



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET



GEOSINTETICI U PROMETNICAMA

Prof. dr. sc. Biljana Kovačević Zelić

TEMELJENJE NASIPA NA SLABOM TLU

- Priprema temeljnog tla – *In-situ*
 - Zbijenost - 100 % u odnosu na Proctorov pokus (95 % za nasip viši od 2 m)
 - Nosivost - modul stišljivosti mora biti najmanje 25 MN/m²



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

PROBLEMI IZGRADNJE NASIPA NA SLABOM TLU

- Velika stišljivost
- Mala posmična čvrstoća
- Konsolidacijska slijeganja (10-ak godina)



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

Rješenja:

- Predopterećenje
- Iskop sloja mekog tla
- Poboljšanje mehaničkih svojstava mekog tla:
 - Ubrzanje konsolidacije vertikalnim drenovima
 - Kemijska i termička stabilizacija
 - Dinamičko zbijanje
 - Miniranje
 - Vibracijsko zbijanje



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

ARMIRANJE NASIPA U SLABOM TLU

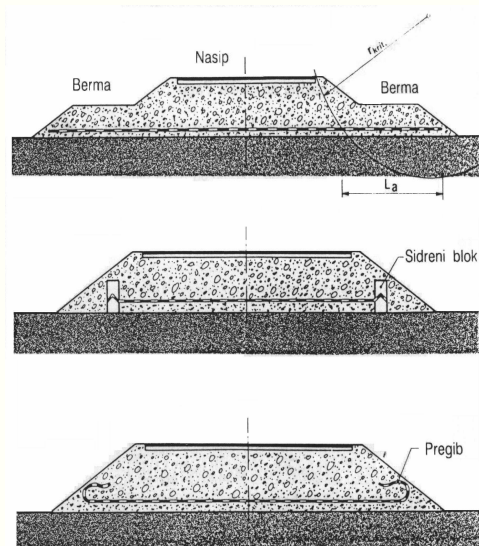
- “Kolumbova Hasura” (Holtz)
- Geosintetici - netkani tekstili



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

IZVEDBA NASIPA NA SLABOM TLU

- Sidrenje armature
- Geotekstil
- Mreže

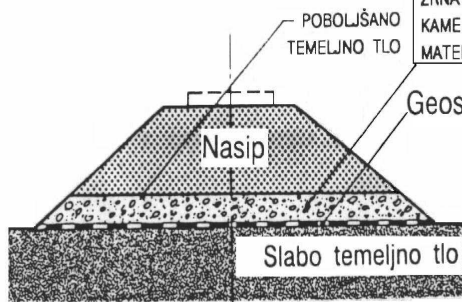


Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

ZAŠTITNI SLOJ NA ARMATURI

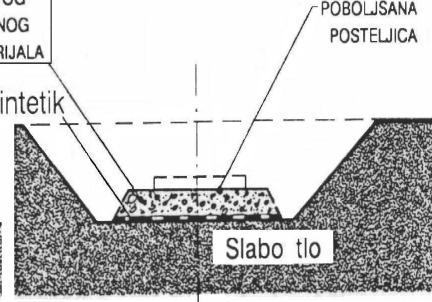
PROMETNICA U NASIPU

Temeljno tlo slabo-poboljšano geosintetikom



PROMETNICA U USJEKU

Tlo posteljice slabo-poboljšano geosintetikom



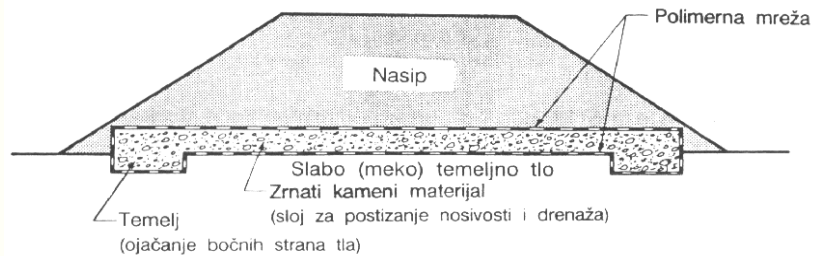
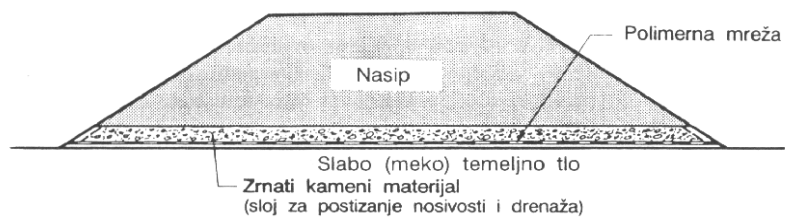
NASIPNI SLOJ OD ZRNATOG KAMENOG MATERIJALA

Geosintetik



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLožKO
 NAFTNI FAKULTET

RJEŠENJA OJAČANJA SLABOG TLA POMOĆU GEOMREŽA



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLožKO
 NAFTNI FAKULTET

Uporaba geosintetika kod nasipa na slabim tlima višestruko je korisna:

- Geosintetici sprječavaju miješanje materijala podloge (najčešće je to sitnozrnato lako gnječivo tlo) i materijala iz nasipa
- Uz rub nasipa geosintetici djeluju kao armatura i povećavaju stabilnost pokosa nasipa
- Kada su i tlo u podlozi i tlo u nasipu slabo propusni, geosintetici, posebice, ako su povezani sa slojem sitnijega kamena, djeluju kao dren, te ubrzavaju konsolidaciju i pospješuju povećanje čvrstoće u temeljnom tlu i nasipu.



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

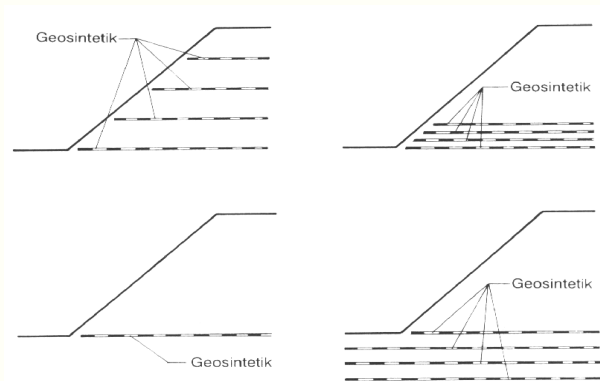
IZRADA VISOKIH NASIPA

- Visoki su nasipi prijelazni oblik između nasipa na slabom tlu pojačanih geosinteticima i potpornih zidova



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

- Ravnomjernost izmjene slojeva geosintetika i tla ponavlja se do potrebne visine nasipa
- slojevi se polažu prema zahtjevima stabilnosti



ULOGA ARMATURE U NASIPU

- Preuzimanje vlačne sile
- Preuzimanje sile trenja na spoju armatura-tlo
- Preuzimanje trenja na spoju armatura-armatura
- Propuštanje vode (tekućine) okomito na ravninu armature
- Propuštanje vode (tekućine) u ravnini armature
- Sprječavanje miješanja slojeva tla različitih svojstava

POTREBNA SVOJSTVA TLA KOD ARMIRANIH NASIPA

- Dobro graduirani šljunak ili pijesak
 - Čestice sitnije od 0,063 mm <15%
 - Čestice krupnije od 100 mm <25%
- Šljunak - zbijenost najmanje 100% (standardni Proctor)
- Pijesak - zbijenost najmanje 95% (standardni Proctor)



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

POTREBNA SVOJSTVA GEOSINTETIKA ZA ARMIRANE NASIPE

Za ugradnju po visini preporučuje se:

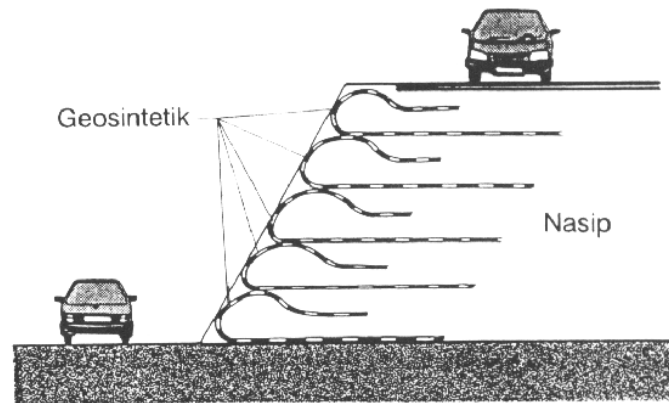
- u donju polovicu nasipa ugrađivati najprije tanje slojeve, a potom deblje slojeve tla; u donjoj polovici treba ugrađivati geosintetike veće površinske mase
- u gornju polovicu nasipa ugrađivati najprije tanje slojeve, a potom deblje slojeve tla; u donjoj polovici treba ugrađivati geosintetike manje površinske mase



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

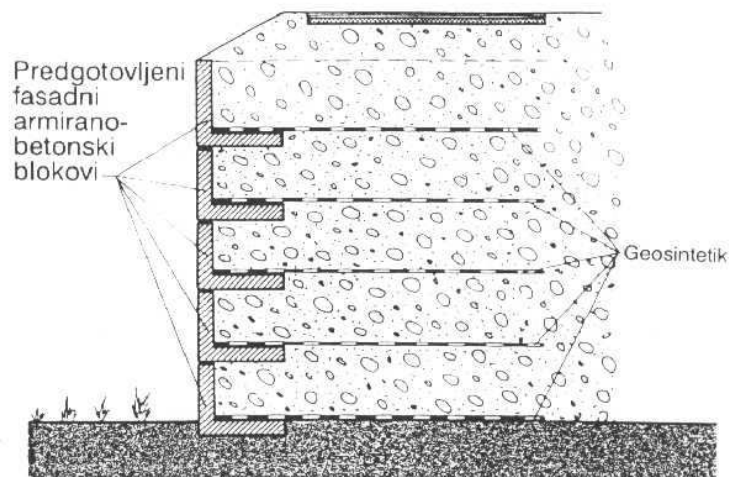
POTPORNI ZIDOVI

Izrađuje se izmjeničnim postavljanjem horizontalnih slojeva tla i geotekstila



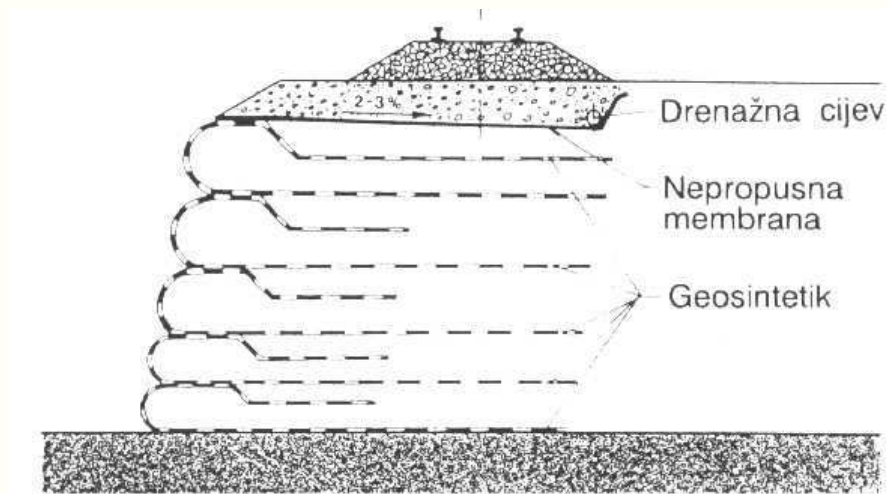
Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEODIJSKO
 NAFTNI FAKULTET

Geotekstil se u potpornim zidovima može upotrebljavati i u kombinaciji s raznim fasadnim elementima



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEODIJSKO
 NAFTNI FAKULTET

Tipičan presjek željezničkog nasipa od armiranog tla



Dva osnovna tipa zidova s geosinteticima:

1. Zidovi armirani geosinteticima - izmjena slojeva tla i geosintetika
2. Zidovi od gabiona - od geosintetika se slažu košare u koje se rukom slaže lomljeno kamenje



STABILNOST ZIDA OD ARMIRANOG TLA

Unutarnja stabilnost (ponašanje sustava tlo-armatura)

- vlačna čvrstoća armature
- trenje između tla i armature
- vodopropusnost i filtarska svojstva tla i armature

Vanjska stabilnost (ponašanje armiranoga dijela kao cjeline)

- Sklizanje
- Prevrtnje
- Slom tla ispod nasipa



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

GRADNJA ZIDA

Prije izgradnje klasičnih potpornih zidova potrebno je pripremiti podlogu:

- Ukloniti humus
- Iskopati jamu za temelj zida
- Pripremiti podloga od krupnozrnatog materijala na koju će se nanositi beton



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

- FAZA 1.

Za formiranje prvog (i svih ostalih slojeva) potrebno je postaviti čelične L-podupore i na njih dasku koja će pomoći oblikovanju vanjske strane zida

- FAZA 2.

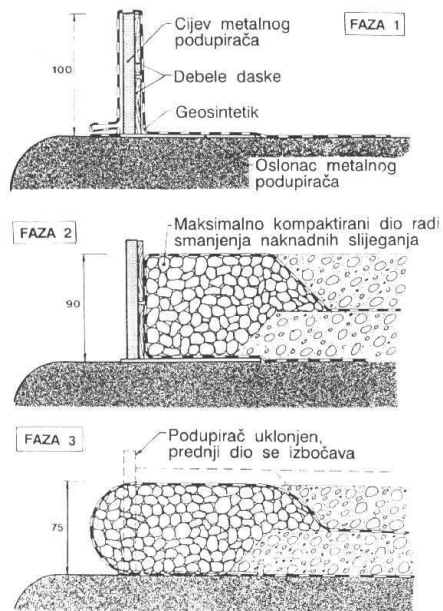
Preko oplata prebačeni se dio geotekstila preklopi preko tla, dosipa se materijal do razine oplata i strojno zbijaj. Umjesto preklopa i spoja na gornji sloj geotekstila preko trenja, ti se slojevi mogu međusobno zašiti, o čemu treba odlučiti obzirom na cijenu postupka.



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEODIČNO
 NAFTNI FAKULTET

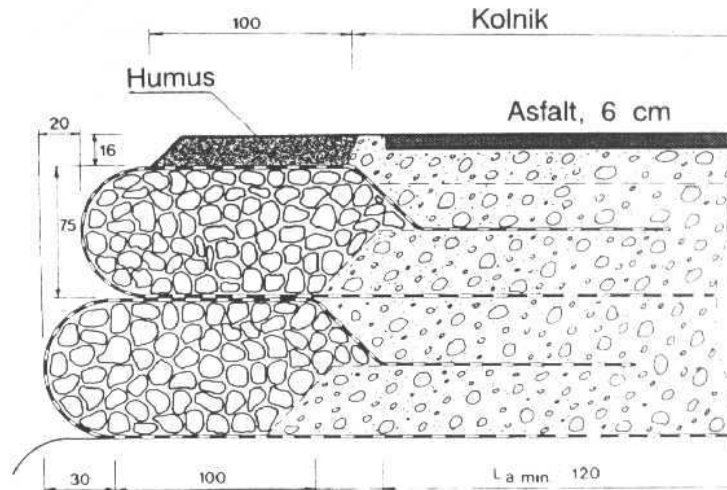
- FAZA 3.

Izvade se daske i čelični podupirači, i postupak na jednak način ponavlja za svaki slijedeći sloj.



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEODIČNO
 NAFTNI FAKULTET

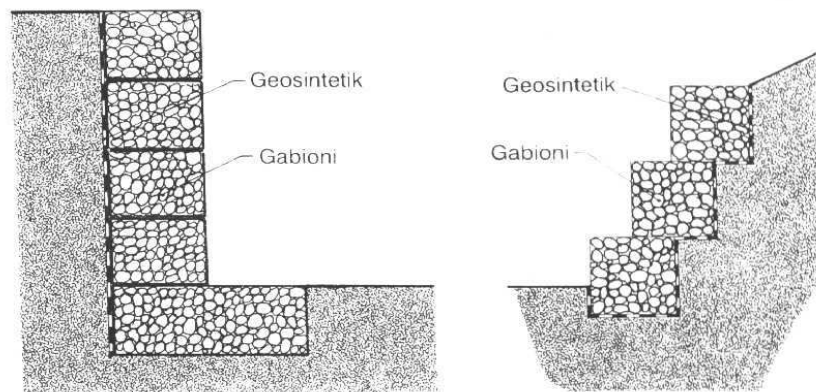
- FAZA 3.



ZIDOVI OD GABIONA

- Osnova zida su krletke od geomreže koje se postavljaju na željeno mjesto i pune zrnatim materijalom
- Zidovi od gabiona prikladni su na mjestima gdje se očekuju veći pomaci tla (klizišta)
- Gabionske su konstrukcije jeftinije od betonskih i kamenih zidova

Gabionske se krletke mogu slagati vertikalno jedna na drugu, pa nastaje zid s vertikalnim licem, ili mogu biti izmaknute po visini, pa se dobiva stepenast oblik



IZRADA GABIONSKIH ZIDOVA

- Za prvi sloj zida treba pripremiti podlogu
- Treba skinuti slojeve do čvršće podloge i postaviti geotekstil (filtarski sloj)
- Krletke se sastave te postave na podlogu, pripremljene za punjenje
- Vertikalni se sastavi gabiona spajaju polietilenskim užetom
- Gabioni se pune priručnim sredstvima, ručno se dotjeruju površinski dijelovi
- Sve se krletke u istom sloju povezuju polietilenskim užetom radi veće čvrstoće

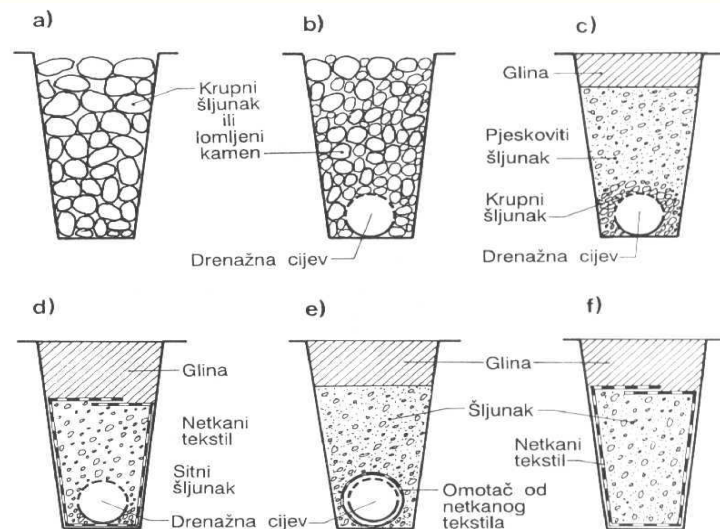
DRENAŽNI SUSTAVI

- Za izradu drenaža upotrebljavaju se netkani tekstili površinske mase 300 do 400 g/m². Oni moraju imati odgovarajuća hidraulična svojstva, kako bi mogli propuštati vodu, a istodobno spriječiti transport sitnih čestica iz okolnoga tla, te na taj način ispravno i dugo djelovati



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

DRENAŽNI SUSTAVI



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

ZAŠTITA POKOSA OD EROZIJE

- Za rješenje problema zaštite pokosa razvijen je suvremeni način zaštite pomoću geosintetika
- Geosintetici (geotekstili, geomreže, geokompoziti) u zaštiti pokosa mogu imati sljedeća djelovanja:



Privremeno djelovanje

U određenim rješenjima geosintetici su potrebni za zaštitu vegetacije u onom razdoblju koje je potrebno da se ona prihvati i ukorijeni te tako osigura pokos.

Stoga se za te svrhe danas proizvode i geotekstili od organskih materijala, koji su biološki razgradivi, a trajnost im je dovoljna za traženu svrhu.

Trajno djelovanje

Kod trajnih rješenja geosintetici služe ili samostalno (npr. zaštita nestabilnih pokosa pomoću mreža) ili u kombinaciji s vegetativnom zaštitom, koja doprinosi stabilizaciji pokosa, ali se sama ne bi mogla održati.



PRIPREMA POKOSA

- uređenje dobre odvodnje,
- izrada pokosa u nagibu koji mu osigurava stabilnost,
- uređenje površine da se ne osipava i da bude stabilna,
- ohrapljivanje glatkih površina,
- nanošenje (eventualno) humusnog materijala s odgovarajućim gnojivom.



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

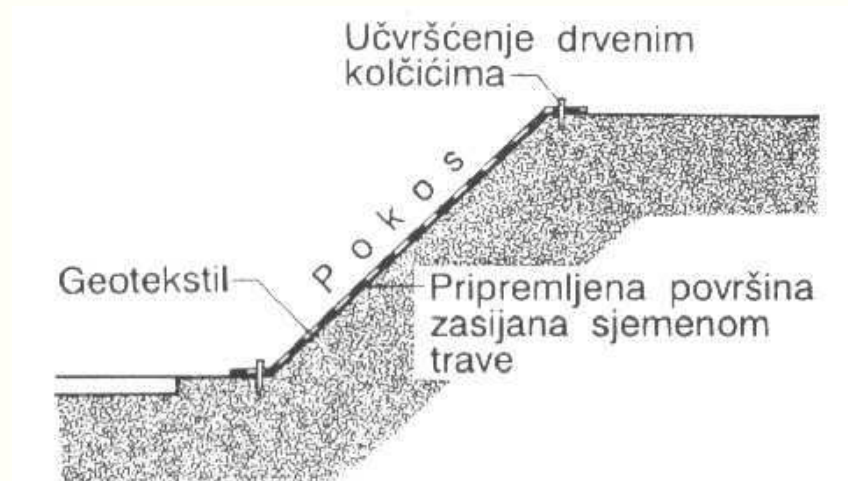
ZAŠTITA ZEMLJANIH POKOSA POMOĆU GEOTEKSTILA

- Na pripremljeni pokos posije se sjeme trave
- Preko tako zasijane površine postavi se geotekstil
- Geotekstil se učvrsti pomoću drvenih klinova



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKULTET

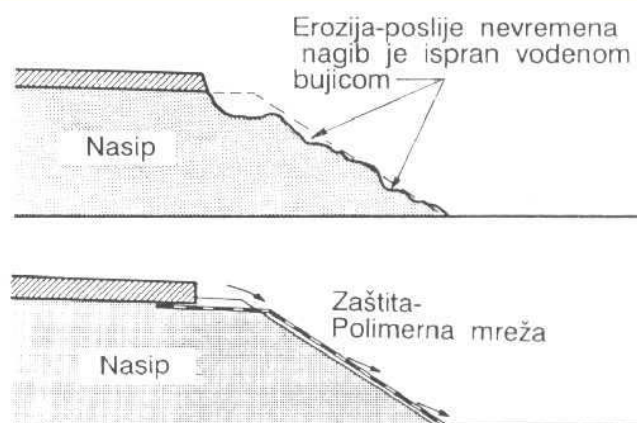
ZAŠTITA ZEMLJANIH POKOSA POMOĆU GEOTEKSTILA



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEODIJSKO
 NAFTNI FAKULTET

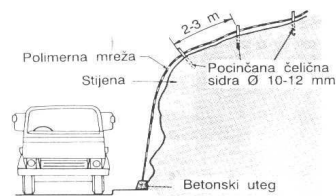
ZAŠTITA POKOSA POMOĆU GEOMREŽA

- Zaštita zemljanih pokosa
 - zasijavanje pokosa travom i polaganje geomreže po pokosu



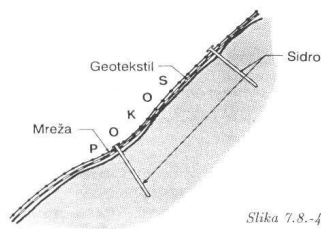
Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEODIJSKO
 NAFTNI FAKULTET

- Zaštita stjenovitih pokosa pomoću geomreža



Slika 7.8.-3. Zaštita stjenovitih usjeka ili zasjeka od padanja kamenja pomoću geomreža

- Zaštita strmih pokosa pomoću geokompozita



Slika 7.8.-4. Zaštita strmih pokosa pomoću geokompozita



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

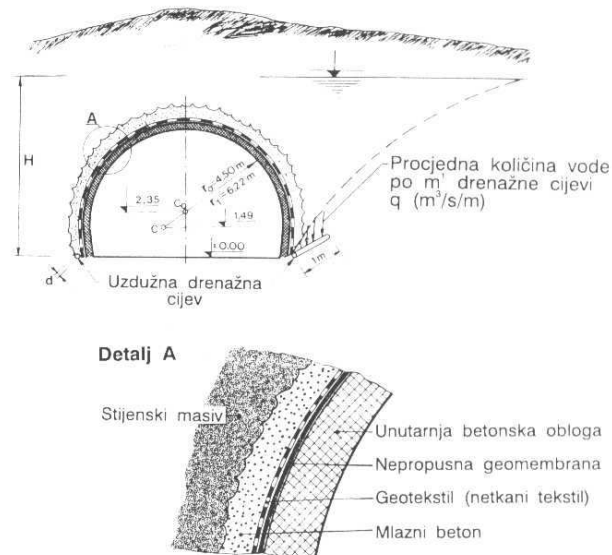
TUNELI

- Geosintetici se u tunelima upotrebljavaju u sklopu sustava hidroizolacije.
- Hidroizolacijski sustav kod tunela obavlja funkcije:
 - brtvljenje,
 - filtracija,
 - skupljanje i dreniranje podzemnih voda.
- U tom se sustavu koriste nepropusne folije i geotekstili.



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

Sustav hidroizolacije sastoji se od nepropusne membrane (izolacija), geotekstila i zaštite.



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLožKO
 NAFTNI FAKULTET

Hidroizolacija tunela izvodi se radi:

- zaštite obloge tunela od štetnih utjecaja podzemne vode,
- zaštite instalacija u tunelu,
- sigurnosti prometa u tunelima.



Sveučilište u Zagrebu
 RUDARSKO
 GEOLožKO
 NAFTNI FAKULTET

Može izvoditi kod tunela izvedenih u tlu i stijenskoj masi:

- na vanjskom dijelu obloge tunela,
- na unutarnjoj strani obloge tunela,
- između vanjskog i unatrnjeg dijela obloge tunela (umetnuta hidroizolacija).

Kod tunela koji se izvode kao otvoreni, a zatim zatrpavaju, hidroizolacija se može izvesti na vanjskoj površini obloge tunela.