

GEOKRATA

SUSTAV STABILIZACIJE SLABONOSIVOG TLA

PRIMJENA U POVEĆANJU SIGURNOSTI I
ZAŠTITI OD EROZIJE OBALA, KANALA I REZERVOARA



UGRADNJA NA PADINAMA

Primjena TABOSSYSTEM-a rješava mnoge probleme koji se javljaju pri održavanju stabilnosti tla na obroncima i padinama. Zatvaranje zemljišta ili agregata unutar stanica povećava otpornost na eroziju, štiti od migracije čestica prema dolje. Za punjenje sustava mogu se koristiti tla s vegetacijom, tla od iskopa, šljunak, kamen ili beton. Dobro ukorjenjena vegetacija smatra se učinkovitim i atraktivnim oblikom zaštite padina izloženih umjerenoj površinskoj eroziji. U slučajevima jakih površinskih vodenih struja zaštita od erozije vegetacijom nije učinkovita jer će pod utjecajem istih doći do progresivnog ispiranja čestica u zoni korijena biljaka. Takvo djelovanje dovodi do soliflukcije te postoji mogućnost uništenja kompletnog pokrovnog sustava.

U slučaju TABOSSYSTEM-a zidovi ćelija formiraju sekciju ispunjenu tlom koja se proteže niz kompletnu padinu. U normalnim okolnostima producira se koncentrirano površinsko otjecanje, koje prati ravninu, te se sprečava i kontrolira gibanje pokrivnog tla. Ovaj mehanizam smanjuje protok i brzinu vode što utječe na smanjenje vrijednost erozivne snage. Za površinsku obradu staza posebno se preporučuje korištenje geosaća TABOSS II (potvrda o Tvorničkoj kontroli kvalitete CE 1488-CPD-0095; Odobrenje AT/2002-04-1216 - 6.02.2012r). Proizvod je načinjen od rezanih i perforiranih polipropilenskih traka visoke gustoće. Trake omogućuju ravnomjernu distribuciju površinskog naprezanja. Kod sustava ispunjenih materijalom pogodnim za razvijanje vegetacije razvijaju se korijeni biljaka. Korijeni prodiru u dublje slojeve stvarajući zaštitni sloj i time jačaju cijelu površinu sekcije. Korištenje geosaća na suhim tlima pogoduje razvoju vegetacije jer struktura drži vlagu u gornjem sloju tla. Prirodna sklonost zaštitnog sloja na strmini je sklonost klizanju prema dolje što nije slučaj kod sustava koji su dobro povezani sa temeljnim tlom. Stoga je bitno osigurati sustav i njegovu stabilnost, a mogućnost klizanja svesti na minimum.



OPĆE ZNAČAJKE KORIŠTENJA GEOSAĆA

Geosaće se sastoji od skupa polietilenskih traka visoke gustoće (HDPE). Trake su perforirane i međusobno spojene točkastim ultrazvučnim zavarivanjem s obje strane. Točke zavara okomite su na os trake geosaća. Kod standardnih geosaća širina trake iznosi 75 mm, a udaljenost između zavara iznosi 680 mm. Geosaće se proizvodi u dijelovima koji se nazivaju sekcije. Sekciju čini šezdeset traka. U nerazvijenom stanju geosaće je skup traka i kao takvo pogodno je za skladištenje i transport. U razvijenom položaju sekcija je skup zakrivljenih čelija koje imaju blago zakrivljene stranice i zajedničke vrhove. Razvijeno geosaće čini trodimenzionalnu staničnu strukturu. Materijal od kojeg se izrađuju geosaće je zapaljiv. Na temperaturi od 130 °C dolazi do taljenja materijala, a pri 360 °C dolazi do zapaljenja.

Tabela 1 prikazuje tehničke karakteristike TABOSS perforiranog sustava visine 75 mm.

R.br.	Svojstva	Jedinica	Vrijednost	Metoda ispitivanja
1	Širina trake	mm	75 mm	izmjereno
2	Vlačna čvrstoća trake	kN/m	15,00	PN-EN 10319
3	Čvrstoća smicanja	kN/m	22,00	PN-EN 10321
4	Otpornost na trganje	kN/m	21,00	PN-EN 10321

Tabela: 1



TABOS SUSTAV - KORIŠTENJE NA AUTOCESTI A1 U POLJSKOJ

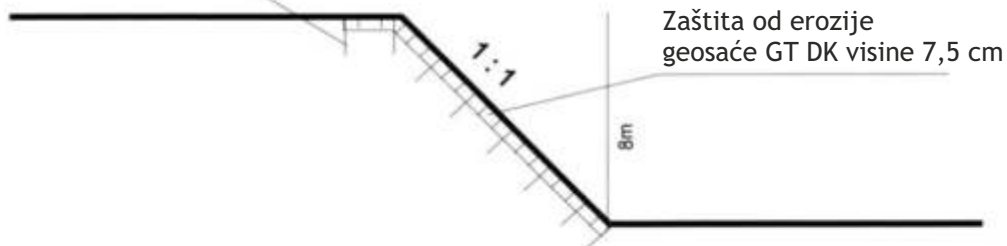
TABOS SUSTAV STABILIZACIJE TLA NA PADINAMA 1:1

- Za zaštitu padina visine 6 m na autocesti A1 u Poljskoj korišteno je geosaće GT DK visine 75 mm
- Dogovoreni broj ankera za sidrenje tipa "J" na 100mb iznosi: kruna (50 + 25) + pokos 420 što iznosi 0,8 kom/m²
- Kako bi se izbjeglo istežanje, sekcija mora biti pričvršćena za tlo i za susjedni sekciju korištenjem vezica. Predlaže se upotreba 545 kom na 100mb tj. 0,9 kom/m². Preporučljivi razmak vezica je minimalno 0,6 m, na slici prikazano 1,5 m

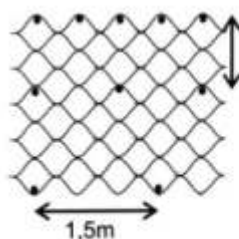


PROVEDBA OSIGURANJA PADINE

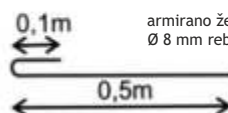
Sidro tipa "J"



Shema učvršćenja u poljima (Nagib 1:1)



SIDRO ZA UČVRŠĆIVANJE GEOSAĆA

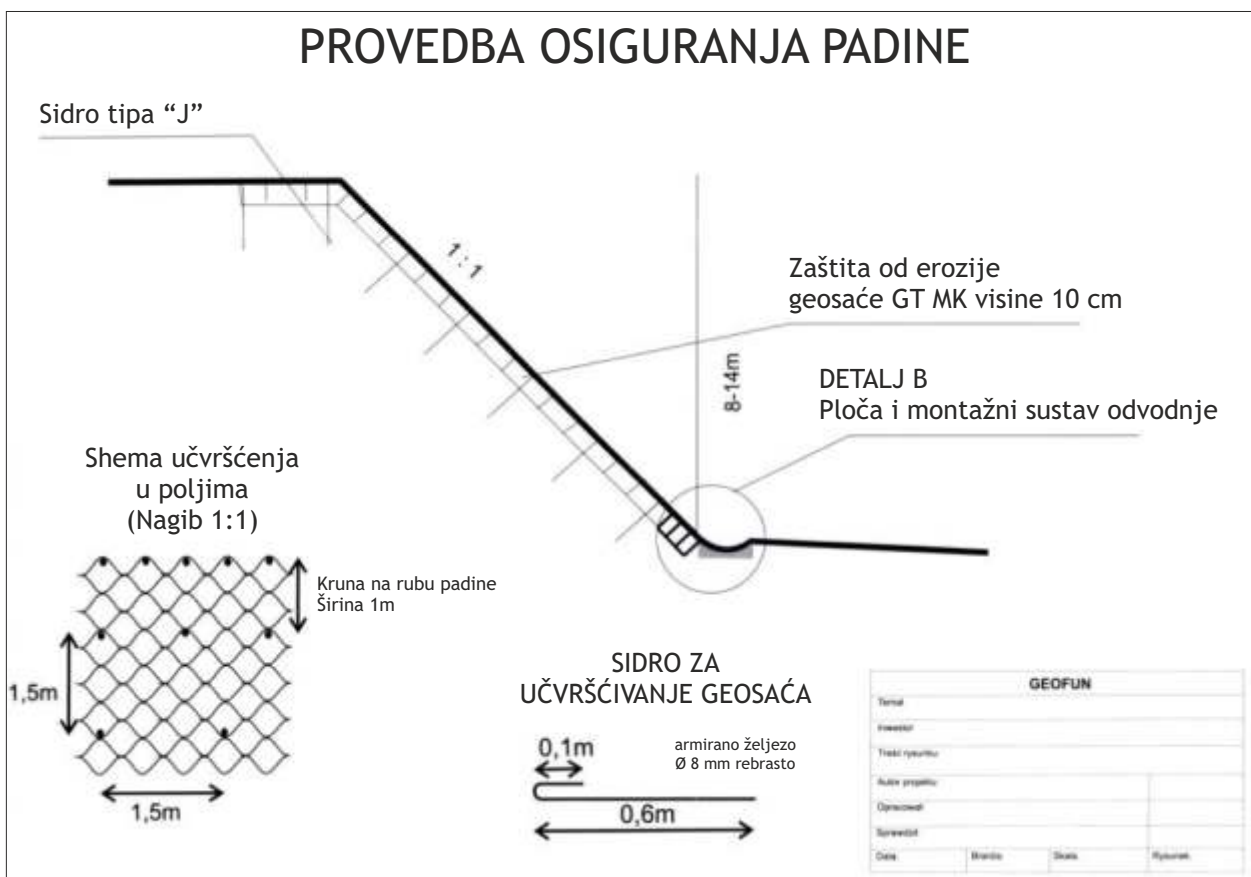


armirano željezo
Ø 8 mm rebrasto

GEOFUN			
Ime:			
Ime:			
Ime:			
Ime:			
Ime:			
Ime:			
Ime:			
Ime:			
Ime:			
Ime:			

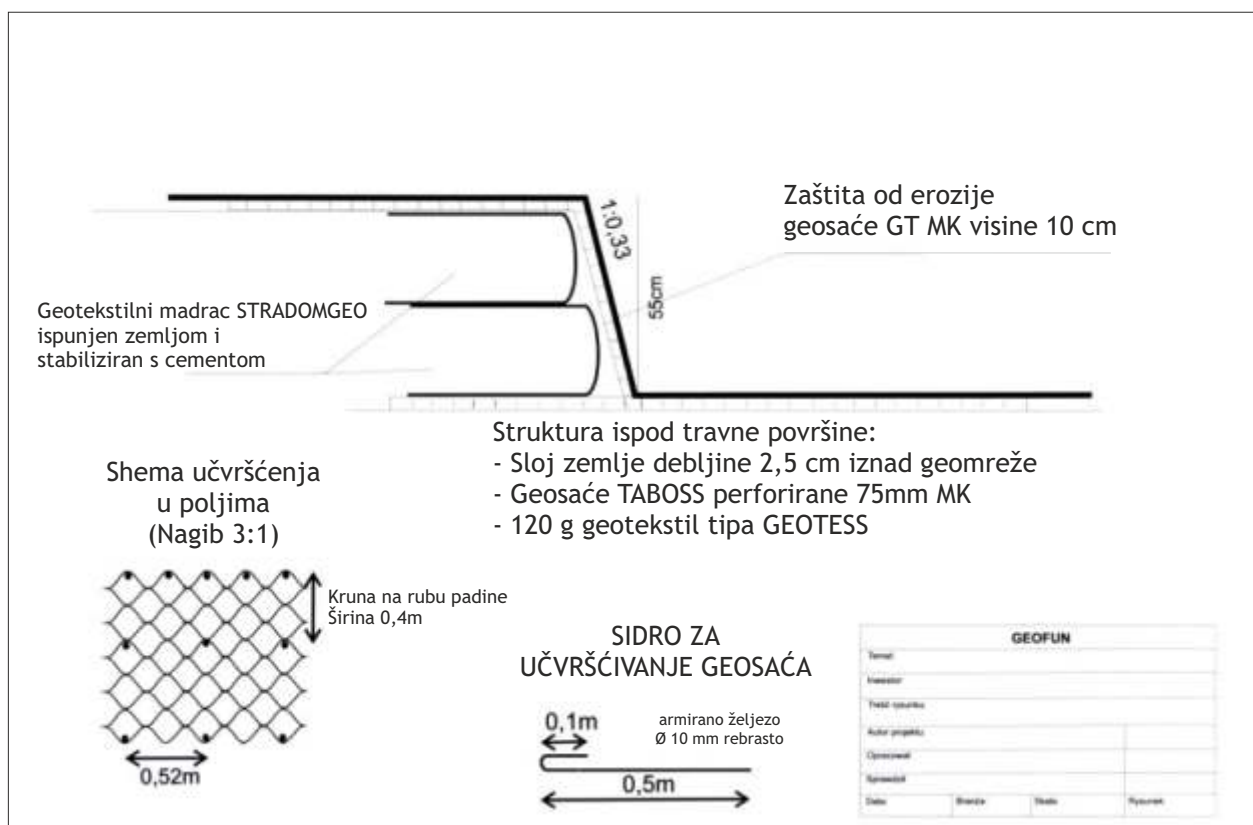
1. TABOS SUSTAV STABILIZACIJE TLA NA PADINAMA 1:1

- Za zaštitu padina visine 12-16 m na autocesti A1 u Poljskoj korišteno je geosaće GT MK visine 100 mm
- Dogovoreni broj ankera za sidrenje tipa "J" na 100mb iznosi: kruna (192 + 96) + pokos 400 što iznosi 0,52 kom/m²
- Kako bi se izbjeglo istežanje, sekcija mora biti pričvršćena za tlo i za susjedni sekciju korištenjem vezica. Predlaže se upotreba 1155 kom na 100mb tj. 1,2 kom/m². Preporučljivi razmak vezica je minimalno 1 m, na slici prikazano 1,5 m



2. TABOS SUSTAV STABILIZACIJE TLA NA PADINAMA 1:0,33

- Za zaštitu relativno strme ali kratke padine u Varšavi korišteno je geosaće GT MK visine 100 mm
- Dogovoreni broj ankera za sidrenje tipa "J" na 100mb iznosi: kruna (385 + 192) + pokos 277 što iznosi 7 kom/m²
- Kako bi se izbjeglo istežanje, sekcija mora biti pričvršćena za tlo i za susjedni sekciju korištenjem vezica. Predlaže se upotreba 230 kom na 100mb tj. 0,5 kom/m². Preporučljivi razmak vezica je minimalno 1 m, na slici prikazano 1,5 m

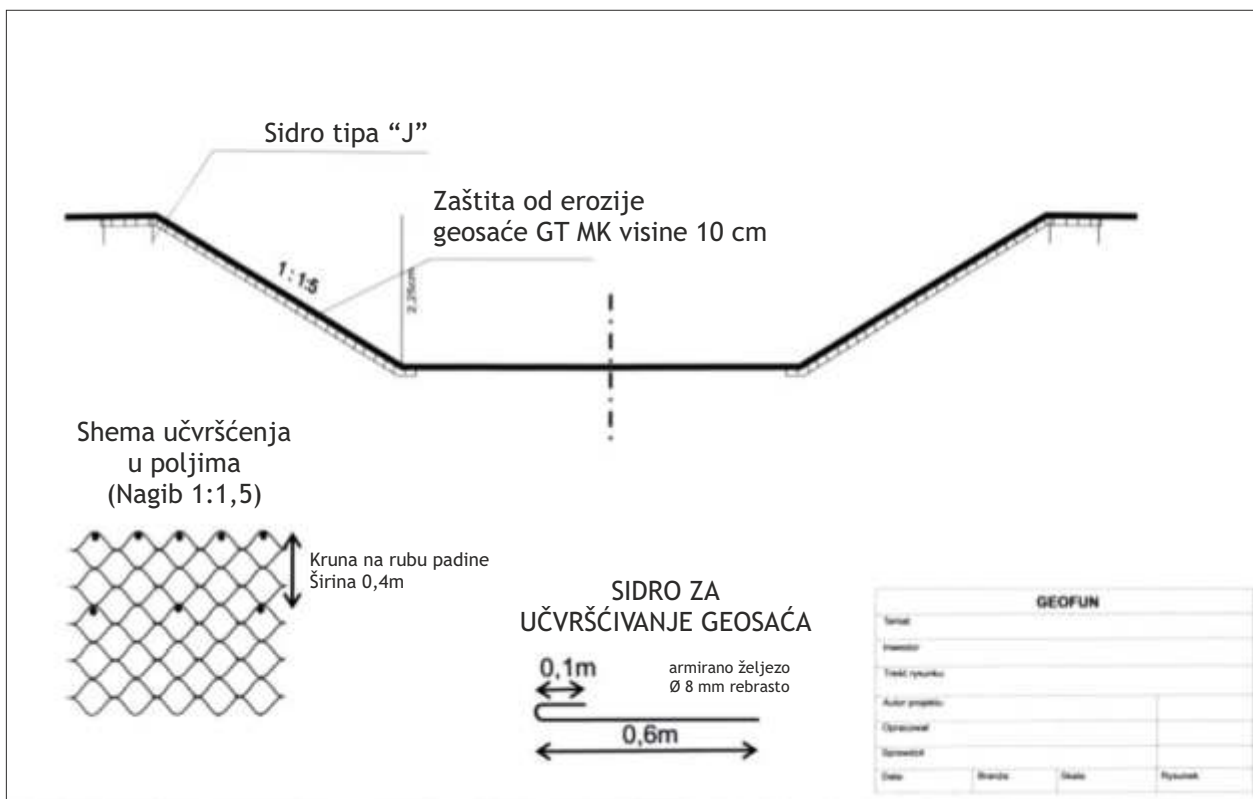


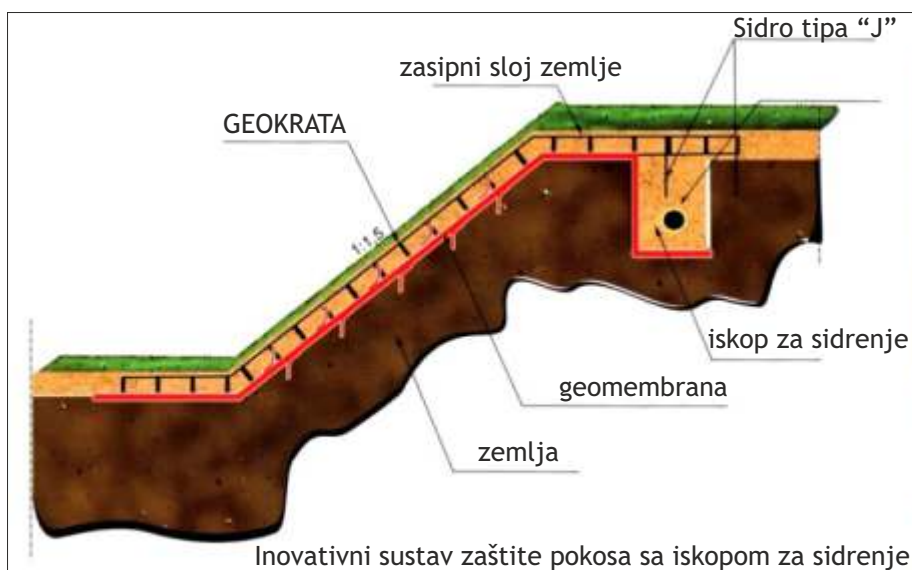
REZULTATA ISPITIVANJA NA TERENU

Proučavanjem parametara određenog materijala u teoriji često ne možemo dobiti jasnu predodžbu o ulozi materijala. Stoga su stručnjaci sa sveučilišta iz Opoleja u Poljskoj proveli istraživanje učinkovitosti TABOSS sustava na terenu. Iz studije su došli do slijedećih zaključaka: izgradnja nasipa i pokosa korištenjem madraca od geotekstila i geosaća rezultira visokom učinkovitošću u zaštiti tla i dugim vijekom trajanja. Korištenjem geosintetika smanjuje se količina potrebnog materijala i prostora za izgradnju objekata u odnosu na tradicionalne metode izgradnje.

3. TABOS SUSTAV STABILIZACIJE TLA NA PADINAMA 1:1,5

- Za zaštitu zidova vodospremnika uz autocestu A1 u Poljskoj sa duljinom pokosa od 5 m korišteno je geosaće GT MK visine 100 mm
- Dogovoreni broj ankera za sidrenje tipa "J" na 100mb iznosi: kruna (385 + 192) što iznosi 2 kom/m²
- Kako bi se izbjeglo istežanje, sekcija mora biti pričvršćena za tlo i za susjedni sekciju korištenjem vezica. Predlaže se upotreba 230 kom na 100mb tj. 0,5 kom/m². Preporučljivi razmak vezica je minimalno 1 m, na slici prikazano 1,5 m





4. INOVATIVNI SIGURNOSNI SUSTAV S ROVOVIMA

Ovakav sustav kreiran je za zaštitu okoliša. Njegova inovativnost leži u kombiniranju materijala kako bi se osiguralo brtvljenje tj. hidroizolacija sa hidroizolacijskom membranom i TABOSS geosaćem kao učinkovitim sustavom za zaštitu od erozije tla. Geomembrana je izrađena tako da s obje strane ima sustav koji služi za učvršćivanje rešetke geosaća bez potrebe za tradicionalnom metodom sidrenja korištenjem klinova za sidrenje. Do sada nije bilo mogućnosti izrade ovakvog sustava jer nije postojao način na koji bi se sustav učvrstio bez oštećenja membrane. Ovakav sustav jamči održivost stabilnosti struktura padina i pri velikim nagibima zbog načina izrade donje strane geomembrane.

PRIJEDLOG TVRTKE TABOSS ZA SIGIRNU ZAŠTITU POKOSA

Standardna rješenja za zaštitu staza i nasipa upotrebom geosintetskih materijala. Da bi se postigla prikladna zaštita potrebno je ispuniti dva uvjeta: treba izračunati stabilnost padine da bismo bili sigurni da nije potrebno dodatno ojačanje i treba pravilno izabrati parametre geosintetika. Uzimajući u obzir vrste tla na području Poljske u tablici su prikazane najčešće vrste rješenja ovisno o kutu nagiba, duljini padine i vrsti materijala kojim se TABOSS geosaće ispunjava.

Vrsta geosaća	Prekrivanje humusom							Prekrivanje kamenom		
	1:3 18*	1:2 27*	1:1,5 33*	1:1 45*	1:0,65 56*	1:0,5 64*	1:0,5 64*	1:2 27*	1:1,5 33*	1:1 45*
GT MK 25 MM	x							Ne preporučuje se zbog gustoće agregata		
GT DK 50 MM	x	x	x							
GT DK 75 MM		x	x	x*						
GT DK 100 MM			x	x						
GT MK 100 MM				x	x	x	x*	x	x*	x*
GT MK 150 MM				x	x	x	x	x	x	x
* - označava primjere rješenja glede sigurnosti										



Padinu na koju želimo postaviti geosaće potrebno je prethodno zbiti. Geosaće prije ugradnje treba poravnati koliko je to moguće. Geosaće postavljati na pripremljenu podlogu počevši od krune pokosa. Ukupna površina geosaća mora biti učvršćena za podlogu klinovima tipa "J" i to horizontalno svakih 150 cm (svaka treća ćelija) i okomito svakih 150 cm (svaka treća ćelija). Da bi se smanjila koncentracija stresa u geosaću sljedeći red "J" klinova mora biti pomaknut 50 cm horizontalno u odnosu na prethodni red. Geosaće treba saviti uz gornji rub krune u širini od 1 m. Svaka stanica saća u prvom redu trebala bi biti učvršćena za podlogu. Ispunu treba posipati od krune pokosa prema dnu i to za oko 3 cm višlje od ruba geosaća. Za zbijanje koristiti vibracijsku ploču ili valjke. Sabiti do vrijednosti Proctor > 0,95. Po potrebi dodavati materijal kako ne bi došlo do oštećenja geosaća. Na sabijenu ispunu postaviti 1 - 2 cm humusa i zasijati travu. Travu zalijevati u narednih nekoliko dana pazeći pri tome da zalijevanje ne bude preobilno i da mlaz vode ne bude prejak kako ne bi došlo do ispiranja humusa prije rasta vegetacije.



OPĆE ZNAČAJKE GOESINTETIKA

Netkani geotekstili od kratkih sortiranih vlakana imaju uglavnom iste vrijednosti vlačne čvrstoće u uzdužnim i poprečnim trakama. Ugrađeni materijal pod opterećenjem preuzima oblik podloge, a visoka granica rastezanja, fleksibilnost i čvrstoća čine materijal posebno pogodnim kao sloj za odvajanje, filtraciju i propuštanje vode. Geotekstil je efikasan za nevedene svrhe u horizontalnom i vertikalnom smjeru između temeljnog sloja i sloja kojim je padina prekrivena.

Geotekstili imaju kompaktan oblik, izdržljivu i grubu teksturu koja pruža izvrsnu prionljivost (adhezija) i suradnju sa zemljom i raznim agregatima. Značajno se prilagođavaju lokalnoj deformaciji tla, koja se širi, bez straha od prekida kontinuiteta materijala.

R.br.	Svojstva	Jedinica	Vrijednost	Metoda ispitivanja
1	Masa po jedinici površine	g/m ²	170	PN-EN 9864
2	Vlačna čvrstoća MD/CMD	kN/m	13,00/13,00	PN-EN 10319
3	Probojna sila CBR	kN	2,2	PN-EN 12236
4	Protočnost okomito na ravninu	m/s	10 x 10 ⁻³	PN-EN 11058

Tabela: 2

TABOSS ističe inovativni, patentirani sustav spajanja (Patent broj 63 459), čija je prednost spajanje sekcija samoosiguravajućim kabelskim vezama. Tako se postiže učinak homogene polukrute zajednice. Kombiniranjem dijelova usporedive jakosti traka eliminirana je najslabija karika. Da bi se postigla odgovarajuća stabilnost i utjecaj polukrutih panela ili sekcija spojenih geosaća zajedno moraju imati životni vijek kako je prikazano u tablici 3.

1	Čvrstoća polukrute ploče	N	655 : 700	PN-EN 50146
2	Trajnost: - prekrivanje unutar mjesec dana od ugradnje - životni vijek od najmanje 25 godina u prirodnim tlima s pH vrijednosti 4<pH<9 i temperaturom tla <250 C° na temelju studije mikro-biološke otpornosti (EN 12 225)			

Tabela: 3

KONTROLNI IZRAČUN STATIKE

Za kontrolni izračun statike uzeti su geotehnički parametri padine od fine gline i umjereno koncentrirane pijeskom. Podaci su uzeti na temelju općih informacija i podataka iz literature.

Gama-04/ZS Datum izračuna: 23. srpanj 2010.

ZAŠTITA POKOSA STANIČNIM GEOSAĆEM

A1 STRABAG

PODACI

Vrsta tla - Zbijeno fino glineno tlo s primjesom pijeska

Modul susceptibilnosti tla na dubini 2 m	$C(-2) = 40000 \text{ kN/m}^3$
Kut unutarnjeg trenja pri dnu padine	$f_{ik} = 19,0^\circ$
Kut nagiba padine	$\alpha_{sk} = 45,0^\circ$
Koeficijent zbijenosti tla	$\gamma_a p = 1,400$
Visina geosaća	$h_g = 0,075 \text{ m}$
Dimenzije odjeljka geosaća	
- poprečno	$B_k = 0,500 \text{ m}$
- uzdužno	$H_k = 0,420 \text{ m}$
Promjer ankera	$F_{is} = 10,0 \text{ mm}$
Duljina ankera	$l_s = 0,650 \text{ m}$

REZULTATI

Okretni moment ankera

(po 1 m^2 padine)

$M_w = 0,399 \text{ kNm}$

Potreban broj ankera po 1 m^2 padine

$n_{s0} = 0,7 \text{ kom/m}^2$

dogovoreno $n_{ss} = 0,8 \text{ kom/m}^2$

Raspored ankera - poprečno
- uzdužno

$r_p = 1,00 \text{ m}$ (svaka druga ćelija)
 $r_u = 1,26 \text{ m}$ (svaka treća ćelija)

TEHNIČKE SMJERNICE ZA UGRADNJU GEOSAĆA

Geosaće prije ugradnje ispraviti, a podlogu sabiti što je više moguće. Na tako pripremljenu podlogu postaviti netkani geotekstil te ga učvrstiti za podlogu. Na geotekstil postavljati geosaće TABOSS TDP visine 75 mm počevši od krune pokosa. Ukupna površina geosaća mora biti učvršćena za podlogu klinovima tipa "J" i to horizontalno svakih 100 cm (svaka druga ćelija) i okomito svakih 126 cm (svaka treća ćelija). Da bi se smanjila koncentracija stresa u geosaću sljedeći red "J" klinova mora biti pomaknut 50 cm horizontalno u odnosu na prethodni red. Geosaće preklopiti na krunu u širini najmanje 60 cm. Preporuča se 1 m. Svaka ćelija saća u prvom redu trebala bi biti učvršćena za podlogu. Ispunu treba posipati od krune pokosa prema dnu i to za oko 3 cm višlje od ruba geosaća.



Za zbijanje koristiti vibracijsku ploču ili valjke. Sabiti do vrijednosti Proctor $> 0,95$. Po potrebi dodavati materijal kako ne bi došlo do oštećenja geosaća. Na sabijenu ispunu postaviti 1 - 2 cm humusa i zasijati travu. Travu zalijevati u narednih nekoliko dana pazeći pri tome da zalijevanje ne bude preobilno i da mlaz vode ne bude prejak kako ne bi došlo do ispiranja humusa prije rasta vegetacije.