

26 STABILIZACIJA KOSINE

Klizišta je moguće stabilizirati primjenom jedne ili više sljedećih metoda: (1) modifikacijom profila kosine, kada je to moguće; (2) podupiranjem ili sidrenjem postojećeg profila; (3) poboljšanjem ili dreniranjem materijala koji izgrađuje kosinu.

MODIFIKACIJA PROFILA

Stabilnost se može povećati dodavanjem materijala u zoni akumulacije materijala klizišta, odnosno odnošenjem materijala u zoni usijedanja klizišta. Ova granica je definirana tzv. neutralnom linijom. Iznad neutralne linije sile otpora manje su od sile klizanja, a ispod neutralne linije je obrnuto. U zoni neutralne linije klizna ploha je horizontalna ako je klizište nedrenirano; odnosno nagib klizne plohe = ϕ ako je materijal klizišta dreniran.

Berma je kosina približne širine oko 5 m i visine 10 m; funkcija berme je da redistribuira opterećenje i stabilizira kružno klizanje u slabim stijenama. Mali slomovi na strmim kosinama zaustavljaju se na bermama bez posljedica.

Viseći blokovi, ploče i klinovi, koji su formirani po nepovoljno orijentiranim pukotinama, mogu se ukloniti.

Opterećenje nožice je učinkovito, osobito u slučaju kada je donji završetak klizne plohe uzdignut. Može pomoću mase betona, nasipa od stijene, zemljanog nasipa ojačanog pomoću geomaterijala (mreža) ili debelih zidova posebnog oblika.

Rasterećenje gornjeg dijela klizišta obično je manje učinkovito.

Originalni uzrok sloma mora se otkloniti gdje god je to moguće: npr. kontrola erozije rijeke kako bi se spriječilo daljnje odnošenje materijala.

DRENIRANJE KLIZIŠTA

Porni tlak je od presudnog značenja za stabilnost klizišta, tako da je obično drenaža vrlo učinkovit način stabilizacije. Osim toga, to je jedina ekonomična metoda stabilizacije velikih klizišta na prirodnim kosinama.

Površinski drenovi: betonski jarci prekidaju površinske tokove; drenovi na klizištima smanjuju infiltraciju.

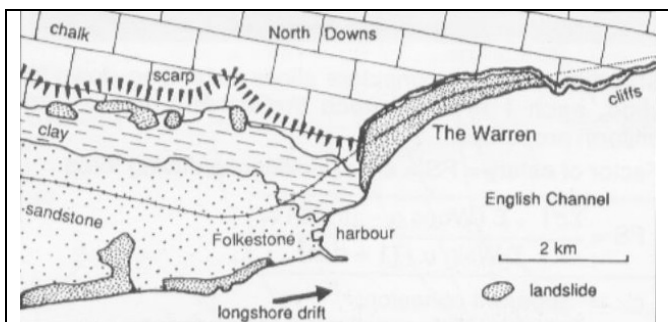
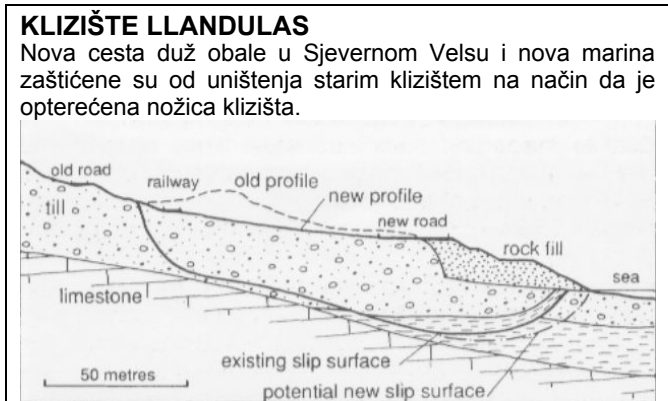
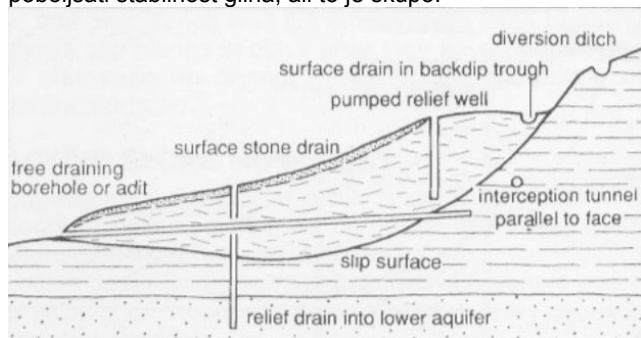
Plitki drenovi: kameni drenovi u jarcima dubine 1-2 m prekriveni geotekstilom; imaju ograničeni učinak kod smanjenja količine vode u tlu; dublji drenovi također doprinose otporu smicanja jer djeluju i kao podupirači.

Duboki drenovi: najučinkovitiji; kopani šahtovi s propusnim zidovima i nepropusnim dnom; ili bušotine s ugrađenom perforiranom cijevi, nagnute tako da dreniraju kroz donji dio klizišta.

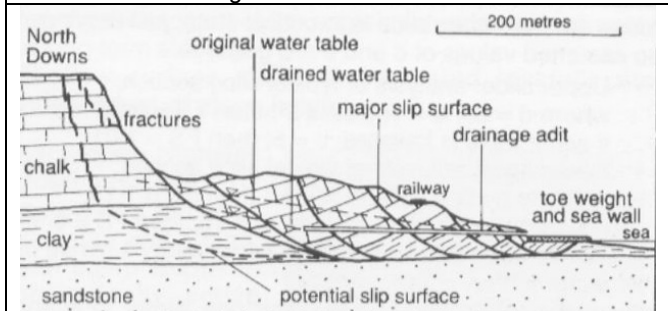
Zdenci: dreniraju vodu ili u vodonosnik ispod klizišta, ili se voda iz njih crpi. Neke padine izgrađene od Londonskih gлина dreniraju se u pijeske ispod njih, kroz bušotine promjera 100 mm ispunjene pijeskom (i zacičevljene plastičnom cijevi), dubine 2-5 m.

Tuneli: iskopani iza klizišta kako bi smanjili tečenje vode u klizište; korišteni 1800. godine za stabiliziranje padina iznad grada Bath.

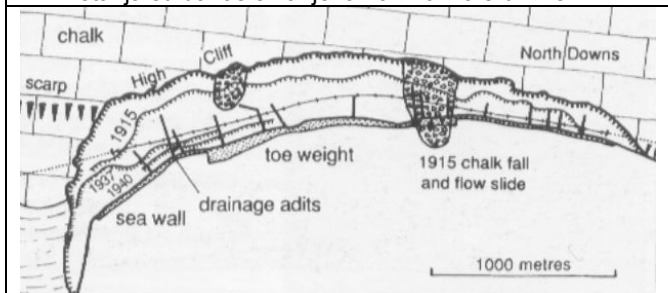
Nepropusne gline slabo reagiraju na normalnu drenažu. Elektro-osmoza ili zagrijavanje sa vrućim zrakom može poboljšati stabilnost gline, ali to je skupo.



KLIZIŠTE FOLKESTONE WARREN, KENT
Višestruko rotacijsko klizanje na obali izgrađenoj od krede na glini, preko kojega prolazi glavna željeznička pruga.
✓ Visoka razina podzemne vode tijekom zime i relaksacija prekonsolidirane gline uzrokovalo je obnovljeno kretanje; najveće klizanje je inicirano odronjavanjem s krednog klifa na čeonu dio klizišta.
✓ Erozijska nožičnog dijela klizišta se povećavala nakon radova u luci 1905. godine



✓ Mjere stabilizacije poduzete su nakon sloma 1915. godine: u nožici klizišta dodana je betonska masa, koja je istovremeno poslužila i kao zaštita od erozije; drenažni prokop snizio je razinu podzemne vode;
✓ kretanja su danas smanjena na vrlo male brzine.



PODUPIRANJE

Potporni zidovi: ustaljena praksa i učinkovita sanacija na malim kosinama i zasjecima, ali ne i na velikim klizištima.

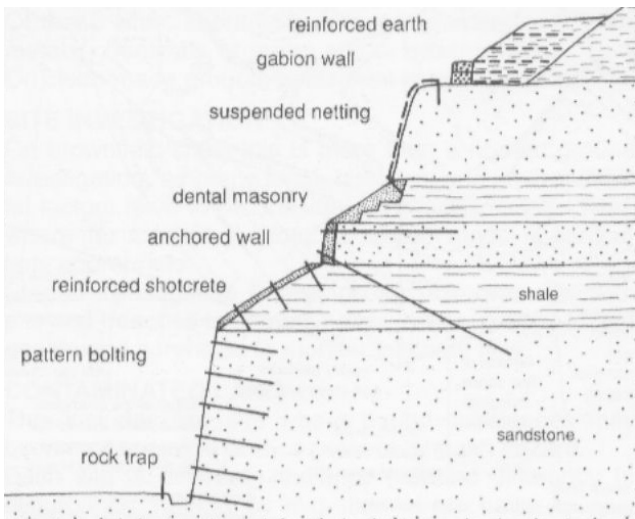
Velike nestabilne kosine nije jednostavno poduprijeti; teško je, ali nije niti ekonomično izgraditi i temeljiti masivne potporne zidove u nožici velikih prirodnih klizišta ili velikih nestabilnih padina.

Betonski zidovi: trebaju imati kvalitetnu stopu; treba ih zaštititi od rotacije potpornjima, sidrima za stijenu postavljenim blizu vrha i/ili dna, ili dubokim temeljenjem; treba izraditi otvore na njima da osiguraju drenažu; kamenim oblogama postiže se bolji izgled betonskih zidova.

Kamenta obloga: iskopaju se slabe zone u stijeni i ispune se sa zacementiranom kamenom oblogom.

Gabionski zidovi: jeftini za postavljanje, mogu zadržati padine izgrađene od tla, a djeluju kao dodatna težina u nožici.

Mlazni beton (torkeret): može se koristiti u kombinaciji sa sidrima (kao u tunelima); nanosi se špricanjem preko usidrene mreže, ili se koristi beton sa čeličnim vlaknima duljine 50 mm, koja betonu dalju vlačnu čvrstoću.



POBOLJŠANJE TLA

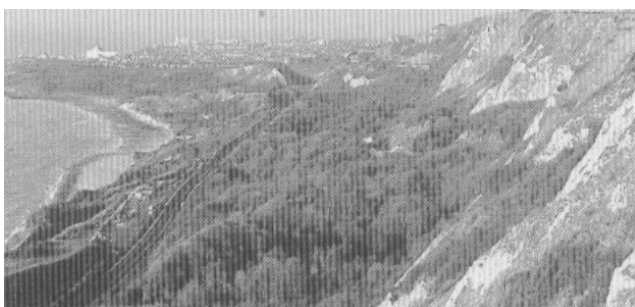
Vegetacijski pokrivač smanjuje infiltraciju oborina, a korijenje tlu daje vlačnu čvrstoću – ali je destruktivno na kosinama od stijena, jer korijenje doprinosi otvaranju pukotina.

Geotekstili, geomreže, pričvršćene geotehničkim sidrima, koje štite cijelu plohu kosine ali i male odrone kamenja; kroz njih mogu rasti i biljke čime se osigurava dugoročna čvrstoća; biorazgradiva mreža osigurava kratkoročnu potporu.

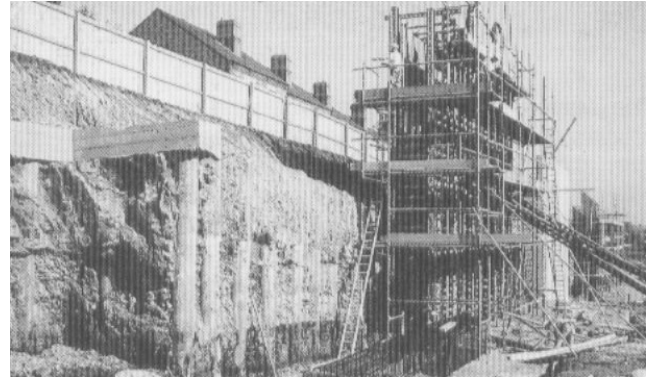
Zaštita od trošenja pomoću mlaznog betona ili armiranog betona; mora imati otvore za drenažu.

Geotehnička sidra stvaraju tanki stabilni sloj na način da vežu prirodne pukotine u stijeni i reduciraju infiltraciju vode.

Torkretiranje raspucane stijene je skupo i rijetko se koristi; može se koristiti za stabiliziranje sipara.



Klizište Folkestone Warren



Rekonstrukcija potpornog zida za novi zasjek na cesti u Derbyshireu. Bušeni piloti u prednjem dijelu služe samo kao privremena potpora.

GEOTEHNIČKA SIDRA

Kratka sidra: čelična šipka, promjera 25 mm, duljine 3-10 m, postavlja se u bušene rupe, fiksira se na kraju pomoću školjke koja se širi (poput kišobrana), opterećenje 100 kN, vlačno do 60 Kn. Glavna svrha povećanje normalnog naprezanja po pukotini; ne može se staviti u jako razlomljenu stijenu; izolirana kratka sidra se postavljaju za zadržavanje individualnih blokova stijene.

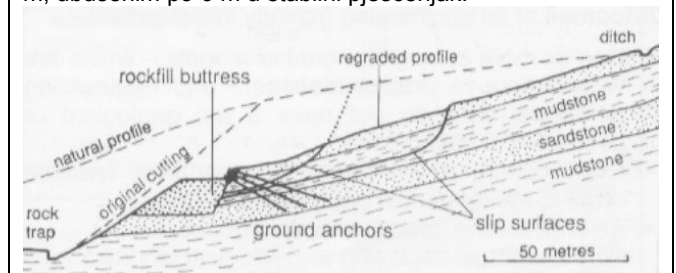
Bušeni piloti: betonski piloti duljine 6 m, promjera 1-2 m, smješteni duž klizne plohe portugalskog klizišta Bend (Los Angeles).

Geotehnička sidra: višestruki čelični kablovi, duljine 10-40 m, u rebrastoj zaštitnoj cijevi, postavljaju se u bušotinu promjera 100 mm, opterećenje do 2000 kN, vlačno 60%; fiksne duljine, oko 5 m u stijeni. Osiguravaju vlačnu potporu i sprečavaju širenje pukotina u stijeni.

Usidreni zidovi, fleksibilni ili kruti, distribuiraju opterećenje sa vrhova sidara u slabi materijal klizišta.

ZASJEK HOAR EDGE

Plitko klizanje inicirano tijekom gradnje autoputa Pennine stabilizirano je ublažavanjem nagiba profila i potporom od stijene. Naknadno pokretanje iziskivalo je usidreni zid – zdobljena stijena prekrivena je geotekstilom i torkretom, a učvršćena je 41 sidrom, svako po 1000 kN, razmknutim 1-3 m, ubušenim po 6 m u stabilni pješčenjak.



Stabilizacija nožice klizanja u slabom tlu pomoću raskopa ispunjenog krupnozrnatim materijalom (s velikim ϕ) koji prolazi kroz kliznu plohu u stabilno tlo.

