

**OPĆI TEHNIČKI UVJETI
ZA RADOVE U VODNOM GOSPODARSTVU**

KNJIGA 2

Gradnja i održavanje komunalnih vodnih građevina

3. POGLAVLJE

POLAGANJE GEOTEKSTILA I GEOMREŽA

NARUČITELJ: HRVATSKE VODE

IZRADILI: GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
INSTITUT IGH d.d., Zagreb

Koordinator: prof. dr. sc. Vjeran Mlinarić, dipl. ing. građ.
Srećko Milić, dipl. ing. građ.

Voditelj izrade: mr. sc. Krešimir Bolanča, dipl. ing. građ.

Suradnici: prof. dr. sc. Tatjana Rukavina, dipl. ing. građ.
Snježana Sesar, dipl. ing. građ.
Zvonko Varga, dipl. .ing. građ.

Zagreb, 2012.

3. POGLAVLJE
POLAGANJE GEOTEKSTILA I GEOMREŽA

SADRŽAJ

3-00	OPĆE NAPOMENE	3-1
	3-00.1 DEFINICIJE	3-1
3-01	OPĆENITO O RADOVIMA NA POLAGANJU GEOTEKSTILA I GEOMREŽA	3-3
	3-01.1 RADOVI NA UREĐENJU SLABO NOSIVOG TEMELJNOG TLA	3-3
	3-01.2 RADOVI NA ZAŠTITI POKOSA I DRUGIH POVRŠINA IZLOŽENIH EROZIJI	3-4
	3-01.3 RADOVI NA ZAŠTITI DNA I POKOSA KANALA	3-5
3-02	MATERIJALI	3-6
	3-02.1 GEOTEKSTILI	3-7
	3-02.1.1 Hidraulička svojstva	3-7
	3-02.1.2 Mehanička svojstva	3-10
	3-02.1.3 Postojanost	3-10
	3-02.2 GEOMREŽE	3-11
	3-02.2.1 Mehanička svojstva	3-11
	3-02.2.2 Postojanost	3-12
3-03	OPIS IZVOĐENJA RADOVA	3-14
	3-03.1 UREĐENJE SLABOG NOSIVOG TEMELJNOG TLA GEOTEKSTILIMA I GEOMREŽAMA	3-14
	3-03.2 ZAŠTITA POKOSA I DRUGIH POVRŠINA IZLOŽENIH EROZIJI	3-18
	3-03.3 IZRADA PODLOGE	3-21
3-04	ZAHTJEVI KAKVOĆE	3-24
	3-04.1 UREĐENJE SLABO NOSIVOG TEMELJNOG TLA	3-24
	3-04.1.1 Geotekstil	3-24
	3-04.1.2 Geomreže	3-29
	3-04.2 ZAŠTITA POKOSA I DRUGIH POVRŠINA IZLOŽENIH EROZIJI	3-30
	3-04.2.1 Geopletiva	3-30
	3-04.2.2 Geotekstil	3-30
	3-04.2.3 Geomreže	3-31
	3-04.3 IZRADA PODLOGE	3-32
	3-04.3 IZRADA TEMELJNOG MADRACA PODLOGE	3-32
3-05	NAČIN PREUZIMANJA IZVEDENIH RADOVA	3-36
3-06	OBRAČUN RADOVA	3-37
3-07	NORME I TEHNIČKI PROPISI	3-38

3. POGLAVLJE

POLAGANJE GEOTEKSTILA I GEOMREŽA

3-00 OPĆE NAPOMENE

U ovom 3. poglavlju OTU-a propisuju se minimalni zahtjevi kakvoće za materijale, proizvode i radove koji se koriste kod izvođenja radova na polaganju geosintetika, prvenstveno geotekstila i geomreža. OTU-i su pisani na način da su dio ugovora, a da se uvjeti koji se odnose na posebne radove uključe u ugovor kao Posebni tehnički uvjeti (PTU).

Materijali, proizvodi, oprema i radovi moraju biti izrađeni u skladu s normama i tehničkim propisima navedenim u projektnoj dokumentaciji. Obavezna je primjena odgovarajućih EN-i, odnosno onih koje daju ekvivalentnu učinkovitost EN-i. Ako se u međuvremenu neka norma ili propis stavi van snage, važit će zamjenjujuća norma ili propis.

Izvođač može predložiti primjenu priznatih tehničkih pravila (normi) neke inozemne normizacijske ustanove (ISO, EN, DIN, ASTM, ...) uz uvjet pisanog obrazloženja i odobrenja nadzornog inženjera. Tu promjenu nadzorni inženjer odobrava uz suglasnost projektanta. Izvođač je dužan promjenu unijeti u izvedbeni projekt.

3-00.1 DEFINICIJE

Opći pojmovi i izrazi te njihovo značenje u ovim Općim tehničkim uvjetima navedeni su u 0. poglavlju. Ovdje se definiraju samo neki izrazi koji nisu dani u 0. poglavlju, a odnose se na ovo poglavlje.

Sraslo tlo je onaj dio litosfere na kojem je predviđena izgradnja ceste ili kojeg drugog cestovnog objekta.

Temeljno tlo (uređeno sraslo tlo) sraslo je tlo na kojem se izgrađuje nasip, a obrađeno je tako da zadovoljava propisane geomehničke uvjete.

Slabo temeljno tlo je onaj sloj koji se uobičajenim načinom ne može urediti tako da zadovoljava propisane geomehničke uvjete pa ga zbog nepogodnih svojstava ili stanja treba ili ukloniti ili posebnim načinima osposobiti za namijenjenu funkciju.

Humus je površinski sloj tla koji sadrži organske tvari u takvoj količini da mu u građevinskom smislu daju nepovoljna svojstva.

Posteljica je uređeni završni sloj nasipa, u usjeku uređeno sraslo tlo ili zamijenjeno sraslo tlo, određene ravnosti i nagiba, koji svojim fizikalnim i kemijskim svojstvima zadovoljavaju tražene uvjete, tako da mogu bez štetnih posljedica primiti opterećenje kolničke konstrukcije i prometno opterećenje.

Nasip je građevina izgrađena od zemljanih, kamenih ili miješanih materijala na temeljnom tlu (uređenom sraslom tlu).

Stepenica je stepeničasti oblik iskopa u nagnutom sraslom tlu.

Građevinska jama je iskop u sraslom tlu jamastog oblika koji služi za izradu temelja neke građevine.

Rov je plitki ili duboki iskop u sraslom tlu za postavljanje instalacija.

Vrtača je oblik prirodnog udubljenja u području kraškog terena.

Geotekstili u smislu ovih OTU-a jesu vodopropusni netkani, tkani, šivani i kompozitni materijali koji ne trunu.

Netkani geotekstil nastaje učvršćivanjem ravno položenih, jedni na druge, beskonačnih vlakana (filamenti) ili vlakana ograničene duljine (kratka vlakna). Učvršćivanje može biti mehaničko (iglanjem ili šivanjem) i/ili adhezivno (pomoću veziva), odnosno kohezivno (termičkim djelovanjem).

Tkani geotekstil sastoji se od međusobno okomito položenih sustava vlakana (mreže). Razlikuju se po vrsti vlakana i načinu njihova povezivanja, kao i po broju niti (vlakna) u jediničnoj duljini.

Šivani geotekstil je zajednički pojam za plosnate tvorevine proizvedene međusobnim omčanjem jedne ili više grupa prediva, vlakana, niti ili drugih elemenata.

Geokompoziti jesu kombinacije dviju ili više pojedinačnih sastavnica geotekstila te geomreža ili geopletiva.

Geomreže su polimerne, ravninske strukture koje se koriste u geotehničkim i građevinskim zahvatima, čiji su otvori znatno veći od strukturnih elemenata koji su spajani u čvorovima.

Geopletiva su trodimenzionalna, propusna struktura načinjena od polimernih jednovrsnih niti i/ili drugih elemenata (sintetičkih ili prirodnih), koji su mehanički i/ili termički i/ili kemijski i/ili na neki drugi način spojeni.

Drenaža služi za prikupljanje površinskih i podzemnih voda i/ili drugih fluida i njihov pronos do drugih sustava odvodnje.

Gabioni su pravokutne košare (kvadri) od žičane ili polimerne mreže ispunjene kamenim materijalom, koje se mogu slagati kao opeke da oblikuju samostojeću konstrukciju (potporne zidove, obloge vodotoka i sl.).

Gabioni sa zategama su pravokutne košare od žičane mreže s mrežama za sidrenje (zatege), ispunjene kamenim materijalom, koje se mogu slagati kao opeke da oblikuju samostojeću konstrukciju koja se koristi za: izradu nasipa i potpornih zidova, zaštitu pokosa, armiranje tla, zaštitu od erozije i za armiranje nasipa s kutom pokosa do 70°.

Geomembrana je geosintetski materijal koji se prilikom rješavanja geotehničkih problema ili u drugim vidovima građevinarstva primjenjuje u tlu i/ili drugim materijalima kao vodonepropusna barijera.

Geosintetik je proizvod od sintetičkih materijala namijenjen uporabi u zemljanim građevinama i općenito u graditeljstvu, a prema građi i svrhama za koje se upotrebljavaju dijele se na: geotekstile, geomreže, geomembrane i geokompozite.

Uporabivost je sposobnost konstrukcije i njenih elemenata, odnosno cijele građevine da zadrži svojstva koja omogućuju njenu normalnu uporabu.

3-01 OPĆENITO O RADOVIMA NA POLAGANJU GEOTEKSTILA I GEOMREŽA

Rad obuhvaća sve aktivnosti potrebne za kvalitetnu i ekonomičnu gradnju i održavanje komunalnih vodnih građevina.

Geosintetici koji se koriste pri gradnji i održavanju komunalnih vodnih građevina moraju zadovoljavati u pogledu zahtjeva koji se odnose na funkcije: filtriranja, dreniranja, razdvajanja i pojačanja, armiranja i brtvljenja. Stoga se ugrađuju i svi oblici geosintetika: geotekstili, geomreže, geomembrane i njihovi kompoziti, a izbor odgovarajućeg tipa geosintetika ovisi o predviđenoj funkciji.

Obzirom na funkciju koju geosintetik ima kao sastavni dio komunalnih vodnih građevina, ove se građevine mogu svrstati na sljedeći način:

a) primarna funkcija filtriranje, sekundarna funkcija razdvajanje:

- zaštita dna i bokova rovova;
- zaštita obala i dna vodotoka od erozije;
- regulacija vodotoka;
- luke i marine;
- filtarska zaštita drenažnih uređaja (cijevne drenaže, mineralni drenažni slojevi i sl.).

b) primarna funkcija dreniranje (geotekstil rijetko dolazi u funkciji dreniranja kao samostalni element, najčešće se primijenjuju posebni geokompoziti):

- vertikalne drenaže iza zidova i druge drenaže;

c) primarna funkcija brtvljenje/izoliranje (funkcija brtvljenja/izoliranja povjerava se raznim tipovima geomembrana i njihovih kompozita)

- objekti za evakuaciju otpadnih voda;
- nepropusna dna kanala, bazena i sličnih građevina;

d) primarna funkcija razdvajanje i pojačanje

- kod izgradnje svih tipova građevina za uređenje slabonosivog temeljnog tla;
- kod izgradnje svih tipova građevina za pojačanje nosivosti temeljnog tla, slojeva nasipa i posteljice.

Radovi na polaganju geosintetskih materijala u okviru ovih Tehničkih uvjeta podijeljeni su u četiri skupine:

- radove na uređenju slabo nosivog temeljnog tla, odnosno izradi posteljice;
- radove na zaštiti pokosa i drugih površina izloženih eroziji;
- radove na zaštiti dna i pokosa kanala.

U nastavku su i opisane uvažavajuće posebnosti svake skupine.

3-01.1 RADOVI NA UREĐENJU SLABO NOSIVOG TEMELJNOG TLA

Slabo nosivo temeljno tlo je tlo male nosivosti koje se ne može uobičajenim jednostavnim metodama urediti kako bi se na njemu mogla izgraditi građevina već ga treba poboljšati nekom od primjerenih metoda, u ovom slučaju polaganjem geotekstila ili geomreža.

Uređeni završni sloj nasipa, u usjeku uređeno sraslo tlo ili zamijenjeno sraslo tlo određene ravnosti i nagiba, koji svojim fizikalnim i kemijskim svojstvima, odnosno

mehaničkim karakteristikama zadovoljava tražene uvjete, tako da bez štetnih posljedica može primiti opterećenje građevine naziva se posteljica. Ukoliko se traženi zahtjevi ne mogu ispuniti, pristupa se izradi posteljice na način identičan uređenju slabo nosivog temeljnog tla primjenom neke od primjerenih metoda, u ovom slučaju polaganjem geotekstila ili geomreže.

Skupina radova na uređenju slabo nosivog temeljnog tla, odnosno izradi posteljice, obuhvaćena ovom točkom Općih tehničkih uvjeta za radove u vodnom gospodarstvu, obuhvaća isključivo radove na uređenju takvog temeljnog tla geosinteticima, prvenstveno geotekstilom ili geomrežama, odnosno radove na izradi posteljice na način da se geosintetik (geotekstil ili geomreža) koriste u svrhu poboljšanja fizikalno mehaničkih karakteristika tla posteljice ili omogućavanja korištenja materijala lošije kvalitete pri izradi posteljice.

Ovaj rad uključuje pripremu temeljnog tla koja nije posebno obrađena u točkama ovih OTU-a. Rad uključuje dobavu i prijevoz geosintetika, geotekstila, odnosno geomreže na gradilište, njegovo uskladištenje, lokalni prijevoz po gradilištu, polaganje i spajanje, kao i dobavu odgovarajućeg nasipnog materijala, njegovo razastiranje, planiranje i zbijanje. Kontrolna ispitivanja materijala, spojnih sredstava (konca ili posebnih spojnice), gotovih spojeva, kao i nasipnog materijala, također su uključena u ovaj rad.

3-01.2 RADOVI NA ZAŠTITI POKOSA I DRUGIH POVRŠINA IZLOŽENIH EROZIJI

Pokosi i druge površine izvrnute eroziji na svim područjima gradilišta moraju biti primjereno zaštićene, prema projektu ili prema uputama nadzornog inženjera. Geosintetici prilikom izvođenja radova na zaštiti pokosa i drugih površina izloženih eroziji mogu predstavljati samostalni zaštitni element ili mogu predstavljati međusloj između tla pokosa i elemenata zaštite, pri čemu ima ulogu sprječavanja iznošenja materijala iz tla.

Skupina radova na zaštiti pokosa i drugih površina izloženih eroziji opisana u ovoj točki OTU-a obuhvaća isključivo radove na zaštiti pokosa i drugih površina izloženih eroziji u slučaju kada geosintetik predstavlja samostalni zaštitni element. Obuhvaćeni su radovi na uređenju pokosa i drugih površina izloženih eroziji geosinteticima, a uključuje radove na zaštiti pokosa geopletivom bez ili sa umetnutim sjemenom trave, u manjoj mjeri netkanim geotekstilom ili geomrežama od prirodnih ili kombinacije prirodnih i umjetnih vlakana, kao i polimernim geomrežama.

Rad na zaštiti pokosa geopletivom bez ili sa umetnutim sjemenom trave, kao i netkanim geotekstilom ili geomrežama od prirodnih ili kombinacije prirodnih i umjetnih vlakana obuhvaća čišćenje i uređenje površina, obradu površina koja između ostalog uključuje dodavanje gnojiva i drugih potrebnih sastojaka, vlaženje po potrebi, poravnanje površina i lagano valjanje, sijanje trave ukoliko se koristi geosintetik bez umetnutog sjemena trave, polaganje geosintetika, njegovo učvršćivanje na odgovarajući način, održavanje do potrebnog razvoja trave i prvu košnju na projektom predviđenim površinama.

U projektu kanala mora biti dokazana protuerozijska stabilnost zaštićene i nezaštićene omočene konture kanala.

Rad na zaštiti pokosa i drugih površina izloženih eroziji geomrežom pričvršćenom na podlogu čeličnim klinovima i zasijavanje smjesom travnog sjemena podrazumijeva objedinjeni postupak zatravljivanja kanala sijanjem travnog sjemena i pričvršćivanja geomreže preko površine koja se zatravluje. Geomreža u ovom obliku zaštite protuerozijski stabilizira pokos i druge površine izložene eroziji u vremenskom razmaku od sjetve travnog sjemena do potpunog razvoja travnatog pokrova. Nakon potpunog

razvitka travnatog pokrova ugrađena geomreža armira korijenski sustav trave i time doprinosi protuerozijskoj otpornosti tog pokrova. Takva se zaštita primjenjuje u cilju smanjenja erozijskog djelovanja kiše na pokosima kanala, kao i erozijskih učinaka na omočenoj konturi kanala pri kratkotrajnoj tekućoj vodi u kanalu, sve za vrijeme razvoja travnatog pokrova.

Radovi na zaštiti pokosa pomoću polimernih mreža obuhvaćaju uređenje pokosa, uklanjanje rastrošenog kamenog materijala i pojedinih blokova kamena koji bi se mogli obrušiti, izradu sidara u stijeni za učvršćivanje mreža, nabavu, transport i montiranje mreža, njihovo međusobno povezivanje te učvršćivanje donjega kraja mreža pomoću betonskih utega ili na drugi pogodan način.

3-01.3 RADOVI NA ZAŠTITI DNA I POKOSA KANALA

Zaštita dna i pokosa kanala je hidrotehnička mjera kojom se sprječava erozija korita i osigurava njegova stabilnost. Provodi se na različite načine primjerice zasijavanjem travom, oblaganjem busenom, oblaganjem geosintetskim materijalima, betoniranjem obloge svježim betonom, oblaganjem betonskim prizmama ili drugačijim prefabrikatima, oblaganjem kamenom (nasipanjem, slobodno složenim ili u cementnom mortu), zaštitom gabionima, asfaltiranjem te raznim kombinacijama navedenih i drugih načina zaštite. Geosintetik se prilikom zaštite dna i pokosa kanala koristi kao zaštita ili predstavlja međusloj između pokosa i elemenata zaštite, pri čemu sprječava iznošenje čestica tla iz pokosa ili dna kanala.

Skupina radova na zaštiti dna i pokosa kanala obuhvaćena ovom točkom Općih tehničkih uvjeta za radove u vodnom gospodarstvu obuhvaća radove na zaštiti dna i pokosa kanala obrađenim kamenom ili betonskim prizmama s reškama u cementnom mortu ili betonom kod kojih je geotekstil samostalna podloga ili je sastavni dio podloge koja se izrađuje u kombinaciji sa šljunkom ili šljunkom i betonom. Ova skupina radova obuhvaća i radove na izradi zaštite dna i pokosa kanala metalnim ili plastičnim gabionskim madracima ispunjenim lomljenim kamenom, a koji se polažu na podlogu od geotekstila.

Skupina radova na zaštiti dna i pokosa kanala pri kojima se geosintetik koristi kao samostalni zaštitni sloj opisana je u točki 3-01.2.

Rad na zaštiti dna i pokosa kanala betonskim prizmama s reškama u cementnom mortu, kao i zaštita dna i pokosa kanala betonskom oblogom na podlozi od geotekstila i šljunka, sastoji se u dobavi i polaganju geotekstila na prethodno strojno uređeno dno i pokose kanala, razastiranju prethodno dobavljenog prirodnog šljunka u sloju debljine 15 cm te izradi obloge od betonskih prizmi debljine 10 cm s reškama u cementnom mortu, odnosno armirane betonske obloge.

Rad na zaštiti dna i pokosa kanala obrađenim kamenom ili betonskim prizmama na podlozi od geotekstila, šljunka i betona te s reškama u cementnom mortu sastoji se u dobavi i polaganju geotekstila na prethodno strojno uređeno dno i pokose kanala, razastiranju prethodno dobavljenog prirodnog šljunka u sloju debljine 10 cm, ugradnji svježeg betona klase C16/20 u sloju debljine 10 cm te izradi obloge od obrađenog lomljenog kamena krupnoće 25 cm ili od betonskih prizmi te zapunjavanju reški između kamena cementnim mortom.

Radovi na zaštiti pokosa gabionskim košarama i gabionskim madracima (visine do 30 cm) od lomljenog kamena obuhvaćaju pripremu i uređenje površina kontakta prirodnog tla i gabiona na kojoj se povremeno ili stalno pojavljuje voda, polaganja geotekstila u svrhu sprječavanja iznošenja materijala iz tla, izvođenje temeljnog iskopa, dobave metalnih ili plastičnih gabionskih košara u razvijenom obliku plašta (u balama), žice i

ostalog potrebnog materijala te od oblikovanja (uvezivanja) košara, prijevoza na mjesto ugradnje, polaganja na geotekstil, dobavu i prijevoz materijala za ispunu košara, ugradnju materijala za ispunu, zatvaranje i međusobno učvršćivanje košara čeličnom žicom, nasipavanje materijala u podlozi gabiona te između njih i pokosa i u praznim prostorima, kao i kontrolu ugrađenog materijala.

3-02 MATERIJALI

Geosintetici su planarni polimerni materijali koji se koriste u kombinaciji ili u kontaktu sa zemljanim ili kamenim tlom ili ostalim geotehničkim materijalima za različite svrhe kod gradnje hidrotehničkih i ostalih inženjerskih građevina.

Geosintetici se upotrebljavaju za razdvajanje, filtriranje, dreniranje, ojačanje/armiranje, brtvljenje i zaštitu.

Većina geosintetika proizvedena je od sintetskih polimera: polipropilena, poliesetra i polietilena. Ti polimeri su visoko otporni na biološke i kemijske utjecaje. Rjeđe se koriste poliamidi i staklena vlakna. Prirodna vlakna kao što su kokos, juta i pamuk mogu se također koristiti za proizvodnju geosintetika, međutim zbog toga što oni samo privremeno obavljaju svoju funkciju dok se ne raspadnu, razmatraju se odvojeno od geosintetika.

Geosintetske materijale dijelimo u nekoliko glavnih grupa:

- geotekstile - propusni, planarni tekstilni materijali koji mogu biti netkani, tkani, pleteni, iglani ili toplo valjani. Najviše se koriste za razdvajanje, filtriranje i za zaštitu, a često i za dreniranje i ojačanje/armiranje;
- geomreže - za ojačanja - planarni materijali sa pravilno raspoređenim otvorima. Sastoje se od mreže elemenata za natezanje, međusobno povezanih varenjem, spajanjem ili ekstrudiranjem. Veličina otvora je bitno veća od elemenata koji tvore strukturu. Njihova primarna uloga je armiranje;
- geomreže – drenažne - poseban oblik geomreža koji se sastoji od guste, pravilne mreže elemenata čiji su sastavni dijelovi međusobno povezani čvorovima ili ekstruzijom. Koriste se, prije svega, za razdvajanje i dreniranje;
- geopletiva - trodimenzionalna, propusna struktura načinjena od polimernih jednovrsnih niti i/ili drugih elemenata (sintetičkih ili prirodnih), koji su mehanički i/ili termički i/ili kemijski i/ili na neki drugi način spojeni;
- geomembrane - nepropusni, planarni materijali čija je glavna svrha brtvljenje;
- geokompoziti - proizvedeni ili na terenu sastavljeni umjetni materijali koji se sastoje od najmanje dvije vrste različitih materijala, od kojih je najmanje jedan od polimernih sintetskih vlakana. Postoji skoro neograničen broj različitih vrsta geokompozita. Najviše se koriste za dreniranje i brtvljenje;
- bentonitni tepisi - oblik nepropusnih geokompozita sastavljen od dva geotekstila između kojih je ugrađena bentonitna glina. Koriste se za brtvljenje.

Ovim Općim tehničkim uvjetima za radove u vodnom gospodarstvu bit će obuhvaćeni geotekstili i geomreže kao najzastupljeniji predstavnici geosintetskih materijala koji se koriste pri gradnji hidrotehničkih građevina.

3-02.1 GEOTEKSTILI

Geotekstil je propusni materijal proizveden od sintetičkih vlakana kao što su polipropilen, poliester, poliamid, polietilen i drugi, odnosno od prirodnih vlakana (juta, kokos) ili drvene sječke. Ovisno o tehnologiji izvedbe, geotekstil može biti pleteni, tkani ili netkani.

Pri gradnji i održavanju hidrotehničkih građevina najčešće se primjenjuje netkani tekstil - armirani i nearmirani. Netkani geotekstil primjenjuje se pri izradi filtra i kod razdvajanja i pojačanja. Za zaštitu pokosa nasutih objekata i obalnih pokosa umjetnih i prirodnih vodotoka proizvode se i posebne vrste netkanih tekstila s uloženim humusom (hranjivom) i sjemenom trave.

Geotekstil u hidrotehničkim građevinama mora omogućiti protjecanje vode okomito na ravninu geotekstila (filtriranje) i/ili u ravnini geotekstila (dreniranje) sprječavajući na taj način pojavu erozije tla.

Geotekstili s primarnom funkcijom filtriranja primjenjuju se radi ograničavanja ispiranja sitnog materijala kod prolaza vode iz sloja tla fine granulacije u sloj krupnije granulacije. Kao filter geotekstil zadržava sastavne dijelove tla ili druge čestice, uz istovremeno omogućavanje protoka tekućina okomito na ravninu filtra. Pri tome treba razlikovati mehaničku stabilnost filtra (sposobnost zadržavanja tla) i hidrauličku učinkovitost filtra s ciljem odvodnje vode uz minimalne gubitke tlaka. Geotekstili s funkcijom filtra imaju i dodatnu funkciju razdvajanja dva sloja tla, pri čemu ograničavaju međusobno miješanje dvaju slojeva tla različitih fizikalnih svojstva tla (granulometrijski sastav, konzistencija, slijeganje). Oni sprječavaju ispiranje finih čestica i njihovo prodiranje u krupnozrnati materijal. U hidrotehničkim građevinama ovaj tip geotekstila primjenjuje se kod zaštite obala i dna vodotoka od erozije, regulacije vodotoka.

Geotekstil s primarnom funkcijom dreniranja primjenjuje se radi odvodnje vode koja priteče u tlo u ravnini geotekstila, uz što manji gubitak tlaka i znatno sprječavanje ispiranja sitnog materijala iz tla putem odgovarajućih filtera. U hidrotehničkim građevinama ovaj tip geotekstila primjenjuje se kod drenaža.

Geotekstil sa primarnom funkcijom razdvajanja i pojačanja se primjenjuje za pojačanje nosivosti temeljnog tla, slojeva nasipa i posteljice. Primjenjuje se kod izgradnje svih tipova hidrotehničkih građevina.

S obzirom na funkciju u hidrotehničkim građevinama geotekstil mora zadovoljiti zahtjeve na mjerodavna mehanička i hidraulička svojstva te osigurati postojanost tih svojstava za vrijeme životnog vijeka građevine. Mjerodavna svojstva geotekstila su:

3-02.1.1 Hidraulička svojstva

Karakteristična veličina otvora geotekstila O_{90}

Kako sitne čestice tla ne bi bile protisnute kroz geotekstil kod statičkog i dinamičkog opterećenja s protokom vode, karakteristična širina otvora geotekstila O_{90} , određena prema HRN EN ISO 12956 mora imati ograničenu vrijednost.

Kod procjene dopuštene karakteristične širine otvora geotekstila treba dodatno uzeti u obzir strukturu i svojstva tla koje treba filtrirati te ih uključiti u procjenu. Pri tome se vrste tla, obzirom na njihove tehničke zahtjeve filtriranja, mogu karakterizirati kao:

- područje A – CH, CL, CL-ML, CM, GC, SC, GC-GM, SC-SM
Ova se tla ne smatraju problematičnima. Za osiguranje mehaničke stabilnosti filtra kod statičkog opterećenja filtra i malog gradijenta često su dovoljni geosintetici s vrlo velikim karakterističnim širinama otvora u usporedbi s promjerom zrna tla

($O_{90} > 2 \cdot d_{85}$). Međutim, problemi se mogu javiti ukoliko je tlo zajedno s vodom i pod utjecajem dinamičkog opterećenja sklono razmekšavanju te ukoliko se u području geotekstila javljaju veliki hidraulički gradijenti.

- područje B – ML, SM, SP, GM (GW-GM/GP-GM)
Ova su tla najčešće vrlo sklona eroziji i zahtijevaju pažljivu prilagodbu odgovarajućeg geotekstila, budući da nemaju svojstva potrebna za stvaranje vlastitog, prirodnog filtra. Posebno su ugrožena jednoliko građirana tla. Radi osiguranja mehaničke filtarske stabilnosti preporuča se striktno pridržavanje kriterija navedenih u nastavku.
- područje C – GW, GP, SW, SP
Obzirom na strukturu njihovog zrna, ova su tla općenito neznatno ugrožena od erozije. Za mehaničku stabilnost filtra kod statičkog opterećenja filtra i malog gradijenta često su dovoljni geosintetici velikih karakterističnih širina otvora ($O_{90} > \cdot d_{85}$) u usporedbi s promjerom zrna tla, budući da ova tla mogu stvoriti prirodni filter.

Razlikujemo dva područja zahtjeva na minimalno/maksimalno dopuštenu karakterističnu širinu otvora.

Područje zahtjeva 1 (geotekstili velikih karakterističnih otvora pora)

Tlo je sposobno načiniti prirodni filter (iza geotekstila). Protok kod malog gradijenta s pretežno statičkim opterećenjem filtra. Drenaže s malim protokom, odnosno statičko opterećenje filtra. Prednost ima geotekstil krupnijih pora, ali treba biti oprezan, jer ukoliko je otvor pora prevelik može uzrokovati nedopušteno ispiranje materijala.

$$O_{90} \leq d_{85} \quad \text{mm}$$

$$O_{90} \geq 0.05 \quad \text{mm}$$

Dodatni uvjet za šljunak s udjelom mršave gline (GM):

$$O_w \geq 4 \cdot d_{15} \quad \text{mm}$$

Kod šljunka s udjelom mršave gline velike propusnosti postoji opasnost unutarnjeg transporta mršave gline pa stoga i taloženja mršave gline ispred ili u geotekstilu uz mogućnost začepljenja. Kod odabrane prevelike karakteristične širine otvora postoji opasnost od ispiranja materijala, a time i ispiranja tla.

Područje zahtjeva 2 (geotekstili malih karakterističnih otvora pora)

Ako je potrebno u znatnoj mjeri spriječiti ispiranje tla, karakterističnu širinu otvora potrebno je prilagoditi granulometrijskoj krivulji tla i njegovoj koherentnosti.

Tlo nije filtarski stabilno pa je upitna izvedba prirodnog filtra. Protok kod velikog gradijenta sa statičkim ili dinamičkim opterećenjem filtra.

Tlo sitne granulacije $d_{50} \leq 0.06 \text{ mm}$:

$$O_{90} \leq d_{85} \quad \text{mm}$$

$$O_{90} \geq 0.05 \quad \text{mm}$$

Tlo krupnije granulacije s $d_{50} > 0.06 \text{ mm}$:

$$\text{Uvjet 1: } O_{90} \leq d_{85} \quad \text{mm}$$

$$\text{Uvjet 2: } O_{90} \leq 5 \cdot d_{10} \cdot C_u^{1/2} \quad \text{mm}$$

gdje je $C_u = d_{60}/d_{10}$, pri čemu je mjerodavna manja vrijednost iz uvjeta 1 i 2.

$$O_{90} \geq 0.05 \quad \text{mm}$$

Dodatni uvjet za šljunak s udjelom mršave gline (GM):

$$O_{90} \geq 4 \cdot d_{15} \quad \text{mm}$$

Kod vrlo koherentnog homogenog tla nije obvezna primjena zadanih kriterija za filtre, budući da kohezija sprječava ispiranje zrna. Osim toga, propusnost takvog tla je vrlo mala, a brzina strujanja zanemariva.

Navedene formule vrijede za tla s kontinuiranom granulometrijskom krivuljom. Ukoliko je granulometrijska krivulja tla diskontinuirana, potrebna je prilagodba mjerodavnog promjera d_{10} . Tada je 10%-liniju potrebno presjeći kod d_{20} i iz te točke postaviti tangentu na krivulju te tako dobivenu zamjensku vrijednost staviti u formulu za izračunavanje karakteristične veličine otvora geotekstila.

Kod vrlo diskontinuirane granulometrijske krivulje (stepeničasto stupnjevana granulacijaska krivulja koja ukazuje na nedostatak zrna određene veličine), treba provjeriti pojavu površinskog ispiranja tla te eventualno primijeniti posebne kriterije za filtre.

Za geotekstile s primarnom funkcijom dreniranja vrijedi područje zahtjeva 2.

Propusnost okomito na ravninu geotekstila k_G

Kako u području geotekstila ne bi došlo do zastoja vode, minimalno je potrebno osigurati dovoljnu vrijednost vodopropusnosti okomito na ravninu geotekstila. Vrijednost $q_{n50/\sigma}$ minimalni je protok, a k_G je minimalan koeficijent vodopropusnosti kod efektivnog opterećenja (obično 20 kPa i 200 kPa) određena prema prEN ISO 10776, odnosno E-DIN 60500-4.

Zahtjevi koji se postavljaju na protok $q_{n50/\sigma}$, odnosno na koeficijent vodopropusnosti k_G su pri vertikalnom opterećenju $\sigma = 20$ kPa odnosno $\sigma = 200$ kPa:

$$k_G \text{ (geotekstila)} \geq (10 \dots 100) \cdot k \text{ (tlo)} \quad [\text{ms}^{-1}]$$

$$q_{n50/\sigma} \geq (10 \dots 100) \cdot k \text{ (tlo)} \quad [\text{ms}^{-1}]$$

Donja vrijednost **10** se može uzeti kod relativno malog protoka, kao i kod čisto statičkog opterećenja filtra. Načelno treba težiti gornjoj vrijednosti **100**. To prije svega vrijedi za tla sa znatnim udjelom sitnih čestica u frakcijama prašinate ilovače i pijeska.

Transmisivnost – protok u ravnini geosintetika

Ako se koriste u funkciji dreniranja, moraju zadovoljiti i zahtjev na transmisivnost – protok u ravnini geosintetika, $q_{s,g}$.

Geotekstili kao više ili manje dvodimenzionalni proizvodi bez veće propusnosti u ravnini ne dolaze u obzir za funkciju dreniranja. Prikladni su, prije svega, višeslojni geokompozitni materijali (propusna trodimenzionalna jezgra s vanjskim filtarskim geotekstilom) kao i određeni posebni oblici geosintetika konstruirani specijalno za ovu namjenu.

Transmisivnost je mjera za sposobnost odvodnje vode u ravnini geotekstila. Propusnost u ravnini se mora osigurati za određeno vanjsko opterećenje geotekstila. Vrijednost transmisivnosti, $q_{s,g}$, se određuje prema EN ISO 12958 (1999.) uz održavanje konstantnog hidrauličkog gradijenta (g) jednakog 1 i normalno naprezanje (s) od 20 kPa i 200 kPa.

Zahtjev na transmisivnost $q_{s,g}$

$$q_{s,g} \text{ geosintetika} \geq f \cdot Q / b \cdot i \quad [\text{l/ms}]$$

b - širina trake geosintetskog materijala [m]
 i - hidraulički gradijent ($\Delta h / \Delta l$) [-]
 Q - dotok vode po širini b drenažnog materijala [l/s]
 f - faktor sigurnosti, najčešće $f \geq 5.0$ [-]
 $f=2,0$ za geokompozit
 $f=5,0$ za jednoslojne drenažne geosintetike

Dobro poznavanje svih utjecajnih čimbenika omogućuje primjenu nižeg koeficijenta sigurnosti za odnos između transmisivnosti geotekstila i dotoka vode.

3-02.1.2 Mehanička svojstva

Tijekom ugradnje geotekstila može doći do pojave oštećenja uslijed naprezanja. Otpornost geotekstila na ovakva oštećenja dokazuje ispitivanjem postupkom simulacije oštećenja za vrijeme ugradnje HRN EN ISO 10722. Mogućnost pojave oštećenja prilikom ugradnje smanjuje se odabirom geotekstila većih izduženja koji imaju ograničenu funkciju ojačanja. Osim otpornosti geotekstila na oštećenja, prilikom ugradnje potrebno je ispitati vlačna svojstva geotekstila prema HRN EN ISO 10319, otpornost na statičko probijanje (CBR test) prema HRN EN ISO 12236 i otpornost na dinamičko probijanje (Cone drop test) prema HRN EN 918.

Mjerodavni zahtjevi za geotekstile velikih izduženja ($\epsilon_{F_{max}} > 30\%$) ovise o namjeni geotekstila, a odnose se na:

- minimalno izduženje pri maks. vlačnoj sili (MD/CMD) $\epsilon_{F_{max}} = 30\%$
- minimalnu vlačnu čvrstoću (MD/CMD) F_{max} [kN/m]
- minimalnu otpornost na statičko probijanje F_{CBR} [N]
- maksimalnu otpornost na dinamičko probijanje $O_{D..}$ [mm]

3-02.1.3 Postojanost

Kako bi se dokazala postojanost geotekstila provode se ispitivanja:

- Biološke otpornosti,
- Otpornosti na vremenske utjecaje (UV-zračenje),
- Kemijske otpornosti prema lužnatom i kiselom okruženju.

Geotekstil od uobičajenih sintetskih sirovina u pravilu je biološki otporan i neće biti oštećen ili uništen djelovanjem mikroorganizama. Ako je potrebno, mikrobiološka otpornost ispituje se prema HRN EN 12225 postupkom zakapanja u tlo.

Otpornost na vremenske utjecaje ispituje se prema HRN EN 12224, a ispitivanje je potrebno provesti ukoliko se pretpostavlja da će materijal nekoliko tjedana biti izložen izravnim vremenskim utjecajima.

U slučaju kada se pH vrijednost okoline kreće između 4 i 9, radi se o nekontaminiranoj okolini u kojoj nema kemikalija koje su štetne za postojanost geotekstila. Otpornost geotekstila je potrebno provjeriti na kemijske utjecaje prema HRN EN 14030, kada se geotekstil polaže u kiselom ($pH < 4$) ili lužnatom ($pH > 9$) tlu. Kod primjene geotekstila u tlu koje je stabilizirano hidrauličkim vezivima ili kada se geotekstil nalazi u kontaktu sa svježim betonom gdje se očekuju pH vrijednosti od 11 do 12, smiju se primijenjivati samo proizvodi koji su u potpunosti otporni na alkalije.

Tablica 3-02.1.3-1 Maksimalno dopušteno smanjenje vlačne čvrstoće geotekstila

Trajnost funkcije geotekstila	Privremeno (≤ 2 godine)	Stalno (> 2 godine)
Otpornost na vremenske utjecaje	maks. 25 %	maks. 5 %
Biološka otpornost	maks. 25 %	maks. 5 %
Kemijska otpornost u:		
- kiselom okruženju $pH < 4$	maks. 25 %	maks. 5 %
- normalnom tlu i vodi $4 < pH < 9$	maks. 25 %	maks. 25 %
- lužnatom okruženju $pH > 9$	maks. 25 %	maks. 5 %

Zahtjev postojanosti je određen maksimalno dopuštenim smanjenjem vlačne čvrstoće geotekstila ovisno o trajnosti funkcije geotekstila. Za geotekstile s osnovnom funkcijom odvajanja, filtriranja i dreniranja kod upotrebe u prirodnom tlu i podzemnim vodama granične vrijednosti za dopušteno smanjenje čvrstoće su dane u tablici 3-02.1.3-1.

3-02.2 GEOMREŽE

Geomreže su geosintetici otvorene građe kod kojih su otvori znatno veći od niti, odnosno učvršćenja. Proizvode se od polimernih vlakana kao što su polietilen (PE), polipropilen (PP), poliester (PET) polivinilalkohol (PVA), polietilen visoke gustoće (HDPE), aramid (AR) i drugi. Ovisno o tehnologiji izvedbe razlikujemo tkane, varene, ekstrudirane i monolitne geomreže (proizvedene bušenjem i rastezanjem polipropilenske plahte pri visokim temperaturama).

U hidrotehnici, geomreže većih otvora koriste se za izradu gabiona i temeljnih madraca, a manjih otvora za stabilizaciju slabo nosivog temeljnog tla nasutih objekata (brana, pregrada i nasipa) te za pridržavanje humusa u izvedbi travnate zaštite pokosa.

Pri uređenju slabo nosivog temeljnog tla primjenjuju se geomreže koje preuzimaju vlačne sile u dva međusobno okomita smjera. Za osiguranje stabilnosti pokosa i izradu temeljnih madraca mogu se primijeniti i geomreže nosive u jednom smjeru. Za ekstremne uvjete u tlu, kada se očekuju radijalna naprezanja u više smjerova, koriste se geomreže nosive u minimalno tri smjera u ravnini.

Geomreže imaju primarnu funkciju armiranja te sporednu funkciju mehaničkog odvajanja materijala. Kod funkcije armiranja geomreže preuzimaju vlačne sile i trenjem ih prenose u tlo uz ograničenu deformaciju.

Tijekom životnog vijeka armirane građevine geomreža mora zadovoljiti uvjete postavljene na mjerodavna mehanička svojstva i postojanost. Mjerodavna svojstva geomreža su:

3-02.2.1 Mehanička svojstva

Vlačna čvrstoća

Vlačna čvrstoća geomreže u poprečnom i uzdužnom smjeru određena prema HRN EN ISO 10319 služi kao kontrolna vrijednost za ocjenu kakvoće. Minimalna vlačna čvrstoća polimernih geomreža, neovisno o zahtjevima koji se postavljaju na geomrežu ovisno o specifičnoj primjeni, treba biti 20 kN/m.

Tablica 3-02.2.1-1 Skupine geomreža za armiranje uz uobičajeni raspon F_{max} i ϵ_{Fmax}

Tip geomreže		Sirovina	Uobičajeni raspon F_{max} [kN/m]	Uobičajeni raspon ϵ_{Fmax} [%]
Ekstrudirane	dvoosne	PP	20 – 50	10 – 20
	jednoosne	HDPE	40 – 200	10 – 15
Varene		PET	20 – 600	5 – 10
		PP	20 – 400	8 – 15
Tkane, širina otvora > 5 mm, sa zaštitnim slojem od polivinila (PVC)		PET	30 – 600	10 – 20
		PVA	30 – 600	5 – 10
		AR	20 – 600	3 – 5

Osjetljivost na oštećenja kod ugradnje osim o vlačnoj čvrstoći ovisi i o radnoj sposobnosti geomreže koju karakterizira umnožak vlačne sile i izduženja uslijed maksimalne vlačne sile. Izduženje pri maksimalnoj vlačnoj sili ispituje se prema HRN EN ISO 10319. S obzirom da je geomreža u tlu trajno izložena opterećenju, potrebno je provjeriti i čvrstoću pri dugotrajnom opterećenju.

U tablici 3-02.2.1-1 prikazana je podjela geomreža prema korištenoj glavnoj sirovini uz uobičajeni raspon vlačne čvrstoće, F_{max} i istežanja pri maksimalnoj vlačnoj sili, ε_{Fmax} . Za specijalne primjene mogu se proizvoditi i geomreže znatno veće vlačne čvrstoće.

Puzanje

Puzanje opisuje ponašanje geomreža, tj. promjenu izduženja pri djelovanju konstantne sile kroz duži vremenski period.

Geomreže čije su sastavne sirovine polietilen (PE) i polipropilen (PP), nemaju sposobnost zadržavanja mehaničkih svojstava kroz duži vremenski period (10^6 sati). Pri iskorištenju sile od oko 30–35% dolazi do pojave plastičnog tečenja materijala pa se pri proračunu armature za nasipe ovaj tip geomreža uzima s koeficijentom sigurnosti na puzanje od 3,5 do 4,5.

Kod ostalih tipova geomreža (PET, PVA, AR) do plastičnog tečenja uslijed vlačnog naprezanja dolazi pri iskorištenju oko 70 % mehaničkih svojstava materijala. Kod armiranja tla preporuča se upotreba ovog tipa geomreža s time da se koeficijent sigurnosti za puzanje materijala uzima između 1,2 i 2,5.

Interakcija geomreža – tlo

Odnos između geomreža i tla koje se armira definiran je trenjem koje ima glavnu ulogu pri prijenosu vlačne sile s tla na geomrežu i obratno. Ispitivanje interakcije geomreža-tlo provodi se za dva slučaja: jednostrano klizanje i dvostrano izvlačenje. Određivanje otpornosti u slučaju jednostranog klizanja provodi se prema HRN EN ISO 12957-1, ispitivanjem izravnim posmikom, dok se u slučaju dvostranog izvlačenja provodi određivanje otpornosti na izvlačenje iz tla prema HRN EN ISO 13738.

Na osnovi rezultata ispitivanja određuje se koeficijent interakcije α_i prema kojem se određuje minimalna duljina sidrenja.

Vrijednost koeficijenta interakcije ovisi o granulometrijskom sastavu i koheziji tla, prisutnosti vode te širini otvora i površinskoj strukturi geomreže.

3-02.2.2 Postojanost

Postojanost geomreža, tj. njihova otpornost na utjecaj okoline, dokazuje se ispitivanjem:

- Biološke otpornosti;
- Otpornosti na vremenske utjecaje;
- Kemijske otpornosti.

Geomreže od uobičajenih polimernih sirovina u pravilu su biološki otporne. Mikrobiološka otpornost geomreža ispituje se prema HRN EN 12225.

Otpornost na klimatske utjecaje se dokazuje prema HRN EN 12225. Otpornost je potrebno ispitati ako je geomreža izložena izravnim vremenskim utjecajima dulje od dva

tjedna. Dva tjedna je razdoblje tijekom kojeg u europskim klimatskim uvjetima ne dolazi do smanjenja vlačne čvrstoće pri izravnom izlaganju geomreža vremenskim utjecajima. U normalnim uvjetima okoline kada tlo nije kontaminirano, a pH vrijednost vode je između 4 i 9, geomreže u pravilu dugotrajno zadržavaju svoja svojstva.

Zahtjevi postojanosti geomreže određeni su maksimalno dopuštenim smanjenjem vrijednosti vlačne čvrstoće koji su definirani sljedećim graničnim uvjetima:

- Biološka otpornost maks. 5 %
- Otpornost na vremenske utjecaje maks. 5 %
- Kemijska otpornost u:
 - kiselom okruženju $\text{pH} < 4$ dodatni dokazi
 - normalnom tlu i vodi $4 < \text{pH} < 9$ maks. 5 %
 - lužnatom okruženju $\text{pH} > 9$ dodatni dokazi.

3-03 OPIS IZVOĐENJA RADOVA

Pri gradnji i održavanju komunalnih vodnih građevina, gesintetici (geotekstili i geomreže) se koriste prilikom:

- uređenja slabo nosivog temeljnog tla, odnosno izrade posteljice,
- zaštite pokosa i drugih površina izloženih eroziji,
- zaštite dna i pokosa rovova i kanala

Ukoliko se slabo nosivo temeljno tlo ne može uobičajenim jednostavnim metodama urediti, kako bi se na njemu mogla izgraditi građevina ili ukoliko uređeni završni sloj nasipa, u usjeku uređeno sraslo tlo ili zamijenjeno sraslo tlo, određene ravnosti i nagiba, svojim fizikalnim i kemijskim svojstvima, odnosno mehaničkim karakteristikama može zadovoljiti tražene uvjete, tako da bez štetnih posljedica može primiti opterećenje građevine, poboljšava se nekom od primjerenih metoda, u ovom slučaju polaganjem geotekstila ili geomreža.

Pokosi i druge površine izvrnute eroziji na svim područjima gradilišta moraju biti primjereno zaštićene, prema projektu ili prema uputama nadzornog inženjera. Geotekstil prilikom izvođenja radova na zaštiti pokosa i drugih površina izloženih eroziji može predstavljati samostalni zaštitni element ili može predstavljati međusloj između tla pokosa i elemenata zaštite pri čemu ima ulogu sprječavanja iznošenja materijala iz tla.

Zaštita dna i pokosa kanala je hidrotehnička mjera kojom se sprječava erozija korita i osigurava njegova stabilnost. Provodi se na različite načine, primjerice zasijavanjem travom, oblaganjem busenom, oblaganjem geosintetskim materijalima, betoniranjem obloge svježim betonom, oblaganjem betonskim prizmama ili drugačijim prefabrikatima, oblaganjem kamenom (nasipanjem, slobodno složenim ili u cementnom mortu), zaštitom gabionima, asfaltiranjem te raznim kombinacijama navedenih i drugih načina zaštite. Geotekstil se prilikom zaštite dna i pokosa kanala koristi kao zaštita ili predstavlja međusloj između pokosa i elemenata zaštite, pri čemu sprječava iznošenje čestica tla iz pokosa ili dna kanala.

3-03.1 UREĐENJE SLABO NOSIVOG TEMELJENOG TLA GEOTEKSTILIMA I GEOMREŽAMA

Ovaj rad uključuje pripremu površina na koje se polaže geosintetik, njegovu dobavu, prijevoz na radilište, uskladištenje, lokalni prijevoz po radilištu na mjesto ugradnje, polaganje i spajanje. U ovaj rad su uključena kontrolna ispitivanja geosintetika, konca i gotovih spojeva.

Doprema geotekstila ili geomreža

Geosintetici (geotekstili ili geomreže) se dopremaju i uskladištavaju na gradilištu u količini potrebnoj za izvođenje radova na uređenju temeljnog tla bez prekida. Uskladištenje geotekstila na gradilištu mora biti provedeno na način da je geotekstil zaštićen od jake svjetlosti, ultraljubičastih zraka, kiše, snijega, poplavnih voda i slično.

Geotekstili ili geomreže dopremaju se na gradilište u rolama širine 2,0 - 5,0 m. S rolama mase do 150 kg manipulira se ručno. Ako su role veće mase, polaganje geotekstila treba izvesti pomoću pogodnih građevinskih strojeva ili vozila. Smjer polaganja geotekstila određuje se projektom ili prema uputama nadzornog inženjera.

Geomreže se koriste samo u funkciji armiranja. Potrebne osobitosti mreža ovise o nekoliko činitelja, a određuju se projektom i Posebnim tehničkim uvjetima.

Uređenje podloge

Geotekstil ili geomreže polažu se na prethodno uređeno temeljno tlo (odstranjeno drveće, grmlje i ostala vegetacija, izvađeni panjevi i korijenje na način opisan u točki koja se odnosi na Uklanjanje stabla, grmlja i šiblja te skinut humus prema točki Iskop humusa) Eventualno nastala uleknuća, depresije i jame nastale vađenjem panjeva i korijenja potrebno je urediti na način opisan u točki Uređenje temeljnog tla. Sve površine moraju biti uređene tako da se na njima ne može zadržavati voda.

U posebnim slučajevima, kada je temeljno tlo vrlo meko, humus se ne skida. Tada se može prema zahtjevima projekta ili nadzornog inženjera zatražiti od izvođača da pokosi travu i ostalo nisko raslinje. Da bi se spriječilo ponovno izrastanje trave i posječenog raslinja, može se izvesti prskanje kemijskim sredstvima. Izvođač mora koristiti takva kemijska sredstva koja neće zagaditi okoliš i podzemnu vodu te ugroziti život i zdravlje ljudi niti će biti štetna za geosintetik koji će se polagati na uređeno tlo. U određenim slučajevima može se prema projektom rješenju ili odluci nadzornog inženjera dopustiti da se panjevi i korijenje ne vade iz tla.

Treba se pridržavati pravila da što su geotekstili koji se koriste veće vlačne čvrstoće pri prekidu, kao i manjih izduženja, to podloga mora biti bolje uređena i izravnana kako ne bi došlo do prekoračenja vlačnih čvrstoća i oštećenja geotekstila.

Polaganje geotekstila ili geomreža

Geotekstil ili geomreža ne smiju se polagati na smrznuto tlo ili snijeg te za vrijeme kiše ili kada se ona očekuje. Geotekstil treba polagati pažljivo i dobro zategnuti tako da se ne stvaraju nabori.

Ukoliko je role geotekstila ili geomreža moguće transportirati na mjesto polaganja građevinskim strojevima (primjena na velikim površinama) moguće je direktno, ručno odmotavanje rola. Kod malih površina i loše pristupačnosti preporučuje se prethodno rezanje na potrebnu veličinu polaganja.

Strojno polaganje je praktički ograničeno na velika gradilišta gdje se isplati preinaka građevinskih strojeva za ovu svrhu (naprava za odmotavanje).

Minimalna vlačna čvrstoća geotekstila, odnosno geomreža u slučaju strojnog polaganja mora iznositi u uzdužnom i poprečnom smjeru $F_{\min} = 7,0 \text{ kN/m}$.

Položene geosintetike u pravilu treba prekriti isti dan sa materijalom za nasipavanje te ga iz tih razloga treba polagati u zavisnosti od napredovanja radova.

Kad je geotekstil, odnosno geomreža položen na tlo, ne dopušta se preko njega prijelaz građevinskih strojeva, kamiona i drugih vozila, budući da bi moglo u protivnom doći do oštećenja geotekstila. Po postavljenom geotekstilu građevinski strojevi smiju prelaziti najranije nakon nanošenja nasutog sloja u debljini od minimalno 30 cm. Kod posebnih namjena može biti zahtijevana i veća debljina nasutog sloja.

Izvođač mora za sunčanih dana osigurati zaštitne sunčane naočale osoblju koje radi na polaganju i spajanju bijelih ili vrlo svijetlih geotekstila. Takvi geotekstili snažno reflektiraju sunčevu svjetlost pa je pri radu s njima potrebno provesti zaštitu očiju.

Spajanje geotekstila ili geomreža

Kad je površina koju treba pokriti veća od širine bale, potrebno je međusobno spojiti trake geotekstila ili geomreža po dužini i po širini. Način spajanja se određuje projektom, odnosno Posebnim tehničkim uvjetima ili prema uputama nadzornog inženjera, a može se

izvesti preklapanjem, šivanjem ili zavarivanjem toplim zrakom kod geotekstila, odnosno preklapanjem ili spajanjem posebnim spojnicama kod geomreža.

Spajanje geotekstila preklapanjem je najjednostavniji način spajanja. Širina preklopa se određuje projektom, ali ni u kojem slučaju kod poprečnog preklopa ne može biti manja od 15 cm (preporuča se 50 cm) a kod uzdužnog 100 cm. Ako se geotekstilom armira tlo za potrebe građenja cesta ili drugih prometnica, uzdužne je preklape poželjno izbjeći, no ukoliko ih je potrebno izvesti rade se van zone kolotruga, ali na mjestu gdje se može aktivirati dovoljno veliko trenje između spojenog geotekstila.

Pri spajanju geotekstila šivanjem potrebno je izvesti preklop u širini najmanje 10 cm materijala. Šivanje se obavlja posebnim strojevima, a šav mora biti udaljen od ruba trake 5-10 cm. To su električni strojevi na struju malog napona koja ne može ugroziti djelatnike. Šivati se može koncem od kevlar, poliamida, poliester ili polipropilena. Kad geotekstil ima funkciju armiranja, tada konac mora biti minimalne kakvoće 330x6 dtexa.

Izvođač se prilikom šivanja geotekstila mora pridržavati sljedećeg:

- napetost konca prilikom šivanja mora biti dovoljno velika da stisne geotekstil koji se spaja, ali ne prevelika da ga ne reže;
- gustoća uboda ne može biti manja od 1 uboda na 1 cm;
- ako jednostruki spoj nije dovoljno čvrst može se primijeniti dvostruki ili trostruki konac u jednom ubodu;
- ovisno o traženoj čvrstoći spoja, šivanje se može obaviti u jednom, dva ili tri reda;
- ovisno o traženoj čvrstoći spoja, mogu se primijenjivati različiti tipovi uboda.

Pri spajanju geotekstila zavarivanjem toplim zrakom treba najmanje 10 cm materijala. Zavarivanje treba provoditi plamenikom na način da se u zoni spoja otopi geotekstil od obje trake koje se spajaju. Spoj mora biti kontinuiran. Budući da ovakav način spajanja zahtijeva veliku vještinu i pažnju, izvođač smije angažirati samo osobe s velikim iskustvom na takvoj vrsti radova koje posjeduju odgovarajuće certifikate za izvođenje radova na spajanju takvih vrsta materijala. Spajanje zavarivanjem toplim zrakom ne smije se primijeniti u slučajevima kada geotekstil ima funkciju armiranja.

Spojevi šivanjem i zavarivanjem toplim zrakom ne smiju imati čvrstoću manju od samog geotekstila.

Način spajanja geomreža propisuje se projektom. Kada se spajanje izvodi preklapanjem, potrebna širina preklopa se određuje projektom, ali nikako ne može biti manja od 25 cm (preporuča se 50 cm) u poprečnom smjeru, odnosno 100 cm u uzdužnom. Ako se mreže koriste kao armatura za cestovne prometnice, tada preklop mora biti izveden u zoni gdje će biti aktivirano najveće trenje između pojedinih traka.

Ako se spajanje izvodi pomoću spojnica, upotrebljavaju se nehrđajuće metalne spojnice u obliku slova "U". Profil takvih spojnica mora biti najmanje 6 mm. Postavljaju se na udaljenost prema odredbama projekta, koja ne može biti veća od 1,0 m. Kod takvog spajanja potreban je preklop od najmanje 10 cm.

Nakon spajanja geotekstil ili geomreža se polažu u konačni položaj. Pri polaganju treba paziti da geotekstil ili geomreža budu jednoliko napeti u uzdužnom i poprečnom smjeru. Što je geotekstil ili geomreža veće čvrstoće, to zategnutost mora biti bolja. To se može postići zabijanjem drvenih ili metalnih klinova po rubovima na razmaku od 5,0 m, ukoliko se radi o poboljšanju slabog nosivog tla, odnosno 2,0 m pri izradi posteljice.

Nasipavanje i zbijanje prvog sloja materijala

Na podlogu od geotekstila ili geomreže nasipava se i zbija onakav materijal kako je određeno projektom ili uputama nadzornog inženjera. Debljina prvog sloja nasipa mora biti dovoljna da zaštiti geotekstil od rada strojeva i kamiona, a ni u kojem slučaju ne može biti manja od 30 cm.

Ukoliko se geotekstil koristi pri izradi posteljice, na njega se ručno razastire prirodno granulirani, čisti, kopani riječni šljunak u debljini 15 cm na površini predviđenoj projektom.

Izvođač mora koristiti takve strojeve, kamione i sredstva za nabijanje da ne ošteti geotekstil. Na mjestima gdje se ošteti geotekstil, izvođač je obavezan provesti odgovarajući popravak na svoj trošak. Nadalje, izvođač mora rad na ugradnji i zbijanju nasipa izvesti na takav način da ne izazove efekt pregnječenja tla u podlozi ispod geotekstila. Sve štete izazvane pregnječenjem tla padaju na teret izvođača.

Ugrađeni nasipni sloj mora u svemu zadovoljiti zahtjeve i uvjete kakvoće navedene u točki Uređenje temeljnog tla.

Na zahtjev nadzornog inženjera izvođač je obavezan izvesti pokusnu dionicu.

3-03.2 ZAŠTITA POKOSA I DRUGIH POVRŠINA IZLOŽENIH EROZIJI

Za zaštitu pokosa i drugih površina izloženih eroziji geosintetici se mogu koristiti kao materijali koji štite pokos, odnosno površinu, ili kao materijali koji predstavljaju međusloj između tla pokosa i elemenata zaštite, pri čemu im je osnovna funkcija sprječavanje iznošenja sitnijih čestica tla. U ovom dijelu OTU-a bit će opisani radovi na zaštiti pokosa i drugih površina izloženih eroziji, pri kojima se geosintetik koristi kao zaštitni element, dok su radovi kod kojih se geosintetik predstavlja kao međusloj između tla i elemenata zaštite opisani u točki 3-03.3.

Zaštita pokosa i drugih površina izloženih eroziji kod koherentnih tla

Za zaštitu pokosa i drugih površina izloženih eroziji kod koherentnih se tla koriste geopletiva sa ili bez umetnutog sjemena trave, u manjoj mjeri netkani geotekstil i geomreže od prirodnih ili umjetnih vlakana, dok se kod nekoherentnih i stjenovitih tla koriste geomreže (umjetna vlakna).

Geosintetici (geopletivo, geotekstil, geomreža) se polažu na pripremljenu podlogu očišćenu od kamena, korijenja, granja i ostalog otpada. Izravnana se podloga obrađuje do dubine od najmanje 10 cm te se dodaje umjetno gnojivo i ostali sastojci potrebni za rast i razvoj trave, a po potrebi se dodaje i voda. Površina podloge lagano se uvalja.

U krajevima gdje su moguća sušna razdoblja treba izvesti horizontalne brazde na međusobnim udaljenostima ne većim od 4,0 m mjereno po kosini. Brazde trebaju biti dubine najmanje 15 cm mjereno okomito na kosinu te širine ne manje od 12 cm. Položeni geosintetik (geotekstil, geopletivo ili geomreža) učvršćuje se u brazdama. Do polovice visine brazdi, nakon polaganja geotekstila, može se nasipati humus i zasijati trava.

Geosintetici (geopletivo, geotekstil, geomreža) se postavljaju i učvršćuju tako da na zaštićenom pokosu ne može doći do šteta od erozije ili drugih utjecaja za što je odgovoran izvođač.

Rubovi geosintetika (geopletiva, geotekstila ili geomreže) učvršćuju se drvenim klinovima na razmacima ne većim od 5,0 m ili se stabiliziraju nasipanom zemljom.

Ako je tlo u podlozi premale vlažnosti, odmah nakon polaganja odgovarajućeg geosintetika (geotekstila, geopletiva ili geomreže) treba površine prskati vodom.

Obveza je izvođača da održava površine dok trava nije sposobna za daljnji samostalan rast i razvoj kada će nadzorni inženjer obaviti pregled i preuzeti radove. Vizualno će se procijeniti površine jednake gustoće trave te ocijeniti potreban rast, izgled i boja trave. Sve oštećene površine ili površine na kojima trava nije izrasla ili je nedovoljno razvijena popraviti će izvođač o svom trošku.

Zaštita geopletivom

Ukoliko se pokos ili druga površina štiti geopletivom s umetnutim sjemenom trave, koristi se struktura s minimalnim sadržajem pora 80% kojoj je odgovarajućim industrijskim postupkom umetnuto sjeme trave, pri čemu vrsta trave u potpunosti mora odgovarati uvjetima na terenu. Izvođač mora nadzornom inženjeru dati na uvid i odobrenje rezultate prethodnih ispitivanja na temelju kojih se određuje vrsta trave i gnojiva te dokaze o kakvoći sjemena trave koje namjerava upotrijebiti. Polaganje geopletiva sa ugrađenim sjemenom trave može započeti tek nakon što uređenu i obrađenu površinu pregleda i preuzme nadzorni inženjer.

Zaštita geotekstilom

Ukoliko se pokos ili druga površina štiti geotekstilom, koristi se struktura izrađena odgovarajućim industrijskim postupkom od prirodnih vlakana ili drvene sječke koja može biti dodatno učvršćena mrežom od umjetnih vlakana. Polaganje geotekstila može započeti tek nakon što uređenu i obrađenu površinu pregleda i preuzme nadzorni inženjer. Vrsta trave koja će se zasijati mora u potpunosti odgovarati uvjetima na terenu. Izvođač mora nadzornom inženjeru dati na uvid i odobrenje rezultate prethodnih ispitivanja na temelju kojih se određuje vrsta trave i gnojiva te dokaze o kakvoći sjemena trave koje namjerava upotrijebiti.

Zaštita geomrežom

Ukoliko se za zaštitu i uređenje pokosa i drugih površina izloženih eroziji koriste geomreže, zatravljivanje se obavlja ručno na pripremljenu podlogu, tj. na strojno uređenu površinu korita kanala ili na sloj humusa, ako je humusiranje predviđeno projektom. Gnojidba se vrši ručno ili strojno, zavisno od odabrane vrste gnojiva (kruto ili tekuće gnojivo, biološkog porijekla ili umjetno) i režima gnojidbe. U slučaju primjene krutog umjetnog gnojiva, gnojidba se obavlja zajedno sa sjetvom po propisanom postupku za odabrano gnojivo i uz primjenu zaštitnih sredstava.

U slučaju humusiranja, humusni se materijal nanosi počinjući od dna pa prema vrhu pokosa kanala. Debljina humusnog sloja treba biti određena projektom. Ako to nije slučaj, dovoljno je uz primjenu geomreže ugraditi sloj humusa debljine 10 do 15 cm. Humusni se sloj planira (razastire) i nakon sijanja sjemena i gnojidbe, zbija se lakim nabijačima ili lopatama, a preko njega se polaže i klinovima pričvršćuje geomreža.

U slučaju da humusiranje nije predviđeno, potrebno je za ručno sijanje najprije razrahliti površinu korita kanala na dubinu 5-10 cm te nakon sijanja i gnojidbe ponovo zbiti površinski sloj lakim nabijačima ili lopatama, a nakon toga treba položiti i pričvrstiti geomrežu.

I ovaj oblik protuerozijske zaštite treba se primjenjivati početkom ili tijekom vegetacijskog razdoblja, sve do vremena za koje se, prema klimatskim obilježjima područja, može realno pretpostaviti da će se travnati pokrov razviti u zadovoljavajućoj mjeri do kraja vegetacijskog razdoblja. Dinamika gradnje građevine, koja se prema projektnom rješenju zaštićuje travnatim pokrovom, treba biti podređena tom uvjetu vegetacijskog razvoja pokrova.

Nakon sjetve i ugradbe geomreže obavlja se njegovanje usjeva zalijevanjem i dosijavanjem sjemena (upotpunjavanjem) na mjestima gdje se trava nije dovoljno primila te po potrebi sanacijom i ponovnim zasijavanjem mogućih erodiranih površina kanala u razdoblju od sjetve do uspostave dovoljno gustog sklopa travnatog pokrova.

U opseg posla spada i prva košnja. Njen način izvedbe treba biti predviđen u projektu kanala, ovisno o njegovim proporcijama i drugim uvjetima košnje. To se naročito odnosi na klinove kojima je pričvršćena plastična mreža.

Način izvedbe prve košnje uglavnom je istovjetan tehnologiji kasnijih košnji tijekom održavanja kanala, što također treba biti predviđeno projektom. Preporučuje se strojna košnja, a ručna tek iznimno.

Zaštita pokosa izvedenih u stijeni

Za zaštitu pokosa izvedenih u stijeni pored mreža izrađenih od pocinčane čelične žice, promjera najmanje 1,2 mm, mogu se upotrebljavati i odgovarajuće geomreže.

Prije postavljanja zaštitnih geomreža potrebno je urediti pokos, očistiti sve otpatke i odstraniti sav rastrešen kameni materijal, a osobito pojedine blokove kamena za koje se pretpostavlja da bi se mogli obrušiti.

Na svom gornjem kraju mreže se učvršćuju pomoću čeličnih sidra čiji promjer ne smije biti manji od 10 mm. Dubina sidrenja tih sidara ovisi o kakvoći stijene te njezinoj rastrošenosti i raspucalosti, a ne smije biti manja od 350 mm. Razmak između pojedinih sidara ne smije biti veći od 2,00 m.

Alternativno, zaštitna geomreža može biti na svom gornjem kraju pričvršćena na armirano - betonsku greda. Takva greda mora biti dobro usidrena u stijenu da bez štetnih posljedica prihvati opterećenje mreže. Mreže se na greda pričvršćuju pomoću sidara minimalnog promjera 10 mm.

Na svom donjem kraju mreže se po potrebi učvršćuju pomoću utega od betona. Takav način učvršćenja donjeg kraja omogućuje potrebno razmicanje mreža i čišćenje obrušenog materijala. Ako predviđa projekt ili zahtijeva nadzorni inženjer, izvođač je obvezan izvesti i drugi način učvršćenja donjeg kraja mreža.

Položene mreže se na odgovarajući način međusobno spajaju žicom po čitavoj dužini. Nastavljanje mreža po dužini nije dopušteno. U posebnim slučajevima nadzorni inženjer ima pravo odobriti nastavljanje mreža i to po uvjetima koje će tom prilikom odrediti. Kad je visina pokosa koji se zaštićuje veća od dužine tvornički izrađenih mreža, tada je spajanje nužno, a izvest će se prema posebnim uvjetima koji će ovisiti o osobitostima mreža i uvjetima na terenu.

Prije izvođenja zaštite pokosa zaštitnim mrežama izvođač je dužan pribaviti i predati nadzornom inženjeru na uvid i odobrenje svu potrebnu dokumentaciju kojom se dokazuje kakvoća mreža i materijala koji će se upotrijebiti. Nadzorni inženjer preuzima izvršeni rad na temelju vizualne ocjene.

3-03.3. IZRADA PODLOGE

Geosintetici koji se koristi pri izradi podloge elementima kojima se štite pokosi i dno kanala i rovova ili pri uređenju temeljnog tla za izvedbu armiranobetonskih konstrukcija (npr crpne stanice i vodospreme) mogu djelovati kao samostalna podloga u kombinaciji sa šljunkom ili šljunkom i betonom. Pri izradi podloga isključivo se koriste geotekstili.

Izrada podloge od geotekstila

Prilikom zaštita dna i pokosa kanala, kao podloga elementima za zaštitu pokosa i drugih površina izloženih eroziji, geotekstil se koristi kao samostalna podloga. Geotekstil se postavlja na, prema odredbama projekta ili nadzornog inženjera, uređene površine, odnosno uređeno temeljno tlo te po potrebi izveden temeljni iskop do dubine određene projektom.

Geotekstil se dovozi na gradilište u rolama (balama) i nakon istovara se iz prijevoznih sredstava raznosi na mjesta ugradbe te se rasprostire po dijelu korita koji se oblaže. Po pokosu se geotekstil rasprostire tako da se rola razmotava niz pokos kanala, a na gornjem se rubu projektirane zaštite pokosa geotekstil pričvrsti drvenim kolčićima ili čeličnim klinovima na razmaku od 50 cm.

Iduća se rola geotekstila razmotava po pokosu kanala tako da preklapa prethodnu traku u širini od 10 cm. Redosljed polaganja geotekstila treba biti od nizvodnog prema uzvodnom dijelu korita, tako da preklopi budu usmjereni nizvodno. Po dnu kanala geotekstil se rasprostire na način da se jednostavno nastavi razmotavati s pokosa po dnu kanala.

Na rasprostrti geotekstil polažu se gabionske košare ili madraci, odnosno elementi za zaštitu pokosa i drugih površina izloženih eroziji.

Izrada podloge od geotekstila i šljunka

Prilikom izrade armiranobetonskih konstrukcija na slabonosivom tlu, kao i zaštite dna i pokosa kanala betonom ili betonskim prizmama s reškama u cementnom mortu, izrađuje se, prema potrebi, podloga od geotekstila i šljunka.

Industrijski proizveden geotekstil doprema se prijevoznim sredstvima prema narudžbi na gradilište, u rolama. Nakon istovara iz prijevoznih sredstava se raznosi na mjesta ugradnje te se rasprostire po dijelu korita koji se oblaže.

Geotekstil u rolama, prirodni šljunak te lomljeni kamen, odnosno betonske prizme, mogu se prevoziti po obali kanala ili po njegovu dnu, a postoje i obje mogućnosti, što ovisi o hidrološkim uvjetima gradnje. Ako se šljunak prevozi po dnu kanala, to se ne smije obavljati na potezima kanala na kojima je već položen geotekstil. Iz prijevoznih sredstava prizme i šljunak se istovaruju na obali ili na dno kanala, što bliže mjestu ugradbe, u količinama koje se prema projektu zahtijevaju po dužinskom metru šljunčane podloge ili zaštite kanala.

Pri ručnoj izradi obaloutvrde po pokosu obale geotekstil se polaže na uređenu posteljicu (po trasiranoj crti obaloutvrde i isplaniranom obalnom pokosu ručno razasrt pijesak ili sitni prirodni šljunak u sloju debljine 5 do 10 cm). Geotekstil se polaže na način da se koljem pričvrsti na obalu iznad obalnog pokosa i ovjesi niz pokos.

Rasprostiranje geotekstila po pokosu provodi se identično kao pri izradi podloge od geotekstila.

Na geotekstil se zatim ručnim alatom razastire dobro graduirani prirodni šljunak u sloju debljine 15 cm kao zaštita geotekstila i podloga betonskih elemenata.

Ukoliko je opseg radova veći te bi ručno razastiranje šljunka i doprema betonskih elemenata od mjesta istovara iz prijevoznih sredstava do neposrednog mjesta ugradbe zahtijevali prevelik opseg ručnog rada te ukoliko je to ekonomski opravdano, moguće je dopremu šljunka i betonskih elemenata od mjesta istovara iz prijevozne mehanizacije do neposrednog mjesta ugradbe, kao i grubo razastiranje šljunka izvoditi pomoću bagerske košare, ali se bager ne smije kretati po dijelovima korita na kojima je već postavljen geotekstil.

Na razastrti se šljunak, zatim, ručno slažu i ručnim alatom namještaju obložni betonski elementi. Oblici ili vrsta tih elemenata, kao i njihov raspored u gotovoj oblozi trebaju biti predviđeni projektom. Pri tom se površinski poravnavaju betonski elementi ručnim pritiskanjem na šljunčanu podlogu, uz pripomoć laganog udaranja čekićem ili drvenim batom. Ako je potrebno, dodatno se podlaže stanovita količina šljunka.

Ukoliko je to predviđeno projektom, nakon polaganja betonskih elemenata reške se zapunjavaju i obrađuju prethodno pripremljenim cementnim mortom. Nakon izvedbe reški u cementnom mortu oblogu je potrebno završno očistiti.

Ova se tehnologija izvedbe zaštite kanala primjenjuje samo na suhom. Nije, dakle, moguć rad u vodi pa se pri izvedbi ili sanaciji kanala uz ovu vrstu zaštitne obloge moraju na neki način osigurati (postići) uvjeti rada u suhom.

Izrada podloge od geotekstila, šljunka i betona

Pri izradi zaštita dna i pokosa kanala obrađenim kamenom ili betonskim prizmama, s reškama u cementnom mortu može se izrađivati podloga od geotekstila, šljunka i betona.

Doprema i rasprostiranje geotekstila po pokosu provodi se identično kao pri izradi podloge od geotekstila.

Nakon polaganja geotekstila, preko njega se ručnim alatom razastire šljunak u sloju debljine 10 cm. Na pripremljenu podlogu od šljunka ugrađuje se sloj od 10 cm svježeg betona klase C16/20.

Doprema svježeg betona do mjesta ugradbe treba biti u malim količinama primjereno normi ugradnje obrađivanog kamena, tako da se svaki kamen, odnosno betonska prizma ugradi u svježi beton prije njegovog stvrdnjavanja (vezivanja).

Ako je svježi beton dopremljen na gradilište iz tvornice svježeg betona, razastire se pomoću pumpe za beton ili se pomoću bagerske košare donosi na mjesto ugradbe, gdje se razastire ručnim alatom.

Ako se svježi beton priprema strojno na gradilištu i ako je manja površina kanala koju treba obložiti, doprema svježeg betona do mjesta ugradbe može biti građevinskim ručnim kolicima (japanerima) ili raznošenjem u kantama. Ako se upotrijebe ručna kolica, za spuštanje svježeg betona niz pokos trebat će vitlo. Kada su u pitanju veće količine oblaganja, za donos svježeg betona do mjesta ugradbe koristit će se bagerska košara.

Nakon ugradnje svježeg betona do mjesta ugradnje dopremaju se lomljeni kamen koji se obrađuje ručnim alatom (čekić i/ili dljeto), odnosno betonska prizma, koje se polažu na svježu betonsku podlogu. Kamen ili prizme se ugrađuju ručno, uz pomoć ručnog alata. Kamen treba pažljivo slagati jedan do drugog kako bi se dobila što manja i što jednoličnija veličina reški. Pri tom se ručnim pritiskanjem prizmi (kamena) u podlogu od

svježeg betona uz pripomoć laganog udaranja čekićem ili drvenim batom površinski poravnava obloga.

Ako je potrebno, dodatno se na mjesto ugradbe pojedine prizme, odnosno kamena, polaže određena količina svježeg betona.

Nakon polaganja kamena, odnosno prizmi, reške se zapunjavaju i obrađuju prethodno pripremljenim cementnim mortom. Nakon izvedbe reški u cementnom mortu oblogu je potrebno završno očistiti od otpadaka kamena i morta.

Ova se tehnologija izvedbe zaštite kanala primjenjuje samo na suhom. Nije dakle moguć rad u vodi pa se pri izvedbi ili sanaciji kanala uz ovu vrstu zaštitne obloge moraju na neki način osigurati (postići) uvjeti rada u suhom.

Projektirani nagib podloge zaštitne obloge na pokosu kanala postiže se na način da se na svaka 3 m pokosa prethodno postave šablone koje označavaju nagib pokosa i završnu površinu obloge, npr. drvene šablone od pobijenog kolja i na njih pričvršćenih letava ili dasaka u projektiranom nagibu pokosa. Izvedeno stanje obloge od lomljenog kamena ili betonskih prizmi završno se kontrolira geodetskim premjeravanjem. Ako izvedena obloga prekomjerno odstupa od projektirane, nadzorni inženjer može zatražiti otklanjanje (sanaciju) pogreške na trošak izvođača, a izvođač je dužan pogrešku otkloniti.

3-04 ZAHTJEVI KAKVOĆE

3-04.1 UREĐENJE SLABO NOSIVOG TEMELJNOG TLA

3-04.1.1 Geotekstil

Osnovni zahtjevi koji se postavljaju na geotekstil koji se koristi pri uređenju slabo nosivog temeljnog tla ili posteljice su:

- **mehanički:** - sprječavanje miješanja materijala pri statičkim i dinamičkim djelovanjima;
- **hidraulički:** - ograničavanje ispiranja sitnog materijala, a time i sprječavanje transporta sitnog materijala u krupnozrnatiji.
Ovim se zahtjevima sprječava jednostrani zastoj vode na geotekstilu (učinak membrane) osiguranjem dovoljne propusnosti za vodu okomito na ravninu kao i u ravnini geotekstila;
- **postojanost.**

Karakteristična svojstva geotekstila mjerodavna, ukoliko se koristi za uređenje slabo nosivog temeljnog tla ili izradu posteljice, su:

Mehanička svojstva;

- | | | |
|--|--------------------------------------|--------|
| • Vlačna čvrstoća, prema HRN EN ISO 10319 | F_{\max} | kN/m |
| • Izduženje u trenutku sloma, prema HRN EN ISO 10319 | $\epsilon_{F_{\max}}$ | % |
| • Umnožak (vlačna čvrstoća • istežanje uslijed maks. vlačne sile),
prema HRN EN ISO 10319 | $F_{\max} \cdot \epsilon_{F_{\max}}$ | kN/m·% |
| • Otpornost na statičko probijanje (CBR),
prema HRN EN ISO 12236 | F_{CBR} | kN |
| • Otpornost na dinamičko probijanje (Cone drop test),
prema prema HRN EN ISO 13433 | O_d | mm |

Hidraulička svojstva;

- | | | |
|--|------------------|------|
| • Karakteristična širina otvora, prema HRN EN ISO 12956 | O_{90} | mm |
| • Vodopropusnost okomito na ravninu, bez opterećenja, prema HRN EN ISO 11058 | V_{H50} | mm/s |
| • Vodopropusnost okomito na ravninu, sa opterećenjem, prema prEN ISO 10776 | $q_{N50/\sigma}$ | m/s |
| alternativno | | |
| • Vodopropusnost okomito na ravninu, sa opterećenjem, prema DIN 60500-4 | k_G | m/s |
| • Određivanje kapaciteta otjecanja vode u ravnini HRN EN ISO 12958 | $q_{s,g}$ | l/ms |

Postojanost (karakterizirana smanjenjem čvrstoće u %);

- | | | |
|--|-----------|---|
| • Otpornost na utjecaj atmosferilija, prema HRN EN ISO 12224 | smanjenje | % |
| • Otpornost na utjecaje kemikalija, prema HRN EN 14030 | | |
| - 0,025 molarne sumporne kiseline | smanjenje | % |
| - vapneno mlijeko (pH 12.5) | smanjenje | % |

Minimalni zahtjevi za odabir geotekstila

Minimalni zahtjevi koji se postavljaju na geosintetski materijal utvrđuju se temeljem sljedećih ulaznih parametara koji se odnose na tlo, vodu u tlu te vanjska opterećenja:

Minimalni zahtjevi za mehanička svojstva

Prilikom utvrđivanja minimalnih zahtjeva koji se postavljaju na geotekstil potrebno je obratiti pažnju na dva slučaja; prvi kada se radi o geotekstilu velikog izduženja ($\epsilon_{F_{max}} > 30\%$) te drugi kada se radi o geotekstilu malog izduženja ($\epsilon_{F_{max}} < 30\%$). Vrijednosti ovih minimalnih zahtjeva navedene u tablici 3-04.1.1-1 odnose se na uzdužni (MD) i poprečni (CMD) smjer, a vrijede samo za geotekstile s osnovnom funkcijom odvajanja.

Tablica 3-04.1.1-1 Minimalni zahtjevi za mehanička svojstva geotekstila

Klasa nosivosti tla	Debljina nasutog sloja, h_{min} [m]	Tip geotekstila	Mehanička karakteristika	Minimalni zahtjevi					
				Opterećenje					
				≤ 500 MN			> 500 MN		
				Vrsta materijala za nasipavanje					
				A	B	C	A	B	C
N ₀ vrlo mala	0.5	$\epsilon_{F_{max}} > 30\%$	F_{max}^* [kN/m]	12	14	16	14	16	18
		$\epsilon_{F_{max}} < 30\%$	$(F_{max} \cdot \epsilon_{F_{max}})$ [kN/m·%]	360	420	480	420	480	540
N ₁ mala	0.4	$\epsilon_{F_{max}} > 30\%$	F_{max}^* [kN/m]	10	12	14	12	14	16
		$\epsilon_{F_{max}} < 30\%$	$(F_{max} \cdot \epsilon_{F_{max}})$ [kN/m·%]	300	360	420	360	420	480
N ₂ srednja	0.3	$\epsilon_{F_{max}} > 30\%$	F_{max}^* [kN/m]	6	8	10	8	10	12
		$\epsilon_{F_{max}} < 30\%$	$(F_{max} \cdot \epsilon_{F_{max}})$ [kN/m·%]	180	240	300	240	300	360
N _{3,4} velika, vrlo velika	0.2	$\epsilon_{F_{max}} > 30\%$	F_{max}^* [kN/m]	6	8	10	8	11	12
		$\epsilon_{F_{max}} < 30\%$	$(F_{max} \cdot \epsilon_{F_{max}})$ [kN/m·%]	180	240	300	240	300	360
neovisno o nosivosti			O_{Dmax} [mm]	35	30	25	35	30	25
neovisno o nosivosti			F_{CBR} [N]	1500	2000	2500	1500	2000	2500

* Geotekstil za odvajanje malog izduženja ($\epsilon_{F_{max}} < 30\%$) mora uvijek zadovoljavati i ovaj zahtjev

Za materijale s funkcijom armiranja vrijede druge odredbe koje trebaju biti definirane projektom.

Ovim poglavljem obuhvaćena je upotreba geosintetskih materijala na podlozi klase nosivosti N₀, N₁ i N₂. Kod nosivosti podloge N₃ ili veće, upotreba geosintetskih materijala kao slojeva za razdvajanje u pravilu nije potrebna.

Ukoliko se geosintetski materijal primijenjuje kao razdvajajući sloj kod podloga nosivosti N₃ i više, na njega se primijenjuju odredbe koje vrijede za klasu nosivosti N₂.

Klase nosivosti korištene pri definiranju minimalnih zahtjeva koji se postavljaju na geotekstile navedene su u tablici 3-04.1.1-2.

Tablica 3-04.1.1-2 Klase nosivosti – karakteristike tla

Nosivost tla	Klasa nosivosti tla	CBR [%]	E_{v2} [MNm ⁻²]
vrlo mala	N ₀	≤ 3	≤ 10
mala	N ₁	3 – 5	10 – 20
srednja	N ₂	5 – 10	20 – 60
velika	N ₃	10 – 15	60 – 80
vrlo velika	N ₄	>15	>80

Oznake A, B i C odnose se na sloj zrnatog kamenog materijala koji će se neposredno nasipavati na geosintetski materijal. Pri tome oznake imaju sljedeće značenje:

- **A:** šljunak, zaobljen $\varnothing \leq 150$ mm
- **B:** šljunak, lomljeni $\varnothing \leq 150$ mm
- **C:** ostali materijali za nasipanje, zaobljeni ili lomljeni, tucanik i slično

Opterećenje se odnosi na ukupno opterećenje završenog sloja od zrnatog kamenog materijala, a prije nastavka radova, pri čemu je kategorija <500 MN ekvivalentna kumulativnom opterećenju 22.000 m³ šljunka, a >500 MN ekvivalentna kumulativnom opterećenju 23.500 m³ šljunka.

Minimalni zahtjevi za hidraulička svojstva

Kako sitne čestice tla ne bi bile protisnute kod dinamičkog naprezanja bez vode (glavna funkcija odvajanje), kao i da kod statičkog i dinamičkog opterećenja s protokom vode budu u što većoj mjeri zadržane (sporedna funkcija filtriranje), geotekstil mora imati ograničenu maksimalnu vrijednost karakteristične širine otvora O₉₀, određenu prema HRN EN ISO 12956.

S druge strane, u području geotekstila ne smije doći do zastoja vode, što se osigurava dovoljnom propusnošću vode okomito na ravninu geotekstila koja se izražava indeksom brzine protoka pri razlici potencijala 50 mm (V_{H50}) određenoj prema HRN EN ISO 11058, ukoliko se mjerenje provodi bez opterećenja ili protokom okomito na ravninu geotekstila (q_{N50/σ}) mjerenoj pri razlici potencijala 50 mm te pri različitim opterećenjima (obično 2, 20 i 200 kPa) na način opisan u normi prEN ISO 10776. Alternativno, koeficijent vodopropusnosti okomito na ravninu (k_G), kod efektivnog opterećenja koje uzrokuje materijal za nasipavanje može se odrediti prema DIN 60500-4 ili prema ASTM D 4176.

Europska norma HRN EN ISO 11058 propisuje postupak ispitivanja vodopropusnosti okomito na površinu geotekstila, ali bez opterećenja. Rezultat ispitivanja je indeks brzine V_{H50} (m/s). Indeks brzine se često zamjenjuje koeficijentom vodopropusnosti k_G, zbog čega prilikom vrednovanja i ocjenjivanja sukladnosti materijala dolazi do nesporazuma. Hidraulička svojstva, određena prema HRN EN ISO 11058, moraju biti posebno označena kao indeks brzine V_{H50}, a ne kao k_G. Za slojeve s ulogom razdvajanja preporučeni je zahtjev V_{H50} > 3 mm/s = 3 · 10⁻³ m/s.

Kod opterećenja nasipnim materijalom visine do 2 m u pravilu se treba uvažavati vrijednost q_{N50/σ} (alternativno k_G), određena kod normalnog opterećenja 20 kN/m², a za opterećenja nasipnim materijalom višim od 2 m vrijednosti određene pri normalnom opterećenju 200 kN/m².

Ukoliko geotekstil pored uloge razdvajanja ima i ulogu filtriranja, mora ispunjavati odgovarajuće kriterije za filtarske geotekstile. Minimalni zahtjevi na hidraulička svojstva geosintetskih materijala navedeni su u tablici 3-04.1.1-3

Tablica 3-04.1.1-3 Hidraulički minimalni zahtjevi za geotekstil s funkcijom odvajanja

Tlo	karakteristična veličina otvora O_{90} [mm]	vodopropusnost (okomito na ravninu) (E-DIN 60500-4 ili ASTM D 4176) k_{Gmin} [m/s]	vodopropusnost (okomito na ravninu) (HRN EN ISO 11058) VI_{H50} [m/s]
Pijesak (SW, SP)	$0.05 < O_{90} < 0.5$	$> 10^{-4}$	$> 3 \cdot 10^{-3}$
Tlo s pješčanom glinom (ML, SM, SM-ML, SM-SC, GM-GC)	$0.05 < O_{90} < 0.2$	$> 10^{-5}$	$> 3 \cdot 10^{-3}$
Glina, glinovito tlo (CL, CL-ML, SC-CL SC, GC, CH)	$0.05 < O_{90} < 0.5$	$> 10^{-6}$	$> 3 \cdot 10^{-3}$
Organska tla (OL, OH, Pt)	$0.05 < O_{90} < 0.5$	$> 10^{-4}$	$> 3 \cdot 10^{-3}$

Ako se geosintetik koristi u funkciji dreniranja, mora zadovoljiti i zahtjev na transmisivnost – protok u ravnini geosintetika, $q_{s,g}$. Geotekstili su proizvodi bez veće propusnosti u ravnini i kao takvi ne dolaze u obzir za funkciju dreniranja, već se koriste višeslojni geokompozitni materijali (propusna trodimenzionalna jezgra s vanjskim filtarskim geotekstilom). Vrijednost transmisivnosti, $q_{s,g}$, se određuje prema HRN EN ISO 12958 (1999.), uz održavanje konstantnog hidrauličkog gradijenta (g) jednakog 1 i normalno naprezanje (s) od 20 kPa i 200 kPa. Minimalne zahtijevane vrijednosti transmisivnosti određuju se proračunom u okviru projekta.

Minimalni zahtjevi na postojanost

Geotekstil je u dugoročnoj normalnoj primjeni dovoljno postojan, ukoliko kod ispitivanja postojanosti nije utvrđeno bitno opadanje čvrstoće. „Normalnim“ se smatra ugradnja u prirodna tla i rastresite materijale, kao i prirodne podzemne vode, bez izlaganja geotekstila stalnim izravnim vremenskim utjecajima.

Odgovarajuća ispitivanja u pravilu obuhvaćaju ona koja daju informaciju o:

- kemijskoj otpornosti u kiselom i lužnatom okruženju;
- biološkoj otpornosti;
- otpornosti na vremenske utjecaje (UV-zračenje).

Geotekstil od uobičajenih sintetskih sirovina u pravilu je biološki otporan i neće biti oštećen ili uništen djelovanjem mikroorganizama.

Granične vrijednosti za dopušteno smanjenje čvrstoće kod geotekstila s osnovnim zadaćama odvajanja, filtriranja i dreniranja kod upotrebe u normalnom, prirodnom tlu i podzemnim vodama prikazane su u tablici 3-04.1.1-4.

Geotekstil koji u postupcima ispitivanja ne pokaže statički bitno opadanje čvrstoće smatra se visoko postojanim za normalne namjene te se može koristiti za sve primjene gdje je pokriven zemljom, bez izravnih vremenskih utjecaja te u načelu, također, i za stalne zadaće.

Tablica 3-04.1.1-4 Maksimalno dopušteno smanjenje vlačne čvrstoće geotekstila

Trajnost funkcije geotekstila	Privremeno (≤ 2 godine)	Stalno (> 2 godine)
Otpornost na vremenske utjecaje	maks. 25 %	maks. 5 %
Biološka otpornost	maks. 25 %	maks. 5 %
Kemijska otpornost		
- izrazito kiselom okruženju $\text{pH} < 4$	maks. 25 %	maks. 5 %
- normalnom tlu i vodi $4 < \text{pH} < 9$	maks. 25 %	maks. 25 %
- izrazito lužnatom okruženju $\text{pH} > 9$	maks. 25 %	maks. 5 %

Normalna, nekontaminirana tla općenito ne sadrže kritične kemikalije koje su štetne za postojani geotekstil od sintetskih sirovina koje se danas koriste za proizvodnju geotekstila. To vrijedi u slučaju kada se pH-vrijednost tla kreće u području od pH 4 do 9, dok je u kiselom tlu s $\text{pH} < 4$ te posebice u jako lužnatom tlu s $\text{pH} > 9$ potrebna točnija analiza.

Kod primjene geotekstila u tlu koje je stabilizirano hidrauličkim vezivima (vapno, cement), kao i u kontaktu sa svježim betonom gdje se mogu očekivati pH-vrijednosti u području od 11 do 12, smiju se primijenjivati samo proizvodi koji su u potpunosti otporni na alkalije.

Ne smije se koristiti geotekstil od poliesterskih vlakana (PET), osim ako za te proizvode nije posebno dokazana njihova stabilnost.

Ukoliko se pretpostavlja da će geosintetik ostati nepokriven nekoliko tjedana, potrebno je provesti ispitivanje prema HRN EN 12224 kojim se mora dokazati da je proizvod za to prikladan. Vrijede minimalni zahtjevi sukladno tablici 3-04.1.1-5 (u zgradama su vrijednosti koje se primijenjuju ako nije potrebna dugotrajna čvrstoća, primjerice geotekstili s ulogom odvajanja i filtriranja).

Tablica 3-04.1.1-5 Analiza postojanosti na vremenske utjecaje

Maks. dopušteno vrijeme do prekrivanja	Maksimalno dopušteno smanjenje čvrstoće nakon izlaganja vremenskim utjecajima, prema HRN EN 12224
1 do 4 mjeseca	20% (40 %)
2 tjedna	40% (80 %)
2 dana	nije potrebno ispitivanje

Čvrstoća spojeva

Čvrstoća lijepljenih ili varenih spojeva dokazuje se ispitivanjem spoja na posmik i guljenje prema HRN EN ISO 10722, pri čemu do popuštanja mora nastupiti trganjem spoja, ali ne u materijalu spoja.

Čvrstoća spoja mora biti identična čvrstoći osnovnog materijala.

Provodi se minimalno jedno ispitivanje spoja na 500 m izvedenog spoja.

3-04.1.2 Geomreže

Osnovni zahtjevi koji se postavljaju na geomreže koje se koriste su oni koji se odnose na geometriju, mehanička svojstva te postojanost.

Karakteristična svojstva geomreža, mjerodavna ukoliko se koriste za uređenje slabonosivog temeljnog tla ili izradu posteljice, navedena su u tablici 3.5.6..

Zahtjevi kvalitete geomreže koja se koristi pri uređenju slabonosivog temeljnog tla ili posteljice moraju biti postavljeni u dijelu projekta koji se odnosi na temeljno tlo.

Ukoliko su ti zahtjevi izostali, preporučuje se da geomreža zadovoljava sljedeće zahtjeve:

- | | |
|--|----------------|
| • Veličina otvora mreže, D (MD/CMD) | max 40/30 mm |
| • Vlačna čvrstoća F_{max} , prema HRN EN ISO 10319 | min 30/30 kN/m |
| • Vlačna čvrstoća pri izduženju $\varepsilon=2\%$, F_5 , HRN EN ISO 10319 | min 10/10 kN/m |
| • Vlačna čvrstoća pri izduženju $\varepsilon=5\%$, F_5 , HRN EN ISO 10319 | min 20/20 kN/m |
| • Izduženje u trenutku sloma ε_{Fmax} , HRN EN ISO 10319 | max 10/10 % |
| • Otpornost na utjecaj atmosferilija, smanjenje čvrstoće u %, prema HRN EN ISO 12224 | max 25% |

Za prvih 20000 m² materijala (geotekstila ili geomreže) isporučenog na gradilište i ugrađenog potrebno je provoditi ispitivanje na svakih 5000 m², dok se za količine materijala iznad 20000 m² ispitivanje provodi na svakih 10000 m² materijala.

3-04.2. ZAŠTITA POKOSA I DRUGIH POVRŠINA IZLOŽENIH EROZIJI

Osnovni zahtjevi koji se postavljaju na geosintetike (geopletiva, geotekstil, geomreža, od umjetnih ili prirodnih vlakana) koji se koriste pri zaštiti pokosa i drugih površina izloženih eroziji su:

- **mehanički**: - sprječavanje odnošenja materijala te zaštita vegetacije u onom razdoblju koje je potrebno da se ona prihvati i ukorijeni te tako osigura pokos, samostalno ili u kombinaciji s vegetativnom zaštitom koja doprinosi stabilizaciji pokosa, ali se sama ne bi mogla održati
- **postojanost**.

Karakteristična svojstva geosintetika, mjerodavna ukoliko se koriste pri zaštiti pokosa i drugih površina izloženih eroziji su:

Mehanička svojstva;

- Vlačna čvrstoća, prema HRN EN ISO 10319 F_{\max} kN/m
- Izduženje u trenutku sloma, prema HRN EN ISO 10319 $\varepsilon_{F_{\max}}$ %

Postojanost (karakterizirana smanjenjem čvrstoće u %);

- Otpornost na utjecaj atmosferilija, prema HRN EN ISO 12224 smanjenje %

Zahtjevi kvalitete geopletiva, geotekstila i geomreža koje se koristi za zaštitu i uređenje pokosa i drugih površina izloženih eroziji moraju biti postavljeni u dijelu projekta koji se odnosi na zaštitu i uređenje pokosa i drugih površina izloženih eroziji.

Ukoliko su ti zahtjevi izostali, preporučuje se da geosintetik zadovoljava sljedeće zahtjeve:

3-04.2.1 Geopletiva:

- Vlačna čvrstoća F_{\max} (MD/CMD), HRN EN ISO 10319 min 1,8/1,8 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma $\varepsilon_{F_{\max}}$, HRN EN ISO 10319 max 30/30%
- Otpornost na utjecaj atmosferilija, smanjenje čvrstoće u %, prema HRN EN ISO 12224 max 10%

3-04.2.2 Geotekstil:

Za zaštitu i uređenje pokosa i drugih površina izloženih eroziji koriste se prvenstveno biodegradibilni geotekstili izrađeni od jutenih, kokosovih ili sličnih vlakana kao i od drvene sječke, samostalno ili u kombinaciji s mrežom izrađenom od prirodnih ili umjetnih vlakana.

geotekstil od prirodnih vlakana, drvene sječke ili u kombinaciji s mrežom od prirodnih vlakna;

- Vlačna čvrstoća F_{\max} (MD/CMD), HRN EN ISO 10319 min 1/1 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma $\varepsilon_{F_{\max}}$, HRN EN ISO 10319 max 30/30 %
- Debljina, HRN EN ISO 9863 min 6 mm
- Vodopropusnost okomito na ravninu bez opterećenja, V_{H50} , prema HRN EN ISO 11058 min $1,5 \cdot 10^{-3}$ mm/s

geotekstil od prirodnih vlakana ili drvene sječke u kombinaciji s mrežom od umjetnih vlakana;

- Vlačna čvrstoća F_{\max} (MD/CMD), HRN EN ISO 10319 min 2/2 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma $\varepsilon_{F_{\max}}$, HRN EN ISO 10319 max 30/30 %

- Debljina, HRN EN ISO 9863 min 8 mm
- Vodopropusnost okomito na ravninu
bez opterećenja, V_{H50} , prema HRN EN ISO 11058 min $1,5 \cdot 10^{-3}$ mm/s

3-04.2.3 Geomreže:

Geomreža koja se koristi za zaštitu pokosa i drugih površina izloženih eroziji u **koherentnim** materijalima (uobičajena primjena mreža od prirodnih vlakana) treba zadovoljiti sljedeće zahtjeve:

- Vlačna čvrstoća F_{max} , prema HRN EN ISO 10319 min 5/2 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma ε_{Fmax} , HRN EN ISO 10319 max 25/30 %
- Otpornost na utjecaj atmosferilija (od umjetnih vlakana)
smanjenje čvrstoće u %, prema HRN EN ISO 12224 max 10 %

Geomreža koja se koristi za zaštitu pokosa u **nekoherentnim** i stjenovitim tlima mora zadovoljiti sljedeće zahtjeve:

- Veličina otvora mreže, D (MD/CMD) min 25/30 mm
- Vlačna čvrstoća F_{max} , prema HRN EN ISO 10319 min 12/18 kN/m
- Vlačna čvrstoća pri izduženju $\varepsilon=5\%$, F_5 , HRN EN ISO 10319 min 8/12 kN/m
- Otpornost na utjecaj atmosferilija,
smanjenje čvrstoće u %, prema HRN EN ISO 12224 maksimalno 10%

3-04.3 IZRADA PODLOGE

Zahtjevi kvalitete geotekstila koji se koristi:

- kao samostalna podloga žičanim ili plastičnim gabionskim madracima od lomljenog kamena koji se koriste za zaštitu dna i pokosa kanala,
 - u kombinaciji sa šljunkom kao podloga elementima zaštite (betonski elementi) pri izradi obaloutvrda kao i zaštite dna i pokosa lateralnih ili oteretnih kanala betonom ili betonskim prizmama s reškama u cementnom mortu,
 - u kombinaciji sa šljunkom i betonom kao podloga elementima zaštite (obrađeni kamen ili betonske prizme) pri izradi zaštite dna i pokosa kanala obrađenim kamenom ili betonskim prizmama s reškama u cementnom mortu,
- moraju biti postavljeni u projektu zaštite kanala.

Ukoliko su ti zahtjevi izostali, preporučuje se da geotekstil zadovoljava sljedeće zahtjeve:

Geotekstil kao samostalna podloga žičanim ili plastičnim gabionskim madracima

- | | |
|---|---------------------------|
| • Vlačna čvrstoća F_{max} (MD/CMD), HRN EN ISO 10319 | min 30/30 kN/m |
| • Izduženje u trenutku sloma ε_{Fmax} , (MD/CMD), HRN EN ISO 10319 | max 80/80 % |
| • Otpornost na statičko probijanje (CBR), F_{CBR} HRN EN ISO 12236 | min 4000 N |
| • Otpornost na dinamičko probijanje (Cone drop test), O_d prema HRN EN ISO 13433 | max 10 mm |
| • Vodopropusnost okomito na ravninu, bez opterećenja, prema HRN EN ISO 11058, V_{H50} | min 45 mm/s |
| • Vodopropusnost okomito na ravninu, sa opterećenjem, prema prEN ISO 10776, $q_{N50/\sigma}$ alternativno | min $3 \cdot 10^{-3}$ m/s |
| • Vodopropusnost okomito na ravninu, sa opterećenjem, prema DIN 60500-4, $k_{10, H50}$ | min $3 \cdot 10^{-3}$ m/s |
| • Karakteristična širina otvora, O_{90} prema HRN EN ISO 12956 | max 80 μ m |
| • Otpornost na utjecaj atmosferilija, smanjenje čvrstoće u %, prema HRN EN ISO 12224 | max 10% |
| • Otpornost na utjecaje kemikalija smanjenje čvrstoće u %, prema HRN EN 14030 | max 5% |

Geotekstil u kombinaciji sa šljunkom kao podloga elementima zaštite

- | | |
|---|---------------------------|
| • Vlačna čvrstoća F_{max} (MD/CMD), HRN EN ISO 10319 | min 35/35 kN/m |
| • Izduženje u trenutku sloma ε_{Fmax} , (MD/CMD), HRN EN ISO 10319 | max 80/80 % |
| • Otpornost na statičko probijanje (CBR), F_{CBR} HRN EN ISO 12236 | min 5000 N |
| • Otpornost na dinamičko probijanje (Cone drop test), O_d prema HRN EN ISO 13433 | max 10 mm |
| • Vodopropusnost okomito na ravninu, bez opterećenja, prema HRN EN ISO 11058, V_{H50} | min 30 mm/s |
| • Vodopropusnost okomito na ravninu, sa opterećenjem, prema prEN ISO 10776, $q_{N50/\sigma}$ alternativno | min $3 \cdot 10^{-3}$ m/s |
| • Vodopropusnost okomito na ravninu, sa opterećenjem, prema DIN 60500-4, $k_{10, H50}$ | min $3 \cdot 10^{-3}$ m/s |

- Karakteristična širina otvora, O_{90}
prema HRN EN ISO 12956 max 80 μm
- Otpornost na utjecaj atmosferilija,
smanjenje čvrstoće u %, prema HRN EN ISO 12224 max 10%
- Otpornost na utjecaje kemikalija
smanjenje čvrstoće u %, prema HRN EN 14030 max 5%

Geotekstil u kombinaciji sa šljunkom i betonom kao podloga elementima zaštite

- Vlačna čvrstoća F_{max} (MD/CMD), HRN EN ISO 10319 min 30/30 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma $\varepsilon_{F_{\text{max}}}$, (MD/CMD),
HRN EN ISO 10319 max 80/80 %
- Otpornost na statičko probijanje (CBR), F_{CBR}
HRN EN ISO 12236 min 4000 N
- Otpornost na dinamičko probijanje (Cone drop test), O_d
prema HRN EN ISO 13433 max 10 mm
- Vodopropusnost okomito na ravninu, bez opterećenja,
prema HRN EN ISO 11058, V_{H50} min 40 mm/s
- Vodopropusnost okomito na ravninu, sa opterećenjem,
prema prEN ISO 10776, $q_{N50/\sigma}$ min $3 \cdot 10^{-3}$ m/s
alternativno
- Vodopropusnost okomito na ravninu, sa opterećenjem,
prema DIN 60500-4, $k_{10, H50}$ min $3 \cdot 10^{-3}$ m/s
- Karakteristična širina otvora, O_{90}
prema HRN EN ISO 12956 max 80 μm
- Otpornost na utjecaj atmosferilija,
smanjenje čvrstoće u %, prema HRN EN ISO 12224 max 10%
- Otpornost na utjecaje kemikalija
smanjenje čvrstoće u %, prema HRN EN 14030 max 5%

3-04.4 IZRADA TEMELJNOG MADRACA

Zahtjevi kvalitete geosintetika koji se koriste pri izradi temeljnih madraca od:

- fašinskih snopova ili kasetiranih fašinskih koba i lomljenog kamena iz plovnih objekata (geotekstila ili armiranog geotekstila);
 - kasetiranih fašinskih koba i lomljenog kamena iz plovnih objekata (geokompozita - geotekstila na plastičnoj mreži);
 - kasetiranih fašinskih koba i lomljenog kamena iz plovnih objekata (geomreža)
- moraju biti postavljeni u dijelu projekta koji se odnosi na izradu temeljnih madraca.

Ukoliko su ti zahtjevi izostali, preporučuje se da upotrebljeni geosintetici zadovoljavaju sljedeće zahtjeve:

Geotekstil ili armirani geotekstil

za mala mehanička opterećenja;

- Vlačna čvrstoća F_{max} (MD/CMD),
prema HRN EN ISO 10319 min 30/15 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma ε_{Fmax} , (MD/CMD),
prema HRN EN ISO 10319 max 80/80%
- Otpornost na statičko probijanje (CBR), F_{CBR}
prema HRN EN ISO 12236 min 5000 N
- Otpornost na dinamičko probijanje (Cone drop test), O_d
prema HRN EN ISO 13433 max 15 mm

za velika mehanička opterećenja;

- Vlačna čvrstoća F_{max} (MD/CMD),
prema HRN EN ISO 10319 60/30 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma ε_{Fmax} , (MD/CMD),
prema HRN EN ISO 10319 max 90/80 %
- Otpornost na statičko probijanje (CBR), F_{CBR}
prema HRN EN ISO 12236 min 9500 N
- Otpornost na dinamičko probijanje (Cone drop test), O_d
prema HRN EN ISO 13433 max 8 mm

Geokompozit (geotekstil na plastičnoj mreži)

za mala mehanička opterećenja;

svojstva geomreže:

- Veličina otvora mreže, D (MD/CMD) max 40/40 mm
- Vlačna čvrstoća F_{max} , (MD/CMD),
prema HRN EN ISO 10319 40/30 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma ε_{Fmax} , (MD/CMD),
HRN EN ISO 10319 max 20/20 %

svojstva geotekstila:

- Vlačna čvrstoća F_{max} (MD/CMD),
prema HRN EN ISO 10319 min 30/15 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma ε_{Fmax} , (MD/CMD),
prema HRN EN ISO 10319 max 40/40%
- Otpornost na statičko probijanje (CBR), F_{CBR}
prema HRN EN ISO 12236 min 4000 N
- Otpornost na dinamičko probijanje (Cone drop test), O_d
prema HRN EN ISO 13433 max 15 mm

*za velika mehanička opterećenja;**svojstva geomreže:*

- Veličina otvora mreže, D (MD/CMD) max 50/50 mm
- Vlačna čvrstoća F_{max} , prema HRN EN ISO 10319 min 55/45 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma ε_{Fmax} , HRN EN ISO 10319 max 35/35%

svojstva geotekstila:

- Vlačna čvrstoća F_{max} (MD/CMD),
prema HRN EN ISO 10319 min 30/30 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma ε_{Fmax} , (MD/CMD),
prema HRN EN ISO 10319 max 80/80 %
- Otpornost na statičko probijanje (CBR), F_{CBR}
prema HRN EN ISO 12236 min 5000 N
- Otpornost na dinamičko probijanje (Cone drop test), O_d
prema HRN EN ISO 13433 max 10 mm

Geomreža*za mala mehanička opterećenja;*

- Veličina otvora mreže, D (MD/CMD) max 50/50 mm
- Vlačna čvrstoća F_{max} , prema HRN EN ISO 10319 40/30 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma ε_{Fmax} , HRN EN ISO 10319 max 20/20 %

za velika mehanička opterećenja;

- Veličina otvora mreže, D (MD/CMD) max 50/50 mm
- Vlačna čvrstoća F_{max} , prema HRN EN ISO 10319 min 55/45 kN/m
- Izduženje u trenutku sloma ε_{Fmax} , HRN EN ISO 10319 max 35/35 %

Obzirom na odabranu širinu trake geosintetika prilikom dobave i obzirom na projektiranu veličinu (površinu) fašinskog madraca, geosintetik se do potrebne veličine kroji i spaja posebnim sintetičkim koncem debljine 3 mm ili spojnicama s preklopom od najmanje 10 cm, a na fašinske snopove ili kobe se veže žicom broj 18 do 20.

3-05 NAČIN PREUZIMANJA IZVEDENIH RADOVA

Položeni geotekstil ili geomrežu ocjenjuje i preuzima nadzorni inženjer na temelju rezultata provedenih tekućih i kontrolnih ispitivanja.

Sve ustanovljene manjkavosti prema navedenim zahtjevima izvođač je dužan otkloniti. Svi troškovi otklanjanja ustanovljenih manjkavosti terete izvođača, uključujući i sva dodatna ispitivanja i mjerenja koje je potrebno provesti da se ustanovi kvaliteta sanacije.

Za sve radove koji ne zadovoljavaju propisane zahtjeve kakvoće, a izvođač ih nije sanirao po zahtjevu nadzornog inženjera, izvođač nema pravo tražiti nikakvo plaćanje.

3-06 OBRAČUN RADOVA

Dobava, polaganje i spajanje geotekstila ili geomreža, uključujući konac i sav potreban rad i materijal te sva kontrolna ispitivanja, obračunavaju se po kvadratnom metru (m²) uređenog slabo nosivog temeljnog tla ili izrađene posteljice, odnosno zaštićene površine pokosa ili druge površine izložene eroziji, ili izrađene podloge ili kvadratnog metra madraca u koji je geosintetski materijal ugrađen. Osnovica za proračun je projekt ili izmjera na terenu.

Količina za obračun određuje se iz dokumenata izvedenog stanja koje kontrolira i ovjerava nadzorni inženjer. Nadzorni inženjer kontrolira i ovjerava geodetsku izmjeru podloge na koju se postavlja geotekstil prije njegovog polaganja, što se upisuje u dokumente izvedenog stanja.

3-07 NORME I TEHNIČKI PROPISI

Ovdje je naveden samo dio normi i propisa koji se odnose na radove, građevinske proizvode i opremu u ovom poglavlju. Izvođači i projektanti su dužni uzeti u obzir i sve ostale važeće zakone, norme i propise koji nisu ovdje navedeni, a odnose se posredno ili neposredno na radove, građevinske proizvode i opremu iz ovog poglavlja.

NORME

HRN EN ISO 9862:2005	Geosintetici – Uzorkovanje i priprema ispitnih uzoraka (ISO 9862:2005; EN ISO 9862:2005), Geosynthetics – Sampling and preparation of test specimens (ISO 9862:2005; EN ISO 9862:2005).
HRN EN ISO 9863-1:2005	Geosintetici – Određivanje debljine pri određenim tlakovima – 1. dio: Jednoslojni (ISO 9863-1:2005; EN ISO 9863-1:2005), Geosynthetics – Determination of thickness at specified pressures – Part 1: Single layers (ISO 9863-1:2005; EN ISO 9863-1:2005)
HRN EN ISO 9864:2005	Geosintetici – Ispitna metoda za određivanje mase po jedinici površine geotekstila i proizvoda srodnih s geotekstilom (ISO 9864:2005; EN ISO 9864:2005), Geosynthetics – Test method for the determination of mass per unit area of geotextiles and geotextile-related products (ISO 9864:2005; EN ISO 9864:2005)
HRN EN ISO 10318:2008	Geosintetici – Nazivi i definicije (ISO 10318:2005; EN ISO 10318:2005), Geosynthetics – Terms and definitions (ISO 10318:2005; EN ISO 10318:2005)
HRN EN ISO 10319:2008	Geosintetici – Vlačno ispitivanje na širokim trakama (ISO 10319:2008; EN ISO 10319:2008), Geosynthetics – Wide-width tensile test (ISO 10319:2008; EN ISO 10319:2008)
HRN EN ISO 10320:2001	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Identifikacija na gradilištu (ISO 10320:1999; EN ISO 10320:1999), Geotextiles and geotextile-related products – Identification on site (ISO 10320:1999; EN ISO 10320:1999)
HRN EN ISO 10321:2008	Geosintetici – Vlačno ispitivanje spojeva/šavova na širokim trakama (ISO 10321:2008; EN ISO 10321:2008), Geosynthetics – Tensile test for joints/seams by wide-width strip method (ISO 10321:2008; EN ISO 10321:2008)
prEN ISO 10776	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Određivanje vodopropusnosti okomito na ravninu sa opterećenjem (ISO/DIS 10776:2011.) Geotextiles and geotextile-related products – Determination of water permeability characteristics normal to the plane, under load (ISO/DIS 10776:2011.)
HRN EN ISO 11058:2011.	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Određivanje vodopropusnosti okomito na ravninu bez

	opterećenja (ISO 11058:2011.; EN ISO 11058:2011.), Geotextiles and geotextile-related products – Determination of water permeability characteristics normal to the plane, without load (ISO 11058:2011.; EN ISO 11058:2011.)
HRN EN 12224:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Određivanje otpornosti na starenje (EN 12224:2000), Geotextiles and geotextile-related products – Determination of the resistance to weathering (EN 12224:2000)
HRN EN 12225:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Metoda za određivanje mikrobiološke otpornosti postupkom zakapanja u tlo (EN 12225:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- Method for determining the microbiological resistance by a soil burial test (EN 12225:2000)
HRN EN 12226:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Opći postupci za vrednovanje nakon ispitivanja postojanosti (EN 12226:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- General tests for evaluation following durability testing (EN 12226:2000)
HRN EN ISO 12236:2008	Geosintetici -- Ispitivanje statičkim probijanjem (CBR ispitivanje) (ISO 12236:2006; EN ISO 12236:2006) Geosynthetics -- Static puncture test (CBR test) (ISO 12236:2006; EN ISO 12236:2006)
HRN EN ISO 12956:2011.	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Određivanje karakteristične veličine otvora (ISO 12956:2011.; EN ISO 12956:2011.), Geotextiles and geotextile-related products -- Determination of the characteristic opening size (ISO 12956:2011.; EN ISO 12956:2011.)
HRN EN ISO 12957- 1:2005	Geosintetici -- Određivanje značajki trenja -- 1. dio: Ispitivanje izravnim posmikom (ISO 12957-1:2005; EN ISO 12957-1:2005), Geosynthetics -- Determination of friction characteristics -- Part 1: Direct shear test (ISO 12957-1:2005; EN ISO 12957-1:2005)
HRN EN ISO 12957- 2:2005	Geosintetici -- Određivanje značajki trenja -- 2. dio: Ispitivanje na nagnutoj ravnini (ISO 12957-2:2005; EN ISO 12957-2:2005), Geosynthetics -- Determination of friction characteristics -- Part 2: Inclined plane test (ISO 12957-2:2005; EN ISO 12957-2:2005)
HRN EN ISO 12958:2011.	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Određivanje kapaciteta otjecanja vode u ravnini (ISO 12958:2011.; EN ISO 12958:2011.), Geotextiles and geotextile-related products -- Determination of water flow capacity in their plane (ISO 12958:2011.; EN ISO 12958:2011.)
HRN EN 13251/A1:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izvođenju zemljanih radova, temelja i potpornih konstrukcija (EN

	13251:2000/A1:2005), Geotextiles and geotextile-related products -- Required characteristics for use in earthworks, foundations and retaining structures (EN 13251:2000/A1:2005)
HRN EN 13251:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izvođenju zemljanih radova, temelja i potpornih konstrukcija (EN 13251:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in earthworks, foundations and retaining structures (EN 13251:2000)
HRN EN 13252/A1:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu u drenažnim sustavima (EN 13252:2000/A1:2005), Geotextiles and geotextile-related products -- Required characteristics for use in drainage systems (EN 13252:2000/A1:2005)
HRN EN 13252:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu u drenažnim sustavima (EN 13252:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in drainage systems (EN 13252:2000)
HRN EN 13253/A1:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu u sustavima kontrole vanjske erozije (EN 13253:2000/A1:2005), Geotextiles and geotextile-related products -- Required characteristics for use in external erosion control systems (EN 13253:2000/A1:2005)
HRN EN 13253:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu u zaštiti od erozije (zaštita obale, obaloutvrde) (EN 13253:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in erosion control works (coastal protection, bank revetments) (EN 13253:2000)
HRN EN 13254/A1:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji akumulacijskih jezera i brana (EN 13254:2000/A1:2005), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in the construction of reservoirs and dams (EN 13254:2000/A1:2005)
HRN EN 13254/AC:2004	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji akumulacijskih jezera i brana (EN 13254:2000/AC:2003), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in the construction of reservoirs and dams (EN 13254:2000/AC:2003)
HRN EN 13254:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji akumulacijskih jezera i brana (EN 13254:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in the construction of reservoirs and dams (EN 13254:2000)

HRN EN 13255/A1:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji kanala (EN 13255:2000/A1:2005), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in the construction of canals (EN 13255:2000/A1:2005)
HRN EN 13255/AC:2004	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji kanala (EN 13255:2000/AC:2003), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in the construction of canals (EN 13255:2000/AC:2003)
HRN EN 13255:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji kanala (EN 13255:2000), Geotextiles and geotextile-related products -- Characteristics required for use in the construction of canals (EN 13255:2000)
HRN EN ISO 13428:2005	Geosintetici -- Određivanje učinkovitosti zaštite geosintetikom od oštećenja udarcem (ISO 13428:2005; EN ISO 13428:2005), Geosynthetics -- Determination of the protection efficiency of a geosynthetic against impact damage (ISO 13428:2005; EN ISO 13428:2005)
HRN EN ISO 13431:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Određivanje puzanja pri vlaku i ponašanje pri slomu uslijed puzanja (ISO 13431:1999; EN ISO 13431:1999), Geotextiles and geotextile-related products -- Determination of tensile creep and creep rupture behaviour (ISO 13431:1999; EN ISO 13431:1999)
HRN EN ISO 13433:2008	Geosintetici -- Ispitivanje dinamičkim probijanjem (ispitivanje padajućim stošcem) (ISO 13433:2006; EN ISO 13433:2006), Geosynthetics -- Dynamic perforation test (cone drop test) (ISO 13433:2006; EN ISO 13433:2006)
HRN EN ISO 13437:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Metoda za ugradnju uzoraka u tlo, vađenje uzoraka iz tla i ispitivanje uzoraka u laboratoriju (ISO 13437:1998; EN ISO 13437:1998), Geotextiles and geotextile-related products -- Method for installing and extracting samples in soil, and testing specimens in laboratory (ISO 13437:1998; EN ISO 13437:1998)
HRN EN ISO 13438:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Selektivna ispitna metoda za određivanje otpornosti na oksidaciju (ISO 13438:2004; EN ISO 13438:2004), Geotextiles and geotextile-related products -- Screening test method for determining the resistance to oxidation (ISO 13438:2004; EN ISO 13438:2004)
HRN EN 14030:2004	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Selektivna metoda ispitivanja za određivanje otpornosti prema kiselim i lužnatim tekućinama (ISO/TR 12960:1998, preinačena; EN 14030:2001+A1:2003), Geotextiles and geotextile-related products -- Screening test method for determining the resistance to acid and

	alkaline liquids (ISO/TR 12960:1998, modified; EN 14030:2001+A1:2003)
HRN CEN/TR 15019:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom -- Kontrola kvalitete na gradilištu (CEN/TR 15019:2005), Geotextiles and geotextile-related products -- On-site quality control (CEN/TR 15019:2005)
DIN 60500-4:2007.	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – dio 4: Određivanje vodopropusnosti okomito na ravninu pri konstantnom hidrauličkom gradijentu Geotextilien und geotextilverwandte Produkte - Teil 4: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit normal zur Ebene unter Auflast bei konstantem hydraulischen Höhenunterschied
