

POTENCIJAL HIBRIDNIH GEOMREŽA

Milenko Jovanović¹, Miomir Mikić¹, Miroslava Maksimović¹, Radmilo Rajković¹,
Daniel Kržanović, Emina Požega¹

¹ Institut za Rudarstvo i Metalurgiju Bor, 19210 Bor

Apstrakt

Geosintetici i njihove varijante igraju veliku ulogu u zaštiti zemljišta bilo da se radilo o odlagalištu otpada, klizištu, putnoj trasi ili nekom drugom površinskom zagađenju. Geosintetika svoj razvoj doživljava u poslednjm decenijama, te svi proizvodi iz ove oblasti se još uvek mogu smatrati relativno novim, što ne znači da se već nisu dokazali na mnogim zahtevnim projektima (poljima delatnossti) u različitim prilikama i različitim zahtevima, pre svega u rudarstvu i građevinarstvu i ekologiji. U ovoj oblasti (geotekstili, geomreže, geomembrane i drugi) zastupljena su dve osnovna tipa geomaterijala: sintetički i materijali organskog porekla. Poseban deo ove oblasti odnosi se na geomreže i geotekstile sačinjene od organskog materijala (iz prirode) u kombinacijin sa česće korišćenim sintetičkim materijalima i glavna tema ovog rada. Organske geomreže imaju jedinstvene karakteristike, sastoje se od biološki i hemijski razgradivih prirodnih vlakana. One su dizajnirane da zadrže zemljište u mestu dok se ne uspostavi prirodna vegetacija. Sa druge strane geomreže i geotekstili izradjeni od sintetičkih materijala imaju mnogo veću čvrstinu, elastičnost i trajnost. Ukrštanjem (kombinovanjem) ovih tipova (materijala) geomreža (geotekstila) u vidu izvesne hibridne tehnologije izrade ovih proizvoda, dobijamo upotrebne parametre pogodne i u domenu očuvanja prirodne sredine i potrebnu mehaničku i vremensku upotrebljivost. Ovim bi se, naizgled kontradiktorni zahtevi (odgovarajući - upotrebni uslovi), doveli do kompromisnog, ali istovremeno efikasnog ispunjenja istih u odgovarajućim situacijama.

Ključne reči: *Geomreže, geosintetika, hibridni geomaterijali, odlagališta, zagađenje*

UVOD

Poseban deo polja primene geomaterijala predstavljaju geomreže. i geotekstili, napravljeni od organskog materijala (iz prirode), što je, uz neke varijacije u upotrebi građevinskog materijala, glavna tema ovog rada. Organske geomreže imaju jedinstvene karakteristike koje se sastoje od biološki i hemijski razgradivih prirodnih vlakana. Dizajnirani su da održavaju zemlju na mestu dok se ne uspostavi prirodna vegetacija. S druge strane, geomreže i geotekstili od sintetičkih materijala imaju mnogo veću čvrstoću, elastičnost i izdržljivost. [1, 3, 4]. Geomreže obezbeđuju zatezanje za: temelji i temelji železničkih linija i puteva, strmi bočni zemljani nasipi i nasipi, zemljano ojačanje zemljanih nasipa, prenošenje tereta na terenu ekstremne mase, uređenje dubokih rupa i područja nepravilnih profila, zatvarači lagune od blata, pokrivanje rovova i struga. Svojom zateznom snagom geogrid je pogodan za mnogo različitih zahtevnih projekata. Georešetke su sjajni elementi za ojačavanje jer podnose velika opterećenja na zatezanje sa vrlo malim izduženjem. To rezultira neposrednom vezom i spajanjem sila koje geomreža razvija na nasip bez osnovne deformacije. Ravne monolitne polimerne ploče koje se koriste za pravljenje geodreži su izuzetno čvrste i imaju odličnu hemijsku otpornost. Inženjerska rešenja koja uključuju upotrebu geomreža mogu sačuvati prirodne mineralne

sirovine smanjenjem debljine dna puta i potrebom velikih količina tla za stabilizaciju strmih padina. Geomrežama je relativno lako upravljati, velike količine ovog materijala se mogu brzo instalirati uz minimalnu radnu snagu i niže troškove instalacije. Geomreža se može postaviti u svim vremenskim uslovima bez zahtevne opreme ili bez posebnih tehnika gradnje. Mreže se mogu seći standardnim alatima za rezanje na licu mesta i strmim kosinama. Mogu se oblikovati različiti geometrijski oblici kako bi se što više prilagodili lokaciji kada je to potrebno. Geomreže su izuzetno čvrste, jednostavne za postavljanje i alternativno su rešenje u ekonomskom pogledu u poređenju sa tradicionalnim metodama gradnje. Zahvaljujući mnogim proizvodima, uključujući jednoosne i dvoosne geodreže, korisnost geomreža je moguća u gotovo svim građevinskim oblastima i u rudarstvu, prevashodno na odlagalištima. Ukrštanjem (kombinovanjem) ovih vrsta (materijala) geomreža (geotekstila) u obliku određene hibridne tehnologije izrade ovih proizvoda izrade dobijamo upotrebljive parametre pogodne u oblasti zaštite životne sredine i neophodnu mehaničku i vremensku upotrebljivost (dugu -Trajan). Naizgled kontradiktorni zahtevi, primenom (ovakvih) hibridnih geomaterijala, mogu se efikasno ispuniti.

EKSPERIMENTALNO

1.1. Geomreže - materijali, razlike i vrste

Geomreže (slika 1) su napravljene od polimernih materijala poput polietilena, poliestera i polipropilena i odlikuju se velikom zateznom čvrstoćom. Originalne geomreže su napravljene bušenjem rupa u listu materijala. Danas se takve geomreže prave takozvanim postupkom ekstruzije. Sada imamo geomreže izrađene od poliesterskih vlakana presvučenih polietilenom. Mnoštvo neprekidnih vlakana spojeno je u nit koja se potom plete u uzdužnom i poprečnom smeru sa određenim rastojanjem između rebara, a nabori se dodatno ojačavaju, a zatim se vlakna presvlače. Geomreže se najčešće koriste za jačanje i stabilizaciju loše nosivog tla. Pored stabilizacije i jačanja slabo nosivog tla, geomreže se koriste i za ojačavanje asfalta postavljanjem geomreže između slojeva asfalta ili između tla i asfalta. Geomreža preuzima dejstvo sila i sprečava stvaranje pukotina na novopostavljenom sloju asfalta. Treća važna svrha geomreža je zaštita od erozije tla. U tu svrhu postoje dvodimenzionalne geomreže koje imaju male očne otvore i trodimenzionalne geomreže. U zavisnosti od proizvođača, geomreže se mogu razlikovati, ali njihova primarna funkcija i način rada su isti. [1,3,5]

- apsorbuju kinetičku energiju erozivnih elemenata (kiša, vetar) i stabilizuju površinu tla stvarajući preko nje brojne mikro brane,
- drži seme i materijale za hidrosejanje na mestu, čak i na strmim padinama tla, što dovodi do uspešnog klijanja semena
- pomaže vodi da prodre kroz tlo i zadrži vlagu, što dovodi do bolje klijavosti semena i dobrog rasta trave.

Upotreba antierozivnih geotekstila može povećati i podržati efekat kontrole erozije u područjima sa posebno strmim padinama ili u podlogama podložnim eroziji. [1,3,5,6,7]



Slika 1. Postavljanje geomreže

1.2. Organske geomreže

Najveća uloga - svrha vegetacije u zaštiti padina od erozije i njenoj stabilizaciji obezbeđena je kada njena površina omogućava uspostavljanje date vegetacije i omogućava da voda teče određenom brzinom i intenzitetom po površini i na taj način sprečava propadanje vegetativnog pokrivača. Organske geomreže imaju jedinstvene karakteristike koje se sastoje od biološki i hemijski fotorazgradivih prirodnih vlakana. Oni su dizajnirani da drže zemlju na mestu dok se ne uspostavi vegetacija. Organska geomreža ima sledeće uloge:

- Da apsorbuje kinetičku energiju erozivnih elemenata (kiša, vetar)
- Da olakša prodor kiše u zemlju
- Da zadrži vlagu od kiše: Osim što je ekološki prihvatljiva, voda približno pet puta veća od suve težine
- Omogućava izbegavanje gubitka ili raspršivanja semena potrebnih za obnavljanje
- Omogućava radikalno uspostavljanje biljnih vrsta
- Omogućava kontrolu temperature tla ublažavanjem njenih prirodnih oscilacija: tako da mogu ublažiti ekstremne temperature i stvoriti prijatan -klima za rast vegetacije.
- Omogućava smanjenje gubitka vlage u tlu. Organske geomreže su fleksibilnije od većine vrsta sintetičkih geomreža. To im omogućava da lako prate konturu površine tla. Sposobnost uspostavljanja direktnog kontakta između vlakana i tla i omogućavanja razvoja veze između njih omogućava smanjenje gubitka tla za 90% ili više. Pored navedenog, organske geomreže deluju kao „malč“ i tako poboljšavaju uspostavljanje vegetacije. Nakon razgradnje ne ostavljaju toksični materijal. [4,8,9].

Geomreža jute - Juta je jednogodišnja biljka koja zahteva vrlo toplu klimu i puno vlage. Geografska mreža Juta (slika 2) koristi se za pokrivanje kosina i zaštitu od erozije. Jute predivo je debelo sa izraženim 3D karakteristikama i pruža brojne prepreke, smanjujući tako brzinu oticanja vode. Otvori mreže od jute zadržavaju pomeranje čistina tla. Mreža od jute ima izvrsnu sposobnost oblikovanja i praćenja kontura zemljišta na kojem je postavljena. Apсорbuje vodu do gotovo 4-5 puta veće suve težine, čuvajući vodu od kiše i sprečavajući odvajanje tla. U vlažnim uslovima njegova fleksibilnost se povećava usled upijanja vode. Juta mreža pruža površinsku stabilnost na strmim padinama i padinama

pod uglom od oko 45 stepeni. Kada vegetacija počne da raste, ona preuzima ulogu mreže od jute. Potrebno je oko 2 godine za biorazgradnju mreže jute. [4,6,9].



Figure 2. Jute geogrud

Kokosov orah - Geotekstil od organskog materijala (kokos) je prirodno i 100% biorazgradivo rešenje za kontrolu erozije pomoću geotekstilne podloge od kokosovih vlakana. Propusni geotekstil pruža prirodni sistem pomoći (poboljšanje karakteristika) zemljištu (zemljištu) i vegetaciji. Kokosova vlakna se dobijaju iz ljuske kokosa. Prirodno su jaka, izdržljivi i biorazgradivi. Vlakna kokosa (slika 3) su vrlo jaka i obrazuju veoma čvrstu i trajnu mrežu. Otvoreno tkanje omogućava sadnju semena i vegetacije i pre i posle postavljanja strunjače i nudi snažnu potporu vegetaciji. Životni vek prostirke od kokosovih vlakana je četiri do šest godina. Period, dovoljan za učvršćivanje konsolidacijom. Posle tog vremena, prostirka se polako biorazgrađuje. Ova geomreža ima visoku vlačnu čvrstoću (35 kn / m) i elastičnost i može se postaviti čak i na vrlo strmim padinama oko 70 stepeni. Na strmim padinama, koje su sklonije eroziji, organska geomreža može se postaviti u kombinaciji sa metalnim mrežama. Organske geomreže su najbolje (ekološki najprihvatljivije) za zaštitu od erozije - vegetativnim rastom. Kada se uspostavi vegetacija, organske geomreže više ne služe kao zaštita. Metalna mreža ostaje trajno kao aktivna ili pasivna zaštita od nagiba. Geomreža se može postaviti do 60 stepeni, uz podršku metalne mreže, dok se kokosovska geomreža u kombinaciji sa metalom može postaviti i na vertikalne kosine. [4,6,9]

1.3. Sintetičke geomreže

Sintetičke geomreže su sintetički proizvodi (geosintetika) koji se koriste za stabilizaciju terena. Polimerna priroda proizvoda čini ih pogodnim za upotrebu u zemlji u kojoj se zahteva visok nivo trajnosti. Ova vrsta geomreže dostupna je u širokom spektru oblika i (sintetičkih) materijala. U teškim uslovima (poput padina sa kritičnim uglom, kanala sa velikim protokom itd.), Vegetativni pokrivač, čak i kada je dobro postavljen, neće moći da opstane pod erozivnom snagom vode. Dakle, u svrhu stabilizacije i jačanja terena, zakonom bi trebalo definisati obavezu korišćenja (postavljanja - postavljanja) geomreža ili geosintetičkih mreža i na taj način povećati otpornost na eroziju, a time i zaštitu prirodnog okruženja. [3,8,9]

REZULTATI I DISKUSIJA

2.1. Vrste materijala - vlakna

2.1.1. Primarna svojstva vlakana

Da bi se vlakna dalje prerađivala u složeniji tekstil (materijale) i da bi konačni proizvodi zadovoljavali predviđenu namenu, vlakna moraju ispunjavati određene zahteve. Neke karakteristike odražavaju ponašanje vlakana pod dejstvom spoljnih sila i uticaja. Mehanička svojstva (karakteristike) opisuju ponašanje vlakana pod dejstvom različitih vrsta sila i opterećenja. Fizička svojstva predstavljaju odgovor vlakana na različite spoljne fizičke uticaje, kao što su dejstvo toplote, razne vrste zračenja, atmosfera itd. Druga vrsta karakteristika povezana je sa izgledom vlakna, njegovim dimenzijama i površinskim karakteristikama. Ova svojstva su vrlo specifična za vlakna - kao oblik materijala, ali takođe različita i karakteristična za određene vrste vlakana. Karakteristike ove grupe takođe su važne za obradivost i na osnovu njih proizlaze brojne razlike u ponašanju tekstilnih proizvoda u primeni. Ponašanje tokom delovanja hemijskih sredstava je važno za sprovođenje različitih fizičko-hemijskih procesa, a otpornost na određene hemikalije je važna karakteristika. Uobičajeno je da se brojne karakteristike vlakana, od kojih zavisi mogućnost njihove obrade i pogodnost za određenu namenu, svrstavaju u dve grupe: primarna i sekundarna svojstva. [4,6,8,9]

2.1.2. Poreklo vlakana

Prema poreklu, sva vlakna mogu se svrstati u dve grupe - u grupu prirodnih i u grupu veštačkih vlakana. U okviru svoje grupe prirodna vlakna se dele prema vrsti prirodnog izvora u kojem se vlakno formira, a u grupi veštačkih vlakana razlikujemo vlakna od organskih polimera i vlakana koja su napravljena od neorganskog materijala. Vlakna iz organskih polimera se obično dalje klasifikuju prema poreklu polimera, gde je važno razlikovati veštačka vlakna od prirodnih polimera i veštačka vlakna od sintetičkih polimera.

- Prirodna vlakna: - biljna: vlakna iz semena, voća, kore i lišća; - životinja: dlaka, vuna i svila i - mineral: azbest.
- Veštačka vlakna: veštačka svila: viskozni bakar nitrat i nitrat, bakar, acetat; - celulozna vuna i - proteinska vlakna: životinjska i biljna.
- Sintetička vlakna: polimerizacija i polikondenzacija. Prirodna vlakna - Biljna vlakna
- Glavni sastojak biljnih vlakana je celuloza. [8,9,10]

2.1.2. Čvrstoća vlakana

Čvrstoća odražava ponašanje vlakana pri delovanju raznih sila i opterećenja. Što su vlakna čvršća to mogu podneti veća opterećenja. Čvrstoća mora biti tolika da omogući neometanu preradu vlakana u različite složenije tekstilne proizvode (prema nameni) i da osigura dovoljnu trajnost tih proizvoda tokom njihove upotrebe. Da bi se saznala čvrstoća vlakana, meri se najveća sila koju vlakno može podneti tzv. prekidna sila [cN]. Različite vrste vlakana značajno se razlikuju po čvrstoći što je vidljivo iz navedenih podataka (Tab.

1). Valja istaći da i unutar jedne vrste vlakana postoje različiti tipovi čvrstoće. To se, (uglavnom) odnosi na sintetička vlakna od kojih se proizvode tipovi vlakana velike čvrstoće za različite tehničke primene. [4,6,9,10].

Tablica 1: Čvrstoća vlakana u normalnim uslovima

Vlakno	Čvrstoća [cN/dtex]	Vlakna	Čvrstoća [cN/dtex]
Sirovi pamuk	3 – 4,9	Viskozna – standardni tip	0,7 – 3,2
Laneno	2,6 – 7,7	Viskozna – HWM tip	2,5 – 5
Konopljino	5,8 – 6,8	Poliesterska (PES)	4,6 – 9,5
Jutino	3 – 5,8	Poliamidna (PA)	2,5 – 8,3
Ramijino	5,5	Akrilna (PAN)	2 – 4,5
Svila	2,4 – 5,1	Modakrilna (MAC)	2,5 – 3,5
Vuna	1 – 1,7	Polipropilenska (PP)	3 – 7,5
Azbestno	2,5 – 3,1	Staklena	6,3 – 7,2

2.1.4. Primena i trajnost hibridnih vrsta geomreža

Geosintetički materijali poput geotekstila, geosaća i geomreža mogu se koristiti kao zaštita od površinske erozije pokriva na odlagalištima (rudarskog) otpada. Površinska erozija može izazvati oštećenja i nestabilnosti koja mogu dovesti do sloma/klizanja pokriva odlagališta. Erozijska može nastati zbog delovanja atmosferilija i vetra. Za situacije gde je manja opasnost od erozije, i vegetativni pokrov je sam po sebi dovoljan kao zaštita. Geosintetici se mogu koristiti da potpomognu njegov rast u vidu sintetičkih ili prirodnih materijala koji se postavljaju na ili ispod površine. Prirodan (organski) tip upotrebnih vlakana omogućava sadnju semena i vegetacije i pre i posle postavljanja geomreže i nudi snažnu potporu vegetaciji. Kada se uspostavi vegetacija, organske geomreže više ne služe kao zaštita. Tu nastupaju sintetički materijali u geomrežama, koji u znatnoj meri pospešuju zateznu čvrstoću i trajnu aktivnu i pasivnu zaštitu – utvrdu kosina odlagališta. Životni vek organskih – biljnih vlakana u geomreži varira, uglavnom, u rasponu od 3-4 do 10 godina. Vek trajanja sintetičkih vlakana je veoma dug i uglavnom prelazi 100 godina. U izvesnoj meri ovo čini kompromisnu, ali veoma primenljivu, delotvornu i ekološki prihvatljivu soluciju izrade zaštitnih geomreža (upotrebljivost hibridne vrste geomaterijala). [4,6,9,10]

ZAKLJUČAK

Geosintetika se pokazala kao najefikasniji materijal široke primene. Njegovi građevinski elementi pružaju odličan kvalitet i višenamensku upotrebu u niskogradnji, građevinarstvu, rudarstvu i zaštiti životne sredine. Geomreže i geotekstili od organskog materijala su prirodno i 100% biorazgradivo rešenje za kontrolu erozije pomoću geomaterijalnih prostirki od kokosovih vlakana. Organske geomreže imaju jedinstvene karakteristike koje

se sastoje od biološki i hemijski fotodegradabilnih prirodnih vlakana. Dizajnirani su da drže zemlju na mestu dok se ne uspostavi vegetacija. Geogrid ili propusni geotekstil pružaju prirodni sistem pomoći (poboljšanje karakteristika) zemljištu i vegetaciji. Ugradnja ovih efikasnih sistema (geomreže, geotekstili, geomembrane ...) u razne grane ekologije i industrije i njihova svrsishodnost direktno zavisi od materijala od kojih su napravljeni. Primena i izbor vrsta i materijala u izgradnji puteva važni su za (uštedu) poboljšanja na polju brže, sigurnije i efikasnije izgradnje puta. Takođe se odnosi na zaštitu i stabilizaciju (ojačavanje) površina (padina) deponija i drugih rudarskih objekata, gde pokrivni sloj takođe zavisi od nataloženog materijala, veličine i oblika. [4,6,9]. Kao moguće rešenje za uštedu u mnogim slučajevima, gde se zahteva efikasan rezultat, kako na ekološkom, tako i na planu građevine, bezbednosti, zaštite na terenu, postoji hibridni pristup upotrebi građevinskog materijala. Naime, korišćenjem (unakrsnih hibridnih) različitih vrsta materijala u proizvodnji geomreža ili geotekstila možemo rešiti naizgled kontradiktorne zahteve u njihovoj primeni. [4]. Posebnu pažnju u daljem razvoju treba posvetiti upotrebi novih prirodnih materijala i hibridne tehnologije (vrste) geomaterijala, kao prirodnog (organskog) proizvoda.

PRIZNANJE (Naznaka)

Studijsko istraživanje II i III - Priprema teme za doktorske studije (dokt. disertacija)/ Naučni rad.

REFERENCE

1. Mladen Bogičević (03.12.2008.g) - „Građevinarstvo“ .rs / „Građevinarstvo“, Beograd, Srbija
2. SRPS EN ISO 10318: (2015 ') - „ Geosintetika “/„ Geosintetika “- Termini i definicije (ISO 10318: 2015)
3. Milenko Jovanović (jun, 2019 '), Studijsko istraživanje II (doktorska disertacija): „ Geosintetika - svrha i primena (u rudarstvu) “, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru
4. Milenko Jovanović (jul, 2019 '), Studijsko istraživanje III (doktorska disertacija): „ Organske geomreže “, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru
5. Nonweiler E. (1987 ') : „ Klizanje kosine i stabilizacija “, Školska knjiga / Školska knjiga /, Zagreb
6. Veinović, Ž., Kvasnička, P. (2007 ') : „ Površinske deponije “, Interna skripta, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb