



ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ
เลขบทความที่ วศ.ดินถล่ม 61/1

แนวทางการแก้ปัญหาและการจัดการพื้นที่อยู่อาศัย ของชุมชนบ้านดอยช้าง

โดย

หน่วยวิจัยดินถล่ม
ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

15 พฤศจิกายน 2561

คำนำ

เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดประโยชน์ด้านงานวิศวกรรมปฐพีทั้งงานสำรวจ ออกแบบ ก่อสร้าง และใช้งานตามแต่วัตถุประสงค์ของผู้ใช้ ซึ่งเป็นนโยบายประการหนึ่งของ ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก และยังเป็นเอกสารที่ใช้อ้างอิงทางวิชาการเพื่องานศึกษาวิจัยต่อไป การอ้างอิงเอกสารฉบับนี้สามารถทำได้ดังนี้

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก , 2561. “แนวทางการแก้ปัญหาและการจัดการพื้นที่อยู่อาศัย ของชุมชนบ้านดอยช้าง”. หน่วยวิจัยดินถล่ม ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

แนวทางการแก้ปัญหาและการจัดการพื้นที่อยู่อาศัยของชุมชนบ้านดอยช้าง

รศ.ดร.สุทธิตกดิ์ ศรีลัมภ์ (หัวหน้าศูนย์วิจัยและผู้เชี่ยวชาญวิศวกรรมดินถล่ม)

นายวรวัชร ต่อวิวัฒน์ (วิศวกรปฐพี หัวหน้าหน่วยวิจัยดินถล่มฯ)

นายสิริศาสตร์ ยังแสนภู (นักธรณีวิทยาอาวุโส)

นางสาวลักษมี ศรีเจริญ (นักสารสนเทศภูมิศาสตร์)

1. ข้อมูลแผนที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม ลุ่มน้ำห้วยไคร้ และบริเวณพื้นที่ตั้งหมู่บ้านดอยช้าง

สุทธิตกดิ์ ศรีลัมภ์และคณะ (2558) ได้ศึกษาพฤติกรรมการเกิดดินถล่มและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยหลักทฤษฎีทางธรณีวิศวกรรม 2 ทฤษฎี ได้แก่ ทฤษฎีการไหลซึมของน้ำในดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำและทฤษฎีเสถียรภาพของลาดดินแบบลาดอนันต์ ในการสร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดถล่มจากผลของความชื้นในดินที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำฝนไหลซึมสู่ดินชั้นล่าง เรียกว่า Dynaslide Model เนื่องจากพื้นที่บ้านดอยช้างมีลักษณะของดินเฉพาะพื้นที่ กล่าวคือ เป็นดินตะกอนพัดพาที่ทับถมกันจากซากมวลพิบัติ ที่เรียกว่า Colluvium deposits ซึ่งมีความลาดชัน 10 องศาโดยประมาณ ซึ่งไม่ครอบคลุมเงื่อนไขการวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มด้วยแบบจำลอง Dynaslide Model (รูปที่ 1) ส่งผลให้บริเวณพื้นที่ตั้งหมู่บ้านไม่แสดงผลการวิเคราะห์ระดับความอ่อนไหวต่อดินถล่ม ดังนั้น สุทธิตกดิ์ ศรีลัมภ์และคณะ (2561) จึงได้ทำการศึกษาถึงพฤติกรรมการเกิดดินถล่มในพื้นที่ตะกอนพัดพา โดยมีบ้านดอยช้างเป็นพื้นที่ศึกษา และได้ทำการติดตั้งระบบตรวจวัดระดับน้ำใต้ดิน, บ่อตรวจวัดการเคลื่อนตัวของดิน และสถานีตรวจวัดน้ำฝน ตลอดจนการสำรวจพื้นที่โดยละเอียดด้วยการทำสอบ Resistivity Test เพื่อหาการวางตัวของชั้นดินซึ่งเป็นเทคนิคด้าน Geophysics ประกอบการสำรวจเส้นชั้นความสูงความละเอียดสูง (Contour Survey) เพื่อเป็นข้อมูลการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินกรณีผลกระทบจากระดับน้ำใต้ดินที่เพิ่มสูงขึ้น ดังรูปที่ 2





2. มาตรการการจัดการ สู้ อยู่ หนี

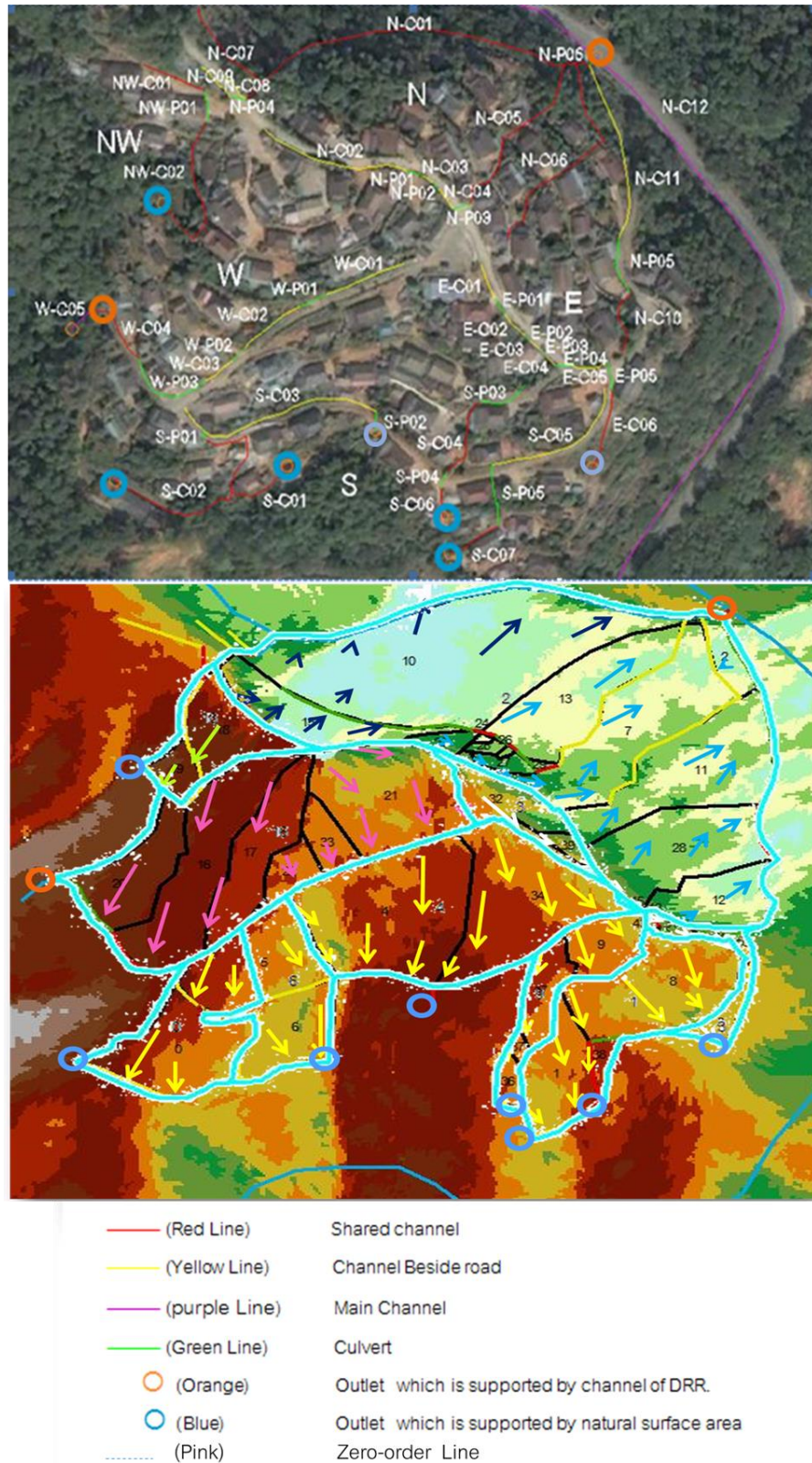
2.1 การอยู่อาศัยและสู้กับภัยธรรมชาติ เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยาก โดยเฉพาะพื้นที่ชุมชนที่อาศัยอยู่บนที่สูง เนื่องจากปัจจัยหลายอย่างที่ยากต่อการเลือกตั้งถิ่นฐาน ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ราบสำหรับการวางอาคาร บ้านเรือน ระบบสาธารณูปโภค เช่น น้ำอุปโภค และบริโภค ไฟฟ้าที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บ้านดอยช้าง เป็นหมู่บ้านผลิตกาแฟดอยช้าง จำเป็นต้องใช้น้ำและไฟฟ้าในกระบวนการผลิตอย่างมาก พื้นที่ตั้งหมู่บ้านในปัจจุบันนั้น ประสบกับปัญหาการเคลื่อนตัวของดินในช่วงฤดูฝน ส่งผลให้โครงสร้างอาคารที่พักอาศัยมีความเสียหายแตกร้าว เกิดความไม่ปลอดภัยต่อการอยู่อาศัย อีกทั้ง ในฤดูแล้งยังประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำอีกด้วย มาตรการการจัดการเพื่อลดผลกระทบจากภัยทั้ง 2 ที่กล่าวมานั้น มีแนวทางการจัดการดังนี้

2.1.1 จัดทำระบบระบายน้ำผิวดิน ระบบรางระบายน้ำ ป้องกันน้ำที่จะไหลซึมลงสู่ชั้นดินด้านล่าง อันส่งผลให้เกิดการเคลื่อนตัวของดิน โดยการกระจายน้ำผิวดินตามรางระบายน้ำหรือท่อระบายน้ำอย่างเป็นระบบ ดังตัวอย่างการจัดการน้ำผิวดินของบ้านอาข่าปากกล้วย ในเขตพื้นที่ทรงงานพระตำหนักดอยตุงฯ ดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4



รูปที่ 3 ลักษณะโครงสร้างระบบรางระบายน้ำบ้านอาข่าปากกล้วย (โครงการพัฒนาดอยตุงฯ)

ที่มา: กมลชนก トラชูและคณะ (2556)



รูปที่ 4 การจัดการระบบรางระบายน้ำบ้านอาข่าปากกล้วย (โครงการพัฒนาดอยตุงฯ)

ที่มา: กมลชนก ตราชูและคณะ (2556)

2.1.2 จัดทำระบบระบายน้ำออกจากใต้ดินในหน้าแล้ง โดยการทำ Horizontal Drain and Shaft Drain ดังรูปที่ 5 ถึงรูปที่ 9 เพื่อให้มีช่องว่างรับน้ำในหน้าฝน เหมือนอ่างเก็บน้ำใต้ดิน เพื่อไม่ให้หน้าใต้ดินสูงจนมวลดินเกิดการเคลื่อนตัว น้ำที่ระบายออกสามารถนำมาใช้ในฤดูแล้งได้ ร่วมกับการบำบัดน้ำให้สามารถบริโภคได้



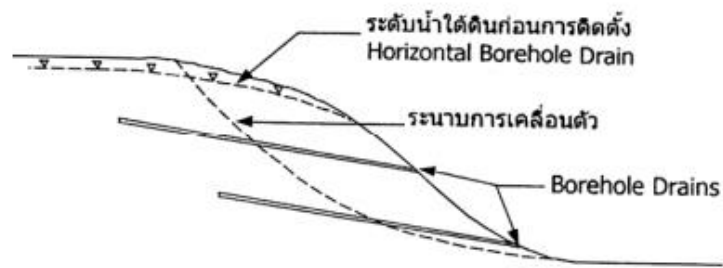
รูปที่ 5 รูปแบบการใช้ระบบ Horizontal Drain สำหรับระบายน้ำใต้ดิน

ที่มา: <http://www.geonusa.com>



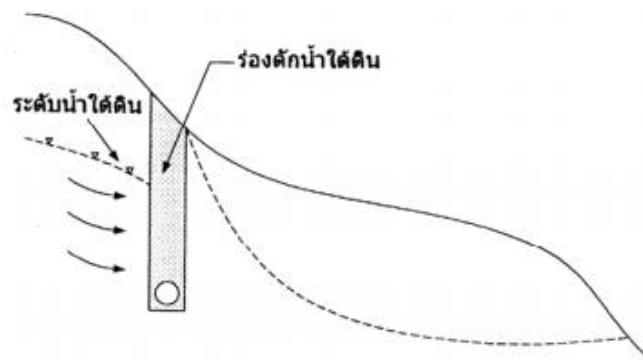
รูปที่ 6 รูปแบบการใช้ระบบ Shaft Drain สำหรับระบายน้ำใต้ดิน

ที่มา: <http://www.himalhydro.com.np>



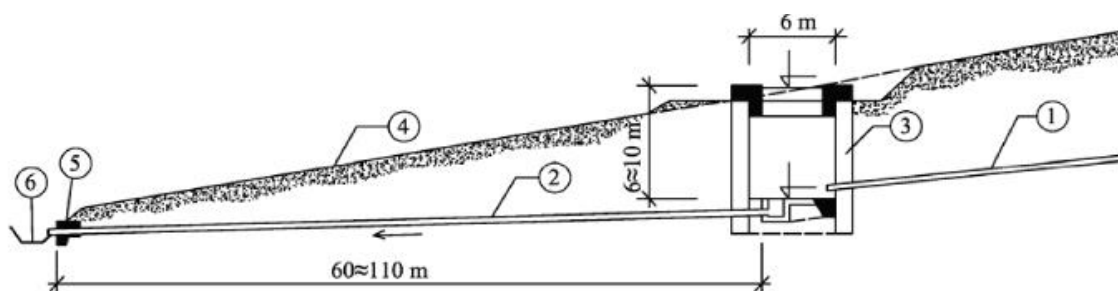
รูปที่ 7 รูปแบบการใช้ระบบ Horizontal Drain สำหรับระบายน้ำใต้ดิน

ที่มา: ยงยุทธ (2544)



รูปที่ 8 รูปแบบการใช้ระบบ Horizontal Borehole Drain สำหรับระบายน้ำใต้ดิน

ที่มา: ยงยุทธ (2544)

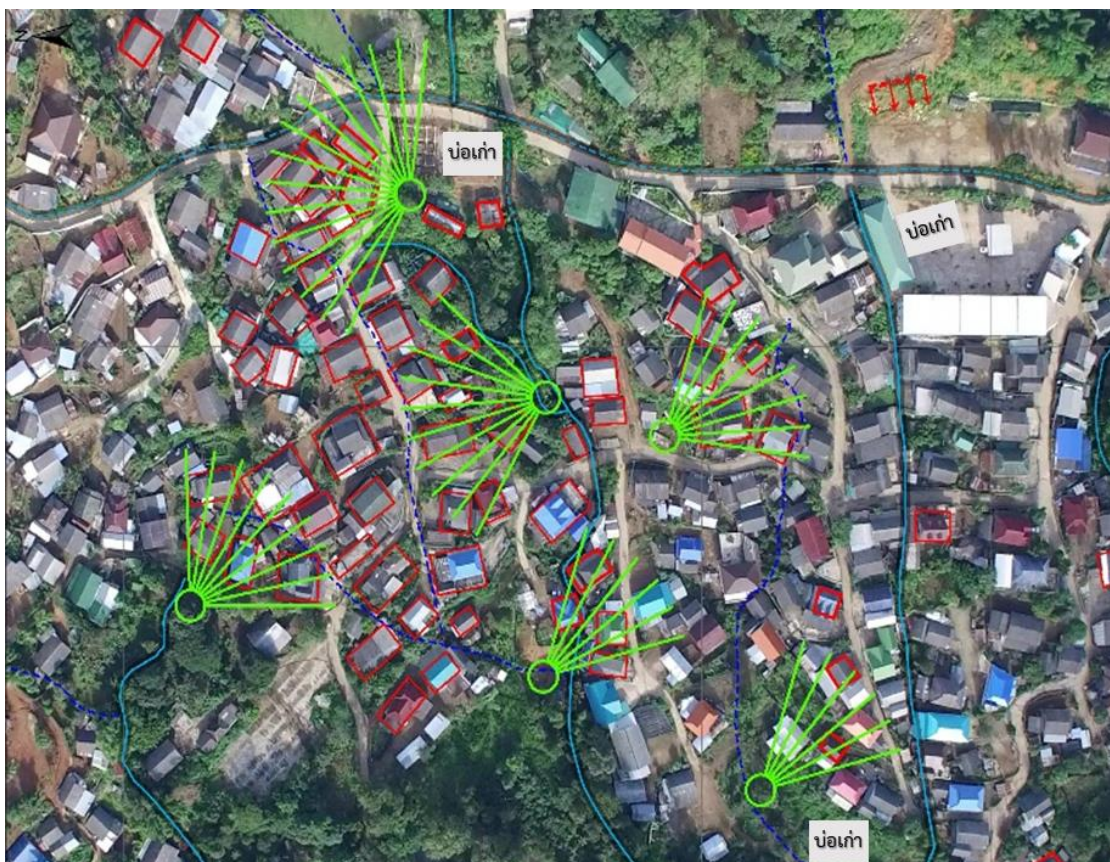


1 – fan of horizontal drainage boreholes, 2 – borehole draining the shaft, 3 – shaft made of drilled piles, 4 – terrain surface, 5 – concrete discharge object, 6 – recipient channel

รูปที่ 9 ระบบระบายน้ำใต้ดินที่ทำการติดตั้งในประเทศสโลวาเกีย

ที่มา: Kopecky et al. (2013)

สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์และคณะ (2561) ได้เสนอรูปแบบการวางบ่อรับน้ำภายในพื้นที่ศึกษาบ้านดอยช้าง ได้กำหนดการวางตำแหน่งบ่อรับน้ำกระจายตามพื้นที่เสี่ยงต่อการเคลื่อนตัวหรือมีแนวร่องน้ำเดิมจำนวน 6 บ่อ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบ่อ 3-4 เมตร ลึก 4 เมตร และมีความยาวของท่อระบายน้ำในแนวราบประมาณ 50 เมตร ทำมุม 10 องศา มีระยะห่างระหว่างท่อตามแนวรัศมีรูปพัด 10 เมตร ตามรูปที่ 10 เมื่อดำเนินการติดตั้งเรียบร้อยแล้วควรมีการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากประสิทธิภาพการระบายน้ำอาจลดลงจากการหักงอของท่อระบายน้ำเนื่องจากการเคลื่อนตัวของมวลดิน การอุดตันของตะกอนภายในท่อ การเป็นสนิมของท่อเหล็ก หรือรากพืชเข้าไปอุดตัน เป็นต้น



รูปที่ 10 ตำแหน่งบ่อรับน้ำในพื้นที่หมู่บ้านดอยช้าง

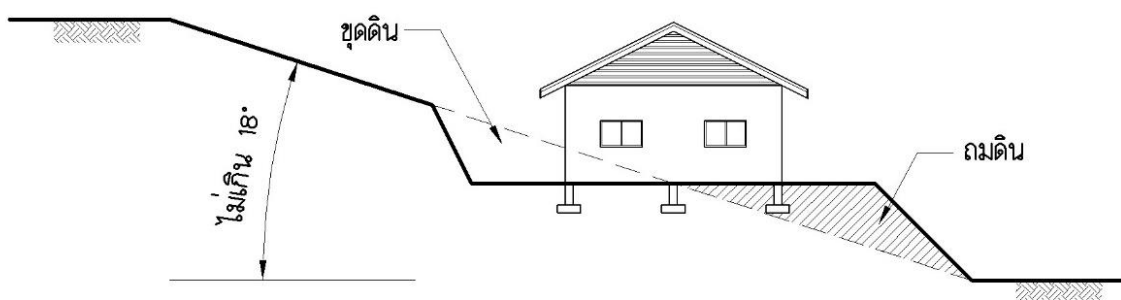
ที่มา: สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์และคณะ (2561)

2.1.3 แนะนำรูปแบบการก่อสร้างอาคารในที่สูง รวมทั้งการซ่อมแซมปรับปรุงอาคารให้ปลอดภัยต่อการเคลื่อนตัว ตัวอย่างคู่มือข้อเสนอแนะการสร้างอาคารในพื้นที่สูง โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ดังนี้

1) การปรับพื้นที่ก่อสร้าง

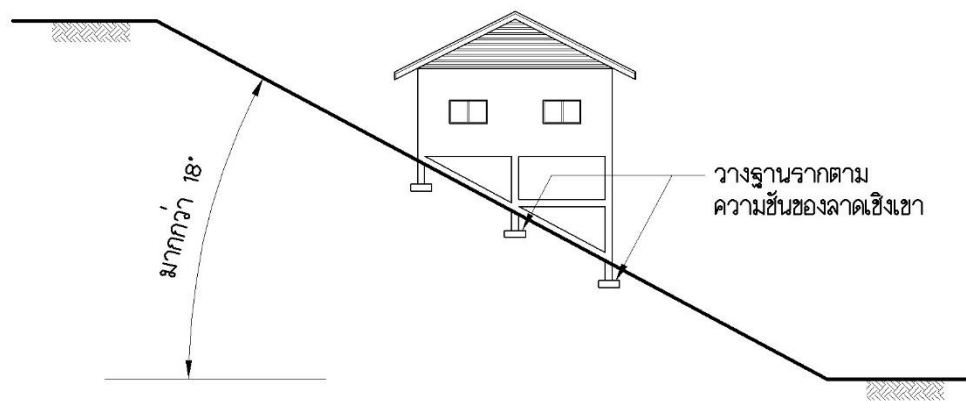
รูปแบบที่ไม่เหมาะสม ความลาดชันของพื้นที่ที่จะสามารถก่อสร้างอาคารบนพื้นที่ลาดเชิงเขาโดยการถมดินบนที่ลาดเอียงไม่ควรมีความชันมากกว่า 18 องศา เพราะถ้ามีการถมดินในที่ความลาดเชิงเขาที่มีความชันมากกว่า 18 องศา มวลดินที่ถูกถมลงไปอาจเคลื่อนตัวลงมา ทำให้อาคารที่ก่อสร้างเกิดการเสียหายและไม่ควรตัดความลาดชันให้ชันขึ้นย่อมทำให้ความมั่นคงของลาดชันลดลง เช่น ในกรณีที่เรากัดความลาดชันติดแนวเขตที่ดิน โดยไม่มีการป้องกันให้เหมาะสม การกระทำได้กล่าวย่อทำให้เกิดความเสี่ยงต่อทั้งที่ดินด้านบนและสิ่งปลูกสร้างของเราเอง ถึงแม้ว่าการตัดหรือขุดดินดังกล่าวจะไม่เกิดพิบัติในทันที เพราะช่องว่างในเม็ดดินมีแรงดูดเม็ดดินไว้และอาจมีแร่เชื่อมประสานเม็ดดินไว้ แต่เมื่อมีฝนตกลงมาหรือมีน้ำใต้ดินเพิ่มสูงขึ้น แรงดูดและแร่เชื่อมประสานสลายไปทำให้เกิดดินถล่มลงมา

รูปแบบที่เหมาะสม ความลาดเชิงเขาที่มีความชันไม่เกิน 18 องศาสามารถปรับพื้นที่เพื่อก่อสร้างอาคารบนลาดชันเชิงเขาได้โดยการขุดดินหรือถมดิน การถมดินเพื่อก่อสร้างอาคารบนลาดชันเชิงเขาต้องทำการבודัดตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อให้มีความปลอดภัยในการก่อสร้างอาคาร ดังรูปที่ 11 หรือในกรณีที่ต้องการก่อสร้างอาคารบนที่ลาดเชิงเขาที่มีความชันมากกว่า 18 องศา ควรวางฐานรากอาคารไปตามความชันของลาดเชิงเขา ไม่ควรปรับพื้นที่โดยการขุดดินหรือถมดิน การก่อสร้างฐานรากควรมีคานยึดระหว่างเสาตอม่อที่เป็นฐานรากของอาคาร ดังรูปที่ 12



รูปที่ 11 กรณีความลาดเชิงเขาที่มีความชันไม่เกิน 18 องศา

ที่มา: สุทธิศักดิ์ ศรีสัมพันธ์และคณะ (2561) โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม (Landslide) และบริเวณลาดเชิงเขา

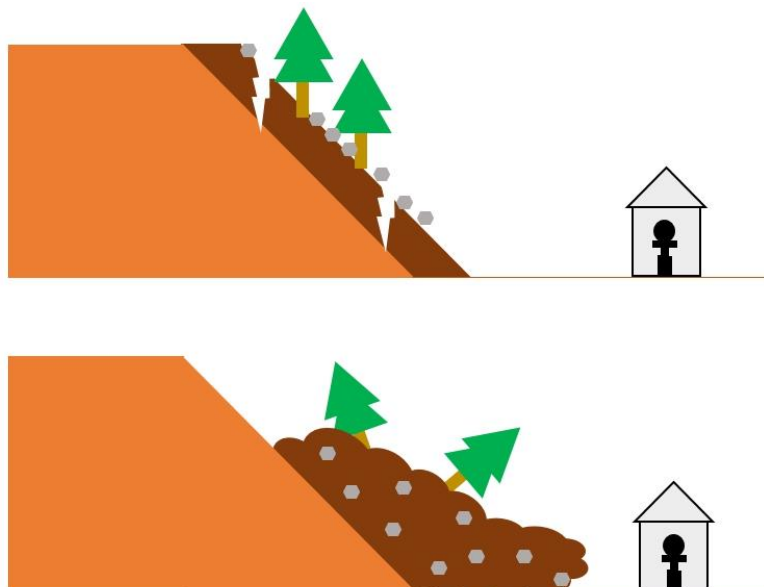


รูปที่ 12 กรณีความลาดเชิงเขามีค่ามากกว่า 18 องศา

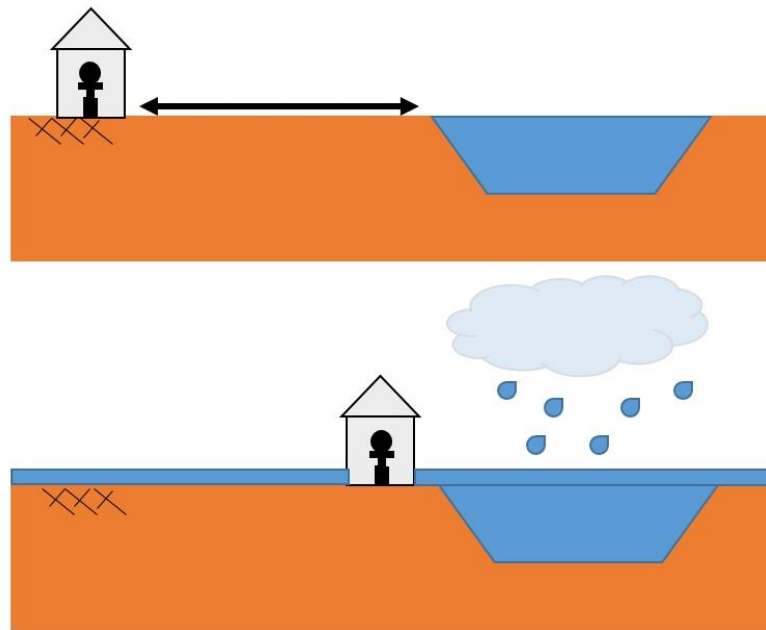
ที่มา: สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์และคณะ (2561) โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม (Landslide) และบริเวณลาดเชิงเขา

2) การกำหนดตำแหน่งอาคาร

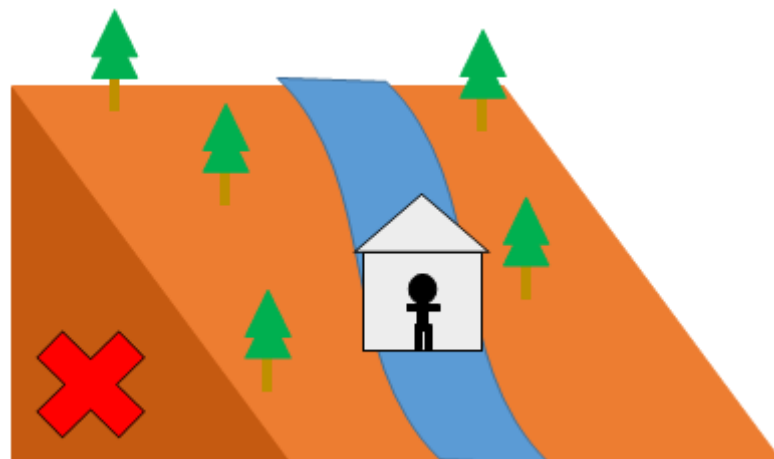
การกำหนดตำแหน่งอาคาร ไม่ควรก่อสร้างอาคารบริเวณที่เสี่ยงต่อการวิบัติในรูปแบบต่างๆ เช่น การก่อสร้างบริเวณที่เสี่ยงต่อการไหลของโคลน ดังรูปที่ 13 การก่อสร้างใกล้บริเวณที่มีแม่น้ำผ่านหรือใกล้กับแม่น้ำดังรูปที่ 14 และ การก่อสร้างอาคารขวางทางไหลของน้ำดังรูปที่ 15



รูปที่ 13 การก่อสร้างบริเวณที่เสี่ยงต่อการไหลของโคลน



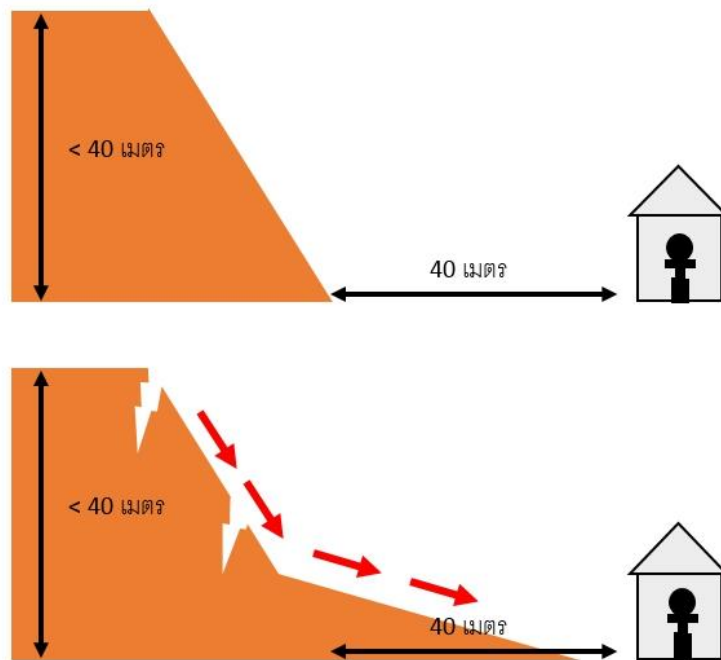
รูปที่ 14 การก่อสร้างใกล้บริเวณที่มีแม่น้ำผ่านหรือใกล้กับแม่น้ำ



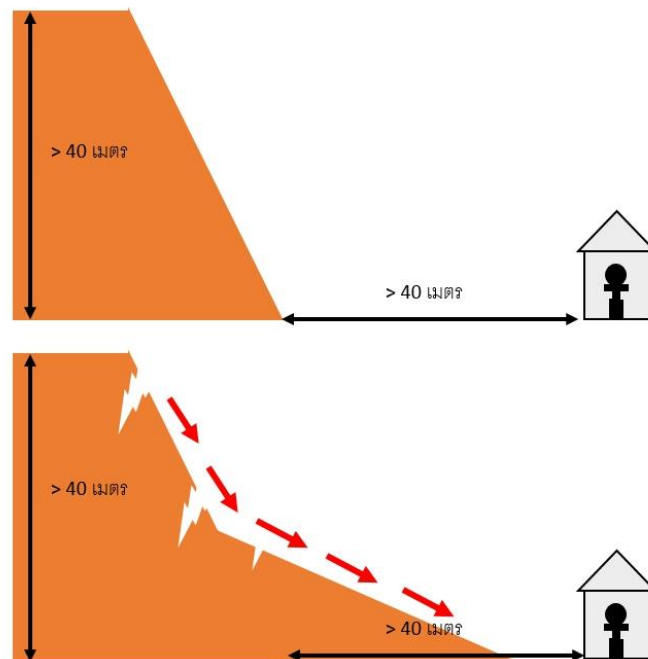
รูปที่ 15 การก่อสร้างอาคารขวางทางไหลของน้ำ

หากต้องการก่อสร้างอาคารบนที่ลาดเชิงเขา ต้องมีการเว้นระยะ (D) จากยอดของเชิงลาด (Top slope) หรือ ปลายเชิงลาด (Toe slope) สามารถแบ่งระยะเว้นได้ 2 ลักษณะดังนี้

- ระยะเว้นมากกว่า 1 เท่าของความสูงลาดเชิงเขา (H) เมื่อลาดเชิงเขาสูงไม่เกิน 40 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 16
- ระยะเว้นอย่างน้อย 40 เมตร เมื่อลาดเชิงเขาสูงมากกว่า 40 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 17



รูปที่ 16 การก่อสร้างอาคารบนที่ลาดเชิงเขาสูงไม่เกิน 40 เมตร



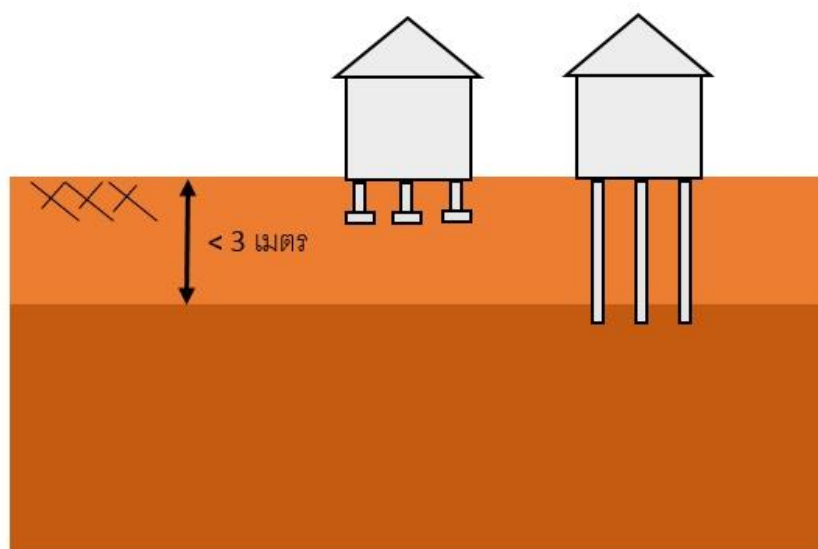
รูปที่ 17 การก่อสร้างอาคารบนที่ลาดเชิงเขาสูงเกิน 40 เมตร

3) โครงสร้างอาคาร

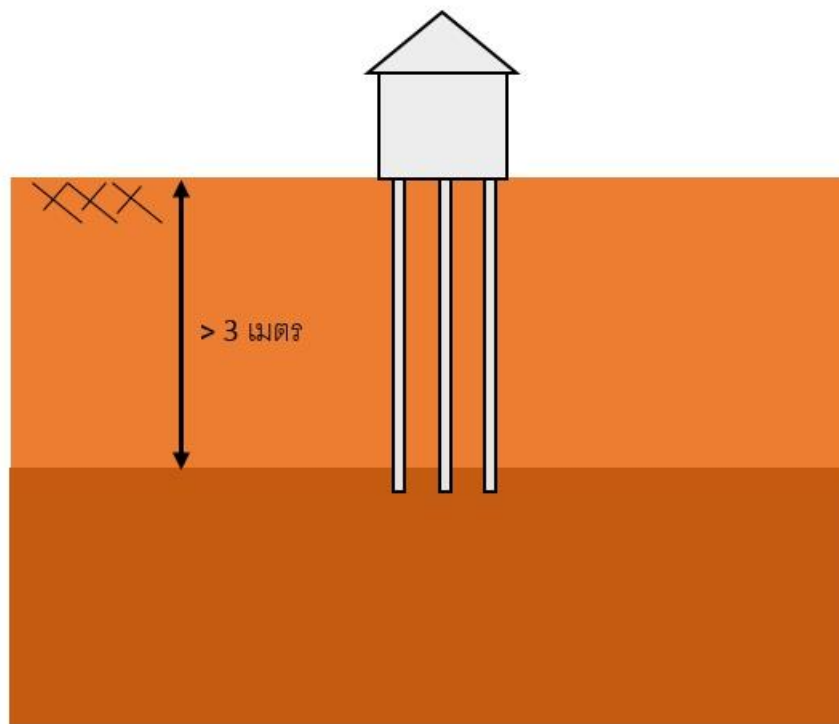
รูปแบบที่ไม่เหมาะสม การก่อสร้างอาคารในที่ลาดเชิงเขาควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่มีน้ำหนักมาก เช่น การใช้โครงสร้างที่สร้างจากคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) หรืออิฐบล็อกขนาดใหญ่ การก่อสร้างด้วย คสล. ไม่เหมาะกับพื้นที่ลาดเชิงเขาเพราะ มีน้ำหนักมาก ไม่มีความยืดหยุ่นเมื่อได้รับแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว เมื่อเกิดความเสียหายกับโครงสร้างไม่สามารถซ่อมแซมให้กลับมาใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพเหมือนเดิมก่อนที่จะมีการพิบัติเกิดขึ้น และมีข้อจำกัดในการก่อสร้างมากมายเช่น ต้องใช้น้ำสะอาดในการผสมคอนกรีต ถ้าเป็นน้ำบาดาลหรือน้ำเค็มจะทำให้เหล็กภายในเป็นสนิม ซึ่งจะบวมและทำให้คอนกรีตแตกได้ การขนส่งยากลำบากในการที่จะขนส่งไปในพื้นที่ลาดชัน มีราคาแพง

รูปแบบที่เหมาะสม

- การใช้ไม้หรือเหล็กเพียงอย่างเดียวในการก่อสร้าง มีน้ำหนักเบาเพื่อลดน้ำหนักที่กระทำต่อดินฐานรากแล้ว ง่ายต่อการซ่อมแซม มีความยืดหยุ่น และราคาถูก
- การใช้โครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา เช่นการใช้อิฐมวลเบาในการก่อสร้างอาคาร
- ฐานรากของอาคารจะขึ้นอยู่กับความหนาของชั้นดินและพื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้าง เช่น ความหนาชั้นดินไม่เกิน 3 เมตร สามารถใช้ได้ทั้งฐานรากแผ่ หรือฐานรากเสาเข็มดังรูปที่ 18 และ ความหนาชั้นดินมากกว่า 3 เมตรควรใช้ฐานรากเสาเข็มดังรูปที่ 19 การก่อสร้างอาคารในที่ลาดเชิงเขาควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่มีน้ำหนักมาก เช่น การใช้โครงสร้างที่สร้างจากคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) หรืออิฐบล็อกขนาดใหญ่ การก่อสร้างด้วย คสล. ไม่เหมาะกับพื้นที่



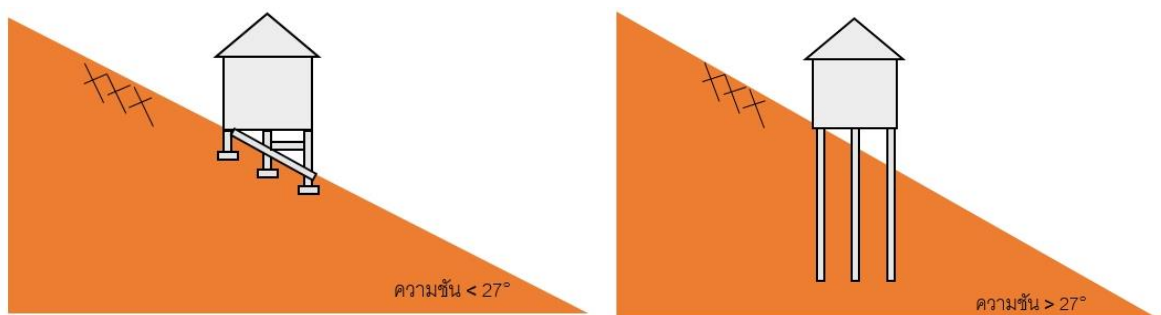
รูปที่ 18 ความหนาชั้นดินไม่เกิน 3 เมตร สามารถใช้ได้ทั้งฐานรากแผ่ หรือฐานรากเสาเข็ม



รูปที่ 19 ความหนาชั้นดินมากกว่า 3 เมตร ควรใช้ฐานรากเสาเข็ม

- น้ำหนักที่กดลงฐานราก มีความสำคัญต่อการเลือกชนิดของฐานรากที่จะมารับน้ำหนักของอาคาร กรณีน้ำหนักไม่เกิน 100 กิโลนิวตันต่อฐาน (10 ตันต่อฐาน) สามารถเลือกใช้ได้ทั้งฐานรากแผ่ หรือ ฐานรากเสาเข็ม หรือน้ำหนักมากกว่า 100 กิโลนิวตันต่อฐาน (10 ตันต่อฐาน) ควรใช้ฐานรากเสาเข็ม

- ความชันของลาดเชิงเขาจะมีผลกับความมั่นคงของลาดเชิงเขาโดยรวม กรณีความชันไม่เกิน 27 องศา (1:2) สามารถเลือกใช้ได้ทั้งฐานรากแผ่ หรือฐานรากเสาเข็ม และกรณีความชันมากกว่า 27 องศา (1:2) ควรใช้ฐานรากเสาเข็ม ดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 การเลือกใช้ฐานรากบนที่ลาดเชิงเขาซึ่งมีความชันมากกว่าหรือ น้อยกว่า องศา 27

2.2 กรณีหนีหรือการย้ายชุมชน

จากการศึกษาของ สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์และคณะ (2561) พบว่า บ้านดอยช้างหมู่ที่ 3 ตำบลลาวี อำเภอมะสรวย จังหวัดเชียงราย มีจำนวนบ้านทั้งหมด 426 หลังคาเรือน (1,868 คน) โดยมีบ้านอยู่ในพื้นที่การเคลื่อนตัวของดินสูงและได้รับผลกระทบเสียหายจำนวน 69 หลังคาเรือน (367 คน) ด้วยข้อจำกัดด้านพื้นที่ใหม่ที่เหมาะสมสำหรับการย้ายทั้งชุมชนบ้านดอยช้าง ดังนั้น มีความเป็นไปได้ที่จะพิจารณากลุ่มบ้านอยู่ในเขตพื้นที่การเคลื่อนตัวสูงที่ได้รับผลกระทบโดยตรงเป็นลำดับแรก โดยพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการย้ายกลุ่มบ้านดังกล่าวจำเป็นต้องมีการศึกษาสำรวจ วิเคราะห์พื้นที่รวมทั้งข้อคิดเห็นกับชุมชนในการจัดการในลำดับถัดไป

เอกสารอ้างอิง

กมลชนก トラซู, สุขวิชญ์ สุนทรไพบุลย์กุล, ดลฤพร ศรีเกษตรริน, การศึกษาเทคโนโลยีการก่อสร้างบนพื้นที่สูง
ชันจากชาวเขาพื้นที่ จ.เชียงราย, โครงการงานวิศวกรรมโยธา ประจำปี 2556, ภาควิชาวิศวกรรม
โยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2556.

สุทธิศักดิ์ ศรีลัมภ์ และคณะ, 2558. การศึกษาพฤติกรรมการเกิดน้ำท่วม-ดินถล่ม ในพื้นที่ต้นแบบเพื่อสร้าง
แบบจำลองสำหรับกำหนดเกณฑ์ และวิธีการในการเตือนภัย (ระยะที่3). รายงานวิจัย,
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, เสนอโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐาน
ราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุทธิศักดิ์ ศรีลัมภ์ และคณะ, 2561. การศึกษาพฤติกรรมการเกิดดินถล่มเพื่อการป้องกันและสร้างระบบเตือน
ภัยดินถล่มในพื้นที่ภาคเหนือ : พื้นที่ต้นแบบบ้านดอยช้าง ต.วาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย.
รายงานวิจัย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, เสนอโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรม
ปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุทธิศักดิ์ ศรีลัมภ์และคณะ 2561, โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุม
อาคาร และกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม (Landslide) และ
บริเวณลาดเชิงเขา, ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์, สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิ
การและผังเมือง, เสนอโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรม
โยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยงยุทธ แท้สิริ, 2544. **ปัญหาน้ำใต้ดินในตลาดคันทองและตลาดธรรมชาติ**. การสัมมนาเทคนิควิธีการแก้ไข
ป้องกันการชะล้างพังทลายและการเคลื่อนตัวเชิงลาด. กรมทางหลวง. 14 กันยายน 2544. โรง
แรมดิเอ็มเพรส กรุงเทพมหานคร

Kopecky, M., Ondrasik, M., Antolova, D., **Horizontal Drains as Effective Measure for
Landslide remediation**, Studia Geotechnica et Mechanica, Vol. XXXV, No.1,
2013.

<http://www.geonusa.com>

<http://www.himalhydro.com>