स्थलगत बायोइन्जिनीयरिङ्ग तालिम
(Bio-Engineering Field Training)

तालिम अध्ययन सामग्री

इकार्डस्-नेपाल
कोटेश्वर, काठमाडौं

प्रकाशक : इकार्डस-नेपाल

प्रथम प्रकाशन : २०६८ कार्तिक

प्रकाशन प्रति : १००० प्रति

मूल्य : १२०/- (व्यक्तिगत)

२००/- (संस्थागत)

ISBN No.: ९९३७८४८८१७

मुद्रणः सुनदेवी प्रिन्टिङ्ग सर्भिस, अनामनगर, फोनः ४२१५८७२

स्थलगत बायोइन्जिनीयरिङ्ग तालिम

(Bio-Engineering Field Training)

तालिम अध्ययन सामग्री

इकार्डस्-नेपाल

कोटेश्वर, काठमाडौ

भूमिका

वातावरणीय सन्तुलन प्रति जनचेतना जगाउँदै सामुदायिक विकासको क्षेत्रमा जनताको संगठन र नेतृत्वको विकासको माध्यमबाट जनतासँग काम गर्ने उद्देश्यले सन् १९९१ म स्थापित इकार्डस-नेपाल हाम्रो देशका विभिन्न जिल्लामा स्थापित इकार्डस-नेपाल हाम्रो देशका विभिन्न जिल्लामा विविध कार्यक्रम सञ्चालन गर्दै आएको छ। सन २००८ देखि २०११ सम्म एशियाली विकास बैंकको अनुदान सहयोगमा नुवाकोट र रसुवा जिल्लाका जल उपभोक्ताहरुसँग मिलेर बायोइन्जिनियरिङ्ग प्रविबिाट सिंचाई कुलो नहरको मर्मत सम्भार गर्ने कार्यमूलक अनुसन्धान सम्पन्न भएको छ। यस कार्यहरुमा उपभोक्ताहरुलाई वायोइन्जिनियरिङ्ग प्रविधिबाट कुलोको मर्मत सम्भार गर्ने विभिन्न प्रकारका तालिम दिई उनीहरुको सीप तथा दक्षता प्रविधि गरिएको थियो। यसै अनुभवका आधारमा सिंचाई उपभोक्ता समितिका सम्बन्धित व्यक्ति, सहजकर्ता, स्थलगत प्रविधिक तथा मध्यम स्तरका सिंचाई क्षेत्रमा काम गर्ने प्राविधिक कर्मचारीहरुको कार्यक्षेत्रलाई समेत मद्दद पुऱ्याउने उद्देश्यले यो स्थलगत वायोइन्जिनियरिङ्ग तालिम (Bio-Engineering Field Training Mannual) पुस्तिका तयार गरिएको छ।

नेपालको भौगोलिक अवस्थित अत्यन्त्यै विषम छ। हिमाल, पहाड र तराई एवं त्यहाँ बग्ने खोला नालाले बनाएका खोंच र वेसीहरु त्यहाँ छरिएर रहेका बासिन्दाहरुका लागि अवसर र चुनौती दुवै हुन्। कहिलेकाँही कुनै क्षेत्रमा देखिने गरेका प्राकृतिक कुरतावाहेक प्राकृतिक एवं मानवीय अन्तर्सम्बन्धको सन्तुलनबाट सदिऔंदेखि मानव समुदाय लाभान्वित हुँदै आएको छ। तर हिजोआज जनसंख्याको तीव्र बृद्धि तथा चेतनाको कमीले बढेको वर्तमान ग्रामीण पर्यावरणीय संकट, भौतिक संरचनाहरुको निर्माणसँगै प्राकृतिक स्रोतमाथि हुने गरेको जथाभावी उपयोग र यसप्रति संवेदनशीलताको कमीले गर्दा हामी कहाँ वर्षेनी बढी पहिरोको प्रकोप बढ्दै गइरहेको छ। उर्वर भूमि र खेतपाखा हेर्दा हेर्दै वगरमा परिणत हुँदै छन्।

यो संकटको समाधानका लागि ग्रामीण समुदायसँग स्रोत र प्रविधि दुवैको अभाव छ। अबको चुनौती उनीहरुको तहसम्म ग्रमीण प्रविधिमा आधारित सस्तो र सुलभ प्रविधिको पहुँच हो।

वायोइन्जिनियरिङ् यसको प्रभावकारी विकल्प हुन सक्छ। सरल प्रविधिको र ग्रामीण सस्तो स्रोत साधनमा आधारित यो वनस्पति र इन्जिनियरिङ् प्रविधिको मिश्रित प्रयोग हो। व्यापक प्रचार प्रसार नभएकोले यो प्रविधि हामीकहाँ बाढी पहिरो रोकथामका क्षेत्रमा काम गर्ने स्वयं प्राविधिकहरुका लागि पनि नौलो विषय मानिन्छ। झन् यस विषयसँग सम्बन्धित नेपाली भाषामा लेखिएका पुस्तकहरुको संख्या त नगण्य नै छ। यस्तो अवस्थामा ग्रामीण तहसम्म यसको प्रयोग र प्रचार प्रसार जटिल बन्नु स्वाभाविकै हो। यस्तो परिस्थितिमा यो पुस्तिका ग्रामीण समुदाय, बाढी पहिरो रोकथामका लागि गठन हुने उपभोक्ता समितिका पदाधिकारीहरुलाई ज्ञान दिन सक्ने स्तरीय तालिम पुस्तिका बन्न सक्छ। विभिन्न उदाहरण, चित्र, तस्वीर एवं स्थलगत अध्ययन र यसको विस्तृत प्रक्रिया समेत समावेश गरेर तयार पारिएको यो तालिम अध्ययन सामग्री' ग्रामीण क्षेत्रमा पनि उत्तिकै उपयोगी बन्न सक्ने विश्वास लिएका छौं।

पुस्तकमा प्रयोग गरिएका विभिन्न नाम तथा शब्दहरुलाई नेपालीमा रुपान्तरण गर्नु जटिल कार्य हो। यहाँ प्रयुक्त अंग्रेजी शब्दहरुलाई यथाशक्य नेपालीमा अनुवाद गर्ने प्रयास गरेका छौं। यसमा कुनै त्रुटी भए विज्ञ पाठकहरुले सल्लाह र सुझाव दिनु हुने छ भन्ने आशा राखेका छौं।

यो पुस्तक तयार पार्न सहयोग गर्ने प्रा.डा. मेघ राज धिताल, प्रा. सिद्धिवीर कर्माचार्य, इ. दुर्गाप्रसाद वस्ती र भाषा सम्पादन गर्नु हुने श्री अच्युत अधिकारी लगायत इकार्डस्-नेपालका कर्मचारीहरुप्रति धन्यवाद ज्ञापन गर्दछौं। यस पुस्तकका लागि आर्थिक सहयोग प्रदान गर्ने एशियाली विकास बैंक, मनिला (Asian Development Bank) प्रति हार्दिक आभार व्यक्त गर्दछौं।

घनश्याम अवस्थी

अध्यक्ष

इकार्डस-नेपाल

स्थलगत बायोइन्जिनीयरीङ तालिम कार्यतालिका

(Bio-engineering Field Training, Time schedule)

दिन र समय	९:०० -९:४५	९:४५-१०:३०	१०:३०-१०:४५	१०:४५-११:३०	११:३० -१२:१५	१२:१५-१३	१३:३० -१४:१५	१४:१५ -१५:००	१५:०० -१५:४५
पहिलो	परिचय तथा तालिमबारे जानकारी	बायोइन्जिनीयरीङ एक चिनारी		चट्टानका किसिम र माटो बन्ने प्रकृया	चट्टानका जोंनी र माटोको इन्जिनीयरीङ गुण		पहिरो र पानी	बोट बिरुवाका प्रमुख इन्जिनीयरीङ कार्य	बायोइन्जिनीयरीङमा प्रयोग हुने बिरुवाका प्रकार
दोस्रो	रवि ओपिको सडक माथिको पहिरोको अध्ययन			रवि ओपिको ठूलो पहिरोको अध्ययन			बनेपा बर्दिबास सडकको अध्ययन		
							घास रोपेका	ढुंगा खानीको अध्ययन	पहिराहरुको अध्ययन
तेस्रो	सजिब बनस्पति संरचनाको प्रकार	निर्जीब संरचनाका प्रकार	चिया	नर्सरी र यसको निर्माण प्रविधि	नर्सरीमा बिरुवा उमार्ने र हुर्काउने प्रविधि	खाना समय	सजीब तथा निर्जीब संरचनाको अन्तर सम्बन्ध	बायोइन्जिनीयरीङ प्रविधिको छनौट	दर रेट विश्लेषण तथा निधारित स्तर
चौथो	स्थलगत अध्ययन			स्थलगत अध्ययन			स्थलगत अध्ययन		
पाचौ	स्थलगत अध्ययन			स्थलगत अध्ययन			स्थलगत अध्ययन		
छैठौं	स्थलगत अध्ययन तथा प्रस्तुतीकरणका लागि तयारी			स्थलगत अध्ययन तथा प्रस्तुतीकरणका लागि तयारी			स्थलगत अध्ययन तथा प्रस्तुतीकरणका लागि तयारी		
सातौ	प्रस्तुतीकरण र छलफल			प्रस्तुतीकरण र छलफल			तालिम मूल्यांकन		समापन र सर्टिफिकेट वितरण

तालिमको ध्येय र विषयवस्तु

यस तालिमको प्रमुख उद्देश्य सहभागीहरूलाई बायोइन्जिनीयरिङबारे सामान्य जानकारी गराउनुका साथै के कस्तो अवस्थामा, कहाँ र कसरी बायोइन्जिनीयरिङ प्रविधि प्रयोग गर्न सकिन्छ भन्ने ज्ञान तथा सीपले सुसज्जित गराउनु हो ।

यस तालिममा निम्न विषयवस्तु समावेश गरिएका छन् ।
यस तालिमको अन्त्यमा सहभागीहरूले निम्न कार्य गर्न सक्षम हुने छन् ।

- चट्टान तथा माटोको इन्जिनीयरिङ गुणको सही पहिचान गर्न ।
- अस्थिर धरातलको परीक्षण तथा त्यसमा देखापर्ने अस्थिरताका कारकतत्वहरूको वर्गीकरण गर्न ।
- पहिरोको अध्ययन गरी मोटामोटी नक्शाङ्कन गर्न ।
- पहिरो वा अन्य अस्थिर धरातलको रोकथामकालागि आवश्यक पर्ने बोट-बिरुवाहरूको छनौट गर्न ।
- बायोइन्जिनीयरिङका लागि आवश्यक नर्सरीबारे जानकारी ।
- बायोइन्जिनीयरिङमा प्रयोग हुने सजीव (वनस्पति) तथा निर्जीव (सिभिल इन्जिनीयरिङ) संरचनाहरूको सही ढंगले छनौट गर्न ।
- सजीव (वनस्पति) तथा निर्जीव (सिभिल इन्जिनीयरिङ) संरचनाहरूको सही समायोजन गर्न ।
- बायोइन्जिनीयरिङ कार्यको सामान्य योजना बनाउन ।

बायोइन्जिनीयरिङः एक चिनारी

बायोइन्जिनीयरिङको परिभाषा :

बायोइन्जिनीयरिङ यस्तो प्रविधि हो जसबाट सजीव वनस्पति एक्लै वा सिभिल इन्जिनीयरिङ संरचनाहरूका साथमा वा निर्जीव वनस्पतिको समायोजन गरी धरातलमा देखा परेका वा पर्न सक्ने भू-क्षय तथा सतही पहिराहरूको रोकथाम गर्न सकिन्छ ।

बायोइन्जिनीयरिङ प्रयोग गर्नाले हुने फाइदा

१. यसले भू-क्षय तथा जमिनको अस्थिरता घटाउँछ ।

२. भिरालो पाखाको पहिरो प्रतिरोधात्मक क्षमता बढाउँछ ।

३. यसको प्रयोग जस्तोसुकै ठाउँमा पनि गर्न सकिन्छ ।

४. यो कुनै निश्चित तरिकाले मात्र न भई ठाउँ र आवश्यकता अनुसार बिभिन्न डिजाइनमा फेर-बदल गर्न सकिन्छ ।

५. वातावरणीय हिसावले यो ज्यादै उपयोगी र सहयोगी हुन्छ ।

६. बोट-बिरुवाबाट, घाँस पात, दाउरा, मल इत्यादि प्राप्त गर्न सकिने हुनाले आर्थिक तथा सामाजिक रुपमा पनि यो ज्यादै उपयोगी छ ।

७. आवश्यक सामग्री आफ्नै गाउँ-ठाउँमा उत्पादन गर्न सकिने भएकाले यो आर्थिक रुपले सहज, प्राविधिक रुपले सुलभ र कम खर्चिलो पनि हुन्छ ।

चट्टानका किसिम र माटो बन्ने प्रक्रिया

चट्टानको परिभाषा

चट्टान भन्नाले पृथ्वीको वाहिरी परत वा भागमा पाइने प्राकृतिक ठोस पदार्थलाई वुझाउँदछ। हरेक चट्टान एउटा अथवा धेरै किसिमका खनिज (मिनेरल) बाट बनेको हुन्छ।

चट्टानका प्रकारहरू

भूगर्भशास्त्रमा चट्टानलाई मुख्यतः तीन भागमा विभाजन गरिन्छ। (१) आग्नेय चट्टान, (२) कायान्तरित चट्टान, र (३) पत्रे चट्टान। आग्नेय चट्टान पृथ्वी भित्रको तातो झोल पदार्थ (माग्मा) पृथ्वी भित्रै जमेर बन्छ। त्यस बाहेक, त्यस्तो झोल पदार्थ पृथ्वीको सतहमा ज्वालामुखीबाट बाहिर निस्केर जम्नाले पनि नयाँ चट्टान बन्न पुग्छ। पृथ्वीको सतहमा नदी, ताल वा समुद्रको पिँधमा वा मरुभूमि वा अन्य क्षेत्रमा पानी (नदी–नाला) वा हावाले अन्य चट्टानलाई खियाएर बगाउँदै वा उडाउँदै लगी थुपारेर वा थिगारेर बनेका चट्टानलाई पत्रे चट्टान भनिन्छ। धेरैजसो पत्रे चट्टानहरूमा पहिलेदेखि नै पत्र-पत्र हुन्छन्। पुराना आग्नेय चट्टान वा पत्रे चट्टान पृथ्वी भित्रको तातो र दबावले गर्दा क्रमशः परिवर्तित हुँदै जान्छन् र कायान्तरित चट्टान बन्दछन्। त्यस वाहेक, आफै कायान्तरित चट्टान पनि अर्को कायान्तरित चट्टानमा बदलिन सक्छ।

(१) आग्नेय चट्टानः ग्रेनाइट, बसाल्ट
(२) कायान्तरित चट्टानः स्लेट, शिस्ट, ग्नाइस
(३) पत्रे चट्टानः चूनढुङ्गा, बलौटे ढुङ्गा, शेल

यसप्रकार चट्टानहरू विभिन्न प्रकारका भएपनि बायोइन्जिनीयरिङ्गको प्रयोजनका लागि चट्टानहरूलाई निम्न तीन भागमा बाँड्न सकिन्छः

(१) कडा चट्टान
(२) मध्यम कडा चट्टान
(३) नरम चट्टान

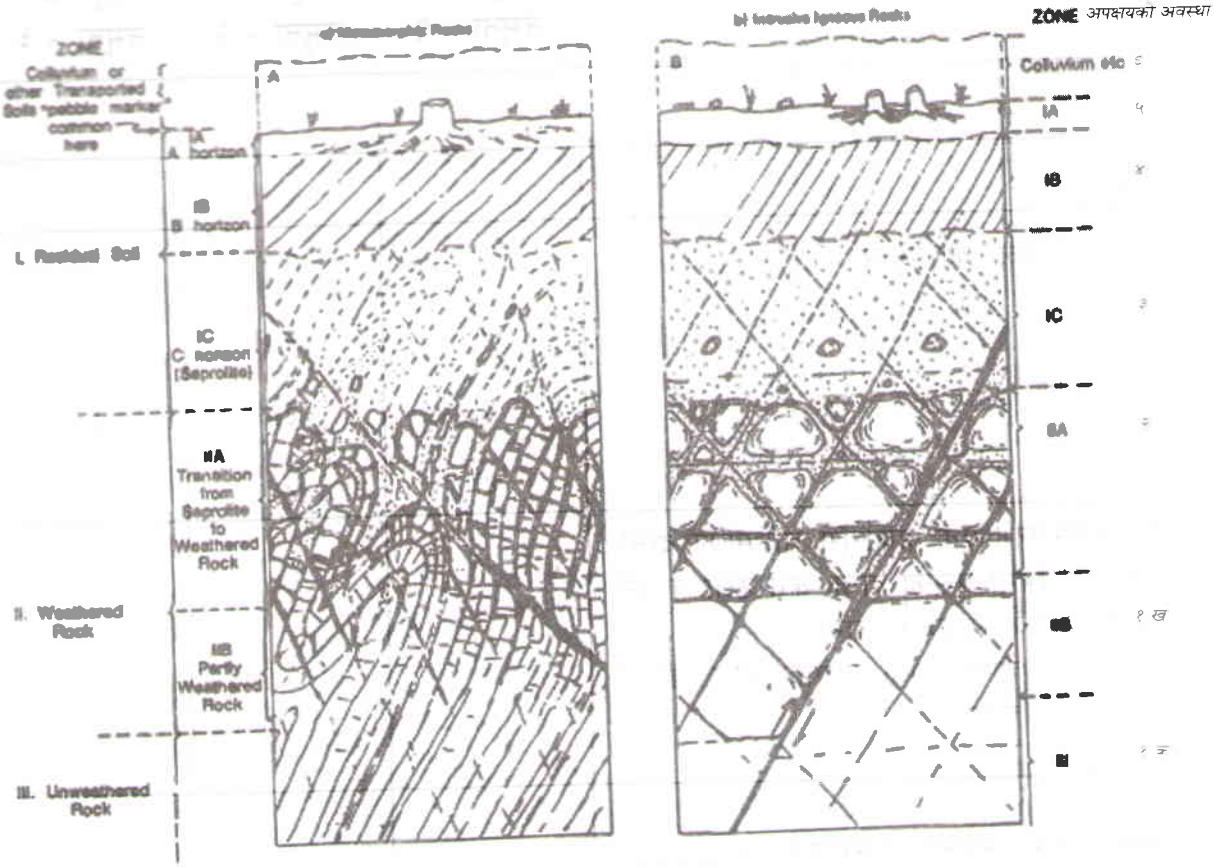
चट्टानको अपक्षय (Weathering)

हावा, पानी र सूर्यको तापले चट्टानको भौतिक तथा रसायनिक गुणमा आउने परिवर्तनलाई अपक्षय भनिन्छ। अपक्षयले गर्दा चट्टान क्रमशः कमजोर, नरम र खुकुलो हुँदै जान्छ। साथै यसमा रङ्ग परिवर्तन, रसायनिक गुणमा फेरबदल र घर्षण (Friction) क्षमतामा ह्रास आउँछ। फलतः कालान्तरमा यसको क्षयीकरण भएर माटो बन्छ। यी अवस्थाहरु चित्र नं. १ मा पनि देखाइएका छन्।

चट्टान अपक्षयका अवस्थाहरू

अपक्षयको अवस्था	वर्णन
६	अवशेष माटो (Residual Soil): सम्पूण चट्टान पूर्ण रुपले माटोमा परिवर्तन भएको र चट्टानका परतहरू पनि नभएको ।
५	पूर्ण अपक्षय : सम्पूर्ण चट्टान माटोमा परिवर्तित भएको तर चट्टानका प्रारम्भिक परतहरू प्रायः देख्न सकिने ।
४	उच्च अपक्षय : ५०% भन्दा बढी चट्टान माटोमा बदलिएको र चट्टान एक ढिक्का नभई टुटे-फुटेको ।
३	मध्यम अपक्षय: ५०% सम्म चट्टानको ह्रास भई माटोमा बदलिएको । चट्टान अझै एक ढिक्का नै लाग्ने वा त्यसमा केही शुद्ध चट्टानका टुक्रा बाँकी भएका
२	निम्न अपक्षय : सबैजसो जोर्नीहरूमा रङ्ग परिवर्तन र सम्पूर्ण चट्टानको रङ्ग फिक्का भएको
१ ख	झिनो अपक्षय: केही जोर्नीहरूमा मात्र रङ्ग परिवर्तन भएको
१ क	शुद्ध चट्टान: कुनै अपक्षयको चिन्ह नभएको

चट्टान अपक्षयका अवस्थाहरु



चित्र १: चट्टानका अपक्षयका अवस्थाहरु

चट्टान पहिचान गर्ने टेबुल

भौतिक गुण	चट्टानको नमूना - १	चट्टानको नमूना - २	चट्टानको नमूना - ३
रङ्ग			
कडाई			
खनिज (मिनिरल) का प्रकार	१) २) ३) ४)	१) २) ३) ४)	१) २) ३) ४)
ढाँचा (टेक्सचर): एक अर्कासँग बाँधिएका दाना, समानान्तर पत्रमा बसेका दाना, कुनै ठूला त कुनै साना दाना, एकै साइजका दाना, आकार: लामा, चेप्टा अथवा चारपाटे दाना, खँदिलो अथवा खुकुलो चट्टान			
संरचना: पत्रे, स्लेटी, पत्ररहित (Massive)			
अन्य गुणहरू: स्वाद, गन्ध, लचिलो, चाम्रो आदि			

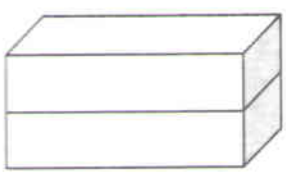
चट्टानका जोर्नी

कुनै पनि चट्टान पृथ्वीको सतहमा आइपुग्दा विभिन्न जोर्नीहरूमा विभाजित हुन पुग्छ । त्यस्ता चिरा वा जोर्नीहरू जथाभावी स्वरूपमा विकसित नभई केही निश्चित (तीन वा त्यो भन्दा धेरै) समानान्तर सतह बनाएर रहेका हुन्छन् । फलतः त्यस्तो चट्टान फुट्दा ईंटा जस्तै चारपाटे आकारमा फुट्छ । यसरी चट्टान भिरालो ठाउँबाट गुरुत्वकर्षण बलले गर्दा यस्तै जोर्नीहरूबाट चिप्लिन्छ र भू-स्खलन हुन्छ । यसरी चट्टान चोइटिने क्रमलाई मोटामोटी तीन भागमा बाँड्न सकिन्छ :

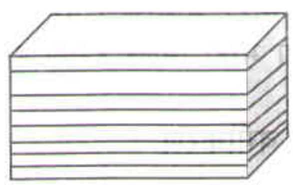
१) टाढा-टाढा (केही सेन्टिमिटरदेखि १-२ मिटरसम्म) रहेका समानान्तर सतहमा पत्र-पत्र भएर फुट्नु (चित्र-१)

२) नजिक-नजिक (एक-दुई सेन्टिमिटर भन्दा कम) रहेका समानान्तर सतहमा पत्र-पत्र भएर चोइटिनु (चित्र-२)

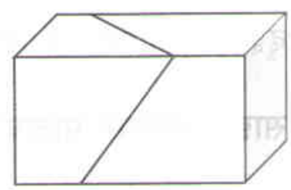
३) चट्टानको पत्रभन्दा फरक जोर्नीहरूबाट फुट्नु (चित्र-३)



चित्र-१



चित्र-२



चित्र-३

यस्ता जोर्नीबाट जमिन भित्र पानी पस्छ र चाँडै अपक्षय हुन मद्दत गर्छ भने पानीले जोर्नीमा दवाव दिंदा पहिरो जाने सम्भावना बढ्छ ।

माटोको प्रकार

अपक्षयले गर्दा चट्टान फुट्न गई माटो बन्ने प्रक्रिया शुरु हुन्छ । सामान्यतः माटो तीन प्रकारको हुन्छ :

१) अवशेष माटो (Residual Soil)
२) पाँगो माटो (Alluvial Soil)
३) स्थानान्तरित माटो (Colluvial Soil)

१) अवशेष माटो : यस्तो माटो चट्टानमाथि बन्छ र यताउती नबगेर आफ्नै ठाउँमा बसिरहन्छ । यस्तो माटो खन्दा, जति/जति जमिनमुनि गयो त्यति धेरै चट्टानका टुक्राहरू भेटिँदै जान्छन् र अन्त्यमा कडा चट्टान फेला पर्छ ।

२) पाँगो माटो : नदी-नालाहरूले चट्टान खियाउँदै र ओसार्दै लगेर कुनै ठाउँमा (नदीका किनारा या बीचमा) ढुङ्गा, बालुवा र मसिनो माटो थुपार्दा पाँगो माटो बन्छ । यसमा चट्टानका टुक्राहरू चिल्ला, घोटिएका र सपाट हुन्छन् ।

३) स्थानान्तरित माटो : पाखोमा पहिरो जाँदा, खोल्सा-खोल्सी र वर्षाको पानीले बगाएर ल्याएको बस्तु थुपार्दा बन्ने माटोलाई स्थानान्तरित माटो भनिन्छ । यस्तो माटोमा तिखा, धारिला र चुच्चा परेका ढुङ्गाका टुक्राहरू एवं बालुवा र मसिनो माटो मिलेर रहेका हुन्छन् ।

साइज अनुसार माटाका कणहरूको वर्गीकरण

१) ठूलो ढुङ्गा (Boulder) : हत्केलामा नअट्ने
२) सानो ढुङ्गा (Cobble) : हत्केलामा ठिक्कसँग अट्ने
३) मसिनो ढुङ्गा (Pebble) : चोर औंला र बुढी औंला जोड्दा बन्ने प्वाल भित्र अट्ने
४) कङ्कर (Granule): चार मिलिमिटरदेखि दुई मिलिमिटर सम्मको
५) बालुवा (Sand): दुई मिलिमिटरदेखि आँखाले ठम्याउने वा हातले छुँदा खस्रो लाग्ने सम्मको ।
६) सिल्ट (Silt): हातले छुँदा खस्रो न लाग्ने तर दाँतमा रगड्दा किरिकिरि लाग्ने ।
७) चिम्ट्याइलो माटो (Clay): अत्यन्त नरम र दाँतमा पनि किरिकिरि नलाग्ने ।
प्रायः माथि उल्लेखित विभिन्न साइजका कणहरूको मिश्रणले माटो बनेको हुन्छ ।

माटो परीक्षण गर्ने विधि

१. ठूला टुक्रा भएको माटो (Coarse-Grained Soil)

क. आधाभन्दा बढी टुक्रा (तौलको आधारमा) आँखाले देख्न सकिने माटो

आधाभन्दा बढी ठूला टुक्रा एक मिलिमिटरभन्दा ठूला

अ: पानीले भिजाउँदा हातमा माटो नलाग्ने: शुद्ध ग्राभेल (Clean Gravel)

आ: पानीले भिजाउँदा हातमा माटो लाग्ने: अशुद्ध ग्राभेल (Dirty Gravel)

आधाभन्दा बढी ठूला टुक्रा एक मिलिमिटरभन्दा साना

इ: पानीले भिजाँउदा हातमा माटो नलाग्ने: शुद्ध बालुवा (Clean Sand)

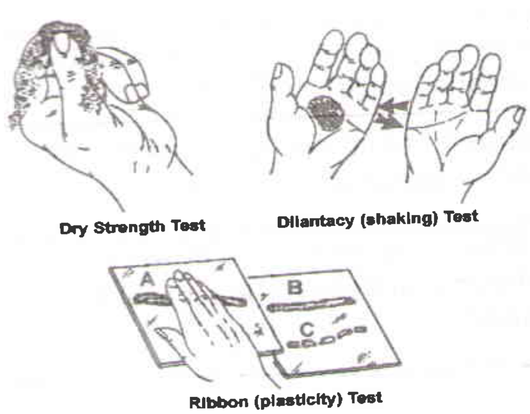
ई: पानीले भिजाउँदा हातमा माटो लाग्ने: अशुद्ध बालुवा (Dirty Sand)

२. साना टुक्रा भएको माटो (Fine-Grained Soil)

ख. आधाभन्दा बढी टुक्रा (तौलको आधारमा) आँखाले देख्न नसकिने माटो

उ: माटोलाई पानीमा मुछेर करिब ३ मिलिमिटर माटो माटोको रोल वनाउन नसकिने: सिल्ट (Silt)

ऊ: माटोलाई पानीमा मुछेर करिब ३ मिलिमिटर माटो र २ सेन्टिमिटर लामो रोल बनाउन सकिने: चिम्ट्याइलो माटो (Clay)



यस बाहेक, माटोको परीक्षण गर्दा, एक चिम्टी ठिक्क भिजेको माटोको मट्याङ्ग्रालाई देब्रे हत्केलालमा राखेर दाहिने हत्केलाले हानेर दायाँ-बायाँ ५-७ पटक हल्लाउँदा (चित्र) पानी निस्कन्छ वा निस्कँदैन भनी जाँच्नु पर्छ। त्यसैगरी पूर्ण सुख्खा पारेको मसिनो माटोको डल्लोलाई बुढी औंला र चोर औंलाले च्यापेर फुटाल्न सकिन्छ कि सकिँदैन जाँच गरी हेर्नुपर्छ। मुछेको माटोको सानो रोललाई धारिलो चक्कुले काट्दा टलक आउँछ-आउँदैन भनी परीक्षण पनि गर्न सकिन्छ।

पहिरो

माटो अथवा चट्टानले बनेको जमिनको भिरालो भाग तल र बाहिरतिर खस्ने वा चिप्लने प्रक्रियालाई पहिरो वा भू-स्खलन भनिन्छ । यसका विभिन्न भाग हुन्छन् । (चित्र -१)

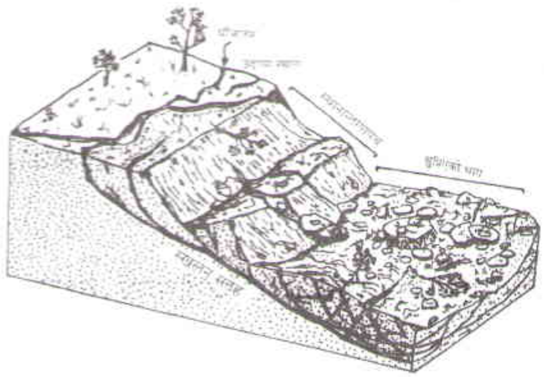
१) धाँजा फाटेको भाग (Zone of cracks)
२) पहिरोको सिरानमा र कहिलेकाहीँ पहिरोको चारैतिरबाट लछारिएको भाग
३) पहिरोको सिरान (उद्गम स्थल)
४) स्थानान्तरण पथ
५) पहिरो सर्दा वन्ने छड्के सतह
६) ढुङ्गा-माटो थुप्रिएको ढिस्को
७) पहिरोको फेद

पहिरोको वर्गीकरण

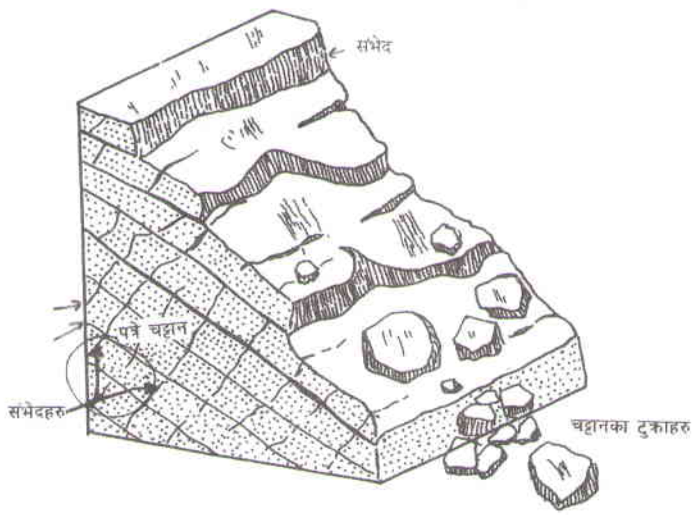
भू-स्खलन हुँदा तल झर्ने पदार्थ र पहिरोको गतिको किसिमको आधारमा पहिरोलाई निम्न किसिममा वर्गीकरण गर्न सकिन्छ ।

साभारः भार्न्स (१९७८)

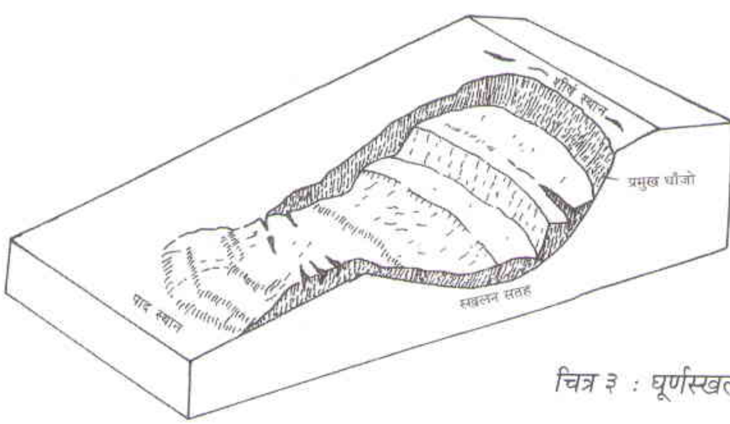
गतिको किसिम (Types of movemet)		**पदार्थको किसिम (Types of material)**		
		मसिनो माटो (Earth)	**खस्रो माटो (ढुङ्गा माटो) (Debis)**	**चट्टान (Rock)**
पतन (Fall)		मृत्तिका पतन (Earth fall)	सम्मिश्रण पतन (Debris Fall)	शैलपतन (Rook Fall)
विभञ्जन (Topple)		मृत्तिका विभञ्जन (Earth Topple)	सम्मिश्रण विभञ्जन (Debris Topple)	शैल विभञ्जन (Rook Topple)
स्खलन (Slide)	स्थानान्तर (सीधा) (Translation)	मृत्तिका स्थानान्तरित स्खलन (Translational Earth Slide)	सम्मिश्रण स्थानान्तरित स्खलन (Debris Slide)	शैल स्थानान्तरित स्खलन (Rook Slide)
	घूर्ण (वक्राकार) (Rotation)	मृत्तिका घूर्णस्खलन (Rotational Earth Slide)	सम्मिश्रण घूर्णस्खलन (Rotational Debris Slide)	शैल घूर्णस्खलन (Rotational Rook slide)
विभिन्न प्रकारको मिश्रित गति (A combination of movement)		क्लिष्ट पहिरो (Complex Slide)		



चित्र १ पहिरोका विभिन्न भागहरू



चित्र २: शैल पतन (Rock Fall)



चित्र ३ : घूर्णस्खलन

रोकथाम प्रयोजनका लागि पहिरोको वर्गीकरण

१. केही सामान्य सिभिल इन्जिनीयरिङ्ग संरचनाको साथै बोट-बिरुवाहरूको एकल प्रयोगले रोकथाम गर्न सकिने पहिराहरू ।

२. बोट-बिरुवाहरूको सहयोग लिँदै विभिन्न सिभिल इन्जिनीयरिङ्ग संरचनाको प्रयोय गरी रोकथाम गर्न सकिने पहिराहरू ।

३. ठूला सिभिल इन्जिनीयरिङ्ग संरचना निर्माण गरी रोक्न सम्भव तर यस्तो काम गाह्रो र खर्चिलो हुनुका साथै त्यस्ता संरचना निर्माण भैसके पनि पहिरो जान सक्ने सम्भावाना भएका पहिराहरू ।

४. रोकथाम प्रायः असम्भव वा ज्यादै महँगा सिभिल संरचनाको निर्माण र विशेषज्ञको निगरानी आवश्यक हुने पहिराहरू ।

जमिनमाथि बग्ने पानीको असर

वर्षाको क्रममा जमिनको सतहमा एकत्रित पानी शुरुमा केही सेन्टिमिटर जमिनमुनि पुग्छ र पछि बिस्तारै जमिनभित्र छिर्दै निकै तलसम्म जान्छ । यस क्रममा पानीले भिजाएको तथा पानी अडेको सम्पूर्ण भागमा अस्थिरता श्रृजना हुने सम्भावना रहन्छ । जमिनमाथि बग्ने पानीले चट्टान वा माटो खियाई भू-क्षय गराउँछ ।
निम्न अवस्थामा जमिनमाथि पानी बग्न सक्छ ।

- माटोको सतह खँदिलो भएमा पानी जमिनभित्र छिर्न नसकी सतहमाथि बग्छ ।
- जमिनमुनि छिर्ने पानीको मात्राभन्दा आकाशबाट परेको पानीको मात्रा बढी भएमा ।
- माटाका सबै छिद्रहरू पानीले भरिएमा ।
- जमिनको सतहमै पानी नछिर्ने खालको चट्टान भएमा ।
- जमिनको भिरालोपन (Slope) बढी भएमा ।

जमिनमुनि बग्ने पानीको असर

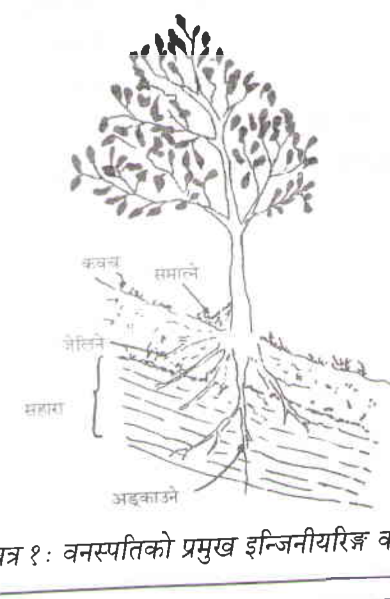
जमिन माथिको पानी माटाका छिद्रहरू हुँदै बिस्तारै जमिनभित्र छिर्छ र कुनै अवरोध (जस्तै चट्टान आएमा त्यस अवरोधक माथि एकत्रित हुन थाल्छ । यसरी जमिन मुनिको पानी जम्मा हुँदै जाँदा जमिनभित्र यताउती बग्न थाल्छ र सतहको नजिक पुगेर मुलको रुपमा बाहिर निस्कन्छ । तर पानी बाहिर निस्कन नपाएमा त्यहाँ पानीको चाप बढ्दै जान्छ र पहिरो जाने सम्भावना पनि हुन सक्छ जमिनमुनि पानी बग्दा ठूला दरार र भ्वाङ पनि बन्न सक्छन् । यसरी नै धेरै गुफाहरू बनेका हुन्छन् ।

वनस्पतिका प्रमुख इन्जिनीयरिङ्ग कार्यहरू

बायोइन्जिनीयरिङ एवं सिभिल इन्जिनीयरिङ्ग प्रणाली र अन्य प्रक्रियाद्वारा पनि पहिरो र भू-क्षय रोक्न मद्दत पुऱ्याउँछ। यसमा रुख बिरुवाको व्यापक प्रयोग हुने हुँदा वनस्पतिको इन्जिनीयरिङ्ग कार्यहरूको छोटो परिचय तल दिइएको छ। चित्र १२ मा वनस्पतिको विभिन्न इन्जिनीयरिङ्ग कार्यहरू देखाइएका छन्। ती कार्यहरू निम्न प्रकारका छन्।

- समात्ने - वनस्पतिको फेदले वर्षाको पानीलाई ठाडै तलतिर बग्नबाट रोक्न र पानीसँगै आएको लेदोलाई नजिकै थुपार्नमा मद्दत गर्छ।
- कवच - घाँसपापतहरूले जमिनको सतह छोप्ने हुँदा सतहमा वर्षाको पानीको थोपा तथा बग्ने पानीको असर कम हुन्छ।
- जेलिने - सतहको ढुङ्गा-माटोभित्र वनस्पतिका जराहरू जेलिएर रहेका हुन्छन्। जसले गर्दा त्यहाँको जमिन चल्न पाउँदैन र कम गहिराइबाट बग्ने भूमिगत जल प्रवाह कम हुन्छ।
- अडकाउने - रुखको मूल जरा जमिन भित्रसम्म गाडिएको हुन्छ। यसरी गाडिने क्रममा मूल जराले भिराले जमिनबाट खस्न सक्ने ढुङ्गा-माटोलाई त्यहीं अड्काएर राख्छ।
- सहारा - रुख बिरुवाले आफ्नो मूल जरा तथा सहायक जराहरूको मद्दतबाट आफ्नो वरिपरिको माटो एकत्रित पारेर राखेका हुन्छन्। उक्त एकत्रित माटो बलियो तथा स्थीर हुने हुनाले भिरालो सतहमा रहेका थप अस्थिर ढुङ्गा-माटोलाई समेत सहारा मिल्दछ।
- पानीको निकास - बोट-बिरुवाले जमिनको सतह वा सतहभन्दा मुनिको आवश्यक पानीलाई जमिनभित्र छिराई तर्काउने काम गर्छन्।

यस वाहेक बोट-बिरुवाहरूले पानी पर्दा जमिनलाई विभिन्न किसिमले जोगाउँछन्। यसको उदाहरण चित्र १ मा देखाइएको छ।



चित्र १: वनस्पतिको प्रमुख इन्जिनीयरिङ्ग कार्य

बायोइन्जिनीयरिङ्गका लागि बिरुवाहरूको छनौट

वायोइन्जिनीयरिङ्का लागि उपयुक्त वनस्पतिहरूको छनौट गर्दा निम्न कुराहरूमा ध्यान दिनु आवश्यक हुन्छ ।

- बिरुवाहरू त्यहाँको वातावरणमा हुर्किन सक्ने खालको हुनु पर्दछ ।
- बिरुवाहरू सजिलैसँग र प्रशस्त मात्रामा उपलब्ध हुनु पर्दछ ।
- बिरुवाहरू छिटो बढ्ने खालका हुनुका साथै कठोर अवस्थामा पनि हुर्कन सक्ने हुनु पर्दछ ।
- बिरुवाहरूले अस्थिर भिरालोलाई स्थिर तुल्याउनका लागि गर्नु पर्ने इन्जिनीयरिङ्ग कार्य गर्न सक्षम हुनुपर्दछ ।
- बिरुवाहरू सजिलो तरिकाबाट उत्पादन गर्न सकिने हुनु पर्दछ ।
- बायोइन्जिनीयरिङ्ग प्रणालीमा सकेसम्म घाँस, बुटा तथा रुखहरू सबै समावेश भएको वानस्पतिक संरचना प्रयोग गर्नु पर्दछ ।

वायोइन्जिनीयरिङ्गका लागि उपयुक्त केही बिरुवाहरूको नामावली तल दिइएको छ ।

वायोइन्जिनीयरिङ्गका लागि उपयोगी केही बिरुवाहरू

क्र.सं.	घाँसहरू	बुटाहरू	रुखहरू
१	अम्रिसो	अरेरी	खयर
२	बाबियो	असुरो	वकेनो
३	ढोंडे	वैंस	चिलाउने
४	काँस	बयर	चाँप
५	खर	भुजेत्रो	चिउरी
६	सीठो	धजरु (धनेरो)	दबदबे
७	तीते निगालो बाँस	धुसुन	कटुस
८	कुश	केत्तुके	शिरीष
९	नरकट	केराउकोसे	खन्यू
१०	नेपियर (विकासे घाँस)	सिमली	पैयूँ
११	सालिमे खर	तिल्का	सिसौ
१२	ठूलो खुरुकी	बाँस (विभिन्न जातका)	उत्तीस

बिरुवाहरू बीच प्रतिस्पर्धा

एकै जातका, उस्तै वा विभिन्न जातका बिरुवाहरू एक आपसमा मिलेर समूह बनाएका हुन्छन् । बिरुवाहरू हुर्कन निश्चित मात्रामा तीनवटा श्रोतहरू: प्रकाश, पानी र पोषक तत्व आवश्यक हुन्छन् । सवै बिरुवा आफैले सकेसम्म ती तत्वहरू बढी उपभोग गर्न खोज्छन् । यस्तो प्रतिस्पर्धामा कमजोर बिरुवाहरू हुर्कन सक्दैनन् । त्यसैले बायोइन्जिनीयरिङ्ग कार्य गर्दा सँगै हुर्कन सक्ने जातका बिरुवाहरूलाई मात्र प्राथमिकता दिनु पर्छ । यस्ता बिरुवाहरूका केही उदाहरण तल दिएइको छ ।

सँगै हुर्कन सक्ने जातका बिरुवाहरू

मुख्य जातहरू	प्राय: जसो संगै हुर्किने जातहरू	संगै हुर्किने जातहरू बाँच्ने समय	कैफियत
साल / सखुवा	साज (असना), करम (कर्मा), बाँझ(बाँझी), जामुन आदि	सधै	धेरै जातका बिरुवाहरू सालको जङ्गल हुर्किन्छन्, तर तिनीहरू थोरै मात्रामा हुन्छन् ।
चिलाउने	कटुस, धुसुन, धनेरो, खर, तितेपाती, वनमारा आदि	सधै	धेरै जातका बिरुवाहरू चिलाउनेको जङ्गल हुर्किन्छन् तर तिनीहरू थोरै मात्रामा हुन्छन् ।
सल्लो (खोटे)	धनेरो, चिलाउने, कटुस, साल आदि	सल्ला पाँच वर्षसम्म पायोनियर भएर हुर्कन्छ। अरु बिरुवाहरू पाँच वर्षमा हुर्किन्छन् र सँधै बाँचि रहन्छन् ।	सल्लालाई पायोनियर बिरुवा जस्तो हुर्काउन सकिन्छ । उदाहरणको लागि सिन्धुपलाञ्चोक जिल्लाको चौतारा ।
फूल काँडा (सुत्केरी काँडा, कान्छी फूल)	खर, मुसे खरुकी, सिरु आदि	फूल काँडा तीन वर्षसम्म पुरानो हुन्छ ।	अरु बिरुवाहरू पहिलो तीन वर्ष सम्म हुर्काउन सकिन्छ । धनकुटा र डोटीमा यस्ता उदाहरण भेटिन्छन् ।
खयर	हल्लुंडे, वेल, खिरी, कदम, ढौंडे र काँस आदि	साधारणत ४० वर्षभन्दा माथि हुन्छ।	खयर धेरै जसो अरु बिरुवाहरूलाई नास गर्दै हुर्किन्छ । तसर्थ यस्को जङ्गलमा भू-क्षय हुने गर्दछ ।

बिरुवाहरूले वातावरणमा पार्ने असर

बोट-बिरुवाहरूले वातावरणसँग अन्तर्क्रिया गर्दा सकारात्मक र नकारात्मक दुबै असर पार्न सक्छन् । त्यसका केही उदाहरणहरू निम्न छन् ।

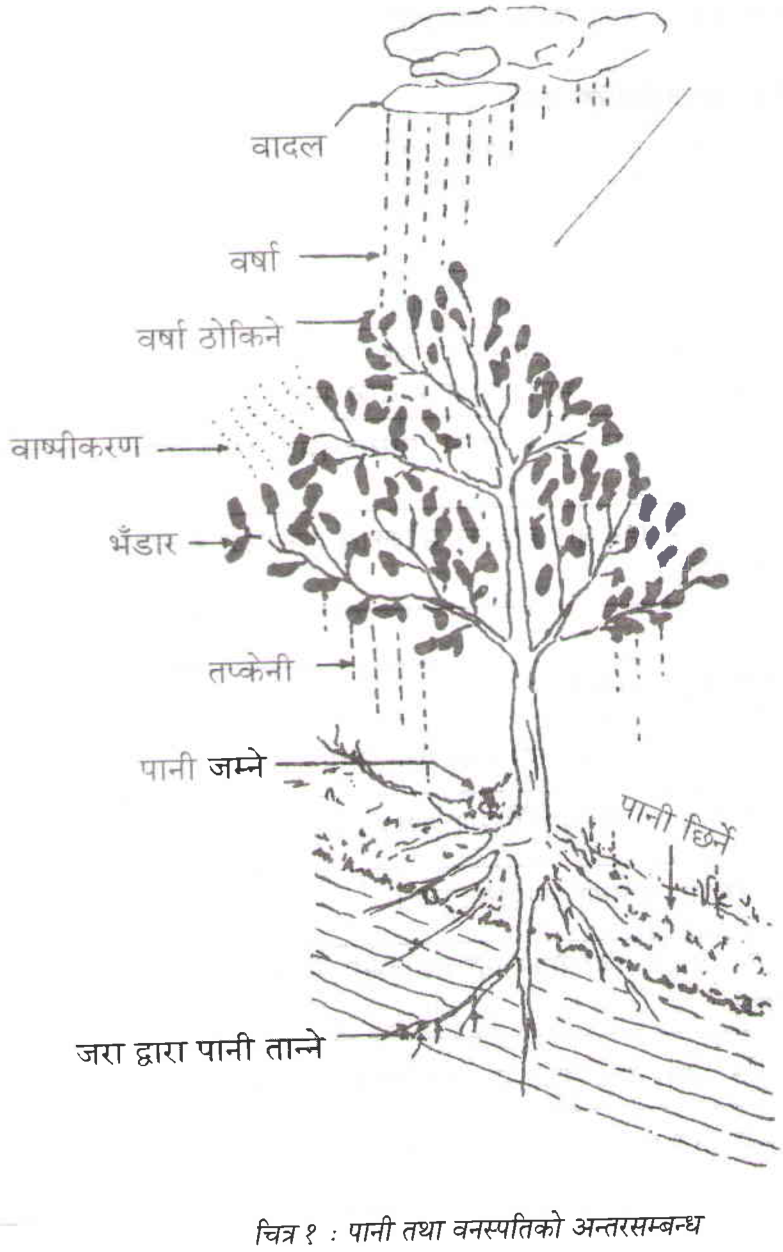
बोट-बिरुवाका सकारात्मक र नकारात्मक असरहरू

क्र.सं.	वनस्पतिको इन्जिनीयरिङ्ग कार्य	असर
१	डाँठ र हाँगाहरूले तलतिर बगिरहेको ढुङ्गा-माटो समात्छन् ।	राम्रो
२	जराहरूले माटोका स-साना कणहरूलाई सतहमा बाँधेर राख्छन् र भू-क्षय कम गराउँछन् ।	राम्रो
३	कडा जराहरू बढेर चर्केका चट्टानहरूलाई अझ बढी खोतल्छन् ।	नराम्रो
४	जराहरूले रुखको वरिपरिका ढुङ्गा-माटोलाई बाँधेर एउटा बेलनाकार सतह बनाउँछन् । जसले आफूभन्दा माथिको भाग अड्याएर राख्न मद्दत पुऱ्याउँछ ।	राम्रो
५	मुख्य वा सहायक जराहरूले सतहको पत्रलाई भित्री स्थिर पत्रसँग अड्याएर राख्छन् ।	राम्रो
६	विशेष गरेर ठूला रुखहरूलाई हावाको झोँक्काले हल्लाउँदा सतहको माटो तथा ढुङ्गा खलबलिन्छन् ।	नराम्रो

क्र.सं.	वनस्पति र पानीको अन्तर्क्रिया	असर
१	पातहरूले पानीका थोपाहरू जमिनमा पुग्नु अगावै रोक्छन्	राम्रो
२	पातहरूले जमिनको पानी वाष्पीकरण गराउँदछन् ।	राम्रो
३	हाँगा र पातहरूमा पानीको भण्डार हुन्छ ।	राम्रो
४	ठूला-ठूला पात भएका बिरुवाको पातमा जम्मा भएको पानी खस्दा माटो बढी उछिट्टिन्छ ।	नराम्रो
५	घाँसका डाँठ र पातहरूले सतहमा बगेर गएको पानीको धार घटाउँछन् ।	राम्रो
६	जराहरूले माटोबाट पानी सोसेर वायुमण्डलमा फाल्छन् ।	मौसममा भर पर्ने

पानी र बोट-बिरुवाको अन्तर सम्बन्ध

बोट-बिरुवाहरूले आकाशबाट वर्षने पानीप्रति विभिन्न प्रकारले प्रतिक्रिया देखाउँछन् । त्यसको नमूना तलको चित्र १ मा देखाइएको छ ।

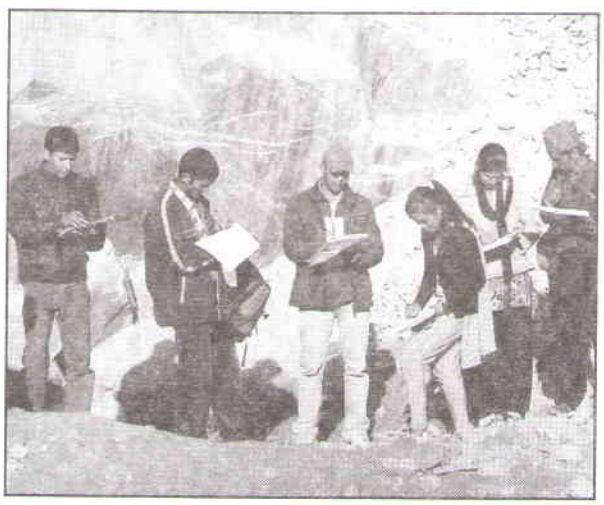


चित्र १ : पानी तथा वनस्पतिको अन्तरसम्बन्ध

पहिराको स्थलगत अध्ययन तथा पानीको गतिविधि परीक्षण

तपाईंले यस अघिका सत्रहरूमा छलफल गर्नु भएको पहिरोसम्बन्धी जानकारीलाई आधार मानेर यो अभ्यासमा दिइएको पहिरोको खाका कोर्नुहोस् र आफ्नो समूहमा छलफल गरी निम्न कार्य गर्नुहोस् ।

१. दिइएको पहिरोको खाका कोर्नु होस्, लम्बाइ, चौडाइ र गहिराइ टिप्नुहोस् ।
२. पहिरोका विभिन्न भाग (धाँजा फाटेको भाग, सिरान, फेद आदि) छुट्याउनुहोस् ।
३. बिभिन्न पहिराहरूको वर्गीकरण गर्नुहोस् ।
४. पहिराहरूको ढुङ्गा-माटोको किसिम छुट्याउनुहोस् ।
५. पहिरो गएको कारण पत्ता लगाउनु होस् ।
६. पहिरो वरिपरि रहेका स्पष्ट देखिने कुराहरू (जस्तै ठूलो रुख, बाटो, घर, मन्दिर आदि) पनि नक्शामा देखाउनुहोस् ।
७. पानी पहिरोमा कताबाट पसेर कताबाट निस्कने काम गऱ्यो होला, छलफल गरी लेख्नुहोस् ।



पहिरोको मान-चित्र

रवि-ओपीको ठूलो पहिराको अध्ययन

गत सत्र ८ मा झैं यो अभ्यासमा पनि तपाईंले यस अघिका सत्रहरूमा छलफल गर्नु भएको पहिरोबारेको जानकारीका आधारमा आफ्नो समूहमा छलफल गरी निम्न कार्य गर्नुहोस् ।

१. यो पहिरोको खाका कोर्नुहोस्, लम्बाई, चौडाई र गहिराई टिप्नुहोस् ।
२. पहिराका विभिन्न भाग छुट्याई नक्सामा देखाउनुहोस् ।
३. पहिरोको वर्गीकरण गर्नुहोस ।
४. पहिरोको ढुङ्गा, माटोको किसिम छुट्याउनु होस् ।
५. पहिरो जानुको कारण पत्ता लगाउनु होस् ।
६. पहिरोभित्र पानी पस्ने र निस्कने ठाउँ पहिचान गर्नुहोस् ।
७. पहिरोको इतिहास त्यस ठाउँका व्यक्तिहरूसँग सोधपुछ गरी पत्ता लगाउनु होस् ।
८. बायो इन्जिनीयरिङबाट यो पहिरो कसरी रोक्न सकिन्छ छलफल पनि गर्नुहोस् ।

पहिरोको मान-चित्र

तेर्सो लाइनमा घाँस रोप्ने कार्य

स्थान :	धुलिखेलबाट पाँच किलोमिटर टाढा
साइट :	सडक चौडा गर्न काटेको पाखो
बनावट :	अपक्षय भएको चट्टान माथिको अवशेष माटो, यसको गहिराई निकै कम (१० सेन्टीमिटर भन्दा कम) छ ।
आकार :	पाँच मिटर अग्लो र १५ मिटर लामो भएको अनुमान
भिरालोपना :	ठाडो (४५ डिग्रीभन्दा बढी) पाखो
मोहडा :	दक्षिण पश्चिम
पानीको उपस्थिति :	सामान्यत सुख्खा वा अलिकति चिस्यान भएको ।
समस्या :	माटो झर्ने र कालान्तरमा जमिनमा भूक्षय भई गल्छी बन्ने वा पहिरो जान सक्ने सम्भावना ।
समाधान :	माटो झर्ने प्रक्रिया रोकेर बर्षाको पानीका थोपाबाट हुने माटोको क्षयीकरण रोक्नु पर्ने ।
बायोइन्जिनीयरीङ संरचना :	तेर्सो लाईनमा घाँस रोपेको ।
अहिलेको साइटको अवस्था :	राम्रो ।

ढुङ्गाखानीमा जोर्नीको अध्ययन

स्थान :	धुलिखेलबाट करिब पाँच किलोमिटर ७०० मिटर टाढा
साइट :	चालु अवस्थाको ढुङ्गाखानी
बनावट :	कडा र मध्यम खाले चट्टानहरू माथि अवशेष माटो
जोर्नीहरू :	तीन सेट जोर्नीहरू स्पष्ट देखिन्छन् (एक-अर्कासँग समानानन्तर भएर रहेका जोर्नीले एक सेट बनाउँछन्) दुई सेट जोर्नी जमिन भित्र छिरेका छन् भने एक सेट जोर्नी बाहिरतिर निस्केको छ ।
अपक्षय :	क्रमश: चट्टानको रंग, क्षमता, जोर्नीको खुकुलोपना र चट्टानका खनिजमा आउने परिवर्तन यहाँ राम्रोसँग देख्न सकिन्छ । यो खानीको माथिल्लो सतहमा घाँसपात र बोट-बिरुवाहरू छन् र त्यसमा माटो बन्ने प्रक्रिया जारी छ भने तलतिरका चट्टानहरू बिस्तारै कमजोर बन्दैछन् ।
भू-स्खलनको सम्भावना:	जोर्नीहरूबाट चिप्लिएर पहिरो जान सक्ने र वर्षा याममा पर्ने पानीले पनि निकै क्षति पुयाउन सक्ने ।

पातले खेतको ठूलो भिरालो जमिन

स्थान :	धुलिखेलबाट करिब १० किलोमिटर ८०० मिटर टाढा माटो थुपारेको ठाउँ ।
साइट :	पुरानो ठाडो पाखो । यो पहिले नाङ्गो पाखो थियो ।
बनावट :	अपक्षय भएको ठाउँमा खोल्साहरू बन्दै गएको ।
आकार :	करिब १०० मिटर चौडा, ५० मिटर लामो र पाँच मिटरभन्दा बढी गहिरो ।
भिरालोपना :	मध्यम ठाडो (करिब ३५ डिग्री) । यो क्षेत्रलाई पाखो काट-छाँट गरी माथिबाट माटो थपेर सम्याइएको थियो ।
मोहडा :	दक्षिण
पानीको उपस्थिति :	दक्षिण मोहोडा भएको पाखोको तलतिर मूल फुटेको थियो ।
समस्या :	माथि तिर धाँजा फाटेको र तल तिरको चट्टानमा जोर्नीहरूबाट पहिरो गएको ।
समाधान :	पानी निकास, ढुङ्गा-माटो थाम्ने र सतह ढाक्ने काम ।
सिभिल तथा बायोइन्जिनीयरीङ संरचना :	पाखो सम्याउने, झुण्डिएर रहेको माटो र चट्टान हटाउने, तेर्सो लाइनमा घांस रोप्ने, सिमेन्टका तेर्सा र ठाडा नाली बनाउने, फेदमा ग्याबिनको पर्खाल बनाउने कार्य ।
अहिलेको साइटको अवस्था :	सामान्यत जमिन स्थिर रहेको ।

हसेरा फार्म नजिकको अस्थिर जमिन

स्थान : धुलिखेलबाट करिब ११ किलोमिटर टाढा

साइट : पुरानो अस्थिर पाखो र वरिपरिका खोल्साहरू ।

बनावट : गहिराइसम्म अस्थिर र गल्छीहरू भएको भास्सिएको चीसो जमिन । क्लिष्ट खालको ठूलो पहिरो ।

आकार : करिब १५० मिटर वरिपरिको अस्थिर भूभाग । करिब ५० मिटर सडकमाथि र ३० मिटर सडक तलसम्म फैलिएको पहिरो र भूक्षय क्षेत्र ।

भिरालोपना : सडकमाथि सामान्य ठाडो (करिब ३० डिग्रीसम्म) र सडकमुनि वढी । ५० डिग्री सम्म) ठाडो ।

मोहडा : पूर्व तथा उत्तर फर्केको ।

पानीको उपस्थिति : मुख्यतः पूर्वी र उत्तर मोहोडा भएको ओसिलो र भिजेको जमिन । खोल्साहरूमा केही मात्रामा पानी भएको ।

समस्या : यो एउटा क्लिष्ट पहिरो भएकाले चट्टान, ढुङ्गा-माटो र नरम माटोमा अस्थिर भएको अवस्था थियो । सतहमा र भूमिगत पानी पनि निकै हुनाले पानी तर्काउनु पर्ने प्रमुख आवश्यकता थियो ।

समाधान : पानी निकास, अस्थिर भागलाई दीर्घकालसम्म अड्याइ राख्ने, सतहबाट पानी छिर्न नदिने, ढुङ्गा-माटो बग्न नदिने ।

सिभिल तथा बायोइन्जिनीयरीङ समरचना : ठूला ठूला पक्की पर्खालको निर्माण, भूमिगत जल निकासका लागि पाइपको व्यवस्था, ग्याबिन पर्खालको व्यवस्था, सतहको पानी निकासका लागि पक्की नाली तथा चेक ड्यामको निर्माण, पानीले तलतिर नोक्सान नगरोस् भनेर पानी बग्ने नालीमा खुड्किलाहरूको व्यवस्था, बुट्यान र रुख-बिरुवा रोप्ने कार्य । पर्खाल पछाडि पानी न जमोस् भनी प्वालको व्यवस्था ।

अहिले साइटको अवस्था : राम्रोसँग रोकथाम भएको । केही रुखहरू आवश्यकताभन्दा निकै ठूला भएकाले तिनीहरूलाई हटाउनु पर्ने ।

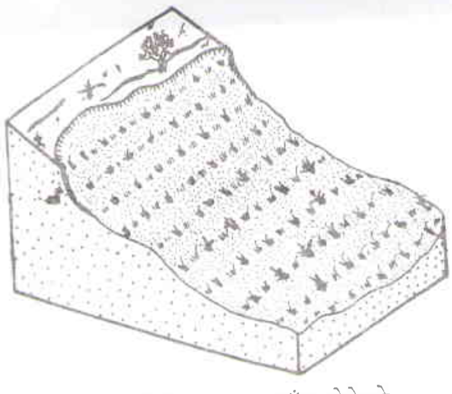
सजीव (वानस्पतिक) संरचनाहरू

बायोइन्जिनीयरिङ्ग प्रणालीमा साना सिभिल इन्जिनीयरिङ्ग संरचनाहरूका साथसाथै बोट-बिरुवाहरूको पनि विभिन्न संरचानाहरू बनाई पहिरो तथा भू-क्षय नियन्त्रण गरिन्छ । त्यस्ता केही वानस्पतिक संरचानाहरू तल दिइएका छन् ।

- तेर्सो लाइनमा घाँस रोप्ने
- छड्के लाइनमा घाँस रोप्ने
- ब्रश लेयरिङ्ग
- पालिसेड
- फशिन
- जीवित छेकबार
- रुख वा बुटा रोप्ने
- बाँस रोप्ने
- घाँसको बीउ छर्ने

तेर्सो लाइनमा घाँस रोप्ने (Horizontal Lines of Grasses)

अस्थिर भिरालो जमिनमा पानीले गर्ने कटान वा भू-क्षय रोक्न तेर्सो लाइनमा विभिन्न जातका घाँस रोप्न सकिन्छ । तेर्सो लाइनमा रहेका दुई बिरुवा बीचको दूरी करिब १० सेन्टिमिटर तथा दुई लाइन बीचको दूरी करिब एक मिटर राख्नु पर्दछ । यो संरचना प्रायः सुख्खा पाखोमा बढी उपयोगी हुन्छ। चित्र १ क मा तेर्सो लाइनमा घाँस रोपेको देखाइएको छ । त्यसैगरी, चित्र १ ख मा कान्लोमा घाँस रोपेको र चित्र १ ग मा सडकको छेउछाउमा घाँस रोपेको पनि देखाइएको छ ।



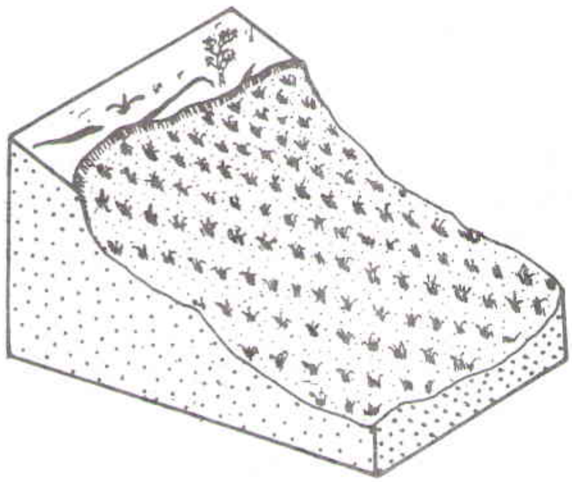
चित्र १कः तेर्सो लाइनमा घाँस रोपेको

चित्र १खः कान्लोमा घाँस रोपेको

चित्र १गः सडकको छेउछाउमा घाँस रोपेको

छड्के लाइनमा घाँस रोप्ने (Diagonal Lines of Grasses)

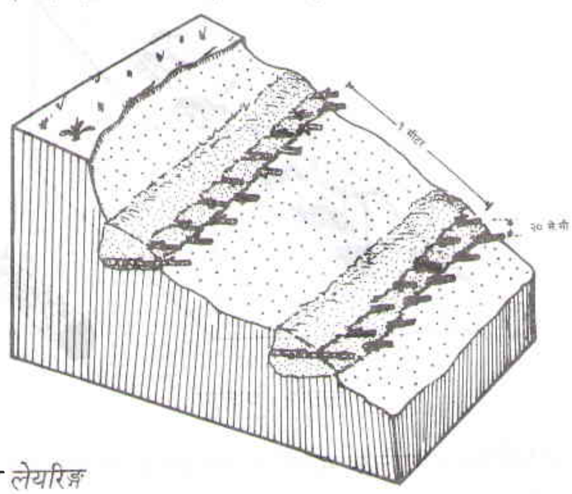
भूमिगत जल प्रवाहबाट वचाउनु पर्ने भिरालो जमिन वा छोटो समयमा मुसलधारे वर्षा हुने ठाउँमा जमिनले पानी सोस्ने प्रक्रियालाई कम गराउन वा वर्षाको पानीबाट सतहमा हुने क्षयीकरण रोक्न विभिन्न जातका घाँसहरू छड्के लाइनमा रोप्ने गरिन्छ। यस्तो वानस्पतिक संरचना प्रायः ओसिलो र कम भिरालो जमिनमा बढी लाभदायक हुन्छ। यसमा पनि दुई छड्के लाइनको फरक करिब एक मिटर हुन्छ र प्रत्येक लाइनमा १० /१० सेन्टिमिटरको दूरीमा घाँस रोपिन्छ। चित्र २ मा छड्के लाइनमा घाँस रोपेको देखाइएको छ।



चित्र २ : छड्के लाइनमा घाँस रोपेको

ब्रश लेयरिङ्ग (Brush Layering)

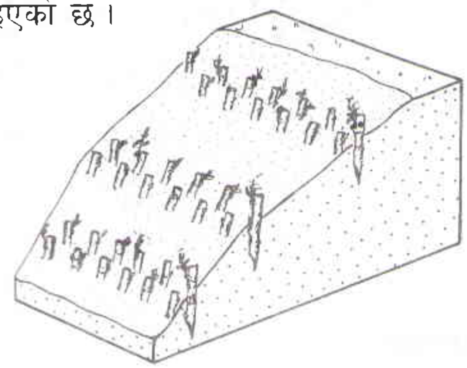
भिरालो जमिनमा सिमली, असुरो, खिर्रो जस्ता छिटो सर्ने जातका रुखहरूका हाँगाहरू (cuttings तेर्सो लाइनमा सुताएर रोपिने प्रक्रियालाई ब्रश लेयरिङ्ग भनिन्छ। यस्ता वानस्पतिक संरचनाले खुकुलो माटो समात्ने र हाँगा पलाएपछि बगेको माटो समेट्ने काम गर्छ। यो संरचना कम भिरालो तर खुकुलो माटोले पुरेको जमिनमा बढी लाभदायक हुन्छ। ब्रश लेयरिङ्गमा करिब ४० सेन्टिमिटर चौडा गह्रा बनाउनु पर्छ र त्यहाँ करिब पाँच सेन्टिमिटरको फरक पारी एउटै लाइनमा हाँगा राख्नु पर्छ। त्यसपछि २० सेन्टिमिटर जति बाक्लो माटोको तहले छोपेर फेरि दोस्रो हाँगाको लहर पहिलो लहरका हाँगाहरूका बीचमा पर्ने गरेर राख्ने र छोप्ने गर्नुपर्दछ। यस संरचना एक लाइनदेखि अर्को लाइनसम्मको दूरी करिब एक मिटरको हुन्छ।। चित्र ३ मा ब्रश लेयरिङ्ग देखाइएको छ।



चित्र ३ : ब्रश लेयरिङ्ग

पालिसेड (Palisade)

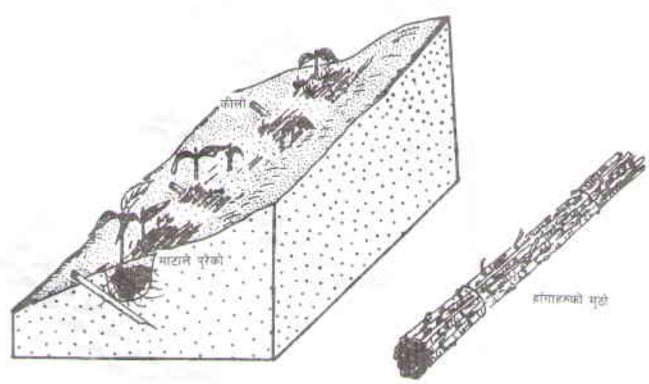
धेरै भिरालो जमिनमा गऱ्हा वनाउँदा त्यो जमिन झन् अस्थिर भएर खस्ने संभावना धेरै हुन्छ। त्यसकारण त्यस्ता स्थलहरूमा ब्रश लेयरिङ्गको सट्टा प्वाल मात्र खनेर ठाडा हाँगा गाडिन्छन्। यस संरचनामा पनि हाँगाहरूको बीचको दूरी ब्रश लेयरिङ्गमा जस्तै हुन्छ। पालिसेडको मुख्य इन्जिनीयरिङ्ग कार्य माटो समात्नु हो। चित्र ४ मा पालिसेड देखाइएको छ।



चित्र ४: पालिसेड

फशीन (Fascine)

जमिनको सतहमा करिब २० सेन्टिमिटर गहिरो तेर्सो खाल्डो खनेर सिमली, दबदबे, खिर्रो आदि छिटो सर्ने खालका रुखका हाँगाहरू त्यसभित्र सुताएर माटोले बनाएको संरचनालाई फशीन भनिन्छ। यसो गर्दा हाँगालाई सुतरीले बाँधेर मुठा पारी खाल्डोभित्र खुकुलोसँग पुर्नु पर्छ। यसले पनि ढुङ्गे बालिस्टले जस्तै खुकुलो माटोलाई साहारा दिन्छ र कटानबाट बचाउँछ। चित्र ५ मा फशीन देखाइएको छ।



चित्र ५: फशीन

(चित्रको दाहिनेतिर हाँगालाई सुतरीले बाँधेको मुठो पनि देखाइएको छ)

जीवित छेकबार (Live Check Dam)

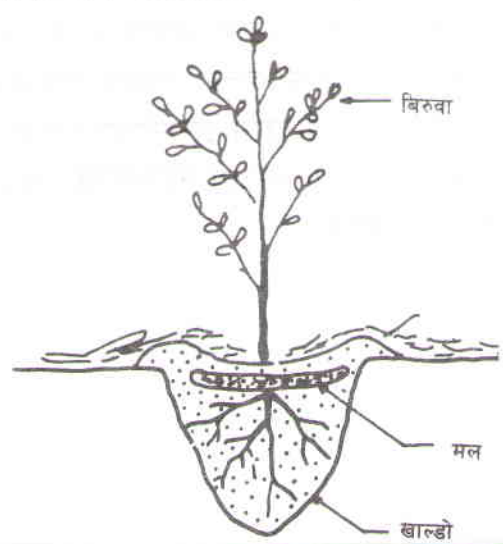
स-साना खोल्साहरूमा पक्की नियन्त्रण बाँधको सट्टा जीवित छेकबार पनि लगाउन सकिन्छ। यो छेकबार छिटो सर्ने रुख तथा बोटका हाँगाबाट वनाइन्छ। खोल्सो परेको ठाउँमा खन्तीले प्वाल पारेर हाँगालाई विस्तारै होशियारीपूर्वक त्यस्ता प्वालमा ठाडो पारेर रोप्नु पर्छ र वरिपरिको माटोलाई राम्ररी थिच्नु पर्छ। यसमा हाँगाहरू झण्डै ३० सेन्टिमिटर जति जमिनको सतहबाट माथि निस्किएको हुनु पर्छ।

जीवित छेकबारको माथितिर काम नलाग्ने हाँगा गाडेर मान्द्रे बारमा जस्तै बार (टाटी वा फर्को) बनाउन पनि सकिन्छ। यसरी बनाएको बार खोलाको दुवै किनारामा राम्ररी अड्काउनु पर्छ। त्यसको ५० सेन्टिमिटरमाथि अर्को बार पनि बनाउनु पर्छ। त्यसपछि दुवै बार बीचको खाली ठाउँ साना ढुङ्गाले भर्नु पर्छ।

यसरी बनाएको छेकबारले बगेको माटो समात्नुका साथै खोल्सा थप चौडा हुन र गहिरिनबाट रोक्छ

रुख तथा बुटा रोप्ने (Tree and Shrub Planting)

रुख तथा बुटा रोप्ने कार्य कम भिरालो जमिनमा वढी उपयुक्त हुन्छ। यो वानस्पतिक संरचना भिरालोको मध्य तथा तल्लो भागमा प्रयोग गरिन्छ। यो संरचनामा रुख वा बुटाका वेर्नाहरू करिब एक मिटरको दूरीमा लहरै रोपिन्छन्। ती बिरुवाहरू हुर्किएपछि जराहरूद्वारा जमिनलाई जेल्ने, अड्काउने र माथ्यान दिने काम गर्छन्। बिरुवाको छनौट गर्दा कोसेदार बिरुवाहरूलाई प्राथमिकता दिइन्छ। त्यस्ता बिरुवाहरूले अस्थिर जमिनको उर्वरा शक्ति पनि बढाउँछन्। चित्र ६ मा बिरुवा रोपेको देखाइएको छ।



चित्र ६: बिरुवा रोपेको

बाँस रोप्ने (Bamboo Planting)

ठूलो र गाँजीने बाँस रोपेपछि माटोको बहाव रोकिन्छ र अस्थिर भिरालो स्थिर बन्दछ । बाँसको जगले चपक्क माटो समात्नुका साथै भिरालो फेदीलाई साहारा दिन्छ । बाँस रोप्दा एउटा बाँसबाट अर्को बाँसको दुरी दुई मिटरभन्दा बढी र एक लाइनदेखि अर्को लाइनसम्मको दुरी पाँच मिटरभन्दा बढी हुनु पर्छ । यो संरचनाले पहिरोको फेदीमा पर्खालले झैं काम गर्छ ।

घाँसको बीउ छर्ने (Seed Broadcasting)

धेरै भिरालो, नाङ्गो तथा अस्थिर जमिन अथवा चट्टान भएको भागमा यस्तो उपाय वा प्रविधिको प्रयोग गरिन्छ । यसले जमिनको माथिल्लो सतह ढाकेर कवचको काम गर्दछ । छरिएका बीउहरूलाई बनमारा, तीतेपाती अथवा अन्य झारपातहरूबाट बनाइएको छापोले ढाक्नु पर्दछ । भिरालो जमिनमा उक्त छापो तथा बीउ बगेर जान नदिन ठूला-ठूला कोठा भएको जुटको जालीले बाँधेर राख्नु पर्दछ । घाँसका जराहरु राम्रोसँग नफैलिएसम्म यो संरचना कमजोर हुने हुनाले यसलाई टेवा पुऱ्याउन अरु स-साना सिभिल इन्जिनीयरिङ्ग संरचनाहरू पनि निर्माण गर्दा राम्रो हुन्छ ।

रुख तथा बुटाहरूको बीउ रोप्ने (Tree and Grass Seeding)

धेरै अप्ठ्यारो भिरालो वा बाङ्गोटिङ्गो चट्टानी भागमा बिरुवा रोप्न धेरै गाह्रो हुन्छ, त्यसैले त्यस्ता ठाउँमा सीधै बीउ नै रोपिन्छ । यो प्रक्रिया अन्तर्गत ठुलो आकार भएको भुजेत्रो, भोर्ले आदिको बीउ चिरा परेको अस्थीर चट्टानी भागमा सीधै रोप्नु राम्रो हुन्छ । त्यस्ता बिरुवाको लामो मूल जराले चर भित्रसम्म पुगेर चट्टानलाई अड्काएर राख्ने गर्दछ । यो काम इन्जिनीयरिङ्ग तथा वानस्पतिक संरचनाहरूको निर्माणको बेलामा नै सँगसँगै गर्न सके पहिरो तथा भू-क्षय नियन्त्रणका साथै जमिनलाई आर्थिक तथा सामाजिक दृष्टिकोणले उपयोगी बनाउन सकिन्छ ।

निर्जीव (सीभिल इन्जिनीयरिङ्ग) संरचनाहरू

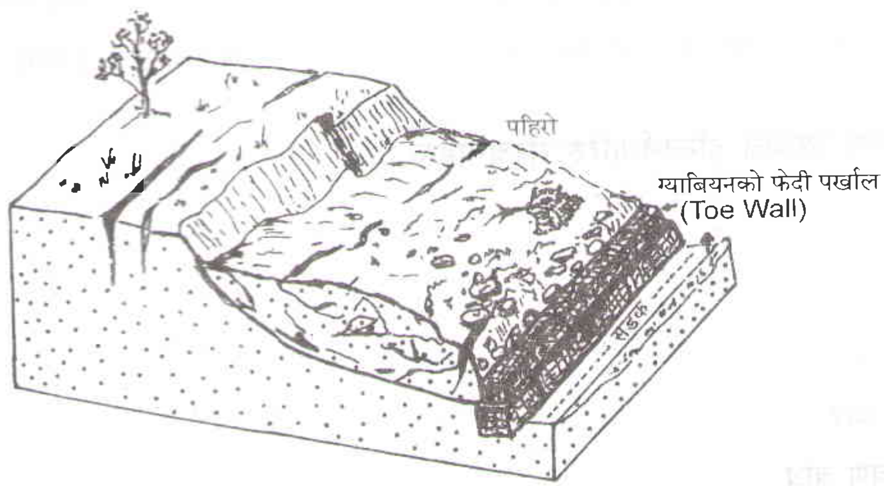
बायोइन्जिनीयरिङ्गमा बोट-बिरुवाको ठूलो महत्व रहने भए पनि सबै अस्थिर भिरालोलाई बोट-बिरुवाहरूद्वारा मात्रै स्थिर तुल्याउन सकिँदैन । अर्को शब्दमा भन्ने हो भने रुख बिरुवाहरू हुर्कन केही समय लाग्ने भएकोले त्यस्ता स्थलहरू वनस्पतिको प्रयोद्वारा मात्रै शुरु मै स्थिर बन्न सक्दैनन् । त्यसैले त्यस्ता ठाउँहरुमा पहिरो तथा भू-क्षय रोकथाम गर्न रुख-बिरुवाहरू लगाउनु अगाडि सानातिना सिभिल इन्जिनीयरिङ्ग संरचना पनि बनाउनु पर्ने हुन्छ । त्यस्ता केही संरचनाहरू तल उल्लेख गरिएका छन् ।

केही सानातिना सिभिल इन्जिनीयरिङ्ग संरचनाहरू

- फेदी पर्खाल
- भड्खालो पुर्ने
- टेवा पर्खाल
- मान्द्रे बार
- नियन्त्रण बाँध
- ढुङ्गा छपाई
- जुटको जाली
- सतह ढाक्ने
- फ्रेन्च ड्रेन
- तार जाली
- ढुङ्गे बालिस्ट
- भारवहन पर्खाल
- पक्की नाली
- ढुङ्गे नाली
- माटे नाली

फेदी पर्खाल (Toe Wall)

भिरालो जमिनको फेदीमा करिब १-२ मिटर उँचाइको पर्खाल बनाई भिरालो कम गर्ने, टेवा दिने तथा फेदीमा हुनसक्ने कटान रोक्न बनाइने संरचनालाई फेदी पर्खाल भनिन्छ । यसको मुख्य काम त्यसभन्दा माथिल्लो तहलाई सहारा दिनु हो । चित्र १ मा फेदी पर्खाल देखाइएको छ ।



चित्र १: पहिरो नियन्त्रणका लागि बनाइएको फेदी पर्खाल

भड्खालो पुर्ने

जमिनको सतहमा भड्खालाहरू (ठूला खाल्डाहरू) पर्न सक्छन् । यदि त्यस्ता भड्खालाहरू नपुर्ने हो भने तिनीहरूको आयतन बढ्दै जान्छ र पछि ठूला-ठूला हुन पुग्दछन् । त्यसैले ढुङ्गाले पुरेर भिरालोको सतह मिलाउनाले भड्खालो विस्तारै रोकिन्छ ।

टेवा पर्खाल (Toe Wall)

कडा र नरम दुबै प्रकारका चट्टानहरूको संयुक्त उपस्थिति भएको ठाउँमा फरक दरमा अपक्षय हुने हुँदा कडा चट्टानको दाँजोमा नरम चट्टान छिटो र बढी खिइन्छ । जसको फलस्वरुप कडा चट्टान झुण्डिएर अस्थिर अवस्थामा रहन पुग्छ । यदि तल र माथि कुनै ठाउँमा कडा चट्टान तथा बीचमा नरम चट्टान छ भने उक्त नरम चट्टानलाई खियाउने तत्वबाट बचाउन र झुण्डिएको कडा चट्टानको भागलाई अड्याएर राख्न तल्लो कडा चट्टानलाई जग बनाएर नरम चट्टानको ठाउँमा बनाइने पर्खाललाई टेवा पर्खाल भनिन्छ । यस्ता पर्खालहरू बनाउँदा आवश्यक परेमा पानी निकाल्ने प्वालहरू पनि छोड्नु उपयुक्त हुन्छ ।

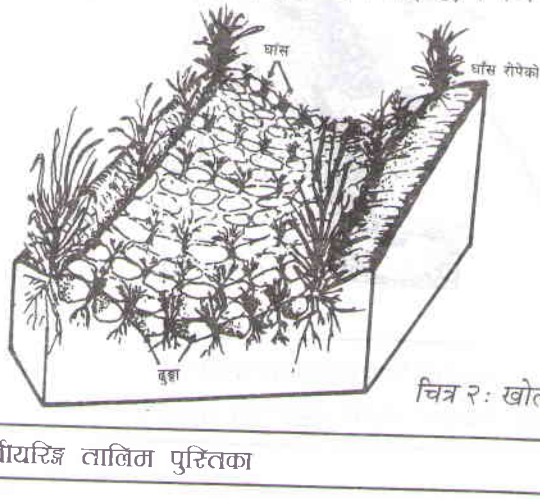
मान्द्रे बार (Watte Fence)

भिरालो सतहमा माटोको सूक्ष्म बहन भएको छ वा माटोको सतह [illegible] छ भने यो [illegible] र भिरालोमा साना-साना गह्राहरू बनाउन बाँसका किल्ला ठोक्ने, [illegible] बाँसकै भाटाहरूले मान्द्रो जस्तै बुनेर संरचना तयार गरिन्छ । यो संरचनालाई मान्द्रे बार भनिन्छ । माथिबाट खसेका वस्तुहरू यो बारभित्र पर्छन् र यो बिस्तारै भरिएर जमिनको भिरालोपन कम हुँदै जान्छ र गह्राहरू पनि बन्दछन् । यसमा प्रयोग हुने बाँस दुई वर्ष पनि नटिक्ने हुनाले किल्लाहरू नजिकै हुर्काइहाल्नु पर्दछ । फोटो १ मा मान्द्रे बार देखाइएको छ ।

फोटो १: मान्द्रे बार

ढुङ्गा छपाइ (Stone Pitching)

जमिजको क्षयीकरण रोक्न, खोल्साहरूलाई थप गहिरिनबाट जोगाउन तथा नालीको पीँध बलियो पार्न ढुङ्गा छपाइ गरिन्छ । यो संरचना पानी तर्काउनका लागि बनाइने नालीहरूमा पनि प्रयोग गरिन्छ । तर ठूलो क्षेत्रमा ढुङ्गा छाप्ने कार्य अप्राकृतिक मात्र नभई बढि खर्चिलोसमेत हुने भएकाले त्यसको विकल्पमा अन्य बायोइन्जिनीयरिङ्ग विधि अपनाइन्छ । चित्र २ मा ढुङ्गा छपाइ देखाइएको छ ।



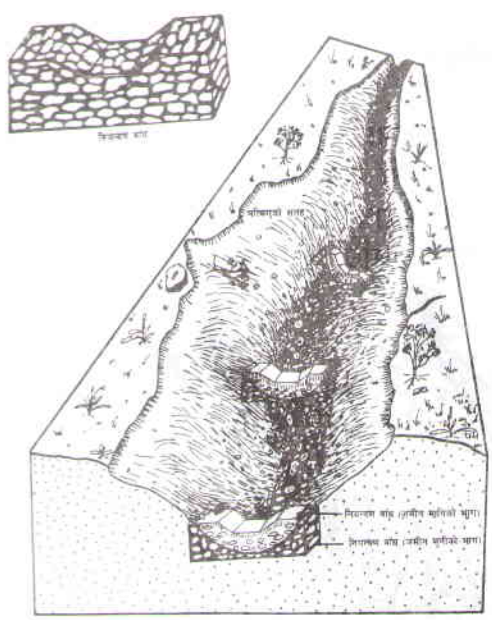
चित्र २: खोल्सा गहिरिनुबाट जोगाउन गरिएको ढुङ्गा छपाइ

नियन्त्रण बाँध (Check Dam)

खोल्सा गल्छिएको वा नालाले काटिरहेको ठाँउमा पानीको बहाव वा धार कम गर्न अथवा पानीले बगाएर ल्याउने ढुङ्गा माटोलाई रोकेर पींधको भिरालोपनलाई स्थिर राख्न बनाइने संरचना नियन्त्रण बाँध हो । त्यसैले यस्तो संरचना बनि सकेपछि पनि खोल्साको किनारा तथा पींध कटान भएर भत्किने सम्भावना हुन्छ । त्यसैले यस्तो खोल्साका दुवै किनारा तथा पींधको भित्री जमिनसम्म पुग्ने गरेर र पानी बग्नका लागि निकाससमेत राखेर बनाउनु पर्दछ । लामा खोल्साहरूमा त्यस्ता धेरै बाँधहरू बनाउनु पर्दछ । चित्र ३ मा यस्तो नियन्त्रण बाँध देखाइएको छ ।

जुटको जाली (Jute Netting)

भर्खरै काटिएर बनेको अथवा नाङ्गो, निक्कै भिरालो जमिनमा बिरुवा हुर्काउन सजिलो बनाउन तथा वर्षाको पानीले बगाउने साना-साना कणहरूलाई रोकेर राख्न जुटको जाली बनाएर भिरालो सतहलाई छोपिन्छ । एकचोटी जुट भिजेपछि सुक्न धेरै समय लाग्ने हुनाले धेरै भिरालो तथा बलौटे जमिनमा जुटको ओसिलोपनले बिरुवा हुर्कन मद्दत पुग्छ । पछि त्यही जाली कुहिएर बिरुवालाई मलको काम पनि दिन्छ । बीउलाई छापो हाल्ने घाँस, पराल आदिलाई अड्काउन पनि यस्तो जालीको प्रयोग उपयोगी हुन्छ । यसका लागि जालीका प्वालहरू भने अलि ठूला-ठूला हुनु पर्दछ ।



चित्र ३ : खोल्सामा नियन्त्रणबाँधको प्रयोग
(चित्रको देब्रे कुनामा नियन्त्रण बाँधको नमूना पनि देखाइएको छ)

सतह ढाक्ने (Slope Cover)

पानी पर्ने बित्तिकै त्यो पानी जमिनले सोस्ने र त्यसले अत्यधिक नोक्सान पुऱ्याउने क्षेत्रमा सतह ढाक्ने कार्य गरिन्छ । यस्तो सतहमा चूनाको घोल छर्किने तथा प्लास्टिकले छेक्ने आदि जस्ता कार्यहरू गर्न सकिन्छ ।

फ्रेन्च ड्रेन (French Drain)

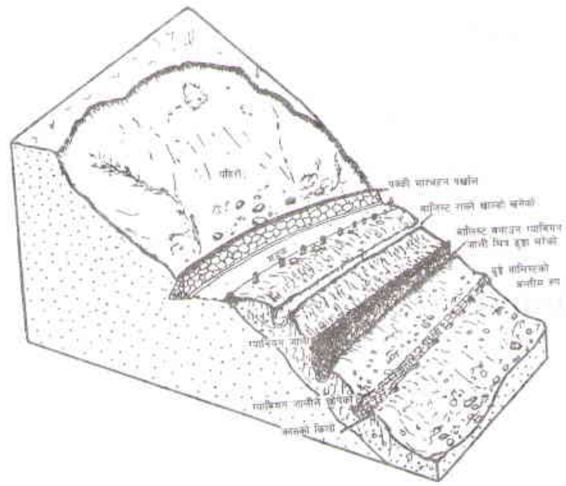
पहिरोभित्र तथा अस्थिर पाखोभित्र जम्मा भएको वा जम्मा हुने पानीलाई उक्त स्थानबाट सुरक्षित तवरले छिटो बाहिर निकाल्न बनाइने संरचनालाई फ्रेन्च ड्रेन भनिन्छ । यस संरचनामा प्रायः चारैतिर प्वाल पारिएको प्लास्टिकको पाइप प्रयोग गरिन्छ । यस्ता पाइपहरूले जम्मा भएको अथवा जम्मा हुन सक्ने पानीलाई बाहिरी सतहसम्म ल्याउने काम गर्दछन् । पानीको निकास छिटो होस् भन्नका लागि पाइपको चारैतिर ढुङ्गाहरू पनि राखिन्छ । फ्रेन्च ड्रेनको प्रयोगद्वारा पानीको कारणले हुने पहिरो रोकिन जान्छ ।

तार जाली (Wire Net)

शीला पतन वा शैल पतन हुने ठाँउहरूमा पहिरो जानबाट रोक्न तार जालीको प्रयोग गरिन्छ । [illegible] ढुङ्गाहरू टुक्रा टुक्रा भएर निस्कने चट्टानै चट्टान भएको क्षेत्रमा पनि तार जाली प्रयोग गरेर [illegible] रोक्न सकिन्छ ।

ढुङ्गे बालिस्ट (Bolster)

भिरालो जमिनलाई खण्ड-खण्ड बनाएर टुक्र्याउन र जमिनमाथि फ्याँकिएको ढुङ्गा-माटोलाई [illegible] नदिन भिरालो सतहमा छड्के वा तेर्सो गरेर खनेको खाल्डोमा ग्याबियन तार राखी [illegible] भरेको बेलनाकार संरचनालाई ढुङ्गे बालिस्ट भनिन्छ । यसले छरिएर बगेको पानीलाई एउटै [illegible] ल्याउन पनि मद्दत गर्छ । यो प्रायः माटो झरेको क्षेत्रमा प्रयोग गरिन्छ । चित्र ४ मा ढुङ्गे [illegible] देखाइएको छ ।



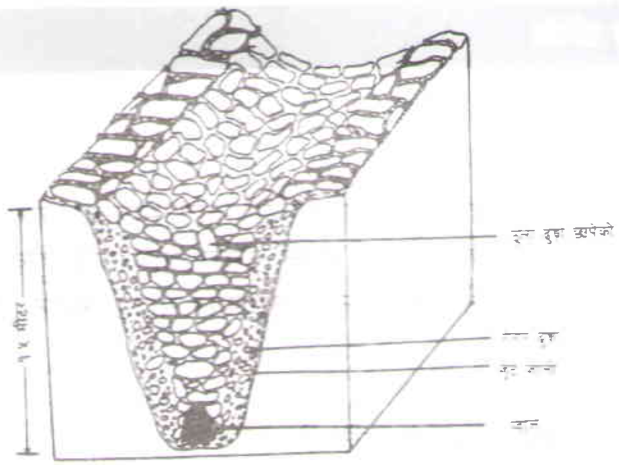
चित्र ४ : ढुङ्गे बालिस्ट बनाउँदाका विभिन्न अवस्थाहरू

भारवहन पर्खाल (Retaining Wall)

ढुङ्गा-माटो झरेको ठाउँ भत्किनबाट जोगाउन अथवा पहिरो गएको वा जानसक्ने अस्थिर पाखो अड्याउन बनाइने संरचनालाई भारवहन पर्खाल भनिन्छ । यसको प्रमुख इन्जिनीयरिङ्ग कार्य सहारा दिनु हो । तुलनात्मक रुपले ठूलोसमेत हुने यो संरचना मुख्य गरेर माटोको दवाव वहन गर्न वा थेग्नको लागि निर्माण गरिन्छ । माटोको वनावट, सतहको उचाई, भिरालोपन आदिका आधारमा विभिन्न खालका भारवहन पर्खालहरू (जस्तैः ढुङ्गाको मात्र, ढुङ्गा र सिमेन्टको जोडाई भएको, ग्यबिन जालीमा ढुङ्गा भरेको वा पक्की) प्रयोग गर्न सकिन्छ । जग राख्ने आधार बलियो भएको खण्डमा मात्र भारवहन पर्खालको निर्माण गरिन्छ । यदि जग कमजोर भएमा पर्खाल लड्ने र भत्कने हुन्छ । चित्र ४ मा भारवहन पर्खाल पनि देखाइएको छ ।

नालीहरू (Drains)

जमिनको सतह वा केहि गहिराइमा भएको पानी तर्काउन विभिन्न किसिमका नालीहरू बनाइन्छन् । जस्तै-ढुङ्गे नाली, पक्की नाली, माटे नाली इत्यादि । ढुङ्गे नाली बनाउँदा पहिले खाल्डो खन्नु पर्छ र त्यसलाई जुटको जाली वा बोराले ढाक्नु पर्छ । यसो गर्दा जमिन भित्रको पानी पनि सजिलै नालीमा आउँछ । जुटको जाली वा बोरामाथि मसिनो ढुङ्गा र बालुवाको एक तह (करिब १० -२० सेन्टिमिटर) राख्नु पर्छ । अनि नालीको सबैभन्दा गहिरो भागमा एउटा प्वाल राखी त्यसमाथि क्रमैले ठूला ढुङ्गा भर्दै जानुपर्छ । नालीको छेउछेउमा भने मसिनो ढुङ्गा र बालुवा भर्नु पर्छ । सबैभन्दा माथितिर पानी जानलाई ढुङ्गा छापेको कुलेसो बनाउनु पर्छ । चित्र ५ मा ढुङ्गे नाली देखाइएको छ ।



चित्र ५: ढुङ्गे नाली

माथि उल्लेखित साना इन्जिनीयरिङ्ग संरचनाहरू एक्लै अथवा वानस्पतिक संरचनाहरू सँगै पनि [illegible] गर्न सकिन्छ। यस्ता संरचनाहरूको प्रयोग समयमा नै गर्न सके पहिरो रोकिने, यसको विस्तार [illegible] स्थिर रहने मात्र होइन, उक्त जमिन आर्थिक एवं सामाजिक प्रयोजनका लागि पनि उपयुक्त बन्न [illegible]

सानातिना इन्जिनीयरिङ्ग संरचनाहरू वनाउँदा प्रयोग हुने सामग्री

बायोइन्जिनीयरिङ्ग प्रणालीमा प्रयोग हुने केही सानातिना सिभिल इन्जिनीयरिङ्ग संरचनाहरूका [illegible] आवश्यक सामग्रीहरूको विवरण तल दिइएको छ।

क्र.सं	संरचनाको प्रकार	आवश्यक सामग्री
१	फेदी पर्खाल	ढुङ्गा र माटो
२	भड्खालो पुर्ने	ढुङ्गा र माटो
३	टेवा पर्खाल	ढुङ्गा, सिमेन्ट र बालुवा
४	मान्द्रे बार	बाँस
५	ढुङ्गा छपाई	ढुङ्गा
६	नियन्त्रण बाँध	ढुङ्गा, सिमेन्ट, गिट्टी र बालुवा -अथवा विभिन्न साइजका ग्याबिन तार र [illegible]
७	जुटको जाली	जुटको जाली, दबदबे वा सिमलीका हाँगाहरू
८	सतह ढाक्ने	चुन, प्लास्टिक
९	फ्रेन्च ड्रेन	गिट्टी, ढुङ्गा र जुटको बोरा
१०	तार जाली	ग्याबिन तार
११	ढुङ्गे बालिस्ट	ग्याबिन जाली, ढुङ्गा र फलामको छड
१२	भारवहन पर्खाल	ढुङ्गा, सिमेन्ट, बालुवा वा ग्याबिन जाली वा ढुङ्गा
१३	पक्की नाली	ढुङ्गा, सिमेन्ट र बालुवा
१४	ढुङ्गे नाली	ढुङ्गा, सिमेन्ट र बालुवा

नर्सरी किन ?

बायोइन्जिनियरिङको लागि आवश्यक जातको, चाहिए जति मात्रामा, राम्रा तथा स्वस्थ, कम खर्चिला र चाहिएको समयमा बिरुवाहरू आपूर्ति गर्न सक्ने नर्सरी आवश्यक हुन्छ । तसर्थ बायोइन्जिनीयरिङ कार्य सफल पार्न नर्सरी स्थापना गर्नु जरुरी हुन्छ । नर्सरीको साइट (स्थान) छनौट गर्दा निम्न बुँदाहरूमा ध्यानमा राख्नु जरुरी छ ।

- हरेक वर्ष आवश्यक बिरुवाको संख्या कति हो ?
- के जातको बिरुवा चाहिने हो ?
- कहाँ रोप्नु पर्ने हो ?

नर्सरी निर्माणविधि

नर्सरी निर्माण गर्दा निम्नानुसार काम गर्नुपर्ने हुन्छ ।

१. **जमिन तयार गर्ने:** जमिन सम्याउने, आवश्यक पर्दा गह्रा बनाई लेभल मिलाउने । ब्याड बनाउने ठाउँ सम्याई हल्कासँग खाँद्ने । पानीको निकासको व्यवस्था मिलाउने । नाली खनेर वा सहायक नाली बनाई मुख्य नालीमा जोड्ने ।

२. **जग:** काठ वा बाँसको खुट्टी र धागोको मद्दतले ईँट्टा गाड्नका लागि चिनो बनाउने । ईँट्टा गाड्नका लागि गैंतीको मद्दतले सानो नाली खन्ने । धागो तानेर लाइन मिलाउने र जमिनभित्र १० सेन्टिमिटर गड्ने गरी ईँट्टालाई ठाडो पारी नालीमा मिलाएर राख्ने । दुबैतिरबाट माटो हालेर त्यसलाई राम्ररी खाँद्ने । यसो गर्दा ईँट्टालाई ठाडो पारी अड्याउन सकिन्छ । अब ब्याड सफा गरेर भित्रको माटो सम्याउने ।

३. **छहारीका खम्बा तथा बलाहरू :** छहारी बनाउने खम्बाका लागि ईँट्टाको किनारा नबिग्रने गरी चार कुनामा ३० सेन्टिमिटर गहिरो खाल्डो खन्ने । १४० सेन्टिमिटर लामा दुईवटा र १२० सेन्टिमिटर लामा दुई ओटा बासँका खम्बा काटी टुप्पामा बलो अड्याउन ५ देखि १० सेन्टिमिटर जति गहिरो काप बनाउने । खाल्टामा लेभल र लाइन मिलाएर बाँसको खम्बा बलियो पारेर गाड्ने । तीन मिटर ५० सेन्टिमिटर लामा र सोझा दुई ओटा बलाहरू काट्ने । तिनीहरूलाई खम्बाको माथि राखेर तारले बलियोसँग बाँध्ने । चिरेको बाँसको १५० सेन्टिमिटर लामो चारओटा सोझा टुक्रा काटी तिनीहरूलाई समान दूरीमा बलामाथि मिलाएर राख्ने र तारले बलियोसँग बाँध्ने ।

४. **छहारीः** १५० सेन्टिमिटर चौडा र ३३० सेन्टिमिटर लामा, चिरेका बाँसका २ ओटा चौकोस बनाउने । खर वा कडा खाले घाँस, चौकोसमाथि २ देखि ५ सेन्टिमिटर बाक्लो तहमा मिलाएर छाउने । एउटा पोलिथिन सिटलाई छानामाथि राख्ने । चौकोसका जोडाहरू मिलाएर बाँध्ने । छहारीलाई बलोमाथि अड्याएर तारले बाँध्ने ।

५. **ब्याडका विभिन्न तहहरू मिलाउने :** पानीको निकासका लागि ग्राभेल (गेगार) को (चार सेन्टिमिटर बाक्लो) तह राख्ने । त्यसमाथि जङ्गलबाट ल्याएको नचालेको माटो (पाँच सेन्टिमिटर बाक्लो) राख्ने । त्यसमाथि जङ्गलबाट ल्याई चालेको माटो एक भाग र मसिनो बालुवा तीन भाग मिसाएर बनाएको माटो (पाँच सेन्टिमिटर बाक्लो) को परत वा तह राख्ने । त्यसमाथि धोएको मसिनो बालुवा (एक सेन्टिमिटर बाक्लो) फिँजाउने ।

घाँसको स्लिप (केस्रा) ब्याड

यस्तो ब्याड उर्वर र बलौटे माटोबाट बनेको हुनुपर्छ । यो ब्याड तयार गर्दा निम्न प्रविधि अपनाउनुपर्छ ।

क) ब्याडका लागि चाहिने जग्गा जोतेर माटो हटाई ठाउँ-ठाउँमा थुपार्नु पर्छ । ब्याड बनाउनका लागि डोरीको सहायताले ब्याडका किनारमा चिनो लगाउनुपर्छ । साथै त्यसमा मानिस हिड्ने बाटो छुट्याएर माटोलाई ब्याडमा मिलाउनु पर्छ ।

ख) यदि माटो चिम्ट्याइलो भएमा त्यसमा बालुवा मिसाएर बलौटे बनाउनु पर्छ ।

ग) माटो मलिलो न भएमा, त्यसमा जङ्गलको माटो र धोएको बालुवा ३ : १ भागमा मिसाएर ब्याडको माथिल्लो भागमा राख्नुपर्छ ।

घ) ब्याडको चौडाइ १.२० मिटर तथा ब्याडको माथिल्लो सतह जमिनबाट ३० सेन्टिमिटरसम्म उठाएर माटो राम्ररी मिलाउनु पर्छ ।

बुट्यान र रुखका नाङ्गा जरा भएका बिरुवा रोप्ने ब्याड

यो ब्याड तयार गर्न निम्न प्रविधि अपनाउनु पर्छ ।

क) यस ब्याडका लागि जग्गालाई ब्याडको बीचबाट दुबैतिर अलिकति भिरालो हुने गरी पिटेर मिलाउनु पर्छ । जसले गर्दा पानी निकास सजिलै हुन्छ । सकेसम्म बाँसका खपटा भुँईमा ओछ्याएर बिरुवाका जरालाई जमिनभित्र छिर्नबाट रोक्न सकिन्छ ।

ख) २.५ सेन्टिमिटर आकारको ग्राभेल धोएर तल बिछ्याउनु पर्छ जसले गर्दा पानीको निकासमा कठिनाई पर्दैन ।

ग) २० सेन्टिमिटरको मोटाइमा जङ्गलबाट ल्याएको माटो २ भाग, मसीनो कम्पोस्ट मल १ भाग र बालुवा १ भागमा मिसाएर ग्राभेल १ भागमाथि राख्नु पर्दछ ।

घ) २० सेन्टिमिटरको मोटाइमा चालेको माटो १ भाग र धोएको मसिनो बालुवाको १ भाग माथिबाट राख्नुपर्छ ।

ङ) बीउ छरेर त्यस माथिबाट चारैतिर बालुवाले छोप्नु पर्छ ।

बुट्यान र रुखको बीउ उत्पादन गर्ने ब्याड

रुख र बुट्यानका बीउ साना हुने र उम्रिएका बिरुवा पनि कमजोर रहने भएकाले यस्तो ब्याड ध्यान दिएर निर्माण गर्नुपर्छ । ब्याडलाई चारैतिरबाट ईँट्टा, बाँस र ढुङ्गाको किनारा दिनुपर्छ । यो ब्याडको उँचाई १५ सेन्टिमिटर र चौडाई एक मिटर हुनुपर्छ । यसलाई बाँस तथा प्लास्टिकको सीटले बनाएको छानाले छोप्नुपर्छ । छहारीको उँचाई एकातिर ९० र अर्कोतिर ११० सेन्टिमिटर हुनुपर्छ । यो ब्याड निर्माण गर्दा निम्न लिखित मोटाइका बालुवा र माटोका तहहरू तलदेखि माथिसम्म बनाउँदै लैजानु पर्छ ।

क) सजिलै पानीको निकास गर्न चार सेन्टिमिटर बाक्लो ग्राभेल छर्नुपर्छ ।
ख) त्यसपछि पाँच सेन्टिमिटर मोटो नचालेको जङ्गलको माटाको परत वा तह राख्नुपर्छ ।
ग) फेरि पाँच सेन्टिमिटर बाक्लो, एक भाग नचालेको जङ्गलको माटो र तीन भाग धोएको मध्यम खालको बालुवा मिसाएको मिश्रणको अर्को तह राख्नुपर्छ ।
घ) अब सबैभन्दा माथि एक सेन्टिमिटर बाक्लो धोएको र चालेको बालुवा राख्नुपर्छ ।

बुट्यान र रुखको पोलिपोट बिरुवाहरूको स्टान्डआउट ब्याड

यो ब्याड एक मिटर चौडाई र सुविधा अनुसारको लम्बाईमा बनाउनुपर्छ । ईंटा, ढुङ्गा वा बाँसको सहायताले १५ सेन्टिमिटर उँचाईको डिल बनाएर बिरुवा अडाउने र छेक्ने खालको बनाउनुपर्छ । जमिनलाई राम्ररी पिटेर पाँच सेन्टिमिटरको मोटाईमा ग्राभेल बिछ्याउनुपर्छ, जसले गर्दा पानीको निकासमा सुविधा हुन्छ । बाँसको प्वाल भएको छहारी बनाएर एक देखि १, २ मिटरको उचाईमा ब्याड माथिबाट राख्नुपर्छ । सो छहारी जतनसँग बेरेर राख्न मिल्ने हुनुपर्छ ।

बाँसको लागि ब्याड

बाँसको कलमी ओसिलो राख्नुपर्ने हुनाले चारैतिरबाट आली र हेसियन जुटको छहारी बनाउनुपर्छ । यो ब्याड निर्माण गर्दा निम्न विधि अपनाउनुपर्छ ।

क) जमिनमा ब्याडका लागि ५० सेन्टिमिटर गहिरो खाल्टो खन्नुपर्छ र सो माथि २-३ सेन्टिमिटर मोटाईको ग्राभेल ओछ्याउनु पर्छ । माटामा आवश्यकता अनुसारको जङ्गलको माटो मिसाउनुपर्छ । यसरी मिसाइएको माटोलाई फेरि एकपटक खाल्डोमा लगि मिसाउनु पर्छ ।
ख) १० सेन्टिमिटरको मोटाईमा जङ्गलको नचालेको माटो माथिबाट राख्नुपर्छ ।
ग) २० सेन्टिमिटर मोटाईमा जङ्गलको चालेको माटो माथिबाट राख्नु पर्छ ।
घ) ब्याडको चारैतिरबाट आली बनाएर पानी अड्ने बनाउनुपर्छ ।

सिभिल संरचना र बिरुवाको अन्तर सम्बन्ध

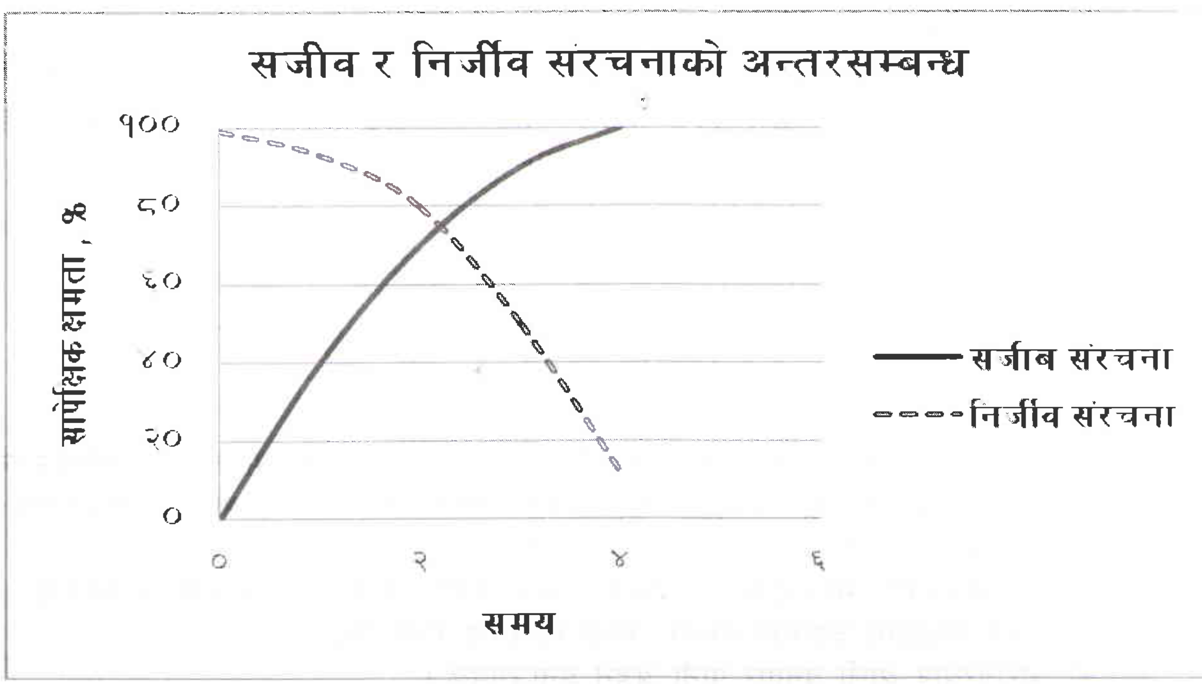
अस्थिर पाखो रोकथाम गर्न हामीसँग विभिन्न विकल्प हुन सक्छन् ।
जस्तैः

- सिभिल इन्जिनीयरिङ संरचनाको मात्र प्रयोग
- वानस्पतिक संरचनाको मात्र प्रयोग
- दुबै प्रकारका संरचनाको समायोजन

अतः प्राविधिक हिसाबले, हामीले त्यस्ता सिभिल तथा वानस्पतिक संरचनाहरूको अन्तर सम्बन्ध बुझ्नुपर्ने हुन्छ ।

समयको दौरानमा संरचनाहरूको क्षमतामा परिवर्तन

समय सँगसँगै संरचनाहरूको सापेक्षिक क्षमतामा घटबढ हुन सक्छ । समय बित्दै जाँदा जब सिभिल इन्जिनियरिङ संरचनाको क्षमता घट्दै जान्छ तब बानस्पतिक संरचनाहरूको क्षमता विस्तारै बढ्दै जान थाल्छ । यो तथ्य तलको ग्राफमा देखाइएको छ ।



यसरी समय बित्दै जाँदा वानस्पतिक (सजीव) संरचनाको क्षमतामा क्रमश: बृद्धि भई पूर्ण रुपले सक्षम हुन पुग्छ भने, सिभिल इन्जिनीयरीङ (निर्जीव) संरचनाहरूको क्षमतामा पहिले भन्दा पछि क्रमशः ह्रास आउँछ। त्यसैले त्यस्ता संरचनाहरूको सही समायोजन जरुरी छ।

उदाहरणका लागि, जुटको जाली र घाँस दुबै संरचनाहरू माटो अड्याउने कार्यका लागि प्रयोग गर्न सकिन्छ। शुरुमा मसिनो माटोलाई अड्याउने र बग्नबाट रोक्ने क्षमता जुटको जालीमा बढी हुन्छ र समय बित्दै जाँदा जुट कुहेर कमजोर हुँदै जान्छ। फलस्वरुप, यसको भारबहन क्षमतामा ह्रास हुँदै जान्छ। अन्त्यमा यो जुटको जाली अत्यन्त कमजोर भई माटो अड्याउने काम गर्न सक्दैन। अर्कोतर्फ समयको दौरानमा घाँसका झ्याङहरू हुर्किन्छन् र तिनका जरा र काण्डहरूले माटो अड्याउने काम गर्न थाल्छन्। जब घाँसका गाँजहरू पूर्ण रुपले विकसित हुन्छन्, तिनीहरू भिरालो सतहको माटोलाई अड्याइ राख्न सक्षम हुन्छन्। जुन क्रमले जुट जालीको सापेक्षिक क्षमतामा ह्रास आउँछ, त्यही क्रममा घाँसको सापेक्षिक क्षमता क्रमै रुपमा बढ्दै जान्छ। यस हिसाबले माटो अड्याउने कार्य जुटको जालीबाट घाँसका गाँजमा र काण्डमा रुपान्तरित हुन्छ।

विभिन्न सिभिल तथा वानस्पतिक संरचनाको समायोजन

केही सिभिल ईन्जिनीयरिङ तथा वानस्पतिक संरचनाको समायोजन निम्न प्रकारको हुन सक्छ।

बाँस रोपेको पखेरामुनि फेदी पर्खाल - सिभिल संरचनाले बिरुवालाई संरक्षण गर्छ।
फेदी पर्खालमुनि बिरुवाहरू रोपेको - बिरुवाहरूले संरचनालाई संरक्षण गर्छन्।
फेदी पर्खालमाथि रुखहरू रोपेको - बिरुवाले संरचनाको प्रभावकारितालाई बढाउँछ।
बाँसको टाटी (बार) सँगै र मुनि बिरुवाहरू - बिरुवाले पछि गएर निर्जीव संरचनाको भूमिका पूरा गर्छ।

वानस्पतिक तथा इन्जिनीयरिङ संरचनाहरूको समरुपता

माथिका उदाहरणहरूले सिभिल इन्जिनीयरिङ संरचनाको कार्यलाई बिरुवामा हस्तान्तरण गरिने प्रक्रिया स्पष्ट पार्‍यो। यदि यस्तो गर्नुपर्ने भएमा दुबै प्रकारका संरचनाहरूको इन्जिनीयरिङ कार्य एउटै किसिमको हुनुपर्छ। जस्तैः

सिभिल संरचना	उद्देश्य	वानस्पतिक संरचना	उद्देश्य	अनुरुपता
जुट जाली	समाउने	तेर्सो लहरमा घाँर रोप्ने	समाउने	अनुकूल
छेकबार	समाउने	जीवित छेकबार	समाउने	अनुकूल
टेवा पर्खाल	थाम्ने	ब्रश लेयरिङ	समाउने वा थाम्ने	प्रतिकूल

बायोइन्जिनीयरिङ प्रविधिको छनौट

कुनैपनि अस्थिर पाखो, खोल्सो वा पहिरो नियन्त्रणका लागि ठ्याक्कै यही प्रविधि अपनाउने भन्ने कुनै निश्चित किताबी समाधान पाउन सकिन्न । प्रत्येक समस्याको समाधानका उपायहरू आ-आफ्नै हुन सक्छन् । तै पनि सामान्य जानकारीका लागि तल दिएका सुझावहरू अपनाउन सकिन्छ । यसरी कुनैपनि प्रविधिको छनौट गर्नु पूर्व पहिरोको बारेमा ध्यानपूर्वक विस्तृत विश्लेषण गर्नुपर्ने हुन्छ ।

कुनै पनि साइटमा निम्नानुसारका क्षयीकरणका प्रक्रियाहरू हुन सक्छन् ।
- भू-क्षय, जस्तै पत्रे भू-क्षय र खोल्सी बन्ने प्रक्रिया ।
- कुनै सतहमाथि ढुङ्गा-माटो चिप्लने प्रक्रिया ।
- आन्तरिक क्षमताको ह्रास भई माटोमा बक्राकार भू-स्खलन हुने ।
- लेदो बनेर सम्मिश्रण बहन हुने ।
- ढुङ्गा-माटो वा गेग्रा-गेग्री तल खस्ने प्रक्रिया ।

त्यसैगरी, यस्ता पहिराहरू जानुमा आन्तरिक तथा वाह्य कारणहरू हुन्छन् । त्यस्ता कारणहरू पत्ता लगाउन आवश्यक हुन्छ । जस्तैः
- आन्तरिक कारणहरूः मूल फुटेको जमिन, कमजोर चट्टान आदि ।
- वाह्य कारणहरूः पानीले बनाएका खोल्सी, पहिरा र नदीहरू ।

कुनै पनि पहिरो नियन्त्रण गर्नु अगावै, उक्त पहिरो नियन्त्रण गर्न सकिने हो कि होइन भन्ने कुराको लेखाजोखा हुनु आवश्यक छ । यस्तो कार्यका लागि पहिरालाई सामान्यतः तल दिएका आधारमा विश्लेषण गर्न सकिन्छ ।

समस्या	समाधान
साइटमा धेरै लामो, भिरालो र माटाको ढिस्को नै तलतिर झर्ने सम्भावना छ भने	भिरालो सतहको लम्बाई घटाउन र स्थिर बनाउन फेरी पर्खाल (Retaining wall) बनाउने ।
भिरालो फेदमा कटान हुन गैरहेको छ र सम्पूर्ण क्षेत्र खतरामा परेको छ भने	फेदी पर्खाल बनाउने
माथि कडा चट्टानको ठुलो टुक्रा झुण्डिरहेको छ र त्यसको तलतिर नरम चट्टानको एक तह छ भने	टेवा पर्खाल बनाउने
कडा चट्टान र ढुङ्ग्यान सतह भएको ठाउँमा	बीउ छरिदिने, उपयुक्त वातावरण पाएमा बीउ उम्रन्छ ।

अस्थिर पाखाका भागहरू

बायोइन्जिनीयरिङ्ग प्रविधि प्रयोग गरी पहिरो नियन्त्रण गर्न त्यसको मोहोडा, आकार, ढुङ्गा-माटोको किसिम र अन्य कुराहरूले असर गर्दछन्। यस क्रममा निम्न प्रश्नका आधारमा उक्त क्षेत्रको प्राविधिक विश्लेषण गर्न सकिन्छ।

प्रश्न	यदि छ भने
के पहिराको त्यो भाग १५ मिटरभन्दा बढी लामो वा चौडा छ ?	त्यसो भए भू-क्षयको खतरा बढी छ। त्यसर्थ भिरालो सतहको लम्बाई घटाउनुपर्छ। बालिस्ट बनाउने।
पहिरोमा मसिना ढुङ्गाका गेगार इत्यादि मिसिएका छन् कि ?	लेदो भएर बग्न (सम्मिश्रण बहन) सक्छ। तसर्थ पानी रोक्नेभन्दा पानी तर्काउने प्रविधिको प्रयोग गर्ने।

अनुभवका आधारमा सामान्य मार्ग निर्देशनका लागि प्रयोग गर्न सकिने प्रविधिहरू तलको तालिकामा दिइएका छन्। यसमा कुनै अस्थिर पाखोको मूल्याङ्कन गर्न त्यसको भिरालोपनाको कोण, लम्बाई, मोहोडा र त्यसमा भएका ढुङ्गा-माटोको चिस्यान जस्ता अवस्थालाई प्रमुख आधार मानिएको छ।

भिरालोपन	**लम्बाई**	**मोहोडा**	**पानी छिर्ने गुण**	**उपयुक्त प्रविधि**
सुरु ↓	→	→	→	→
४५ डिग्री भन्दा बढी ठाडो जमिन	१५ मिटर भन्दा बढी	उत्तर, उत्तर-पूर्व (उत्तर-पश्चिम, पूर्व)	भएको	छड्के लहर (लाईन) मा घाँस रोप्ने
		दक्षिण, दक्षिण-पश्चिम (दक्षिण-पूर्व, पश्चिम)	भएको	तेर्सो लहरमा घाँस रोप्ने
		उत्तर, उत्तर-पूर्व (उत्तर-पश्चिम, पूर्व)	नभएको	ठाडो लहरमा घाँस रोप्ने र खोल्सीहरूलाई ढुङ्गा वा अरुकुनै किसिमले छाप्ने वा बलियो पार्ने
		दक्षिण, दक्षिण-पश्चिम (दक्षिण-पूर्व, पश्चिम)	नभएको	छड्के लहरमा घाँस रोप्ने
	१५ मिटर भन्दा कम	जुनसुकै पनि	भएको	जुटको जालीले छोप्ने र घाँस रोप्ने
		उत्तर, उत्तर-पूर्व (उत्तर-पश्चिम, पूर्व)	नभएको	ठाडो वा छड्के लहरमा घाँस राप्ने
		दक्षिण, दक्षिण-पश्चिम (दक्षिण-पूर्व, पश्चिम)	नभएको	जुट जाली र घाँस या तेर्सो लहरमा घाँस वा छडके लहरमा घाँस रोप्ने

भिरालोपन	लम्बाई	मोहोडा	पानी छिर्ने गुण	उपयुक्त प्रविधि
सुरु ↓	→	→	→	→
३० देखि ४५ डिग्री -सम्म	१५ मिटर-भन्दा बढी	जुनसुकै	भएको	१) बालिस्टहरूलाई तेर्सो लहरमा राख्ने र रुख रोप्ने वा २) ठाडो लहरमा घाँस रोप्ने र खोल्सी बलियो पार्ने वा ३) घाँसको बीउ छर्ने र गुटजाली लगाउने
			नभएको	माछकाँडे आकारमा बालिस्ट बनाउने र रुख रोप्ने
३० देखि ४५ डिग्रीसम्म ठाडो जमिन	१५ मिटर भन्दा कम	जुनसुकै	भएको	१) ब्रश लेयरिङ वा २) तेर्सो लहरमा घाँस रोप्ने वा ३) घाँसको बीउ छर्ने र धागो र जुट जाली राख्ने
			नभएको	१) छड्के लहरमा घाँस रोप्ने वा २) माछकाँडे आकारमा फशीन र रुख रोप्ने वा ३) माछकाँडे आकारमा रुख रोप्ने र बालिस्ट बनाउने
३० डिग्री -भन्दा कम भिरालो जमिन	कुनै पनि	कुनै पनि	भएको	१) तेर्सो लाइन घाँस र रुख रोप्ने वा २) रुख रोप्ने
			नभएको	१) छड्के लहरमा घाँस र रुख रोप्ने २) रुख रोप्ने
जुनसुकै	जुनसुकै	जुनसुकै	जुनसुकै (ढुङ्ग्यान पनि)	बीउ छर्ने

दर-रेट विश्लेषण तथा निर्धारित स्तर   सत्र : १९ क

नेपाल सरकारले बायो इन्जिनीयरिङ कार्यका लागि तयार पारेको **नर्म्स** (Norms) मा तलका गतिविधिहरू समावेश गरिएका छन् ।

१) बीउको सङ्कलन र तयारी

२) हाँगा र घाँसका कटिङ सङ्कलन र तयारी, सङ्कलन गर्ने तरिका

३) वानस्पतिक संरचनाका लागि कटिङ् सङ्कलन

४) नर्सरी ब्याड तयार पार्ने काम

५) नर्सरीमा बीउ छर्ने, बिरुवा सार्ने र हाँगाका कटिङ रोप्ने काम र नर्सरीको काम

६) नर्सरीमा रोपिएका बोट-बिरुवा निकाली तयार पार्ने काम

७) कम्पोस्ट मल र मल्च (छापो) बनाउने काम

८) साइटमा सीधै बीउ छर्ने काम

९) साइटमा बाँसको कटिङ सार्ने काम (बायोइन्जिनियरिङ)

१०) साइटमा बुट्यान र रुखका बिरुवा रोप्ने काम (वानस्पतिक संरचना)

११) साइटमा हाँगा कटिङ् रोप्ने कामको कार्यान्वयन

१२) वानस्पतिक संरचनाको काम (पालिसेड, ब्रश लेयरिङ, फशिन, लाइभ चेक ड्याम, आदि

१३) जुटको जाली बिछ्याउने काम

१४) ग्याबिन बालिस्ट बुन्ने काम

१५) ढुङ्गाका गरा लाउने काम (खुट्टे पर्खाल, चेक वाल आदि)

१६) रुखका बिरुवा बाँसले बार्ने काम (सुरक्षाको काम)

लागत इस्टिमेटको फिल्ड अभ्यास

यो अभ्यासमा समूहगत रुपमा मिलेर गर्नुपर्ने कामको लागत इस्टिमेट तयार पार्नु पर्छ। तपाईलाई दिइएको साइटमा साधारण सिभिल र बानस्पतिक संरचनाको काम गर्नु पर्छ। यो अभ्यासका क्रमैसँग तल उल्लेखित काम गर्नु होला।

१. साइटको नाप लिने काम।
२. आवश्यक पर्ने सामग्रीको हिसाब निकाल्ने।
३. दर-रेट विश्लेषण गर्ने।
४. सम्पूर्ण कामको लागत इष्टिमेट तयार पार्ने।

साइटको नाप लिएर, कस्तो संरचना प्रयोग गर्ने हो, समुहमा छलफल गरेर निर्णय लिनुहोस्। सकेसम्म सरल किसिमका संरचना तर बिभिन्न किसिमका तरिकाहरू समावेश गर्नुहोस्।

लागत इस्टिमेट निकाल्न र कामको परिमाण निकाल्न अर्का दुई पानामा दिइएका फारम भर्नुहोस्।

कामको परिमाणको हिसाब

क सं.	कामको विवरण	संख्या	लम्बाई	चौडाई	उंचाई	परिमाण

लगत इस्टिमेट

क सं.	कामको विवरण	इकाई	दर-रेट	परिमाण	रकम

उदाहरण-१

यो अरनिको राजमार्गको ठूलो पहिरो मध्येको एउटा हो । अहिले सम्मको अध्ययनका आधारमा, यहाँ अपनाइएको प्रविधिको लेखाजोखा गर्नुहोस् । यस कार्यका लागि निम्न कुरामा ध्यान दिनु होस् ।

१. उक्त क्षेत्रको खाका कोर्ने ।
२. उक्त क्षेत्रमा भएको स्खलनको कारण र प्रक्रिया पत्ता लगाउने ।
३. त्यहाँ के कस्ता संरचनाहरू बनाइएका छन् अवलोकन गर्ने ।
४. के ती संरचनाहरू एक आपसमा अनुकूल भएर रहेका छन् ?
५. के ती संरचनाहरू उपयुक्त छन् ?
६. के कस्ता बिरुवाहरू रोपिएका छन् ?
७. अन्य असर पार्ने तत्वहरू के के छन् ?
८. यस साइटका कमजोर पक्ष के के छन ?
९. सुधार गर्नु पर्ने कुराहरू के के छन् ?

यस बाहेक तपाईंसँग भएका सत्र ५, ८, १७ र १८ पनि हेर्नुहोस् ।

उदाहरण-२

यो अरनिको राजमार्गको अति अप्ठेरो पहिरो हो । केही वर्ष यतादेखि यसको अवस्थामा सुधार हुँदै आएको छ । अहिले सम्मको अध्ययन र अनुभवका आधारमा यहाँ अपनाइएका बिभिन्न प्रविधिको मूल्याङ्कन गर्नुहोस् । मुख्य रुपले निम्न बुँदाहरूमा ध्यान दिनु होस् ।

१. उक्त क्षेत्रको खाका कोर्ने ।
२. त्यहाँ भएको स्खलन र भू क्षयको कारण एवं प्रक्रिया बुझ्ने ।
३. त्यहाँ के कस्ता संरचनाहरू बनाइएका छन् अध्ययन गर्ने ।
४. के ति संरचनाहरू एक आपसमा अनुकुल भएर रहेका छन् ?
५. के ति संरचनाहरू उपयुक्त छन् ?
६. के कस्ता खालका बिरुवाहरू रोपिएका छन ?
७. अन्य साइटलाई असर पार्ने तत्वहरू केही छन् कि ?
८. यस साइटका कमजोर पक्ष के के छन् ?
९. सुधार गर्नु पर्ने कुराहरू के के छन् ?

यस बाहेक तपाईंसँग भएका सत्र ५, ८, १७ र १८ पनि हेर्नुहोस् ।

उदाहरणका लागि होक्से सामुदायिक वनमा प्रोजेक्ट कार्य

पाँचखालको होक्से सामुदायिक वनमा भू-क्षयसम्बन्धी भए गरेका कार्य करिब १० वर्ष जति पुराना हुन् । अहिले ती संरचनाहरूको अवस्थाको मूल्याङ्कन गर्नुहोस् र प्रत्येक समुहलाई दिइएको साइटको अध्ययनका लागि सत्र १९ (ख) अनुसारको काम गर्नुहोस् । पछि क्याम्पमा गएर त्यस साइटको प्रोजेक्ट रिपोर्ट तयार पार्नुहोस् ।

यस कामका लागि तपाईंसंग भएका सत्र ५, ८, १७ र १८ पनि हेर्नुहोस् र एक आपसमा छलफल गर्नुहोस् ।

प्रस्तुतीकरणका लागि तयारी

अध्ययन कार्यपत्र (Project) प्रस्तुती

तालिम मूल्याङ्कन सत्र

तल दिएको टेबुलको उपयुक्त विषयवस्तुको कोठामा रेजा (√) लगाउनुहोस् । यसका लागि तलको वर्गीकरण प्रयोग गर्नुहोस् ।

उपयुक्तता: १= धेरै उपयोगी, २= उपयोगी, ३= कम उपयोगी
चाख: १= धेरै चाखलाग्दो, २= चाखलाग्दो, ३= कम चाखलाग्दो ४= दिक्क लाग्दो
छुट्याएको समय: A= अति धेरै B= ठीकै C= अति थोरै

१) कक्षाकोठाको सत्र

विषय	बायो इन्जिनीयरिङ सँग सम्बन्धित				विषय वस्तुको चाख				छुट्टाएको समय			टिप्पणी
	१	२	३	४	१	२	३	४	A	B	C	
बायोइन्जिनीयरिङ एक चिनारी												
चट्टानका किसिम र माटो बन्ने प्रक्रिया												
चट्टानका जोर्नी र माटोको इन्जिनीयरिङ गुण												
पहिरो र पानी												
बोट-बिरुवाका प्रमुख इन्जिनीयरिङ कार्य												
बायोइन्जिनीयरिङमा प्रयोग हुने बिरुवाका प्रकार												
सजीव (वानस्पतिक) संरचनाका प्रकार												
निर्जीव (इन्जिनीयरिङ) संरचनाका प्रकार												
नर्सरी र यसको निर्माण प्रविधि												
नर्सरीमा बिरुवा उमार्ने प्रविधि												
सजीव तथा निर्जीव संरचनाको अन्तर सम्बन्ध												
बायोइन्जिनीयरिङ प्रविधिको छनौट												
दर-रेट विश्लेषण तथा निर्धारित स्तर												

२) स्थलगत अध्ययन

विषय	बायो इन्जिनीयरिङ सँग सम्बन्धित				विषय वस्तुको चाख				छुट्टाएको समय			टिप्पणी
	१	२	३	४	१	२	३	४	A	B	C	
रवि-ओपीको सडक माथिको पहिराको अध्ययन												
रवि-ओपीको ठूलो पहिराको अध्ययन												
बनेपा-बर्दिवास सडकमा कि.मी. ५ मा घाँस रोपेको												
बनेपा-वर्दिवास सडकमा जोर्नीको अध्ययन												
बनेपा-बर्दिवास सडकमा पातलेखेतको बायो इन्जिनीयरिङ												
बनेपा-वर्दिवास सडकको हसेराका संरचनाको अध्ययन												
अरनिको राजमार्गको कि.मी. ५२ को पहिराको अध्ययन												
अरनिको राजमार्गको कि.मी. ५४ को पहिराको अध्ययन												
होक्से सामुदायिक वनको क्षेत्रमा प्रोजेट वर्क												

तपाईलाई लागेका थप कुरा र सुझावहरू भए तल लेख्नुहोस्।

३. तालिमको तरिका

तपाईंहरूको सहभागिता र छलफलमा आधारित रहेर यो तालिम सञ्चालन गरियो । तल चाहेको कोठामा रेजा (√) लगाउनुहोस् ।

विचार		पुरै सहमत छु	सहमत छु	सहमत छैन	पुरै असहमत छु
क	मलाई तालिमको अवधारणा राम्रो लाग्यो ।				
ख	मलाई समूहकार्य मन परेन				
ग	यसरी सिकाउँदा मलाई बढी जानेको जस्तो लाग्यो ।				
घ	मलाई लेक्चर किसिमको तालिम मन पर्छ ।				

अरु थप विचार भए यहाँ लेख्नुहोस् । ....
....
....
....

४) तालिमका श्रोतव्यक्ति

श्रोत व्यक्तिबारे आफ्नो विचार रेजा (√) लगाई प्रकट गर्नुहोस् ।

विचार		पुरै सहमत छु	सहमत छु	सहमत छैन	पुरै असहमत छु
क	श्रोतव्यक्ति सहयोगी थिए ।				
ख	मैले श्रोतव्यक्तिले भनेको बुझिन ।				
ग	श्रोतव्यक्तिले मेरो तालिममा चाख राखे ।				
घ	श्रोतव्यक्तिहरू राम्ररी व्यवस्थित थिए ।				

५. तालिम संचालन र सुविधा

तालिम संचालन र सुविधाबारे आफ्ना विचारहरू रेजा (√) लगाई प्रकट गर्नुहोस् ।

	विचार	**पुरै सहमत छु**	**सहमत छु**	**सहमत छैन**	**पुरै असहमत छु**
क	कक्षा कोठा				
ख	वस सेवा (स्थलगत भ्रमणको बेला)				
ग	कोर्समा दिएको नोट र टिप्पणी				
घ	तालिम सामग्री				
ङ	खाने बस्ने ठाउँ				
च	खाना				
छ	पूर्व सूचना				
ज	तालिम संचालन				

प्रकाशकको परिचय

वातावरणीय सन्तुलन प्रति जनचेतना जगाउँदै सामुदायिक विकासको क्षेत्रमा जनताको संगठन र नेतृत्वको विकासको माध्यमबाट जनतासँग काम गर्ने उद्देश्यले सन् १९९१ मा इकार्डस्-नेपाल (Environment, Culture, Agriculture, Research and Development Society, Nepal) को स्थापना भएको हो । नेपालका बहुसंख्यक किसानहरु मध्ये गरीब, पछाडि पारिएका, हेपिएका, दबिएका अवस्थामा रहेका समुदायहरुलाई सक्षम र सशक्त बनाउने लक्ष लिई स्थापित यस संस्थाले उनीहरुलाई एक जुट हुन प्रेरित गर्ने, छलफल र भेला तथा अनौपचारिक शिक्षाका साथै चेतना जागरण गतिविधिहरुमा सहयोग गर्ने र स्थानीय श्रोतहरुको पहिचान गर्ने, कृषि जन्य आर्यआर्जन, वातावरण संरक्षण र मानव्य क्षमताको विकासका लागि विभिन्न कार्यक्रमहरु संचालन गर्दै आएको छ । गरीव तथा मौकाबाट वंचितवर्ग तथा समुदाय विशेषत: महिलाहरुलाई उनीहरुको समस्या पहिचानमा संमिलित हुने र उनीहरु नै समाधानका अगुवा हुने कुराले मात्र साँचो अर्थमा उनीहरुको मुक्ति हुन सकछ भन्ने दृढ विश्वास यस संस्थाको रहेको छ ।

इकार्डस्-नेपालले आफ्नो जीवनका २१ वर्षमा देशका ७५ वटै जिल्लाहरु र विशेषत: दुर्गम ग्रामीण क्षेत्रहरुमा आफ्ना कार्यक्रमहरु कार्यान्वयन गरेको छ । यस अवधिमा यसले स्थानीय, देश बाहिरका सरकारी तथा गैर सरकारी संस्थाहरु र दातृ निकायहरुसँग काम गरी विविध क्षेत्रमा अनुभव संगालेको छ ।

इकार्डस्-नेपाल स्थानीय, अन्तर्देशीय र अन्तर्राष्ट्रिय संघ, संस्था, दातृ निकायहरुसँग मिलेर देशका गरीव र पिछडिएका क्षेत्रहरुमा काम गर्न जुटेको छ र तिनै आवश्यक ठाउँहरुमा कार्यक्रम संचालन गर्ने यसको नीति छ । लक्षित समुदायसँगको समन्वयमा आर्थिक तथा सामाजिक विकास कार्यक्रम, विकास पूर्वाधार निर्माण, दिगो कृषि प्रणाली अनुसन्धान तथा प्रसार प्राकृतिक श्रोत व्यवस्थापन, क्षमता अभिबृद्धि कार्यक्रम लगायतका कार्यषेत्र यसका मुख्य विशेषता हुन । हामी आफ्नो नीतिसँग मेल खाने निकायहरुसँग मिलेर काम गर्नु झन् उपयुक्त देख्छौं । हालै भएको जनआकांक्षा अनुसारको परिवर्तनले देशमा गणतन्त्रको स्थापना गरेको छ । यस परिस्थितिमा हाम्रो देशका गरीव र पिछडिएका क्षेत्रहरुमा काम गर्ने आवश्यकता झन् टड्कारो हुन आएको छ । अत: यदि तपाईको हामीसँग काम गर्ने चाहना वा अवस्था छ भने अथवा तपाई हाम्रो बारेमा अझ बढी जान्न चाहनुहुन्छ भने हामीसँग सम्पर्क राख्नु होला ।

इकार्डस्-नेपाल

पो.ब.नं. ८११५, कोटेश्वर, काठमाडौं

फोन: ४६०२२३४/०१६२०२६३१, फ्याक्स: ४६०१७५७

e-mail: ecards@wlink.com.np web: www.ecards.org.np

इकार्डस्-नेपाल

पो.ब.नं. ८११५, कोटेश्वर, काठमाडौं

फोन: ४६०२२३४ / ०१६२०२६३१, फ्याक्स: ४६०१७५७

e-mail: ecards@wlink.com.np
web: www.ecards.org.np

ISBN 9937 8488-1-7