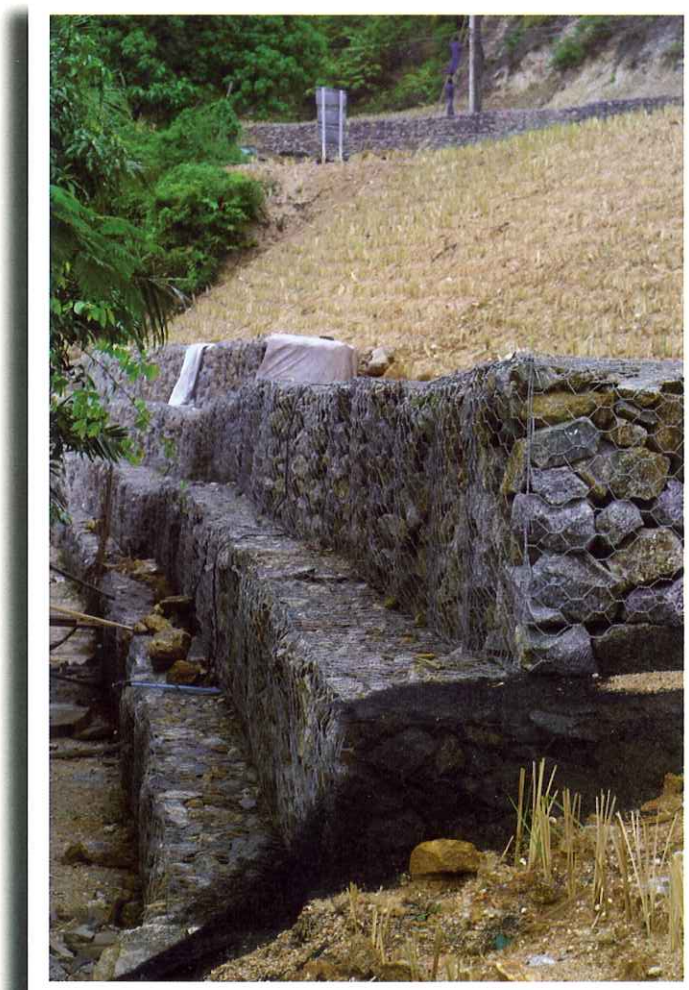
# คู่มือแนะนำ

## เพื่อป้องกันดินถล่มในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตอง



ธันวาคม 2551

Asian Program for Regional Capacity Enhancement for Landslide Impact Mitigation (RECLAIM)

# คู่มือแนะนำ

## เพื่อป้องกันดินถล่มในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตอง

Asian Program for Regional Capacity Enhancement for Landslide Impact Mitigation (RECLAIM)

ธันวาคม 2551

จัดพิมพ์ภายใต้โครงการ "Asian Program for Regional Capacity Enhancement for Landslide Impact Mitigation (RECLAIM)"

**Asian Disaster Preparedness Center (ADPC)**
SM Tower, ชั้นที่ 24
979/69 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์: (66)298-0682-92, โทรสาร: (66)298-0012-13
http://www.adpc.net

**กรมทรัพยากรธรณี**
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
75/10 ถนนพระรามที่6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
งานประชาสัมพันธ์ โทรศัพท์: 0-2621-9500 โทรสาร: 0-2621-9602 callcenter: 0-2621-9901-5
http://www.dmr.go.th

**ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก**
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์/ โทรสาร: 0-2579-2265
โทรศัพท์: 0-2942-8555 ต่อ 1313, 1139
http://www.gerd.eng.ku.ac.th/

**คณะผู้จัดทำ**
ผศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ บรรณาธิการ
นายดำรงค์ ปิ้งสุวรรณ
นายบรรพต กุลสุวรรณ
นางสาวมนันยา จันทศร
นายสิริศาสตร์ ยังแสนภู

พิมพ์ที่ : บริษัท วงศ์สว่างการพิมพ์ จำกัด

# คำนำ

คู่มือแนะนำเพื่อป้องกันดินถล่มในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตองเป็นผลจากการศึกษาภายใต้โครงการ Asian Program for Regional Capacity Enhancement for Landslide Impact Mitigation (RECLAIM) ภายใต้ทุนสนับสนุนจากรัฐบาลนอร์เวย์ ซึ่งโครงการมีวัตถุประสงค์เพื่อลดภัยพิบัติจากดินถล่ม อันมีผลกระทบต่อการตั้งถิ่นฐาน สาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน ในกลุ่มประเทศเป้าหมาย อันได้แก่ ภูฏาน อินเดีย อินโดนีเซีย เนปาล ศรีลังกา และไทย นอกจากนั้นยังมีวัตถุประสงค์เฉพาะ กล่าวคือ

- เพื่อจัดหาผู้เชี่ยวชาญและผู้ตัดสินใจที่มีความรู้ที่ทันสมัยด้านการบรรเทาภัยจากดินถล่มและบูรณาการความรู้ดังกล่าวกับงานพัฒนาของหน่วยงานราชการระดับท้องถิ่นและระดับชาติ ซึ่งโครงการได้ดำเนินการดังต่อไปนี้
    - จัดหานักวิทยาศาสตร์และนักวิศวกรธรณีเทคนิคเพื่อทำการศึกษาและให้บริการด้านการบรรเทาภัยจากดินถล่ม
    - ส่งเสริมแนวทางการปฏิบัติที่เหมาะสมให้กับกลุ่มประเทศเป้าหมาย
    - สนับสนุนการริเริ่มใช้แนวความคิดใหม่ๆ กับการวางแผนการใช้พื้นที่
    - สนับสนุนการมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องฝ่ายต่างๆ ในการหาแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อลดภัยพิบัติดินถล่ม
    - ส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืนและการพิทักษ์สิ่งแวดล้อมรวมทั้งการบูรณาการแนวความคิดการวางแผนเพื่อบรรเทาภัยในทุกภาค
- ความร่วมมือระหว่างสถาบันของทั้งสองประเทศคือ นอร์เวย์ และไทย ในการร่วมมือกันพัฒนาวิธีการบรรเทาภัยจากดินถล่มที่มีประสิทธิภาพและร่วมกันจัดฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมศักยภาพอันจะนำไปสู่การจัดทำโครงการร่วมมือต่างๆ มากขึ้นและเพิ่มโอกาสในการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความรู้ในสาขาที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือแนะนำนี้จะเป็นประโยชน์แก่ประชาชนในเทศบาลเมืองป่าตองและผู้สนใจทั่วไป เพื่อใช้เป็นแนวทางป้องกันภัยจากดินถล่มได้

**สถาบันธรณีเทคนิคแห่งนอร์เวย์** (NGI)
ศูนย์เตรียมความพร้อมป้องกันภัยพิบัติแห่งเอเชีย (ADPC)
**กรมทรัพยากรธรณี** (DMR)
**มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** (KU)

# สารบัญคู่มือ


คำนำ

สารบัญคู่มือ

1. สถานการณ์ดินถล่มในเทศบาลเมืองป่าตอง 1

1.1 สาเหตุการเกิดน้ำท่วม-ดินถล่มในเทศบาลเมืองป่าตอง 1

1.2 พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มในเทศบาลเมืองป่าตอง 9

1.3 พื้นที่โอกาสเกิดน้ำท่วมในเทศบาลเมืองป่าตอง 12

2. การป้องกันและลดผลกระทบจากดินถล่มในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตอง 13

2.1 ข้อแนะนำในการปฏิบัติขั้นต่ำ 13

2.2 สิ่งที่ควรหลีกเลี่ยงและสิ่งที่ควรปฏิบัติ 16

2.3 ข้อแนะนำทางวิศวกรรมเพื่อการป้องกันการพิบัติ 21

3. การเตือนภัยดินถล่มในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตอง 28

แบบบันทึกเหตุการณ์ดินถล่ม 32

# 1. สถานการณ์ดินถล่มในเทศบาลเมืองป่าตอง

คู่มือนี้เป็นคู่มือเบื้องต้นเกี่ยวกับดินถล่มเหมาะสำหรับประชาชนและผู้สนใจทั่วไป โดยมุ่งเน้นอธิบายธรรมชาติการเกิดดินถล่ม ผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้น รวมทั้งแนวทางการป้องกันและการแก้ไขเบื้องต้นจากดินถล่ม เนื้อหาในคู่มือนี้ได้จากการศึกษาและวิจัยในพื้นที่อย่างละเอียด โดยปรับนำผลการศึกษามาใช้โดยต้องการให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปเป็นหลักปฏิบัติได้จริง อย่างไรก็ตามหากต้องการข้อมูลหรือเนื้อหาที่มีรายละเอียดมากขึ้น ควรมีการศึกษาค้นคว้าเฉพาะด้านเพิ่มเติม

## 1.1 สาเหตุการเกิดน้ำท่วม-ดินถล่มในเทศบาลเมืองป่าตอง

เนื่องจากเมืองเกิดการขยายตัวโดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังเหตุการณ์ซึนามิ การพัฒนาของเมืองดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะรบกวนความสมดุลของลาดเขาและยังก่อให้เกิดน้ำท่วมบ่อยครั้งขึ้น สาเหตุหลักๆ ที่จะก่อให้เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวในเทศบาลเมืองป่าตอง ได้แก่

ก. การปรับเปลี่ยนสิ่งปกคลุมดิน
ข. การปรับลาดชัน
ค. การกีดขวางการระบายน้ำ

### ก. การปรับเปลี่ยนสิ่งปกคลุมดิน

การปรับเปลี่ยนสิ่งปกคลุมดิน หมายถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินในด้านต่างๆ เช่น ใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรการใช้ที่ดินเพื่อการปลูกสร้างบ้านเรือน รวมถึงการขุดบ่อยืมดินเพื่อนำดินไปใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น การเปิดหน้าดินในพื้นที่ภูเขาและไม่ได้ฟื้นสภาพให้กลับเหมือนเดิมจะทำให้เกิดการกัดเซาะของหน้าดิน เกิดตะกอนในระบบระบายน้ำในเมืองและส่งผลต่อชายหาดเมื่อตะกอนไหลออกสู่ทะเล (รูปที่ 1 และ 2) ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมเนื่องจากการอุดตันของระบบระบายน้ำ นอกจากนั้นหน้าดินที่ถูกเปิดยังขาดต้นไม้ที่คอยดูดซับน้ำและชะลอความเร็วน้ำ ทำให้เกิดการไหลของน้ำบนผิวดินมากและแรง ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันได้เช่นเดียวกัน

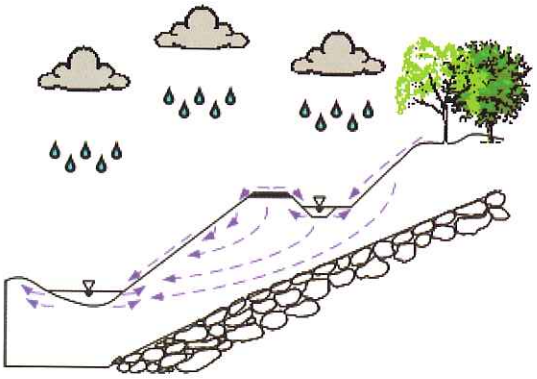
ถึงแม้ว่าการก่อสร้างบนพื้นที่ภูเขาจะทำการสร้างสิ่งปกคลุมดินเพื่อป้องกันการกัดเซาะ เช่น การเทคอนกรีตปิดหน้าหรือการสร้างหลังคาคลุม ปริมาณน้ำที่ไหลจะมีอัตราการไหลที่สูงขึ้น เนื่องจากพื้นผิวดังกล่าวไม่ซับน้ำทำให้ร่องน้ำธรรมชาติหรือรางระบายน้ำเดิมไม่สามารถรับปริมาณการไหลได้เพียงพอส่งผลให้เกิดน้ำท่วมตามมา

ก. การกัดเซาะหน้าดินลงสู่ระบบระบายน้ำจากการเปิดบ่อยืมดิน

ข. ตะกอนจากการกัดเซาะไหลออกทะเลบริเวณคลองปากบาง

**รูปที่ 1 ผลจากการกัดเซาะหน้าดิน**

สำหรับการเกิดดินถล่มในเทศบาลเมืองป่าตองจากการศึกษาพบว่าดินในเทศบาลเมืองป่าตองผุพังมาจากหินแกรนิต มีความซึมน้ำสูง สะสมตัวได้หนา ลักษณะดินเป็นดินทรายผสมกรวดและทรายแป้ง มีหินลอยอยู่ในมวลดิน ดินมีพฤติกรรมการยุบตัวและสูญเสียกำลังได้โดยง่ายเมื่อถูกน้ำ ดังนั้นหากหน้าดินถูกเปิด น้ำจะสามารถไหลซึมลงสู่ดินได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดดินถล่มได้โดยง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณตีนลาดชัน เนื่องจากน้ำจะไหลออกบริเวณดังกล่าวก่อให้เกิดแรงดันน้ำสูงและทำให้เม็ดดินขนาดเล็กถูกพัดพาออกจากลาดดิน พฤติกรรมของน้ำท่วม-ดินถล่มที่พบในพื้นที่จึงเริ่มจากน้ำหลากพัดพาตะกอนทรายมาก่อนหลังจากนั้นที่จะตามมาด้วยก้อนหินที่เกิดจากดินถล่ม (รูปที่ 3)



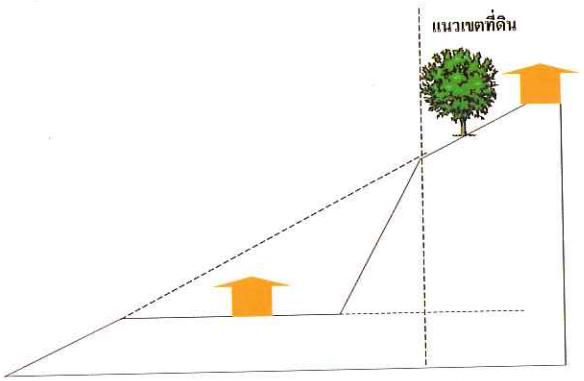
*รูปที่ 2 การเปิดหน้าดินในพื้นที่ภูเขาก่อให้เกิดการกัดเซาะหน้าดินและการไหลซึมของน้ำฝนลงสู่ดิน*

*รูปที่ 3 ดินถล่มบริเวณชุมชนบ้านนาในวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2547*

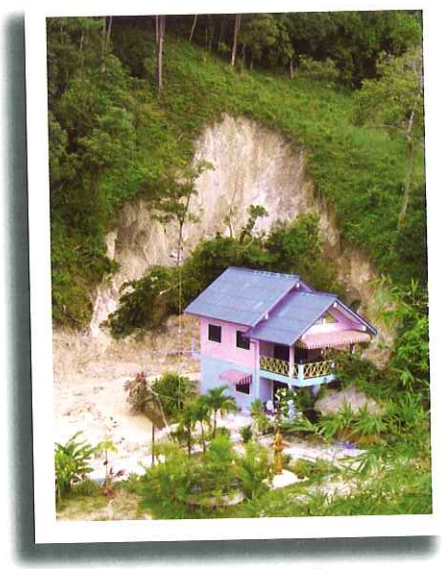
*(ภาพจากงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเมืองป่าตอง)*

## ข. การปรับลาดชัน

การตัดลาดชันให้ชันขึ้นย่อมทำให้ความมั่นคงของลาดชันลดลง เช่น ในกรณีที่เราตัดลาดชันติดชิดแนวเขตที่ดิน โดยไม่มีการป้องกันการพิบัติให้เหมาะสม การกระทำดังกล่าวย่อมก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อทั้งที่ดินด้านบนและสิ่งปลูกสร้างในที่ดินของเราเอง (รูปที่ 4) ถึงแม้ว่าการตัดดินดังกล่าวจะไม่เกิดการพิบัติทันทีทันใด ทั้งนี้เป็นเพราะช่องว่างในเม็ดดินมีแรงดูดเม็ดดินไว้และอาจมีแร่เชื่อมประสานเม็ดดินไว้ แต่เมื่อลาดดินนั้นอิ่มตัวเนื่องจากน้ำฝนหรือน้ำใต้ดิน แรงดูดและแร่เชื่อมประสานจะสลายไปทำให้เกิดดินถล่ม (รูปที่ 5)

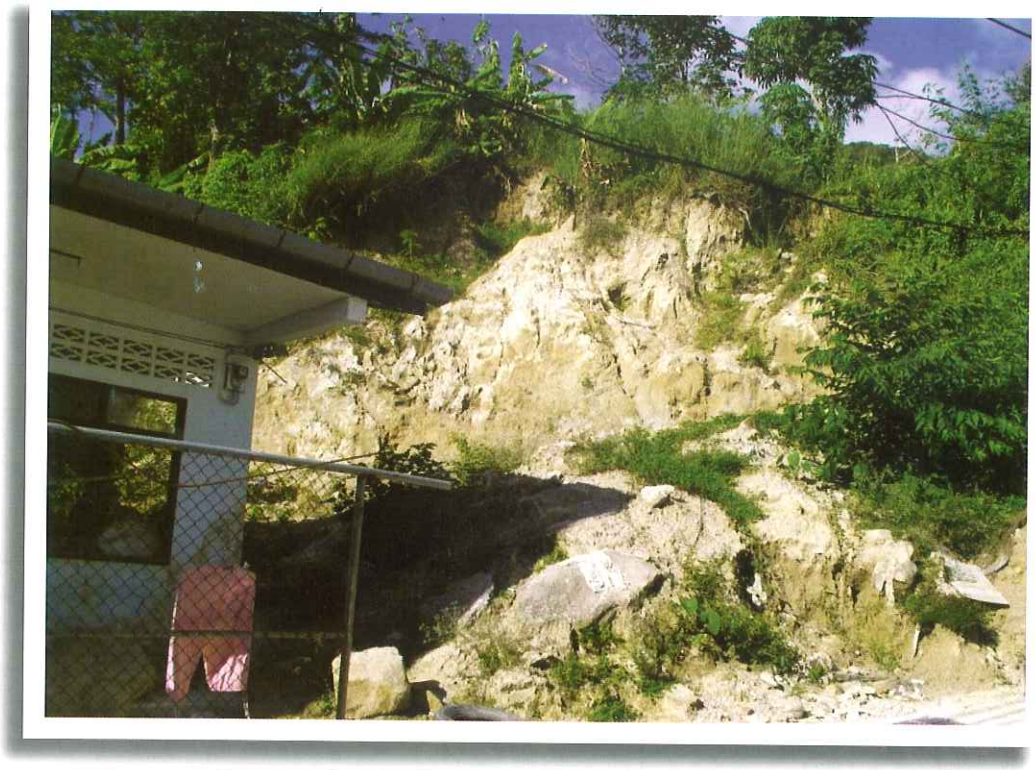



*รูปที่ 4 การตัดไหล่เขาทำให้ลาดชันสูงขึ้นก่อให้เกิดความเสี่ยงทั้งสิ่งปลูกสร้างด้านบนและล่าง*



*ก. ดินถล่มบริเวณทางขึ้นถนน 50 ปี วันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2546*

*รูปที่ 5 การพิบัติจากการตัดไหล่เขา*



*ข. ความเสียหายจากดินถล่มบริเวณชุมชนบ้านกะหลิม (วันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2547)*

***รูปที่ 5 (ต่อ) การพิบัติจากการตัดไหล่เขา***

## ค. การกีดขวางการระบายน้ำ

แนวเขาที่ล้อมรอบอ่าวป่าตองเป็นพื้นที่รับน้ำฝนอย่างดี น้ำจึงไหลลงจากภูเขาตามร่องเขาลงสู่พื้นที่ราบออกคลองปากบาง เมื่อใดที่ระบบการระบายน้ำถูกรบกวน ปัญหาน้ำท่วมจะเกิดตามมา (รูปที่ 6) การปิดกั้นการไหลของน้ำได้แก่ การสร้างสิ่งปลูกสร้างคร่อมทาง หรือขวางทางน้ำ (รูปที่ 7) หรือการก่อสร้างถนนปิดร่องเขาและมีท่อระบายน้ำที่มีขนาดไม่เหมาะสม (รูปที่ 8 และ 9) หรือการขยายการก่อสร้างบนที่ราบที่ทำให้คลองระบายน้ำแคบลง หรือท่อระบายน้ำเล็กลงเกินไปน้ำจากภูเขาควรถูกระบายออกสู่ทะเลได้โดยสะดวก

นอกจากการระบายน้ำผิวดินดังกล่าวแล้ว การระบายน้ำใต้ดินออกจากตีนลาดชันเป็นข้อแนะนำพื้นฐานที่มีความสำคัญ การกีดขวางการระบายน้ำออกจากดินอาจส่งผลให้เกิดดินถล่มได้ (รูปที่ 10)

เหตุการณ์เกิดดินถล่มในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตอง จ.ภูเก็ต ได้ถูกรวบรวมดังแสดงในตารางที่ 1 โดยข้อมูลดังกล่าวได้จากป้องกันภัยเทศบาลเมืองป่าตอง

**ตารางที่ 1 เหตุการณ์น้ำท่วม-ดินถล่มในเทศบาลเมืองป่าตอง**

| ลำดับ | วันที่เกิดดินถล่ม | พื้นที่เกิดดินถล่ม | ปัจจัยกระตุ้นให้เกิดการถล่ม |
|---|---|---|---|
| 1 | 19 ตุลาคม 2544 | หลายจุดในต.ป่าตอง | ฝนตกหนัก |
| 2 | 21 ตุลาคม 2546 | ถ.ห้าสิบปี | ขุดตัดลาดดินสร้างบ้านเรือน และฝนตกหนัก |
| 3 | 14 ตุลาคม 2547 | ชุมชนนาใน | กีดขวางทางน้ำ และฝนตกหนัก |
| 4 | 14 ตุลาคม 2547 | ชุมชนกะหลิม | ระบบระบายน้ำไม่เพียงพอ และฝนตกหนัก |
| 5 | 25 ตุลาคม 2550 | ถ.นาใน | การตัดลาดดินโดยไม่ได้ป้องกัน และมีฝนตกหนัก |
| 6 | 15 กรกฎาคม 2551 | ถ.ห้าสิบปี | ขาดความระมัดระวังของผู้คุมงานก่อสร้าง |
| 7 | 5 กันยายน 2551 | ถ.ห้าสิบปี | การระบายน้ำออกจากมวลดินไม่เพียงพอ |

*รูปที่ 6 น้ำท่วมเนื่องจากระบบระบายน้ำขาดประสิทธิภาพ*

*(ภาพจากงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเมืองป่าตอง)*

*รูปที่ 7 การปิดกั้นการไหลของน้ำโดยการสร้างสิ่งปลูกสร้างคร่อมทางน้ำ*

*รูปที่ 8 การก่อสร้างถนนปิดร่องเขาและมีท่อระบายน้ำที่มีขนาดไม่เหมาะสม*

*รูปที่ 9 ท่อระบายน้ำไม่สามารถรับน้ำจากภูเขาได้ วันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2547*

*(ภาพจากงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเมืองป่าตอง)*

*รูปที่ 10 การปิดกั้นการไหลออกของน้ำใต้ดิน ส่งผลให้เกิดดินถล่ม*

## 1.2 พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มในเทศบาลเมืองป่าตอง

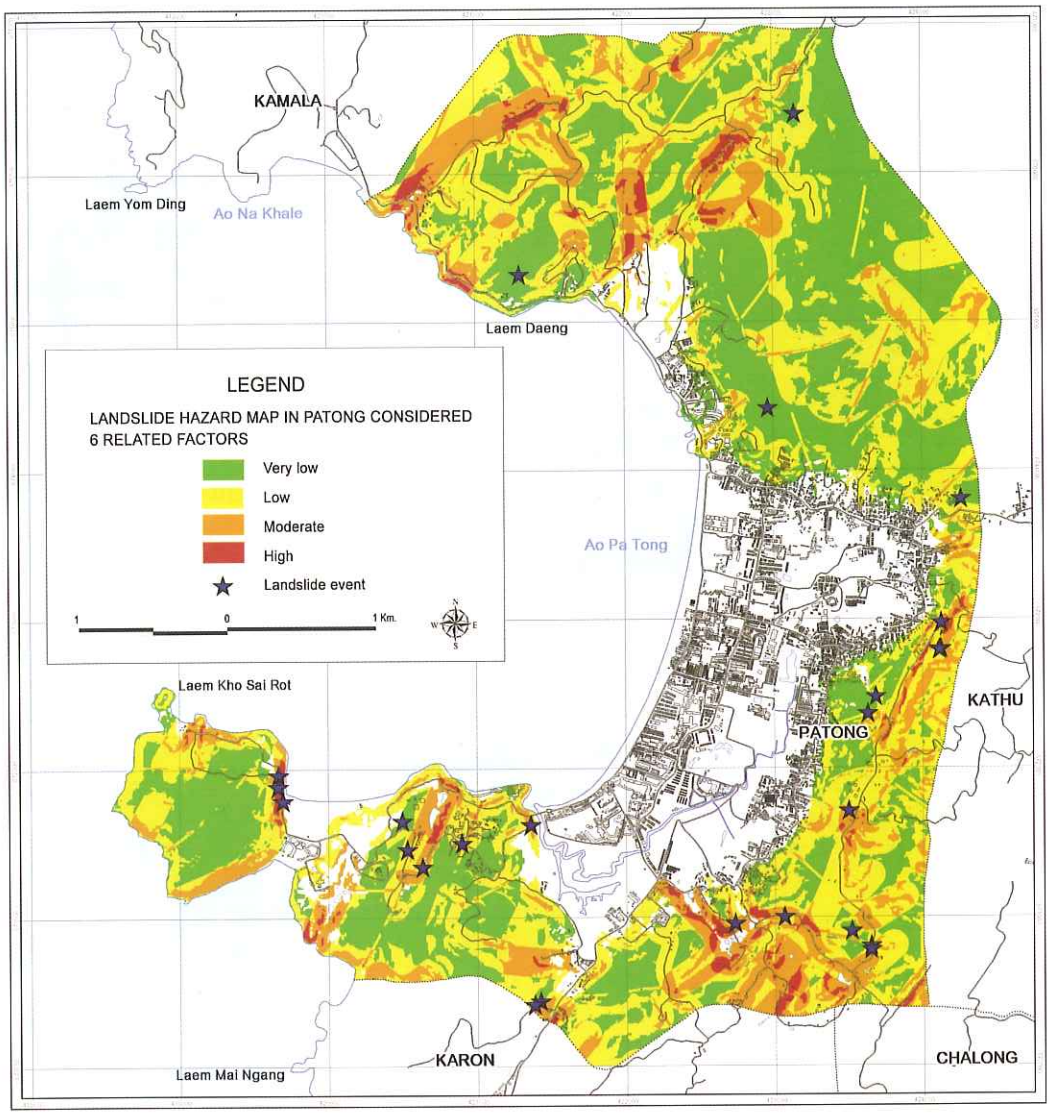
รูปที่ 11 แสดงพื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มในเทศบาลเมืองป่าตอง การวิเคราะห์พื้นที่ดังกล่าวได้มาจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับดินถล่ม โดยเริ่มจากการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่มาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติในการรับแรงทางวิศวกรรมปฐพีและพิจารณาร่วมกับปัจจัยอื่นๆ อีกได้แก่ แนวรอยเลื่อน พื้นที่ร่องน้ำ ระยะห่างจากถนน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับความรุนแรงแสดงเป็น 4 ระดับ ซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้จากตำแหน่งดินถล่มที่เคยเกิดในอดีต จากการศึกษาพบว่าการเกิดดินถล่มในเทศบาลเมืองป่าตองเกี่ยวข้องกับแนวรอยเลื่อนของพื้นดินอย่างชัดเจน ตารางที่ 2 ได้แนะนำข้อปฏิบัติที่ควรดำเนินการสำหรับพื้นที่โอกาสเกิดพื้นที่ต่างๆ ตารางที่ 3 แสดงความชันของลาดเขาตามธรรมชาติ ตามความปลอดภัยระดับต่างๆ หากมีการตัดลาดเขาให้ชันขึ้น รูปที่ 12 แสดงความเสี่ยงของอาคารระดับต่างๆ

**ตารางที่ 2 ข้อแนะนำการปฏิบัติในพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่ม**

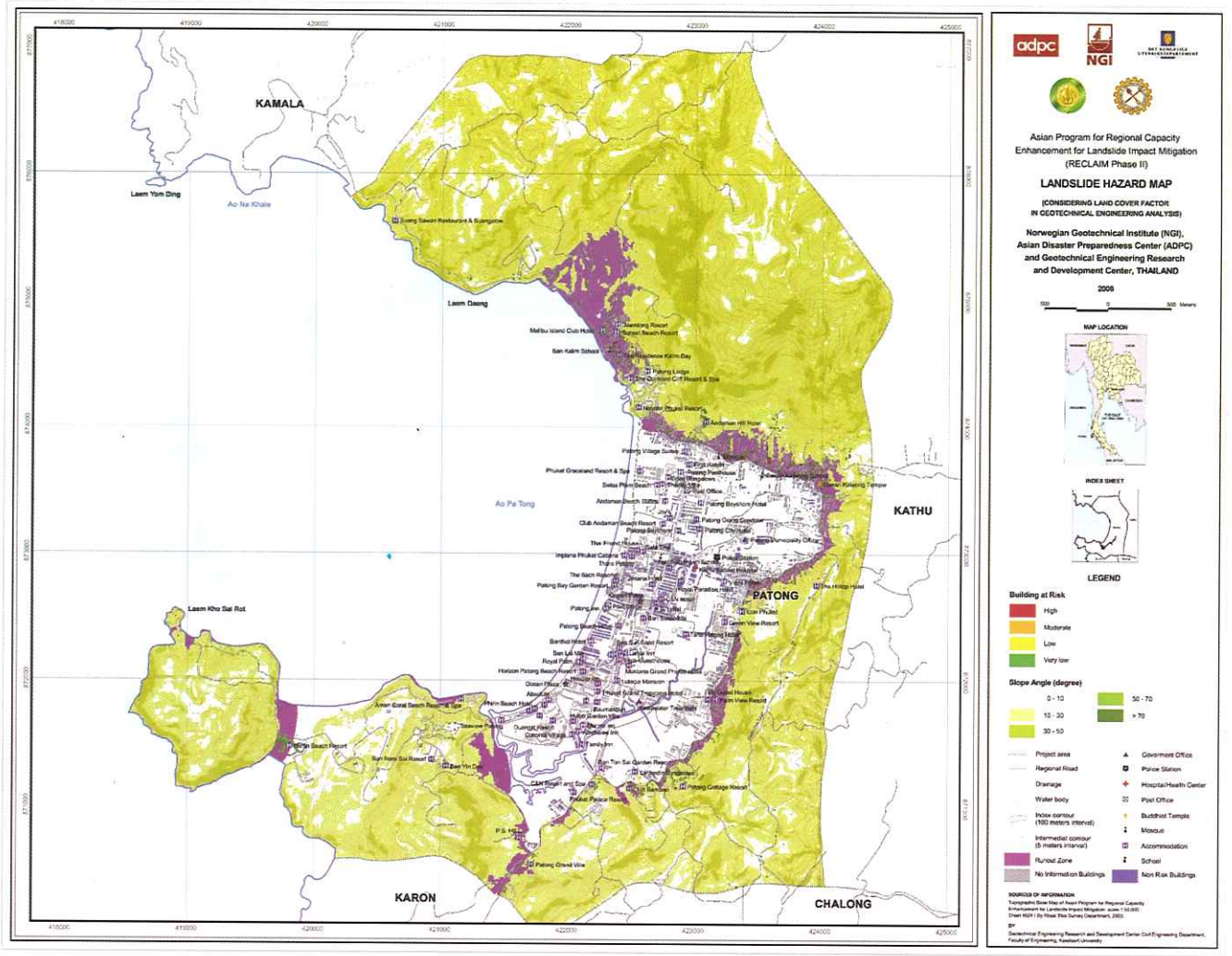
| ข้อควรปฏิบัติ | พื้นที่โอกาสเกิดผลกระทบจากดินถล่ม | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ระดับสูง | ระดับปานกลาง | ระดับต่ำ | ระดับต่ำมาก |
| ออกแบบและควบคุมโดยวิศวกร | √ | √ | | |
| ประเมินโอกาสเกิดดินถล่มโดยนักธรณีวิทยา | √ | | | |
| จัดให้มีสิ่งปกคลุมดิน | √ | √ | | |
| จัดให้มีระบบการระบายน้ำออกจากพื้นที่ | √ | √ | | |
| ควบคุมความชันการตัดลาดดิน | √ | √ | √ | √ |

**ตารางที่ 3 ความลาดชันตามธรรมชาติมากที่สุดที่สามารถตัดลาดชันได้ตามความปลอดภัยระดับต่างๆ**

| ค่าอัตราส่วนความปลอดภัย (F.S.) | ความชันธรรมชาติ |
|---|---|
| 1.3 | 20.6° |
| 1.5 | 15.8° |
| 1.8 | 12.3° |



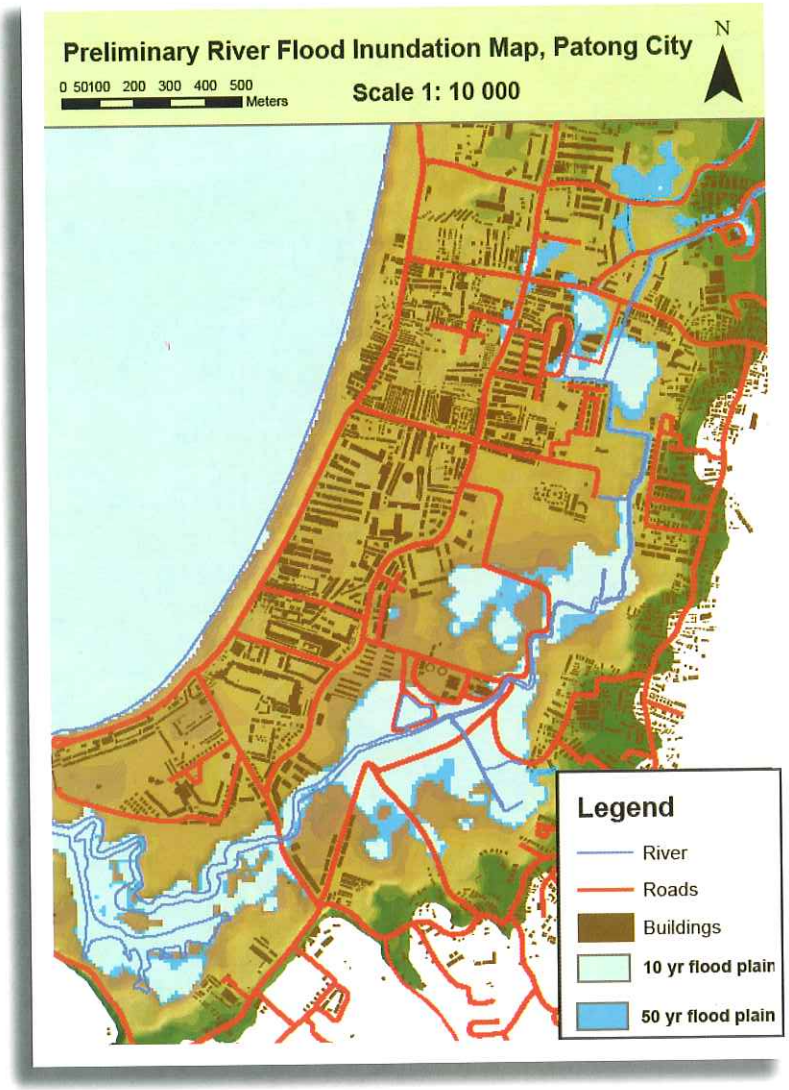

*รูปที่ 11 แผนที่โอกาสเกิดดินถล่มในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตอง จ.ภูเก็ต*




*รูปที่ 12 ตำแหน่งอาคารเสี่ยงภัยระดับต่างๆ เนื่องจากน้ำท่วม-ดินถล่ม หลายอาคารไม่สามารถประเมินได้ เนื่องจากข้อมูลไม่สามารถเก็บได้ครบถ้วน*

## 1.3 พื้นที่โอกาสเกิดน้ำท่วม

การจัดทำแผนที่โอกาสเกิดน้ำท่วมในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตองโดยผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันธรณีเทคนิคแห่งนอร์เวย์ พบว่าปริมาณฝนตกปานกลางตามคาบการตกของฝน 10 ปีสามารถทำให้เกิดน้ำท่วมสูง 0.30 เมตร เป็นพื้นที่กว้าง (รูปที่ 13) ดังนั้นการจัดการระบบการระบายน้ำและการหลีกเลี่ยงการสร้างสิ่งกีดขวางลำน้ำและการบันทึกสถิติระดับน้ำ จึงจำเป็นในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตอง




*รูปที่ 13 แผนที่โอกาสเกิดน้ำท่วมในเทศบาลเมืองป่าตอง*

# 2. การป้องกันและลดผลกระทบจากดินถล่มในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตอง

## 2.1 ข้อแนะนำในการปฏิบัติขั้นต่ำ

ข้อแนะนำดังต่อไปนี้บางส่วนนำมาจาก พ.ร.บ.ขุดดินและถมดิน พ.ศ.2543 บางส่วนกำหนดเพิ่มเติมขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่ สามารถใช้เป็นเกณฑ์การปฏิบัติได้เพื่อความปลอดภัยของชุมชน

### การขุดดิน

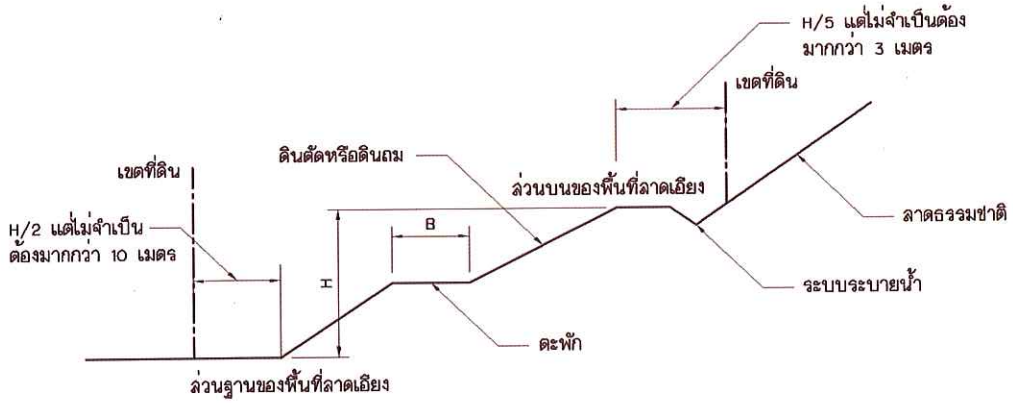
1. การขุดดินที่มีความลึกจากระดับพื้นดินเกิน 3 เมตร หรือการขุดดินบริเวณไหล่เขาที่มีความสูงเกิน 3 เมตร ต้องมีวิศวกรคำนวณความมั่นคง

2. การขุดดินที่มีพื้นที่เกิน 10,000 ตารางเมตร ต้องมีวิศวกรคำนวณทั้งเรื่องความมั่นคงของลาดชันและการระบายน้ำออกสู่พื้นที่ข้างเคียง เพื่อให้น้ำที่ระบายออกไม่รบกวนพื้นที่ข้างเคียง

3. การขุดดินที่มีความลึกหรือตัดไหล่เขาที่มีความสูงมากกว่า 3 เมตร และเป็นการทำให้ลาดชันมีความชันมากกว่าลาดชันธรรมชาติ จะต้องห่างจากแนวเขตที่ดินของบุคคลอื่นหรือที่สาธารณะเป็นระยะไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความลึกหรือความสูงของดินที่จะขุดตัด เว้นแต่จะได้มีการคำนวณยืนยันความปลอดภัยหรือจัดการป้องกันการพังทลายของดินหรือสิ่งปลูกสร้าง โดยวิศวกร

4. การตัดดินและถมดินบนพื้นที่ลาดเอียงตามธรรมชาติเพื่อให้ลาดชันราบมากขึ้นจะต้องมีระยะเว้นจากส่วนฐานของพื้นที่ลาดเอียงกับแนวเขตที่ดินเท่ากับครึ่งหนึ่งของความสูง แต่ไม่จำเป็นต้องมากกว่า 10 เมตร และระยะเว้นจากส่วนบนของพื้นที่ลาดเอียงกับแนวเขตที่ดินเท่ากับหนึ่งในห้าของความสูง แต่ไม่จำเป็นต้องมากกว่า 3 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 14

5. งานขุดดินบนที่ราบ หรืองานตัดดินบนไหล่เขา หากมีความชันของงานขุดหรืองานตัดเกิน 1 : 2 (V : H) ควรมีการวิเคราะห์โดยวิศวกรว่ามีความปลอดภัย และจะไม่ก่อให้เกิดภยันตรายต่อสาธารณะและทรัพย์สินส่วนบุคคล




*รูปที่ 14 ระยะเว้นสำหรับการตัดดินและถมดินบนพื้นที่ลาดเอียงตามธรรมชาติเพื่อให้ลาดชันราบมากขึ้น*

## การถมดิน

1. การถมดินโดยมีความสูงของเนินดินเกิน 3 เมตร และมีความสูงของเนินดินเกินกว่าระดับที่ดินต่างเจ้าของที่อยู่ข้างเคียงทุกด้านของพื้นที่ต้องมีการคำนวณความปลอดภัยโดยวิศวกร

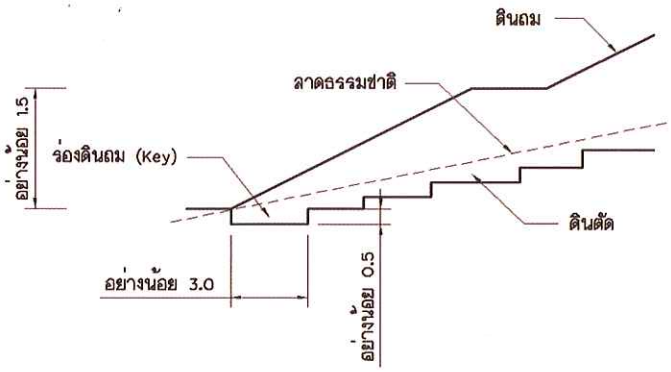
2. การถมดินที่มีพื้นที่เกิน 2,000 ตารางเมตร ต้องมีการคำนวณโดยวิศวกรถึงความมั่นคงของลาดชันและระบายน้ำที่จะไม่กระทบพื้นที่ข้างเคียง

3. การถมดินที่มีความสูงมากกว่า 3 เมตร ส่วนฐานของเนินดินจะต้องห่างจากแนวเขตที่ดินของบุคคลอื่น หรือที่สาธารณะเป็นระยะไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความสูงของเนินดินถม เว้นแต่จะได้มีการจัดการป้องกันการพังทลายของดินหรือสิ่งปลูกสร้างที่คำนวณโดยวิศวกร

4. งานถมดินบนพื้นที่ราบ ต้องมีความชันของดินถมไม่เกิน 1 : 1 เว้นแต่มีการวิเคราะห์โดยวิศวกรว่าจะปลอดภัย และไม่ก่อให้เกิดภยันตรายต่อสาธารณะและทรัพย์สินส่วนบุคคล

5. การถมดินบนพื้นที่ลาดเอียงตามธรรมชาติที่มีความลาดชันธรรมชาติเกิน 1 : 2 (V:H) จะต้องมีการวิเคราะห์โดยวิศวกรว่าจะความปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดภยันตรายต่อสาธารณะและทรัพย์สินส่วนบุคคล

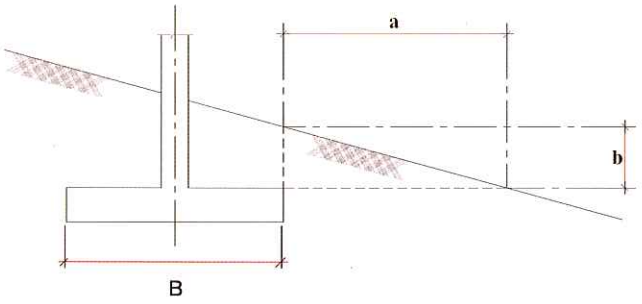
6. การถมดินบนพื้นที่ลาดเอียงตามธรรมชาติที่มีความชันธรรมชาติเกิน 1 : 2 (V:H) และความสูงในการถมมากกว่า 1.5 เมตร ควรมีร่องดินถม (Key) บริเวณปลายพื้นที่ลาดเอียง ลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร กว้างมากกว่า 3 เมตร และให้ตัดดินเดิมจนถึงชั้นดินที่มีความแข็งแรงเป็นขั้นๆ ก่อนการถมดิน ดังรูปที่ 15




*รูปที่ 15 ร่องดินถมบริเวณปลายพื้นที่ลาดเอียง กรณีทำการถมบนพื้นที่ลาดเอียงตามธรรมชาติ*

## การวางฐานรากบนพื้นที่ลาดเอียง

ในการก่อสร้างฐานรากบนพื้นที่ลาดเอียงฐานรากตัวริมที่ติดกับพื้นที่ลาดเอียงนั้นจะต้องมีระยะจากขอบนอกสุด ส่วนบนของฐานรากถึงพื้นที่ลาดเอียงนั้น (Edge Distance) เป็นไปตามข้อกำหนดรูปที่ 16 ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันการสึกกร่อนของผิวดิน อันจะเป็นอันตรายแก่ฐานรากภายหลัง




| | | |
|---|---|---|
| ข้อกำหนด | สำหรับฐานรากวางบนดิน (Soil) | ระยะ a ไม่น้อยกว่า 1.5B เมตร |
| | | ระยะ b ไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร |
| | สำหรับฐานรากวางบนหิน (Rock) | ระยะ a ไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร |
| | | ระยะ b ไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร |

*รูปที่ 16 ข้อกำหนดสำหรับการก่อสร้างฐานรากบนพื้นที่ลาดเอียง*

***(มาตรฐานงานราก, กรมโยธาธิการและผังเมือง)***

## 2.2 สิ่งที่ควรหลีกเลี่ยงและสิ่งที่ควรปฏิบัติ

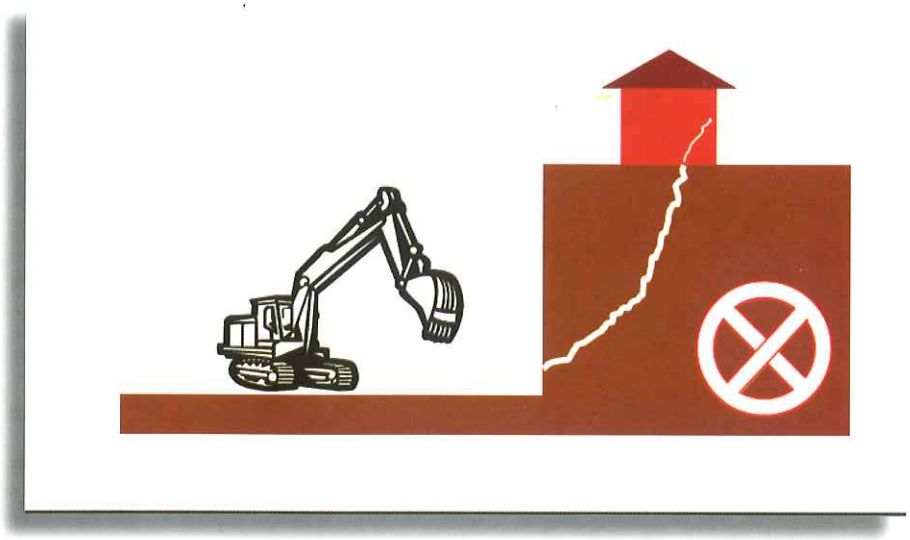
สิ่งที่ควรหลีกเลี่ยงในทางปฏิบัติอันอาจนำไปสู่การพิบัติของลาดดินประกอบด้วย

1. การหลีกเลี่ยงการตัดลาดดินติดแนวเขตที่ดินของบุคคลอื่นโดยไม่มีการเว้นระยะห่างหรือทิ้งมุมของดินตัดให้เหมาะสม (รูปที่ 17)

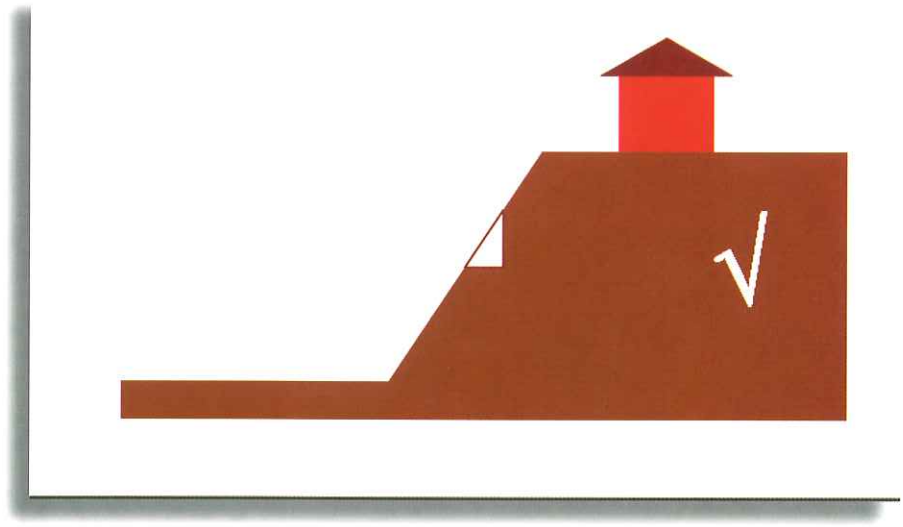
2. หลีกเลี่ยงการเปิดหน้าดินโดยไม่มีสิ่งปกคลุมดิน เพื่อป้องกันการกัดเซาะและพิบัติของลาดดิน การใช้แผ่นพลาสติกปกคลุมดินสำหรับชั่วคราวสามารถกระทำได้ (รูปที่ 18)

3. หลีกเลี่ยงการปิดกั้นการระบายน้ำออกจากลาดดินโดยเฉพาะบริเวณตีนลาดชัน การปิดตีนลาดชันด้วยกระชุหิน Gabion หรือ หินเรียงที่มีระบบกรองที่เหมาะสมสามารถช่วยได้ดี (รูปที่ 19)

4. การระบายน้ำผิวดินควรหลีกเลี่ยงการกัดเซาะ อาจใช้รางระบายน้ำผิวดิน โดยรางระบายน้ำควรอยู่นอกเขตการพิบัติ (รูปที่ 20)



ก. การตัดลาดเอียงในแนวดิ่ง



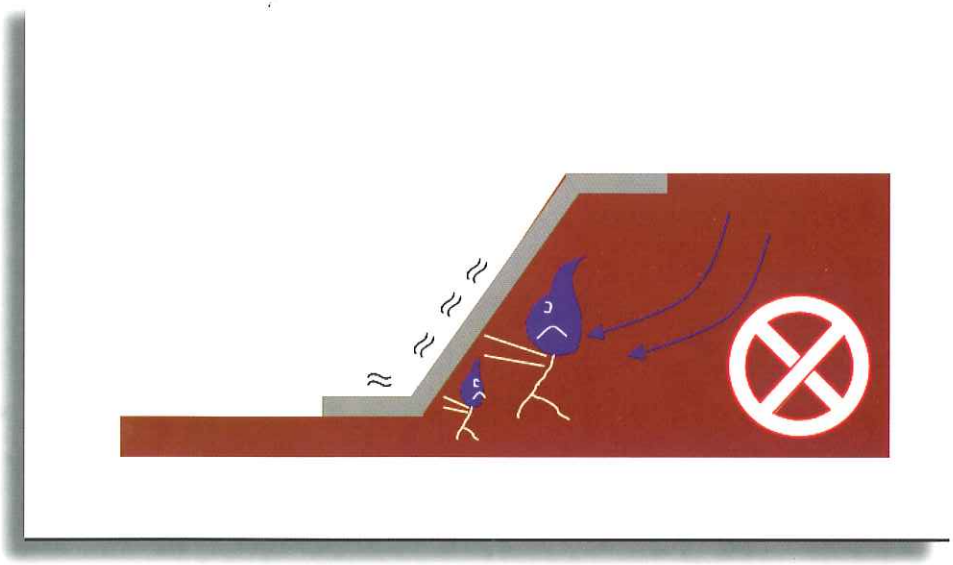
ข. การตัดลาดเอียงที่เหมาะสม

**รูปที่ 17 การตัดลาดดิน**

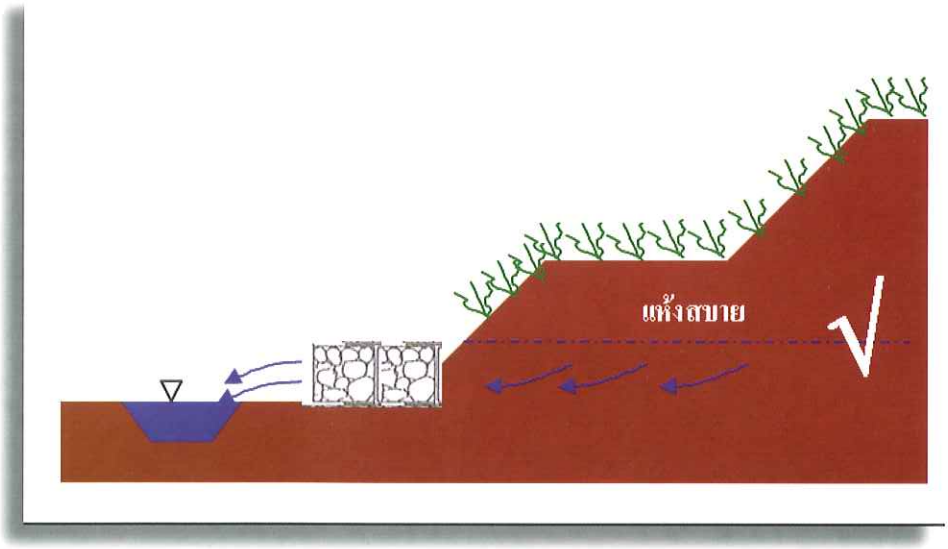
ก. น้ำฝนก่อให้เกิดการกัดเซาะหน้าดินและทำให้ดินอ่อนตัว

ข. พืชคลุมดินช่วยลดการกัดเซาะและรักษาลาดชัน

**รูปที่ 18 สิ่งปกคลุมดิน**

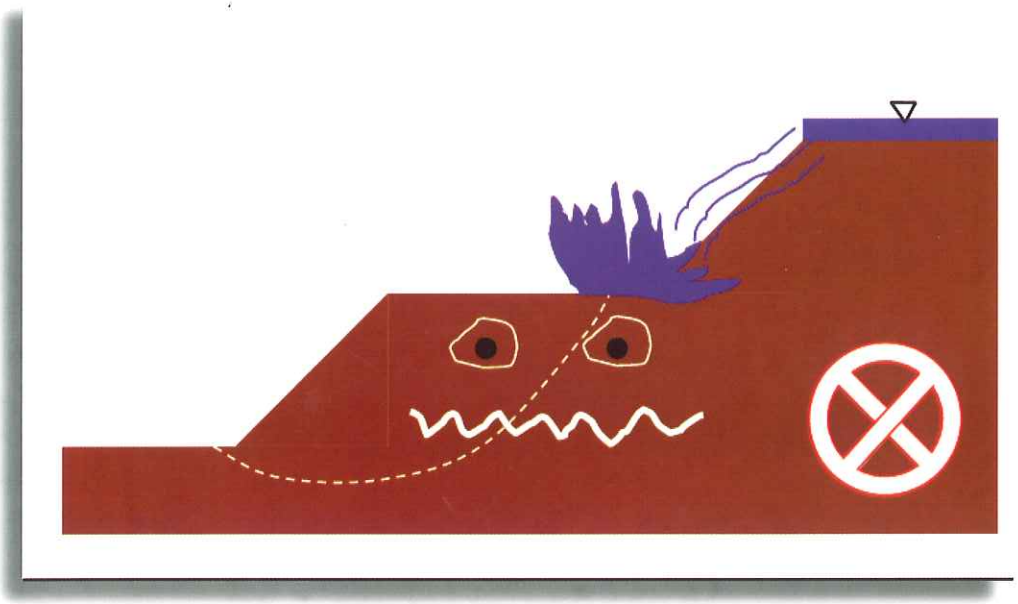


*ก. การดาดหน้าคอนกรีตหรือผิวทึบน้ำทำให้น้ำสะสมในลาดดินและพยายามดันตัวออก*

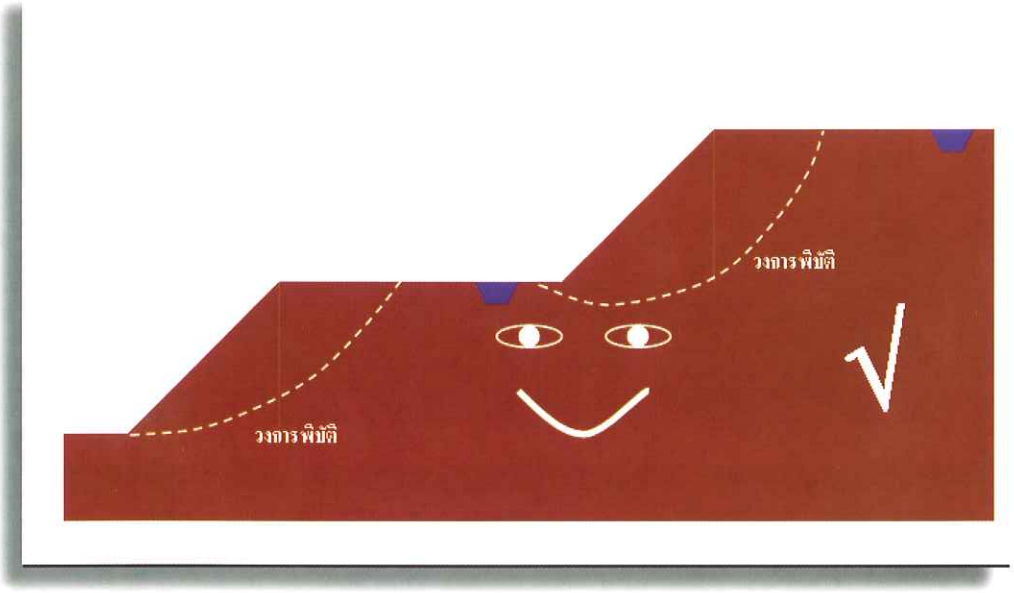



*ข. ตาข่ายบรรจุหิน Gabion ช่วยระบายน้ำในลาดดิน*

***รูปที่ 19 การระบายน้ำออกจากลาดดิน***



*ก. การระบายน้ำโดยตรงทำให้เกิดการกัดเซาะและดินอิ่มตัว*




*ข. การระบายน้ำผิวดินด้วยรางระบายน้ำ*

***รูปที่ 20 ระบบระบายน้ำผิวดิน***

## 2.3 ข้อแนะนำทางวิศวกรรมเพื่อการป้องกันการพิบัติ

### สำหรับทุกกรณี

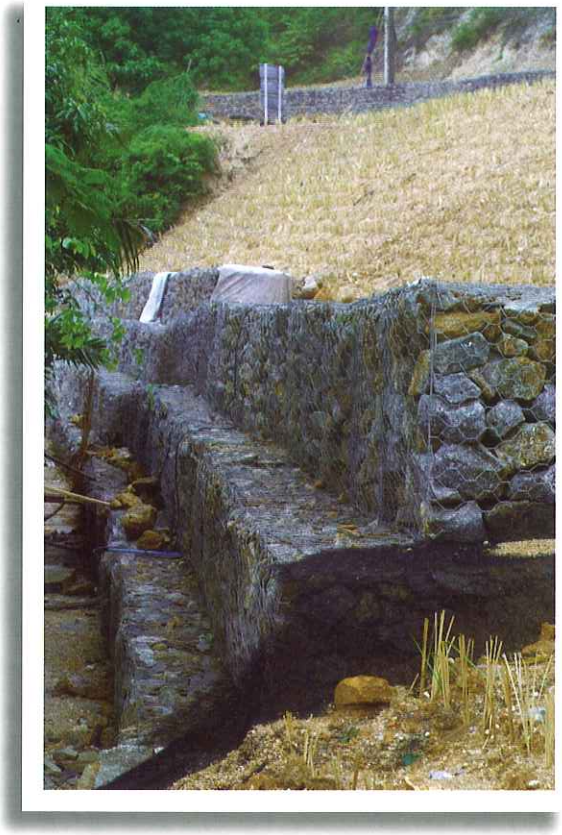
ต้องมีการปกคลุมผิวหน้าดินเพื่อป้องกันการกัดเซาะและลดปริมาณน้ำที่ไหลซึมลงสู่ดิน โดยอาจใช้วิธีการปลูกพืชปกคลุมดิน การยึดเกาะของพืชช่วงแรกสามารถใช้ดินเหนียวหนาประมาณ 15 ซม. ปิดคลุมหน้าดิน หรือใช้ Geonet เพื่อให้รากพืชยึดเกาะได้ ในงานชั่วคราวควรใช้แผ่นพลาสติกปิดคลุมหน้าดินที่ถูกเปิด การปกคลุมดินต้องสามารถให้น้ำใต้ดินระบายได้โดยเฉพาะบริเวณตีนลาดชัน ซึ่งอาจติดตั้งรูระบายน้ำหรือใช้ Gabion วางติดตีนลาดชันพร้อมระบบกรองด้วยกรวดหยาบหรือ Geotextile ให้เหมาะสมเพื่อป้องกันวัสดุเม็ดละเอียดถูกพัดออกจากลาดดินเนื่องจากน้ำใต้ดิน โดยสรุปแล้วหลักการที่จำเป็นสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตองคือการปกคลุมหน้าดินและการระบายน้ำ (รูปที่ 21)

### สำหรับกรณีมีพื้นที่มากเพียงพอ

อาจใช้วิธีตัดลาดชันให้ราบขึ้นโดยทำตะพัก (Benching) โดยใช้การขุดตัด (รูปที่ 22) ควรหลีกเลี่ยงการใช้การระเบิดเนื่องจากจะทำให้เกิดการกระทบกระเทือนโครงสร้างดินและหิน การเสริมกำลังดินโดยวัสดุใยสังเคราะห์ เช่น การใช้ Geotextile ในลักษณะของ MSE Wall จะทำให้ประหยัดพื้นที่มากขึ้น (รูปที่ 23) การเพิ่มแรงต้านโดยใช้กล่อง Gabion หรือใช้วงคอนกรีตใส่หิน สามารถทำได้เช่นเดียวกันแต่ต้องระบายน้ำให้เพียงพอดังที่ได้กล่าวไว้ (รูปที่ 24) วิธีการเพิ่มเสถียรภาพลาดชันโดยอาศัยหลักการเสริมกำลังดินและการระบายน้ำอย่างง่ายและประหยัดอีกวิธีหนึ่งคือการบดอัดและเสริมความแข็งแรงด้วยพืชพรรณธรรมชาติ (รูปที่ 25)

### สำหรับกรณีพื้นที่จำกัด

พื้นที่ไม่เพียงพอต่อการลดความลาดชันของลาดชันให้ราบขึ้น จำเป็นต้องใช้โครงสร้างรับน้ำหนัก เช่น กำแพงกันดิน คอนกรีตเสริมเหล็ก (รูปที่ 26) หรืออาจใช้ Soil Nail ในกรณีเป็นดิน (รูปที่ 27) หรือ Rock Bolt/Anchor ในกรณีที่เป็นชั้นหิน (รูปที่ 28) ข้อจำกัดของ Rock Anchor คือ หินที่ใช้จะต้องไม่ผุสลายหรือเคลื่อนตัวหลังการก่อสร้างเพราะจะทำให้สูญเสียแรงดึงในเหล็กยึด ในกรณีพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตองค่อนข้างยากที่จะใช้ Rock Anchor เนื่องจากลักษณะของหินพื้นมีความผุพังมาก

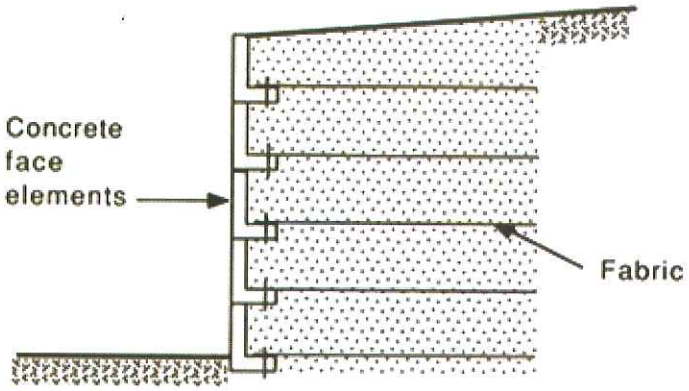


**รูปที่ 21 รูปแบบการปกคลุมหน้าดินและการระบายน้ำ**

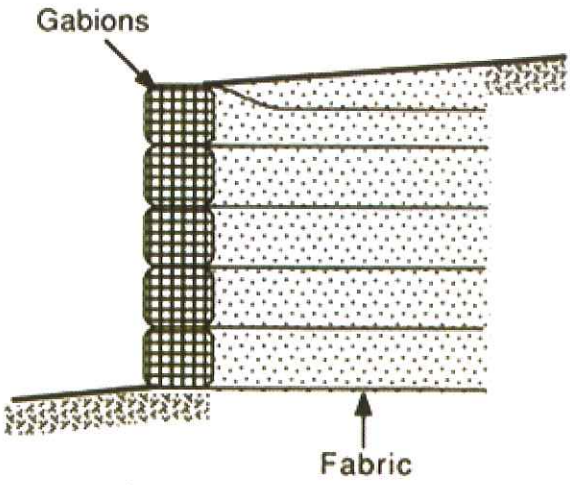
*ก) การตัดส่วนบนแล้วเพิ่มส่วนล่าง (Total removal of all unstable materials)*

*ข) Benching of slope เป็นการตัดลาดชันขนาดใหญ่ให้เป็นลาดชันขนาดเล็ก*

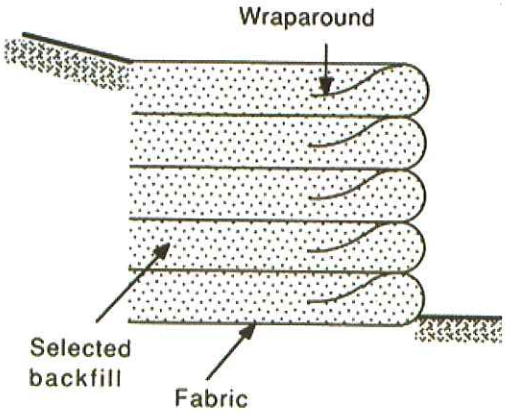
**รูปที่ 22 การปรับเปลี่ยนพื้นที่เพื่อเพิ่มเสถียรภาพให้ลาดชัน**




ก) MSE-WALL CONCRETE FACING

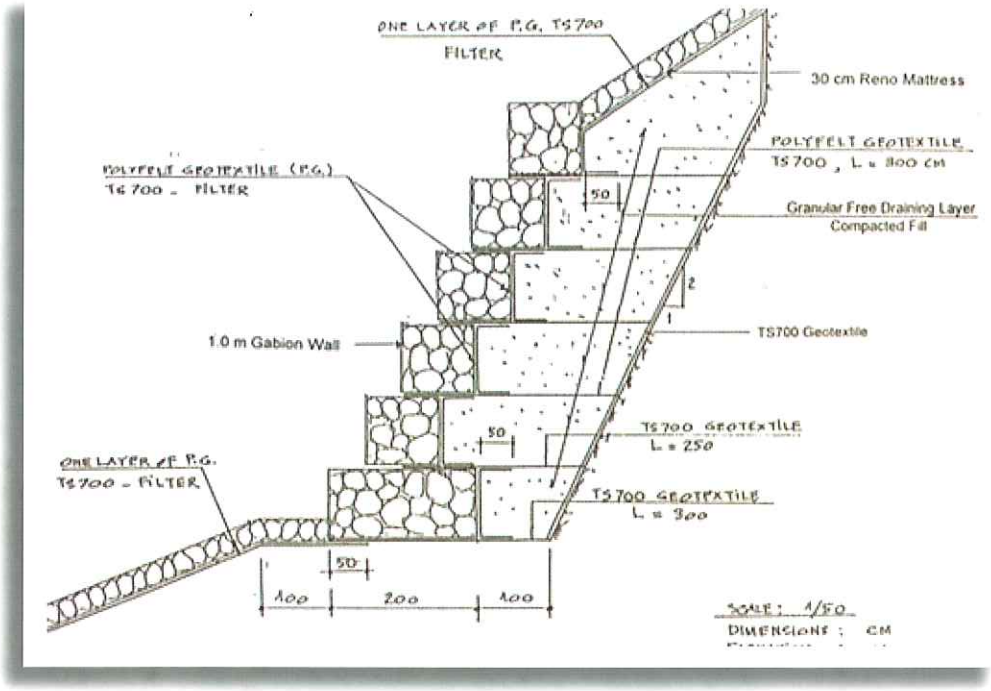



ข) MSE-WALL GABIONS FACING

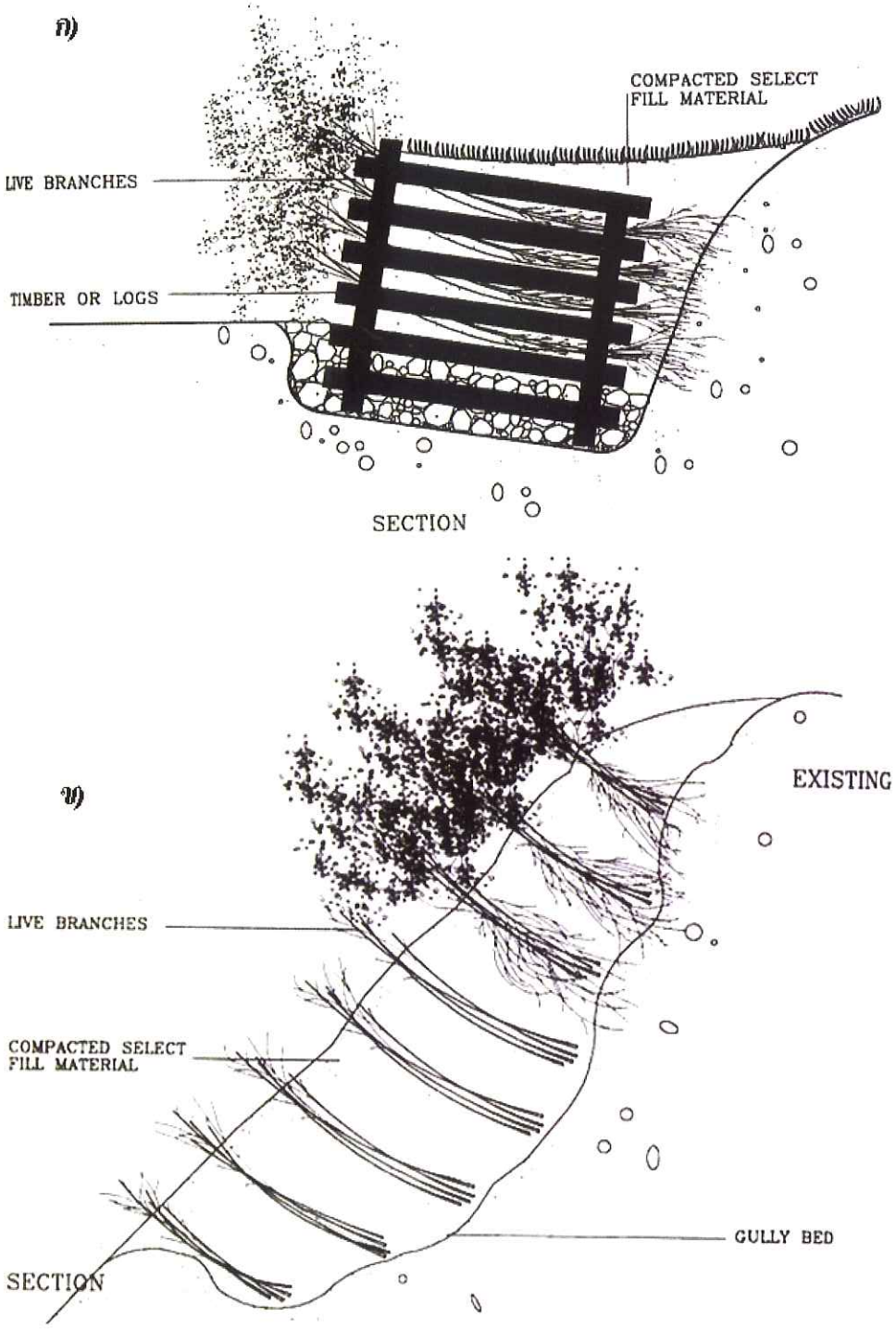



ค) MSE-WALL WRAPAROUND FACING

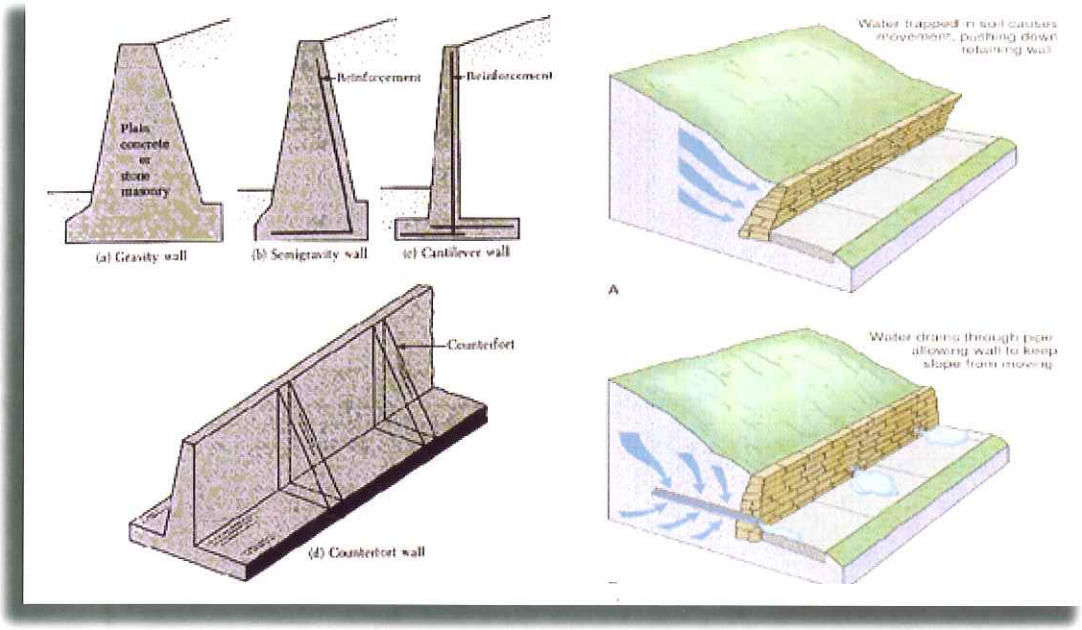
**รูปที่ 23 ตัวอย่างชนิดของ MSE (Mechanically Stabilize Earth) Walls**



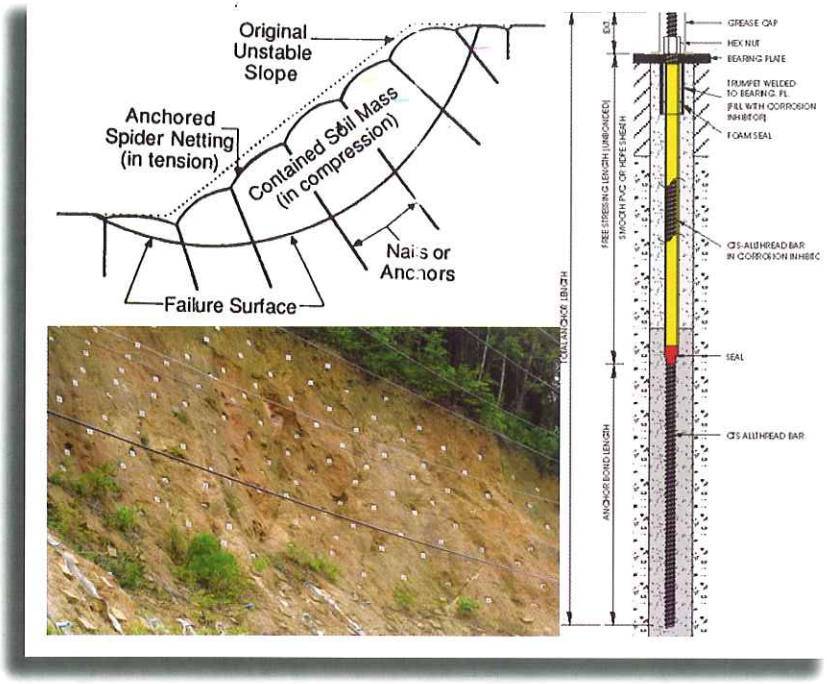
*รูปที่ 24 การใช้กล่อง Gabion เพิ่มแรงต้านที่ตีนลาดดิน*



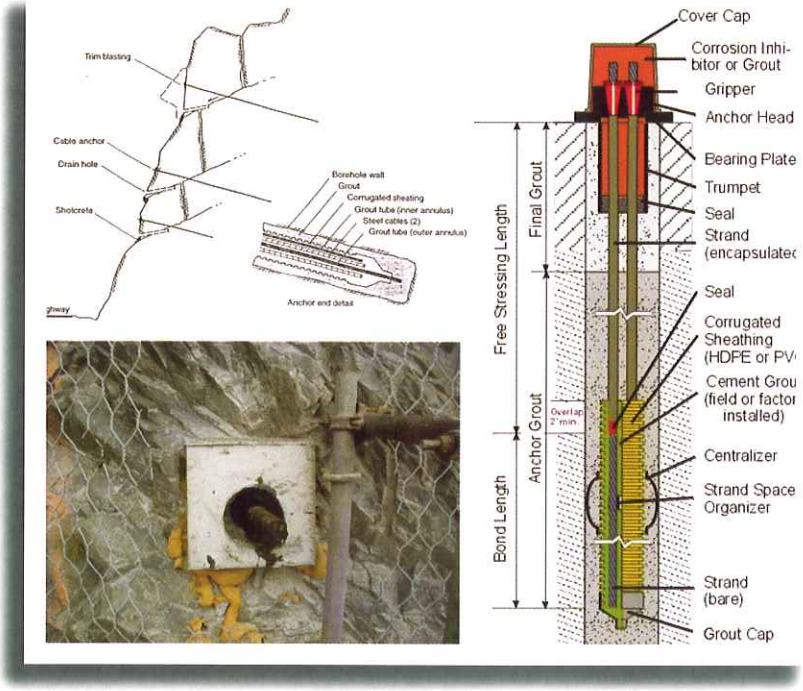

*รูปที่ 25 ก) Live Crib Wall ข) Live Gully Repair Fill*



*รูปที่ 26 กำแพงกันดิน (Retaining Walls)*




*รูปที่ 27 การใช้ Soil nail เพิ่มเสถียรภาพของลาดชันที่เป็นดินหรือหินผุ*

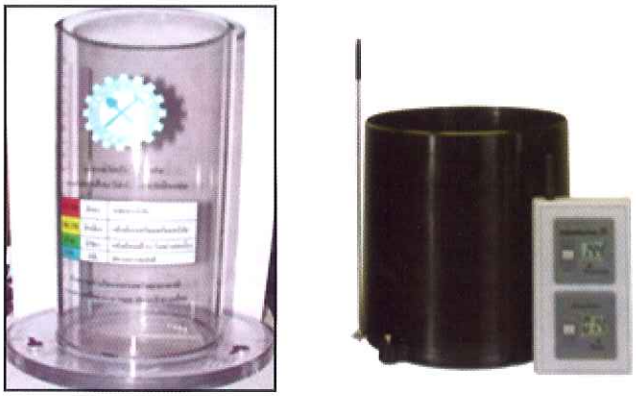



*รูปที่ 28 การเพิ่มความแข็งแรงลาดชันด้วยหมุดยึด (Rock Bolt) และ สมอยึด (Anchor)*

# 3. การเตือนภัยดินถล่มในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตอง

แม้ว่าการเกิดดินถล่มเป็นสิ่งที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ แต่เราสามารถลดผลกระทบและป้องกันโดยใช้โครงสร้างทางวิศวกรรม การเตือนภัยก็ถือว่าเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดผลกระทบต่อการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนจากการเกิดดินถล่ม ปัจจุบันสามารถใช้ปริมาณน้ำฝนเป็นเกณฑ์ในการเตือนภัยดินถล่ม สำหรับการเตือนภัยดินถล่มด้วยวิธีนี้เป็นการเตือนภัยทางอ้อมและเป็นวิธีหนึ่งในการเตือนภัยดินถล่มเท่านั้น

เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลมมรสุมหรืออิทธิพลในการเกิดฝนตกต่างๆ ดังนั้นในการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนจึงได้มีการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดปริมาณน้ำฝน (รูปที่ 29) ในบริเวณต่างๆ ทั่วเทศบาลเมืองป่าตอง



*รูปที่ 29 อุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน มีหน่วยจากการตรวจวัดเป็นปริมาณมิลลิเมตรต่อวัน*

โครงการศึกษาได้สร้างเครือข่ายตรวจวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตอง เพื่อได้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่กระจายและครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น อีกทั้งเป็นการสร้างความร่วมมืออันดีระหว่างชุมชนกับหน่วยงานของรัฐฯ พร้อมทั้งติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติเพื่อส่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนมายังศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานรากเพื่อวิเคราะห์ปริมาณความชุ่มชื้นในดิน บริเวณสถานีวัดน้ำฝนแสดงในรูปที่ 30 จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนและสถิติการเกิดดินถล่มในพื้นที่ สามารถเตือนภัยโดยค่าดัชนีความชุ่มชื้นวิกฤติได้ดังรูปที่ 31 และตารางที่ 4

*รูปที่ 30 จุดติดตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝนอัตโนมัติหน้าสำนักงานป้องกันสาธารณภัยเมืองป่าตอง*

การคำนวณค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (Antecedent Precipitation Index: API) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำในชั้นดินที่ดินอุ้มน้ำไว้ ณ เวลาใดๆ สามารถประเมินได้โดยอาศัยปัจจัยความชื้นในดิน (Soil moisture) กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละวันหรือแต่ละช่วงเวลา โดยในความสัมพันธ์ของ Linsely et. al. ดังสมการที่ 1

$$API_t = (K_t X API_{t-1}) + P_t \quad (1)$$

เมื่อ $API_t$ = ค่า API ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

$API_{t-1}$ = ค่า API ของเวลาก่อนหน้า (t-1) (มม.)

$P_t$ = ค่าปริมาณน้ำฝน ณ เวลาใดๆ (t) (มม.)

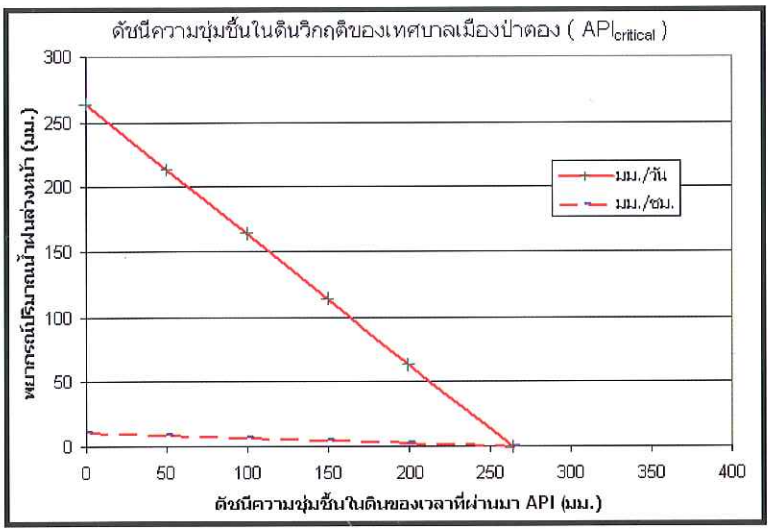
$K_t$ = ค่าคงที่คูณลด ณ เวลาใดๆ

ซึ่ง K นี้หาได้จากความสัมพันธ์ของ Chodhury and Blanchard (1983) ดังสมการที่ 2

$$K_t = \exp(-E_t/W) \quad (2)$$

เมื่อ $E_t$ = การคายระเหย ณ เวลาใดๆ (ตารางที่ 4)

$W$ = ความชื้นในดินที่สามารถระเหยได้ (มม.)
ในพื้นที่เทศบาลป่าตองใช้ค่าเฉลี่ย 38 มม.

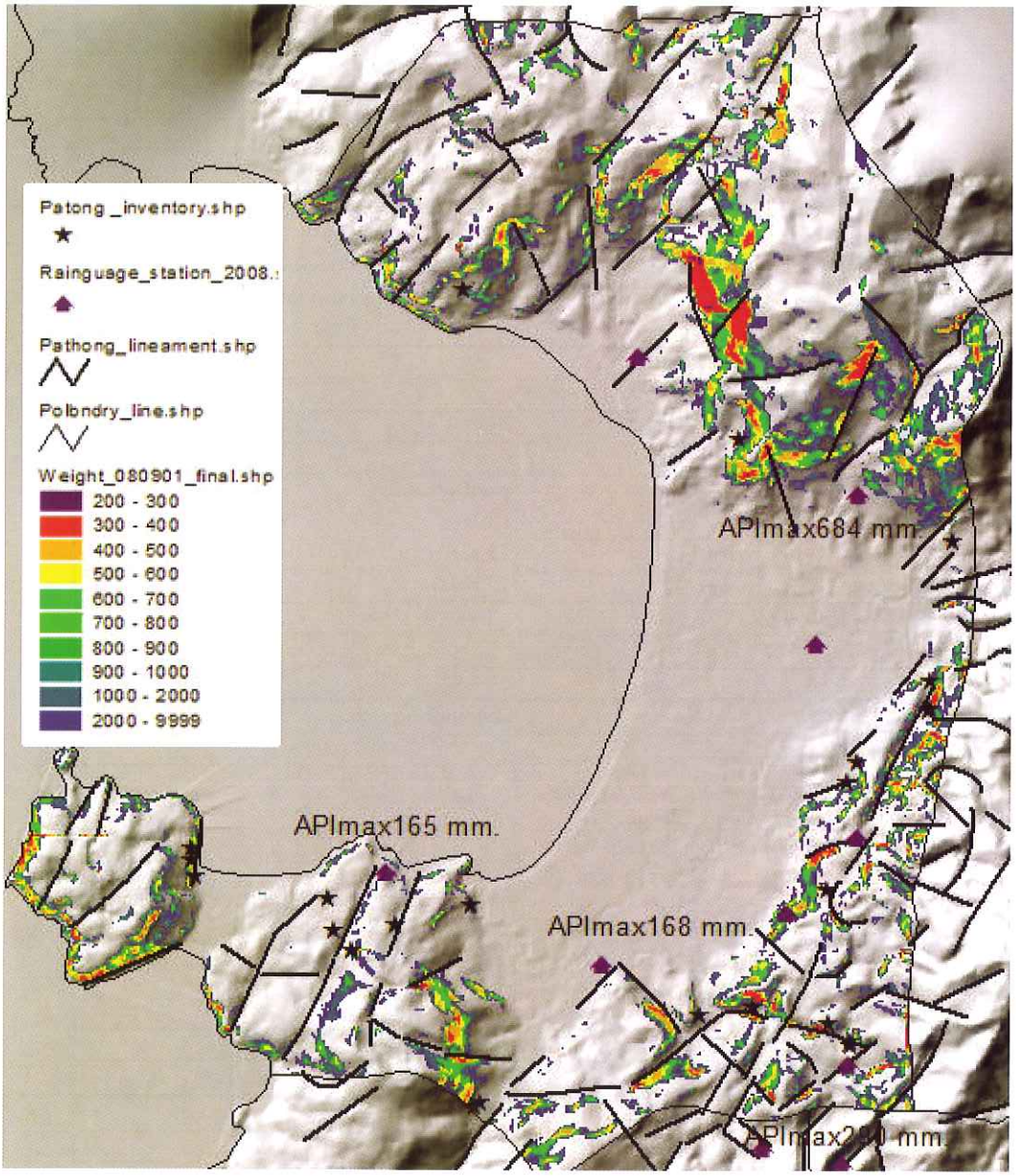



*รูปที่ 31 กราฟแสดงการเตือนภัยดินถล่มด้วยดัชนีความชุ่มชื้นในมวลดินวิกฤติ*

**ตารางที่ 4 การเตือนภัยดินถล่มด้วยดัชนีความชุ่มชื้นในมวลดินวิกฤติ**

| ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน API (มม.) | พยากรณ์ล่วงหน้าปริมาณฝนตกที่เสี่ยงดินถล่มและน้ำท่วม | | | | ระดับความเสี่ยง |
|---|---|---|---|---|---|
| | ชุมชนนาใน | | ชุมชนกะหลิม | | |
| | มม./วัน | มม./ชม. | มม./วัน | มม./ชม. | |
| 0 | 290 | 12 | 265 | 11 | ต่ำ |
| 25 | 265 | 11 | 240 | 10 | |
| 50 | 240 | 10 | 215 | 9 | |
| 75 | 215 | 9 | 190 | 8 | |
| 100 | 190 | 8 | 165 | 7 | ปานกลาง |
| 125 | 165 | 7 | 140 | 6 | |
| 150 | 140 | 6 | 115 | 5 | |
| 175 | 115 | 5 | 90 | 4 | |
| 200 | 90 | 4 | 65 | 3 | สูง |
| 225 | 65 | 3 | 40 | 2 | |
| 250 | 40 | 2 | 15 | 1 | |
| 265 | 25 | 1 | 0 | 0 | |
| 275 | 15 | 1 | 0 | 0 | |
| 290 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

*รูปที่ 32 แสดงแผนที่ค่า API วิกฤติ ยิ่งค่าน้อยยิ่งเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มจากฝนตก*




*รูปที่ 32 แผนที่ค่า API วิกฤติในพื้นที่เทศบาลเมืองป่าตอง*

## ตารางที่ 5 แบบบันทึกเหตุการณ์ดินถล่ม (ไม่จำเป็นต้องบันทึกทุกข้อมูล)

**ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก**
**แบบฟอร์มสำรวจเหตุการณ์ลาดพิบัติ**

หมายเลขรหัส สำหรับเจ้าหน้าที่

**1. ข้อมูลทั่วไป**

UTM Zone N / E — WGS84 Lat / Lon

วันที่ เดือน พ.ศ.

ชื่อเหตุการณ์ | ชื่อรอยการพิบัติ | ระวางแผนที่

ที่ตั้ง หมู่บ้าน อำเภอ จังหวัด | หมายเลขแผนที่

หมายเลขทางหลวง หลักกม.ที่ ถึง กม.ที่ | ผู้บันทึก

**2. ข้อมูลธรณีเทคนิค**

ลักษณะการพิบัติ
- ☐ Slide ☐ Flow
- ☐ Spread ☐ Topple

ลักษณะดิน
- ☐ Alluvial Soil ☐ Marine Soil
- ☐ Residual Soil ☐ อื่นๆ _____
- ☐ Colluvial Soil

ลักษณะวัสดุ
- ☐ Debris (coarse soil and rock)
- ☐ Earth (fine soil)
- ☐ Rock ☐ Fill

การจำแนกชนิดของดินด้วยสายตาตามระบบ USCS

ชนิดของหิน
- ☐ หินอัคนี ระบุ
- ☐ หินชั้น — กลุ่มหิน
- ☐ หินแปร — หมวดหิน

โครงสร้าง/การวางตัว
- ☐ ไม่พบ
- ☐ Bed ☐ Fault
- ☐ Fold ☐ Joint

ลักษณะชั้นดินและชั้นหิน

**3. ลักษณะลาดพิบัติ**

รูปแบบพื้นที่ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ความลาดชัน องศา

การใช้ลาดพิบัติ ☐ เนินเขา ☐ ริมตัดคลอง ☐ ลาดถนน ☐ งานดินขุด ☐ งานดินถม ☐ อื่นๆ ระบุ

ขนาดการพิบัติ

| | ก | ย | ล | |
|---|---|---|---|---|
| บน | | | | ม. |
| กลาง | | | | ม. |
| ล่าง | | | | ม. |
| ปริมาตรดิน | | | | $ม.^3$ |

ที่ตั้งของการพิบัติ (รูปวาด)

ข้อมูลภาพถ่ายลาดพิบัติ | กล้อง

ฟิล์มหมายเลข | เฟรมที่ ถึง

**4. การใช้พื้นที่โดยรอบ**
- ☐ ชุมชนหนาแน่น
- ☐ พื้นที่การเกษตร
- ☐ ถนน
- ☐ พื้นที่โล่ง, ทุ่งหญ้า
- ☐ สถานที่ท่องเที่ยว ระบุ
- ☐ ป่าไม้

**5. สาเหตุหลักของการพิบัติ**
- ☐ ฝนตกหนัก
- ☐ การขุดลึกเกินไป
- ☐ ตะกอนสะสมหนา
- ☐ การตัดลาดสูงเกินไป
- ☐ ลำน้ำกัดเซาะ
- ☐ อื่นๆ

**6. ข้อมูลเหตุการณ์พิบัติ** วันที่ เวลา น.

การสูญเสียต่อชีวิต (คน)
เสียชีวิต บาดเจ็บ สูญหาย

ความเสียหายต่อทรัพย์สินโดยตรง บาท

บ้านเสียหาย (หลัง) ทั้งหลัง บางส่วน

ถนนชำรุด เมตร

ความเสียหายต่อทรัพย์สินโดยอ้อม บาท

พื้นที่เกษตรเสียหาย ไร่ หยุดการท่องเที่ยว วัน

Asian Disaster Preparedness Center

**www.adpc.net**

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Tel, Fax : 0-2579-2265