

ढलान पर स्थित भवनों की सुरक्षा के लिए भूस्खलन तैयारी संबंधी मार्गदर्शिका



राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन संस्थान
गृह मंत्रालय, भारत सरकार

ढलान पर स्थित भवनों की सुरक्षा के लिए भूस्खलन तैयारी संबंधी मार्गदर्शिका

आईएसबीएन नं.: 978-93-82571-32-2

© लेखक और एनआईडीएम, नई दिल्ली

संस्करण: प्रथम, 2019

लेखक: सूर्य प्रकाश, पीएच.डी

प्रकाशक:

राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन संस्थान (एनआईडीएम), गृह मंत्रालय, नई दिल्ली -110001

उद्धरण

प्रकाश सूर्य (2019): ढलान पर स्थित भवनों की सुरक्षा के लिए भूस्खलन तैयारी संबंधी मार्गदर्शिका राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन संस्थान, गृह मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली-110001, द्वारा प्रकाशित, पृष्ठ 80

प्रकाशन समिति, एनआईडीएम

1. श्री विक्रम गुर्जर, डीसी (प्रशिक्षण)
2. श्री एस. के. तिवारी, पुस्तकालयाध्यक्ष
3. सुश्री सोनाली जैन, युवा पेशेवर

खंडन :

संस्थान की अनुमति और लेखक को उचित श्रेय देते हुए, मानवीय, सामाजिक और पर्यावरण के हित में 'न लाभ न हानि' के सिद्धांत के आधार पर इस पुस्तक को स्वतंत्र रूप से/आंशिक या पूर्ण समीक्षा, पुनः प्रस्तुति या अनुदित किया जा सकता है। हम इसके अनुकूलन या वास्तविक प्रशिक्षण स्थितियों में उपयोग संबंधी जानकारी और सुझावों का स्वागत करते हैं। लेखक द्वारा इस पुस्तक की विषय-सामग्री इस में उल्लिखित विभिन्न स्रोतों के आधार पर तैयार की गई है।

इस पुस्तक को <http://www.nidm.gov.in> से डाउनलोड किया जा सकता है



जी. किशन रेड्डी
G. KISHAN REDDY



गृह राज्य मंत्री
भारत सरकार
MINISTER OF STATE FOR
HOME AFFAIRS
GOVERNMENT OF INDIA

संदेश



भू-स्खलन उन प्रमुख जल-भूवैज्ञानिक जोखिमों में से एक है जो कि भारत के एक बड़े क्षेत्र, विशेषकर हिमालय, उत्तर-पूर्व पर्वत श्रृंखलाओं, पश्चिमी घाट, नीलगिरी, उत्तरीघाट तथा विध्यांचल क्षेत्रों को प्रभावित करते हैं।

“राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन संस्थान” के प्रकाशन **“ढलान पर स्थित भवनों की सुरक्षा के लिए भू-स्खलन तैयारी संबंधी मार्गदर्शिका”** सभी हितधारकों के लिए भागीदारी का दृष्टिकोण अपनाने का संदेश है, ताकि बचाव और रोकथाम की दृष्टि से शमन-केन्द्रित योजना को अपनाते हुए त्वरित आपदापूर्व तैयारी के कार्य को आगे बढ़ाया जा सके।

इस क्षेत्र से जुड़े पेशेवरों, पदाधिकारियों और शिक्षाविदों के लिए व्यवहारिक रूप से उपयोगी दस्तावेज के माध्यम से तकनीकी तथा प्रबंधन संबंधी जानकारी आधारित संग्रह उपलब्ध करवाने के लिए राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन संस्थान के प्रयास अति सराहनीय हैं।

इस अवसर पर मैं राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन संस्थान को इस प्रकाशन के लिए शुभकामनाएं देता हूँ।

01 नवम्बर, 2019
नई दिल्ली


(जी. किशन रेड्डी)



ले. जनरल एन. सी. मारवाह
पीवीएसएम, एवीएसएम (सेवानिवृत्त)
सदस्य



राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन प्राधिकरण
भारत सरकार
एनडीएमए भवन, ए-1, सफदरजंग एन्क्लेव
नई दिल्ली-110 029
ई-मेल : marwahnc-ndma@nic.in
marwahnc@rediffmail-com
दूरभाष : 0 11-2670 1775 फ़ैक्स : 0 11-2470 1783

संदेश



अस्थिर ढलानों पर, विशेषकर भू-स्खलन संभावित पहाड़ी क्षेत्रों में निर्मित भवनों के गिरने की वजह से जान-माल के नुकसान की अनेक घटनाएं हुई हैं।

“ढलान पर स्थित भवनों की सुरक्षा के लिए भूस्खलन तैयारी संबंधी मार्गदर्शिका” से नीति-निर्माताओं, वित्तपोषकों, पेशेवरों, स्थानीय प्रशासकों और अन्य संबंधित विभागों को भूस्खलन संभावित क्षेत्रों में कोई भवन निर्माण करने से पूर्व सावधानी बरतने और तैयारी संबंधी उपाय करने में मदद मिलेगी।

डा. सूर्य प्रकाश को इस पुस्तक की रचना और संकलन के लिए मेरा आभार और शुभकामनाएं जिसका सार देश के पहाड़ी क्षेत्रों के लिए निर्धारित भवन निर्माण संहिता में सम्मिलित किया जा सकता है।

नई दिल्ली
28 अक्टूबर, 2019

(ले. जनरल एन.सी. मारवाह) (सेवानिवृत्त)
सदस्य, एनडीएमए



मेजर जनरल मनोज कुमार बिंदल
वीएसएम

कार्यकारी निदेशक



राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन संस्थान

(गृह मंत्रालय, भारत सरकार)

ए-विंग, चतुर्थ तल, एनडीसीसी-II भवन,

जय सिंह रोड, नई दिल्ली – 110 001

आमुख



पहाड़ी क्षेत्रों में अचानक, बार-बार और व्यापक स्तर पर भूस्खलन की घटनाओं और ऐसी घटनाओं में वृद्धि की प्रवृत्ति और प्रभावों के कारण जीवन, अर्थव्यवस्था, पर्यावरण, अवसंरचना, संसाधनों, सुविधाओं और सेवाओं के लिए गंभीर चुनौतियां और खतरे उत्पन्न होते हैं। भूस्खलन के इन जोखिमों से बचाव, रोकथाम और न्यूनीकरण के सभी प्रयासों के बावजूद, तैयारियों और त्वरित प्रतिक्रिया की नितांत आवश्यकता की उपेक्षा नहीं की जा सकती। पहाड़ी क्षेत्रों में, बड़े भूस्खलनों के अलावा, भूकंप और बाढ़ के कारण छोटे-मोटे भूस्खलन आए हैं। आपदा प्रबंधन अधिनियम 2005, अध्याय 7, भाग 42 और 43 द्वारा एनआईडीएम के लिए आपदा जोखिम में कमी और समुत्थानन के लिए प्रशिक्षण देना और मानव क्षमता में वृद्धि करना अनिवार्य है। इसे ध्यान में रखते हुए, मानव जीवन और संपत्तियों की सुरक्षा तथा इमारतों के लिए विशिष्ट भूस्खलन तैयारियों के लिए मार्गदर्शिका तैयार करने का प्रयास किया गया है।

“ढलान पर स्थित भवनों की सुरक्षा के लिए भूस्खलन तैयारी संबंधी मार्गदर्शिका” पुस्तक भूस्खलन, इसमें योगदान करने वाले कारकों और भूस्खलन के खतरों व जोखिमों को कम करने के उपायों का विवरण देने के लिए लिखी गई है। इसमें बचाव, रोकथाम और शमन के विभिन्न उपाय दिए गए हैं, जिनका सहज पालन किया जा सकता है और इसमें भूस्खलन की आशंका वाले क्षेत्रों में मकान बनाने के लिए नियोजन और स्थल चयन के सामान्यीकृत विचार पर ध्यान केन्द्रित किया गया है, ताकि भूस्खलन के खतरे को कम किया जा सके। इसमें भूस्खलन से पूर्व, दौरान, और उसके पश्चात् चेतावनी संकेतों का संज्ञान लिया गया है।

एनआईडीएम, इस पुस्तक के संबंध में मूल्यवान तकनीकी जानकारी प्रदान करने के लिए सभी संसाधन व्यक्तियों और संस्थानों के साथ-साथ उन लेखकों/प्रकाशकों का भी आभार व्यक्त करता है जिन्होंने अपने काम को इस पुस्तक में शामिल करने की अनुमति दी है। लेफ्टिनेंट जनरल (सेवानिवृत्त) एन. सी. मारवाह, एवीएसएम, सदस्य, राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन प्राधिकरण, गृह मंत्रालय, भारत सरकार, डॉ. शैलेश कुमार अग्रवाल, निदेशक, भवन निर्माण सामग्री और प्रौद्योगिकी संवर्धन परिषद, शहरी विकास मंत्रालय और श्री संजीव शर्मा, पूर्व उप महानिदेशक, भारतीय भू-वैज्ञानिक सर्वेक्षण, खान मंत्रालय का हम पुस्तक तैयार करने और प्रकाशित करने के विभिन्न चरणों के दौरान पांडुलिपि की समीक्षा करने और पुस्तक की उपयोगिता के बारे में अपनी टिप्पणी प्रदान करने के लिए विशेष आभार व्यक्त करते हैं।

मेजर जनरल मनोज कुमार बिंदल, वीएसएम

आपदा प्रबंधन महाविचार: पूरा भारत भागीदार

प्रस्तावना



किसी भी प्रकार के खतरे से हमारे जीवन की सामान्य प्रणाली, संरचनाएं, सेवाएं और प्रकार्य बाधित होते हैं। इन खतरों के बारे में जागरूकता इनके प्रभावों से बचने, रोकथाम और शमन के लिए महत्वपूर्ण हैं। भारत की भौगोलिक स्थिति और विशिष्ट जलवायु परिस्थितियों के कारण देश में भूस्खलन और उससे जुड़े खतरे निरंतर और व्यापक रहते हैं। प्राकृतिक कारकों के अलावा, सामाजिक-आर्थिक मांगों के परिणामस्वरूप निर्माण गतिविधियों, खनन, वनों की कटाई और शहरीकरण के मामले में मानवीय हस्तक्षेप से स्थिति और अधिक गंभीर हो गई है।

मोटे अनुमान पर, भारत का लगभग 15 प्रतिशत या 0.49 मिलियन वर्ग किमी क्षेत्र भूस्खलन संभावित भू-क्षेत्र है। इसने बहुमूल्य ज़िंदगियां ली और सामाजिक, आर्थिक और पर्यावरणीय नुकसान हुआ है। इस खतरे के दीर्घकालिक प्रभाव रहे हैं जिनमें जनसंख्या विस्थापन, आजीविका का नुकसान, मनोवैज्ञानिक प्रभाव, सामाजिक जीवन में व्यवधान और प्रभावित आबादी के लिए अवसंरचना को नुकसान और प्राकृतिक पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव शामिल हैं।

“ढलान पर स्थित भवनों की सुरक्षा के लिए भूस्खलन तैयारी संबंधी मार्गदर्शिका” पुस्तक लोगों को भूस्खलन और इसके कारणों से अवगत कराने के लिए लिखी गई है और इसमें बचाव, रोकथाम और शमन उपायों पर विशेष ध्यान दिया गया है ताकि सामान्य लोग, विशेष रूप से वे लोग जो अस्थिर ढलानों या उनके आसपास रह रहे हैं, समझ सकें और भूस्खलन से अपनी सुरक्षा को अमल में ला सकें। आशा है कि इस पुस्तक से उन मानवीय गलतियों को ठीक करने में मदद मिलेगी जिनकी वजह से भूस्खलन की घटनाएँ बढ़ रही हैं। यह एक जागरूकता मार्गदर्शिका है, जिसमें ढलान के खतरों और इनसे बचाव, रोकथाम और ढलानों के नियोजन, विकास, रखरखाव और कम जोखिम एवं आपदा के प्रति लोगों के अधिक समुत्थान के साथ ढलानों, संरचनाओं, अवसंरचनाओं और सेवाओं को बनाए रखने पर जोर दिया गया है।

इस पुस्तक को तैयार करने में, कई प्रकाशनों, शोध-पत्रों और विभिन्न अन्य स्रोतों से जानकारी ली गई है। लेखक मानवीय हित में इस पुस्तक में प्रासंगिक जानकारी के उपयोग की अनुमति देने के लिए उन प्रकाशनों के प्रकाशकों और लेखकों के प्रति आभार व्यक्त करता है।

सूर्य प्रकाश

सूर्य प्रकाश
लेखक

आभार

कोई भी कार्य हमेशा एक सहयोगी दल के संयुक्त प्रयासों से पूरा होता है। मुझे उन सभी का आभार व्यक्त करने में खुशी है जिन्होंने इस पुस्तक को सफलतापूर्वक पूरा करने में मेरी मदद की।

सबसे पहले मैं मेजर जनरल मनोज कुमार बिंदल, वीएसएम, कार्यकारी निदेशक, राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन संस्थान (एनआईडीएम) को धन्यवाद दूंगा जिन्होंने मुझे एक ऐसी पुस्तिका लिखने के लिए प्रोत्साहित किया जिसमें भूस्खलन से संबंधित समस्याओं और उनके समाधान बताए जा सकें। उनके द्वारा दिए गए समय और प्रयासों से मुझे इस कार्य को पूरा करने में मदद मिली। इस पुस्तक के पूरा होने तक वह निरंतर मेरी प्रेरणा का स्रोत रहे। उनके सतत परामर्श और सहायता से “ढलान पर स्थित भवनों की सुरक्षा के लिए भूस्खलन तैयारी संबंधी मार्गदर्शिका” को वर्तमान स्वरूप में लाने में मदद मिली।

समीक्षकों, लेफ्टिनेंट जनरल, सेवानिवृत्त श्री एन. सी. मारवाह, सदस्य, राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन प्राधिकरण, भारत सरकार, डॉ. शैलेश अग्रवाल, कार्यकारी निदेशक, भवन निर्माण सामग्री और प्रौद्योगिकी संवर्धन परिषद (बीएमटीपीसी) और श्री संजीव शर्मा, डीडीजी, भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (जीएसआई) को मेरा हार्दिक धन्यवाद।

सुश्री बलजिंदर कौर, पूर्व कनिष्ठ परामर्शदाता, एनआईडीएम, जिन्होंने इस पुस्तक के लिए विषय-सामग्री तैयार करने में मदद की, और साथ ही संपादन, प्रूफ शोधन और पुनरीक्षण के लिए श्री रचनजीत सिंह परामर्शदाता (राजभाषा), श्री अनिल कठैत, सुश्री डॉ. हरजीत कौर, श्री राजू थापा और सुश्री करनप्रीत कौर, युवा पेशेवर, और टंकण तथा संकलन कार्य में सहायता के लिए श्री प्रवीण व्याघ्र, एनआईडीएम को भी धन्यवाद।

मैं एनआईडीएम के सभी सहकर्मियों का भी धन्यवाद करता हूँ क्योंकि उनकी सहायता और सहयोग के बिना यह कार्य संभव नहीं हो पाता।

इसके अलावा, मैं उन सभी संसाधन स्रोतों का भी आभारी हूँ, जहां से हमने अपना डाटा एकत्र किया है और इस सूचना का उपयोग इस दस्तावेज को तैयार करने में किया।



सूर्य प्रकाश

अध्यक्ष, भू-मौसम संबंधी जोखिम प्रबंधन प्रभाग

एनआईडीएम, नई दिल्ली

शब्दावली

अन्धाधार: किसी घुमाव अथवा विस्तार के पार्श्व (क्षैतिज) दबाव को थामकर रखने के लिए निर्मित कोई संरचना जो कि सामान्यतः किसी पुल या नाली के अंत में होती है।

मुंडेर: किसी नदी या नहर की सीमा पर उठा हुआ किनारा या मेढ़।

प्रलय: अत्यधिक दुर्भाग्यपूर्ण घटना जिससे अचानक अत्यधिक नुकसान होता है।

चैनल नाली: एक रास्ता या मार्ग जिसके जरिए पानी को प्राकृतिक धारा की भांति एक विशेष स्थान की ओर मोड़ दिया जाता है।

चेक वाल्व: यह एक वाल्व है जो दो ओर से खुला होता है, एक ओर से द्रव्य का अंतर्वाह और दूसरी ओर से बहिर्वाह होता है। इसे पानी के प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए लगाया जाता है और तदनुसार, बंद किया जा सकता है।

प्रवणिका: वस्तुओं को निचले स्तर तक ले जाने के लिए एक ढलवां मार्ग या ढलान।

चिकनी मिट्टी: चिकनी मिट्टी, आसंजग मिट्टी होती है जिसमें क्रिस्टलीय संरचना वाले 2 माइक्रोन (0.002 मिमी) से छोटे कण होते हैं। चिकनी मिट्टी के कण समतल या प्लेट जैसे आकार में होते हैं।

प्रपात: किसी खड़ी चट्टान का अग्र भाग।

बादल फटना: चक्रवाती हवाओं से बादल संपीड़ित हो जाते हैं और अचानक बारिश के लिए केंद्रक मात्रा को मजबूर करते हैं। इस प्रकार, बादलों का सारा पानी बड़े वेग से निकलता है और इसे बादल फटना कहते हैं। अक्सर दस सेंटीमीटर प्रति घंटा से अधिक वर्षा को बादल फटना कहते हैं।

आसंजन: अत्यधिक सूक्ष्म कणों वाली मृदा के कणों के बीच आकर्षण या बंधन बल जिससे मिट्टी की ताकत तय होती है।

संपीड़न: यह रोलिंग, टैपिंग, कंपन या अन्य यांत्रिक साधनों से मृदा के घनत्व (या इकाई भार) में वृद्धि की प्रक्रिया है। यह मृदा की शक्ति के आनुपातिक होती है।

घनत्व: मृदा के द्रव्यमान प्रति इकाई आयतन को मृदा का घनत्व कहा जाता है। यह मिट्टी की संपीड़न सघनता की एक डिग्री है।

विभेदक जमाव: अलग-अलग प्रकार की मृदा अथवा लोडिंग स्थितियों की वजह से भवन की असमान, नीचे की ओर गति, जिसके परिणामस्वरूप नींव में दरारें और भवन में विकृतियां आती हैं।

मृदा: मृदा से वह मिट्टी अभिप्रेत है जो ढलान की घटक सामग्री है।

इंजीनियरिंग भवन: वास्तुकला एवं सिविल इंजीनियरों के उचित नियोजन और डिजाइन व्यवहारों से निर्मित भवन, जिसकी बाद में देखरेख भी की जाती है।

मृदा अपरदन: प्रक्रिया, जिसके द्वारा मृदा की सतह पानी, ग्लेशियरों, हवाओं, लहरों आदि के माध्यम से कटकर दूर चली जाती है।

भराव: यह ऊँचा करने के लिए किसी गड्ढे में या अन्यत्र डाली गई मिट्टी है।

दरार: हिस्सों के पृथक्करण द्वारा निर्मित एक संकीर्ण विदर।

फलाई ऐश: यह दहन में उत्पन्न एक अवशेष है, और इसमें महीन कण होते हैं जो चिमनी से निकलने वाली गैसों के साथ उठते हैं और सीमेंट की गुणवत्ता बढ़ाने के लिए इसे सीमेंट में मिलाया जाता है।

बर्फीला प्रदेश: यह अत्यधिक ठंड या जमानेवाली ठंड वाला क्षेत्र है, जहां मिट्टी में भूजल जम जाने की आशंका होती है। भूजल जमाव की गहराई उस क्षेत्र की जलवायु की परिस्थितियों पर निर्भर करती है।

भूविज्ञान: विज्ञान की वह शाखा जिसमें पृथ्वी की भौतिक संरचना और पदार्थ, उनके इतिहास और प्रभावित करने वाली प्रक्रियाओं का अध्ययन किया जाता है। भूविज्ञान से संबंधित कारक भूवैज्ञानिक कारक होते हैं।

कंक्रीट का ग्रेड: ग्रेड से कंक्रीट की ताकत निश्चित होती है। कंक्रीट को जितना अधिक ग्रेड किया जाएगा सामग्री की ताकत उतनी ही अधिक होगी। मजबूत कंक्रीट संरचनाओं के लिए प्रयुक्त कंक्रीट का न्यूनतम ग्रेड एम20 है।

ग्रेडेड रेत: ग्रेडेशन से मृदा नमूने के भीतर विभिन्न आकार समूहों का वितरण अभिप्रेत है।

नाली निर्माण: लम्बे समय तक भारी वर्षा के बाद जल प्रवाह से भूमि में एक गहरे नाले या खाई का निर्माण।

अव्यवस्थित निर्माण: निर्माण की योजना, मिट्टी की गुणवत्ता, आपदा के दौरान भवन के व्यवहार पर विचार किए बिना हुआ निर्माण अनियमित और अव्यवस्थित है।

खतरा: ऐसी स्थिति जिससे अवांछनीय परिणाम मिलने की आशंका हो।

जड़ता: किसी भी भौतिक वस्तु की अपनी गति और दिशा में परिवर्तन सहित अपनी गतिशीलता की स्थिति में किसी भी परिवर्तन का प्रतिरोध जड़ता है।

किनारा: फुटपाथ अथवा किसी उठे हुए मार्ग पर पत्थर से बना किनारा।

चिनाई: चिनाई ईंटों, पत्थरों, संगमरमर या ब्लॉक इत्यादि जैसी एक-एक इकाइयों को मसाले से चिपकाकर संरचना का निर्माण करना है।

शमन: शमन आपदा के प्रभाव को कम करके जान-माल के नुकसान को कम करने का प्रयास है।

पीट: यह कार्बनिक मृदा होती है जिसमें स्थूल और सूक्ष्म कणों के रेशे होते हैं। यह वनस्पति पदार्थों से बनती है। यह अत्यधिक संपीड़ित हो सकती है और नींव के लिए उपयुक्त नहीं होती है।

रिसाव: किसी रंध्रीय पदार्थ या छोटे छिद्रों से होकर द्रव्य के निकलने की प्रक्रिया है रिसाव।

ढलनशीलता (प्लावस्टिकता): यह सूक्ष्म कण वाली मृदा का गुण है जिसकी वजह से पर्याप्त जलयुक्त मृदा प्रवाहित हो सकती है और इसके किसी भाग को अलग किए बिना पुनः ढाला जा सकता है।

रंध्र दाब: यह मिट्टी के द्रव्यमान छिद्रों (खाली स्थानों) में बनाया गया पानी का दबाव है। छिद्र दबाव की वजह से अपरूपण बल कम हो जाता है क्योंकि अतिरिक्त दबाव कम हो जाता है।

अवक्षेपण: यह वर्षा, हिमपात, ओलावृष्टि या सहिम वृष्टि यानि वायुमंडलीय जल वाष्पों के संघनन का कोई भी उत्पाद है जो जमीन की सतह पर निक्षेपित होता है।

घर्षण: प्रतिरोध, जिसका कोई एक सतह या वस्तु सामना करती है, जब वह किसी अन्य सतह या वस्तु के ऊपर गति करती है।

पारगम्यता: रासायनिक या भौतिक परिवर्तन डाले बिना किसी सामग्री का द्रव्यों को उनमें से होकर गुजरने देने का गुण।

पूर्वबलित कंक्रीट: कंक्रीट, जिसे संपीड़ित करने के लिए इसमें मजबूत स्टील के सरियों को फैलाया और आपस में बांधा जाता है और इस तरह से इसका दबाव प्रतिरोध बढ़ाया जाता है।

प्रतिरोध बल: प्रतिरोध बल वह बल है जो किसी वस्तु पर काम करने के लिए एक प्रयास बल को पार करना होगा। यह वह बल है जो किसी वस्तु की संरचना में परिवर्तन का प्रतिरोध करता है।

अनगढ चिनाई: अनगढ चिनाई अपरिष्कृत, मसाले में लगाये गए टेढ़े मेढ़े निर्माण पत्थर वाली चिनाई होती है जो व्यवस्थित ढंग से नहीं की गई हो।

रेत: यह एक प्रकार की मोटे दाने वाली मिट्टी होती है जिसके कणों का आकार 0.075 मिमी और 4.75 मिमी के बीच होता है। रेत में आसंजन कम होता है और आंतरिक घर्षण अधिक होता है।

संतृप्ति: ऐसी स्थिति जिसमें मिट्टी के कणों के बीच सभी आसानी से पानी छोड़नेवाले रंध्र

(छिद्र) अस्थायी रूप से या स्थायी रूप से पानी से भर जाते हैं।

रिसाव: दबाव में मृदा द्रव्यमान से जल प्रवाह रिसाव कहलाता है। यह मृदा निक्षेपण अथवा मिट्टी की संरचना या नींव से निकलने वाले पानी की मात्रा है।

स्वयं सफाई वेग: न्यूनतम वेग, जिस पर नाली पाइप के इनवर्ट में कोई भी ठोस निक्षेपित नहीं होता है।

अपरूपण बल: यह मिट्टी पर लोडिंग के परिणामस्वरूप मिट्टी के द्रव्यमान के भीतर विकसित होने वाले अपरूपण बलों का प्रतिरोध करने की मिट्टी की क्षमता है। यह अधिकतम प्रतिरोध क्षमता है जो अपरूपण में विफलता से ठीक पहले विकसित होती है। यह आसंजन का प्रकार्य है।

शॉटक्रीट: कंक्रीट या मसाला जो एक नली के माध्यम से पंप किया जाता है और उच्च वेग से सतह पर फैलाया जाता है।

संकुचन: जब पानी की मात्रा में परिवर्तन होता है तो मिट्टी के आयतन में परिवर्तन आता है। जब पानी की मात्रा कम हो जाती है तो इसमें संकुचन होता है।

गाद: यह एक प्रकार की सूक्ष्म कण वाली मिट्टी होती है, जिसका कण आकार 0.75 मिमी से छोटा होता है, लेकिन जिसकी खनिज संरचना वही रहती है, जो मूल चट्टान की होती है। इसमें मिट्टी के खनिज नहीं होते हैं।

मिट्टी का फूलना: जब सिकुड़ी हुई मिट्टी में पानी मिलाया जाता है, तो मिट्टी का लोचदार विस्तार, मिट्टी का फूलना कहा जाता है और इससे मिट्टी की ताकत कम हो जाती है।

तन्य विफलता: तन्य विफलता तब होती है जब सामग्री के फैलाव या खिंचाव की क्षमता समाप्त हो जाती है जिसकी वजह से दरार आती है या पूरी तरह टूटन होती है।

अरक्षितता: किसी व्यक्ति या समूह की प्राकृतिक या मानव निर्मित खतरे के प्रभाव का पूर्वानुमान लगाने, उसे रोकने और उससे उबरने की क्षमता कम होने को अरक्षितता कहा जाता है।

अपक्षयण: लंबे समय तक वायुमंडल के संपर्क में रहने पर (किसी) के रूप-आकार या बनावट के समाप्त होने या परिवर्तन को अपक्षयण कहा जाता है।

विषय सूची

संदेश	i
प्राक्कथन	v
प्रस्तावना	vii
आभार	ix
शब्दावली	xi
आकृतियों की सूची	xvii
तालिकाओं की सूची	xxi
परिचय	1
1. भूस्खलन के बारे में	2
1.1 भूस्खलन का आयतन	4
1.2 गतिविधि की अवस्था	5
1.3 भूस्खलन के लक्षण	5
1.4 भारत में भूस्खलन	7
1.5 भूस्खलन के प्रति संवेदनशीलता	12
1.6 भूस्खलन के कारण	12
1.6.1 भूवैज्ञानिक कारक	13
1.6.2 मानवजनित कारक	14
2. भूकम्प और वर्षण प्रेरित भूस्खलन	20
2.1 भूकंप के प्रभाव	20
2.1.1 द्रवीकरण	20
2.1.2 ढलान का गिरना	21
2.1.3 तनाव दरारों का विकास	21
2.1.4 मृदा का पार्श्वण फैलाव	21
2.2 वर्षण के प्रभाव	22

3. भूस्खलन का न्यूनीकरण	23
3.1 ऐसे क्षेत्र जहां निर्माण से बचा जाना चाहिए	23
3.2 ढलान स्खलन से बचाव	24
3.2.1 स्थिरीकरण के उपाय	35
3.3 मृदा अपरदन की रोकथाम	42
3.3.1 धारा के किनारे का स्थिरीकरण	47
3.4 बढ़ते भूजल स्तर की रोकथाम	48
3.4.1 भूतल जल सडकों और पहाड़ी ढलानों पर पानी को नियंत्रित करना	48
3.4.2 सतह में प्रवेश करने वाले उप-सतही जल का नियंत्रण	53
3.4.3 वर्षा जल प्रवाह के लिए विशेष प्रावधान	54
3.5 इमारतों को गिरने से बचाने के उपाय	59
3.5.1 नींव का डिजाइन	62
4. पहाड़ी क्षेत्रों में समकालीन भवन निर्माण सामग्री और आवश्यक बदलाव	
आवश्यक क्षेत्र और परिवर्तन	67
4.1 पारंपरिक भवन निर्माण सामग्री की तुलना में उपयोगी वैकल्पिक भवन निर्माण सामग्री	67
4.2 निर्माण कार्य के लिए महत्वपूर्ण बिंदु	67
5. भूस्खलन से पूर्व ध्यान योग्य बातें	69
5.1 भूस्खलन चेतावनी संकेत	69
5.2 भवनों का रखरखाव	71
6. भूस्खलन के दौरान करने वाले कार्य	73
7. भूस्खलन के बाद किए जाने वाले कार्य	74
8. कुछ महत्वपूर्ण बिंदु	74
9. संदर्भ	75
10. समीक्षा	77
11. लेखक के बारे में	

आकृतियों की सूची

आकृति.1.1	: ढलान का प्रवण निर्धारण	2
आकृति.1.2	: भूस्खलन का नामकरण	3
आकृति.1.3	: भूस्खलन की विशेषताएं और इसके परिमाण गणना के लिए प्रयुक्त विभिन्न आयाम	4
आकृति.1.4	: चट्टान का प्रपात	6
आकृति.1.5	: घूर्णी स्खलन	6
आकृति.1.6	: संक्रमणी स्खलन	6
आकृति.1.7	: चट्टानों का ढहाव	7
आकृति.1.8	: पार्श्व प्रसार	7
आकृति.1.9	: प्रवाह	7
आकृति.1.10	: विसर्पण	7
आकृति.1.11	: दार्जिलिंग में आई बाढ़ भूस्खलन का कारक बनी	8
आकृति.1.12	: अम्बोरी भूस्खलन केरल	8
आकृति.1.13	: भूस्खलन के बाद का दृश्य	9
आकृति.1.14	: भारत के भूस्खलन प्रवण क्षेत्र का मानचित्र	10
आकृति.1.15	: भारत का भूस्खलन परिघटना मानचित्र	11
आकृति.1.16	: भूस्खलन को प्रेरित करने के कारण	13
आकृति.1.17	: खड़ी चट्टान की अंडरकटिंग	14
आकृति.1.18	: चट्टानों में दरारें— जमाव और पिघलने से अपक्षयण	14
आकृति.1.19	: नदी में बांध का निर्माण करने वाला भूस्खलन	14
आकृति.1.20	: तनाव दरारें	14
आकृति.1.21	: मिट्टी का सिकुड़ना	14
आकृति.1.22	: पृथक्कीकृत द्रव्यमान से गिरती चट्टान	14
आकृति.1.23	: कटाव और भराव ढलान	15
आकृति.1.24	: ढलान की स्थिरता	15
आकृति.1.25	: अरुणाचल प्रदेश में बांध का निर्माण और नदी तट पर मलवे का निपटान	16

आकृति.1.26 : उत्तराखंड में बेतरतीव निर्माण	16
आकृति.1.27 : मृदा अपरदन के प्रति संवेदी बंजर	17
आकृति.1.28 : विशाखापट्टनम में फली की खेती, जिससे वन घटे हैं	17
आकृति.1.29 : मृदा अपरदन	18
आकृति.1.30 : भारत में कोयला खनन	18
आकृति 1.31 : बिस्फोटन गतिविधि	18
आकृति 2.1 : द्रवीकरण	20
आकृति 2.2 : मृदा कणों में संपर्क बल	20
आकृति 2.3 : द्रवीकरण के कारण स्खलन	21
आकृति 2.4 : ढलान के गिरने से घर को हुआ नुकसान	
आकृति 2.5 : तनाव दरारें	21
आकृति 2.6 : पार्श्व फैलाव	21
आकृति 2.7 : शिथिल मलबा	22
आकृति 2.8 : अंडरकटिंग	22
आकृति 2.9 : जमीन पर वर्षा जल का प्रभाव	
आकृति 3.1 : निर्माण की गलत पद्धतियों	23
आकृति 3.2 : ढलान का स्थिरीकरण	24
आकृति 3.3 : ढलान के तल पर अन्ध्याधार	24
आकृति 3.4 : घर के आधार पर लगाया गया अन्ध्याधार	24
आकृति 3.5 : ढलान विफलता के कारण समस्याएं	25
आकृति 3.6 : ढलान विफलता के लिए समाधान	25
आकृति 3.7 : हाथ द्वारा मापन	25
आकृति 3.8 : मशीन द्वारा मापन	25
आकृति 3.9 : ढलानों की बेंचिंग	26
आकृति 3.10 : प्रलम्बित चट्टान	26
आकृति 3.11 : दीवार—गुरुत्वाकर्षण बनाए रखने की विशिष्ट खंड दीवार	27
आकृति 3.12 : दोहरी पुश्ते की दीवार	27
आकृति 3.13 : प्रबलित कंक्रीट दीवार	27

आकृति 3.14 : मकान की सुरक्षा हेतु बनाई गई पुश्ते की दीवार	27
आकृति 3.15 : काष्ठ क्रिब का भाग	29
आकृति 3.16 : निर्मित काष्ठ क्रिब दीवार	29
आकृति 3.17 : गेबियन दीवार	29
आकृति 3.18 : निर्मित गेबियन दीवार	29
आकृति 3.19 : प्रबलित मिट्टी की दीवार	30
आकृति 3.20 : शुष्क पत्थर की दीवार	30
आकृति 3.21 : दीवार के निर्माण हेतु प्रबलित स्थान	30
आकृति 3.22 : स्टील बिन दीवार निर्माण	30
आकृति 3.23 : पूर्व निर्मित कंक्रीट दीवार	30
आकृति 3.24 : रेत की बोरियों से बनी दीवार	30
आकृति 3.25 : विभिन्न प्रकार के शीट पाइल्स	31
आकृति 3.26 : शीट पाइल्स	31
आकृति 3.27 : खाली कोलतार ड्रम योजना	32
आकृति 3.28 : ग्राउंड एंकर	33
आकृति 3.29 : सायल नेलिंग	33
आकृति 3.30 : रॉक एंकर	33
आकृति 3.31 : पारंपरिक एंकर	34
आकृति 3.32 : तार की जाली	34
आकृति 3.33 : जूट जाली	34
आकृति 3.34 : प्लास्टिक जाली	34
आकृति 3.35 : प्रबलित भूभाग	35
आकृति 3.36 : वाईब्रोफ्लोटेशन यंत्र का निरूपण	37
आकृति 3.37 : गतिशील संघनन	37
आकृति 3.38 : रोलर	37
आकृति 3.39 : पाइल ड्राइविंग तंत्र	38
आकृति 3.40 : ड्राप हैम्पर प्रक्रिया के माध्यम से पाइल स्थापित करना	38
आकृति 3.41 : मशीन द्वारा ग्राउटिंग	39

आकृति 3.42 : रेत जल निकास	41
आकृति 3.43 : विक जल निकास	41
आकृति 3.44 : नीचे जल निकासी के साथ वनस्पति से आच्छादित ढलान	43
आकृति 3.45 : वनस्पति के लाभ	44
आकृति 3.46 : पहाड़ी ढलान पर नाली के अवरोधन वाला भाग	49
आकृति 3.47 : नाली अवरोधन	49
आकृति 3.48 : सड़क किनारे जल निकासी	49
आकृति 3.49 : आद्यांतर और कोण प्रदर्शित करता भाग	50
आकृति 3.50 : मेहराबनुमा पुलिया	51
आकृति 3.51 : सिल्लीनुमा पुलिया	51
आकृति 3.52 : पाइपनुमा पुलिया	51
आकृति 3.53 : पक्की सड़क का भाग	52
आकृति 3.54 : निर्मित पक्की सड़क	52
आकृति 3.55 : चावल की पुआल व बाली निर्मित नाली	52
आकृति 3.56 : क्षैतिज नालियां	53
आकृति 3.57 : ट्रेंच नालियाँ	53
आकृति 3.58 : दीवार में जलनिस्त्रावक छिद्र	54
आकृति 3.59 : फिल्टर झिल्ली के तौर पर जिओ-टेक्सटाइल	
आकृति 3.60 : जल निकासी प्रवाल	55
आकृति 3.61 : अवरोधक तटबंध	55
आकृति 3.62 : गाद की बाड़	56
आकृति 3.63 : तलछट जाल	57
आकृति 3.64 : पत्थरों के साथ निर्मम सुरक्षा	57
आकृति 3.65 : खुरदरी सतह	58
आकृति 3.66 : ढलानों पर विभाजित स्तरों में निर्माण	59
आकृति 3.67 : मकान के ऊपर क्रमिक घेरे में बीम	60
आकृति 3.68 : छत और दीवारों के बीच उचित संपर्क	60
आकृति 3.69 : दीवारों के कोनों पर सुदृढीकरण	60

आकृति 3.70 : घर के चारों ओर रखे गये रेत के बोरे	60
आकृति 3.71 : पेड़ की जड़ों के कारण मकान में आई दरारे	63
आकृति 3.72 : पटीली नींव	65
आकृति 3.73 : पट्टी नींव	65
आकृति 3.74 : पाइल नींव	66
आकृति 3.75 : ड्रिल किया गया खंभा	66
आकृति 5.1 : तटबंध ढलानों पर दरारें या टूटन	69
आकृति 5.2 : उत्खनित ढलानों से इमारतों में दरार आना या गिरना	69
आकृति 5.3 : सीमेंट में होने वाली दरारें	69
आकृति 5.4 : दीवारों का झुकना	70
आकृति 5.5 : पानी के नलों का टूटना	70
आकृति 5.6 : सड़क की धँसी और टूटी सतह	70
आकृति 5.7 : चेतावनी संकेत	70
आकृति 5.8 : पहाड़ी क्षेत्र में प्रचलित कमजोर निर्माण प्रक्रिया	71
आकृति 5.9 : उन्नत पर्वतीय निर्माण कार्य की विधि	72

तालिकाओं की सूची:

तालिका 1.1: संचालन और सामग्री के आधार पर भूस्खलन वर्गीकरण	5
तालिका 1.2: भारत में भूस्खलन की परिघटनाओं की आशंका	8
तालिका 3.1: विभिन्न प्रकार की चट्टान मृदा दशाओं के लिए सामान्य स्थिर ढलान अनुपात	26
तालिका 3.2: विभिन्न प्रकार की रिटेनिंग दीवारें	28
तालिका 3.3: प्रयुक्त की जाने वाली न्यूनतम सीमेंट ग्रेड	61
तालिका 4.1: पारंपरिक बनाम वैकल्पिक भवन निर्माण सामग्री	67
तालिका 4.2: विभिन्न प्रकार के घरों के लिए निर्माण संबंधी विचार	67

परिचय

“आपदा का ज्ञान, आपदा का निदान”

भू-स्खलन भारत के उत्तर तथा उत्तरपूर्व हिमालय क्षेत्र, पश्चिमी घाट, पूर्वी घाट और विध्यांचल में सर्वाधिक व्याप्त होने वाली त्रासदी है। इसके कारण प्रत्येक वर्ष पर्यावरण, अवसंरचना संसाधनों तथा सेवाओं को पहुंचने वाली क्षति के अतिरिक्त मानव जीवन का भारी नुकसान होता है तथा आर्थिक हानि भी उठानी पड़ती है। समय की मांग है कि भू-स्खलन की घटनाओं और इनके प्रभावों को कम करने के लिए पर्याप्त तैयारी की जाए।

इस दिशा में सर्वप्रथम हमें भू-स्खलन के कारणों, उनकी विशिष्टताओं और उनके प्रभावों को समझना पड़ेगा ताकि उसके अनुसार शमन के उपाय किये जा सकें। उपशमन के उपायों में ढलान का गिरना, भूमि कटाव, बढ़ता भू-जल स्तर, जल निकासी सम्बन्धी समस्याएँ तथा नींव सहित इमारतों के गिरने की रोकथाम के उपाय शामिल हैं। व्यक्तिगत स्तर पर न्यूनीकरण के महत्व को समझते हुए सामूहिक सामंजस्यपूर्ण उपायों का आसानी से अनुपालन किया जा सकता है अथवा प्राधिकारियों, योजनाकारों तथा भवन निर्माताओं के माध्यम से इन उपायों का कार्यान्वयन किया जा सकता है।

पहाड़ी क्षेत्रों में निर्माण कार्य के लिए विभिन्न प्रकार की सामग्री का उपयोग किया जाता है, परन्तु सबसे महत्वपूर्ण पक्ष निर्माण के लिए समुचित उपायों का अनुपालन करना है ताकि ये दीर्घावधि में, विशेषकर आपदा आने के समय लाभकारी सिद्ध हो सके।

कुछ आधारभूत बातें हैं जिन पर भूस्खलन से पहले ध्यान केन्द्रित किया जा सकता है तथा जो लोगों के लिए चेतावनी संकेत का कार्य करती हैं। विशेषकर पहाड़ी क्षेत्रों में भू-स्खलन से पूर्व, दौरान और पश्चात् बहुत सी ऐसी ‘करने और न करने योग्य बातें’ होती हैं जिनका पालन किया जा सकता है।

‘मलिन भू-स्खलन’

30 जुलाई 2014 को, सुबह तड़के जब सभी लोग अपने घरों में सो रहे थे, महाराष्ट्र के पुणे जिला के अम्बेगांव तालुका के मलिन गांव में भू-स्खलन से भारी तबाही हुई। बादल फटने के बाद दो दिनों तक लगातार भारी बारिश होती रही जिसके कारण गांव की ढलान के किनारे की मिट्टी अत्यधिक पानी सोख लेने के कारण बहुत ढीली पड़ गई और अंततः कीचड़ की भांति पूरे वेग से एक ही झटके में बह गई और गांव की मेढ़, पुश्ता दीवारों को बहा ले गई और आखिरकार गांव की झोपड़िया भी बह गई तथा इनमें रह रहे 150 लोग भी इसके साथ दब गए। 40 से अधिक घर भू-स्खलन के मलवे में समा गए। पहाड़ी की चोटी से शुरू हुए भू-स्खलन के मलवे से सड़क अवरुद्ध हो गई।

यह गांव पश्चिमी घाट के संबंध में कस्तूरीरंगन समिति की रिपोर्ट, 2013 द्वारा “पारिस्थितिकीय रूप में संवेदनशील क्षेत्रों” के रूप में चिन्हित तीन उच्च जोखिम वाले गांवों में से एक था। पश्चिमी घाट विशेषज्ञ पारिस्थितिकी पैनल (डब्ल्यूजीईईपी) रिपोर्ट और उच्च स्तरीय कार्य समूह रिपोर्ट (एचएलडब्ल्यूजी) क्षेत्रीय प्रबंधन ने मलिन और आसपास के क्षेत्र को पारिस्थितिकी संवेदनशील जोन 1 और पारिस्थितिकी संवेदनशील क्षेत्र (ईएसए) की श्रेणी में रखा है।

1. भूस्खलन के बारे में

जब ढलान का निर्माण करने वाली सामग्री, जो चट्टान, मलबे या मृदा का घटक है, गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में और विभिन्न कारकों से उत्प्रेरित होकर नीचे और बाहर की ओर खिसकने लगती है, तो इसे भूस्खलन कहा जाता है।

भूस्खलन की परिघटना का क्षेत्र

भूस्खलन, प्रायः अस्थिर ढलान वाले क्षेत्रों अर्थात्, एक ऐसी सतह जिसका एक छोर या हिस्सा दूसरे छोर या हिस्से से अधिक ऊँचाई पर होता है।

इनके साथ प्रायः भारी वर्षा, भूकंप, बाढ़, बादल फटना, खनन, उत्खनन, कटाव या ढलान की खुदाई या पाटना भी भूस्खलन का कारण बनते हैं।

विभिन्न प्रकार के भूस्खलन अक्सर भारत के हिमालयी और उत्तर-पूर्वी हिस्सों में भौगोलिक रूप से परिवर्तनशील सक्रिय क्षेत्रों के साथ-साथ पश्चिमी घाटों और देश के दक्षिणी भाग में नीलगिरि पहाड़ियों में अपेक्षाकृत स्थिर क्षेत्रों में घटित होते हैं।

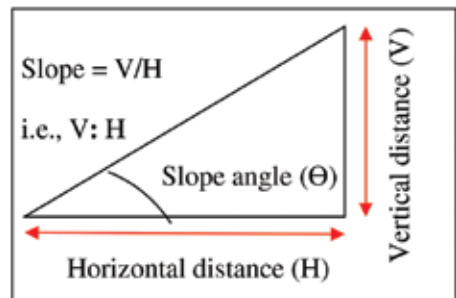
पूर्वी घाट, रांची पठार और विंध्यन पठार में भी भूस्खलन की घटनाओं की रिपोर्ट सामने आई है। देशभर में कुल मिलाकर, 21 राज्य अर्थात् हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, अरुणाचल प्रदेश, असम, मेघालय, मिजोरम, मणिपुर, नागालैंड, सिक्किम, त्रिपुरा, केरल, कर्नाटक, तमिलनाडु, आंध्र प्रदेश, गोवा, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़ और 4 केंद्र शासित प्रदेश पुडुचेरी, जम्मू- कश्मीर, लद्दाख और अंडमान और निकोबार द्वीप समूह के कुछ हिस्से इस खतरे से प्रभावित हैं।

ढलान का प्रवण कैसे निर्धारित करें

ढलान का प्रवण ढाल क्षैतिज दूरी की तुलना में खड़ी दूरी के रूप में परिभाषित किए जाते हैं जो ढलान के खड़ेपन और दिशा को वर्णित करते हैं।

कोण, $\tan \theta = \frac{\text{ऊर्ध्वाधर दूरी}}{\text{क्षैतिज दूरी}} = \frac{V}{H}$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{V}{H} \right)$$

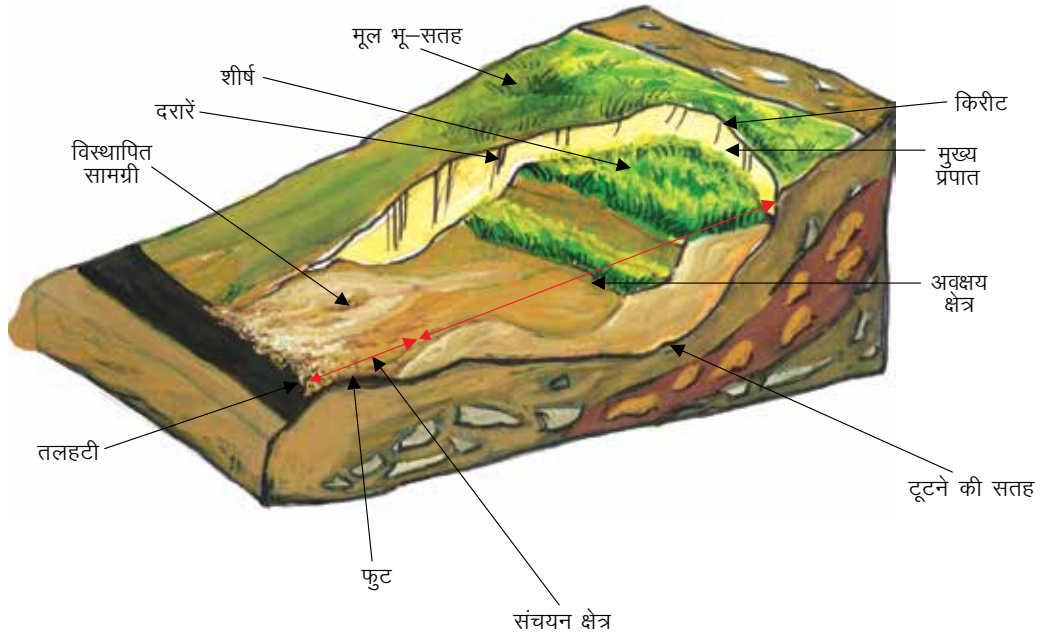


आकृति 1.1: ढलान प्रवण का निर्धारण

ढलान प्रवणता निम्नवत आईआरसी द्वारा निर्धारित हैं:

- खड़ी ढलान ($> 60^\circ$)
- पर्वतीय ढलान ($25^\circ - 60^\circ$)
- रोलिंग ढलान ($10^\circ - 25^\circ$)
- समतल ढलान (10° तक)

30° से अधिक ढलान, अन्य प्रेरक कारकों के कारण आमतौर पर भूस्खलन संभावित होती हैं।



आकृति 1.2: भूस्खलन का नामकरण

(स्रोत: http://pubs-usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508-pdf)

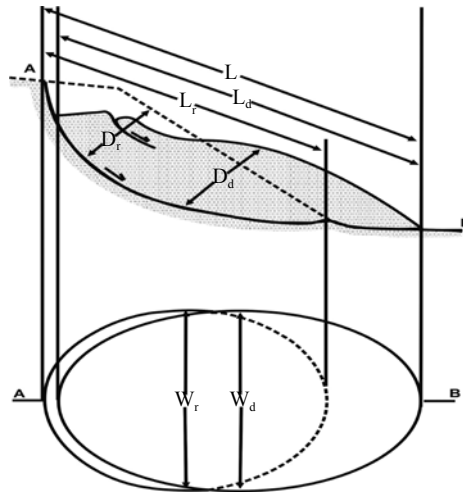
भूस्खलन का नामकरण

1. **मुख्य प्रपात:** अनछुई भूमि से दूर ढलान सामग्री के संचलन द्वारा ढलान की परिधि के चारों ओर अनछुई भूमि पर एक खड़ी सतह, मुख्य प्रपात है। विस्थापित सामग्री के नीचे प्रपात सतह का उठा हुआ भाग टूटने की सतह बन जाता है।
2. **किरीट:** वह सामग्री जो अपने स्थान पर स्थिर है, व्यावहारिक रूप से अनछुई और मुख्य प्रपात के उच्चतम भागों से सटी हो, उसे किरीट कहा जाता है।
3. **शीर्ष:** ढलान सामग्री का ऊपरी हिस्सा जो विस्थापित सामग्री और मुख्य प्रपात के बीच संपर्क के रूप में रहता है, शीर्ष कहलाता है।
4. **टो:** मुख्य प्रपात से सबसे दूर विस्थापित सामग्री भूस्खलन का टो है।
5. **विस्थापित सामग्री:** भूस्खलन में संचलन द्वारा ढलान पर अपनी मूल स्थिति से हटी सामग्री को विस्थापित सामग्री कहा जाता है। यह हटे द्रव्यमान और एकत्र द्रव्यमान, दोनों का निर्माण करता है।
6. **टूटने की सतह:** यह मूल भू-सतह के नीचे विस्थापित सामग्री की निचली सीमा का निर्माण करने वाली (या निर्माण कर चुकी) सतह है।

7. मूल भू-सतह: ढलान की वह सतह, जो भूस्खलन आने से पूर्व विद्यमान थी, मूल भू-सतह कहलाती है।
8. संचयन क्षेत्र: भूस्खलन के उस क्षेत्र को संचयन क्षेत्र कहा जाता है, जहां, विस्थापित सामग्री मूल भू-सतह से ऊपर होती है।
9. अवक्षय क्षेत्र: भूस्खलन के उस क्षेत्र को अवक्षय क्षेत्र कहा जाता है, जहां विस्थापित सामग्री, मूल भू-सतह से नीचे होती है।

1.1 भूस्खलन का आयतन

विस्थापित सामग्री की लंबाई, चौड़ाई और गहराई सीधे मापी जा सकती है चाहे टूटने की सतह के हिस्से दिखाई न दे रहे हों।



आकृति 1.3 भूस्खलन की विशेषताएं और इसके परिमाण की गणना के लिए प्रयुक्त विभिन्न आयाम

L_d = विस्थापित सामग्री के ऊपरी सिरे और निचले सिरे के बीच की दूरी

L_r = विदर सतह की अधिकतम दूरी, जिसका मापन विदर की सतह के सबसे निचले हिस्से से इसके शिखर तक किया जाता है।

L = कुल लंबाई, जिसका मापन सबसे निचले हिस्से से किरीट तक किया जाता है।

W_d = विस्थापित द्रव्यमान, जिसे लंबाई L_r और L_d की समांतर दिशा में मूल भू-सतह में मापा जाता है।

D_r = अधिकतम गहराई, जिसका अनुमान, इसके समांतर दिशा में मूल भू-सतह से लगाया जाता है।

D_d = विस्थापित सामग्री की मोटाई, जिसे विस्थापित सामग्री की सतह के समांतर मापा जाता है। इसलिए, प्रमुख अक्षों में आधे दीर्घवृत्त पर विचार करते हुए विस्थापित द्रव्यमान का आयतन, V , घन मीटर में मापा जाता है।

$$V = (1/2) \times (4/3) \times (1/2) \times L_d \times D_d \times W_d = (1/6) \times L_d \times W_d \times D_d$$

1.2 गतिविधि की अवस्था

गतिविधि की अवस्था भूस्खलन की परिघटना के समय को परिभाषित करती है यदि इसे आसन्न भूस्खलन संभावित क्षेत्रों की जानकारी प्राप्त करने के लिए एक मार्गनिर्देशन के तौर पर लिया जाए।

- सक्रिय भूस्खलन: वह भूस्खलन जो वर्तमान वार्षिक ऋतु चक्र में संचलन कर रहा है या कर चुका है।
- निलंबित भूस्खलन: वह भूस्खलन जो पूर्व वार्षिक ऋतु चक्र में संचलन कर रहे थे किंतु वर्तमान में संचलन नहीं कर रहे हैं।
- निष्क्रिय भूस्खलन: वह भूस्खलन जो पूर्व में एकाधिक वार्षिक ऋतु चक्र में संचलन कर चुके हैं। इन्हें आगे शांत और परित्यक्त भूस्खलनों में विभाजित किया जाता है।
- शांत भूस्खलन: यदि संचलन का कारण अभी भी बना हुआ है, तो यह शांत भूस्खलन है।
- परित्यक्त भूस्खलन: यदि संचलन का कारण नहीं बना रहता, क्योंकि अपने टो का कटाव करने वाली नदी अपना मार्ग स्वयं बदल लेती है, तो यह परित्यक्त भूस्खलन है।
- स्थिर भूस्खलन: यदि ढलान के टो को उपचारात्मक उपायों द्वारा कटाव से बचाया गया हो, तो इसे स्थिर कर दिया गया है।
- अवशेष भूस्खलन: वे भूस्खलन जो बदलती पर्यावरणीय या जलवायु परिस्थितियों में फिर से विकसित हुए हों, अवशेष भूस्खलन हैं।

1.3 भूस्खलन के लक्षण

भूस्खलन की प्रक्रिया और इसमें शामिल सामग्री के आधार पर, भूस्खलन को पांच श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता है:

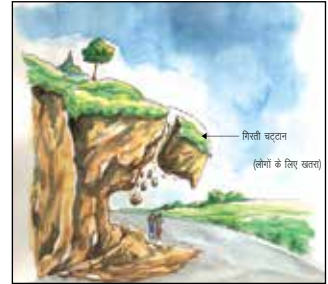
तालिका 1.1: संचलन और सामग्री के आधार पर भूस्खलन वर्गीकरण

संचलन के प्रकार		सामग्री का प्रकार		
		मृदा		तल शैल
		अधिकांश महीन	अधिकांश मोटा	
गिरना		भूमि / मृदा गिरना	मलबा गिरना	शैल का गिरना
खिसकना	चक्रीय	भूमि / मृदा अवपात	मलबा अवपात	शैल अवपात
	स्थानांतरीय	भूमि / मृदा स्खलन	मलबा स्खलन	शैल स्खलन
ढहाव		भूमि / मृदा ढहाव	मलबा ढहाव	शैल ढहाव
पार्श्वी प्रसार		भूमि / मृदा प्रसार	मलबा प्रसार	शैल प्रसार

प्रवाह	भूमि/मृदा प्रवाह	मलबा प्रवाह	शैल प्रवाह
विसर्पण	मृदा/विसर्पण	मलबा विसर्पण	
संयुक्तत्व	दो या दो से अधिक प्रकार के संचलन का मेल।		

1. प्रपात

भूस्खलन को तब प्रपात कहा जाता है जब आसंजक बलों के कमजोर पडने के कारण मिट्टी मलबा चट्टान तेजी से अत्यंत तीव्र गति के साथ नीचे गिरते हैं। यदि ढलान 76 डिग्री से अधिक हो, तो यह निर्बाध प्रपात और यदि 45 डिग्री या उससे कम हो तो यह घूर्णी होता है।



आकृति 1.4: चट्टान का प्रपात

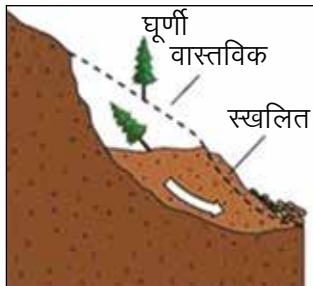
2. स्खलन

किसी विशेष ढलान पर सामग्री का संचलन, स्खलन दो प्रकार के होते हैं

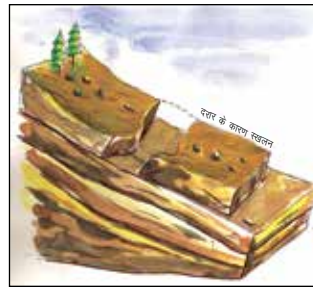
घूर्णी: जब सामग्री, आसंजक बलों के कमजोर पडने के कारण नीचे गिरती है, तो इसे घूर्णी स्खलन कहा जाता है।

संक्रमणीय: जब सामग्री विदरों या जोड़ों के टूटने के कारण नीचे गिरती है, तो इसे संक्रमणीय स्खलन कहा जाता है।

3. ढहाव



आकृति 1.5: घूर्णी स्खलन

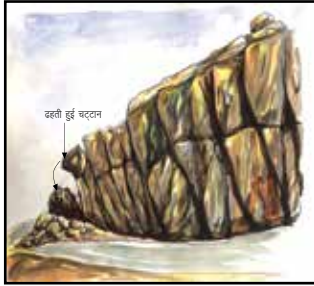


आकृति 1.6: संक्रमणीय स्खलन

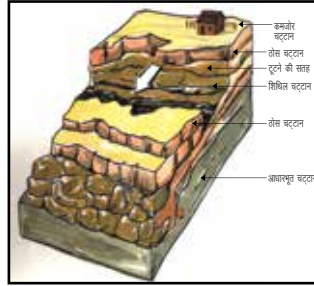
किसी हलचल या विदर के कारण किसी निचली ढलान के ऊपर चट्टानों या मिट्टी/मलबे के ढहने को ढलाव कहा जाता है। ढलाव, अत्यधिक धीमे से लेकर अत्यधिक तीव्र संचलन तक का होता है।

4. पार्श्व प्रसार

जब आसंजक चट्टान या भूसतह, अपरूपण अथवा तनन के कमजोर पडने की वजह से निचली अधिक नरम सामग्री के अपरूपित पिंड पर क्षैतिज रूप से फैलता है तो इसे पार्श्व प्रसार कहा जाता है।



आकृति 1.7: चट्टानों का ढहाव



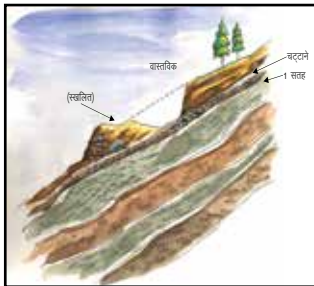
आकृति 1.8: पार्श्व प्रसार

5. प्रवाह

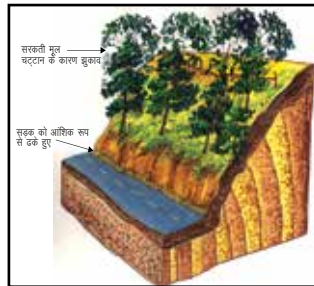
जब गिरने से सामग्री एक ऐसे चिपचिपे तरल पदार्थ में बदल जाती है, जिसमें निलंबित मिट्टी और चट्टान के कण होते हैं, तो यह नीचे प्रवाहित होता है।

6. विसर्पण

जब ढलान, ढलान की सामग्री में हलचल के कारण धीरे-धीरे नीचे की ओर सरकती है (प्रायः बेहद धीमी गति से), आमतौर पर यह गति प्रति वर्ष कुछ मिलीमीटर होती है, तो इसे विसर्पण कहा जाता है।



आकृति 1.9: प्रवाह



आकृति 1.10: विसर्पण

7. संयोजन

भूस्खलन के उपरोक्त तंत्र में से एक या अधिक के मेल को संयोजन कहा जाता है क्योंकि गिरने की प्रक्रिया निरंतर नहीं होती और समय के साथ बदलती रहती है।

1.4 भारत में भूस्खलन

भूस्खलन प्रमुख जल-भूगर्भीय खतरों में से एक हैं, जो भारत के बड़े हिस्से को प्रभावित करते हैं, विशेषकर हिमालय, पूर्वोत्तर पहाड़ी श्रृंखलाओं, पश्चिमी घाट, नीलगिरी, पूर्वी घाट और विंध्यांचल में।

देश में भूस्खलन के कारण होने वाली क्षति से सम्बन्धित एक सामान्य आकलन से पता चलता है कि प्रत्येक वर्ष लगभग 500 व्यक्तियों की इसमें जान चली जाती है और प्रति वर्ष 400 करोड़ रुपये के लगभग आर्थिक नुकसान होता है।

तालिका 1.2: भारत में भूस्खलन की घटनाओं की संभाव्यता

क्षेत्र	भूस्खलन की परिघटना
हिमालय	उच्च से उच्चतर
पूर्वोत्तर पहाड़ियां	उच्च
पश्चिमी घाट और नीलगिरी	मध्यम से उच्च
विंध्यांचल	निम्न

भारत का भूस्खलन के कारण तबाही का विशिष्ट और सनसनीखेज रिकॉर्ड है।

- 1968 की दार्जिलिंग बाढ़ में भूस्खलन के सैलाव से सिक्किम और पश्चिम बंगाल का विशाल क्षेत्र नष्ट हो गया, जिससे जान-माल का भारी नुकसान हुआ।



आकृति 1.11: दार्जिलिंग में आई बाढ़ भूस्खलन का कारक बनी

(स्रोत: <http://savethehills-blogspot-in/2008/06/lest&we&forget&oct&1968&in&pictures-html>)



आकृति 1.12: अम्बोरी भूस्खलन, केरल

(स्रोत: <http://www.thehindu-com/2001/11/11/stories/04112111-htm>)

- नीलगिरि पहाड़ियों में, अक्टूबर– नवंबर 1978 के दौरान, भूस्खलन के कारण 90 लोगों की मृत्यु हो गई।
- 18 अगस्त 1998 को मालपा चट्टान हिमस्खलन त्रासदी में 220 लोग मारे गए और उत्तराखंड के कुमाऊं हिमालय में काली नदी के दाहिने किनारे पर स्थित मालपा का एक पूरा का पूरा गांव तबाह हो गया।
- केरल राज्य में 9 नवंबर 2001 के अम्बोरी भूस्खलन ने 23 लोगों की जान ले ली।
- उत्तरकाशी का वरुणावत भूस्खलन 23 सितंबर 2013 को शुरू होकर 15 दिनों तक जारी रहा और इससे उत्तरकाशी शहर को खतरा उत्पन्न हो गया था।
- महाराष्ट्र में कोकण के मैदानी क्षेत्र में आए कोकण भूस्खलन (2005) में 190 लोग मारे गए।
- हिमाचल प्रदेश (2007) में घनवी के भवी गांव में बादल फटने से प्रेरित भूस्खलन से 52 लोगों की मौत हो गई।
- महाराष्ट्र के गोरेगांव से लगभग 45 किलोमीटर उत्तर–पश्चिम और पुणे के 120 किलोमीटर उत्तर–पश्चिम में स्थित मलिन गांव में 2014 में आये भू-स्खलन में 150 से अधिक लोगों की मृत्यु हुई और पूरे का पूरा गांव बह गया।
- जम्मू– कश्मीर में राष्ट्रीय राजमार्ग (एनएच) 1ए और एनएच-1 बी के किनारे–किनारे उत्तराखंड में ऋषिकेश–बद्रीनाथ तीर्थ यात्रा मार्ग, और दार्जिलिंग एवं सिक्किम और दीमापुर–इंफाल एवं शिलांग–सिलचर राष्ट्रीय राजमार्ग पर धटित भू-स्खलन भी प्रमुख हैं।

कई सूचित और बिना सूचित भूस्खलन से जान–माल, संपत्ति नष्ट होती हैं और जिससे व्यापक विनाश और आर्थिक एवं सामाजिक हानि होती है।

कुछ क्षेत्र ऐसे हैं जो वर्ष के कुछ समय में सामान्य रहते हैं और अन्य समय में समस्याग्रस्त होते हैं।

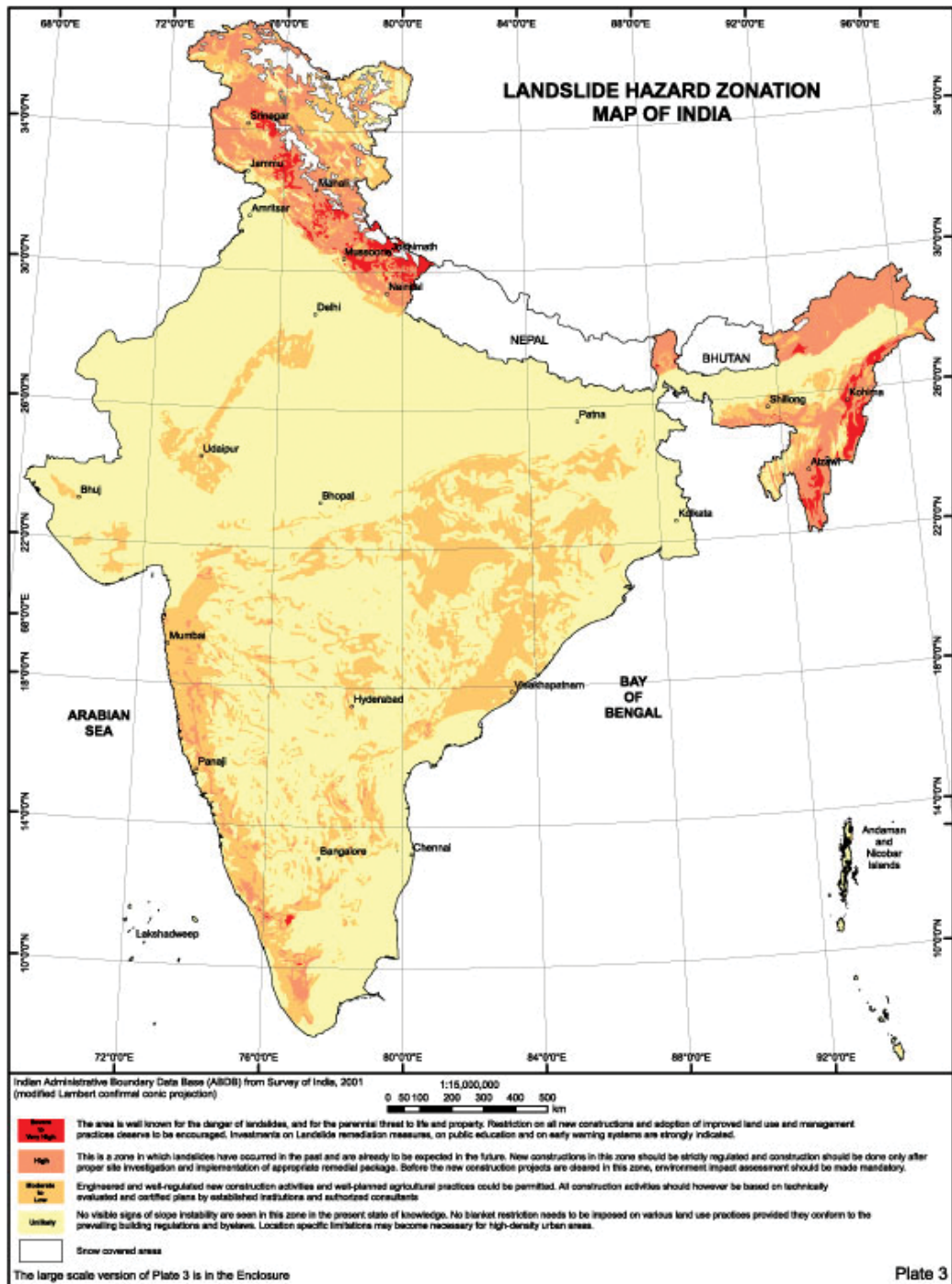


(स्रोत: http://www.chinadaily.com.cn/photo/2010-04/27/content_9781843.htm)



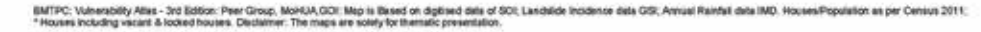
(स्रोत: <http://indiatoday.intoday.in/story/pune-landslide-malin-village-buried-under-debris-heavy-rains/1/374887.html>)

आकृति 1.13: भूस्खलन के बाद का दृश्य



आकृति 1.14: भारत के भूस्खलन प्रवण क्षेत्र का मानचित्र (स्रोत: बीएमटीपीसी)

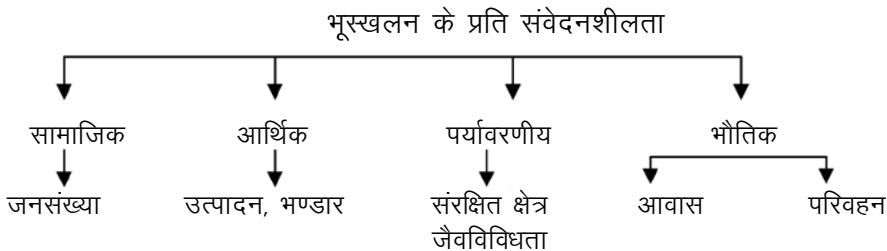
ढलान पर स्थित भवनों की सुरक्षा के लिए भूस्खलन तैयारी संबंधी मार्गदर्शिका



11

1.5 भूस्खलन के प्रति संवेदनशीलता

संवेदनशीलता को प्राकृतिक बल के प्रभाव के परिणाम के रूप में परिभाषित किया गया है। इसे बताई गई व्यापकता के संदर्भ में मीट्रिक पैमाने पर या बोध और मूल्यांकन पर सामाजिक मूल्यों के आधार पर गैर-संख्यात्मक पैमाने पर मापा जाता है।



संवेदनशीलता का आकलन करने के लिए कुछ बिंदुओं को ध्यान में रखा जाना चाहिए:

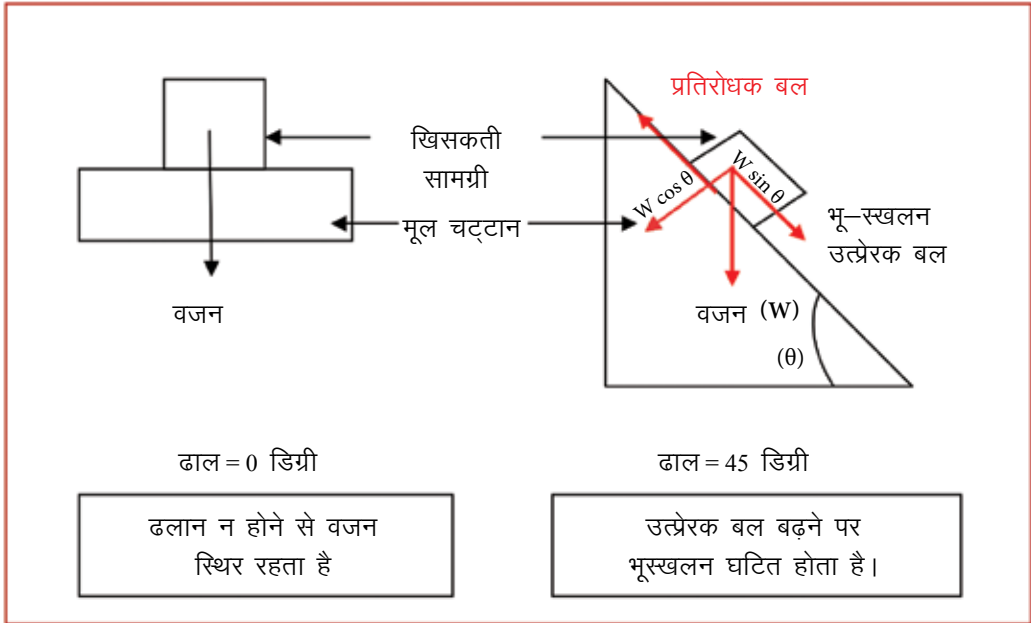
- समान प्रक्रियाओं के लिए विभिन्न जोखिमपूर्ण तत्वों की संवेदनशीलता— एक घर तीव्र संचलित भूस्खलन और अल्प संचलित भूस्खलन के प्रति समान रूप से संवेदनशील होता है लेकिन घर में रहने वाले व्यक्तियों को धीमी गति से संचलित भूस्खलन से कम नुकसान होता है क्योंकि वे बाहर निकल सकते हैं जो तीव्र संचलित भूस्खलन में मुश्किल होता है।
- भूस्खलन की परिघटना के दौरान एक व्यक्ति के घर पर मौजूद रहने की संभावना अलग-अलग होती है — लोग रात के समय घर में होंगे लेकिन सुबह माता-पिता कार्यालय चले जाएंगे और बच्चे स्कूल चले जाएंगे जिससे बहुत कम लोग घर पर रह जाते हैं।
- विभिन्न मानव समूहों में सामना करने की अलग-अलग क्षमता होती है— बुजुर्गों और विकलांगों को वयस्कों और बच्चों की तुलना में अपना बचाव करना मुश्किल होगा।
- पूर्व चेतावनी प्रणाली से लोगों को होने वाली क्षति पर प्रभाव पड़ता है— यदि पूर्व चेतावनी दी जाती है तो लोग सुरक्षित स्थानों पर जा सकेंगे।
- भूस्खलन की परिघटना की स्थानिक संभावना भिन्न होती है— माना कि भूस्खलन एक अनुमानित क्षेत्र में होता है, लेकिन एक छोटी इमारत या व्यक्ति पर प्रभाव एकल चट्टान के गिरने या बड़े क्षेत्रों को प्रभावित करने वाले मलबे के प्रवाह के लिए अलग होता है।

इन सभी को ध्यान में रखते हुए, भूस्खलन के प्रति संवेदनशीलता का आकलन विभिन्न स्थितियों, भूस्खलन के प्रकार और घटित होने के समय के अनुसार किया जाता है।

1.6 भूस्खलन के कारण

ढलानें चट्टानों, मिट्टी और मलबे से बनी होती हैं। जब गुरुत्वाकर्षण बल, जो इन सामग्रियों को प्रपात के लिए प्रेरित करता है (ढलान कोण, जलवायु, ढलान सामग्री और पानी के प्रभाव में) प्रतिरोध बल से अधिक होता है जो कि सामग्री के अपरूपण बल, आसंजन और आंतरिक घर्षण के कारण है,

की वजह से सामग्री अस्थिर और शिथिल हो जाती है। इस पूरी प्रक्रिया से भूस्खलन उत्पन्न होता है। ऐसी परिघटना के लिए उत्तरदायी कारक भूवैज्ञानिक और मानवजनित हैं।



आकृति 1.16: भूस्खलन को प्रेरित करने के कारण

1.6.1 भूवैज्ञानिक कारक

- जमीन की सतह के नीचे की सामग्री का कमजोर होना।
- बारिश या रिसाव से ढलान का पूरी तरह गीला होना जिससे यह ढीली हो जाती है।
- हवा या पानी के कारण होने वाले अंतः-कटाव से चट्टानों और किनारों का नीचे से कटाव होना।
- भूकंप के कारण कंपन।
- जमने और पिघलने से अपक्षयण:
पानी चट्टानों के छिद्रों में प्रवेश करता है और गंभीर जलवायु परिस्थितियों के कारण, अंदर जम जाता है, जिससे आसपास की सामग्री फैलती है और प्रभावित होती है, जिससे वह कमजोर हो जाती है। चूंकि यह प्रक्रिया बदलते मौसम के कारण जारी रहती है, यह अपक्षयण होता है जिससे दरारें आ जाती हैं और यह गिरने के लिए संवेदनशील हो जाता है।
- अपरूपी, जुड़ी हुई, या दरारयुक्त सामग्री और अनुकूलन में अवरोध।
- सिकुड़न और फैलाव से अपक्षयण:
गीली परिस्थितियों में, मिट्टी के छिद्र पानी से भर जाते हैं और शुष्क परिस्थितियों में, पानी वाष्पित हो जाता है, हवा मिट्टी की खाली जगहों में प्रवेश करती है और

इस प्रकार, परिमाण में कमी के कारण मिट्टी सिकुड़ती है। इससे मिट्टी की सतह पर दरारें पड़ जाती हैं।

- viii. जोड़ों के भीतर वनस्पति की वृद्धि से चट्टान का द्रव्यमान ढीला पड़ जाता है।
- ix. खड़ी ढलानों की अस्थिरता के कारण गिरना क्योंकि फिसलन बल बढ़ने की संभावना अधिक होती है। 30° से अधिक ढलान जोखिमपूर्ण होती हैं।
- x. भूस्खलन से निर्मित बांध: विस्थापित सामग्री (चट्टान, मिट्टी, और (या) मलबा) जलमार्ग को भर देती है और एक प्राकृतिक बांध का कार्य करती है, नदी के प्रवाह को अवरुद्ध करती है और बाढ़ का उर्ध्वप्रवाह बनाती है। यह बांध भूस्खलन बांध के उर्ध्वप्रवाह की तरफ जलदबाव द्वारा आसानी से अपरदित होते हैं, जिसके परिणामस्वरूप संभवतः अत्यधिक नुकसान और हानि हो सकती है। नतीजतन, कमजोर क्षेत्रों में भूस्खलन अधिक होता है।



आकृति 1.17: खड़ी चट्टान की अंडरकटिंग



आकृति 1.18: चट्टानों में दरारें—जमाव और पिघलने से अपक्षयण



आकृति 1.19: नदी में बांध निर्माण करने वाला भूस्खलन



आकृति 1.20: तनाव दरारें



आकृति 1.21: मिट्टी का सिकुड़ना



आकृति 1.22: पृथक्कीकृत द्रव्यमान से गिरती चट्टान

1.6.2 मानवजनित कारक

1. निर्माण व्यवहार

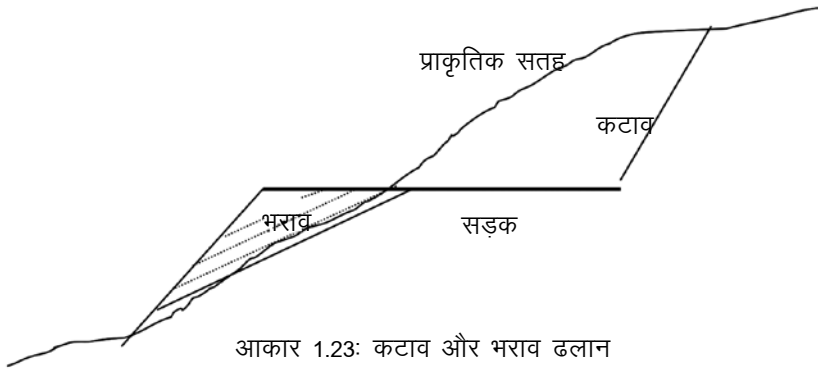
पहाड़ी क्षेत्रों में बस्तियों और गैर-इंजीनियरिंग भवन निर्माण का तीव्र विस्तार पहले से ही

कमजोर ढलानों पर भार बढ़ाता है और कोई उचित उपाय नहीं किए जाते हैं, जिससे भूस्खलन की घटनाएँ होती हैं।

- सड़कों का निर्माण

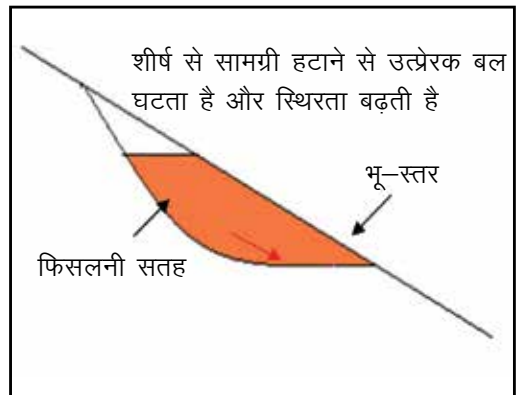
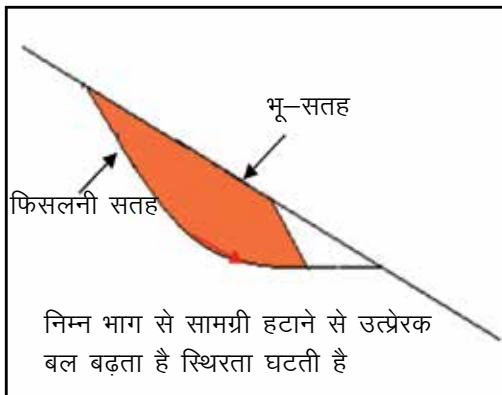
1. सड़क का खाका तैयार करने और निर्माण उद्देश्यों के लिए ढलान की खुदाई में कटाव और भराव शामिल होता है।

- कटाव में, खाली स्थान के लिए किसी विशेष स्थान से सामग्री हटा दी जाती है।
- भराव में, किसी स्थान पर सामग्री रखी जाती है ताकि निर्माण के लिए यह ऊँचा या स्थिर हो जाए।



कटाव और भराव के कारण, निम्नलिखित की वजह से भूस्खलन होता है।

- यदि ढलान को सावधानी पूर्वक चपटा नहीं किया जाता अर्थात्, सुरक्षित ढलान को अनदेखा किया जाता है।
- यदि भरण सामग्री का ठीक से जमाव नहीं किया जाता।
- यदि प्राकृतिक मिट्टी में कटाव भूजल या कमजोर सामग्री के क्षेत्र में है।
- यदि कटाव या भराव किसी धारा और चैनल क्रॉसिंग के पास किया जाता है।



आकृति 1.24: ढलान की स्थिरता

2. सड़क के किनारे भारी यातायात से लगातार क्षैतिज कंपन और निर्माण के लिए की गई ब्लास्टिंग या खुदाई के कारण ढलान धीरे-धीरे अस्थिर हो जाती है। श्रीनगर से लेह तक की 434 किलोमीटर की पहाड़ी सड़क से यात्रा की समयावधि 16 दिन से घट कर 2 दिन हो गई है, लेकिन भूस्खलन की समस्या पैदा हो गई थी।
- बांधों का निर्माण
 - बांधों के निर्माण से चट्टान मिट्टी की खुदाई और इस गाद के अनुचित निपटान से नदी और उसके सतही जल वेग में गाद बढ़ जाती है। पानी के बढ़े सतही वेग से ढलानों के आधार का अपरदन होता है जिससे भूस्खलन होता है।
 - नदियों से झीलों और जलाशयों में 16.5 हेक्टेयर मीटर प्रति सौ वर्ग किलोमीटर की दर से भारी मात्रा में तलहट जलग्रहण क्षेत्र में संग्रहित होता है।
 - घरों का निर्माण
 - अंधाधुंध निर्माण से भूमि पर अत्यधिक दबाव पड़ता है, खासकर यदि निर्माण से पहले भूमि की वहन क्षमता को ध्यान में नहीं रखा जाता। इस दबाव से समय के साथ-साथ मिट्टी की ताकत कम होती है, जिससे भूस्खलन आता है।
 - यदि विभिन्न निर्माण व्यवहारों के दौरान निर्मित खाइयों को ठीक से भरा और ठोस नहीं किया जाता है, तो वे खिसक सकती हैं।
 - किसी आश्रय के निर्माण के दौरान बाहर आई भूमि का अपरदन हो सकता है और गाद जमती है जब ग्रेडिंग के दौरान जल निकासी और मिट्टी प्रतिधारित करने की विधियों का उपयोग नहीं किया जाता।



आकृति 1.25: अरुणाचल प्रदेश में बांध का निर्माण और नदी तट पर मलबे का निपटान



आकृति 1.26: उत्तराखंड में बेतरतीब निर्माण
(स्रोत: <http://hillpost.in/2012/04/unplanned-growth-mars-uttarakhand-development/43517>)

3. जलनिकासी की समस्याएं

पानी का कोई उचित निकास न किए जाने से यह मिट्टी में जमा हो जाता है और इससे भूमिगत जल एवं छिद्र जल दबाव बढ़ जाता है। इससे मिट्टी की ताकत कम हो जाती है, जिससे यह खिसक सकती है और साथ ही, भूजल में वृद्धि से भवनों की नींव पर दबाव पड़ता है।

जलनिकासी की समस्या निम्नवत कारणों से होती है:-

- छज्जों और अन्य निर्माण के कारण प्राकृतिक जल निकासी प्रणालियों के साथ हस्तक्षेप या परिवर्तन।
- अत्यधिक तीव्र वर्षा या आकस्मिक बाढ़ के दौरान अतिरिक्त सतही झंझाजल के लिए उपयुक्त उचित जल निकासी प्रणाली न होना।
- पाइप से पानी या सीवरेज के रिसाव को अनदेखा करना।
- ढलान पर निरंतर अनियंत्रित जल प्रवाह।
- अपर्याप्त क्षमता वाली जलनिकासी पाइपों/पुलियों का अवरूद्ध होना।

4. वनों की कटाई

- पेड़-पौधों की कटाई से भूमि कटाव प्रवण हो जाती है और आसंजन बलों (बल जो मिट्टी को एक साथ बांध कर रखता है) का कमजोर पड़ना क्योंकि पेड़/पौधों की जड़ें मिट्टी को पकड़ कर रखती हैं और मिट्टी में पानी बनाए रखती हैं।
- मॉनसून के दौरान बारिश का पानी अनियंत्रित होकर मैदानी इलाकों में आता है, जिससे नदियों में उफान आता है और आकस्मिक बाढ़ आती है जिससे भूस्खलन होता है।
- अधिकांश दक्षिण/पूर्वोत्तर राज्यों में की जाने वाली पोड़ू/झूम खेती से वनों की कटाई होती है। इस व्यवहार से दो या दो से अधिक फसलों की बुआई करके फिर



आकृति 1.27: मृदा अपरदन के प्रति संवेदी बंजर



आकृति 1.28: विशाखापट्टनम में फली की खेती जिससे बन घटे हैं

(स्रोत: <http://www.thehindu.com/news/cities/Vishakhapatnam/poducultivation-degrading-forest-cover/article3737719.ece>)

भूमि को जलाने और अगली बुआई तक भूमि का त्याग करने से यह ढीली पड़ जाती है और और इसके बाद इस भूमि पर कोई भी वन विकास नहीं होता है।

- ग्रामीण लोग लकड़ी, ईंधन की लकड़ी और अन्य वन्य उत्पाद प्राप्त करने के लिए प्राकृतिक जंगलों, वन प्रदेश और झाड़ियों को काटते हैं जिससे यह अस्थिर बन जाता है क्योंकि इससे आम तौर पर प्राकृतिक पुनः वृद्धि दर से दोहन की दर अधिक हो जाती है।

5. कटाव

- कटाव एक प्राकृतिक प्रक्रिया है जो हवा, पानी और कई अन्य बाह्य बलों के कारण होती है, लेकिन वनों की कटाई, निर्माण और कृषि परिपाटियों के कारण, मिट्टी का अधिक क्षरण होता है।
- विगत में, खेती में परिवर्तन भूमि उपयोग का एक स्थायी रूप था, जब कम जनसंख्या घनत्व के कारण मिट्टी के गुणों को पुनः बहाल करने के लिए बिना बुआई किए पर्याप्त समय दिया जा सकता था। जनसंख्या में वृद्धि और भूमि को खाली रखने की अवधि में कमी की बाध्यता ने इसे अव्यवहारिक बना दिया है।
- पूर्वोत्तर भारत के पहाड़ी क्षेत्रों में शिपिंग खेती पाई जाती है, जहाँ इससे मृदा क्षरण और मिट्टी की उर्वरता में गिरावट होती है।
- कृषि के तहत, कुछ क्षेत्रों में आलू, अदरक, इलायची और प्याज जैसी फसलों की खेती की जाती है, जिन्हें सितंबर-अक्टूबर माह में मानसून के तुरंत बाद काटा जाता है और शेष अवधि के लिए, भूमि बंजर रहती है जिससे मिट्टी का कटाव होता है।

6. खनन

- खनन के लिए किए गए विस्फोट से मिट्टी के कणों में कंपन होता है जिससे भूमि-कण प्रभावित होते हैं और ढलान अस्थिर बन जाती है।



आकृति 1.29: मृदा अपरदन



आकृति 1.30: भारत में कोयला खनन



आकृति 1.31: विस्फोटन गतिविधि

(स्रोत: <http://www.conservationindia.org/news/immense-environmental-toll-of-coal-mining-in-india>)

- कूड़े-करकट का अपर्याप्त निपटान, खनन के कारण निकाली गई सामग्री, मानव निर्मित भूस्खलन का कारण बनती है।
- दून घाटी, झिरोली में उत्खनन और खनन ने ढलानों को भारी नुकसान पहुंचाया है।

मलिन भूस्खलन के कारण

मलिन भूस्खलन के लिए प्रेरक कारक लगातार भारी वर्षा थी जिससे मिट्टी संतृप्त हो गई थी और प्रवाहित हो गई।

दीर्घकालिक कारण:

- केंद्रीय पर्यावरण और वन मंत्रालय (एमओईएफ) ने नवंबर 2013 में मलिन को पारिस्थितिक रूप से संवेदनशील क्षेत्र अधिसूचित किया और विकास रहित नीति की सिफारिश की।
- यह पारिस्थितिक रूप से संवेदनशील क्षेत्रों में सभी गतिविधियों को रोकने के लिए एक चेतावनी थी, लेकिन स्थानीय और राज्य प्राधिकरणों द्वारा इसकी अनदेखी की गई।
- चेतावनी के अलावा, कृषि प्रयोजनों के लिए भारी मशीनरी के प्रयोग से पहाड़ी ढलान समतल हुई और पवनचक्की परियोजना के लिए भी इसे समतल बनाया गया जिससे पहाड़ी का शिखर तीव्रता से कमजोर हो गया।
- भूमि पर दरारें देखी गईं, जहां “भूमि में खिसकाव” के दौरान मिट्टी बह गई थी, जिससे एक अनुचित वर्षा जल निकासी प्रणाली अभिप्रेत है।

अतः, अवैज्ञानिक यांत्रिक तौर पर छज्जा डालने, कूड़ा करकट डालने, ढलान अस्थिरता, वनों की कटाई और बाधित जल निकासी से प्राकृतिक रूप से कमजोर, उच्च वर्षा क्षेत्र पर दबाव कई गुणा बढ़ गया।

2. भूकंप और वर्षण प्रेरित भूस्खलन

भूकंप और वर्षण (वर्षा, बादल फटने, हिमस्खलन आदि), से ढलान अस्थिरता तीव्र होती है जिससे भूस्खलन होता है।

2.1 भूकंप के प्रभाव

भूकंप बल से भूमि हिलती है जिससे भूमि के नीचे चट्टान संचलन करती है। इस गति का प्रभाव मृदा आवरण तक जाता है किंतु मिट्टी की जड़ता इसे तुरंत प्रतिक्रिया देने से रोकती है। इसके फलस्वरूप,

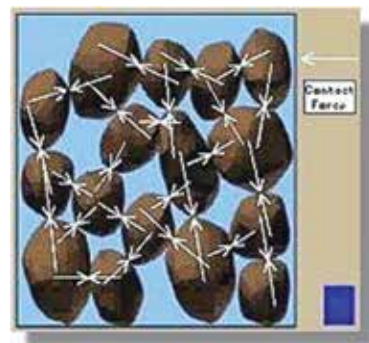
- मिट्टी का द्रवीकरण।
- चट्टान पर मिट्टी का दबाव कम होने के कारण ढलान गिरना।
- तनाव दरार का विकास।
- मिट्टी का फैलाव होता है।

2.1.1 द्रवीकरण

- द्रवीकरण की प्रक्रिया तब होती है, जब एक ढीले, संतृप्त (पानी से भरे हुए छिद्र) रेत की संरचना तीव्र दबाव के कारण टूट जाती है जिससे यह घनीभूत होती है।
- भूकंप में, पानी को मिट्टी के छिद्रों से निकलने के लिए पर्याप्त समय नहीं होता है। तुरंत, पानी “फंस” जाता है और इससे मिट्टी के कणों के बीच संपर्क बल कम हो जाता है, जिससे मिट्टी का निक्षेप नरम और कमजोर पड़ जाता है, जिससे यह तरल सामग्री जैसा व्यवहार करती है।
- अंततः, इससे भूमि की ओर दबाव के साथ जलप्रवाह तीव्र हो जाता है और इसके साथ इसमें पर्याप्त मात्रा में मिट्टी होती है, जिससे नींव ढीली हो जाती है और अलग-अलग जमाव के कारण भवन गिर जाता है।



आकृति 2.1: द्रवीकरण



आकृति 2.2: मृदा कणों में संपर्क बल

कारण:—

- भूमि के नीचे ढीली मिट्टी।
- अनुचित जल निकासी जिससे पानी नीचे जमा हो जाता है जिससे यह अत्यधिक संतृप्त हो जाती है।



आकृति 2.3: द्रवीकरण के कारण स्खलन



आकृति 2.4: ढलान के गिरने से घर को हुआ नुकसान

2.1.2 ढलान का गिरना

भूकंप की तरंगों के कारण होने वाले विस्थापन से मिट्टी आसंजन कम हो जाता है और मिट्टी पर इसके दबाव से यह गिर जाती है।

2.1.3 तनाव दरार का विकास

भूकंप बल से भूमि की मूल संरचना विकृत हो जाती है जिससे तनाव दरारें उभरती हैं जिसके कारण भूस्खलन होता है।



आकृति 2.5: तनाव दरारें



आकृति 2.6: पार्श्व फैलाव

(स्रोत: <http://cpwdeablogging.wordpress.com/2012/03/22/slope-failures-and-remedial-measures-for-strategic-highway-construction-in-hilly-terrain/>)

2.1.4 मृदा का पार्श्वण फैलाव

भूमिगत ढलान के समानांतर एक दिशा में मिट्टी की परतों का विशाल क्षैतिज संचलन होता है।

कारण:—

- द्रवीकरण
- मिट्टी के विशिष्ट गुण

- ढलान अस्थिरता

2.2 वर्षण के प्रभाव

अधिक वर्षण से दबाव के साथ तीव्र सतह-जल प्रवाह कीचड़ के स्खलन का कारक बनता है। इसके फलस्वरूप,

- खड़ी ढलानों पर ढीली मिट्टी या चट्टान का क्षरण और जुटना।
- ढलान की तलहटी से सामग्री हटाना।
- वर्षाजल द्वारा संतृप्ति जिससे ढलान सामग्री अपक्षय के प्रति प्रतिरोध (अलग संचलन) कम होता है।



आकृति 2.7: शिथिल मलबा



आकृति 2.8: अंडरकटिंग



आकृति 2.9: जमीन पर वर्षाजल का प्रभाव

इसके अलावा, मिट्टी या आधार-शैल में दरार के जरिए पानी के अधिक रिसाव के परिणामस्वरूप:-

- चट्टान के मूल में भूजल की सांद्रता और चट्टानों पर दबाव पड़ने से यह गिरने लगती है।
- छिद्र दबाव में वृद्धि, जिससे मिट्टी के कण प्रभावित होते हैं।
- गुरुत्वाकर्षण या भूजल के प्रभाव से आधार-शैल में दरारें उत्पन्न होना।
- अतिविषम मौसम की स्थिति में जमाव और पिघलने से अपक्षयण।

कारण :-

- वनों की कटाई
- कमजोर सामग्री (ढीली रेत/चट्टाने/मलबे) की कोई जांच नहीं
- अनुचित जल निकासी
- कूड़े-करकट और अन्य निर्माण सामग्री के अनुचित निपटान के कारण नदियों में गाद जमना।

3 भूस्खलन न्यूनीकरण

यदि निर्माण के दौरान और उसे शुरू करने से पहले उचित उपाय किए जाएं तो भूस्खलन नियंत्रित किया जा सकता है

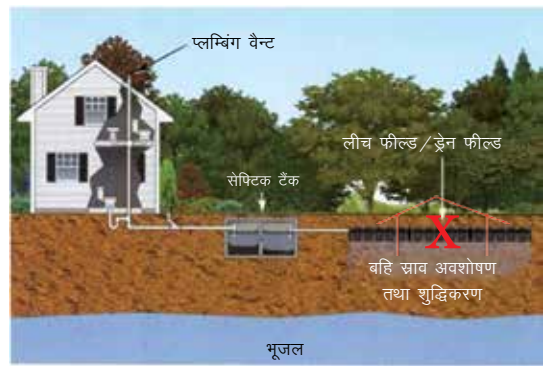
3.1 ऐसे क्षेत्र जहां निर्माण से बचा जाना चाहिए

घर बनाने से पहले, निम्नलिखित क्षेत्रों पर ध्यान दें, जहां निर्माण से बचा जाना चाहिए।

- वे क्षेत्र जहां भूस्खलन पहले ही हो चुके हैं।
- विकसित पहाड़ियां, जहां लीच फील्ड सेप्टिक सिस्टम/ड्रेन फील्ड का उपयोग किया जाता है।
- गौण जल निकासी के भीतर अथवा आधार में खोखलापन।
- किसी पुराने भराव ढलान या खड़ी घुमावदार ढलान के आधार या शिखर पर।



(क) भूस्खलन क्षेत्र



(ख) जल निकासी क्षेत्र



(ग) ढलान के शिखर पर निर्मित घर



(घ) ढलान की तलहटी पर निर्मित घर

आकृति 3.1: निर्माण की गलत पद्धतियां (क,ख, ग और घ)

ऊपर वर्णित ढलानों पर और स्थानों पर निर्माण के लिए, स्खलन की संभावना को कम करने के लिए सुरक्षित निर्माण विचारों को ध्यान में रखा जाना चाहिए।

3.2 ढलान स्खलन से बचाव

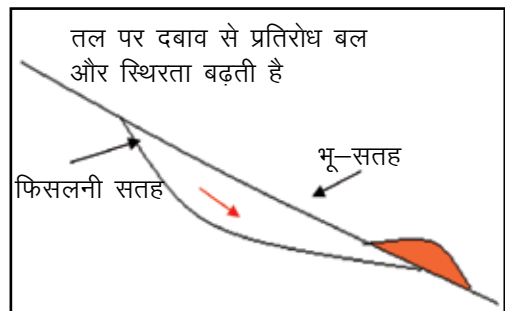
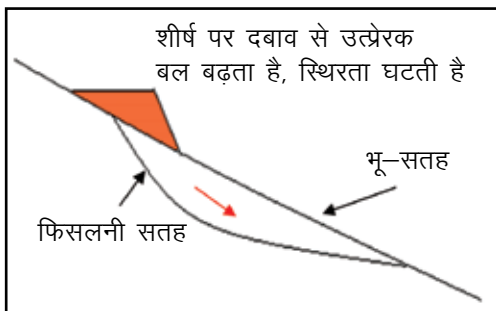
ढलान पर घर बनाने से पहले प्रत्येक व्यक्ति को हमेशा पेशेवर जैसे कि भू-तकनीकी अभियन्ता या एक नागरिक अभियन्ता, से सलाह लेनी चाहिए, क्योंकि वे स्थल की स्थितियों के कारण ढलान अस्थिरता की समस्याओं का प्रभावी ढंग से समाधान कर सकते हैं।

ढलान स्खलन को कम करने के कुछ तरीके हैं:

1. ढलान में परिवर्तन:

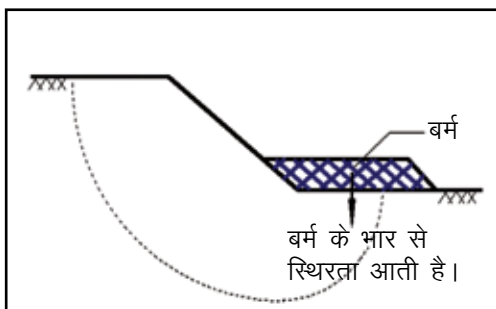
ढलान के कोण को कम करना यानि ढलान को खड़ी से कम या सामान्य करना क्योंकि इससे खिसकने की संभावना वाले द्रव्यमान के भार में कमी आती है। यह निम्नलिखित द्वारा किया जा सकता है।

- ढलान के ऊपर से कुछ सामग्री निकालकर इसका ढलान की तलहटी पर भराव करें जिससे इसे मज़बूती मिले।



आकृति 3.2: ढलान का स्थिरीकरण

- इसकी स्थिरता बढ़ाने के लिए ढलान के तल के नीचे बर्म का निर्माण करें। इसका निर्माण खुदाई से प्राप्त सामग्री या कंक्रीट, मिट्टी आदि जैसी किसी अन्य उपयुक्त सामग्री से किया जा सकता है।

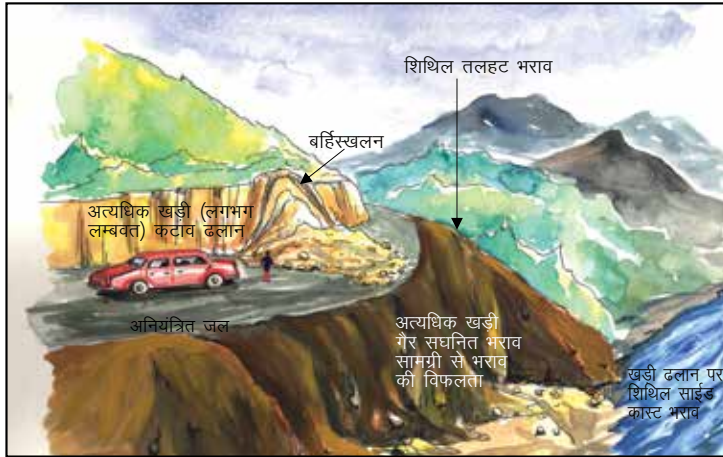


आकृति 3.3: ढलान के तल पर अन्धाधार
(स्रोत: <http://community.dur.ac.uk/~des0www4/calèslopes/page6a.htm>)

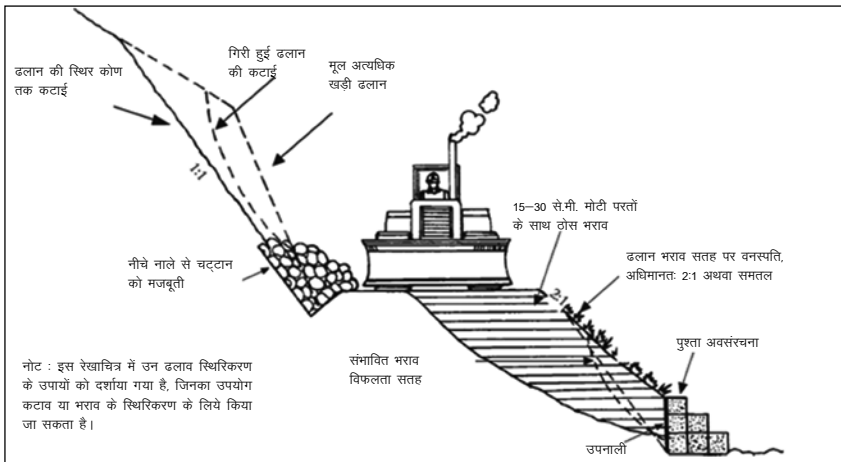


आकृति 3.4: घर के आधार पर लगाया गया अन्धाधार

(स्रोत: <http://www.lifeunplugged.netègreenbuilding/earth-berm-and-earth-sheltered-home.aspx>)



आकृति 3.5: ढलान विफलता के कारण समस्याएं



आकृति 3.6: ढलान विफलता के लिए समाधान

- ढीले/अस्थिर ब्लॉक बोल्टर्स को हटाना

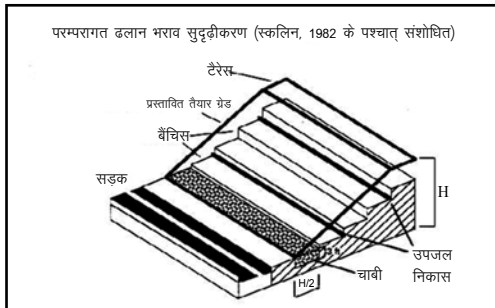


आकृति 3.7: हाथ द्वारा मापन



आकृति 3.8: मशीन द्वारा मापन

- बैचिंग: खड़ी ढलान की विफलताओं से प्रभावी ढंग से बचने के लिए क्षैतिज बेंच की ढलान के रूप में खुदाई की जा सकती है क्योंकि यह ढलान की ऊंचाई को कम करता है।



आकृति 3.9: ढलानों की बैचिंग

- बाहर निकले (ओवर हैंग) भाग का सुदृढीकरण: चट्टानों के ओवरहैंग को छोटा करके या उसे मजबूती प्रदान करने के लिए उसके साथ एक दीवार का निर्माण उपयुक्त मजबूत सामग्री के साथ किया जाना चाहिए या फिर सैंडबैग का उपयोग किया जा सकता है।



आकृति 3.10: प्रलम्बित चट्टान

तालिका 3.1: विभिन्न प्रकार की मिट्टी/चट्टान के लिए सामान्य स्थिर ढलान अनुपात

चट्टानी मिट्टी की स्थिति	ढलान अनुपात (एच:वी)
बहुतायत में उपलब्ध चट्टान	1/4:1 to 1/2:1
बेहतर सीमेंटेड मिट्टी	1/4:1 to 1/2:1
बेहतर संस्थापित मिट्टी	3/4:1 to 1:1
अधिक खंडित चट्टान	1:1 to 1 1/2:1
ढीली मोटी दानेदार मिट्टी	1 1/2: to 1
भारी चिकनी मिट्टी	2:1 to 3:1
नर्म चिकनी मिट्टी समृद्ध क्षेत्र या आद्र रिसाव क्षेत्र	2:1 to 3:1
बहुतायत में उपलब्ध मृदा का भराव	1 1/2:1 to 2:1

कठोर कोणीय चट्टान का भराव	1 1 to 3:1
निम्न कट और भराव (<2–3, मीटर ऊंचाई)	2.1 अथवा समतल (पुनः रोपण हेतु)

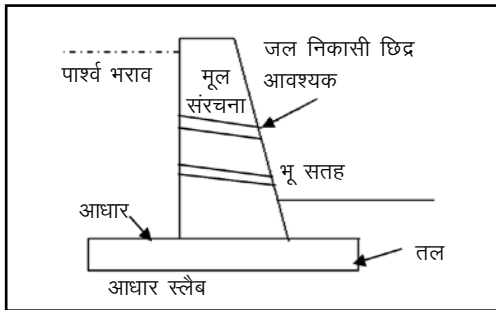
(स्रोत: लो वॉल्यूम रोड बीएमपी, अध्याय 11)

2. सहारा देकर स्थिरीकरण: ढलान सामग्री को सहारा देकर ढलान को गिरने से रोका जा सकता है। यह ढलान की गौण गतिविधि को रोकता है और मिट्टी के क्षरण को रोकने में भी मदद करता है। ऐसा निम्नलिखित तरीकों से किया जा सकता है:

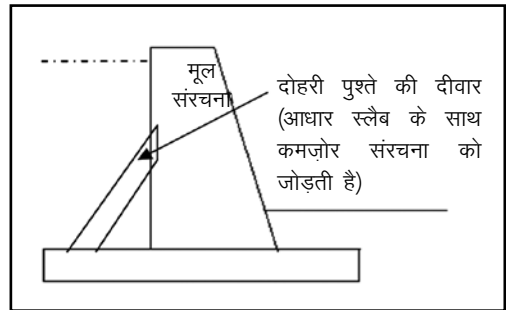
- पुश्ते की दीवार: पुश्ते की दीवार ढलान सामग्री की गौण गतिविधि को निरोधकता प्रदान करके ढलान सामग्री को सहारा प्रदान करती है। मिट्टी के गुण जैसे सहने की क्षमता पुश्ते की दीवार के डिजाइन को प्रभावित करते हैं।

विभिन्न प्रकार की पुश्ते की दीवार निम्नलिखित पर आधारित हैं:

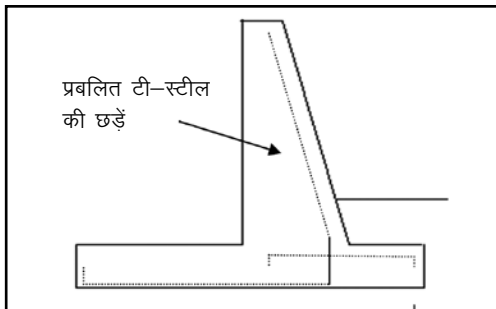
- निर्माण का प्रकार और कार्य करने का ढंग
- उनका डिजाइन और निर्माण माध्यम की संभावित प्रतिक्रिया



आकृति 3.11: दीवार-गुरुत्वाकर्षण बनाए रखने की विशिष्ट खंड दीवार



आकृति 3.12: दोहरी पुश्ते की दीवार



आकृति 3.13: प्रबलित कंक्रीट दीवार



आकृति 3.14: मकान की सुरक्षा हेतु बनाई गई पुश्ते की दीवार

- ग्रेविटी दीवार अपने वजन के जरिए पीछे की ओर से आने वाले दबाव को रोकती है। यह आमतौर पर सादे कंक्रीट या चिनाई द्वारा बनाई जाती हैं। वे बड़ी ऊंचाई वाले क्षेत्रों के लिए किफायती नहीं हैं।
- दोहरी पुश्ते की दीवार दोहरे आधार के जरिए स्थिरता प्रदान करती है जो आधार स्लैब के साथ मूल अवसंरचना को जोड़ती है। यह पार्श्व भराव की तरफ नियमित अंतराल पर ऊर्ध्वाधर संरचना के बीच स्थित होती हैं। वे 6 से 8 मीटर से अधिक की ऊंचाई के लिए किफायती हैं।
- प्रबलित सीमेंट कंक्रीट को अच्छी तरह से डिजाइन करने के बाद सही तरीके से स्टील की छड़ों के साथ कंक्रीट से बनाया जाता है। वे 6–8 मीटर तक की ऊंचाई लिए किफायती हैं।
- बाहुधरन पुश्ते की दीवार आरसीसी की दीवार के समान है केवल संरचना में अंतर है। यह गिरावट की सतह से परे एक गहराई तक जाती है और आमतौर पर 5 मीटर से अधिक की ऊंचाई के लिए उपयोगी नहीं है। यह स्थायी संरचनाओं की अपेक्षा अस्थायी संरचना में अधिक उपयोग में लाई जाती हैं।
- मिट्टी को सुदृढ़ करने के लिए एक पतली धातु के तार या जियोसिंथेटिक स्ट्रिप्स को सम्मिलित करके प्रबलित मिट्टी की दीवार का निर्माण किया जाता है।

तालिका 3.2: पुश्ते की दीवार के विभिन्न प्रकार

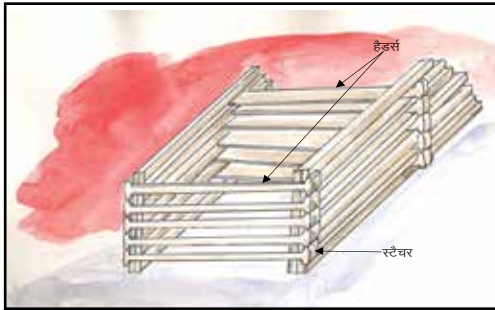
पुश्ते की दीवार के प्रकार	ऊंचाई शृंखला	पवतीय ढलाव एंगल	शीर्ष चौड़ाई	आधार चौड़ाई	नाली के नीचे नींव की गहराई	सामान्य	कार्यान्वयन	लाम/हानि
टिम्बर क्रिब	3-9 m	<30°	2 m	&	0.5 m	15 सेमी व्यास वाली लकड़ियों के साथ अच्छी तरह से पैक पत्थार के साथ टिम्बरस का निर्माण किया जाता है। वैज्ञानिक रूप से अस्वीकार्य है।	कम टिकाऊ	
ड्राई स्टोन	1-6 m	<35°	0.6-1.0 m	0.5-0.7 H*	0.5 m	नींव के तल के साथ पत्थार लगाए जाते हैं। बैकफिल में लॉग बॉर्ड, हैंड पैक पत्थारों का उपयोग किया जाएगा।		भूकंप से होने वाले नुकसान के प्रति कठोर संरचना अति संवेदनशील होती है।
पट्टित ड्राई स्टोन चिनाई	6-8 m	20°	0.6-1.0 m	0.6-0.65 H*	0.5-1 m	3 मीटर की दूरी पर 50 सेमी मोटाई के सीमेंट चिनाई की पट्टी का उपयोग किया जाता है।		
सीमेंट	1-10 m	35°-60°	0.5-1.0 m	0.5-0.65 H*	0.5-1 m	1–2 मीटर की दूरी पर 15* 15 सेमी आकार के जल निकासी छिद्र बनाए जाते हैं। जल निकासी के लिए 50 सेमी मलबे का का इस्ते माल किया जाता है।	अधिक टिकाऊ	

गेबियन	कम	1-6 m	35°-60°	1 m	0.6-0.75 H*	0.5 m	गेबियन वॉल में हैंड पैकड पत्थर का उपयोग किया जाता है। पत्थर का आकार सामान्यतः अवरुद्ध होना चाहिए। वेदरर्ड पत्थर का उपयोग नहीं किया जाएगा। परतों में कॉम्पैक्ट ग्रेन्यूलर बैक फिल का उपयोग किया जाएगा।	अंतर निपटान और ढलान गतिविधियां बहन कर सकते हैं	बहुत लचीली संरचना
	ज्यादा	6-10 m	35°-60°	1-2 m	0.55-0.65H*	1 m			
पृथ्वी को पुनः प्राप्त करना		3-25 m	<35°	4 m or 0.7-0.8 m	4 m or 0.7-0.8 H*	0.5 m	बारीक बैक फिल को प्राथमिकता दी जाती है। रिसाव समस्याओं के लिए ड्रेनेज परत प्रदान की जाएगी।	अत्यधिक क्षमतावान, ढलाव को सहारा प्रदान करने की प्रतिरोधक पद्धति के स्थान पर सड़क हेतु स्थायी प्रबलित भराव प्लेटफॉर्म में अधिक उपयोग किया जाता है।	

(स्रोत: आईएस 14558 भाग-1)

महत्वपूर्ण बिन्दु:

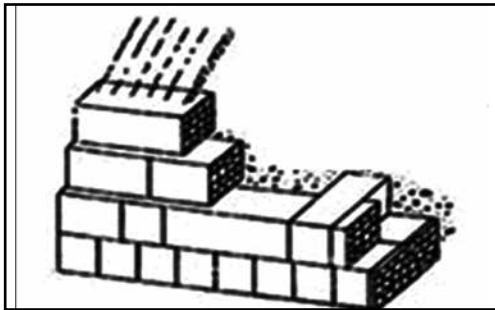
दीवार के पीछे की सामग्री अच्छी प्रकार से सूखी होनी चाहिए।



आकृति 3.15: काष्ठ क्रिब का खांचा



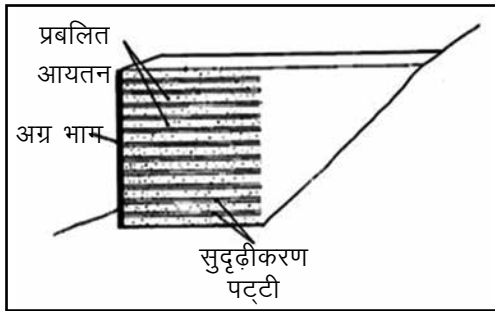
आकृति 3.16: निर्मित काष्ठ क्रिब दीवार



आकृति 3.17: गैबियन दीवार



आकृति 3.18: निर्मित गैबियन दीवार



आकृति 3.19: प्रबलित मिट्टी की दीवार



आकृति 3.20: शुष्क पत्थर की दीवार



आकृति 3.21: दीवार के निर्माण हेतु प्रबलित स्थान

अन्य प्रकार की पुश्ता दीवार जिनका उपयोग किया जा सकता है :

- स्टील बिन वॉल : स्टील बिन वॉल नालीदार जस्ती स्टील के घटकों से बनती है जो एक बॉक्स बनाने के लिए एक साथ जुड़ती हैं और फिर मिट्टी से भर जाती है। यह एक प्रकार की ग्रेविटी वॉल है।



आकृति 3.22: स्टील बिन दीवार का निर्माण



आकृति 3.23: पूर्व निर्मित कंक्रीट दीवार



आकृति 3.24: रेत की बोरियों से बनी दीवार

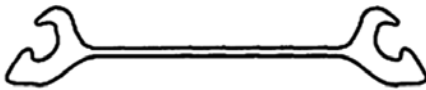
- रेत के कट्टों से बनी पुश्ता की दीवार: रेत के कट्टों का इस्तेमाल पुश्ता दीवार के रूप में भी किया जा सकता है लेकिन अस्थायी आधार पर या बारिश के दौरान कम समय के लिए। वे समय के साथ बह जाते हैं और बाहरी जलवायु परिस्थितियों के प्रति संवेदनशील होते हैं।

- पूर्व निर्मित कंक्रीट दीवार: पूर्व निर्मित कंक्रीट ब्लॉक के साथ भी पुश्ता दीवार का निर्माण किया जा सकता है। यह किफायती और टिकाऊ है। यह अच्छी जल निकासी प्रदान करती है और इसके निर्माण के लिए कुशल श्रम की आवश्यकता नहीं होती है।
- शीट पाइल्स: स्टील या लकड़ी से बने शीट पाइल्स एक निरंतर दीवार या बल्कहेड बनाते हैं जो मिट्टी को बनाए रखता है, बशर्ते बहाव की गहराई 3 मी से अधिक न हो। यदि आवश्यक हो तो उन्हें निकाला और फिर से इस्तेमाल किया जा सकता है।

यहां तक कि प्रबलित सीमेंट कंक्रीट शीट पाइल्स का उपयोग किया जा सकता है, लेकिन यह महीन रेत के लिए उपयुक्त हैं।

शीट पाइल्स को अधिक पार्श्व प्रतिरोध के लिए मिट्टी में गाड़ा जा सकता है

शीट पाइल्स के विभिन्न आकार:



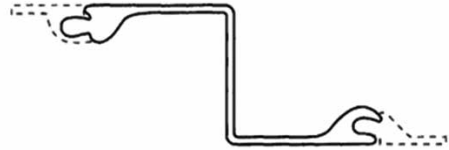
सीधे शीट पाइल्स



वृत्तखंड वेब शीट पाइल्स



सतही वृत्तखंड शीट पाइल



Z-आकार वाली शीट पाइल्स

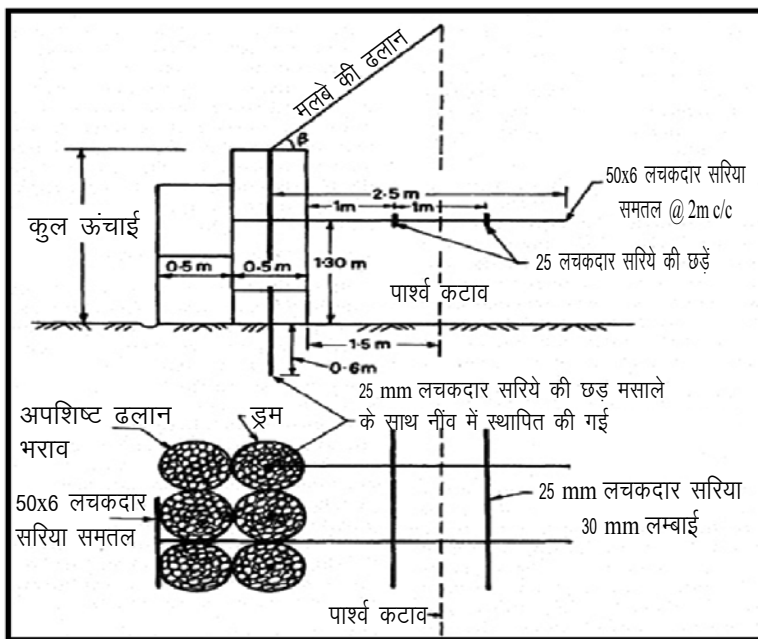
आकृति 3.25: विभिन्न प्रकार के शीट पाइल्स



आकृति 3.26: शीट पाइल्स

खाली कोलतार ड्रम का उपयोग करके निरोधक संरचनाओं को बनाना :

- यह अधिकतम 3 मीटर की ऊंचाई तक की एक अस्थायी कम लागत की निरोधक संरचना है।
- बिटुमेन ड्रम के ऊपर और नीचे के कवर को हटा दिया जाता है और बेलनाकार खोल का इस्तेमाल किया जाता है। ये दो पंक्तियों में एक दूसरे के पीछे व्यवस्थित होते हैं।
- ड्रम हल्के स्टील प्लेट, छड़ और बोल्ट द्वारा लंबवत और क्षैतिज रूप से एक दूसरे से परस्पर जुड़े होते हैं।
- ड्रम दीवार को आधार स्तर पर उपयुक्त रूप से जोड़ा जाता है और फिसलने और झुकाव को रोकने के लिए पीछे से भरे जाते हैं। इसके अलावा, भार और स्थिरता देने के लिए ड्रम मलबे और बोल्ट्स से भरे होते हैं।



आकृति 3.27: खाली कोलतार ड्रम योजना

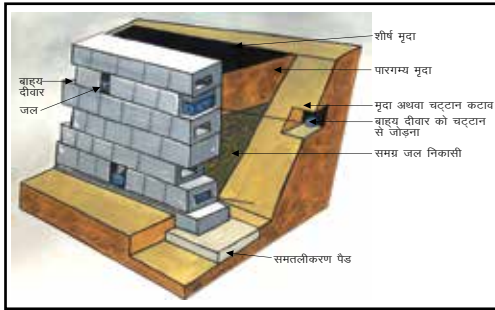
(स्रोत: सीबीआरआई, रुड़की)

- ग्राउंड इंकलूजन: ग्राउंड इंकलूजन एक धातु की पट्टिका है जिसे मजबूत बेडरॉक (ऐसी शिला जो अत्यधिक खंडित या टूटी हुई न हो) में पुश्ता दीवारों और पाइल्स जैसी संरचनाओं के लिए एक स्थायी नींव प्रदान करने हेतु और साथ ही दरार युक्त चट्टानों को मजबूत करने के लिए डाला जाता है।

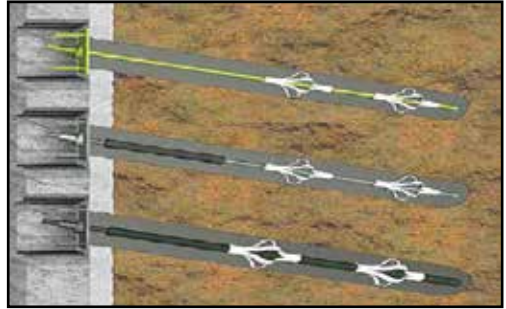
ग्राउंड इंकलूजन तीन प्रकार के होते हैं।

- ग्राउंड एंकर: ये इंजीनियरिंग संरचनाओं और प्राकृतिक ढलानों के लिए ऊर्ध्वाधर और पार्श्व सहायता प्रदान करते हैं। इनका उपयोग चट्टानों जैसी विखंडित सामग्री को मजबूत करने और रोटेशनल लोडिंग के कारण होने वाले झुकाव से बचने के लिए पुश्ता की

दीवार को बांध कर रखने के लिए किया जाता है। इसका उपयोग अपेक्षित लम्बाई के आधार पर किया जाता है।



आकृति 3.28: ग्राउंड एंकर



आकृति. 3.29: सॉयल नेलिंग

(स्रोत: <http://www.p3planningengineer.com/productivity/soil%20improvement/soil%20nail/soil%20nail.htm>)

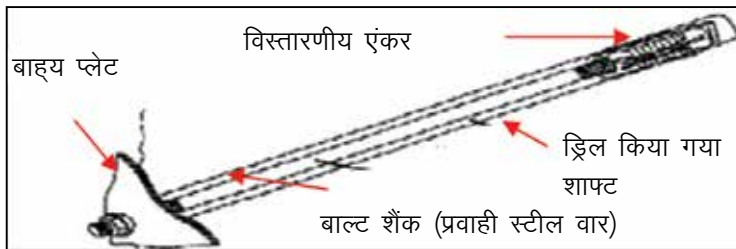
- सायल नेलिंग : सायल नेलिंग में मिट्टी के द्रव्यमान को मजबूत करने के लिए धातु की सलाखों या छड़ों को मिट्टी में प्रविष्ट किया जाता है। वे संरचना की सतह पर स्थित सतही कंक्रीट से जुड़े होते हैं। यह सायल नेल्स के आसपास की सतह सामग्री के क्षरण को रोकता है लेकिन किसी प्रकार का संरचनात्मक सहारा प्रदान नहीं करता है।
- रॉक बॉल्ट्स : रॉक बोल्टिंग पहले से ड्रिल किए गए छिद्रों, जो लगभग 12 मीटर तक की लंबाई के होते हैं उनमें स्टील बार को मजबूती से प्रविष्ट कराकर और स्थापित करके अत्यधिक फिसलनयुक्त और एक दूसरे से जुड़ी चट्टानों को सुरक्षित रखने या मजबूत करने की एक विधि है।



आकृति: 3.30: रॉक एंकर

मुख्य बिन्दु :

- धातु के अंतर्वेशन को सीलेंट या ग्राउट द्वारा जंग से बचाया जाना चाहिए, अन्यथा भू-जल के कारण, अंतर्वेशन के टूटने की प्रतिक्रिया में तेजी आएगी।
- डिजाइन तैयार करने के दौरान स्थापित प्रणाली पर बाह्य प्रभावों के हृदय प्रवेश को ध्यान में रखा जाना चाहिए।
- एंकर के ऊपर सीमित निर्माण किया जाना चाहिए क्योंकि उत्खनन से किसी भी एंकर की स्थिरता कमजोर होगी।



आकृति 3.31: पारंपरिक एंकर

- केबल, तार-जाल, बाड़ लगाना: ढलान की सुरक्षा के लिए ये सरल, कम लागत वाली विधियाँ हैं।

0.75 मीटर (2.4 फीट) से कम आकार वाली छोटी चट्टानों को गिरने से रोकने के लिए तार की जाली (बारीकी से गुंथे हुए तारों) का इस्तेमाल किया जा सकता है। (मानक जाल दोहरी तार की जाली या एक भारी गेज वाली धातु श्रृंखला है)। जहां सतह अनियमित है और चट्टान के साथ निकट संपर्क नहीं बना सकती वहां यह जाली या तो एक समान रूप से चट्टान की सतह पर लिपटी हुई या कसी हुई होती है।



आकृति 3.32: तार की जाली



आकृति 3.33: जूट जाली



आकृति 3.34: प्लास्टिक जाली

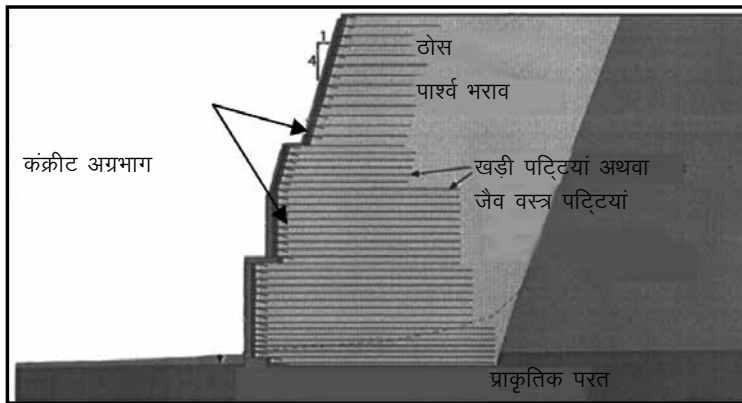
(स्रोत: <http://www.huataowiremesh.com/product/activeprotection-system.html>)

- प्लास्टिक की जाली: प्लास्टिक की जाली, प्लास्टिक बहुलक एक सुदृढीकृत पदार्थ है, जो एक हल्के, उच्च-तन्यता वाले ग्रिड के रूप में फैली हुई होती है। ग्रिड कंक्रीट में मिट्टी के अपरूपण को सशक्त बनाने के साथ जाली को मजबूत करने का कार्य करती है।
- प्रबलित भूमि: प्रबलित भूमि एक निर्माण पद्धति है जो लचीले भू-भागों के साथ प्रबलित बैकफिल सामग्री से बनी होती है और सतही तत्वों से ढकी होती है।

धातु की पट्टियाँ या जियोसिंथेटिक सामग्रियों के साथ मिट्टी को बिछाने के माध्यम से इनका निर्माण किया जाता है जिसका पहले क्षैतिज विक्षेपण प्रतिरोध हेतु इनका खिचाव किया जाता है

प्रत्येक पट्टी लगभग 50 – 100 मिमी चौड़ी और लंबाई कई मीटर होती है। इसकी मोटाई 9 मिमी तक होती है।

सुदृढीकरण को सतही तत्व से जोड़ा जाता है और बैकफिल जोन में वापस फैलाया जाता है। सुदृढीकरण में विकसित घर्षण सतही तत्व को बनाए रखता है। दानेदार मिट्टी के साथ बैकफिलिंग से सुदृढीकरण किया जाता है। इसे दीवार की आवश्यक ऊंचाई तक जारी रखा जाता है।



आकृति 3.35: प्रबलित भू-भाग

- जल के जमने और पिघलने सम्बन्धी अपक्षय की रोकथाम : दरारें और कमजोर सतहों के कारण पानी के कटाव की संभावना को कम करने हेतु ग्राउटिंग के माध्यम से कमजोर दरारों को सील करना।

3.2.1 स्थिरीकरण के उपाय

- स्थिरता की समस्या सबसे अधिक तब होती है जब घर को नरम मिट्टी जैसे कम ताकत वाली चिकनी मिट्टी, गाद या तलछट या दलदली जमीन पर बनाया जाता है।
- मृदा के गुणों जैसे कठोरता, संपीडिता, संजातीय बल और भू- जल, जो इसकी

शक्ति को प्रभावित करते हैं, उनका निर्धारण निर्दिष्ट स्थल और प्रयोगशाला में परीक्षण के माध्यम से विशेषज्ञों द्वारा किया जाना चाहिए।

3.2.1.1 मिट्टी के प्रकार

मिट्टी दो प्रकार की होती है :

- ससंजक मिट्टी: ससंजक मिट्टी ऐसी मिट्टी होती है जो पानी को सोख लेती है और कणों का आकर्षण इस तरह का होता है कि यह प्लास्टिक स्वरूप बहुत खराब हो जाता है, यानी पानी की अलग-अलग सामग्रियों में दरार या टूटने के बिना विरूपण से गुजरता है, जो मिट्टी में चिकनी मिट्टी के खनिजों की उपस्थिति के कारण होता है।

ससंजक मिट्टी में चिकनी मिट्टी और प्लास्टिक की गाद शामिल हैं।

- गैर-ससंजक मिट्टी : ऐसी मिट्टी जिसमें प्लास्टिक के गुण नहीं होते हैं और अधिक दानेदार होती है, इसे गैर-ससंजक मिट्टी कहा जाता है। यह घर्षण के माध्यम से विकृत हो जाती है।

इसमें गाद, रेत और बजरी शामिल हैं।

3.2.1.2 मृदा उन्नयन तकनीक

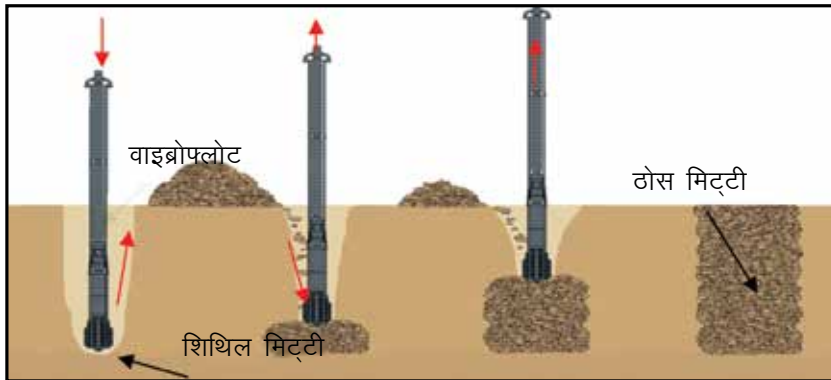
- मृदा उन्नयन का अर्थ है मिट्टी के कुछ गुणों को बदलकर स्थिर बनाना ताकि यह निर्माण कार्य के लिए सुरक्षित साबित हो सके।
- नरम मिट्टी जैसे मुलायम क्ले में व्यापक असारता और पानी की उच्च मात्रा होती है, जो पारगम्यता, छिद्र पानी के दबाव और मिट्टी की संपीड़िता को कम करती है, जिससे इसकी भार वहन क्षमता (मिट्टी की सहने की क्षमता) बढ़ जाती है।

अपनाई जाने वाली पद्धतियां निम्नलिखित हैं:

1. संघनन द्वारा: संघनन का अर्थ है यांत्रिक विधियों द्वारा मिट्टी के कणों को एक दूसरे के करीब लाना। संघनन के दौरान वायु को खाली जगहों से निष्कासित कर दिया जाता है और इसका द्रव्यमान घनत्व बढ़ जाता है। इस प्रकार, इससे मृदा अभियांत्रिकी गुणों में सुधार होता है। ऐसा निम्नलिखित तरीकों से किया जा सकता है:

- वाइब्रॉप्लोटेशन: वाइब्रॉप्लोट में एक बेलनाकार ट्यूब होती है, जो लगभग 2 से 3 मीटर लंबी और 300 से 500 मिमी व्यास की होती है, जो ऊपर और नीचे पानी के जेट के साथ फिट होती है। इसमें धूर्णी विलक्षण द्रव्यमान होता है जो क्षैतिज कंपन गति को विकसित करता है जिससे दाने की संरचना ध्वस्त हो जाती है, जिससे प्रोब के आसपास की मिट्टी सुदृढ़ हो जाती है।
- टेरा जांच विधि: टेरा जांच विधि वाइब्रॉप्लोटेशन के समान है लेकिन इसकी तुलना में तीव्र है।

इसमें एक खुले सिरे वाला पाइप होता है जो थरथाने वाले ढेर चालक के साथ प्रदान किया जाता है जो कि लम्बाकार कंपन देता है और इससे टेरा प्रोव के भीतर और आस पास की मिट्टी घनी हो जाती है।



आकृति 3. 36: वाइब्रोप्लोटेसन यंत्र का निरूपण

- गतिशील संघनन: गतिशील संघनन 7 से 35 मीटर की ऊँचाई से ग्रिड पैटर्न में 2 से 50 मिलीग्राम के वजन वाले स्टील या कंक्रीट को गिराकर किया जाता है। यह ढीले रेतीले निक्षेपों को सघन करता है। यह मिट्टी को सघन करने का एक किफायती तरीका है।
- विस्फोट द्वारा संघनन: जमीन में किए गए विस्फोटकों द्वारा निर्मित तरंगों और कंपन के द्वारा मिट्टी को सघन किया जाता है।
- रोलर्स द्वारा संघनन: सुगम व्हील रोलर्स का उपयोग कम पकड़ वाली मोटी मिट्टी को संघनित करने के लिए किया जा सकता है और मोटी परत वाली मिट्टी के लिए, वाइब्रेटरी रोलर्स का उपयोग किया जाता है।



आकृति 3.37: गतिशील संघनन



आकृति . 3.38: रॉलर

(स्रोत: <http://www.indiamart.com/brijenterprises/road-construction-equipmentrenting-hiring-service.html>)

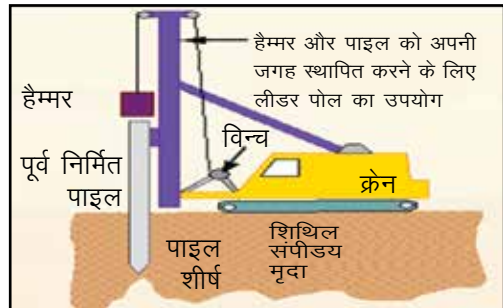
ससंजक मिट्टी को फुट रोलर्स द्वारा संकुचित किया जा सकता है।

किसी भी प्रकार की मिट्टी को कॉम्पैक्ट करने के लिए टैम्पर्स और न्यूमेटिक टायर वाले रोलर्स का उपयोग किया जा सकता है।

- संघनन पाइल्स : संघनन पाइल्स के माध्यम से जमीन में पाइल्स स्थापित करने के दौरान उत्पन्न कंपन के माध्यम से मिट्टी को सघन किया जाता है। इसे बाद में हटा दिया जाता है और बनाया गया छेद मिट्टी से भर दिया जाता है। संघनन पाइल्स कंक्रीट या लकड़ी से बनाये जाते हैं। इसकी लंबाई ढीली मिट्टी की गहराई के अनुसार होनी चाहिए।



आकृति 3.39: पाइल ड्राइविंग तंत्र
(स्रोत: <http://theconstructor.org/geotechnical/driven-precast-concrete-piles/7092>)



आकृति 3.40: ड्राप माध्यम हैमर से
पाइल स्थापित करना
(स्रोत: <http://koper.ro/?qlang=plugins/cat/item/cid/11/tehn/19/id/47&goto=ru>)

2. मिश्रण द्वारा

- मिट्टी की शक्ति को बेहतर बनाने के लिए दो या दो से अधिक प्रकार की प्राकृतिक मिट्टी को मिला कर मिट्टी को बेहतर बनाया जा सकता है। मोटे कणों वाली मिट्टी आमतौर पर मिलाई जाती है।
- यहां तक कि, पानी की मदद से सीमेंट को मिट्टी में मिलाया जा सकता है और एक मजबूत सामग्री प्राप्त करने के लिए सघन किया जाता है, जिसे आमतौर पर मिट्टी-सीमेंट कहा जाता है।
- कमजोर गुणों वाली मिट्टी को मिट्टी के बेहतर मिश्रण से बदला जा सकता है।

3. चूने के द्वारा

- मिट्टी में चूना डालकर मिट्टी की गुणवत्ता को सुधारा जा सकता है। चूना मिट्टी के साथ प्रतिक्रिया करता है और इसकी प्लास्टिसिटी कम हो जाती है, जिससे यह काम के लिए अधिक उपयोगी हो जाती है और इसकी ताकत बढ़ जाती है।
- मिट्टी में चूने की मात्रा 2 से 10 प्रतिशत के बीच होती है।

- मिट्टी बजरी सामग्री के लिए 2 से 5 प्रतिशत चूने का उपयोग किया जाता है, जिसमें अधिकतम 50 प्रतिशत गाद-मिट्टी का अंश होता है।
- 50 प्रतिशत से अधिक गाद मिट्टी के अंश के लिए 5 से 10 प्रतिशत चूना।
- मध्यम आकार की मिट्टी के लिए, मिट्टी का 3 से 7 प्रतिशत ठीक है।
- सड़कों या नींव के लिए आधार और उप आधार के रूप में उपयोग में लाई जाने वाली भारी मिट्टी के लिए लगभग 10 प्रतिशत।
- यदि रेतीली मिट्टी को स्थिर करना है तो फलाई ऐश या अन्य पॉजोलानिक सामग्री को चूने के साथ मिलाना होगा।

4. रासायनिक स्थिरीकरण द्वारा

विभिन्न रसायनों को मिलाकर मिट्टी को स्थिर किया जा सकता है जैसे :

- कैल्शियम क्लोराइड – आवश्यक मात्रा मिट्टी के वजन का $(1/2)$ प्रतिशत है।
- सोडियम क्लोराइड – आवश्यक मात्रा मिट्टी के वजन का लगभग 1% है।
- सोडियम सिलिकेट – आवश्यक मात्रा मिट्टी के वजन के 0.1 से 0.2 प्रतिशत के बीच होती है।
- पॉलिमर– रेसिन प्राकृतिक पॉलिमर हैं और मिट्टी को स्थिर करने के लिए कैल्शियम एक्रिलेट आमतौर पर इस्तेमाल किया जाने वाला सिंथेटिक पोलिमर है।
- क्रोम लिग्निन– यह लकड़ी से कागज के निर्माण के दौरान प्राप्त एक उप-उत्पाद है। जब मिट्टी में इसे मिलाया जाता है, तो यह मिट्टी के कणों को बांधने का कार्य करता है और इसकी आवश्यक मात्रा मिट्टी के वजन के 5 से 20 प्रतिशत तक होती है।

यह मिट्टी की गुणवत्ता में सुधार लाता है।

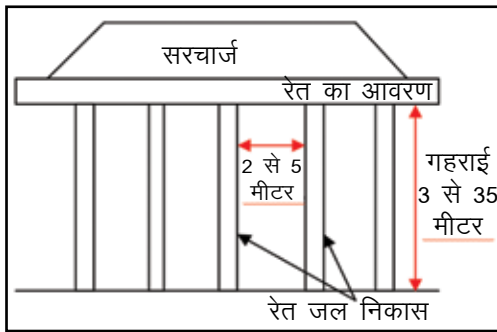


आकृति 3.41: मशीन द्वारा ग्राउंटिंग

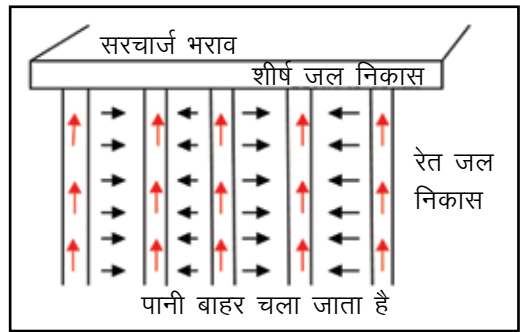
(स्रोत: <http://www.geotechnical.com/ultimate/foundation-repair.htm>)

- यह सबसे महंगे प्रकार का स्थिरीकरण है, लेकिन इससे सीमेंट के जमने और इसके शोधन के समय को आसानी से नियंत्रित किया जा सकता है।
 - मिट्टी का घनत्व बढ़ाने के लिए अन्य रसायनों जैसे फॉस्फोरिक एसिड, सोडियम हेक्सा-मेटाफॉस्फेट आदि का उपयोग भी किया जा सकता है।
5. बिटुमेन द्वारा:
- रेतीली मिट्टी जिसमें बहुत कम या कोई सूक्ष्म बजरी नहीं होती, इसे मिट्टी के साथ बिटुमेन और पकड़ सुदृढ़ करने के लिए गैसोलीन के साथ डामर मिलाकर स्थिर किया जा सकता है। डामर ऐसी सामग्री हैं जिनमें मुख्य घटक प्राकृतिक अथवा परिष्कृत पेट्रोलियम बिटुमेन होते हैं।
 - आमतौर पर आवश्यक बिटुमेन की मात्रा वजन के हिसाब से 4 से 7 प्रतिशत के बीच होती है, जबकि वास्तविक राशि परीक्षण द्वारा निर्धारित की जाती है।
6. ग्राउटिंग द्वारा
- ग्राउट सीमेंट, सिलिकेट या एक्रिलामाइड आधारित घोल है, जिसे मिट्टी में दबाव के साथ डाला या इंजेक्ट किया जाता है, और जिससे आसपास की मिट्टी को भरा, सीलबंद या ठोस कर दिया जाता है। यह बहुत अधिक पारगम्यता वाली मिट्टी के लिए उपयुक्त है।
 - यह एक महंगी विधि भी है।
 - यह दरारों वाली चट्टानों के लिए प्रभावी है और ऐसी मिट्टी में सुधार करने के लिए सबसे अच्छी विधि है जिसमें छेड़छाड़ नहीं की जा सकती।
 - ग्राउट क्रोम द्वारा भी तैयार किया जा सकता है।
 - लिग्निन या पॉलिमर या कोलतार या क्ले।
7. जियोसिंथेटिक/जियोग्रिड्स द्वारा
- जियोसिंथेटिक्स रंध्रयुक्त लचीला, मानव निर्मित कपड़ा है जैसे पॉलीइथाइलीन, पॉलिएस्टर, नायलॉन हैं जिससे मिट्टी भराव वाली संरचनाओं की स्थिरता मजबूत होती है और इनकी सुदृढ़ता बढ़ जाती है, और इस तरह सीधी कटाव युक्त ढलाने और पहाड़ी क्षेत्रों में कम ग्रेडिंग संभव हो सकती है।
 - जब ढलान स्थिरता के लिए जियोसिंथेटिक्स का उपयोग किया जाता है तो दीर्घकालिक स्थायित्व महत्वपूर्ण है, क्योंकि खराब कपड़ा संभवतः भलीभांति काम न करे।
 - जियोटेक्स्टाइल शीट 10 से 300 मिल या .254 मिमी से 7.62 मिमी (1 मिल = 0.0254 मिमी) तक विभिन्न मोटाई में निर्मित की जाती हैं। चौड़ाई 10 मीटर तक हो सकती है और बाजार में गोलाकार बंडल में उपलब्ध है।
8. रेत जलनिकास
- रेत जलनिकास का निर्माण एक स्टील के आवरण को भूमि में डालकर और उस आवरण को उपयुक्त ग्रेड की रेत से भरकर किया जाता है।

- तदुपरांत इस आवरण को हटा दिया जाता है, जिससे रेत जमीन में रह जाती है।
- रेत जलनिकासों को जोड़ने के लिए उनके ऊपर रेत की परत रखी जाती है।
- रेत की परत पर, अतिरिक्त भार डाला जाता है जिससे मिट्टी ठोस बन जाती है।
- रेत के जलनिकास की त्रिज्या 0.2 से 0.3 मीटर रखी जाती है और रेत जलनिकास के बीच दूरी 2 से 5 मीटर रखी जाती है और तटबंध की गहराई लगभग 3 से 35 मीटर रखी जाती है।
- उन्हें जोड़ने के लिए उनके ऊपर 0.6 मीटर से 1 मीटर की मोटाई की रेत की परत रखी जाती है।



आकृति 3.42: रेत जलनिकास



आकृति 3.43: विक जलनिकास

9. विक जलनिकास

- रेत जलनिकास महंगे होने के कारण विक जलनिकासों को पसंद किया जाता है।
- वे पूर्वनिर्मित ऊर्ध्वाधर जलनिकास होते हैं जिनमें जियोसिंथेटिक आवरण युक्त नालीदार या लहरदार प्लास्टिक रिबन होते हैं।
- विक जलनिकास के शीर्ष पर, छिद्र के पानी के निकास के लिए प्रमुख जलनिकास दिया जाता है।
- विक जलनिकास आमतौर पर 100 मिमी चौड़ी और 5 मिमी मोटी एक पट्टी के आकार की होती हैं।

10. शिलास्तंभ

- शिला स्तंभों का निर्माण वाइब्रॉप्लोट द्वारा निक्षेप में छेद करके और फिर इन छेदों को 6 से 40 मिमी के आकार की बजरी (या छोटे पत्थरों) से भरकर और इसे सघन बनाकर किया जाता है।

- ये ऊर्ध्वाधर जलनिकास का कार्य करते हैं और मजबूती बढ़ाते हैं।
- शिला स्तंभों का अंतर आम तौर पर केंद्र से केंद्र तक 1.5 से 3 मीटर के बीच होता है और उनका व्यास आमतौर पर 0.5 से 0.75 मीटर होता है।
- ये उच्च कार्बनिक क्ले और सिल्ट के मोटे निक्षेप के लिए प्रभावी नहीं हैं।

3.3 मृदा अपरदन की रोकथाम:

अपरदन के बढ़ने से अस्थिरता बढ़ जाती है क्योंकि इससे मृदा बाहर आ जाती है, जो बाह्य शक्तियों के प्रति संवेदनशील होती है और इससे विरूपण का प्रतिरोध करने की इसकी क्षमता कम हो जाती है।

- **वनस्पति द्वारा:** यह एक जैव-इंजीनियरिंग विधि है।
- क) **बीजन:** घास और फलीदार फसलों की बुआई करने से सतह का क्षरण कम होता है।
- बीजारोपण मूल रूप से दो प्रकार का होता है:
 1. **शुष्क बुआई:** शुष्क बुआई रोटरी डिस्क और वायु चालित बीजक से की जाती है। ये विधि हाइड्रोलिक बुआई की तुलना में कम खर्चीली हैं, लेकिन ऊबड़-खाबड़ सतह और छोटी ढलानों तक सीमित हैं। रोटरी डिस्क सीडर्स केन्द्रापसारक बल द्वारा बीज और उर्वरक फैलाते हैं। वायु-चालित बीजक में सीडर हवा से 5 से 8 मीटर (15 से 24 फीट) की दूरी पर बीज और उर्वरक को उड़ाने या शूट करने के लिए हवा का उपयोग किया जाता है। इस उपकरण को मोटर चालित वाहनों के लिए अनुकूलित किया जा सकता है।
 2. **हाइड्रोलिक बुआई अथवा हाइड्रो बुआई:** इस प्रकार की बुआई में पानी के घोल में बीज का उपयोग किया जाता है जिसमें उर्वरक, मिट्टी बांधकर रखने वाला तत्व और (या) मल्वं होते हैं। इस प्रणाली के लिए यांत्रिक हाइड्रोलिक आलोडन और वॉल्यूम पंपिंग क्षमता वाले मिश्रण टैंक की आवश्यकता होती है। हाइड्रोलिक सीडिंग 1:1 और उससे अधिक अनुपात की ढलानों में बुआई के लिए प्रभावी है, जहां ढलान में बीज का ठहरना जरूरी है।

नुकसान:

- ऐसी वनस्पतियां उपज सकती हैं जिनके लिए सिंचाई और रखरखाव की आवश्यकता होती है।
- सफलता के लिए मौसम और वर्षा दर पर बहुत अधिक आश्रित है।
- बुआई के बाद भारी उपयोग से सुरक्षा की आवश्यकता होती है।

बुआई से पहले:

- सतही जल निकासी को नियंत्रित करें
- कट बैंक ओवरहैंग को हटा दें।
- ढलान कोण कम करें



आकृति 3.44: नीचे जल निकासी के साथ वनस्पति से आच्छादित

- बेंचिंग प्रदान करें।
- झाड़ियों, पेड़-पौधों के देशी मिश्रण से वनस्पति बढ़ती है और जड़ व्यवस्था अधिक मजबूत बनती है और पानी की कुछ मात्रा को छानने और अवशोषित करने में मदद मिलती है।
- बीजों की उपयुक्तता मिट्टी के प्रकार, जलवायु परिस्थितियों, प्रजाति की संगतता और प्रजाति के प्रतिस्थापन पर निर्भर करती है।

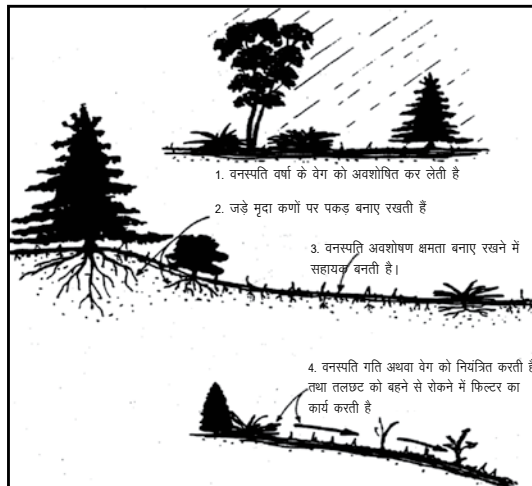
****पौधों की सर्वाधिक भरोसेमंद किस्म वेटिवर है जो एक प्रकार की घास है जो कई भिन्न वातावरणों में अपरदन के खिलाफ ढाल को स्थिर रखती हैं।**

ख टर्फिंग/सोडिंग द्वारा

- टर्फिंग ढलान की सतह पर विकसित जड़ों वाली घास को सीधे लगाना है।
- अपेक्षाकृत परिपक्व घास आसानी से वृद्धि करेगी और समग्र सतह को मजबूती प्रदान करने के लिए अपनी जड़ों को मिट्टी में विस्तारित करेगी।
- इसे बुआई वाली वनस्पति की अपेक्षा कम समयावधि के भीतर साईट गतिविधियों के लिए प्रयोग किया जा सकता है।
- वर्ष के किसी भी समय इसे लगाया जा सकता है जब तक कि मिट्टी में नमी की स्थिति अनुकूल हो।

नुकसान:

- यदि शुष्क मौसम के दौरान या रेतीली मिट्टी पर बुआई की जाती है, तो निरंतर सिंचाई की आवश्यकता हो सकती है।
- खरीदने और लगाने की लागत, बीज बोने की तुलना में अधिक है।



आकृति 3.45: वनस्पति के लाभ

ग) मल्विंग:

मल्व, भूमि की सतह को अपरदन से सुरक्षा प्रदान करने और मृदा में नमी बनाए रखने के लिए भूमि की सतह पर फैलाई गई निर्जीव सामग्री है। पुआल, घास के रेशे, लकड़ी के रेशे, समुद्री शैवाल, घास, बजरी और कागज उत्पाद आदि विभिन्न प्रकार के मल्व हैं।

मल्विंग का उपयोग अक्सर केवल उन क्षेत्रों में किया जाता है जहां मौसम या जलवायु के कारण अस्थायी बुआई नहीं की जा सकती।

मल्विंग से तत्काल, प्रभावी और सस्ता कटाव नियंत्रण मिल सकता है।

डामर मल्व उपचार

एक डामर इमल्शन (मल्व) रेत के साथ गहरे रंग की बिटुमिन पिच का, उपयुक्त ग्रेड की रेत या बजरी का मिश्रण होता है जिसे मिट्टी में बीज लगाने के बाद स्प्रेयर द्वारा फैलाया जाता है। डामर की परत धीरे-धीरे विघटित हो जाती है और इसके स्थान पर हरी वनस्पति की कालीन आ जाती है।

नुकसान:

- कुछ मल्व सामग्री जैसे लकड़ी के चिप्स पौधे के विकास के लिए आवश्यक पोषक तत्व अवशोषित कर सकते हैं, इसलिए इसका सावधानीपूर्वक चयन किया जाना चाहिए।
- इससे कुछ बीजों के अंकुरण में देरी हो सकती है क्योंकि आवरण से मृदा का सतही तापमान कम हो जाता है।
- यदि इसकी सुरक्षा न की जाए तो मल्व आसानी से उड़ अथवा बह सकता है।
- बैल्ली बेंचिंग।

120 से 150 मिमी व्यास और 2.0 से 2.7 मीटर लंबे लकड़ी के बैली (पोस्ट) ढलान में पंक्तियों में लंबवत संचालित होते हैं।

वे तीन स्तरों पर क्षैतिज कीलों से अथवा जस्तेन के कंटीले तारों से बंधे होते हैं।

अंत में कटाव से बचाव के लिए खाई/ढलान के ऊपरी हिस्सों को बड़े-बड़े पत्थरों से भरा जाता है।

घ) **फस्किनस/झाड़ी के गड्डरे**

फस्किनस को सबसे अच्छे तरीके से रस्सी के आकार के बंडल के रूप में वर्णित किया जा सकता है, जिसे सुतली से बांधा जाता है।

इसके परिणामस्वरूप जड़ प्रणाली मिट्टी को बरकरार रखने और कोलाशम को यथावत रोककर रखने के लिए भली भांति काम करती है।

ये सहज और प्रभावी होते हैं, इन्हें बनाने के लिए बहुत कम समय की आवश्यकता होती है और स्थल के साथ बहुत कम छेड़छाड़ कर लगाया जा सकता है।

कोलाशमों को अपवाह या रिसते किनारों के लिए नालियों के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

ड) **जियोटेक्सटाइल्स/जियोसिन्थैटिक द्वारा**

कुछ जियोटेक्सटाइल जैव अपघटनीय सामग्री होते हैं जैसे कि घास की चटाई और जाली।

- मल्व की चटाई ऐसी सामग्री होती हैं (जूट या अन्य लकड़ी के रेशे) जिनसे मल्व की शीट बनाई गई हैं, और ये सामान्य मल्व से अधिक स्थिर होते हैं।
- जालियां आम तौर पर जूट, अन्य काष्ठी रेशे, प्लास्टिक, कागज या कपास से बनाया जाता है और इसे मल्विंग और चटाई की जमीन पर पकड़ बनाए रखने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।

जालियों का उपयोग मिट्टी को स्थिर रखने के लिए अकेले भी किया जा सकता है, जबकि पौधे बढ़ रहे हों हालाँकि, यह नमी या तापमान को भली भांति बरकरार नहीं रखता है।

प्रभावी जाली और चटाई बिछाने के लिए सामग्री और मिट्टी के बीच पक्के, निरंतर संपर्क की आवश्यकता होती है। यदि इनमें कोई संपर्क नहीं होता है, तो सामग्री की मिट्टी पर पकड़ नहीं हो पाएगी और सामग्री का नीचे से कटाव होगा।

यह इंस्टालर को सुविधा प्रदान करता है।

नुकसान:

- कई सिन्थेटिक जियो-टेक्सटाइल प्रकाश के प्रति संवेदनशील होते हैं और उन्हें स्थापित करने से पहले इसे प्रकाश से बचाया जाना चाहिए।
- यदि वस्त्र को उपयुक्त रूप से चयनित, डिजाइन या संस्थापित नहीं किया जाता तो इसकी प्रभावशीलता काफी कम हो सकती है।

(च) डेंटिशन द्वारा

शिला के उजागर अग्रभाग की नरम सामग्री की छंटनी की जा सकती है।

परिणामी स्लॉट को फिल्टर सामग्री से भरा जाना चाहिए और कटाव को रोकने के लिए चिनाई या कंक्रीट द्वारा संरक्षित किया जाना चाहिए।

(छ) रासायनिक स्थिरीकरण द्वारा

मिट्टी को उसके स्थान पर बरकरार रखने के लिए और झंझावत अपवाह एवं पवन से मृदा अपरदन से सुरक्षा के लिए मिट्टी की सतह पर विनाइल, डामर, या रबर से बने पदार्थों का छिड़काव किया जाता है।

रासायनिक स्थिरीकरण के लिए उपयोग किए जाने वाले कई उत्पाद मानव निर्मित हैं।

यह उन क्षेत्रों को स्थिर करने में प्रभावी है जहां पौधे नहीं उगाए जा सकते।

नुकसान:

- यह आमतौर पर वनस्पति कवर की तुलना में अधिक महंगा होता है।
- ये अभेद्य सतहों को बना सकते हैं, (जहां से पानी नहीं गुजर सकता) जिससे झंझावत जल अपवाह की मात्रा और गति बढ़ सकती है।
- यदि सही तरीके से उपयोग नहीं किया जाए तो पानी की गुणवत्ता पर हानिकारक प्रभाव पड़ सकता है।

(ज) जंगल की आग को रोककर

- जंगल की आग से मिट्टी के पोषक तत्वों की हानि होती है और साथ ही मिट्टी के भीतर सशक्तिकरण तत्वों को भी कम कर देती है, जिससे यह कटाव की चपेट में आ जाती है।

इसलिए जंगल की आग से बचाव के लिए सावधानियां बरतनी चाहिए:

- कभी भी किसी अलाव को अनदेखा न छोड़ें। सोने या कैंप की साईट को छोड़ने से पहले अलाव पर पानी डालकर पूरी तरह बुझाए और इसकी राख को हिलाकर ढंडा होने तक न जाएं।
- क्षेत्र से सभी पत्तियों, टहनियों और अन्य ज्वलनशील सामग्री को हटाकर अपना अलाव तैयार करें।
- कैंपिंग करते समय, लालटेन, स्टोव और हीटर का उपयोग करते हुए और इनमें ईंधन भरते समय ध्यान रखें। ईंधन पुनर्भरण से पहले सुनिश्चित करें कि जलने और गर्म होने वाले उपकरण ठंडे हैं। ज्वलनशील तरल पदार्थों को फैलाने से बचें और ईंधन को उपकरणों से दूर भंडारित करें।
- चलती गाड़ियों से या पार्क के मैदान में कहीं से भी सिगरेट, माचिस और धूम्रपान सामग्री न फेंकें। उनका निपटान करने से पहले निश्चित करें कि सिगरेट पूरी तरह से बुझ गई है।
- जब हवा चल रही हो तो आंगन में आग न जलाएं और कुदाल, पानी एवं अग्निशमन सामग्री समीप रखें ताकि आग पर काबू पाया जा सके। जब आग जलाएं तो आंगन से सभी ज्वलनशील सामग्री हटा दें।

- हवा की स्थिति में पिछवाड़े में आग जलाने से बचें, और आग से बचाव के लिए पास में फावड़ा, पानी और अग्निरोधी सामान रखें। आग जलाते समय यार्ड से सभी ज्वलनशील पदार्थ हटा दें।
- ढलान को अभेद्य परत से कवर करना।
अभेद्य परत, सिंथेटिक सामग्री की लचीली चादरें होती हैं जिनसे होकर पानी भूमि के अंदर प्रवेश नहीं करता।
इन्हें या तो जमीन से चिपकाया जाता है अथवा भूमि पर जगह जगह कीलों से लगाया जाता है।

3.3.1 धारा के किनारे का स्थिरीकरण

यदि निर्माण नदी से सटी ढलान पर किया जाता है, तो धारा के किनारे का कटाव हो सकता है जिससे समय के साथ ढलान अस्थिर हो सकती है। इसके अलावा, झंझावत अपवाह के उच्च वेग और अत्यधिक मात्रा की वजह से किनारे के अपरदन को रोकने के लिए धारा के किनारे का स्थिरीकरण किया जाता है। विशिष्ट विधियों में निम्नलिखित शामिल हैं:

1. गिट्टी लगाना
धारा या झील के किनारे बड़े कोणीय पत्थर रखे जाते हैं।
2. गेबियन
धारा का एक नया किनारा बनाने के लिए शैल—से भरे तार के पाश का उपयोग किया जाता है।
3. मजबूत कंक्रीट
प्राकृतिक धारा किनारों के स्थान पर कंक्रीट की दीवार और पुश्ते की दीवारें बना दी जाती हैं और एक गैर—अपरदनीय सतह बनाई जाती है जिससे धारा के किनारे के अपरदन को रोकने में मदद मिलती है।
4. लट्टा प्रतिरोधक
यह अपरदनकारी बल के खिलाफ मिट्टी रोककर रखने के लिए लट्टों की बनी हुई पुश्ते की दीवार है। यह आमतौर पर धाराओं के घुमाव के बाहर बनाया जाता है।
5. ग्रीड स्थापना
धारा के किनारे को स्थिर करने और ऐसी खुली जगह बनाने के लिए, जहां वनस्पति स्थापित की जा सके, धारा के किनारे—किनारे पूर्वनिर्मित अथवा उस स्थान पर डाली गई कंक्रीट इकाईयां लगाई जाती हैं।
6. डामर बिछाना
एक गैर—कटाव वाली सतह बनाने के लिए धारा के प्राकृतिक किनारे के साथ—साथ डामर बिछाया जाता है।
धारा के किनारे के स्थिरीकरण का उपयोग वहां किया जाता है जहां वनस्पति स्थिरीकरण की परिपाटी व्यवहार्य नहीं हैं और जहां निर्माण के दौरान अत्यधिक प्रवाह या व्यवधान से भारी अपरदन हो सकता है।

- वाटरशेड क्षेत्र में किसी भी भूमि विकास से पहले स्थिरीकरण होना चाहिए।
- जब किसी धारा का अपरदन होता है, तब भी स्थिरीकरण दोबारा किया जा सकता है।

नुकसान:

- इससे पानी की गुणवत्ता या सौंदर्य लाभ प्रदान नहीं हो पाते जो वनस्पति लगाने से मिल सकते हैं।
- इन्हें योग्य पेशेवर इंजीनियरों द्वारा बनाया जाना चाहिए, जिससे परियोजना की लागत बढ़ सकती है।
- (सामग्री की लागत) अधिक हो सकती है।
- संरचना के लिए अतिरिक्त परमिट की आवश्यकता हो सकती है।
- इससे धारा प्रवाह बदल सकता है जिससे अनुप्रवाह जलनिकासी में परिवर्तन होता है।
- वन्यजीवों के आवासों पर नकारात्मक प्रभाव पड़ सकता है।

3.4 बढ़ते भूजल स्तर की रोकथाम

ढलान और भूमि की स्थिरता में जल निकासी की महत्वपूर्ण भूमिका है। इससे रिसने के लिए उत्तरदायी बलों को कम करने में मदद मिलती है और साथी ही भूजल पर भी नियंत्रण रहता है क्योंकि भूजल बढ़ने से भवन निर्माण पर दबाव बढ़ता है जिससे बढ़ते दबाव के कारण स्खलन हो सकता है।

निर्माण करने से पहले जल निकासी प्रदान करने के लिए उचित उपाय किए जाने चाहिए।

- ध्यान रखने योग्य बातें:

सतह की सिंचाई को न्यूनतम करें— सावधानीपूर्वक पानी दें या सिंचाई करें। खड़ी ढलानों पर या उसके पास लॉन या बगीचे के क्षेत्रों को न भिगोएँ। ऐसे पौधों का चयन करें जिन्हें गहरे या अत्यधिक पानी की आवश्यकता न हो।

प्लंबिंग, सिंचाई पाइप, नालियों, गटर और स्विमिंग पूल में लीक और मरम्मत की जाँच करें।

स्खलन क्षेत्र से प्रवाह का दिशा— परिवर्तन करें।

खड़ी ढलानों के शीर्ष पर या पहले से मौजूद जल निकासी स्रोतों पर यार्ड के कटाव, उत्खनन सामग्री, रेत और मिट्टी सहित भराव से बचें।

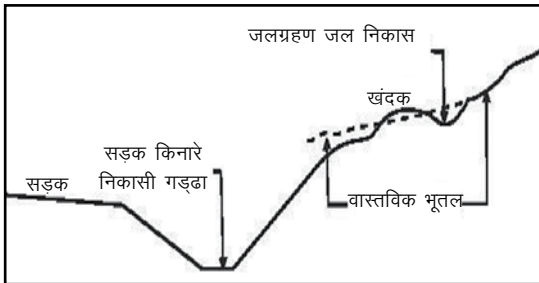
कटाव और भराव के शीर्ष पर सतही जल निकासी की व्यवस्था करें।

लचीली पाइपलाइनों का उपयोग करें जिनका रखरखाव हो सके।

3.4.1 भूतल जल नियंत्रण: सड़कों और पहाड़ी ढलानों पर पानी को नियंत्रित करना।

क) जलग्रहण अथवा इंटरसेप्टर नालियाँ:—

- सतही पानी को इकट्ठा करने और हटाने की लिए भूमि की ढलान के साथ-साथ एक गड्ढा करना, प्ररूपी तौर पर निचले भू-स्तर के ठीक ऊपर क्यों कि यह अभेद्य परत पर बहता है।
- पहाड़ी ढलान से पानी की दिशा में परिवर्तन करने के लिए, जलग्रहण जलनिकासों को बहुत सावधानीपूर्वक अवस्थित करना चाहिए। ये पंक्तिबद्ध और भलीभांति अनुरक्षित हों।
- पानी के उच्च वेग और संभावित कटाव से बचने के लिए 50 में से 1 से लेकर 33 में 1 की प्रवणता दी जानी चाहिए।
- जलग्रहण जलनिकासी से प्राप्त पानी को किसी ढलान या प्राकृतिक पहाड़ी की ओर मोड़ दिया जाना चाहिए।



आकृति 3.46: पहाड़ी ढलान पर नाली के अवरोधन वाला भाग
(स्रोत: IS code 14680)



आकृति 3.47: नाली अवरोधन
(स्रोत: http://hkbus.wikia.com/i/%E6%AA%94%E6%A1%88:Cheung_Sha_Catchwater_4.JPG)

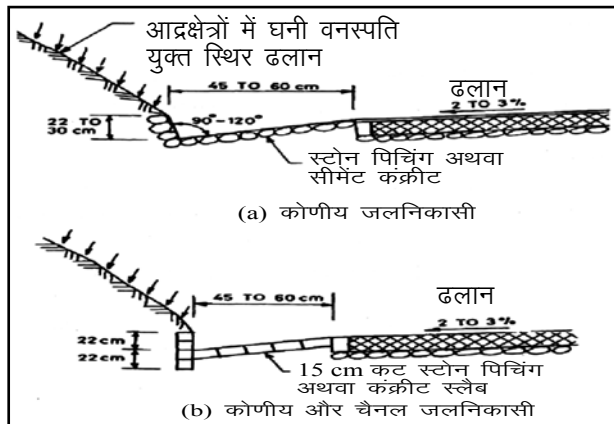
ख) सड़क के किनारे जलनिकासी:

- सड़क की सतह से पानी बाहर निकालने और जलग्रहण जलनिकास के नीचे पहाड़ी ढलानों से पानी निकालने के लिए पहाड़ी के सबसे निचले हिस्सों पर सड़क के किनारे जलनिकासी उपलब्ध करायी जाती है।



आकृति 3.48: सड़क किनारे जलनिकासी
(स्रोत: www.autospec.co.za)

- ये अर्ध-वृत्ताकार तश्तरी, आयताकार, समलम्बाकार कोण जलनिकासी और आद्यान्तर और भागों में चैनल निकासी के साथ रोड़ी की सूखी चिनाई से निर्मित किए जाते हैं।
- जहां सड़क की चौड़ाई सीमित है वहां कोण या आद्यान्तर और चैनल नाले उपयुक्त हैं और ये आसानी से क्षतिग्रस्त नहीं होते हैं।
- पानी की ढलान 1:20 से 1:25 तक होगी ताकि वह स्वयं-स्वच्छ हो सकने योग्य वेग से बह सके।



आकृति 3.49: आद्यांतर व कोण प्रदर्शित करता भाग
(स्रोत: आईएस कोड 14680)

ग) क्रॉस जलनिकास:

- ये प्रदेश की प्रकृति के आधार पर 4 से 6 किमी के अंतराल पर उपलब्ध कराए जाएंगे।
- ये प्राकृतिक नाले और वाटर क्रासिंग के प्रत्येक बिंदु पर उपलब्ध कराए जाएंगे।
- क्रॉस जलनिकास संरचनाएं हैं:

i. पुलियॉ:

- ऐसी संरचना जिससे पानी सड़क, रेलमार्ग, पगडंडी या इसी तरह की बाधा के नीचे से गुजरकर प्रवाहित होता है और जो मिट्टी से घिरा हुआ होता है। एक पुलिया पाइप, प्रबलित कंक्रीट या अन्य सामग्री से बनाई जा सकती है।
- पहाड़ी ढलान की दिशा में पुलिया के मुहाने पर एक जलग्रहण गड्ढे की व्यवस्था की जाती है।
- बारिश के मौसम से पहले और बाद में सफाई के लिए न्यूनतम 0.9 मीटर चौड़ाई और 1.5 मीटर ऊंचाई रखी जाती है।
- घाटी की ओर के निर्गमन बिंदु पर पर्याप्त सुरक्षात्मक कार्य आवश्यक हैं, जो अधिमानत सीढ़ियों वाली 'टो' दीवार होंगी ताकि पानी की ऊर्जा नष्ट हो जाए।

विभिन्न प्रकार की पुलिया निम्नानुसार हैं:

- मेहराबनुमा पुलिया : मेहराब नुमा पुलिया में एबटमेंट, विंग वॉल, आर्क, पैरापेट और नींव होती हैं जो पत्थर की चिनाई या कंक्रीट से बनी होती हैं। फ्लोर और कर्टन वॉल मिट्टी की नींव को क्षरण से बचने के लिए बनाई जाती है।
- सिल्लीनुमा पुलिया : इसमें बीम या पत्थर की सिल्ली या स्टील के गर्डर्स के साथ या उसके बिना आरसीसी की सिल्ली होती है जो एबटमेंट और पियर्स के बीच स्पैन को कवर करने के लिए बनाई जाती है।
- पाईपनुमा पुलिया : ऐसी पुलिया तब बनाई जाती है जब जल धारा का प्रवाह कम होता है या किनारे की पर्याप्त ऊंचाई नहीं होती है। आमतौर पर, एक या अधिक 0.50 मीटर या 0.90 मीटर व्यास की आरसीसी पाइप एक दूसरे के साथ मिलाकर लगाई जाती हैं। पानी के धारा प्रवाह के लिए दीवारें बनाई जाती हैं। ग्रेडिएंट 30 में 1 से अधिक चपटे



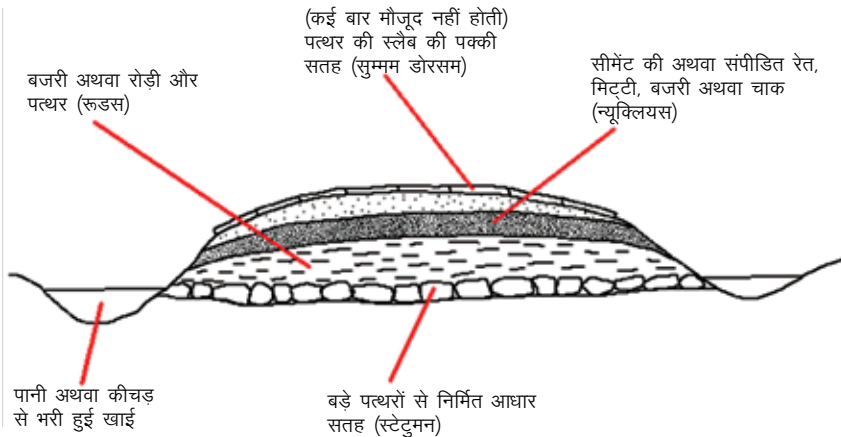
आकृति 3.50: मेहराबनुमा पुलिया आकृति 3.51: सिल्ली नुमा पुलिया आकृति 3.52: पाईपनुमा पुलिया

नहीं होने चाहिए।

- ii. नाला : किनारे की नाली या नाले से इकट्ठा हुआ पानी 0.9 ऊंची और 1.0 चौड़ी छोटी क्रॉस ड्रेनेज संरचना के माध्यम से घाटी की दिशा में चला जाता है और यह किफायती भी होता है। नाले के दोनों सिरों पर पुश्ते की दीवार बनाई जाती है।
- iii. बांध : उन स्थानों पर ठोस या छिद्रित बांध बनाए जाते हैं जहां जल प्रवाह उथली गहराई के साथ व्यापक होता है, जिसका वेग कम होता है और मलबे का प्रवाह अनिश्चित होता है।

दो प्रकार के बांध होते हैं :

- कम ऊंचाई वाले बांध : वे किनारे जो साल के अधिकांश समय शुष्क रहते हैं, उन्हें यथा सुलभ ढलान पर काट दिया जाता है। आम तौर पर रेतीली भूमि वाले प्रवाह या नदी, पर दीवार को यथा संभव बहने से रोकने के लिए ऊपर और नीचे की ओर कंक्रीट के पर्याप्त स्थान पर पत्थर का फर्श बानाया जाता है।



आकृति 3.53: पक्की सड़क का भाग
(स्रोत-विकीपीडिया)

- ऊंचे स्तर की पक्की सड़क: यह एक निमज्जनी सड़क बांध है जिसे बाढ़ के लिए ऊपर से निर्मित किया जाता है। इसका निर्माण इस प्रकार से किया जाता है कि बाढ़ के हालातों में यातायात 12 घंटों से अधिक समय तक प्रभावित नहीं होता है।



आकृति 3.54 निर्मित पक्की सड़क



आकृति 3.55 चावल की पुआल व बाली से निर्मित नाली

(स्रोत: www.th.gov.bc.ca440)

घ) चावल की पुआल तथा पुआल के गट्टर

- चावल की पुआल, जिसे स्ट्रा वार्म्स, बायो-लाग्स, स्ट्रा नूडल्स, अथवा स्ट्रा ट्यूब्स का निर्माण गेंहू अथवा चावल की दाना रहित घास को संकुचित कर सिलेण्डर के आकार में किया जाता है।
- इनका व्यास 20 से 30 सेमी तथा लम्बाई 7 से 9 मीटर आकार में जूट, नायलॉन अथवा अन्य फोटोडिग्रेडेबल सामग्रियों से मिलकर बनते हैं।
- इनको उथली खाईयों में, ढलान के (आर-पार) क्रमिक बाड़ बनाते हुए ढलान पर बहते हुए पानी के बहाव को रोकने के लिये बनाया जाता है।
- इनका प्रभाव 50 प्रतिशत से अधिक गहरी ढलानों पर बहुत कम हो जाता है।
- यहां पर मिट्टी की ऊंचाई 8 इंच से कम नहीं होनी चाहिए।

3.4.2 सतह में प्रवेश करने वाले उप-सतही जल का नियंत्रण

क) क्षैतिज नालियां

- क्षैतिज नालियां 50 मिमी व्यास की छिद्रित/सुव्यवस्थित कठोर पीवीसी पाइपों से युक्त होती हैं।
- आमतौर पर, पाइप का ऊपरी दो तिहाई हिस्सा छिद्रित/सुव्यवस्थित कठोर होता है।
- ये पाइप पहाड़ी अथवा ऊंची जगहों पर 5 से 15 डिग्री के नेगेटिव ग्रेडिएंट में क्षैतिज रूप में पहले से खोदे गये बोरहोल में गाड़ी जाती हैं।
- पीवीसी पाइपों के बाहर फिसलने अथवा हटने के खतरे से बचने के लिए एक चैक वाल्व को स्थायी तौर पर पीवीसी पाइप पर से खोदे गये छेद में डालने से पहले लगाया जाता है जो पानी के बहाव को नियंत्रित करता है।



(स्रोत: www.bca.gov.sg)



(स्रोत: www.newslinecolncounty.com)

आकृति 3.56: क्षैतिज नालिया

ख) गहरी नालियां/गड्ढे:

- भूमि में गहरा तथा पतला छेद गड्ढा होता है।
- गहरी खाई वाली नालियों का उपयोग पानी की अधिकतम 5 से 8 मीटर की गहराई में डालने के लिए किया जाता है।
- फिल्टर-फैब्रिक से ढकी गहरी नालियां पारगम्य बजरी कोर से युक्त होती हैं जो नाली को अवरुद्ध होने से रोकने के लिए एक फिल्टर फैब्रिक से घिरी होती हैं।



(स्रोत: www.ideasget.com)



(स्रोत: www.trenchdrainblog.com)

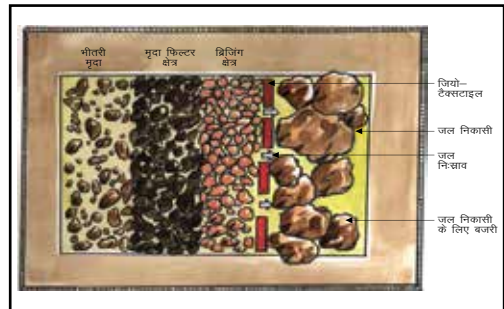
आकृति 3.57: ट्रेंच नालियां

ग) जलनिस्रावक छिद्र

जलनिस्रावक छिद्र वे छिद्र होते हैं जिन्हें बाहरी दीवारों अथवा पुश्ते की दीवारों में ईटों के बीच में जल निकासी के उद्देश्य से छोड़ दिया जाता है।



आकृति 3.58: दीवारों में जलनिस्रावक छिद्र
(स्रोत: <http://construdeia.com/furo-na-parede/>)



आकृति 3.59: फिल्टर झिल्ली के तौर पर जियोटैक्सटाइल
(स्रोत: http://autospec.co.za/productmedia/kaytech/geotextile_fdg/geotext_fdg_overview.htm)

घ) फिल्टर झिल्ली

- मिट्टी को पाइप में प्रवेश करने से रोकने के लिए नालियों के आसपास उचित फिल्टर प्रदान किया जाना चाहिए जिससे नालियों का अवरोधन रोका जा सके।
- फिल्टर के अणु का आकार इतना पर्याप्त होना चाहिए कि वह अवांछित सामग्री को इसमें प्रवेश करने से रोक सके।
- फिल्टर के तौर पर जियोटैक्सटाइल का उपयोग किया जा सकता है।

ड) जियो टैक्सटाइल नालियां

- अपनी उच्च जल वहन क्षमता और विशाल आकृति के कारण जियोटैक्सटाइल का उपयोग नालियों के रूप में भी किया जा सकता है।
- एक छोर पर उचित खुलाव के साथ जियोटैक्सटाइल को मिट्टी में स्थापित किया जाता है।

3.4.3 वर्षाजल प्रवाह के लिए विशेष प्रावधान

- ढलानों पर अधिक मात्रा एवं दबाव में झंझावत जल ढलानों को अस्थिर कर देता है उसके लिए जल निकासी नियन्त्रक बहुत महत्वपूर्ण हैं। इसके अलावा यह अपने साथ बहुत अधिक मात्रा में मलबा भी लाता है जो कि नाली को जाम कर सकता है इसलिए इसको हटाने के लिए उचित उपायों को, विशेषरूप से, भारी बारिश के समय किया जाना आवश्यक है।

क) भू तटबंध

- एक भू-तटबंध एक रिज या, रिज और चैनल का संयोजन है, जिसका उपयोग कार्य क्षेत्रों को ऊपर की ढलानों के अपवाह से बचाने के लिए और तलछट से भरे पानी को उचित जाल या स्थिर निर्गमों के द्वारा इनकी दिशा बदलने के लिए किया जाता है।

- भू-तटबंध को स्थिरता प्रदान करने के लिए ठोस मिट्टी तथा पत्थर, रोड़ी या वनस्पतियों का उपयोग किया जाता है।
- इनका निर्माण उन सामग्रियों और उपकरणों से किया जा सकता है जो आमतौर पर पहले से ही निर्माण स्थल पर मौजूद होती हैं।
- समय-समय पर इनका निरीक्षण व रखरखाव आवश्यक है।

ख) जल निकासी प्रवाल

- जल निकासी प्रवाल वनस्पति की कतार, रोड़ी, डामर, कंक्रीट और अन्य सामग्रियों से मिलकर बनी एक नहर है।
- इसे एक नहर खोदकर तथा उपयुक्त मजबूती प्रदान कर बनाया जाता है।
- यह अपेक्षाकृत समतल ढलानों वाले क्षेत्रों में उपयोग किये जाने तक सीमित है।



आकृति 3.60: जल निकासी प्रवाल
(स्रोत: <http://www.panoramio.com/photo/11818039>)



आकृति 3.61: अवरोधक तटबंध
(Source: <http://www.calpaclab.com/silt-dike-runoff-protection-erosion-control-barrier/ut-9712>)

ग) अवरोधक तटबंध तथा बांध

- अवरोधक तटबंधों (ठोस मिट्टी के रिज) तथा बांधों (खुदाई किये गये गड्ढों) का उपयोग अत्यधिक कटाव के जोखिम वाले क्षेत्रों में ऊंची ढलानों को सुरक्षित रखने के लिए किया जाता है।
- ये बहाव की मात्रा व गति को कम करते हैं तथा इसे निर्गम (निकासी की जगह) अथवा तलछट जमा क्षेत्र की ओर निर्देशित करते हैं।
- पानी के बहाव को ढलानग्रस्त क्षेत्र की चोटी पर एक पथांतरण बांध अथवा तटबंध बनाकर उस स्थान से दूर ले जाया जाता है जहां पर कटाव का जोखिम अधिक होता है।
- यदि पानी का बहाव ज्यादा तेज हो तो यह वनस्पतियों के उत्पादन में कठिनाइयां पैदा कर सकता है।
- यदि इसका निर्माण त्रुटिपूर्ण तरीके से हुआ हो, तो चूंकि बहाव को संकेद्रित कर दिया जाता है, इसलिए यह कटाव एवं तलछट निकासी को उत्पन्न कर सकता है।

घ) गाद की बाड़

- गाद की बाड़, जिसे “फिल्टर बाड़” भी कहा जाता है, यह अवसादन नियंत्रण का एक अस्थायी उपाय है। इसमें खंभों के आर पार फिल्टर फैब्रिक लगाया जाता है और कभी-कभी तार की मदद से भी इस बाड़ को तैयार किया जाता है।
- गाद बाड़ का उपयोग छोटे जल निकासी क्षेत्रों में तलछट को रोकने के लिए किया जाता है।
- ये बाड़ उन क्षेत्रों में अत्यधिक प्रभावशाली हैं जहां पर स्थलीय प्रवाह (वह अपवाह जो जमीन के ऊपर एक पतली, समतल परत में बहता है) अथवा छोटे गड्ढों अथवा निकासी के रास्ते में मौजूद हों।
- ये तलछट को आ रहे पानी में जाने से रोकते हैं।
- ये बाड़ें हवा से उड़ने वाली रेत को रोकने में भी कारगर हैं।
- इसे नदियों के लिए उपयोग में नहीं लाया जाना चाहिए।



आकृति 3.62: गाद की बाड़

(स्रोत: <http://city.milwaukee.gov/CityLegacySite/SiltFence16800.htm>)

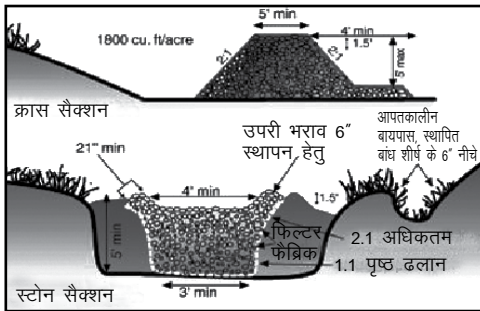
ड) तूफान निकासी अंतः प्रवेश सुरक्षा

- तूफान निकासी अंतः प्रवेश सुरक्षा किसी प्रवेशिका अथवा निकासी पर लगाया गया तलछट को फिल्टर करने का उपाय है।
- यह प्रक्रिया तलछट को प्रवेशिका के ढांचे में प्रवेश करने से रोकती है और इस प्रकार प्रवेशिकाओं में गाद को प्रवेश करने से रोकती है और इसी तरह तूफान निकासी प्रणालियों अथवा जल प्राप्त करने वाले मार्गों आदि से निकलने वाली गाद को भी रोकता है।
- प्रवेशिका सुरक्षा के लिए किया जाने वाला निर्माण कार्य बजरी तथा पत्थर के साथ तार की जाली, पत्थर के टुकड़ों तथा बजरी, फिल्टर फैब्रिक अथवा घास की जड़ों के मिश्रण से किया जाता है।

- जमा हुए तलछट को हटाना कठिन हो सकता है।
- यह कम मात्रा के तलछट, कम आयतन के बहाव (एक एकड़ से कम ऊबड़ खाबड़ वाले क्षेत्र) के लिए व्यावहारिक है।

च) तलछट जाल

- तलछट जाल का निर्माण एक तालाब खोदकर अथवा ढलान वाले क्षेत्र अथवा पानी की निकासी के आर-पार एक पुश्ते का निर्माण करके किया जाता है। पानी के बहाव को कम करने के लिए बड़े-बड़े पत्थरों का उपयोग करके अधिप्लव मार्ग व निकास का निर्माण किया जाता है।
- यह जाल लंबे समय तक पानी के बहाव को धारण करता है जिससे कि ज्यादा से ज्यादा तलछट इसमें समाहित हो जाए।
- यह कम खर्चीला तथा बनाने में आसान है लेकिन छोटे क्षेत्र के लिए उपयोगी है एवं तभी प्रभावी होता है जब अच्छी तरह इसका रखरखाव किया जाए।



आकृति 3.63: तलछट जाल
(स्रोत: <http://extension.missouri.edu/p/G1509>)



आकृति 3.64: पत्थरों के साथ निर्गम सुरक्षा
(स्रोत: http://livestockandland.org/Demonstration_Sites/pilot_site.html)

छ) निकासी की सुरक्षा

- निकासी सुरक्षा से संकेंद्रित तूफानी जल प्रवाह की गति कम हो जाती है और इसलिए यह तूफानी जल प्रवाह तथा पक्की नाली क्षेत्रों में मिट्टी के कटाव अथवा प्रवाह को कम करता है।
- इसके अलावा यह बहाव के साथ कटाव की मात्रा को कम करता है।
- इस प्रकार की सुरक्षा पत्थर अथवा गिट्टियों, कंकरीट एप्रनों, पक्के टुकड़ों तथा झंझावत जलनिकासी स्रोतों के नीचे स्थापित करने सहित अनेक तकनीकों के द्वारा प्राप्त की जा सकती है।
- लेकिन, यह तलछट (स्वयं में निकासी सुरक्षा ढांचे को हटाये बगैर) को हटाने में कठिनाई पैदा कर सकती है और इसे उच्च तीव्रता बहावों के साथ चट्टान शृंखलाओं के रखरखाव की अधिक आवश्यकता होती है।

ज) रोधक बाँध

- रोधक बाँध छोटे, अस्थायी अथवा स्थायी बाँध होते हैं जो संकेद्रीकृत बहाव की गति को कम करने के लिए जल निकासी खाई, ढलान अथवा नाली के आर-पार बनाये जाते हैं।
- यह बहाव की गति को कम करते हुए कटाव को कम करता है तथा नाली में अवनालिका को कम करता है और तलछट को स्थापित होने में मदद करता है।
- रोधक बाँधों का उपयोग केवल छोटी खुली नालियों में किया जाना चाहिए। इसमें एक बार बाँध बन जाने के बाद बहाव इसके ऊपर से नहीं होगा।
- ये सस्ते तथा बनाने में सरल हैं और यदि उचित रूप से डिजाइन किये जाए तो स्थायी तौर पर उपयोग में लाये जा सकते हैं।
- इनका उपयोग उन स्थानों पर किया जा सकता है जहां पर बहाव को मोड़ना अथवा अन्यथा नाली को रोकना संभव न हो।
- वर्षा के बाद यदि पानी का स्तर अधिक रहता है अथवा अत्यधिक तलछट रहता है तो यह घास की परतों को नष्ट कर सकता है तथा नाली की जलप्रेरित क्षमता को कम कर देता है।



आकृति 3.65: खुरदरी सतह

(स्रोत: http://www.nativevegetation.org/learn/manual/ch_10_1.aspx)

झ) सतह का खुरदरा करना

- सतह को खुरदरा करना एक अस्थायी कटाव नियंत्रण प्रक्रिया है।
- क्षैतिज खांचों के निर्माण से, गड्ढों से अथवा भूमि की परिरेखा पर समानांतर चलने वाली सीड़ियों के निर्माण से सतह को खुरदरा बनाया जाता है।

- सतह का खुरदरा बनाया जाना प्रवाह की गति को कम करता है, रिसाव को बढ़ाता है तथा तलछट को पकड़ लेता है और बीजों को जमीन में रहने और उगने का पूरा मौका देते हुए वानस्पतिक आवरण को स्थापित करने का मौका देता है।
- यह प्रभावशीलता में बहुत सीमित बल्कि लगभग एक सामान्य वर्षा के समान है तथा अस्थायी है और यदि तेज आधी में खुरदरापन बह जाता है तो इसकी सतह को पुनः खुरदरा करना होगा।
- **महत्वपूर्ण नोट:** विशेष क्षेत्र की वास्तविक आवश्यकता के अनुसार शमन का कार्य किया जाना चाहिए। कभी-कभी सुदृढीकरण के स्थान पर सरल उपचारात्मक जल निकासी उपायों से भी मदद होगी। कभी-कभी पहले से दबे हुए स्थिरकों को साधारणतः नेलिंग अथवा बोल्टिंग से निकाला जा सकता है। इसलिए, इन उपायों को क्षेत्र की परिस्थितियों के अनुसार अपनाये जाने की जरूरत है। यह प्रकृति को नुकसान पहुँचाए बगैर अर्थक्षम रूप से तथा समय पर मदद प्रदान करेगा।

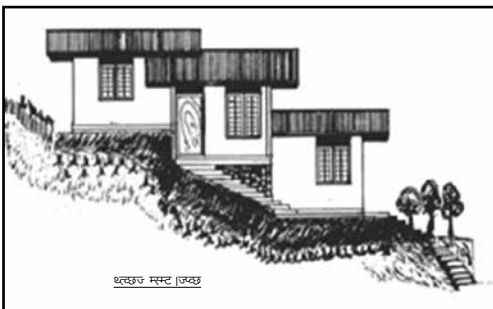
3.5 इमारतों को गिरने से बचाने के उपाय

ढलान की स्थिरता के लिए सभी आवश्यक कदम उठाने के बाद निर्माण कार्य भारतीय मानकों के अनुसार होना चाहिए जिससे कि इमारत विफल न हो।

साथ ही, इमारत को गिरते हुए मलबे अथवा ढलान, जैसा कि ऊपर बताया गया है, से बचाने के लिए उचित उपायों को अपनाये जाने की आवश्यकता है।

कुछ सुरक्षित भवननिर्माण कार्य नीचे दिये गये हैं:

- क) खड़ी ढलानों पर नीचे की ओर अथवा ढलान के आर-पार कम ढलान वाले एक ही रास्ते का निर्माण करें।
- ख) खड़ी ढलानों पर जहाँ तक संभव हो सके क्रीडा क्षेत्र, गुफाओं तथा उत्खनन को कम करें।
- ग) पहाड़ी ढलान पर पहाड़ के साथ कम छेड़छाड़ करते हुए, इस प्रकार कटाव और जमीन के टूटने को कम करते हुए मकानों का निर्माण क्रमिक स्तरों में करें।



आकृति 3.66: ढलानों पर विभाजित स्तरों में निर्माण
(स्रोत: Asian disaster preparedness centre-engineering practices)

- घ) साइट क्लियरेंस के दौरान अधिकतम प्राकृतिक वनस्पति प्रवर्धन को बनाये रखा जाए।

- ड) ऐसे लचीले ढांचों का उपयोग करें जिनमें उपयुक्त रूप से डिजाइन किया हुआ ईट का कार्य, लकड़ी अथवा स्टील के फ्रेमों, लकड़ी अथवा पट्टियों की परतें चढ़ाना शामिल हो।
- च) यदि निर्माणकार्य से पहले कोई कटिंग की जानी है तो यह सुनिश्चित कर लें कि इसे इंजीनीयर के दिशानिर्देश में बने पुश्ते की दीवार का सुदृढ़ीकरण प्राप्त है अथवा उचित ढलान का लेपन हो चुका हो।
- छ) भरण की सामग्री साफ और सुसंबद्ध होनी चाहिए। इसे भी मजबूती प्राप्त होनी चाहिए अथवा उपयुक्त ढलान पर लेपन होना चाहिए।
- ज) दरवाजों तथा खिड़कियों एवं कॉलमों से जुड़ी दीवारों के ऊपर चारों ओर बीम का एक संरचनात्मक घेरा होना चाहिए जिससे कि संरचनात्मक अखंडता सुनिश्चित हो सके और जिससे कि संरचना एक इकाई के रूप में कार्य कर सके।



आकृति 3.67: मकान के ऊपर क्रमिक घेरे में बीम
(स्रोत: <http://www.discoverycentres.org.uk/educationcentrepag.htm>)



आकृति 3.68: छत और दीवारों के बीच उचित संपर्क (स्रोत: https://www.disastersafety.org/high_winds/making-the-right-connections/attachment/wall-to-roof-straps/)

- झ) भवन के सभी तत्वों को ठीक से एक साथ बाँधा जाना चाहिए। खंभों, बीमों, कालमों, दीवार से दीवार की फ्रेमिंग के बीच संयोजन सुनिश्चित किया जाना चाहिए जो इस ढाँचे को अलग-अलग भागों में टूटने नहीं देगा।



आकृति 3.69: दीवारों के कोनो का सुदृढ़ीकरण
(स्रोत: <http://blogs.gazette.com/sidestreets/2013/05/03/flashflood-sandbagging-off-to-poor-start>)



आकृति 3.70: भवन के चारों ओर रखे गये रेत के बोरे
(स्रोत: www.ratecore.com)

- ज) त्रिकोणीय कोनो की दीवारों को संरचनात्मक रूप से सुदृढ़/मजबूत होना चाहिए।
- ट) दिये गये सुदृढीकरण को उचित कंकरीट आवरण के द्वारा जंग लगने से सुरक्षित रखा जाना चाहिए।
- ठ) गीली मिट्टी अथवा कच्ची दीवारों, ईंट के खंभे, कोनो और खोलने की परिधि को निश्चित रूप से प्रबलित होना चाहिए।
- ड) मलबे के बहाव से भवन को बचाने के लिए उचित इंजीनीयरी ब्लाक दीवारों का निर्माण किया जाना चाहिए।
- ढ) मलबे को भवन से दूर हटाने के लिए बालू के कट्टे अथवा लकड़ी के विक्षेपकों को लगायें।
- ण) मलबे के बहाव के लिए हटाने योग्य खिड़की तथा प्लाईवुड, स्टील के शटर जैसे दरवाजा सुरक्षकों का उपयोग करें।
- त) भवन का निर्माण समोच्च रेखाओं के समानांतर होना चाहिए न कि इसके लंबवत।
- थ) भवन निर्माण में लाये जाने वाले कंकरीट का ग्रेड उपयोग क्षेत्र की परिस्थितियों के अनुसार होना चाहिए।

**तालिका 3.3: उपयोग के लिए न्यूनतम सीमेंट ग्रेड
(पर्यावरणीय परिस्थितियों के अनुसार)**

क्रम सं.	पर्यावरण	जोखिम की स्थिति	कंकरीट का न्यूनतम ग्रेड	
			प्लेन कंकरीट	प्रबलित कंकरीट
1.	कोमल	समुद्रतटीय क्षेत्रों को छोड़कर, कंकरीट सतह को मौसम अथवा आक्रामक परिस्थितियों से सुरक्षित किया जाता है।	—	एम-20
2.	मध्यम	- कंकरीट की सतह को तेज बारिश अथवा गीले होने के दौरान जमने से बचाया जाता है। - संघनन और बारिश के संपर्क में कंकरीट को लाया जाता है। - कंकरीट को निरंतर पानी के नीचे रखा जाता है। - कंकरीट को मृदुल मिट्टी/जमीन के पानी में दबाकर रखा जाता है। - कंकरीट की सतह को तटीय क्षेत्रों में संतृप्त नमकीन हवा से सुरक्षित रखा जाता है।	एम 15	एम 25

3.	कठोर	- तेज बारिश, वैकल्पिक तौर पर गीला करने तथा सुखाने अथवा समय-समय पर फ्रीज करने अथवा ठोस घनीकरण। - कंकरीट को पूरी तरह से समुद्री जल में डुबोना - समुद्रतटीय वातावरण के साथ कंकरीट का संपर्क	एम 20	एम 30
4.	अत्यधिक कठोर	- कंकरीट की सतह पर समुद्री जल को छिड़का जाता है इसे तेज भभकों से सुखाया जाता है अथवा गीला होने पर फ्रीज किया जाता है। - कंकरीट को प्रभावी अर्ध-मिट्टी/भूजल के अंतर्गत दबाया जाता है।	एम 20	एम 35
5.	अतिविषम	- ज्वारीय क्षेत्र में ढांचे की सतह। - तरल/मिट्टी प्रभावी रसायनों के सीधे संपर्क में ढांचा।	25	एम 40

- भूजल अथवा मिट्टी में मौजूद सल्फेट की गतिविधियों को नियंत्रित एवं कम करने के लिए पोर्टलैंड पोजोलाना सीमेंट (ज्वारीय मुख के राख से बनी सीमेंट) का उपयोग किया जाता है।
 - विशेष सीमेंट जैसे कि उच्च एल्यूमिना सीमेंट, सुपर सल्फेटीकृत सीमेंट जो सल्फेट निरोधी हैं उनका उपयोग किया जा सकता है।
- द) भूंकपीय शक्तियां तथा संकोचन, खिसकना तथा तापमान जैसे उचित भारों एवं शक्तियों का मापन आईएस 875 के अनुसार किया जाता है।
- ध) इंजीनियरिंग कार्य प्रणालियों की मदद से संरचनाओं को फिसलने और पलटने के सापेक्ष जहाँ तक संभव हो सुरक्षित बनाया जाना चाहिए।

भवनों को मजबूती से खड़ा रहने के लिए सबसे ज्यादा महत्वपूर्ण इसकी नीव होती है। यदि नीव असफल होती है तो भवन स्वतः गिर जाता है।

3.5.1. नीव का डिजाइन

3.5.1.1. नीव के निर्माण के लिए कुछ महत्वपूर्ण विचार

- यदि संभव हो तो नीव को चट्टान पर बनाया जाना चाहिए विशेषरूप से अगर उत्खनन के दौरान छिद्र पाये जाते हैं तो।
- यदि बेड़े (रैपट) वाली नीव बनायी जाती है तो यह किसी भी किनारे पर झुकी नहीं होनी चाहिए।



आकृति 3.71 पेड़ की जड़ों के कारण मकान में आयीं दरारें
(स्रोत: http://www.guntherhomeinspections.com/ft_foundation_trees.htm)

- चट्टान पर नीव बनाना संभव न हो इसमें से मिट्टी बाहर निकालें और फिर इसमें आवश्यक मात्रा में कंकरीट भरें। नीव कभी भी सतही मिट्टी पर नहीं बनाई जानी चाहिए।
 - यदि नीव की चट्टान दरारदार हो तो उस स्थिति में चट्टान को मजबूती देने वाले उपाय किये जाने चाहिए। जैसे कि पतला मसाला भरना, एंकरिंग (जकड़ना) आदि।
 - बड़े आकार का कोई भी पेड़ भवनों की नीव के 8 मीटर के दायरे में नहीं उगाया जाएगा।
 - ठोस मिट्टी पर लगाये गये पेड़ आम तौर पर मिट्टी की सतह के पास उगते हैं और आपकी संपत्ति को नुकसान का कम खतरा पैदा करते हैं।
- क) नया निर्माण जमीन में जलनिकासी में बाधा उत्पन्न कर सकता है और मौजूदा संरचना की मजबूती को प्रभावित कर सकता है, इसलिए इससे बचने के लिए उपयुक्त सावधानियां बरती जानी चाहिए।
- ढलानों पर चोटी की ओर बने भवनों के लिए भूजल निकासी के लिए प्राकृतिक जल के बहावों को नीव से अलग दिशा देने की आवश्यकता होती है।
 - यदि उत्खनन में मौजूदा जलनिकासी भूमि का कटाव भी शामिल हो तो इनको भू-जलनिकासी प्रणाली में मोड़ने पर जोर दिया जाना चाहिए।
 - पर्यावरणीय परिस्थितियों के अनुकूल कंकरीटों का उपयोग करने के लिए विशेष प्रावधानों की आवश्यकताओं के मापन के लिए भूजल तथा मिट्टी के रासायनिक विश्लेषण किये जाने चाहिए।

- ऊचे नीचे ढलानों की ओर पियर्स या स्ट्रिप फुटिंग का उपयोग किया जाना चाहिए।
- पीछे से पड़ने वाले दबाव के लिए फुटिंग का ढाँचा बनायें।
- की गई खुदाई में पानी के रिसाव से बचने के लिए इसे अच्छी तरह से भरें।
- दलदली, पानी युक्त क्षेत्र में घर बनाना असुरक्षित है चूंकि इसकी नींव हमेशा गीली मिट्टी में रहेगी और जब भी कोई बाहरी खतरा आयेगा तो इसके खिसकने का डर रहेगा।
- जल स्रोतों और भूमिगत नालों से रिसने वाला पानी बड़े बदलाव कर सकता है। इसलिए जल निकासी की उपयुक्त व्यवस्था होनी चाहिए।
- मिट्टी के स्थाईकरण तकनीकों के अनुसार जमीन का उन्नयन किया जाना चाहिए।

3.5.1.2 नीव की गहराई

1. चिकनी मिट्टी, जैसे कि काली कपास मिट्टी, सिकुड़न और टूटन सत्रीय तौर पर प्रभावित हो जाती है तथा गर्मी व सर्दियों के मौसम के बाद में बारिश के मौसम में फूलकर एक निश्चित गहराई तक फैल जाती है। इसके लिए निर्माणकार्य से पहले इनका उचित रूप से स्थायीकरण करना चाहिए अथवा नीव की गहराई इस स्तर से नीचे होनी चाहिए।
2. सूक्ष्म बालू तथा गाद में गहराई अनुमानत फ्रोस्ट जोन से नीचे होनी चाहिए।
3. बारिश से होने वाले अधिकतम अपरदन अथवा जानवरों द्वारा की जाने वाली खुदाई को ध्यान में रखना चाहिए और नीव उचित रूप से इस गहराई से नीचे तक रखनी चाहिए।
4. सभी नीवे प्राकृतिक भूमि स्तर से कम से कम 50 सेमी नीचे तक जानी चाहिए

3.5.1.3 पहाड़ी क्षेत्रों में प्राथमिकता प्राप्त नीवों के प्रकार

क) उथली नीवें

यदि मिट्टी की सहनीय क्षमता उथली गहराई पर ठीक है अथवा भूस्तर से नीचे पत्थर पाया जाता है तो ऐसी जगहों पर उथली नीव को प्राथमिकता दी जाती है।

i) पटीली नीव

पटीली नीव मोटी कंकरीट स्लैब के साथ स्टील से बना होता है तथा एक मोटे फ्लोर की तरह पूरे ढाँचे के क्षेत्र को अपने आप में समाहित कर लेता है। कभी-कभी राफ्ट के द्वारा घेरा गया क्षेत्र नीचे मौजूद मिट्टी की सहनीय क्षमता पर आश्रित होते हुए संपर्क क्षेत्र से अधिक हो सकता है। अधिक मजबूती देने वाले लोह के खंभे सीधे ऊपर से लेकर नीचे तक एक दूसरे पर नीचे तक स्टील के साथ पुनर्बलित करते हैं।

ii) पट्टियों वाली नीव

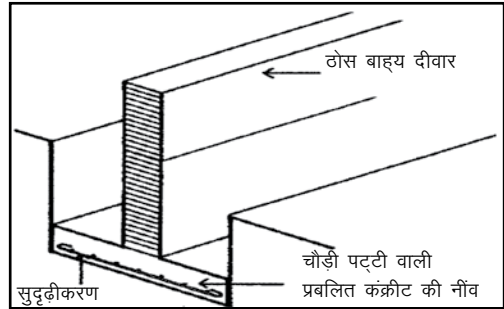
पट्टी नीव मुख्यतौर पर केंद्र में भार वहन करने वाली दीवारों से क्रम से बनी पट्टियों से मिलकर बनती है। दीवार के लिए ये क्रमिक पट्टियाँ एक स्तर के आधार के तौर पर कार्य करती है और जिसके लिए चौड़ी दीवार इसमें बनायी जानी चाहिए। यह भार को बिना किसी संघनन के उस मिट्टी के ऊपर ले जाने में सहायक होती है।

ख) गहरी नीव



आकृति 3.72: पट्टी नीव

(स्रोत: http://www.geodomisi.gr/Geodomisi_Ltd_Albums_1/albumèslides/RAFT-FOUNDATION-PÉRDICOVOUNI_DSC00032.html)



आकृति 3.73: पट्टी नीव

(स्रोत: <http://civilconstructiontips.blogspot.in/2011/06/wide-strip-foundation.html>)

यदि सतह के एकदम नीचे मिट्टी अधिक मजबूत नहीं है लेकिन एक मजबूत परत काफी गहराई पर मौजूद है तब गहरी नीव डाली जाती है।

i) पाईल फाउंडेशन

पाईल एक लंबा सिलेंडर के आकार का स्टील, कंकरीट, लकड़ी अथवा दो सामग्रियों के आपसी संयोजन से बनता है जिसे जमीन पर लंबवत अथवा ऐसे कोण से रखा जाता है ताकि अधिकतम वजन स्थिर सतह, मुख्यतः चट्टानों पर अंतरित हो जाए। इनसे बड़े पैमाने पर जमीन के रूप में बदलाव अथवा लंबे समय तक सतह पर कोई व्यवधान नहीं आता है।

इसे फिर कार्यस्थल पर गड्ढा खोदकर और फिर इसमें कंकरीट भरकर मिट्टी में स्थापित किया जाता है।

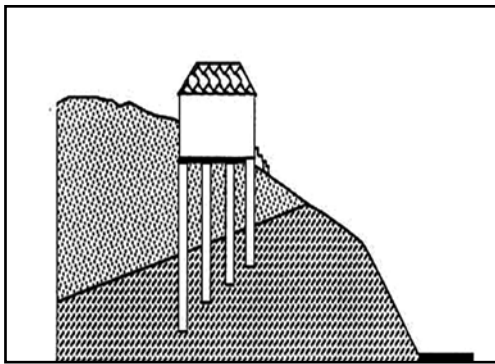
ये उच्च दबाव वाले तथा कमजोर भूगर्भ सतह के लिए सबसे उपयुक्त होते हैं तथा अनियमित रूप से पड़ने वाले वजन के कारण संभव अंतर निपटान को कम करते हैं।

ii) ड्रिल किये गये खंभे

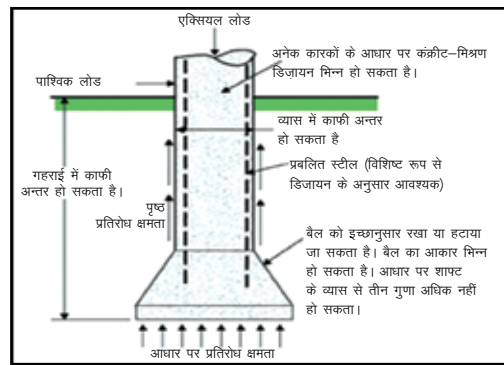
ड्रिल किया हुआ खंभा एक बड़े डायामीटर में सिलेंडर के आकार का जमीन को खोदकर और उसमें कंकरीट भरकर बनाया गया खंभा होता है। यह आकार में पट्टी (पाईल) से अलग होता है आमतौर पर डायामीटर में 0.6 मीटर से बड़ा होता है।

पहाड़ी क्षेत्रों में पट्टी नीव अथवा ड्रिल नीव को अधिक प्राथमिकता दी जाती है जिनका कभी कभी राफ्ट नीव के साथ भी संतुलन स्थापित किया जाता है।

इसका निर्माण यथावत अर्थात् कार्यस्थल पर पहले ड्रिल करके फिर इसमें कंकरीट भरकर किया जाता है अथवा पहले से तैयार किया हुआ अर्थात् अन्यत्र तैयार कर लिया जाता है और आवश्यकता पड़ने पर स्थापित कर लिया जाता है।



आकृति 3.74: पाईल नीव



आकृति 3.75: ड्रिल किया गया खंभा

(स्रोत: <http://www.nationaldriller.com/articles/86777-drilled-shaft-construction-part-1?v=preview>)

4. पहाड़ी क्षेत्रों में समकालीन भवन निर्माण सामग्री और आवश्यक बदलाव

4.1 पारंपरिक भवन निर्माण सामग्री की तुलना में उपयोगी वैकल्पिक भवन निर्माण सामग्री

पारंपरिक सामग्री की तुलना में नई/उन्नत भवन निर्माण सामग्री को उसके निम्नलिखित गुणों तथा प्रभावशीलता के कारण प्राथमिकता दी जाएगी।

तालिका 4.1: पारंपरिक बनाम वैकल्पिक भवन निर्माण सामग्री

पारंपरिक सामग्री	वैकल्पिक भवन सामग्री
दीवारों की सामग्री— भूमि, मिट्टी, लकड़ी, बांस, बांस की चटाई, नालीदार जस्ती लोहे की चादरें, पत्थर ईंट, कंक्रीट, अभ्रक सीमेंट की चादरें, चूना, सीमेंट, इकरा, स्लेट्स	खोखले कंक्रीट ब्लॉक, पूर्वनिर्मित पत्थर ब्लॉक, कंक्रीट ब्लॉक और स्थिर मिट्टी ब्लॉक का उपयोग किया जा सकता है।
छत सामग्री — लकड़ी, बांस, बांस की चटाई, नालीदार जस्ती लोहा शीट, प्रबलित सीमेंट कंक्रीट, कंक्रीट, छाज, अभ्रक सीमेंट की चादरें, स्लेट, देशी टाइल्स, चूना, सीमेंट, प्लास्टिक शीट फर्श— पृथ्वी, मिट्टी, लकड़ी, पत्थर, ईंट, कंक्रीट, स्लेट, चूना, सीमेंट	पूर्वनिर्मित प्रबलित कंक्रीट L-पैनल, आंशिक रूप से पूर्वनिर्मित प्रबलित कंक्रीट का पट्ट, जोस्ट, पूर्वनिर्मित प्रबलित कंक्रीट चैनल इकाइयां, अग्निरोधी छप्पर, एल्यूमीनियम फाइबर प्रबलित प्लास्टिक की छत की चादरों का इस्तेमाल किया जाना चाहिए

4.2 निर्माणकार्य के महत्वपूर्ण बिंदु

तालिका 4.2: विभिन्न प्रकार के घरों के निर्माण सम्बन्धी विचार योग्य बातें

घरों के प्रकार	निर्माण पर विचार:
मिट्टी के घर— मिट्टी की गांठ के रूप में मिट्टी से या आयताकार आकार में घुसे हुए ब्लॉक के रूप में बने होते हैं।	● रेशे, घास, मानव या जानवरों के बालों जैसी रेशेदार सामग्री को प्राकृतिक मिट्टी में मिलाया जाएगा। ● कम ऊंचाई वाले घरों के लिए न्यूनतम 300–350 मिमी मोटाई को अपनाया जाएगा। ● दीवारों के कोनों और जंक्शनों के बीच विशेष रूप से लकड़ी के उपकरणों या बांस की पट्टियों को डाला जाना चाहिए। ● फर्श लकड़ी की कड़ियों और तख्तों से निर्मित होगा। ● कड़ियां दीवार प्लेटों पर स्थापित होंगी। ● बाहर की ओर पकी हुई ईंटों से व अंदर की ओर कच्ची ईंटों से दीवार का निर्माण किया जाना चाहिए जो शीर्ष की ईंटों के द्वारा एक दूसरे से जुड़ी हों।

पकी हुई ईंटों से निर्मित घर— पकी हुई ईंटों का निर्माण मिट्टी से, हाथ अथवा मशीन से मोल्ड कर किया जाता है।	● कमरे की चौड़ाई 3 से 3.4 मीटर से अधिक नहीं होगी। ● कमरे की लंबाई चार से आठ मीटर से अधिक नहीं होगी। ● अंग्रेजी बांड का उपयोग एक ईंट चौड़ी दीवार के लिए किया जाएगा। ● एक मंजिला के लिए मिट्टी मोर्टार और दो मंजिला के लिए भार वहन करने वाली दीवारों के लिए सीमेंट या चूने के मोर्टार का उपयोग किया जाएगा। ● नीव पक्की की गई जमीन पर ईंट से बनी रोड़ी के ऊपर बनायी जाएगी। इसके नीचे व ऊपर पकी हुई ईंटों के उपयोग से बचना होगा। ● ढलवा छत के लिए दीवारों के ऊपर लकड़ी की रिंग बीम दी जाएगी
पत्थर की चिनाई वाले घर — चिनाई के काम में प्राकृतिक पत्थरों का उपयोग।	● सीमेंट या चूना का उपयोग मोर्टार में होगा। ● भार तथा उपयोग में लाये जाने वाले मोर्टार के अनुसार दीवार की मोटाई 400 से 750 मिमी के बीच हो सकती है। ● ढलवा छत के साथ एकल मंजिला ईमारत में लेटराइट पत्थर की दीवार 250 से 300 मिमी तक मोटी होगी। ● एक मंजिला पत्थर का घर प्रबलित कंक्रीट स्लैब छत और ऊंचाई में 2400 मिमी विशिष्ट डिजाइन के साथ निर्मित होना चाहिए।
लकड़ी के घर — जहां मुख्य भार वहन संरचना लकड़ी के पट्टों पर होती है।	● इसमें वे निर्माण शामिल हैं जिनमें एक प्रकार से स्टड वॉल निर्माण है— लकड़ी की चौखट प्लेट, फर्श और लकड़ी की चौकी के लेवल पर, 800 से 1200 मिमी की छोटी दूरी पर केन्द्र से केन्द्र तक बनाई जाती है। यह लकड़ी की प्लेटों को अपने ऊपर एक साथ रखता है। छत को लकड़ी के तख्तों व कड़ियों से बनाया या घेरा जाएगा। ● एक अन्य प्रकार के लकड़ी के बने फ्रेम में कोने के भारी कॉलम, खंभे या बांध, कड़िया, अंतर्निहित केंद्र की ओर 1000 मिमी पर लंबवत होते हैं। दीवार प्लेटें, क्षैतिज पैनल पर नोगिन के सदस्य और विकर्ण ब्रेसिज को एक दूसरे में एक के बाद एक फंसाया जाएगा। ● लकड़ी के घरों में नीव में मोर्टार चिनाई रोड़ी के मलबे में होनी चाहिए।
कंक्रीट फ्रेम और आपूर्ण निर्माण	● अडोबी, खोखले कंक्रीट ब्लॉक, पत्थर के ब्लाक, कंक्रीट ब्लॉक या स्थिर मिट्टी ब्लॉकों का उपयोग गैर भार—वाहक, गैर संरचनात्मक भराव के लिए किया जाना चाहिए। ● नीव मजबूत तथा नमी रोधकों के अनुकूल होनी चाहिए ● प्रत्येक कोने में सीमेंट कंक्रीटों के कालमों को लगभग 750 मिमी गहरा गाड़ा जाता है। ● दीवार के शीर्ष, तल तथा बीच में कंक्रीट के घेरे वाले बीम डाले जाएंगे।

5. भूस्खलन से पूर्व ध्यान योग्य बातें

- उचित भूमि उपयोग की प्रक्रिया को अपनाते हुए भूस्खलन के खतरों जैसे उचित भूमि-प्रक्रियाओं का पालन करें—खड़ी ढलानों व पहाड़ों के कोनों के नजदीक, जल निकासी के रास्तों अथवा प्राकृतिक अपक्षरण वाली घाटियों में भवनों के निर्माण से बचना चाहिए।
- स्थानीय अधिकारियों से इसकी सूचना एकत्रित करें की क्या आपके क्षेत्र में कभी मलबा गिरा है। ढलान वाले क्षेत्रों में होने वाले मलबे के बहाव के भविष्य में होने के आसार भी रहते हैं।
- विशेषज्ञों से समय-समय पर अपनी भूमि के आकलन की रिपोर्ट लेते रहनी चाहिए।
- अपने घर अथवा व्यवसाय के लिए उचित सुरक्षात्मक उपाय करते रहें जैसे कि लचीले पाईपों की फिटिंग करना। चूंकि यह कम टूटते हैं।
- आवश्यकता पड़ने पर पुनःसंयोजन तकनीक अपनायी जानी चाहिए।
- भूस्खलन से संबंधित चेतावनी संकेतों का ध्यान रखें।
- तैयारी प्रारंभ करने के लिए आपको अपने लिए आपातकालीन स्थिति के लिए भोजन आपूर्ति, महत्वपूर्ण दस्तावेज तथा कुछ दवाइयों से तैयार की गई इमरजेंसी किट बनानी चाहिए तथा आपदा के बाद परिवार से संपर्क के लिए परिवार संप्रेषण योजना तैयार करनी चाहिए।
- यदि मलबा आने से मार्ग बाधित हो जाये तो वहां से निकलने के लिए कम से कम दो निकासी मार्ग बनायें और उनसे आने जाने का अभ्यास करें।

5.1 भूस्खलन चेतावनी संकेत

- भूस्खलन की घटनाओं के लिए कोई स्पष्ट संकेत नहीं है फिर भी कुछ भूस्खलन चेतावनियों को ध्यान में रखना चाहिए ताकि आपदा से बचा जा सकें।



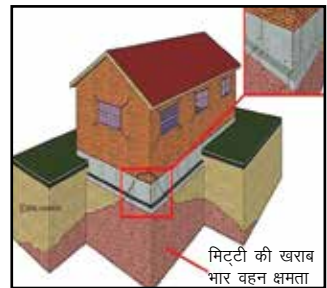
आकृति 5.1: तटबंध ढलानों पर दरारें या टूटन

(स्रोत: <http://peer.berkeley.edu/publications/nisqually/geotech/earthstructures/>)



आकृति 5.2: उत्खनित ढलानों से इमारतों में दरार आना या गिरना

(स्रोत: http://wncsos.blogspot.in/2011_07_01_archive.html)



आकृति 5.3: सीमेंट में होने वाली दरारें

(स्रोत: www.nachi.org)

- उत्खनित ढलानों से टूटन अथवा मलबे का गिरना।
- ढलानों का टूटना व खिसकना।
- नीव से मिट्टी का खिसकना।
- दीवारों का, संरचनाओं, कंक्रीटों से निर्मित फर्श का टूटना अस्थिर भूमि को दर्शाता है।
- दरवाजों, खिड़कियों तथा खुले छेदों का नजर आना, चौखटों और फ्रेमों का अपनी जगह से खिसकना, जमीन का अपनी जगह से हिलना भूस्खलन चेतावनी दर्शाता है।
- भूस्तर से नयी जगहों से पानी का रिसाव होता है।
- प्राकृतिक जलस्रोतों में (अत्यधिक बारिश से) पानी के स्तर में तेजी से होने वाली कमी और वृद्धि।



आकृति 5.4: दीवारों का झुकना
(स्रोत: www.quora.com)



आकृति 5.5: पानी के नलों का टूटना
(स्रोत: <http://simscience.org/cracksadvanced/cracks1.html>)



आकृति 5.6: सड़क की धसी और टूटी सतह
(स्रोत: <https://lh6.ggpht.com/>)



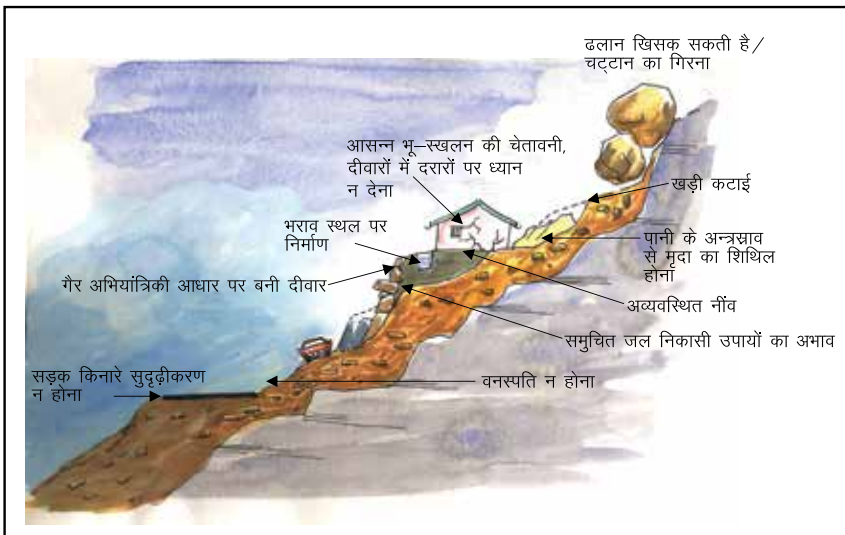
आकृति 5.7: चेतावनी संकेत
(स्रोत: http://gabion1.com/retaining_wall_site_profile.htm)

- भूस्खलन के समय पर एक भरभराती आवाज सुनी जा सकती है।

- झुकी हुई दीवारें, टेलीफोन के खंभे, बिजली की लाइने, पेड़ अथवा बाड़े आसन्न भूस्खलन की सूचक होती हैं।
- जमीन के अंदर की सुविधाएं व पानी की पाइप का टूटना/क्षतिग्रस्त होना।
- धंसी हुई व टूटी हुई सड़क की सतह अथवा अनावश्यक उभरी हुई सतह
- असामान्य आवाजें, जैसे कि पेड़ों का टूटना अथवा पत्थरों का आपस में टकराना ये सब शायद बहते हुए मलबे की सूचना दे सकते हैं।
- जहां पर पहले कभी न देखा गया हो वहां पर तेजी से पानी और कीचड़ का बहाव।
- अनियमित या अचानक रुका हुआ प्रवाह।
- पहाड़ के कोनों पर लगे बिजली के खंभों पर लगी तारें जमीन के खिसकने के साथ बहुत टाइट हो जाती हैं।
- यदि भूमि के हिलने के साथ-साथ अथवा पानी के बहाव के परिणामस्वरूप संकेत ये दिखने लग जाए तो तुरंत उपचारात्मक उपाय करने चाहिए।

5.2 भवनों का रखरखाव

- घर में उभरी सभी दरारों को समय पर भर दें।
- समय पर नालियों की सफाई करें जिससे इनमें पानी जमा न हो
- अपने घर व आस-पास के क्षेत्र के लिए मानसून के आने से पहले सभी सुरक्षात्मक उपाय सुनिश्चित करें।
- ढलानों पर पेड़ लगाकर व इंजीनीयरों के द्वारा बतायी गयी विधि से दीवारों का निर्माण कर अपनी संपत्ति की रक्षा करें।



आकृति सं. 5.8: पहाड़ी क्षेत्र में प्रचलित कमजोर निर्माण प्रक्रिया (आस्ट्रेलियन जियोमेकानिज्म सोसाइटी, 2007 के बाद संशोधित)

सड़कें तथा पार्किंग क्षेत्र:— खुली सड़कें तथा अव्यवस्थित गटर सतही पानी को जमाकर जमीन में सोखने और मिट्टी के दबाव को बढ़ाने में मदद करता है।

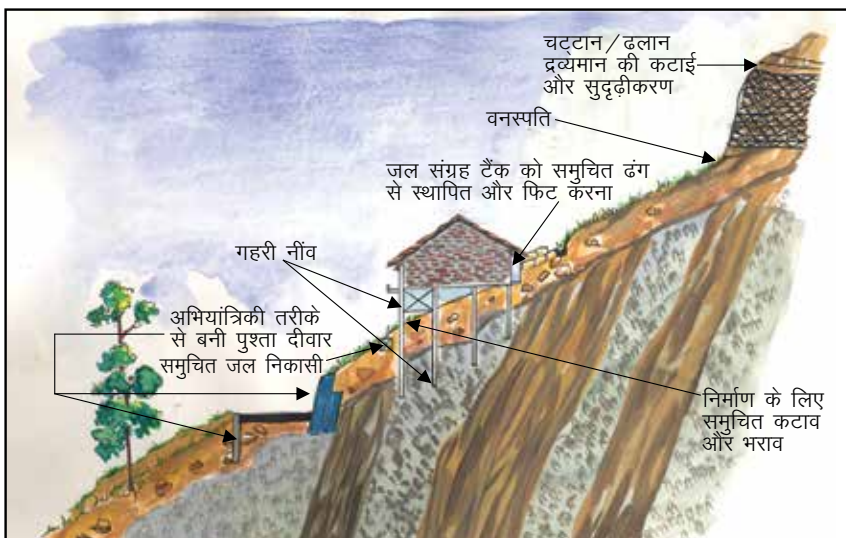
काटना और भरना: अस्थाई कट तथा बड़ी सतहों का जमीन पर पड़ने वाला दबाव असंतुलन पैदा करता है। इसे अच्छी तरह से न भरने से असंतुलन की स्थिति बनती है और इसमें दरारें आ जाती हैं। दरारों से हुआ रिसाव और सतह पर पड़ने वाला दबाव भूस्खलन का कारण बनता है।

पुश्ता दीवार का निर्माण न करना: लागत कम करने के लिए इन दीवारों के महत्व को उपेक्षित करना, हाथ से बने पत्थरों को लगाने से भूमि को आवश्यक सुदृढ़ता नहीं मिलती।

भारी, कठोर, भवन:— उथले, पारंपरिक, सीढ़ीनुमा क्षेत्र में बने भवनों में अत्यधिक जोखिम रहता है भूमि में होने वाली हलचल से इन भवनों में लगी हुई ईंटे खिसकती हैं, जिससे मानवनिर्मित भूस्खलन होता है।

उचित जल निकासी का न होना:— सीवर के लिए जल निकासी की उचित व्यवस्था न होने से तथा सतही जल छत से तथा फर्श के द्वारा जमीन सोख लेती है जिससे भूमिगत जलस्तर बढ़ता है और जमीन पर दबाव पड़ता है।

वृक्षारोपण:— पूरी तरह से किया गया जंगलों का सफाया पानी के स्तर को बढ़ाता है और भूस्खलन के खतरे को बढ़ाता है।



आकृति 5.9: उन्नत पर्वतीय निर्माण कार्य की विधि
(आस्ट्रेलियाई जियोमैकेनिक्स सोसाइटी, 2007 के बाद संशोधित)

उचित सड़क तथा पार्किंग क्षेत्र:—सड़को को पक्का तथा इनके किनारों पर फुटपाथ का निर्माण किया जाएगा जिससे कि पानी को सीधे पहाड़ी क्षेत्र में आने से रोका जा सके।

कटाव:— इनको इंजीनीयरों के द्वारा बताये निर्देश अनुसार निर्मित पुश्तों का सशक्तिकरण मिलना चाहिए।

पुश्ता दीवारः— यह इंजीनीयरों के द्वारा डिजाइन की हुई तथा मजबूती के लिहाज से डिजाइन की हुई एवं बाद में आने वाल दबाव तथा अन्य भारों को झेलने वाली बनायी जानी चाहिए। इनकी नीव में दबाव को कम करने के लिए नालियों को इनमें समाहित करना चाहिए।

सीवरः— दूषित अपदा उपचारित गंदे पानी को नलों अथवा उचितरूप से संस्थापित टैंकों के द्वारा दूर ले जाया जाना चाहिए जिससे कि इसका रिसाव जमीन में न हो पाये।

सतह का पानीः— जमीन में रिसने देने की बजाय छतों एवं अन्य ठोस सतहों पर गिरने वाले पानी को नलों के द्वारा दूर ले जाना चाहिए जिससे कि यह जमीन में न रिसने पाये।

सतह पर भारः— इसे निश्चितरूप से कम किया जाना चाहिए। भरे हुए पुश्तों का निर्माण नहीं किया जाना चाहिए। नीव के वजन को, इस तथ्य को ध्यान में रखते हुए कि इस जगह पर भूस्खलन हो सकता है, कम किया जाना चाहिए तथा प्राथमिक रूप से नीव का निर्माण चट्टान के ऊपर किया जाना चाहिए।

वनस्पति साफ करनाः— मिट्टी की ढलानों पर वनस्पतियों की सफाई बहुत कम होना चाहिए। पेड़ तथा छोटी वनस्पतियां अत्यधिक मात्रा में जमीन से पानी सोखते हैं और प्रतिदिन भूमिगत जल का स्तर भी कम होता है जिससे अंततः ढलानों की मजबूती बनी रहती है।

जल निकासीः— लचीली जलनिकासी पाईपों का होना अत्यावश्यक है जिससे कि झंझावत जल अथवा सिचाई जल जैसे अधिशेष पानी की निकासी की जा सके।

6. भूस्खलन के दौरान करने वाले कार्य

- तेज आंधी-तूफान के मौसम में सतर्क व सावधान रहें। अनेक मौंते अक्सर तब होती हैं जब लोग सो रहे होते हैं।
- भारी वर्षा संबंधी चेतावनियों को बैटरी-चालित रेडियों पर सुनते रहें।
- असामान्य आवाजों को सुने, ये संभवतः बहते हुए मलबे, का संकेत हो सकती है जैसे पेड़ों का टूटना अथवा बड़े-बड़े पत्थरों के आपस में टकराने की आवाजे हो सकती हैं।
- जितनी जल्दी हो सके, भूस्खलन से बहते हुए मलबे के रास्ते से हट जाए। कीचड़ के बहाव का खतरा अधिकतर जलस्रोतों के रास्तों पर और लंबे समय तक होने वाली भारी बारिश के कारण होता है। आपके चलने और भागने से तेज गति से कीचड़ बहता है। पुल को पार करते समय ऊपर की तरफ स्रोत को देखे और यदि कीचड़ बहकर आ रहा हो तो पुल को पार न करें।
- नदी घाटियों तथा निचले-क्षेत्रों से भारी वर्षा तथा अधिक पानी के बहाव के दौरान दूर रहें।
- यदि आप किसी झरने अथवा जलस्रोत के नजदीक रहते हों तो पानी के बहाव में आयी तेजी व कमी के प्रति सचेत रहें तथा यह ध्यान रखें कि क्या पानी साफ से मिट्टी वाला तो नहीं हो रहा है। ये लक्षण ये बताते हैं कि ऊपर से जलस्रोत में मलबा बहकर आ रहा है, इसलिए तैयार रहें और तेजी से निकलने के लिए तैयार रहें।

- यदि आप भूस्खलन के दौरान किसी घर के अंदर है तो एक मजबूत फर्नीचर के नीचे बैठ जाएं।
- गोल आकृति में मुड़े और यदि बचाव संभव न हो तो अपने सिर को बचायें।

7. भूस्खलन के बाद किए जाने वाले कार्य

- भूस्खलित क्षेत्र से दूर रहें। यहां पुनः भूस्खलन का खतरा हो सकता है।
- अदयतन आपातकालीन सूचनाओं के लिए स्थानीय रेडियो अथवा टेलीविजन को सुनते रहें।
- बाढ़ पर नजर रखें जो भूस्खलन अथवा मलबे के बहने के बाद आ सकती है। कभी-कभी भूस्खलन के बाद बाढ़ भी आती है।
- भूस्खलित क्षेत्र में सीधे प्रवेश किये बगैर घायल अथवा फँसे हुए लोगों का पता लगाएं।
- यदि प्रशिक्षित हों तो फर्स्टएड दे दें अथवा बचावकर्मियों को मदद के लिए बुलाएं।
- क्षतिग्रस्त सड़कों तथा रेलवे का पता लगाएं व इनकी रिपोर्ट संबंधित प्राधिकारियों को करें। आपके द्वारा संभावित जोखिमों सम्बन्धित रिपोर्ट करने से इन सुविधाओं को तुरंत बंद कर दिया जाएगा, जिससे आगे अधिक नुकसान नहीं होगा।
- क्षति का आकलन करने के लिए भवन की नीव, चिमनी तथा आस-पास की भूमि का निरीक्षण करें। नीव, चिमनियों अथवा आस-पास के क्षेत्र को हुआ नुकसान क्षेत्र की सुरक्षा के विषय में आपको आकलन करने में मदद कर सकता है।
- जितना जल्दी हो सके उतनी जल्दी क्षतिग्रस्त भूमि का पुनः रोपण कर दें चूंकि भूस्खलन से हुई भू-आवरण को क्षति निकट भविष्य में अचानक बाढ़ व अतिरिक्त भूस्खलन को आमंत्रित कर सकती है।
- भूविज्ञानियों से भूस्खलन क्षतियों अथवा उपचारात्मक तकनीकों के बारे में सलाह लें।
- क्षतिग्रस्त सुविधाओं का पता लगाएं व इनकी सूचना संबंधित संस्थान को दें।

8. कुछ महत्वपूर्ण बिंदु

- किसी भी निर्माणकार्य से पहले, भूविज्ञानियों, इंजीनियरों तथा आबंटन के नियोजको तथा विशिष्ट उपयोग के लिए, भूमि का जोन-निर्धारण, उपयोग की गति सम्बन्धी विनयमन तथा योजना को समर्थन देने वाले कानूनी और प्रशासनिक उपकरणों को शामिल करते हुए नियोजित खाका/नक्शा को अपनाएं।
- इंजीनियरों द्वारा अनुशसित भवनों का निर्माण करें और स्वयं को नजदीकी भूमि की जानकारी से अद्यतन रखें।
- ज्यादातर भूस्खलन उसी जगह पर बार-बार होता है। अतः स्वयं को अद्यतन रखें।
- निर्माण कार्य के लिए संदर्भ में उल्लिखित भारतीय मानकों का पालन करें।

संदर्भ

- एशियन डिजास्टर प्रिपेयर्डनेस सैन्टर—डेमोन्सट्रेशन हाउसिंग कंशट्रक्शन फार लैंडस्लाइड एण्ड फ्लड प्रोन एरियाज।
- एशियन अर्बन डिजास्टर मिटिगेशन प्रोग्राम— डेमोन्सट्रेशन हाउसिंग कंशट्रक्शन फार लैंडस्लाइड एण्ड फ्लड प्रोन एरियाज।
- आस्ट्रेलियन जियोगाइड प्रिपेयर्ड बाय आस्ट्रेलियन जियोमैकेनिक्स सोसायटी
- कंप्रिहेंसिव लैंडस्लाइड्स रिस्क मैनेजमेंट: ट्रेनिंग मॉड्यूल – डॉ सूर्य प्रकाश
- फील्ड गाइड बाय गॉर्डन कैलर एण्ड जेम्स शेरर, यूएसडीए फॉरेस्ट सर्विस/यूएसएआईडी
- इंटरनेशनल सेंटर फॉर जियोहैजर्ड— इंजीनियरिंग मीजर्स फॉर स्लोप स्टेबलाइजेशन गाइड।
- आईएस 1904–1986 कोड ऑफ प्रैक्टिस फॉर डिजाइन एण्ड कंस्ट्रक्शन आफ फाउंडेशन इन सोइल्स: जनरल रिक्वायरमेंट्स
- आईएस कोड 14558: 1988 (भाग-I): रिटेनिंग वाल फॉर हिल एरिया—गाइडलाइन।
- आईएस कोड 14680: 1999: लैंडस्लाइड कंट्रोल—गाइडलाइन्स।
- आईएस कोड 14804: 2000: सिटिंग, डिजाइन एण्ड सैलेक्शन ऑफ मैटेरियल्स फॉर रेसिडेन्शियल बिल्डिंग्स इन हिली एरियाज—गाइडलाइनस
- आईएस—456:2000: इंडियन स्टैंडर्ड— प्लेन एण्ड रीइनफोर्सड कंक्रीट कोड ऑफ प्रैक्टिस
- लो वाल्यूम रोड्स : बीएमपीज— बैस्ट मैनेजमेंट प्रैक्टिसेज।
- रीडिंग मैटेरियल आन कंप्रीहेन्सिव लैंडस्लाइड रिस्क मैनेजमेंट बाय एनआईडीएम
- सोइल मैकेनिज्म एण्ड फाउंडेशन इंजीनियरिंग बुक बाय डॉ के.आर. अरोड़ा
- द लैंडस्लाइड हैंडबुक:ए गाइड टू अंडरस्टैंडिंग लैंडस्लाइड्स, बाय लिन एम. हाइलैंड, यूनाइटेड स्टेट्स जियोलोजिकल सर्वे, एण्ड पीटर बाबरोस्की, जियोलोजिकल सर्वे ऑफ कॅनेडा
- यूनाइटेड स्टेट्स जियोलॉजिकल सर्वे— यूएसजीएस लैंडस्लाइड मिटिगेशन गाइड।

कुछ अन्य लिंक:

- <http://saarc&sdmc-nic-in/pdf/landslide-pdf>
- <http://landslides-usgs-gov/learn/prepare-php>
- <http://darjeeling-gov-in/geography-html>

- [http%//www-ce-washington-edu/&liquefaction/html/hoW\ResIstantstructures-html](http://www-ce-washington-edu/&liquefaction/html/hoW\ResIstantstructures-html) – eÛcerpts for liquefaction
- [http%//web01-redland-ql-gov-au/robo/rps&v5&1/Part_11_&_Planning_Scheme_Policies/11-15_&_Landslide_Hazard-hm](http%//web01-redland-ql-gov-au/robo/rps&v5&1/Part_11_&_Planning_Scheme_Policies/11-15_&_Landslide_Hazard-hm)
- <http%//www-fao-org/docrep/v4360e/V4360E08-hm>



nidm

Resilient India - Disaster Free India

राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन संस्थान-विंग, चतुर्थ तल, एनडीसीसी-II भवन,
जय सिंह रोड, नई दिल्ली-110001(भारत)
वेबसाइट: www.nidm.gov.in