บทที่ 3
ปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ลาดชัน

3.1 ปัญหาจากการพัฒนาที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ลาดชัน

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการวางผังบริเวณในบทที่ผ่านมาทำให้เห็นว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่ลาดชันนั้นมีข้อจำกัดอยู่มาก ซึ่งถ้ามีการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้อง เช่น การกำหนดแนวสาธารณูปโภคหรือโครงสร้างไม่ถูกต้องทำให้เกิดการรบกวนความมั่นคงของพื้นที่ จากการรบกวนความมั่นคงดังกล่าวก็อาจส่งผลให้ทำการกัดกร่อนเร็วขึ้น การเสื่อมของระบบนิเวศภายในพื้นที่มากขึ้น โดยส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องจักรที่ใช้ในการปรับพื้นที่ การทำลายต้นไม้บนพื้นที่ลาดชัน ตำแหน่งของสิ่งก่อสร้างที่ไม่เหมาะสม นอกจากนี้ยังทำให้พื้นที่เกิดความไม่สวยงามอีกด้วย

จากปัญหาต่างๆ ข้างต้นบนพื้นที่ลาดชัน ทั้งจากการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลกด้วยปัจจัยทางธรรมชาติต่างๆ และจากการกระทำของมนุษย์ที่เป็นผลจากการพัฒนาพื้นที่เพื่อตอบสนองต่อการขยายตัวของเมือง ส่งผลให้เกิดความเปลี่ยนแปลงกับพื้นที่ลาดชันได้ใน 2 รูปแบบหลัก คือ กระบวนการของการกัดกร่อน (Erosion) และการพังทลาย (Landslide) ซึ่งถ้ากระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นกับพื้นที่ลาดชันแล้ว ไม่ได้รับการแก้ไขอย่างถูกต้องก็จะทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ที่มีเกี่ยวข้องต่อเนื่องกัน นั่นหมายถึงความระดับความรุนแรงของปัญหาก็จะแปรผันตามด้วย ซึ่งจะรวบรวมปัญหาต่างๆ ไว้ในหัวข้อต่อไป

3.1.1 ปัญหาทางด้านกายภาพ

3.1.1.1 การกัดกร่อน (Erosion) หมายถึง

กระบวนการของการกัดกร่อนหรือสภาพที่เกิดจากการกัดเซาะ กัดกร่อน หรือกลุ่มของกระบวนการธรรมชาติ รวมไปถึงอากาศ การละลาย การสึกกร่อนและการลำเลียง โดยนำเอาวัตถุที่เสื่อมสภาพผ่านตามผิวดิน (The American Heritage Dictionary of the English Language, 2004)

เหตุการณ์ปกติของกระบวนการโดยผ่านพื้นผิวของโลกเป็นอย่างสม่ำเสมอ หลักการมีตัวกระทำ คือ แรงโน้มถ่วง, การไหลของน้ำ, คลื่นชายฝั่ง, น้ำแข็งและลม น้ำทั้งหมดจะไหลมารวมกันและพาเอาชิ้นส่วนเล็ก ๆ ของดินหรือเศษหิน และแม่น้ำลำธารทุก ๆ สายก็จะนำพาเช่นเดียวกัน การลอยหรือกลิ้งของวัสดุเหล่านี้จะอยู่ด้านล่าง การนำพานี้ชิ้นส่วนต่าง ๆ จะโจมตีชั้นหินใต้ดินของลำธารบดอย่างรุนแรงตลอดทางและในที่สุดออกสู่แม่น้ำหรือเจอทางออกสู่ทะเล (The Columbia Electronic Encyclopedia, 2003) www.cc.columbia.edu/cu/cup/

รูปแบบของอากาศที่โหมกระหน่ำซึ่งทำให้ผิวหน้าดินและหินเสื่อมสภาพราบเรียบ การกระทำนี้เกิดจากน้ำและลม (Joseph F. Kett, and Jame Trefil, 2002)

เป็นเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและกระบวนทางเคมีโดยที่ดินและหินของเปลือกโลก ผิวโลกเกิดการขุดขีดและกัดกร่อนอย่างต่อเนื่อง การกัดกร่อนโดยมากมีผลจากการกระทำร่วมของหลาย ๆ ปัจจัย เช่น ความร้อน, ความเย็น, ธาตุ, น้ำ, ลม, แรงโน้มถ่วงและพืชพันธุ์ ในบริเวณหนึ่งอาจจะมีอิทธิพลอื่นที่มากกว่า เช่น ลมในพื้นที่แห้งแล้ง การกัดกร่อนแบ่งได้ 2 กลุ่มหลัก การกัดกร่อนทางธรณีวิทยา ซึ่งมีผลกับหิน ดินและการกัดกร่อนของดิน (www.peopleandplanet.net/)

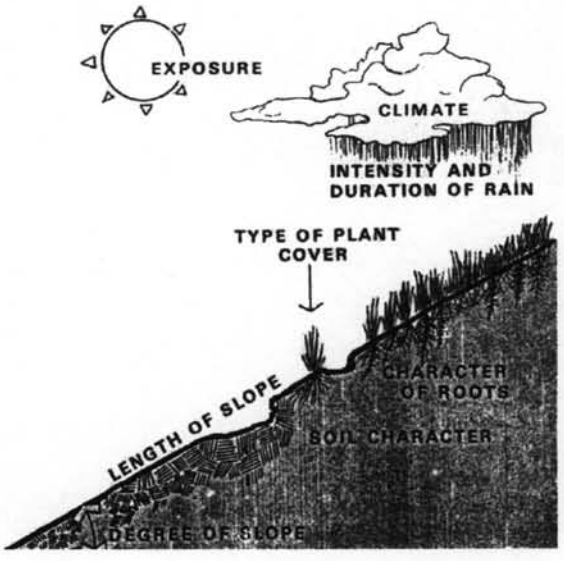
กระบวนการที่เกิดขึ้นกับผิวของพื้นดินที่ทำให้เสื่อมคุณภาพที่เป็นผลจากการเคลื่อนที่ของลมหรือน้ำ (www.codepublishing.com)

กระบวนการที่อาศัยลม ฝน น้ำและตัวกระทำอื่นๆในธรรมชาติและพาดินเคลื่อนที่ไปเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ (www.codepublishing.com)

ดังนั้น การกัดกร่อน ***เป็นกระบวนที่เกิดขึ้นบริเวณผิวดินแล้วทำให้พื้นแผ่นดินเกิดการเปลี่ยนแปลงจากการแยกออกจากกันหรือกระจายออกของมวลดินโดยปฏิกิริยาเกิดขึ้นจากการกระทำของ ลม และน้ำเป็นหลัก***

การกัดกร่อนผิวหน้าดินหรือการกัดกร่อนผิวดินเป็นการเคลื่อนที่ของชั้นผิวของดินโดยการกระทำของลม และน้ำ การกัดกร่อนพังทลายของดินเกี่ยวพันกับการแยกออกจากกันของเศษตะกอนเล็กๆ และการเคลื่อนย้ายพัดพา การกัดกร่อนเริ่มด้วยอิทธิพลของการลากหรือแรงดึงที่กระทำกับเศษตะกอนของดินบริเวณผิวหน้าและกระบวนการของสภาพอากาศ (Donald H. Gray, 1996) อธิบายได้จากการสึกกร่อนหรือความเสียหายของดิน โดยปฏิกิริยาจากลมหรือน้ำ โดยปกติเนื่องจากความเหมาะสมของพื้นดิน ดินหรือสิ่งที่ปกคลุมพื้นดินระดับความรุนแรงของการกัดกร่อนของดินเป็นสาเหตุจากการเปิดของพื้นที่ต่อลมและอิทธิพลจากน้ำ ภูมิอากาศ ลักษณะของดินและองศาความยาวของความลาดเอียงจากลักษณะภูมิประเทศ

ซึ่งพื้นที่ที่เกิดปัญหาการกัดกร่อน คือ ***พื้นที่บางแห่งที่ถูกกำหนดโดยธรรมชาติ*** เช่น พื้นที่ที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ ทางน้ำ ภูเขาหิน การเหยียบย่ำหรือคุ้ยเขี่ยของสัตว์ทำให้ง่ายต่อการกัดกร่อน เป็นต้น และ ***พื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินผิดวิธีหรือถูกทอดทิ้งไว้*** เช่น การตัดถนน การก่อสร้างอาคาร การเปิดหน้าดินเพื่อปรับปรุงพื้นที่ ซึ่งเหล่านี้เป็นการเร่งให้เกิดการกัดกร่อนและทำให้ความรุนแรงของการกัดกร่อนเพิ่มขึ้น



รูปที่ 3.1 แสดงปัจจัยที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน

(Gary O. Robinette, 1972)

3.1.1.1.1 สาเหตุที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน

- สภาพภูมิอากาศ – ปริมาณฝน
- ดิน – ลักษณะดิน
- พืชพันธุ์ – ชนิดของพืชที่ปกคลุม, ลักษณะราก
- ลักษณะภูมิประเทศ – ความยาวของความลาดชัน, องศาความลาดเอียง

3.1.1.1.2 กระบวนการของการกัดกร่อน โดยทั่วไปมี 2 ประเภท คือ การกัดกร่อนโดยลมและน้ำฝน

3.1.1.1.3 การกัดกร่อนโดยลม (Wind erosion)

การกัดกร่อนโดยลม
- สภาพภูมิอากาศ - อุณหภูมิ การกระจายของฝน อัตราความเร็วลม
- ดิน - พื้นผิว ขนาดมวลดิน ความชุ่มชื้น น้ำหนัก
- พืชพันธุ์ - ประเภท ความสูง ความหนาแน่นของการปกคลุมฤดูกาล

เมื่อลมเคลื่อนที่ผ่านเหนือบริเวณที่ถูกเปิดหน้าดินไว้ ทำให้พื้นดินมีสภาพแห้ง ชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กของดินจะลอยตัวขึ้นเป็นฝุ่น ถ้าอัตราความเร็วของลมรุนแรงพอก็จะพัดกรวดขนาดใหญ่ไปได้ อย่างไรก็ตามชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่เป็นการยากที่นำพาไปโดยลม ดังนั้นก้อนกรวดขนาดใหญ่ต่างๆ จะถูกทิ้งไว้บนพื้นที่ลาดชันเพื่อใช้ป้องกัน (Gary O. Robinette, 1972)

- ข้อพิจารณาจากการกัดกร่อนจากลมบนพื้นที่ลาดชัน

- การกัดกร่อนจากลมไม่ส่งผลกระทบรุนแรงกับพื้นที่ลาดชันเพราะเป็นปริมาณที่สังเกตได้ยาก ต้องอาศัยระยะเวลานานจึงจะสังเกตเห็นความเสียหายได้

- การกัดกร่อนจากลมจะส่งผลกระทบที่เห็นได้ชัดกับพื้นที่ลาดชันในประเด็นของการรบกวนกับสภาพแวดล้อมและพื้นที่ จากฝุ่นละอองเพราะบนพื้นที่สูงจะปะทะกระแสลมรุนแรงกว่าพื้นที่ราบ

- ปัญหาฝุ่นละอองอาจส่งผลกับ ทัศนวิสัยในการมองเห็นและการสัญจรบนพื้นที่ลาดชันที่มีเส้นทางคดเคี้ยวตามภูมิประเทศ อาจทำให้เกิดอันตรายได้และทำให้เกิดผลกระทบทางสายตาต่อผู้พบเห็นเพราะพื้นที่ไม่สวยงาม

3.1.1.1.4 การกัดกร่อนโดยน้ำฝนหรือน้ำ (Rainfall or Water erosion) การกัดเซาะจากฝนเกิดขึ้นจากปัจจัย 4 ประการ นั่นคือ ภูมิอากาศ ประเภทดิน ลักษณะภูมิประเทศ และพืชพันธุ์ที่ปกคลุม ความเกี่ยวข้องต่างๆ สามารถแสดงได้ดังนี้

การกัดกร่อนโดยน้ำ
- •สภาพภูมิอากาศ – ความหนาแน่นและระยะเวลาของฝน
- •ดิน - คุณสมบัติของดิน
- •ลักษณะภูมิประเทศ–ความยาวและความสูงชันของพื้นที่ลาดเอียง

ผลกระทบจากหยดน้ำฝนที่ปะทะลงบนพื้นที่ลาดชันที่เปิดโล่ง พลังงานที่ตกกระทบจะทำให้ดินแตกกระจายออก พลังงานที่เกิดจากการหยด คือ ความหนาแน่นของเม็ดฝน (นิ้ว/ชม.) และขนาดของหยดน้ำฝน หยดน้ำฝนที่มีขนาดใหญ่ก็จะทำให้เกิดความรุนแรงสูง น้ำส่วนที่เหลือจะเคลื่อนตัวไปตามทิศทางของทางน้ำ ดินที่น้ำสามารถซึมผ่านได้มาก ความสามารถซึมผ่านสูงจะทำให้ความรุนแรงของการกัดกร่อนน้อยลง การลดความเร็วของน้ำที่ไหลผิวดินจะทำให้น้ำมีโอกาสซึมลงดินได้มากขึ้น (California rivers assessment, 1997) ความหลากหลายของภูมิประเทศมีอิทธิพลกับการกัดกร่อนจากฝนด้วย ได้แก่ องศาของความลาดเอียง ความยาวของความลาดเอียง ขนาดและรูปทรงของสันปันน้ำ พืชพันธุ์มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการกัดกร่อน การนำเอาพืชพันธุ์ออกโดยมนุษย์ หรือการกระทำของธรรมชาติโดยมากจะเป็นการเร่งให้เกิดการกัดกร่อนมากขึ้น (Donald H. Gray, 1996)

- ประเภทของการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นจากน้ำ

หยดน้ำฝนที่ทำให้เกิดการกระเด็น (Raindrop Splash) เป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นจากหยดน้ำที่ตกลงมาโดยตรงบนพื้นดินที่มีการเปิดหน้าดินอยู่หรือบนพื้นผิวที่มีน้ำขังอยู่บางๆ (Donald H. Gray, 1996) สิ่งที่จะช่วยสกัดกั้นไว้ด้วยระดับพุ่มใบของต้นไม้ ที่มีขนาดใหญ่มีผลอย่างมาก อย่างไรก็ตามหยดน้ำฝนจะถูกสกัดกั้นไว้ก่อนที่จะลงสู่พื้นดิน ระดับที่สองที่ระดับของไม้พุ่มขนาดใหญ่และข้างล่างอีก 2 ระดับ หยดน้ำฝนจะถูกสกัดกั้นโดยหญ้า ไม้คลุมดินและไม้พุ่มเตี้ยที่ระดับพื้นดิน ความหนาแน่นของใบไม้ทั้งหมดที่อยู่บนต้นมีผลอย่างมากในการป้องกันการกัดเซาะจากการกระแทก กระเด็น (Gary O. Robinette, 1972)

น้ำไหลบ่าทำให้เกิดการกัดกร่อน (Runoff Erosion)

• *การกัดกร่อนเป็นแผ่น (Sheet Erosion)* เป็นการเคลื่อนที่ของชั้นดินโดยรวมทั้งหมดจากบริเวณที่มีการเปิดพื้นที่ พื้นผิวหน้าของบริเวณที่มีความอ่อนแอจะถูกชะล้างไปอย่างรวดเร็วและเกิดทางน้ำขนาดเล็กๆ หรือแอ่งน้ำ การนำพาน้ำและดินลงตามความเอียงไปสู่ระดับต่ำ มีรูปแบนในขณะที่น้ำมาก และดินไหลลงไปตามทางน้ำเล็กๆ (Rill) ทำให้มีความลึกมากขึ้น และกลายเป็นธารน้ำไหลขนาดใหญ่ (Gullies) ถ้าไม่มีการควบคุมจะมีการขยายออกรวมถึงความลึก (Gary O. Robinette, 1972)

• *การกัดกร่อนเป็นร่องลึก (Rilling Erosion)* เป็นการกัดกร่อน ทำให้เกิดร่องน้ำบนพื้นผิวดิน เป็นการเคลื่อนย้ายดินโดยน้ำ มีปริมาณน้อยมาก แต่มีความเด่นชัดเป็นทางน้ำเล็กๆ โดยปรกติการกัดกร่อนเป็นร่องน้ำเล็กๆ เป็นเรื่องที่น่าเป็นห่วงมากกว่าการกัดกร่อนเป็นแผ่น (Sheet Erosion) เพราะอัตราการไหลของน้ำผิวดินจะมีสูง ภายในร่องน้ำเล็กๆ หรือธารน้ำไหล หรือระหว่างที่การกัดกร่อน ซึ่งเมื่อฝนตกก็จะทำให้เกิดความเสียหายขึ้น (Donald H. Gray, 1996)

• *การกัดกร่อนเป็นทางน้ำ (Gully Erosion)* เป็นการตัดทะลุผ่านโครงสร้างพื้นผิวหน้าของดิน โดยปรกติจากการชะล้างเป็นผืน ขยายอย่างต่อเนื่อง สิ่งที่ชี้บอกอย่างแรกของทางน้ำไหล คือ ความถี่ของร่องน้ำ ธารน้ำเล็ก ๆ บนพื้นผิวดิน ที่ลดต่ำลงโดยธรรมชาติของความลาดเอียง หรือรูปแบบทางน้ำ (Drainage Pattern) ของการแพร่ออกของธารน้ำด้านบนของความลาดเอียง ทางน้ำไหลเกิดขึ้นจากการกัดกร่อนทะลุผ่านพื้นผิวหน้าดินและไปสู่ดินชั้นล่าง ทำให้ทางน้ำมีขนาดเพิ่มขึ้น และลึกจนกระทั่งถึงชั้นหินใต้ดินหรือทางน้ำใต้ดิน (H.S. Conover, 1958)

• *การกัดกร่อนบริเวณธารน้ำ (Stream Channel Erosion)* เกิดจากดินที่เคลื่อนย้ายจากตลิ่ง มาตามทางน้ำและ/หรือตะกอนที่วิ่งไปตามแนว

ด้านล่างของทางน้ำ การกัดกร่อนในบริเวณทางน้ำ ควรจะพิจารณาจากฝนที่ตก ซึ่งจะทำให้เกิดการกัดกร่อนมากน้อยต่างกัน (Donald H. Gray, 1996)

• *การกัดกร่อนจากน้ำผิวดิน (Ground Water Erosion)* เกิดขึ้นทั่วไปบนผิวหน้าดิน เป็นการเคลื่อนที่ของดินอย่างอิสระบนผิวหน้าดิน (Donald H. Gray, 1996)

ข้อพิจารณาจากการกัดกร่อนจากน้ำบนพื้นที่ลาดชัน

- การกัดกร่อนจะรุนแรงมากขึ้นเมื่อมีความลาดชันมากและความยาวของพื้นที่ลาดชันมาก จะทำให้อัตราการไหลรุนแรง และแรงน้ำสามารถพัดพาตะกอนขนาดใหญ่ได้ ทำให้ร่องน้ำอาจขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว
- การเก็บรักษาพืชพันธุ์บนพื้นที่ลาดชันจะช่วยลดปริมาณน้ำและความรุนแรงของน้ำได้มาก ดังนั้น การตัดทำลายพืชต้องทำเท่าที่จำเป็น หรือในพื้นที่ที่ไม่มีพืชพันธุ์ปกคลุมควรพิจารณาปลูกเพิ่มอย่างเร่งด่วน
- ก่อนการวางผังบริเวณบนพื้นที่ลาดชันควรศึกษาขนาดและรูปทรงของเส้นปันน้ำก่อน เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการขวางทางน้ำ เพราะอาจทำให้ทางน้ำเปลี่ยนหรือน้ำไหลมาปะทะโครงสร้างเกิดความเสียหาย
- ในพื้นที่ลาดชันที่มีปริมาณน้ำผิวดินมากหรือมีฝนตกหนักต้องพิจารณาทำทางระบายน้ำเพื่อช่วยเบนน้ำออกจากผิวดินเพื่อลดปริมาณการกัดกร่อน

3.1.1.2 การพังทลายหรือดินถล่ม (Landslide) หมายถึง

การอธิบายการเคลื่อนตัวของกลุ่มก้อนที่มีรวมกันของทั้งดิน หินลงมาตามที่ลาดชัน การเคลื่อนตัวตามที่ลาดชันเป็นผลจากปฏิกิริยาของแรงโน้มถ่วงและภูมิอากาศที่เกิดกับวัสดุที่เกี่ยวข้องทางธรณีวิทยา (Kyle D. Brown, 1998)

การขยับเคลื่อนลงต่ำของกลุ่มก้อนที่ค่อนข้างแห้งของพื้นดินและหิน กลุ่มก้อนที่มีการเลื่อน หรือเรียกอีกอย่างว่า ดินพัง ดินถล่ม (The American Heritage Dictionary of the English, 2004)

การพังอย่างรวดเร็วของกลุ่มพื้นดิน หรือหินจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ภายใต้แรงโน้มถ่วง มีน้ำเป็นตัวหล่อลื่น ดินที่ชุ่มน้ำหรือดินเหนียวบนที่ลาดชัน อาจจะเลื่อนตัวจากเนินลาดเมื่อระยะเวลาฝนตกนานหลาย ๆ ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม อาจสร้างความเสียหายให้กับสิ่งก่อสร้างที่ขวางทางอยู่ได้ การไหลของโคลนเลน คือ ลำธารโคลน เลน ไหลจากหน้าผาชันในภูเขา ในเขตที่มีฝนตกชุก บริเวณที่มีพืชพันธุ์ขนาดเล็กก็จะป้องกันการกัดกร่อนบริเวณเนินเขาได้ โคลน เลน จะ

ไหลผ่านช่องหน้าผาจนกระทั่งแห้งแข็งและหยุด (The Columbia Electronic Encyclopedia, 2003) www.cc.columbia.edu/cu/cup/

การเลื่อนตัวของกลุ่มก้อนสิ่งสกปรกและดินขนาดใหญ่ที่ลงมาจากภูเขาหรือหน้าผา (WordNet 1.7.1 by Princeton University, 2001)

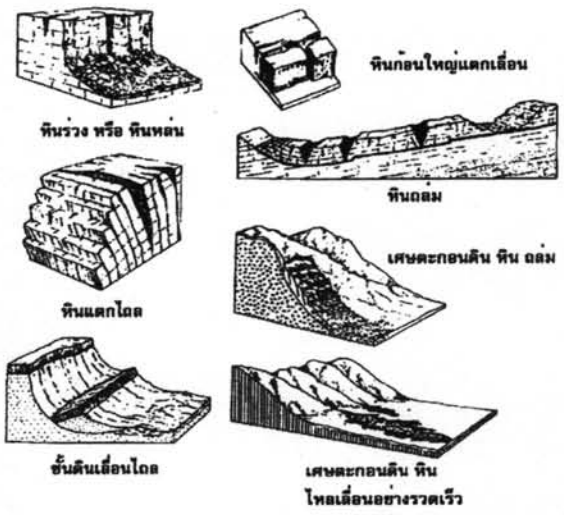
การปะทะของกลุ่มดินและหินที่ตกลงมาจากที่ลาดภูเขา แผ่นดินเลื่อนอาจจะเกิดขึ้นเมื่อฝนตก อย่างไรก็ตามพื้นผิวดินที่อยู่ด้านบนของพื้นที่ชัน แอ่งน้ำ จะเกิดรอยแตกและช่องว่างเป็นรูในใต้ชั้นหินทราย และการปะทะกันของหินชนวนที่ทำมุมลาดเอียงไปยังหุบเขา น้ำที่สะสมอยู่บนผิวชั้นหิน ซึ่งจะมีลักษณะเป็นดินเหนียวลื่น ถ้าไม่แข็งแรงเพียงพอพื้นดินและหินก็จะเลื่อนลงแผ่นดินเลื่อนบางครั้งมีจำนวนมากมีทั้งเคลื่อนที่ช้าและฉับพลัน (http://encarta.msn.co.uk)

การเคลื่อนที่ของมวลดินและหินลงมาตามลาดเขาด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงโลก และจะมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยในการทำให้มวลดินและหินเคลื่อนตัวด้วยเสมอ ดินถล่มมักเกิดตามมาหลังจากน้ำป่าไหลหลาก ในขณะที่หรือภายหลังพายุฝนที่ทำให้เกิดฝนตกหนักรุนแรงต่อเนื่อง (กรมทรัพยากรธรณี, 2546)

ดังนั้น การเคลื่อนตัวเป็นกลุ่ม เป็นชื่อที่บรรยายสำหรับการเคลื่อนลงต่ำของวัสดุประกอบบนที่ลาดชัน หินธรรมชาติ ดิน การถมดิน(โดยมนุษย์) การรวมตัวกันของวัสดุเหล่านี้ เรียกการกัดเซาะเป็นกลุ่มก้อน (Mass erosion หรือ Mass wasting) ซึ่งคนส่วนมากรู้จักว่า "ดินถล่ม" (Landslide) อย่างไรก็ตาม ดินถล่มหรือการเลื่อน หมายถึง ประเภทหนึ่งของการเคลื่อนตัวเป็นกลุ่มก้อนของดิน (Mass movement)

ซึ่งแตกต่างจากการกัดเซาะของดิน การเคลื่อนเป็นกลุ่มรวมถึงการเลื่อน (Sliding) การคว่ำพัง (Toppling) การตก (Falling) หรือแผ่ขยายออก บางครั้งมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับกลุ่มที่ไม่เปลี่ยนแปลงการขยับตัวเป็นกลุ่มมีการจัดแบ่งประเภทตามขนาดของการเคลื่อนตัวและรวมถึงวัสดุ การเลื่อนตัวเป็นความสัมพันธ์ของการเคลื่อนตัวที่เกิดบนที่ลาดชันอย่างช้า ซึ่งเมื่อสูญเสียแรงเฉือนจะก่อให้เกิดผิวหน้าพังทลายทั้งก้อน

3.1.1.2.1 **ชนิดของการเกิดดินถล่ม** การเลื่อน (Slides) แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ชั้นดินเลื่อนไหลแบบแบนราบ (Planar) และชั้นดินเลื่อนไถล (Rotational) นอกจากการเลื่อนยังมีการไหลอย่างเร็ว (Flows) การหล่น การร่วง (Fall) การคว่ำพัง (Topple) การกระจายออก (Spreads)



รูปที่ 3.2 แสดงรูปแบบการเกิดดินถล่มแบบต่างๆ (กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม, 2546)

3.1.1.2.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดดินถล่ม

- น้ำหนักของดินและหินบนพื้นที่ลาดชันมากทำให้เกิดแรงดึงลงจากที่ลาดชัน

- ความชุ่มน้ำของดินผิดธรรมดาจากฝนที่ตกหนักต่อเนื่อง ทำให้น้ำหนักของพื้นที่ลาดชันเพิ่มขึ้น ความชุ่มน้ำทำให้แรงเสียดทานระหว่างมวลดินน้อยลง

- การตัดบริเวณฐานของพื้นที่ลาดชัน ทำให้พื้นดินอ่อนแอ

- การทำให้เกิดความสั่นสะเทือนในดินด้วย การระเบิด เครื่องขุดเจาะ ทำให้ความสมดุลของแรงที่กระทำกับพื้นที่ลาดชันเสียไป

- การเอาพืชพันธุ์ที่ปกคลุมพื้นที่ลาดชันออกเป็นสาเหตุให้พื้นที่เสียสมดุลได้ง่าย ทั้งจากมนุษย์และธรรมชาติ

3.1.1.2.3 กระบวนการเกิดดินถล่ม การเกิดดินถล่มมีน้ำฝนเป็นปัจจัยเร่งที่สำคัญเสมอ เมื่อถึงจุดหนึ่งดินจะอิ่มตัวชุ่มด้วยน้ำ การอิ่มตัวของดินนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของดินที่ยอมรับการซึมผ่านของน้ำ และคุณสมบัติของหินต้นกำเนิดที่ผุพังกลายเป็นดินในบริเวณนั้น นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความหนาของชั้นดินและเศษหินที่วางทับถมตัวอยู่บนความลาดชันของหินฐานที่รองรับในแต่ละบริเวณ การอิ่มตัวชุ่มด้วยน้ำของดินจะทำให้แรงยึดเกาะระหว่างมวลดินที่ปะปนอยู่กับเศษหินลดลงและมีระดับน้ำใต้ผิวดินสูงขึ้น จะทำให้แรงต้านทานการเลื่อนไหลลดลง ซึ่งแรงต้านการเลื่อนไหล จะขึ้นอยู่กับระดับความชันและปริมาณมวลดินและหินในแต่ละพื้นที่ ขณะที่ฝนยังคงตกต่อเนื่อง น้ำใต้ผิวดินที่อยู่สูงก็จะไหลภายในช่องว่างของดินและหินลงมาตามความชันของลาดเขา ทำให้ดินเกิดรอยแยกและพังทลายลง (กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม, 2546)

3.1.1.2.4 ปัจจัยที่ทำให้เกิดดินถล่ม (กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม, 2546)

- พื้นที่เป็นหินเนื้อแน่นแต่ผุง่าย
- ทำให้เกิดชั้นดินหนาบนภูเขา
- ภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงชัน ที่ลาดเชิงเขา หุบเขาและหน้าผา
- พื้นที่ต้นน้ำลำธาร ป่าไม้ถูกทำลาย
- มีฝนตกหนัก (มากกว่า 100 มม.ขึ้นไป)
- เมื่อชั้นดินอุ้มน้ำเต็มที่ น้ำที่อยู่ในดินจะเริ่มไหลระหว่างรอยสัมผัสระหว่างชั้นดินและชั้นหิน
- ดินเริ่มมีรอยแตกปริและเริ่มไหล

3.1.1.2.5 ข้อพิจารณาจากการเกิดดินถล่มบนพื้นที่ลาดชัน

- การทำให้พื้นที่ลาดชันเกิดความสมดุล จากน้ำหนักของชั้นดินที่มีมากบนพื้นที่ลาดชันอาจพิจารณาด้วยการปรับระดับด้วยการตัดหรือถม แต่ต้องคำนึงถึงชนิดของดินในพื้นที่ลาดชันด้วย เพื่อพิจารณาเสริมความแข็งแรงให้กับดิน
- การปรับระดับหรือการตัดในส่วนฐานต้องมีการเสริมความแข็งแรงให้กับพื้นที่ลาดชันด้วย
- ไม่ควรใช้เครื่องจักรที่มีน้ำหนักมากและเกิดแรงสั่นสะเทือนบนพื้นที่ลาดชัน
- การก่อสร้างควรหลีกเลี่ยงการตอก เจาะ ที่ส่งผลไปถึงชั้นดินและชั้นหินใต้ดินบนพื้นที่ลาดชัน

3.1.1.3 ความเสียหายจากการกัดกร่อนพังทลายบนพื้นที่ลาดชัน

- ทำให้เกิดการตกตะกอนที่ไม่ต้องการไหลลงไปสะสมตามทางน้ำธรรมชาติ รางระบายหรือท่อระบายน้ำ แหล่งน้ำ ทำให้ลำน้ำตื้นเขิน การระบายน้ำในช่วงฤดูที่มีน้ำมาก ไม่สามารถทำได้สะดวกอาจส่งผลให้เกิดน้ำท่วมได้ สร้างความเสียหายกับพื้นที่โครงการและพื้นที่โดยรอบ
- ทำให้เกิดฝุ่นละอองรบกวนบนพื้นที่ลาดชันซึ่งส่งผลให้เกิดมลพิษ ลดทัศนวิสัยในการมองเห็น
- สำหรับบริเวณที่มีการกัดกร่อนและพื้นดินขาดความสมดุล อาจทำให้พื้นที่เกิดการพังทลายจนมีการพัดพามวลดินและน้ำมาพร้อมๆกัน สามารถสร้างความเสียหายให้แก่บ้านเรือน เส้นทางสัญจรที่ตั้งขวางทิศทางการไหล

- ทำให้พื้นดินขาดความอุดมสมบูรณ์ เนื่องจากการกัดกร่อนจะชะล้างหน้าดินซึ่งมีแร่ธาตุที่พืชใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้เพาะปลูกพืชได้ไม่ดี ต้องทำการฟื้นฟูซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงพื้นที่

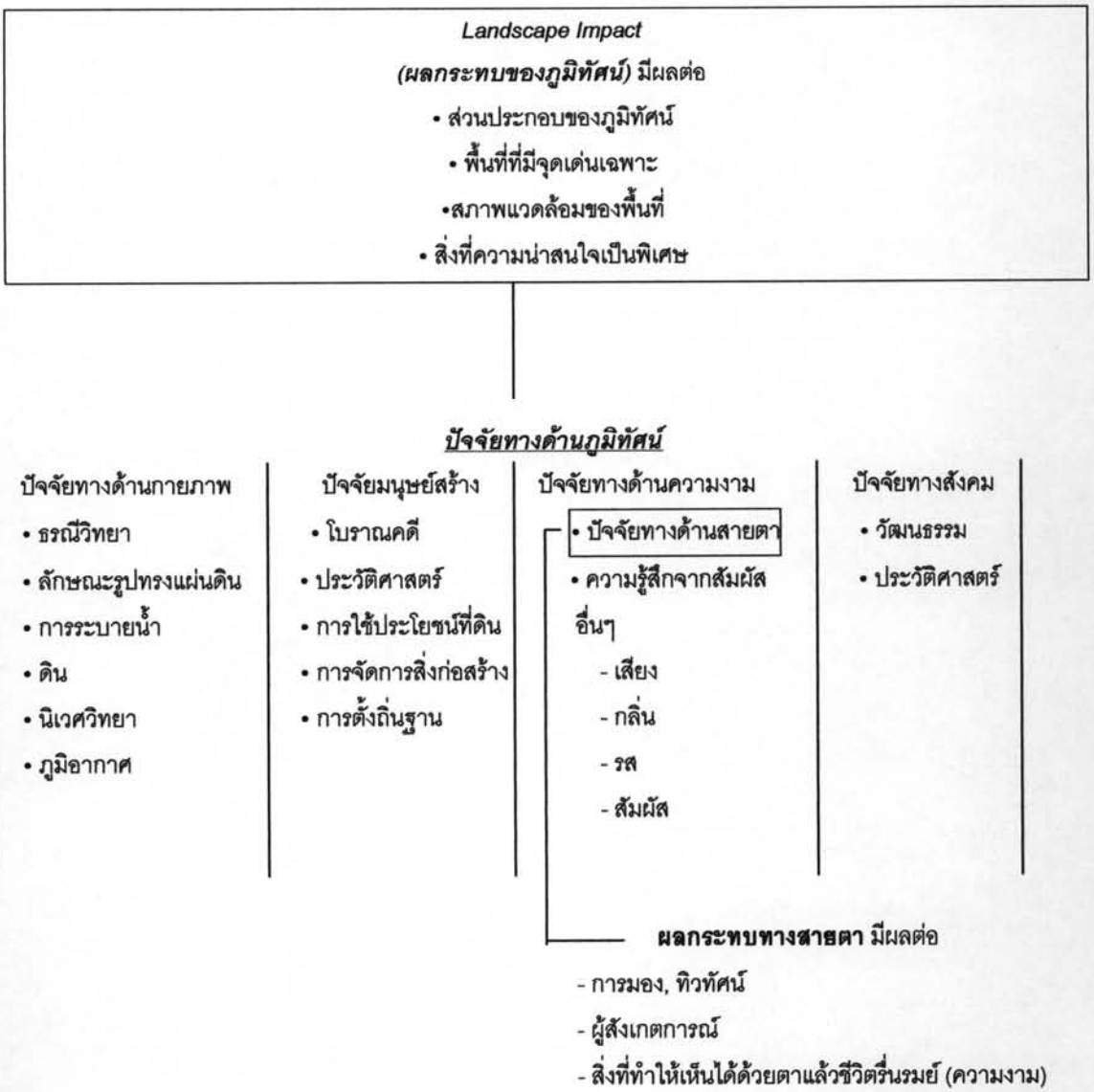
- พื้นที่ไม่สวยงาม เกิดเป็นรอยเว้าแหว่งจากการถูกกัดกร่อนพังทลาย ซึ่งทำให้เกิดความไม่น่าดูแก่ผู้พบเห็นจากพื้นที่โดยรอบเนื่องจากพื้นที่ลาดชันอยู่บนที่สูงสามารถมองเห็นได้จากระยะไกล เป็นผลกระทบทางสายตาในวงกว้าง

- ทำให้ต้องเสียงบประมาณในการแก้ไข, ซ่อมแซม กับทรัพย์สินที่เกิดความเสียหาย

- สร้างความเสียหายให้กับระบบนิเวศน์ ซึ่งอาจทำลายที่อยู่อาศัยของสัตว์ แหล่งอาหาร เป็นต้น

- ความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินและการใช้ชีวิตปกติของมนุษย์

เห็นได้ว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ลาดชันนอกจากจะสร้างผลกระทบ ให้กับพื้นที่และสภาพแวดล้อมข้างเคียงในด้านกายภาพแล้ว ยังส่งผลกระทบในเรื่องความสวยงาม ซึ่งมีความเกี่ยวข้องการออกแบบวางผังและการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม



ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างภูมิทัศน์และผลกระทบทางสายตา
(Institute of Environmental Assessment and The Landscape Institute, 1995)

ภูมิทัศน์และผลกระทบทางสายตาเป็นองค์ประกอบสำคัญของการออกแบบภูมิทัศน์ ซึ่งมีประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ ***ภูมิทัศน์*** เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภายในองค์ประกอบ โครงสร้าง ลักษณะและคุณภาพของภูมิทัศน์บนพื้นที่ลาดชัน ขณะที่ ***ผลกระทบทางสายตา*** มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะของการเปลี่ยนแปลงนั้น (Institute of Environmental Assessment and The Landscape Institute, 1995) ซึ่งสามารถขยายให้เห็นได้ดังนี้

3.1.2 ปัญหาทางสุนทรียภาพ

เกิดจากการรับข้อมูลจากสภาพแวดล้อมหรือภูมิทัศน์ แล้วตอบสนองเป็นความรู้สึกที่ไม่ประทับใจในองค์ประกอบของสภาพแวดล้อม จากกิจกรรมที่สามารถสังเกตเห็นได้ ลักษณะทาง

กายภาพที่ปรากฏ ที่ส่งผลให้เกิดความไม่สวยงาม ไม่น่าดู เป็นผลกระทบทางสายตา ซึ่งปัญหาที่ส่งผลกระทบบนพื้นที่ลาดชัน อาจเกิดจากการก่อสร้าง การปรับพื้นที่ การเปิดหน้าดิน และความเสียหายที่เกิดโดยธรรมชาติ ที่มีผลกับการมองเนื่องจากพื้นที่ลาดชันมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่สูงเด่น สามารถสังเกตเห็นได้ง่ายจากพื้นที่ราบ หรือจากพื้นที่ลาดชันข้างเคียง

ผลกระทบทางสายตา เป็นส่วนหนึ่งของผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภูมิทัศน์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้กับทัศนียภาพของภูมิทัศน์ และมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ การประเมินผลกระทบทางสายตาพิจารณาจาก

- ผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยตรงต่อทัศนียภาพของพื้นที่ลาดชัน โดยการบุกรุก ล่วงล้ำ หรือสิ่งที่เป็นอุปสรรคบดบัง

- ปฏิกิริยาของผู้สังเกตการณ์ที่แสดงออก

- ผลกระทบโดยรวมที่เกิดกับทัศนียภาพที่สวยงาม ซึ่งสามารถจัดลำดับตั้งแต่ความเสื่อมไปจนถึงเพิ่มคุณค่า

3.1.2.1 ผลกระทบของการพัฒนาบนพื้นที่ลาดชันที่มีผลต่อทัศนียภาพ เป็นผลกระทบทางมลทัศน์ (Visual Pollution) ที่เกี่ยวกับการรับรู้ด้วยการมอง (Visual Perception) อันเป็นลักษณะนามธรรม นอกจากนี้การรับรู้ยังต้องอาศัยปัจจัย 3 อย่าง ประสบการณ์ การใส่ใจ และการให้คุณค่าจากผู้มอง ทั้งยังเกี่ยวข้องกับรูปแบบของสิ่งที่มอง จึงทำให้ปัญหาทัศนียภาพกลายเป็นเรื่องบุคคล ผลกระทบต่อทัศนียภาพหนึ่งอาจจะมากสำหรับบุคคลหนึ่งในขณะที่อีกบุคคลหนึ่งนั้นอาจจะไม่เป็นปัญหาก็ได้ (ผศ.ดร.บัณฑิต จุลาสัย, 2531) ซึ่งการวิเคราะห์ผลกระทบทางสายตาสำหรับพื้นที่ลาดชัน อาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วน

3.1.2.1.1 การวิเคราะห์ทางสายตาในแง่มุมมองจากที่ลาดชันออกสู่ที่ต่ำกว่า เช่น แนวป้องกันที่เป็นโครงสร้างอาจไม่ส่งผลกระทบมากนักเนื่องจากอยู่ในระดับต่ำ แต่แนวป้องกันธรรมชาติอาจมีการบดบังจากต้นไม้สูงใหญ่ จึงต้องมีการตัดแต่งดูแลในจุดที่ต้องการเปิดมุมมอง

3.1.2.1.2 การวิเคราะห์ทางสายตาในแง่มุมมองจากที่ต่ำกว่าเข้าสู่พื้นที่ลาดชัน เช่น แนวป้องกันคอนกรีตที่เป็นแนวยาวตลอดช่องเขา ซึ่งไม่สวยงามและอาจเกิดแสงสะท้อนรบกวนการสัญจรด้วย การเปิดหน้าดินเพื่อก่อสร้างทำให้เห็นพื้นที่ลาดชันมีแผลเว้าแหว่งเป็นจุดๆ ที่มีการก่อสร้าง

นอกจากนี้ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ลาดชันในประเด็นของมลพิษต่างๆ ของการก่อสร้างบนพื้นที่ลาดชันนั้นยังมีประเด็นของ เสียง, กลิ่น, ฝุ่น อีกด้วยซึ่งเป็นผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการ

วางผังบริเวณหรือปรับปรุงภูมิทัศน์บนพื้นที่ลาดชัน ที่เป็นปัญหาทำให้เกิดความรำคาญต่อพื้นที่ข้างเคียง แต่ไม่ส่งผลกระทบกับพื้นที่ลาดชันมากนัก

ซึ่งเมื่อพิจารณาจะเห็นว่าผลกระทบทางสายตาที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ลาดชันสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาของการพัฒนา ซึ่งสามารถแบ่งได้ ดังนี้ ก่อนการก่อสร้าง ระหว่างการก่อสร้าง การรื้อถอน หลังการก่อสร้าง ซึ่งในแต่ละช่วงเวลามีขั้นตอนการจัดการพื้นที่แตกต่างกัน ระยะเวลาของการดำเนินงานในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกัน ดังนั้น ลักษณะความรุนแรง และความเร่งด่วนของการแก้ไขปัญหา ก็จะต่างกันซึ่งจะได้อธิบายต่อไป

3.1.2.2 แผนการและยุทธศาสตร์เพื่อลดผลกระทบทางสายตา

3.1.2.2.1 หลีกเลี่ยงผลกระทบ (Avoidance of impact) การหลีกเลี่ยงผลกระทบจนถึงการดูแลรักษาสิ่งที่มีอยู่เดิม การวางแผนและการออกแบบควรคำนึงถึงอันดับแรก รวมทั้งการออกแบบเส้นทางของถนนสายหลัก โดยปกติต้องมีความยืดหยุ่นด้วยเพื่อหลบเลี่ยงกับพื้นที่ภูมิทัศน์ที่มีความสำคัญมาก การออกแบบถนนสายหลักโดยทั่วไปอาจต้องการปรับให้เข้ากับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมที่เป็นเงื่อนไข สำหรับที่อยู่อาศัย พื้นที่ย่านการค้า ที่ตั้งของสิ่งก่อสร้าง ควรมีความกลมกลืนกับรูปทรงลักษณะของแผ่นดินที่ปรากฏอยู่ และคำนึงถึงพืชพันธุ์ รวมถึงวิเคราะห์การมองเห็น (Visual analysis) สามารถช่วยในการแก้ไขได้ดีมากขึ้น ส่วนสำคัญของการพัฒนาส่วนใหญ่ สิ่งสำคัญมาก ได้แก่ ระยะเวลา เงิน และการดูแลเอาใจใส่จากส่วนรวม

3.1.2.2.2 ลดผลกระทบ (Reduction of impact) หลังจากพิจารณาเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบ ทำให้ความขัดแย้งเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเบาบางลง ซึ่งหมายถึง การพิจารณาการจัดระเบียบแบบแผนและจนถึงการจัดระดับของการพัฒนาพื้นที่ การพัฒนาสิ่งแวดล้อมเข้าไปในพื้นที่สามารถป้องกันบังสายตาระดับต่ำด้วย ได้แก่ สิ่งที่สับสนวุ่นวาย เช่น ที่จอดรถ ที่เก็บของในที่โล่งและพื้นที่ทำงาน โดยใช้รูปทรงของแผ่นดินและแสดงแบบบนพื้นดินเพื่อบังส่วนที่อยู่ในระดับต่ำของสิ่งก่อสร้างเป็นการลดองศาของการมองเห็น บริเวณที่เป็นป่าใหม่หรือพืชพันธุ์ ส่วนใหญ่ใช้สำหรับกั้นเสียงใกล้กับถนนหลัก

3.1.2.2.3 การแก้ไขผลกระทบ (Remediation of impact) การเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติของภูมิประเทศ การแก้ไขควรจะ เข้าใจหน้าที่ของแต่ละส่วนในกระบวนการทั้งหมด หลีกเลี่ยงและลดผลกระทบที่เป็นผลร้าย การปลูกต้นไม้ วัตถุประสงค์เพื่อลดความกระด้างของสิ่งก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพเกือบทั้งหมดของสภาพแวดล้อมและอาจทำให้สภาพแวดล้อมโดยรวมของท้องถิ่นดีขึ้นด้วย

3.1.2.2.4 การชดเชย การทดแทนเพราะว่าเกิดผลกระทบ (Compensation for impact) เมื่อเกิดผลกระทบที่หลีกเลี่ยงไม่ได้บางครั้งสามารถชดเชยผ่าน

ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมช่วยทำให้ดีขึ้น สำหรับการชดเชยให้มีประสิทธิภาพควรประเมินความต้องการของสภาพธรรมชาติ ประเมินคุณค่าและการขยายตัวของทรัพยากรที่ถูกทำลายไปด้วยเหตุเช่นนั้นสามารถแทนที่ได้หรือบางพื้นที่ไม่อาจเป็นไปได้ เช่น พื้นที่พัฒนาใหม่ที่ปกคลุมด้วยป่า สามารถปลูกป่าทดแทนหลังจากป่าไม้ถูกทำลายไปจากการพัฒนา (Institute of Environmental Assessment and The Landscape Institute, 1995)

จะเห็นได้ว่า เมื่อทำความเข้าใจแผนการและยุทธศาสตร์เพื่อลดผลกระทบทางสายตาแล้ว มีประเด็นที่มีความเกี่ยวโยงกับหลักการออกแบบวางผังบริเวณและภูมิสถาปัตยกรรม ทั้งในหัวข้อของการ วางเส้นทางสัญจร การปรับระดับ การระบายน้ำ การเลือกใช้ประโยชน์พื้นที่และการออกแบบภูมิทัศน์เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาและเสริมให้เกิดความสวยงาม

3.1.3 ปัญหาที่ก่อให้เกิดความรำคาญ

เป็นประเด็นปัญหา เช่น เสียง ความสั่นสะเทือน ก่อให้เกิดปัญหาความเคร่งเครียดตามมา ทำให้เกิดปัญหาทางการได้ยิน ก่อให้เกิดความรำคาญแก่พื้นที่ข้างเคียง โดยเสียงที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเกิดจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำงาน และเครื่องยนต์ ตลอดจนการตอกเสาเข็ม เจาะเสาเข็มในช่วงที่มีการก่อสร้างและจัดการซึ่งเสียงส่วนใหญ่จะมีระดับเสียงอยู่ที่ 90-110 db (Harris and Dine, 1988: 660-2) จึงถือว่าเป็นเสียงที่ก่อให้เกิดการรบกวนเนื่องจากปกติระดับเสียงที่ไม่ก่อให้เกิดการรบกวนจะอยู่ที่ 62-67db (สุดสวาท, 2545 : 93) ฝุ่น ก่อให้ความรำคาญทั้งในพื้นที่และบริเวณข้างเคียง ฝุ่นที่เกิดมักมาจากการกัดกร่อนที่เกิดจากลม สภาพอากาศที่แห้งแล้ง การปรับพื้นที่ด้วยการตัด-ถม การขนย้าย การก่อสร้าง ที่เกิดจากการสูญเสียพื้นที่สีเขียว จากการทำลายพืชพันธุ์ การก่อสร้างในช่วงที่ไม่มีฝนตก เช่น หน้าร้อน หน้าหนาว ที่ไม่มีปัญหาของฝน แต่ทำให้เกิดฝุ่นได้

3.1.4 ปัญหาทางด้านนิเวศวิทยา

พืชที่ขึ้นอยู่บนเขาสูงย่อมมีระยะเวลาการงอก การเจริญเติบโต และการออกดอกออกผลต่างไปจากพืชที่ขึ้นอยู่ในระดับต่ำกว่าหรือในที่ราบ สำหรับความลาดชันนั้นมีอิทธิพลต่อผลิตผลและการเจริญเติบโตของพืช ในที่สูงชันดินมักง่ายต่อการพังทลายยิ่งชันมากก็ยิ่งต้องเหลือพืชคลุมดินมากขึ้น ทิศทางและองศาความลาดที่แตกต่างกันย่อมได้รับแสงและมีอุณหภูมิ ความชื้น และชนิดของสังคมพืชที่แตกต่างกันด้วย (นิวัติ เรืองพานิช, 2541)

ดังนั้นการทำลายพื้นที่สีเขียวเพื่อการพัฒนาบนพื้นที่ลาดชันจะทำให้สภาพพื้นที่เกิดโอกาสที่จะพังทลายมากขึ้น การกัดกร่อนมีสูงมากขึ้น พื้นที่เกิดความแห้งแล้งมากขึ้น ความชื้นในดินน้อยลงปริมาณน้ำไหลบ่าสูงเนื่องจากอัตราการดูดซึมน้ำน้อยลง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

ภายในพื้นที่ ทำให้ระบบนิเวศของพื้นที่ลาดชันเปลี่ยนแปลงด้วย เช่น ปัญหาความแห้งแล้ง การกัดกร่อน อาจส่งผลกับการอยู่อาศัยและการหาอาหารของสัตว์ธรรมชาติได้

3.1.5 ปัญหาต่อมนุษย์และชุมชน

เนื่องจากปัญหาการกัดกร่อนพังทลายอาจนำมาซึ่งการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน ทำให้เกิดความเดือดร้อนทางด้านการสัญจร และความเสียหายในด้านเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก การสร้างแนวป้องกันพื้นที่ชันนั้นสามารถป้องกันการกัดกร่อนและการพังทลายของพื้นที่ แต่อาจส่งผลกระทบในด้านอื่น เช่น ขาดความสวยงามตามธรรมชาติ สูญเสียงบประมาณในการดูแลรักษา เป็นต้น

ดังนั้น เมื่อทำการสรุปและวิเคราะห์เห็นได้ว่าปัญหาเกิดขึ้นได้ 4 ช่วงเวลาของการพัฒนา ช่วงก่อนการก่อสร้างเป็นช่วงเวลาที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบวางผังบริเวณและการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมมากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงของการออกแบบ กำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้งกำหนดเป็นพื้นที่จอดรถ สิ่งก่อสร้าง ทางระบายน้ำ กำหนดบริเวณที่ต้องมีการปรับระดับ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นซึ่งต้องพิจารณาร่วมไปกับการออกแบบวางผัง เพื่อแสดงให้เห็นความเร่งด่วนของปัญหาต่อไป

จากการศึกษาเอกสารและวรรณกรรมทั้งหมดที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าสามารถนำการออกแบบวางผังบริเวณและการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม มาใช้ในการแก้ปัญหาบนพื้นที่ลาดชันได้หลายวิธีด้วยกันแต่เนื่องจากแนวทางการออกแบบที่รวบรวมได้ต้องมีการปรับใช้ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจงในแต่ละโครงการอีกครั้ง ดังนั้นเพื่อให้ทราบเงื่อนไขและแนวทางในการประยุกต์ใช้จึงต้องทำการศึกษารูปแบบและรายละเอียดต่างๆที่จะกล่าวถึงในบทต่อไป