

RAZLIČITE MOGUĆNOSTI PRIMJENE GEOSINTETIKA KAO METODE STABILIZACIJE TLA PRI GRADNJI ŠUMSKIH CESTA

DIFFERENT POSSIBILITIES OF APPLICATION OF GEO-SYNTHETICS AS A METHOD OF SOIL STABILIZATION IN FOREST ROAD CONSTRUCTION

Dragutin PIČMAN* I Tibor PENTEK**

SAŽETAK: Izvedba šumskih cesta na slabo nosivim tlima često je moguća samo primjenom različitih metoda stabilizacije tla. Poboljšanje tla geosinteticima je postupak koji i u klasičnom građevinarstvu i u gradnji šumskih prometnica zadnjih 30-ak godina ima tendenciju sve učestalije uporabe. Prve probne dionice u Hrvatskoj izvedene su na šumskim cestama, pa su samim time šumarski stručnjaci graditelji zaslužni za afirmaciju geosintetika u graditeljstvu Hrvatske. U radu je napravljen kratak povijesni pregled razvoja primjene ove metode, raščlanjene su vrste geosintetika prema novim gledištima u svijetu, opisan je tehničko-tehnološki postupak same stabilizacije, navedena je potrebna mehanizacija, predloženo je područje primjene ove metode, a obavljena je i usporedna analiza s ostalim metodama stabilizacije tla.

Ključne riječi: stabilizacija tla, geosintetici, nenosivo tlo, šumske ceste

UVOD – Introduction

Prometno opterećenje na šumskim cestama je osobito; nije velike gustoće, povremeno je s dominantnim udjelom teških vozila s velikim specifičnim pritiskom kotača po jedinici površine. Zbog karaktera i uloge šumskih cesta kolničke konstrukcije grade se većinom bez vezanog zastora, a stabilnost i trajnost kolničke konstrukcije ponajviše ovisi o nosivosti podloge-posteljice. Na nenosivim i slabonosivim šumskim tlima nekoherentne strukture, potrebno je provesti postupak stabilizacije, odnosno poboljšanja nosivosti tla. Budući su tla većine naših nizinskih šuma slabonosiva, a kako

je to područje rasta i razvoja najvrijednijih gospodarskih šuma s visoko vrijednom drvnom masom koja na tržištu postiže najveću cijenu, to je izučavanje problematike stabilizacije tla kod izgradnje šumskih cesta itekako važno za šumarstvo Hrvatske. Jedna od najprimjenjivijih metoda stabilizacije tla u graditeljstvu je stabilizacija *geosinteticima*. Kako ovaj način poboljšanja tla u svijetu ima trend rasta, mišljenja smo da metodu treba ispitati i učestalije ju koristiti pri gradnji šumskih cesta.

POVJESNI PREGLED RAZVOJA PRIMJENE GEOSINTETIKA Historical overview of development of geo-synthetics application

Proizvodi od sintetičkih materijala koji su namijenjeni uporabi u graditeljstvu pojavili su se u značajnijoj mjeri prije tridesetak godina i od tada se njihova primjena ubrzano širi.

Geosintetici su prvi puta opsežnije uporabljeni u graditeljstvu 1953. godine u Nizozemskoj. Tada se nakon katastrofalnih poplava koje su uništile oko 150 000 ha tla počeo razvijati tzv. *Delta projekt* za obnovu jugozapadnog djela Nizozemske. Kako je radove što prije trebalo privesti kraju, a uslijed nedostatka kvalitetnih pri-

*Doc. dr. sc. Dragutin Pičman, Šumarski fakultet Zagreb

**Tibor Pentek, dipl. inž., Šumarski fakultet Zagreb

rodnih materijala, uporabljeni su sintetički materijali u kombinaciji sa pijeskom. Foliya od najlonskih traka debljine 1,0 mm i širine 10 cm povezana s najlonskim vrećama napunjenim pjeskom, položena je na morsko dno radi spriječavanja erozije uslijed morske vode i valova.

Krajem šezdesetih godina francuska tvornica *Rhone-Paulance Textiles*, započela je proizvodnju netkanih tekstila izgleda "filca" s osnovnom namjenom pojačanja donjega sloja pri izvedbi cesta i željezničkih pruga. Osnovna funkcija ovog novog proizvoda bila je armiranje i razdvajanje različitoga materijala.

Netkane su tekstile potom počele proizvoditi i druge tvornice: *ICI Forbes* u Velikoj Britaniji, *Chemie Linz* u Austriji, *Du Pont* u SAD-u ...

Polimerne mreže (*Netlon Ltd.*) po prvi su puta uporabljene 1965. godine u Engleskoj i Japanu, a svrha im je bila ojačati slabo nosivo tlo u izgradnji prometnica.

U Hrvatskoj je prva pokusna primjena netkanog tekstila izvedena 1973. godine na šumskoj cesti s nevezanim zastorom. Korišten je netkani tekstil proizvod tvornice *Chemie Linz* iz Austrije.

Prvi domaći proizvođač netkanih tekstila i poliesterskih mreža kod nas je tvornica *LIO* iz Osijeka. Proizvodi ove tvornice su sredinom sedamdesetih godina primijenjeni prvo na šumskim i poljoprivrednim cestama. Tek 1977. godine došlo je do uporabe netkanih tekstila pri gradnji dionice auto-ceste Zagreb-Slavonski Brod kod Lipovljana.

Tvornica *Regeneracija* iz Zaboka također je počela proizvoditi netkane tekstile koji su korišteni pri izvedbi prometnica kod nas i u svijetu.

Tvornica plastičnih masa *Analit* iz Osijeka usvojila je tehnologiju proizvodnje polimernih mreža tipa *Netlon*, koje se u Hrvatskoj nalaze u uporabi od sredine sedamdesetih godina.

VRSTE GEOSINTETIKA – Types of geo-synthetics

Prema svojoj osnovnoj građi kao i prema namjeni, geosintetike možemo podijeliti u sljedeće grupe i podgrupe:

- geotekstili
 - ⇒ netkani geoteksili
 - ⇒ tkani geoteksili
 - ⇒ pleteni geoteksili
- geomreže
- geomembrane
- geokompozite

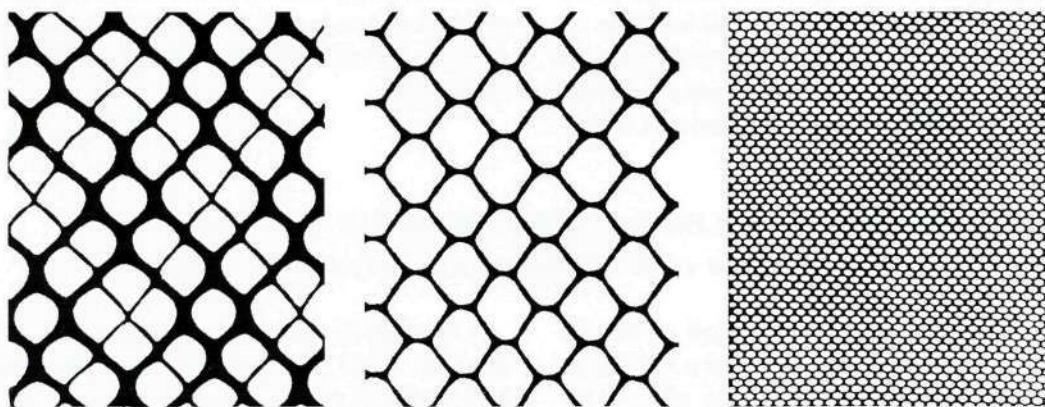
Geoteksili su izrađeni od posebno složenih i učvršćenih vlakana, tako da imaju oblik i izgled "filca". Osnovna im je uloga koju po stabilizaciji tla moraju obna-

šati razdvajanje materijala, armiranje, filtriranje i dreniranje.

Geomreže su geosintetici otvorene građe, kod kojih su otvori puno veći od dimenzija materijala. Glavna zadaća im je armiranje, dok u pojedinim slučajevima mogu služiti i za razdvajanje materijala.

Geomembrane predstavljaju nepropusne folije, a služe za brtvljenje, tj. spriječavaju prolaz vode i plinova.

Geokompoziti su složeni materijali koji mogu biti od geotekstila i geomreža, od geomembrana i geomreža ili kombinacija navedenih materijala s drugim materijalima. Služe za ispunjavanje prije nabrojanih zadaća odnosno njihovih kombinacija.



Slika 1: Izgledi geomreža proizvedenih sustavom *Netlon*, (Babić i dr., 1995)

Fig. 1: Types of geo-nets produced by the system *Netlon*, (Babić and others, 1995)

PROIZVODNJA I OSNOVNI MATERIJALI ZA PROIZVODNJU GEOSINTETIKA

Production and basic materials for the production of geo-synthetics

Geosintetike proizvode tekstilna industrija i industrija plastičnih proizvoda. Sirovine, odnosno osnovni materijali za proizvodnju geosintetika su različiti polimerni materijali, čiji je glavni izvor petrokemijska industrija. Polimeri su materijali građeni od vrlo velikih molekula (makromolekula), koje se pak sastoje od brojnih malih jedinica sličnoga oblika (monomera). Da bi se monomeri mogli povezati u makromolekule, te na taj način stvoriti polimere, moraju proći kroz proces polimerizacije.

Polimeri kao sirovine imaju oblik praha ili zrnaca. Razlikujemo tri glavne skupine polimernih materijala:

- termoplastici
- termosetici
- elastomeri.

Svojstva polimera ovise o njihovoj građi, ali im je zajedničko svojstvo osjetljivost prema visokoj temperaturi. Zagrijavanje omogućuje njihovo oblikovanje ili posebno strukturiranje.

Glavne vrste polimernih materijala od kojih se proizvode geosintetici su:

- poliamid (PA)
- poliester (PES)
- polietilen (PE)
- polipropilen (PP)

STABILIZACIJA ŠUMSKIH CESTA GEOSINTETICIMA

Stabilization of forest roads by means of geo-synthetics

U šumarstvu će svoju najučestaliju primjenu naći geotekstili i geomreže, nešto će se manje rabiti geokompoziti, dok će uporaba geomembrana biti svedena na minimum. Zbog toga ćemo postupak stabilizacije tla pri izvedbi šumskih cesta opisati za metodu rada primjenom geotekstila i geomreža. Ove se dvije metode stabilizacije većim dijelom podudaraju i u tehničko-tehnološkom postupku i u primjeni potrebite mehanizirane potpore.

Područje primjene geosintetika pri gradnji šumskih cesta

The area of application of geo-synthetics in the construction of forest roads

Metoda je primjenjiva na slabonosivim i nenosivim tlima kao što su treset, humusno tlo, močvarno tlo, muljevi i slična tla, odnosno kada nije moguće postići odgovarajuću nosivost uobičajenim mehaničkim načinom stabilizacije, a ni raznovrsne kemijske stabilizacije nisu djelotvorne. Posebno se preporuča rabiti geosintetike kod onih tala koja imaju povoljna geomehanička svojstva, ali se nalaze u izrazito lošim hidrološkim prilikama tj. u stanju visoke vlažnosti koju nije moguće eliminirati.

Pri samom odabiru geosintetika treba naglasiti da su geomreže pogodnije kod onih tala koja imaju trajno smanjenu nosivost (močvarna tla, muljevi i sl.) dok su geotekstili osobito primjenjivi kod provlaženih i slabo nosivih tala koja imaju relativno povoljna geomehanička svojstva, i kod kojih se istiskivanjem i filtriranjem vode može postići konsolidacija.

Za konačan sud o tome je li tlo pogodno za provedbu stabilizacije geosinteticima, odnosno koji će geosintetik dati najpovoljnije konačne rezultate glede poboljšanja nosivosti kao najmanjih ukupnih troškova izvedbe ceste, nužno je i potrebno provesti propisana terenska i laboratorijska geomehanička ispitivanja uzoraka tla.

Postupak stabilizacije

The procedure of stabilization

Tlo na kojem se planira izvesti stabilizacija geosinteticima mora se najprije urediti. Ukoliko je potrebno, odstranjuju se panjevi, korijenje, šiblje i grmlje, kako ne bi došlo do probijanja ili oštećivanja geosintetika. U velikoj većini slučajeva skida se nenosivi humusni sloj tla, a cilj je doprijeti do nešto nosivijeg sloja. Ponekad se gornji vegetativni sloj ne smije dirati, jer je to najjači i najčvršći sloj tla. Poželjno je poravnati tlo i dati mu određeni nagib, jer to olakšava kasnije odstranjivanje vode pri konsolidaciji.

Geosintetici se na gradilište dopremaju u rolama obično širine 2,0 do 4,0 m i duljine 100 do 300 m. Masa takvih rola ograničena je mogućnostima manipulacije i najčešće iznosi 100 do 200 kg.

Geosintetici se polažu izravno na tlo razmotavanjem role, a posebno treba napomenuti da se role moraju preklapati i spajati uzdužno i poprečno, kako bi se zadržala željena kvaliteta izvedbe i postigla odgovarajuća nosivost gornjeg stroja.

Kod geotekstila možemo u praksi govoriti o tri moguća načina spajanja: preklapanjem, zavarivanjem, šivanjem. Spajanje preklapanjem je najjednostavnije, ali

je utrošak geotekstila kod ovog načina spajanja najveći. Preklopi moraju imati širinu 20 do 50 cm, što opet ovisi o vrsti tla i položaju preklopa. Za slabija tla preklopi su u pravilu veći nego za kvalitetnija tla, a isto tako preklopi poprečnog spoja moraju biti širi od preklopa uzdužnog spoja. Znatno je manji utrošak geotekstila ako spojeve varimo ili šivamo; preklopi su tada znatno uži i dovoljno je 10 do 20 cm materijala. Zavarivanje se obavlja primjenom plamenika i taljenjem geotekstila, a šivanje uporabom posebnih šivaćih strojeva i kvalitetnoga konca.

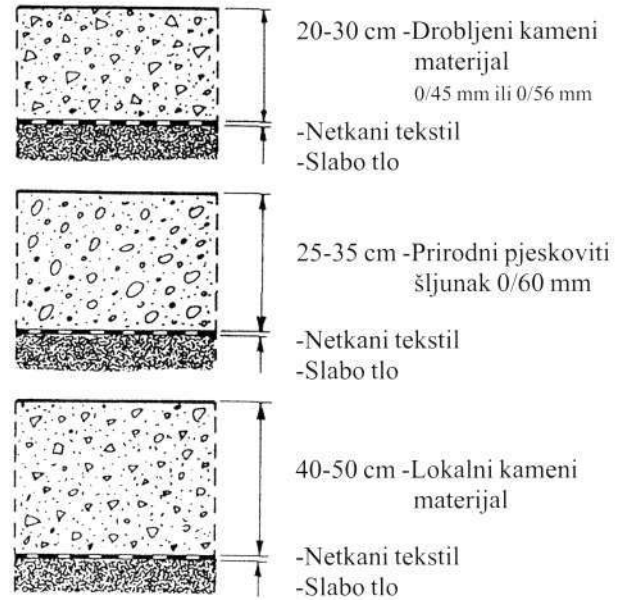
Geomreže se spajaju: preklapanjem, vezanjem, zabijanjem željeznih spojnica.

Na položeni geosintetik razastire se odgovarajući kameni materijal. Dovoženje i istovar kamioni obavljaju tzv. vožnjom sa "čela", tj. ne smiju se kretati po sloju geosintetika već samo po nasipanom sloju. Vožnja kamionima preko zrnatog materijala povoljno djeluje na njegovo sabijanje. Razastiranje i planiranje materijala izvodi se lakim buldožerima ili grejderima, a isplanirani se sloj sabija lakšim vibrovaljcima.

Na površini nasipnog sloja od zrnatog kamenog materijala mora biti postignuta takva nosivost da omogućuje izradbu daljnjih slojeva nasipa. Kontrola kvalitete navedenog poboljšanja (geosintetik + nasipni sloj od zrnatog kamena) može se izvesti na dva načina:

1. vožnjom opterećenog kamiona sa silom pritiska pojedinog kotača od 50 kN po jedinici površine, pri čemu u sloju zrnatog kamenog materijala ne smiju ostati trajne deformacije oblika kolotruga veće od 10 cm

2. određivanjem modula stišljivosti na svakih 100 m ceste pomoću kružne ploče, a modul stišljivosti mora iznositi najmanje 20 MN/m.



Slika 2: Različiti tipovi kolničkih konstrukcija šumskih cesta s neznatnim prometnim opterećenjem stabilizirani netkanim geotekstilima, (Babić i dr., 1995.)

Fig. 2: Different types of roadway construction of forest roads with slight traffic burden stabilized by unwoven geotextiles (Babić and others, 1995)

OSNOVNE ZADAĆE GEOTEKSTILA PO IZVEDENOJ STABILIZACIJI

Basic tasks of geo-textiles after the stabilization has been performed

Geosintetici ugrađeni u trup šumske ceste moraju obnašati ove zadaće:

Stvaranje razdvajajućeg sloja

The creation of separating layer

Ugradnjom geotekstila između dva sloja materijala različitih geomehaničkih karakteristika sprječava se njihovo miješanje i u uvjetima većih statičkih opterećenja. Na taj način postizemo očuvanje osnovnih fizičkih i mehaničkih svojstava, čak i kod promijenjenih hidroloških prilika. U slučaju nepostojanja geosintetika dolazi do miješanja zrnatog materijala iz gornjeg sloja i tla, gdje u konačnici prevladavaju svojstva nenosivoga tla uz smanjenje nosivosti i pogoršanje svojstava.

Filtracijski učinak – Filtration effect

On se očituje u sprječavanju prodiranja finih čestica iz zamuljene vode ili glinovite podloge u sloj nevezanog zrnatog kamenog materijala, uz istovremenu vodopropusnost okomito na površinu geosintetika.

Drenažni učinak – Drainage effect

Zbog svoje poroznosti i sposobnosti upijanja vode, geotekstili mogu sakupljati i ravnomjerno odvoditi vodu ili u propusniji sloj ili u drenažnu cijev. Geotekstili također sprječavaju i kapilarno dizanje vode, što je posebno važno kod zaštite kolničke konstrukcije od štetnih posljedica mrzavanja.

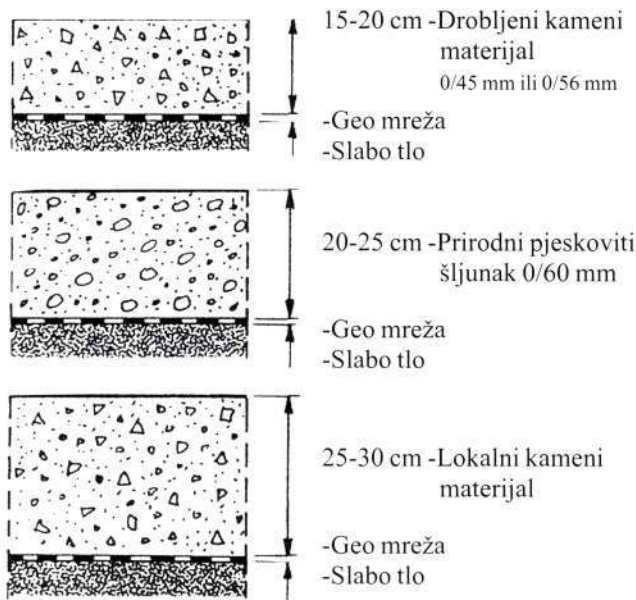
Nosivo "armirajuće" djelovanje

Carrying "reinforcement" impact

Geosintetici imaju znatnu vlačnu čvrstoću, a slabo nosivo tlo ne posjeduje to svojstvo. Položeni ispod nasipa na kontaktu sa slabo nosivim temeljnim tlom, djelomično preuzimaju i raspodjeljuju naprezanja na veću površinu koja nastaju zbog opterećenja nasipa. Na taj se način sprječava lokalno preopterećenje i prekomjerne deformacije temeljnoga tla.

Geomreže postavljene na tlo u postupku poboljšanja preuzimaju ove funkcije:

- ◆ sprječavaju gubitak materijala koji nastaje uslijed prodiranja tampona u posteljicu
- ◆ pravilno raspoređuju teret, ravnomjerno prenose opterećenja, te na taj način smanjuju različita slijeganja i deformacije



Slika 3: Različiti tipovi kolničkih konstrukcija šumskih cesta s neznatnim prometnim opterećenjem stabilizirani geomrežama, (Babić i dr., 1995)

Fig. 3: Different types of roadway construction of forest roads with slight traffic burden stabilized by geo-nets, (Babić and others, 1995)

Zaključna razmatranja – Concluding remarks

Na temelju dosadašnjih rezultata možemo postupak stabilizacije tla geosinteticima pri gradnji šumskih cesta podijeliti na sljedeće načine s nabrojanim strojevima i opremom:

- ◆ geomehantička ispitivanja tla, utvrđivanje pogodnosti konkretnog tla za metodu stabilizacije geosinteticima kao i odabir najpovoljnijeg geosintetika:
 - a) granulometrijski sastav
 - b) konzistencija
 - c) gustoća
 - d) stupanj zbijenosti
 - e) Proctorov postupak
 - f) sadržaj organskih tvari
 - g) CBR test
 - ⇒ stacionirani i terenski laboratoriji s potrebitom opremom
- ◆ pripremni radovi čišćenja trase
 - ⇒ buldožeri/angldozeri
- ◆ skidanje površinskog sloja humusa (prema potrebi)
 - ⇒ grejderi

- ◆ poravnavanje tla i izvedba određenog nagiba
 - ⇒ buldožeri/angldozeri, grejderi
- ◆ polaganje geosintetika, preklapanje i spajanje
 - ⇒ ovisno o tipu spajanja rabimo za geotekstilne aparate za varenje ili za šivanje, a za geomreže metalne spojnice
- ◆ dovoženje i iskrcavanje sitnozrnatog kamenog materijala vožnjom sa "čela"
 - ⇒ kamioni kiperi
- ◆ razastiranje i poravnavanje naveženoga materijala
 - ⇒ lakši buldožeri/angldozeri i grejderi
- ◆ sabijanje nasipnog sloja
 - ⇒ lakši vibrovaljci
- ◆ kontrola kvalitete izvedbe
 - ⇒ okrugle metalne ploče ili natovareni kamioni

Prednosti stabilizacije tla primjenom geotekstila

The advantage of ground stabilization by the application of geo-textiles

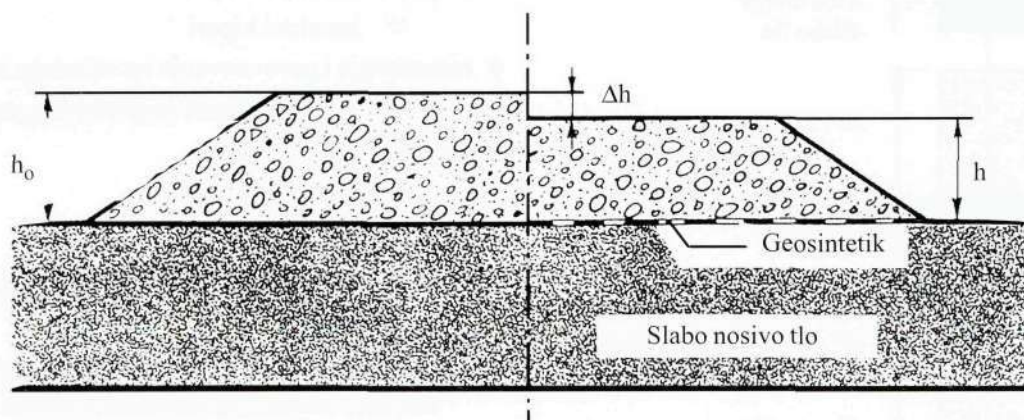
Metoda poboljšanja tla pomoću geotekstila ima dosta prednosti u usporedbi s kemijskim, a pogotovo s mehaničkim metodama stabilizacije tla. Neke najvažnije prednosne osobine su:

- mogućnost primjene na najlošijim tlima glede strukturnih svojstava i granulometrijskog sastava, odnosno geomehantičkih svojstava
- uporaba na onim tlima koja imaju relativno povoljna geomehantička svojstva, ali se nalaze u izrazito lošim hidrološkim prilikama tj. u stanju visoke vlažnosti koju nije moguće eliminirati
- izvedba samog tehničko-tehnološkog postupka stabilizacije moguća je i u vrlo nepovoljnim klimatskim uvjetima, uz postizanje svih propisanih kvalitetnih karakteristika
- gradnja šumskih cesta gdje se rabe geosintetici je vrlo brza i jednostavna
- prometovanje stabiliziranim cestama odvijat će se neposredno po završetku građevinskih radova
- nepostojanje nikakvog štetnog utjecaja geosintetika na ravnotežu i stabilnost ekosustava
- primjena samo osnovne mehanizacije i jednostavna organizacija gradilišta
- nepotrebno je sjeći drveće zbog proširenja gradilišnog pojasa, te je manja neproduktivna površina pod šumskim cestama, što naravno smanjuje troškove uslijed gubitka produktivne površine.

Uz navedene prednosti u usporedbi s različitim ostalim metodama stabilizacije, treba naglasiti i ekonomsku pozitivnu stranu geosintetika prema klasičnom načinu

građenja. Glavna ušteda je u štednji kamenoga materijala, čiji su troškovi ugradbe izuzetno visoki na području nizinskih šuma, prije svega zbog velikih transportnih udaljenosti, ali i zbog količine kamena koji se mora ugraditi u trup ceste kako bi se zadovoljili najniže normirani kvalitetni zahtjevi. Daljnja redukcija financij-

skih sredstava postiže se manjim troškovima uslijed gubitka neproduktivne šumske površine. Ne smije se zaboraviti spomenuti i niže troškove održavanja šumskih cesta stabiliziranih geosinteticima, budući se radi kvalitete izvedbe i uloga koje na sebe preuzimaju geosintetici, uvelike smanjuju deformacije i oštećenja ceste.



- h – potrebna debljina sloja od zrnatog kamenog materijala ako se rabi geosintetik
 h_0 – potrebna debljina sloja od zrnatog kamenog materijala ako se ne rabi geosintetik
 Δh – razlika potrebnih debljina (ušteda zrnatog materijala zbog primjene geosintetika)

Slika 4: Poredbeni prikaz utroška kamenog materijala kod klasičnog načina gradnje šumskih cesta i kod gradnje primjenom geosintetika, (Babić i dr., 1995.)

Fig. 4: Comparative review of consumption of stone material by the classical way of construction of forest roads and by the construction applying the geo-synthetics, (Babić and others, 1995)

Isplativost primjene geosintetika pri izvedbi ceste u izravnoj je vezi s razlikom potrebne debljine sloja zrnatog kamenog materijala ako ne rabimo geosintetik, i potrebnom debljinom sloja zrnatog kamenog materijala ako rabimo geosintetik. Ta razlika potrebnih debljina čvrsto je povezana sa svim troškovima nalaženja, dobave, ugradbe kamena, kao i mehanizacije i ljudstva koje te poslove obavlja.

Prema podacima dostupnim u svjetskoj literaturi, gradnja cesta primjenom geosintetika iznosi oko 75%

cijene izvedbe cesta klasičnim načinom gradnje, uz približno jednaku kvalitetu izvedbe.

Mišljenja smo da ovu metodu stabilizacije tla treba koristiti na području nizinskih šuma Hrvatske, odnosno na terenima gdje su hidrološke prilike u tlu izuzetno loše, te zbog toga u obzir ne dolazi ni jedna druga metoda, budući se njima ne mogu polučiti odgovarajući rezultati. Odabir konkretnog geosintetika treba provesti tek po kvalitetno napravljenim geomehaničkim ispitivanjima tla.

LITERATURA – Literature

- Babić, B., 1995: Geosintetici u graditeljstvu, Zagreb, str. 11-67, 263-306.
 Građevinski institut, 1983: Ispitivanje djelovanja plastičnih mreža "Analit" za poboljšanje slabog nosivog tla na probnim dionicama u Donjem Miholjcu, Zagreb, str. 3-6.

- LIO - tekstilna industrija, 1978: Stručno savjetovanje o primjeni filter plastike u građevinarstvu i poljoprivredi, Osijek, str. 5-7, 23-42.
 LIO - tekstilna industrija, 1986: Tehničke tekstilije za građenje i rekonstrukciju prometnih komunikacija, Osijek str. 1-60.

- Pičman, D., 1984: Prikaz ispitivanja modula stišljivosti posteljice i nosive podloge na pokusnoj dionici u Lipovljanima, *Mehanizacija šumarstva* 8 (9-10), Zagreb, str. 201-216.
- Pičman, D. i T. Pentek, 1996: Metode rada pri stabilizaciji tla kod izgradnje šumskih prometnica, *Zbornik savjetovanja Izzivi gozdne tehnike (Izazovi šumske tehnike)*, Ljubljana, str. 125-132.
- Pičman, D. i T. Pentek, 1996: Stabilizacija šumskih transportnih sustava vapnom, *Mehanizacija šumarstva* 21 (2), Zagreb, str. 83-85.
- Pičman, D. i T. Pentek, 1996: Prilog poznavanju uporabe strojeva za stabilizaciju šumskih prometnica vapnom, *Mehanizacija šumarstva* 21 (2), Zagreb, str. 87-96.
- Pičman, D. i T. Pentek, 1996: Mogućnost primjene sredstva WEGS za stabilizaciju tla pri gradnji šumskih cesta, *Mehanizacija šumarstva* 21 (2), Zagreb, str. 97-102.
- Pičman, D. i T. Pentek, 1996: Uporaba RRP sredstva za stabilizaciju tla pri gradnji šumskih prometnica, *Šumarski list* CXX (11-12), Zagreb, str. 469-476.
- Plivelić, S., 1996: Stabilizacija tla pri gradnji šumskih cesta na području uprave šuma Vinkovci, *Diplomski rad*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1-27.
- Sowers, G. E., Collins, S. A. i Miller, G. D., 1982: Mechanism of Geotextile-Aggregate Support in Low Cost Roads, *Proceedings Second International Conference on Geotextiles*, Las Vegas, volume 2, str. 341-347.
- Švabe, Ž., 1985: Uporaba netkanih geotekstila u cestogradnji, *magistarski rad*, Fakultet građevinskih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 1-173.
- Van Santvoort, G., 1994: Geotextiles and Geomembranes in Civil Engineering, *Rotterdam*, str. 12-38.
- Vartilen, 1994: Primjena geotekstila VARNET - O.R.V. u graditeljstvu, *Varaždin*, str. 1-118.

SUMMARY: The construction of forest roads in some disadvantageous field conditions is possible only by the application of known methods of soil stabilization. The improvement of carrying force of forest soil by the classical methods of stabilization will in some cases require additional preparation work (having disposal of a roofed stock room, special mechanization and the like). By the usage of geo-synthetics such problems will be avoided and the construction itself will be simpler. The application of different types of geo-synthetics has been going on during the last thirty years. With the development of chemical industry the number of products based on plastic masses which can be applied as means for stabilization i.e. for improvement of carrying force of forest soils has been increased. A short historical overview of development of geo-synthetics application in the civil engineering has been presented in this work, as well as the classification of geo-synthetics according to the possibilities of application in civil engineering. The technical-technological procedure of geo-synthetics application has been described, the needed mechanization quoted and the area of application suggested. As a conclusion, the comparison of application of geo-synthetics with some other methods of soil stabilization has been described.