวง



ภาพที่ 4-27 พื้นที่ป่าไม้อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย

4.2.3.4 ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้บ้านสันติคีรี



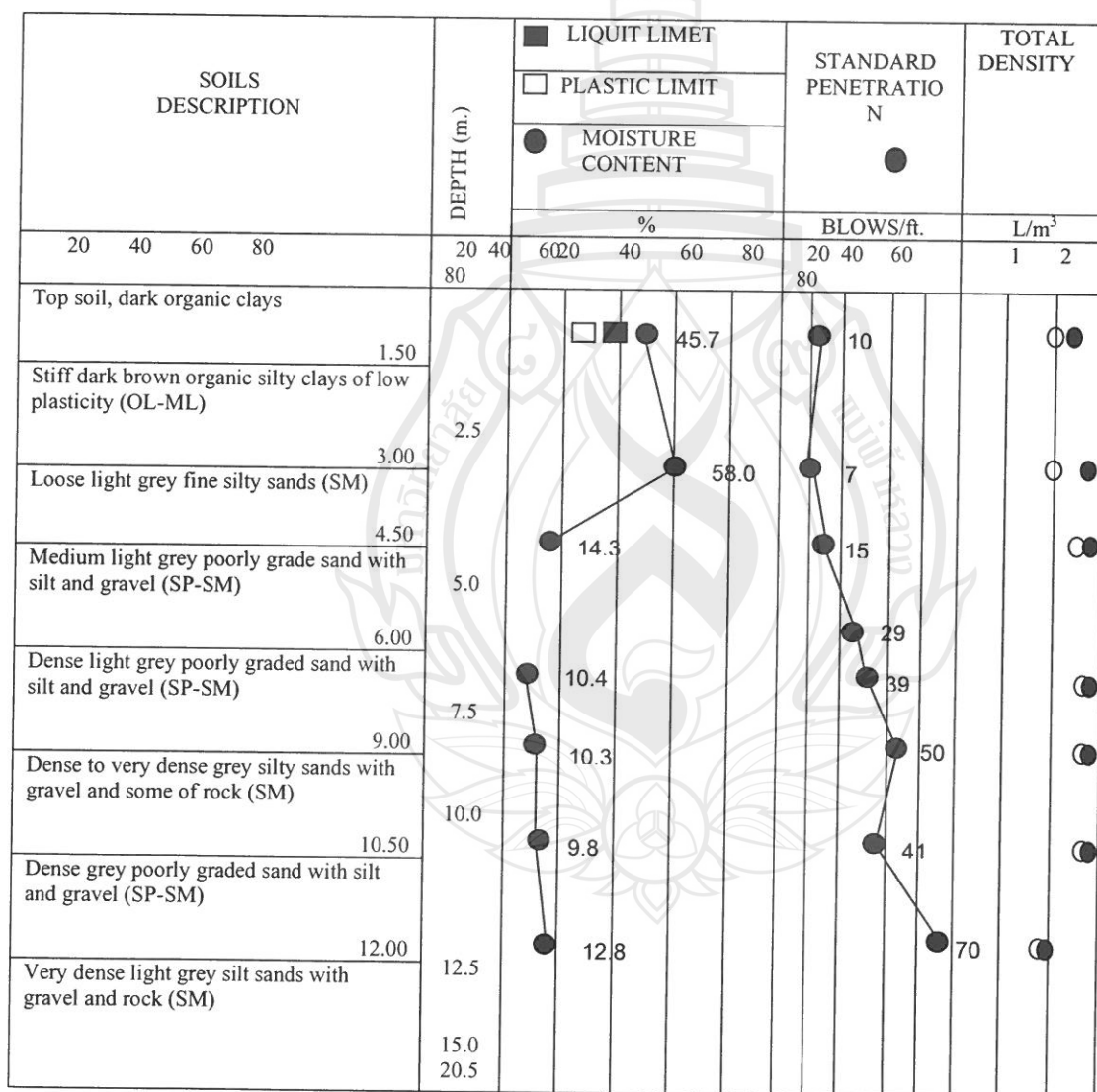
ภาพที่ 4-28 พื้นที่ป่าหุบบ้านสันติคีรี กรณีศึกษาการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย

4.3 การวิเคราะห์ และออกแบบระบบแบบจำลองสามมิติดินถล่ม (Analysis and 3-dimensional simulation System Design)

4.3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างของอนุภาคดิน (soil particle analysis)

4.3.1.1 คุณสมบัติของดิน

ข้อมูลลักษณะของโครงสร้างดิน จากการ Boring ที่ระยะความลึก 20.5 เมตรจากผิวดิน แสดงลักษณะชั้นของดินที่ระยะ 1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 9.0, 10.5, 12 จนถึง 20.5 เมตร ความชื้นในดิน การซึมผ่าน และความหนาแน่น (ตาราง 4.1)



กรมโยธาธิการและผังเมือง

ตารางที่ 4-2 ข้อมูลคุณสมบัติของดิน (1)

ข้อมูลคุณลักษณะของดินจากหลุมเจาะ แสดงระดับน้ำในดิน และขนาดเม็ดดิน

DEPTH (m.)		GROUP SYMBOL	MC. %	UNI WEIGHT L/m. ³		SPT Blows/ft	GRAIN SIZE (% Finer)	
FROM	TO			γ_t	γ_d		No.4	No.200
0.00	1.50							
1.50	1.95	OL-ML	45.72	1.45	1.00	10	-	-
3.00	3.45	SM	58.01	1.84	1.16	7	100.00	16.99
4.50	4.95	SP-SM	14.25	1.98	1.73	15	83.53	5.61
6.00	6.45					29		
7.50	7.95	SP-SM	10.35	1.86	1.69	39	72.74	11.28
9.00	9.45	SM	10.34	1.92	1.74	50	55.45	12.97
10.50	10.95	SP-SM	9.83	1.96	1.78	41	76.93	11.01
12.00	12.45	SM	12.77	1.88	1.67	70	76.60	22.30
END OF BORING								

กรมโยธาธิการและผังเมือง

ตารางที่ 4-3 ข้อมูลคุณลักษณะของดิน (2)

4.3.1.2 การศึกษาลักษณะทางฟิสิกส์ของดิน (Soil physics)

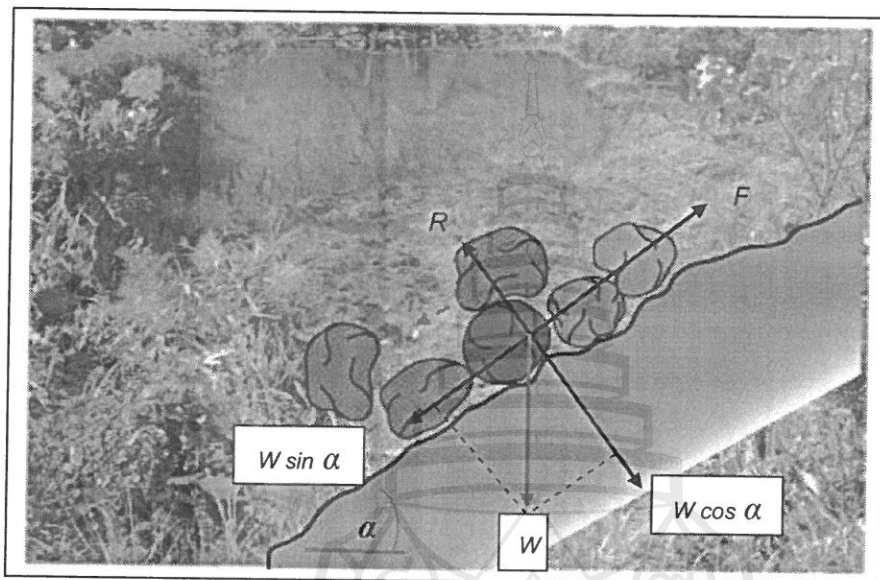
(1.1) ความแข็งแรงและลักษณะของอนุภาคดิน (strength and characteristic of soil particles)

พื้นที่ที่มีลักษณะของความสูงชันมากซึ่งทำให้เกิดความลาดชันแตกต่างกันไป จะทำให้เกิดความไม่มั่นคงของพื้นผิวทำให้เกิดการลื่นไถลลงมาเป็นสาเหตุของดินถล่ม



ภาพที่ 4-29 ความสูงชันพื้นที่และลักษณะอนุภาคดินที่เกิดดินถล่ม

ในพื้นที่ผิวเหล่านี้ถ้าคุณลักษณะของดินที่ผสมรวมกันจะประกอบไปด้วยอนุภาคดินเหนียว (clay) อนุภาคดินทราย (sand) อนุภาคดินทรายแป้ง (silt) ซึ่งเมื่อพิจารณาแรงที่เกิดขึ้นในการไหลของอนุภาคดินจะได้สมการดังนี้



ภาพที่ 4-30 ความสูงชันพื้นที่และลักษณะอนุภาคดินที่เกิดดินถล่มบ้านพหมี

$$\mu = Fc/R \dots\dots\dots (1)$$

$$\mu = Fc/R = W \sin \theta / W \cos \theta \dots\dots\dots (2)$$

$$= \tan \theta \dots\dots\dots (3)$$

หรือ

$$Fc = R \tan \theta = \mu R \dots\dots\dots (4)$$

W = particle of sand weight

F = frictional force between sand particle and plane surface

θ = critical angle

μ = the static coefficient of friction

Fc = critical limit value of F

เมื่อค่ามุมของความชันมาก (α) จะทำให้เป็นการเพิ่มขึ้นของค่าวิกฤตการเคลื่อนที่ของอนุภาค (ดินถล่ม) ซึ่งผลพบว่าใน ดินทราย (sands) $\alpha = 27 - 40^\circ$, $\mu = 0.5 - 0.8$

ซึ่งผลพบว่าใน ดินทราย (sands) $\phi = 27 - 40\%$, $\mu = 0.5 - 0.8$

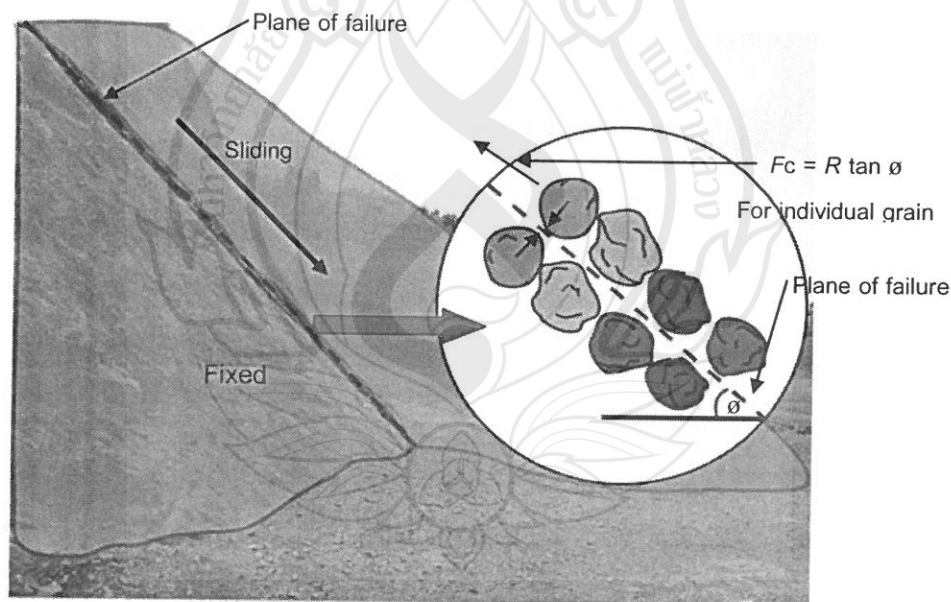
อนุภาคหยาบที่ไม่เกาะกัน เช่น กรวด (gravel) ขนาด $> 2 \text{ mm}$, $\phi = 40 - 50\%$, $\mu = 0.8 - 1.2$

ค่า ϕ ของอนุภาคดินยังแปรเปลี่ยนโดยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของดิน (composition) ปริมาณของน้ำ (water content) และแรงกดทับที่มีมาก่อนหน้า (prior stress) โดยปกติการเกิดดินถล่มจะเกิดในบริเวณดินชั้นบน (upper mobile layer) ที่มีพื้นที่ผิวชั้นล่างที่ไม่เคลื่อนที่ (immobile base material)

ในพื้นที่อื่นๆ ที่จำนวนของอนุภาค (grains) สัมผัสกับพื้นผิวอื่นๆ ค่า n สามารถใช้ค่าเฉลี่ยได้โดยใช้สมการ

$$F_c = R \tan \phi = \mu R$$

ในบางครั้ง ค่า ϕ เรียกว่าเป็นมุมภายในของแรงต้านเฉือน (angle of internal shearing resistance) หรือแรงเสียดทาน ซึ่งค่าเหล่านี้จะทำให้เพิ่มความแข็งแรงมากขึ้นของอนุภาค ทำให้ความสามารถการยึดกันมากขึ้น ที่มาของค่าแรงเหล่านี้สามารถสังเกตได้ในดินที่มีปริมาณเนื้อดินเหนียวสูงๆ หรือในหิน



ภาพที่ 4-31 พื้นที่ดินถล่มดอยแม่สลอง

4.3.1.3 ผลกระทบของปริมาณน้ำต่อแรงกระทำอนุภาคดิน

เมื่อฝนตกในพื้นที่เสี่ยงทำให้อนุภาคของน้ำเข้าไปเกาะยึดระหว่างอนุภาคของดิน ทำให้เกิดแรงยึดระหว่างอนุภาคดินเกิดขึ้นดังสมการ (7) การดึงดูดทำให้อนุภาคของดินสัมผัสซึ่งกันและกัน ลักษณะคล้ายกาวอ่อนๆ ทำให้เกิดการเพิ่มแรงดึงดูดระหว่างอนุภาค (cohesive strength)

$$J_s = pgh = 2tT/r \dots\dots\dots (7)$$

น้ำที่เข้าไปจะแทรกแทนที่ช่องว่างของอากาศระหว่างอนุภาคดิน (เกิดดึงดูดกันหรือมีค่าแรงดันที่น้อยกว่าบรรยากาศด้านนอก) และทำให้พื้นที่ของช่องว่างเกิดการอึดตัว ค่าแรงประสิทธิผล (effective stress) σ_e ในทุกระดับความลึกจะมีค่ามากกว่าความเครียดปกติ (σ) ดังนั้น

$$\sigma_e = \sigma + J_s \dots\dots\dots (8)$$

การเพิ่มขึ้นของค่าแรงดึงประสิทธิผล (effectiveness of suction) ค่าแรงเครียดก็จะลดลง จากปัจจัยที่สัมพันธ์กับค่าความอึดตัวของอนุภาคดิน(x) ซึ่งในดินทรายจะมีค่าเหมือนกับปริมาณของน้ำ ดังนั้นสมการจึงได้ปรับค่าเป็น

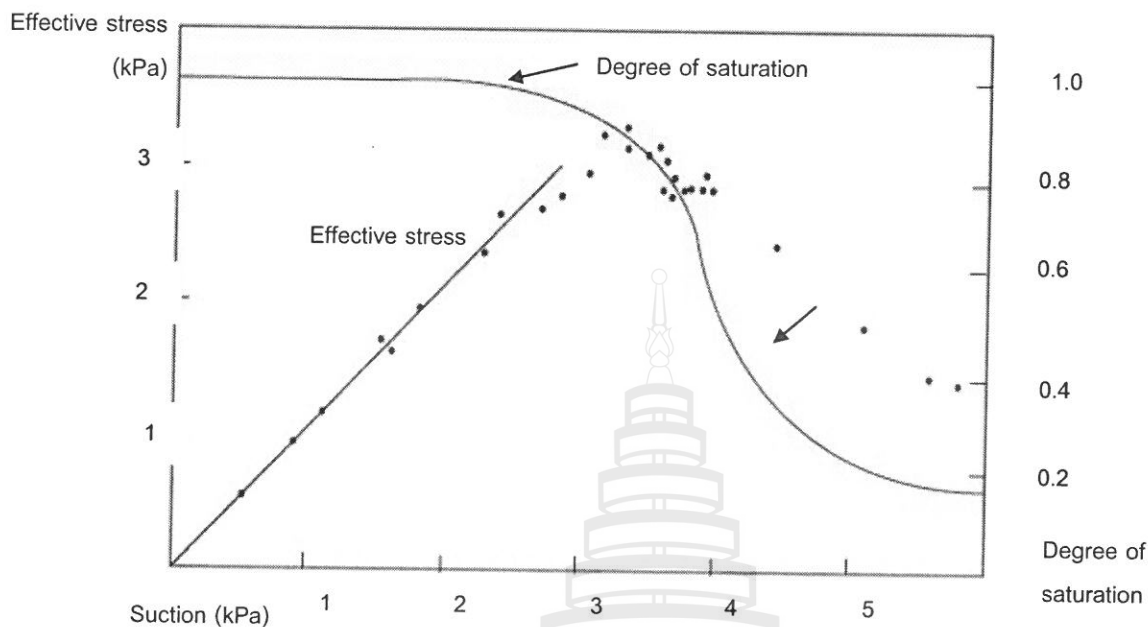
$$\sigma_e = \sigma + xJ_s \dots\dots\dots (8)$$

เมื่อ $0 \leq x \leq 1$, $x = 1$ เมื่อภาวะอึดตัว และ $x = 0$ เมื่อสภาพดินทรายแห้ง

σ = normal stress at depth Z

σ_e = effective stress

J_s = soil water suction



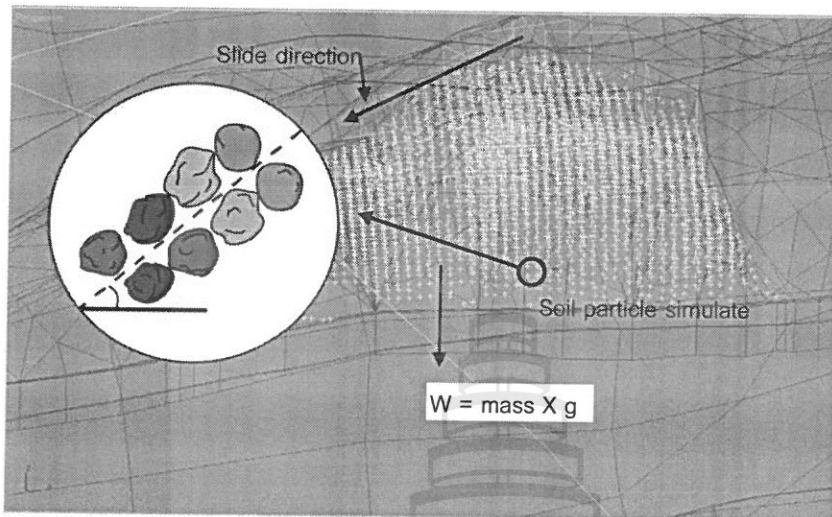
ภาพที่ 4-32 effects of suction and degree of saturation on effective stress of a beach sand drying from saturation (From Marshall, Holmes and Rose (1996))

เมื่อค่าองศาของการอิ่มตัวต่ำกว่า 0.6 การเพิ่มขึ้นของค่า effective stress จะใกล้เคียงกับค่าแรงดูด (suction) จากสมการที่ (8) อย่างไรก็ตามเมื่อค่า α ลดลง ค่า J_s จะเพิ่มขึ้น และค่า ρ ลดลง ดังค่าแรงดึงของดิน

4.3.1.4 ระบบจำลองสามมิติโครงสร้างอนุภาคดิน

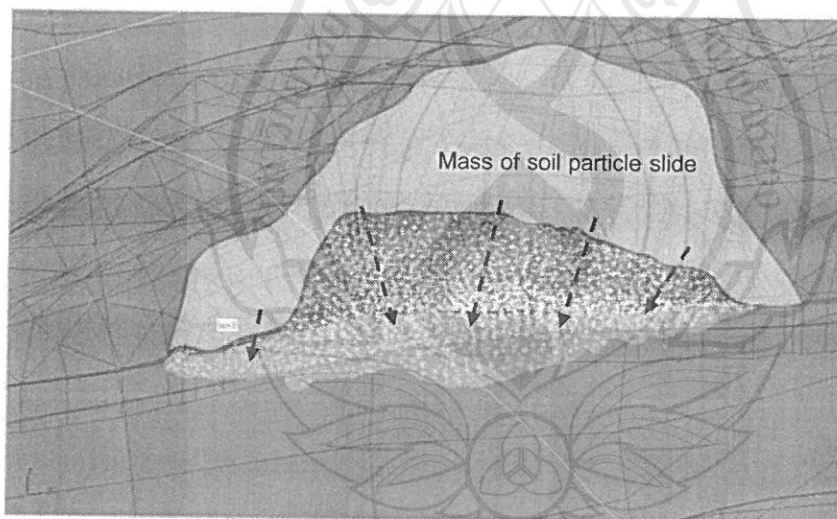
กระบวนการก่อนที่จะนำไปสู่การสร้างแบบจำลองนั้น การพิจารณาศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน (soil physics) ทั้งชนิดที่มองเห็นได้และสัมผัสได้ เช่น เนื้อดิน (soil texture) และโครงสร้างดิน (soil structure) และสมบัติอื่นๆที่นำไปสู่ การศึกษาเรื่องความแข็งแรง (strength) และลักษณะพฤติกรรมของอนุภาคดิน (soil particle) ผลกระทบของปริมาณน้ำ (water content) ต่อความแข็งแรงของดิน (soil strength) อาทิ ความหนาแน่นรวม (bulk density) ความพรุน (porosity) ความมั่นคงของเม็ดดิน (soil aggregate stability) อัตราการซึมผ่าน (infiltration rate) ความสามารถอุ้มน้ำ (water holding capacity) และความลึกของดิน (soil depth) โดยศึกษาจากปัจจัยเสี่ยงที่มีผลกระทบร่วมต่อดินถล่มจากการศึกษาในระยะแรก ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (Rainfall) ชั้นหินพื้นฐาน (Rock Unit) ความลาดชัน (Slope) พื้นที่ป่าไม้ (Forest) แนวกันชนจากรอยเลื่อน (Buffer Fault) ทิศทางการรับน้ำฝน (Windward) และระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude)

4.3.1.3.1 การศึกษาลักษณะระบบจำลองสามมิติโครงสร้างทางฟิสิกส์ของอนุภาคดินถล่ม (particle slide)



ภาพที่ 4-33 ทดสอบระบบจำลองสามมิติโครงสร้างอนุภาคดิน

4.3.1.3.2 ระบบจำลองสามมิติการไหลของโครงสร้างอนุภาคดิน



ภาพที่ 4-34 ทดสอบระบบจำลองสามมิติการไหลของโครงสร้างอนุภาคดิน(1)

(1) ค่าความแข็งแรงของอนุภาคดิน (soil strength)

ในพื้นที่ที่อนุภาคของดินมีจำนวน n จะได้

$$n F_c/A = (nR/A) \tan \phi$$

หรือ $S = Q \tan \phi \dots\dots\dots (5)$

F = shearing force

A = area of surface

A = area of surface

R = normal reaction

Q = normal stress in overburden pressure

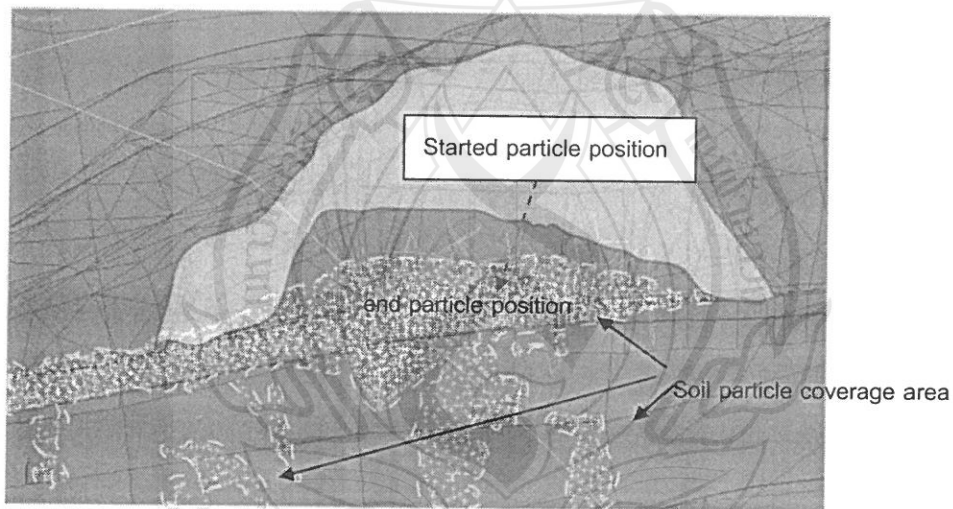
(2) ค่าแรงดึงระหว่างอนุภาคดิน (cohesive strength)

จากสมการของ Coulomb's law

$$S = C + Q \tan \phi \dots\dots\dots (6)$$

C = cohesive strength

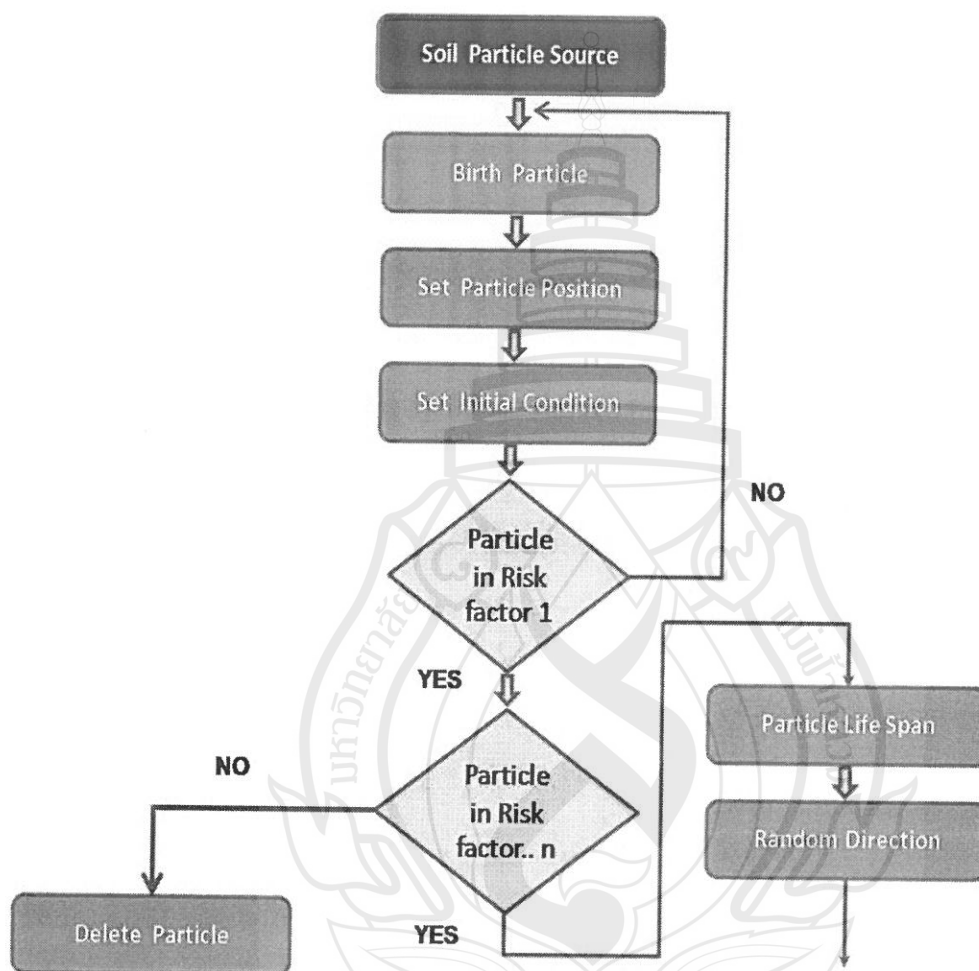
ค่าแรงดึง cohesive (C) และมุมเสียดทาน ϕ (friction angle) ขึ้นอยู่กับค่าของปริมาณน้ำในดิน ในกรณีที่อนุภาคดินเหนียวหรืออนุภาคดินทรายเป็นส่วนประกอบ ค่า C และ ϕ ลดลงเนื่องจากปริมาณน้ำในดินที่มีมากขึ้น



ภาพที่ 4-35 ทดสอบระบบจำลองสามมิติการไหลของโครงสร้างอนุภาคดิน(2)

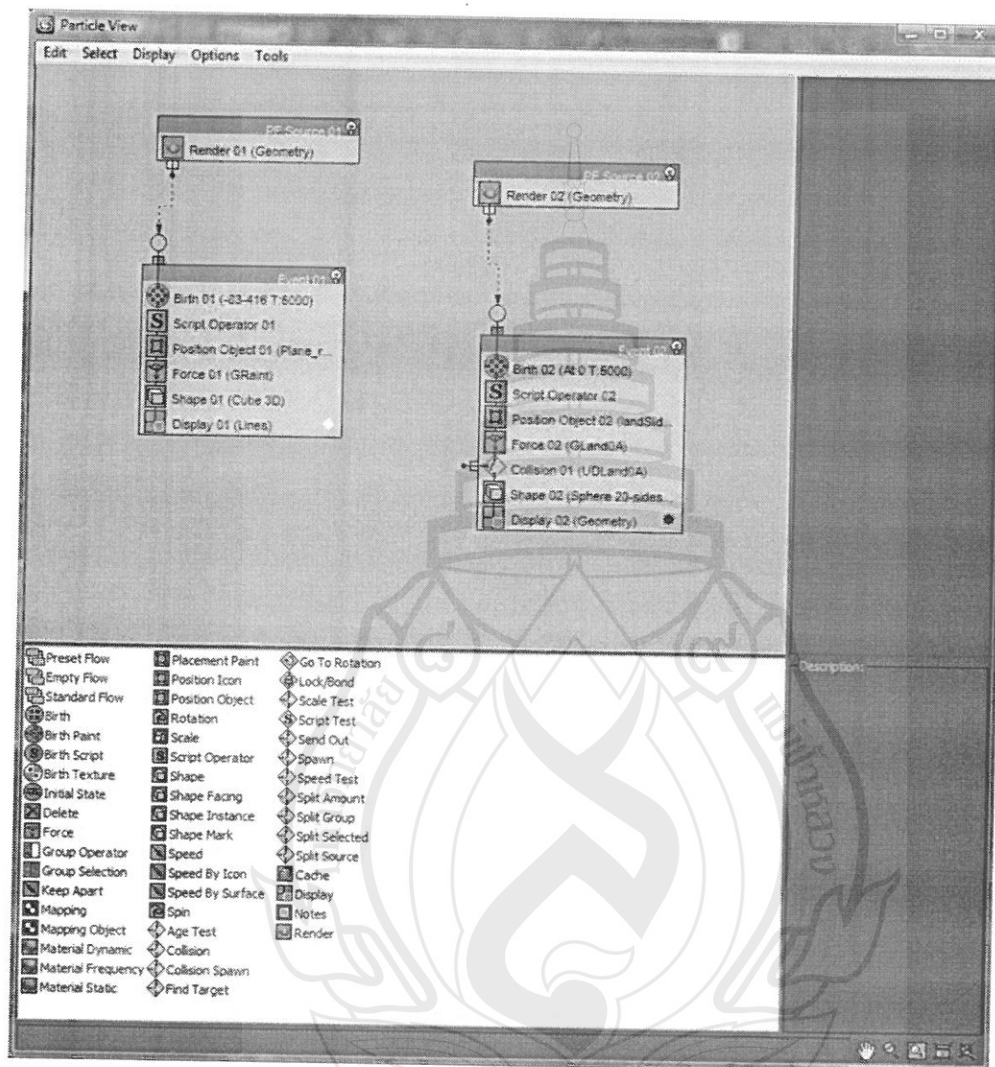
4.3.2 การออกแบบแผนผังจำลองการเกิดของอนุภาคดินถล่ม (System flow of soil particle diagram design)

4.3.2.1 แผนผังการทำงานของระบบข้อมูล (System flow of data)



ภาพที่ 4-36 แผนผังจำลองการเกิดของอนุภาคดิน

4.3.2.2 แผนผังการทำงานของค่าควบคุมตัวแปรอนุภาคดิน (System flow of soil particles script)



ภาพที่ 4-37 แผนผังการทำงานของค่าควบคุมตัวแปรอนุภาคดิน

4.3.2.3 การหาค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่เพื่อสร้างโมเดลสามมิติ

การหาค่าพิกัดพื้นที่ดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษาทั้งสามตัวอย่างใช้เครื่องมือวัดค่าพิกัดระบบ GPS(Global positioning system) โดยการตึกกริดในพื้นที่จากภาพถ่ายดาวเทียมแล้วพิกัดตามระนาบกริดที่วางไว้ จากนั้นจึงนำค่าเข้าไปในภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อวิเคราะห์หาจุดพิกัดในพื้นที่(ภาพ 1, 2 และ 3)

4.3.2.3.1 การหาค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย
ใช้ระบบจุดพิกัดทั้งหมด 478 (ตาราง 1) จุดเมื่อนำค่าเข้าในแผนที่ก็จะได้อ้างภาพ (ภาพ 1)

Position					
Waypoints				High	Distance
001	47 Q UTM	589142	2255734	566	1.34
002	47 Q UTM	589138	2255730	568	1.34
003	47 Q UTM	589134	2255725	572	1.34
004	47 Q UTM	0589125	2255720	573	1.35
005	47 Q UTM	0589117	2255720	579	1.36
006	47 Q UTM	0589115	2255713	581	1.36
007	47 Q UTM	0589104	2255708	582	1.37
008	47 Q UTM	0589100	2255717	580	1.38
009	47 Q UTM	0589094	2255719	579	1.38
010	47 Q UTM	0589088	2255729	576	1.39
011	47 Q UTM	0589078	2255737	571	1.4
012	47 Q UTM	0589077	2255739	569	1.4
013	47 Q UTM	0589078	2255748	568	1.4
014	47 Q UTM	0589071	2255744	567	1.41
016	47 Q UTM	0589077	2255760	560	1.4
017	47 Q UTM	0589081	2255766	559	1.4
018	47 Q UTM	0589079	2255768	559	1.4
019	47 Q UTM	0589086	2255763	559	1.4
020	47 Q UTM	0589093	2255760	561	1.39
021	47 Q UTM	0589099	2255754	561	1.38
...	47 Q UTM	0589105	2255750	562	1.37
478	47 Q UTM	0589132	2255800	552	24

ตารางที่ 4-4 ค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านผาหมี



ภาพที่ 4-38 การแมพค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านผาหมีลงในภาพถ่ายดาวเทียม



ภาพที่ 4-39 ภาพถ่ายพื้นที่จริงกรณีศึกษาผาหมี

4.3.2.3.2 การสร้างเส้นชั้นความสูงจากค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านผาหมี

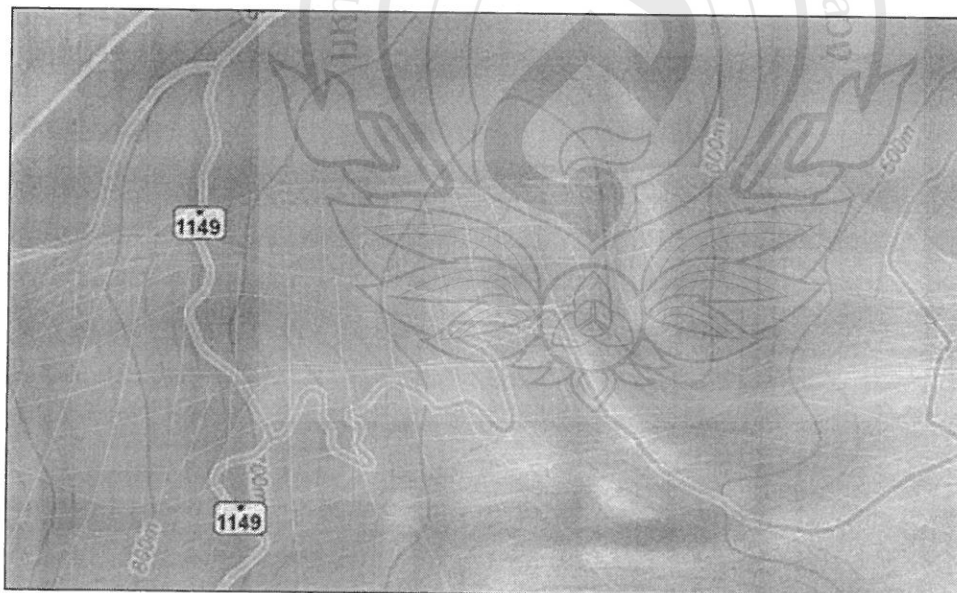
เมื่อได้ค่าพิกัดและลักษณะของพื้นที่จริงแล้วจึงนำมาสร้างเส้นชั้นความสูงในโปรแกรม

CAD



ภาพที่ 4-40 การสร้างเส้นชั้นระดับความสูงจากค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านผาหมี

4.3.2.3.3 การสร้างแบบจำลองสามมิติจากเส้นชั้นความสูงของพื้นที่บ้านผาหมี
นำค่าระดับของเส้นชั้นความสูงมาจำลองโมเดลสามมิติของพื้นที่



ภาพที่ 4-41 การสร้างแบบจำลองสามมิติจากเส้นชั้นความสูงของพื้นที่บ้านผาหมี

4.3.2.3.4 การหาค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านเลาฟู ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน

ใช้ระบบจุดพิกัดทั้งหมด 216 (ตาราง 1) จุดเมื่อนำค่าเข้าในแผนที่ก็จะได้อ้างภาพ (ภาพ 1)

Waypoints		Position		High	Distance
001	47 Q UTM	0571563	2223830	545m	38m
002	47 Q UTM	0571547	2223827	543m	23m
003	47 Q UTM	0571539	2223819	541m	12m
004	47 Q UTM	0571530	2223816	539m	3m
005	47 Q UTM	0571520	2223811	540m	10m
006	47 Q UTM	0571508	2223806	538m	21m
007	47 Q UTM	0571499	2223803	539m	31m
008	47 Q UTM	0571491	2223795	539m	42m
009	47 Q UTM	0571482	2223787	537m	53m
011	47 Q UTM	0571467	2223776	536m	72m
...	47 Q UTM	0571460	2223785	537m	75m
216	47 Q UTM	0571522	2223813	546m	7m

ตารางที่ 4-5 ค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านเลาฟู

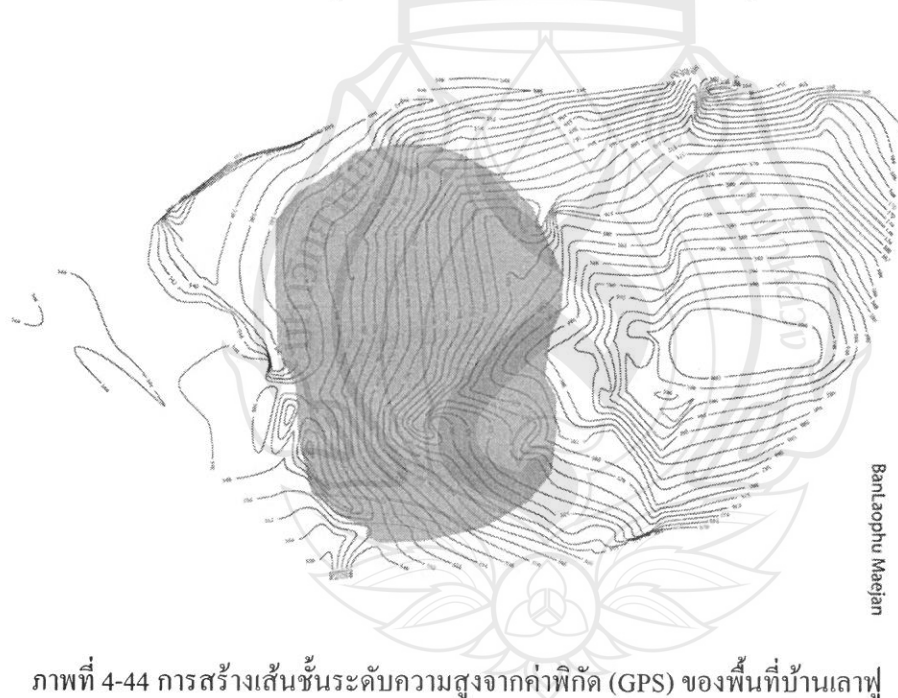


ภาพที่ 4-42 การแมพค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านเลาฟู ลงในภาพถ่ายดาวเทียม



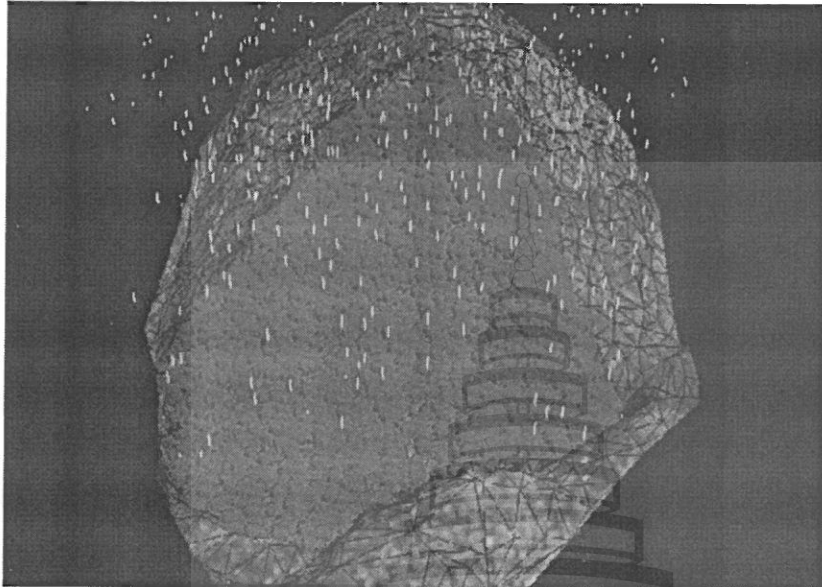
ภาพที่ 4-43 ภาพถ่ายพื้นที่จริงกรณีศึกษาบ้านเลาฟู

4.3.2.3.5 การสร้างเส้นชั้นความสูงจากค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านเลาฟู



ภาพที่ 4-44 การสร้างเส้นชั้นระดับความสูงจากค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านเลาฟู

4.3.2.3.6 การสร้างแบบจำลองสามมิติจากเส้นชั้นความสูงของพื้นที่บ้านเลาฟู นำค่าระดับของเส้นชั้นความสูงมาจำลองโมเดลสามมิติของพื้นที่

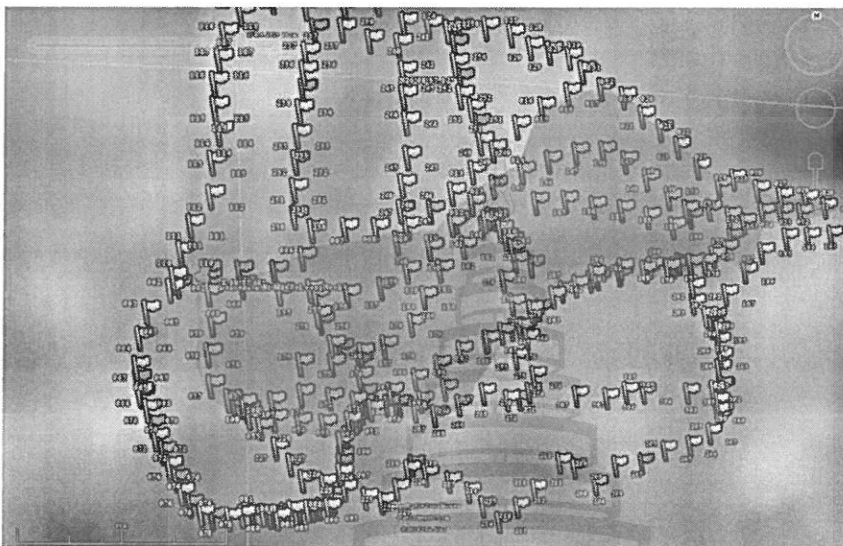


ภาพที่ 4-45 การสร้างแบบจำลองสามมิติจากเส้นชั้นความสูงของพื้นที่บ้านเลาฟู

4.3.2.3.7 การหาค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านสันติคีรี ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง
ใช้ระบบจุดพิกัดทั้งหมด 307 (ตาราง 1) จุดเมื่อนำค่าเข้าในแผนที่ก็จะได้อิงภาพ (ภาพ 1)

Waypoints		Position		High	Distance
001	47 Q	0566276	UTM 2227742	1022m	29.64m
002	47 Q	0565146	UTM 2227714	1028m	29.76m
003	47 Q	0566161	UTM 2227717	1029m	29.74m
004	47 Q	0566175	UTM 2227717	1029m	29.73m
005	47 Q	0566190	UTM 2227718	1028m	29.71m
006	47 Q	0566204	UTM 2227724	1031m	29.70m
007	47 Q	0566208	UTM 2227737	1034m	29.70m
008	47 Q	0566223	UTM 2227738	1036m	29.69m
009	47 Q	0566238	UTM 2227738	1036m	29.68m
010	47 Q	0566252	UTM 2227739	1035m	29.66m
...	47 Q	0566264	UTM 2227747	1035m	29.65m
307	47 Q	0566274	UTM 2227755	1034m	29.65m

ตารางที่ 4-6 ค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านสันติคีรี

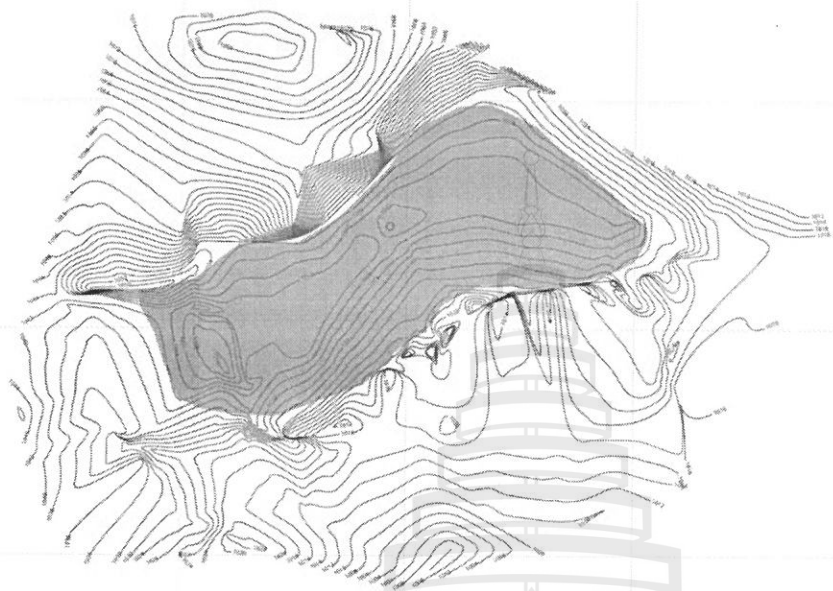


ภาพที่ 4-46 การแมพค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านสันติคีรีลงในภาพถ่ายดาวเทียม



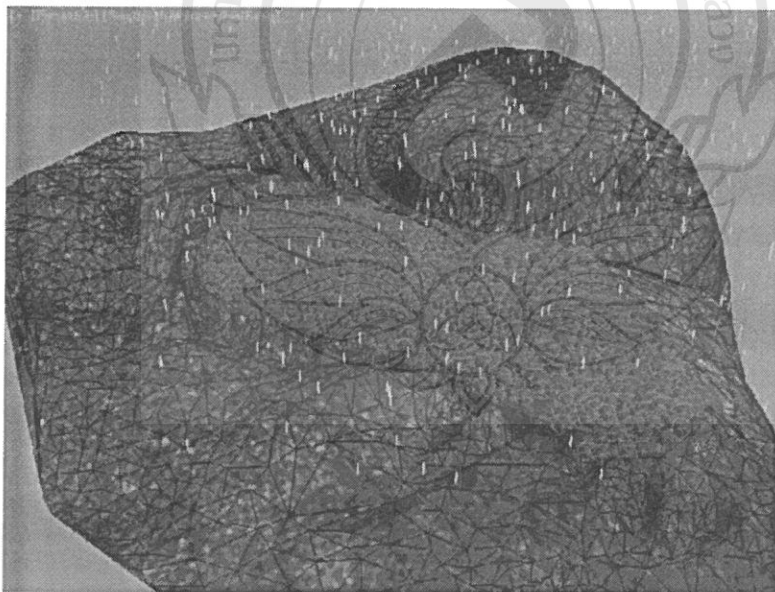
ภาพที่ 4-47 ภาพถ่ายพื้นที่จริงกรณีศึกษาบ้านสันติคีรี

4.3.2.3.8 การสร้างเส้นชั้นความสูงจากค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านสันติคีรี



ภาพที่ 4-48 การสร้างเส้นชั้นระดับความสูงจากค่าพิกัด (GPS) ของพื้นที่บ้านสันติคีรี

4.3.2.3.9 การสร้างแบบจำลองสามมิติจากเส้นชั้นความสูงของพื้นที่บ้านสันติคีรี นำค่าระดับของเส้นชั้นความสูงมาจำลองโมเดลสามมิติของพื้นที่



ภาพที่ 4-49 การสร้างแบบจำลองสามมิติจากเส้นชั้นความสูงของพื้นที่บ้านสันติคีรี

4.3.2.4 คำสคริปต์ (Particle script) ควบคุมการทำงานของคำตัวแปรอนุภาคดิน

หลักการจำลองอนุภาคดินถล่ม ใช้การเขียนสคริปต์เชิงโปรแกรมมิ่งควบคุมการทำงานในโปรแกรม 3D-Max โดยมีหลักการทำงานในเบื้องต้นคือ

Landslide = amount of rain is 150,180,200 ml/12 Hour

1 Hour = 60 Minute, 1 Minute = 60 second, so 1 second = 0.0046 ml of rain (1x1m)

This plane rain of scene is 100x100m

This scene is 25 frame/1 second; amount of Particle is 4800/1 second

1 second = 25 frame

4800 particle/25 frame = 100x100m

4800/100 = 1x1m

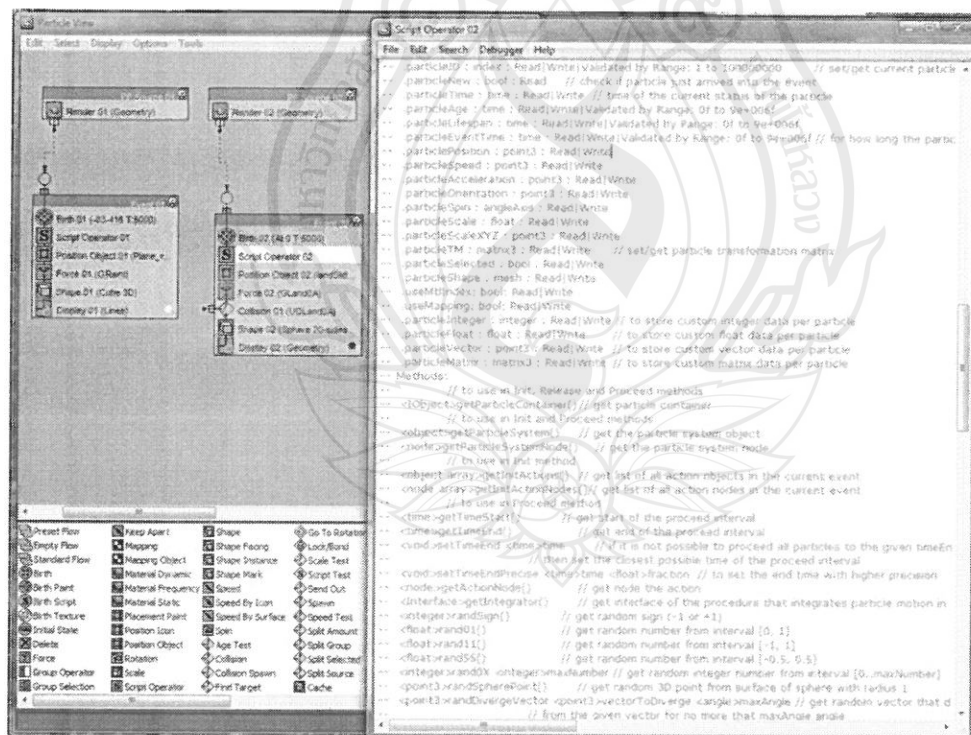
48 particle = 1 second

So 48 particle = 0.0046 ml

0.0046ml x 43478 = 200 ml

So 48 particles x 43478 = 200 ml

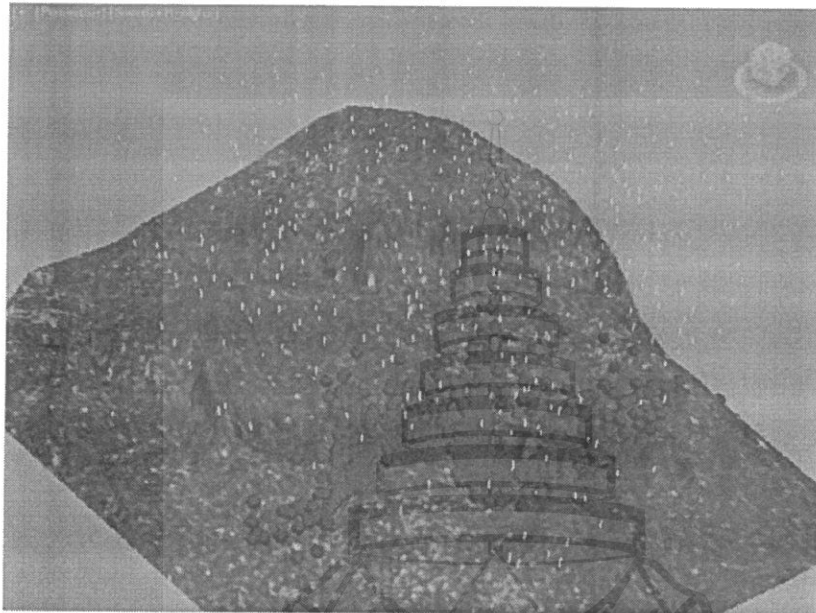
จากนั้นจึงเขียน Script ควบคุมการทำงานโดยที่ กำหนดค่าปัจจัยต่างๆ ในโปรแกรมดังนี้



ภาพที่ 4-50 สคริปต์ควบคุมการทำงานของอนุภาคดิน

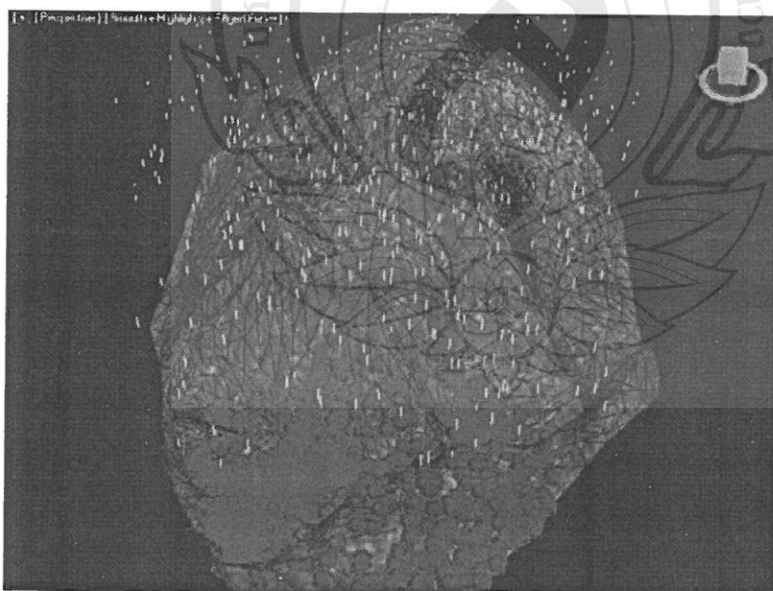
4.3.2.5 การจำลองภาพสามมิติการเกิดดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษา

4.3.2.5.1 ภาพจำลองสามมิติการเกิดดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษากำแพงบ้านผาหมี เวียงพางคำ แม่สาย



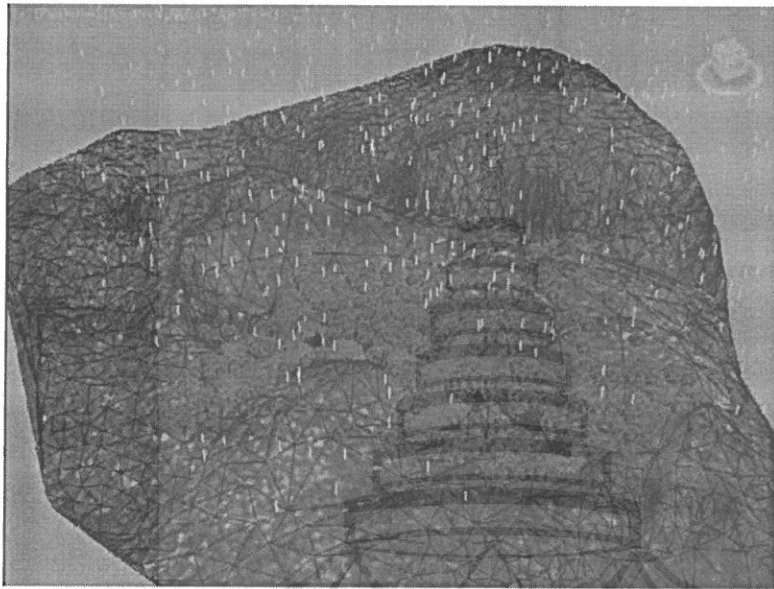
ภาพที่ 4-51 ผลลัพธ์ภาพจำลองสามมิติการเกิดดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษากำแพงบ้านผาหมี

4.3.2.5.2 ภาพจำลองสามมิติการเกิดดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษากำแพงบ้านเลาฟู ป่าตอง แม่จัน



ภาพที่ 4-52 ผลลัพธ์ภาพจำลองสามมิติการเกิดดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษากำแพงบ้านเลาฟู

4.3.2.5.3 ภาพจำลองสามมิติการเกิดดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษาบ้านสันติคีรี แม่ฮ่องสอนนอก
อำเภอแม่ฟ้าหลวง

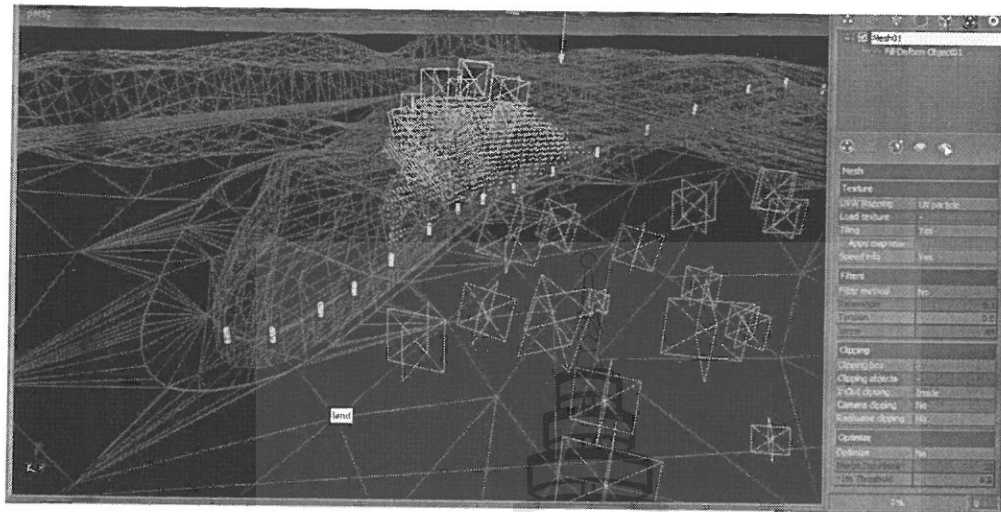


ภาพที่ 4-53 ผลลัพธ์ภาพจำลองสามมิติการเกิดดินถล่มในพื้นที่กรณีศึกษาบ้านสันติคีรี

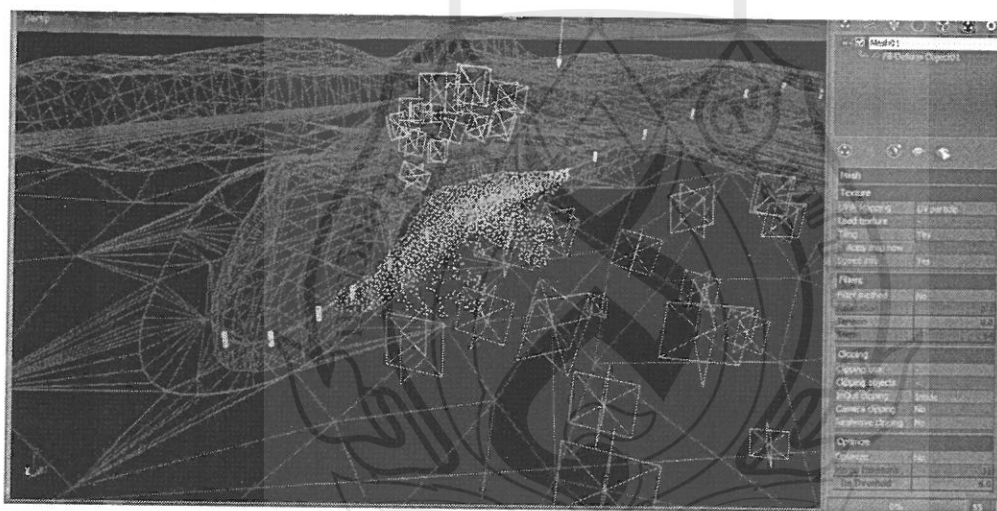
4.3.2.6 การเปรียบเทียบการเกิดดินถล่มที่ปัจจัยเสี่ยงต่างกัน ระหว่างโปรแกรม 3D-Max และ
Real Flow

4.3.2.6.1 ระบบจำลองสามมิติทดสอบลักษณะของการไหลและการครอบคลุมพื้นที่ใน
โปรแกรม Real Flow

(1.) ระบบจำลองสามมิติทดสอบลักษณะของการไหลที่ระดับ 30

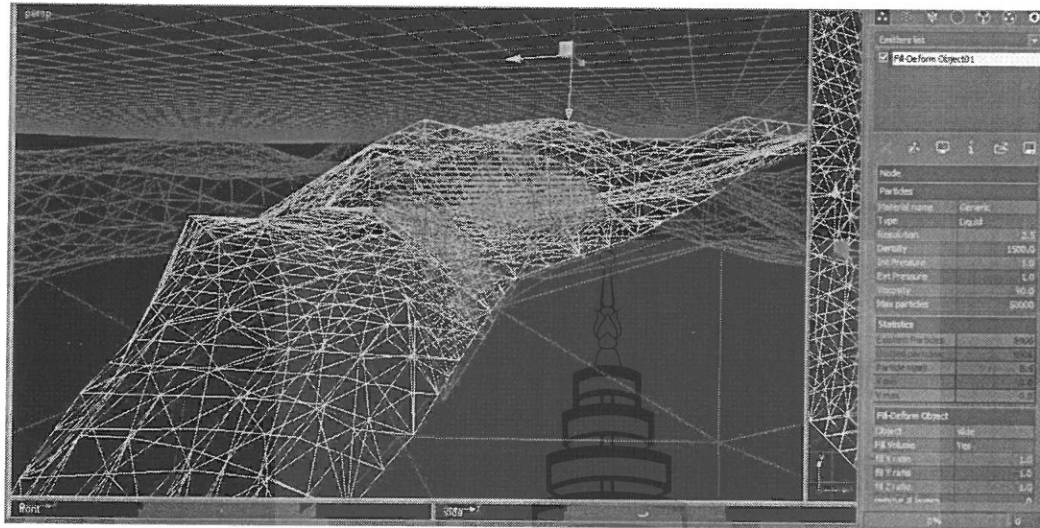


ภาพที่ 4-54 ลักษณะของการไหลที่ระดับ 30(1)

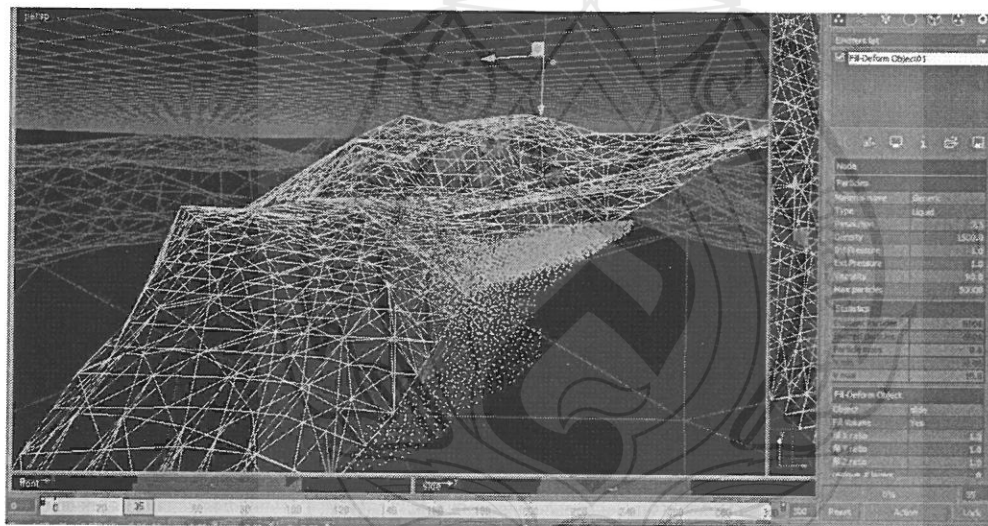


ภาพที่ 4-55 ลักษณะของการไหลที่ระดับ 30(2)

(2.) ระบบจำลองสามมิติทดสอบลักษณะของการไหลที่ระดับ 90



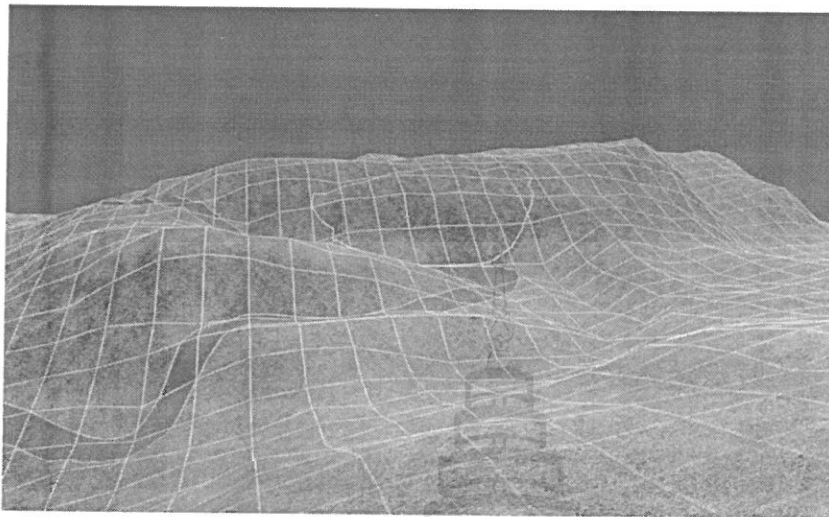
ภาพที่ 4-56 ลักษณะของการไหลที่ระดับ 90(1)



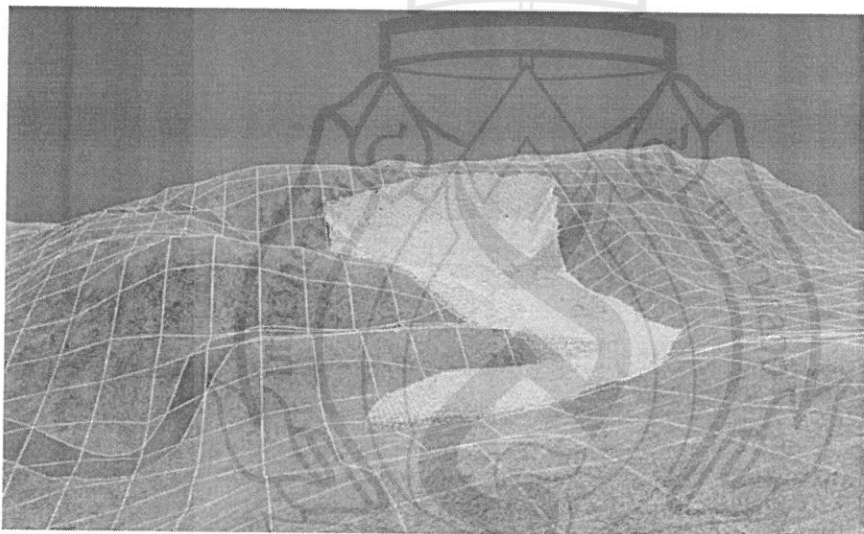
ภาพที่ 4-57 ลักษณะของการไหลที่ระดับ 90(2)

4.3.2.6.1 ระบบจำลองสามมิติทดสอบลักษณะของการไหลและการครอบคลุมพื้นที่ในโปรแกรม 3D-Max

(1.) ระบบจำลองสามมิติพื้นที่บ้านผาหมึกก่อนเกิดการเคลื่อนตัวของมวลที่ระดับ 30

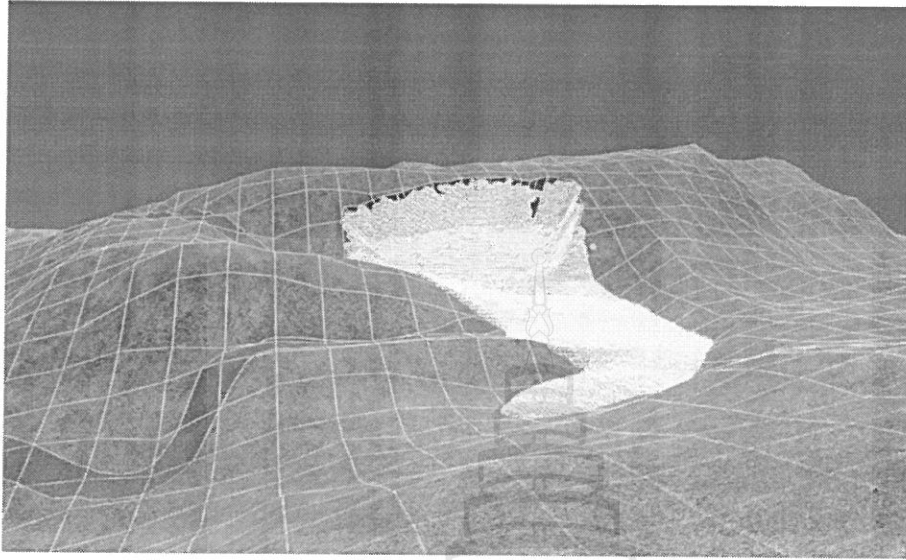


ภาพที่ 4-58 พื้นที่จำลองบ้านผาหมี่ก่อนเกิดการเคลื่อนตัวของมวล



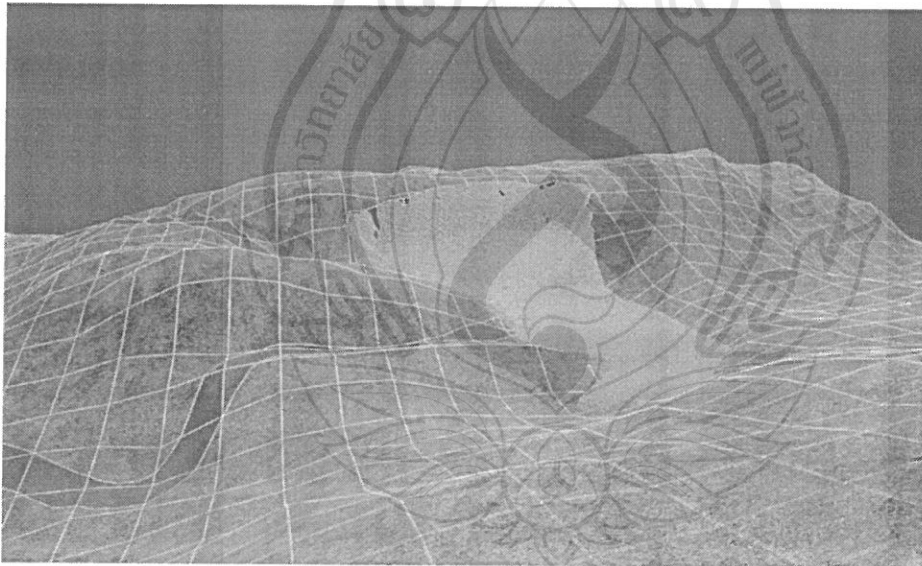
ภาพที่ 4-59 พื้นที่จำลองบ้านผาหมี่หลังเกิดการเคลื่อนตัวของมวลที่ระดับ 30

(2.) ระบบจำลองสามมิติพื้นที่บ้านผาหมี่ก่อนเกิดการเคลื่อนตัวของมวลที่ระดับ 60



ภาพที่ 4-60 พื้นที่จำลองบ้านผาหมีหลังเกิดการเคลื่อนตัวของมวลที่ระดับ 60

(3.) ระบบจำลองสามมิติพื้นที่บ้านผาหมีก่อนเกิดการเคลื่อนตัวของมวลที่ระดับ 90



ภาพที่ 4-61 พื้นที่จำลองบ้านผาหมีหลังเกิดการเคลื่อนตัวของมวลที่ระดับ 90

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปประเด็นหลัก

การวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาแบบจำลองเสมือนจริงของการเกิดดินถล่มในจังหวัดเชียงราย ระยะที่ 2 นี้เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นการจำลองภาพเสมือนจริงสามมิติ (three-dimensional model) เป็นการต่อยอดและพัฒนาจากงานวิจัยจากระยะแรกที่ได้วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่มโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ Remote Sensing และ Image Processing ซึ่งได้กำหนดปัจจัยเสี่ยงทั้งหมด 7 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความลาดชัน ป่าไม้ ชั้นหิน รอยเลื่อน ทิศทางการรับน้ำฝนและค่าความสูง และพบว่าปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด จากนั้นจึงได้วิเคราะห์แยกพื้นที่เสี่ยงภัยออกมา สามารถแยกออกได้เป็น 3 ระดับ โดยการทวนสอบความถูกต้องกับพื้นที่จริง คือ พื้นที่เสี่ยงภัยสูง ปานกลาง และเสี่ยงภัยน้อย โดยมีพื้นที่เสี่ยงภัยในจังหวัดเชียงรายทั้งหมดรวม 5,582.68 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่หมู่บ้านจำนวน 373 หมู่บ้าน จากนั้นจึงคัดเลือกพื้นที่กรณีศึกษาที่อยู่ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงและเกิดดินถล่มมาก่อนแล้วหรือกำลังเกิดดินถล่ม ได้แก่ บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย บ้านเลาฟู ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน และบ้านสันติคีรี ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง กระบวนการวิจัยเริ่มจากการหาพิกัดของพื้นที่ทั้งสามแห่งโดยใช้เทคนิค Global Positioning System ร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google earth ซึ่งเป็นการตีกริดในพื้นที่ดินถล่มและหาพิกัดแต่ละจุดโดยพื้นที่บ้านผาหมีใช้ค่าพิกัดทั้งหมด 478 จุด บ้านเลาฟูใช้ค่าพิกัดทั้งหมด 216 จุด และบ้านสันติคีรีใช้ค่าพิกัดทั้งหมด 307 จุด จากนั้นจึงนำค่าพิกัดเพื่อไปสร้างเส้นชั้นระดับความสูง (Contour) และนำค่าไปจำลองภาพสามมิติในโปรแกรม ภาพจำลองสามมิติของพื้นที่จะถูกนำไปสร้างภาพเสมือนจริงในโปรแกรม 3D-Max เพื่อจำลองการเกิดดินถล่มโดยประยุกต์ใช้ค่าปัจจัยเสี่ยงร่วมกับการเขียนสคริปต์เชิงโปรแกรมมิ่ง รวมทั้งใช้ค่าคุณสมบัติโครงสร้างของชั้นดินในพื้นที่จากการขุดเจาะ

5.2 ข้อเสนอแนะ

ความแม่นยำของภาพจำลองการเกิดดินถล่มแบบสามมิติในงานวิจัยจะขึ้นอยู่กับความแม่นยำ ความถูกต้องและความละเอียดของข้อมูล รวมทั้งการกำหนดค่าสคริปต์ในขั้นตอนโปรแกรมมิ่งซึ่งต้องให้ความชำนาญสูง จากผลลัพธ์การวิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.2.1 ความแม่นยำของแบบจำลองภาพสามมิติต้นแบบเกิดจากการจำลองจากค่าเส้นชั้นความสูงที่มีความละเอียดสูง ถูกต้อง แต่ขั้นตอนการเก็บข้อมูลมีความยากลำบากในการเข้าไปปักค้ำในพื้นที่ และต้องใช้เวลานาน

5.2.2 ในการจำลองการเกิดดินถล่มแบบสามมิติต้องอาศัยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง และมีราคาค่อนข้างแพงจึงจะสามารถจำลองได้ จึงเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งเพราะไม่อย่างนั้นแล้วจะต้องใช้เวลาในการทำวิจัยนานมากกว่าปกติ และบางส่วนของการทำงานวิจัยอาจจะไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพในเวลาที่กำหนด

5.2.3 เนื่องจากการทำวิจัยในแนวทางด้านนี้ต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญในหลายสาขา โดยเฉพาะการสร้างสคริปต์เชิงโปรแกรมมิ่งที่ต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญสูง อีกส่วนหนึ่งคืองานชุดเจาะพื้นที่วิจัยเพื่อหาโครงสร้างของชั้นดิน และหาคุณลักษณะของอนุภาคดินซึ่งต้องใช้งบประมาณในการวิจัยค่อนข้างสูง การทำวิจัยเพื่อการขยายผลต่อไปควรจะได้รับการสนับสนุนเพิ่มเติมในหลายๆ ด้าน

5.3 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากงานวิจัย

ผลของงานวิจัยทำให้เราได้ทราบถึงขั้นตอนการพัฒนาโมเดลต้นแบบของการจำลองภาพดินถล่มแบบสามมิติ และสามารถที่จะนำไปจำลองใช้กับพื้นที่เสี่ยงภัยที่คาดว่าจะเกิดการถล่มได้ เพื่อดูผลความเสียหายก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์ดินถล่มจริง แต่อย่างไรก็ตามในการวิจัยเบื้องต้นนี้เราก็สามารถทราบถึงพื้นที่ที่ควรจะมีการเฝ้าระวังที่มีความแม่นยำในการคาดการณ์ได้มากขึ้น รวมทั้งหน่วยงานของภาครัฐ หรือองค์กรภาคเอกชนที่มีส่วนเกี่ยวข้องทางด้านนี้ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเฝ้าระวังและการจัดการกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้ ซึ่งผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้จะนำไปใช้เพื่อพัฒนาร่วมกับการพัฒนาระบบเฝ้าระวังและแจ้งเตือนภัยในพื้นที่ต่อไป

บรรณานุกรม

- [1] Guimaraes, R.F., Gomes, R.A.T., Carvalho, O.A., Amaral Vargas, E., Fernandes, N.F., Souza Martins, E., "Identification of the affected areas by mass movement through a physically based model of landslide hazard combined with a two-dimensional flood routing model for simulating debris flow," *Proc. of IGARSS '07*, IEEE, pp. 3035 – 3038, 2007.
- [2] Venkatachalam, G., Nagesha, M.S., Dodagoudar, G.R., "Landslide modelling using remote sensing and GIS," *Proc. of IGARSS '02*, vol. 4, IEEE, pp. 3035 – 3038, 2002.
- [3] 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.
- [4] Varnes, D.J. 1984. Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. *Natural Hazards 3, Paris, UNESCO*, 63 p.
- [5] International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation. 2007. Statistical landslide hazard analysis. Netherlands, <http://www.itc.nl/ilwis/applications>.
- [6] 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.
- [7] 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.

ประวัตินักวิจัย

นักวิจัย

1. ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย/ ภาษาอังกฤษ)

Aj. Banphot Nobaew

อ.บรรพจน์ โนแบ้ว

2. รหัสบัตรประจำตัวประชาชน

3 6304 00031 59 0

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์

หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

สำนักวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย

แม่ฟ้าหลวง

ที่อยู่ 333 หมู่ 1 ตำบลท่าสุต อำเภอเมือง จังหวัด

เชียงราย 57100

หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร

053-916756

E-mail address

Banphot@mfu.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศิลปและการออกแบบสื่อ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศิลปศาสตรบัณฑิต (สื่อสารมวลชน) คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัย
รามคำแหง

วิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

5. ประวัติการทำงาน

เจ้าหน้าที่วิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

บริษัท โดลไทยแลนด์ จำกัด

นักวิจัยและส่งเสริมการเกษตร

บริษัท ไทยนิปอนฟู๊ดส์ จำกัด

นักวิจัยพืชไร่

บริษัท มิตรผลวิจัย พัฒนาอ้อยและ

น้ำตาล จำกัด

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาการท่องเที่ยว

7. ประวัติการนำเสนอผลงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โปรดระบุชื่อเรื่องของผลงาน ชื่อการประชุม สถานที่ วัน เวลา ตามระบบสากล

1. งานสัมมนาวิชาการระดับนานาชาติ “The International Conference on Natural Disasters: Challenges for Better Forecasting and Hazard Assessment, September 20 - 22, 2007, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand”

2. งานสัมมนาวิชาการระดับนานาชาติ “The 1st Joint International Conference on Information Communication Technology (JICT 2007), 19-22 December 2007, Vientiane Lao PDR.”

8. ประวัติการเผยแพร่ผลงานวิจัย ทั้งภายในและภายนอกประเทศ โปรดระบุชื่อเรื่อง ผลงาน ชื่อวารสาร ตามระบบสากล

9. ผลงานวิจัยที่ได้รับการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา หรือผลงานวิจัยที่อยู่ระหว่างการยื่นขอจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา

10. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศ โดยระบุตำแหน่งหน้าที่ในการทำการวิจัย ว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย และระบุสถานภาพของงานวิจัยด้วย

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

- การออกแบบสารสนเทศร่วมกับการจัดการโครงสร้างสื่อสำหรับนักท่องเที่ยว มาใช้บริการสนามบินนานาชาติ จังหวัดเชียงใหม่

- รูปแบบการท่องเที่ยวที่เหมาะสมสำหรับนักท่องเที่ยวในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน และตาก แหล่งทุนจากสถานศึกษานานาชาติ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- การจัดทำแบบจำลองภาพเสมือนจริงเพื่อการเตือนภัยการพังทลายของดินใน จังหวัดเชียงราย (Virtual Reality Modeling of Landslide for Alerting in Chiang Rai Area) แหล่งทุนจาก งบอุดหนุนงานวิจัย ปี 2549 มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

- กระบวนการเรียนรู้และการจัดการความรู้ของชุมชนท้องถิ่นล้านนาต่อการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ แหล่งทุนจาก งบอุดหนุนงานวิจัย ปี 2551 และ 2552 มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

10.2 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอโครงการวิจัย สัดส่วนที่ทำงานวิจัย (%)

คณะผู้วิจัยและสถาบันร่วมวิจัย แหล่งทุน ปีที่ได้รับทุน และสถานภาพของงานวิจัย

- การจัดทำแบบจำลองภาพเสมือนจริงเพื่อการเตือนภัยการพังทลายของดินใน
จังหวัดเชียงราย ระยะที่ 2 (Virtual Reality Modeling of Landslide for Alerting in
Chiang Rai Area Phase II) แหล่งทุนจาก งบประมาณแผ่นดิน ปี 2552
- การพัฒนาระบบเตือนภัยป้องกันดินถล่มในจังหวัดเชียงราย (Landslide Warning
System Development in Chiang Rai Area)

