

WERKOS d.o.o. ZA INŽENJERING U GRADITELJSTVU

CENTRALA
31 000 Osijek, Ribarska 1
tel +385 (0)31 228 700
fax +385 (0)31 228 701
werkos@werkos.com

POSLOVNICE
Zagreb • M. Amruša 11 • tel +385 (0)1 4886 499 • fax 4873 906 • werkos-zg@werkos.com
Split • Bihačka 2a • tel +385 (0)21 314 072 • fax 314 076 • werkos-st@werkos.com
Rijeka • Dolac 7 • tel +385 (0)51 322 157 • fax 322 156 • werkos-ri@werkos.com
Vukovar • J.J. Stossmayera blok 21a • tel +385 (0)32 450 014 • fax 450 016 • werkos-vu@werkos.com

TERRAMESH SUSTAV

SPECIFIKACIJE I UGRADNJA



Oznaka:	QEI-07-45
Datum:	2003.

OPIS

TERRAMESH SUSTAVA

1. PROIZVOD	4
2. OPIS	4
3. PROIZVODNJA I KONTROLA KVALITETE	6
4. DOPREMA, SKLADIŠTENJE I MANIPULACIJA	7
5. OPĆENITO	7
6. PRAKTIČNOST UGRADNJE	7
7. PROJEKTNI ZAHTJEVI	8
8. MEHANIČKA SVOJSTVA	8
VLAČNA ČVRSTOĆA	8
KOEFIČIJENT SIGURNOSTI MATERIJALA	8
PROIZVODNJA I EKSTRAPOLACIJA PODATAKA- PARCIJALNI FAKTORI SIGURNOSTI (F_M)	8
OŠTEĆENJA TIJEKOM UGRADNJE- PARCIJALNI KOEFICIJENT SIGURNOSTI (F_D).....	8
UTJECAJ OKOLIŠA- PARCIJALNI KOEFICIJENT SIGURNOSTI (F_E)	9
PROJEKTNO OPTEREĆENJE (P_{DES}).....	9
INTERAKCIJA TLA ZA ISPUNU I TERRAMESH SYSTEM-A	9
VEZNA ČVRSTOĆA.....	9
DIREKTNO SLIJEGANJE	10
9. TRAJNOST	10
10. UGRADNJA TERRAMESH SYSTEMA	11
PRIPREMA.....	11
POSTUPAK.....	11
11. TEHNIČKA ISPITIVANJA	11
ISPITIVANJA	11

1. PROIZVOD

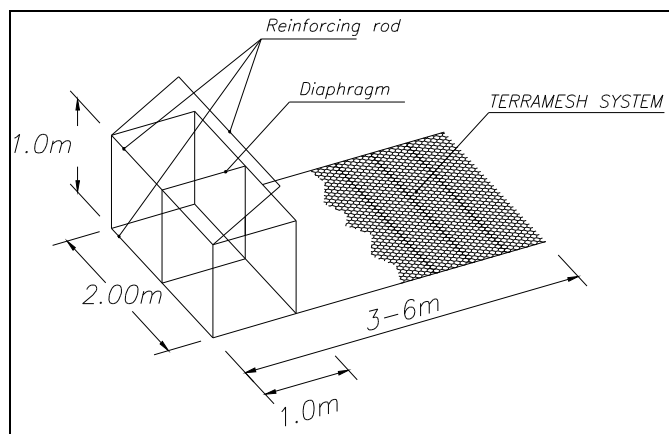
- Ovaj opis se odnosi na Terramesh system, koji se sastoji od elemenata izrađenih od heksagonalne mreže izrađene od teško pocinčane plastificirane žice promjera ϕ 2,7 mm, za uporabu u svrhu armiranja nasipa sa kutom pokosa do 70°.
- Proizvod omogućuje bočno zadržavanje za odgovarajuća kohezivna ili frikciona tla u nasipima, gdje se stabilnost postiže interakcijom i međusobnim spajanjem čestica tla i Terramesh System-a
- Projektiranje i izvođenje mora biti u skladu s Tehničkim Uvjetima i smjernicama ovog opisa

2. OPIS

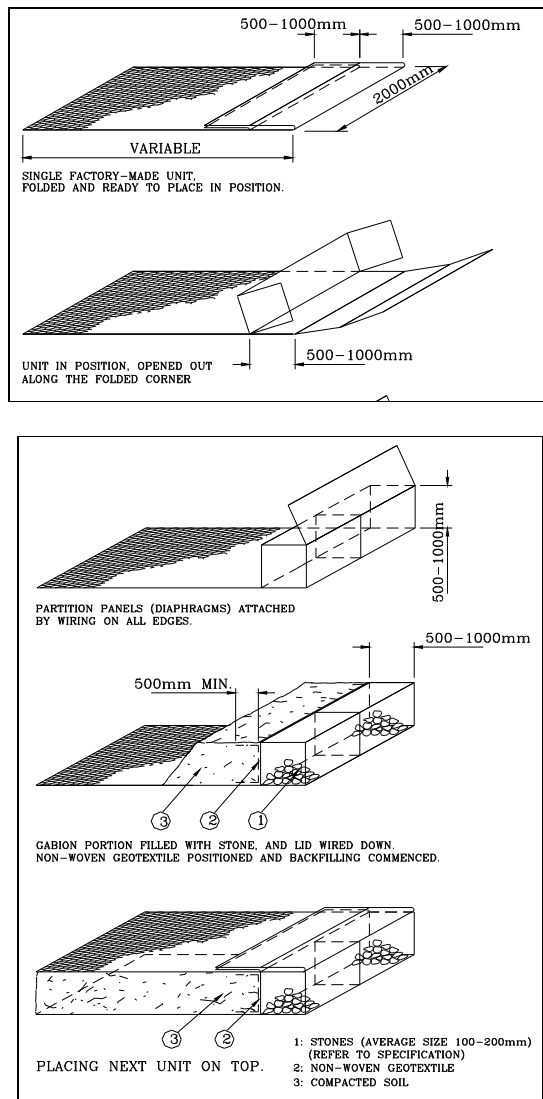
Elementi Terramesh System proizvođača Maccaferri, sastoji se od horizontalnog panela koji na svom jednom kraju ima gabionski koš, oformljen od tkane heksagonalne mreže izrađene od pocinčane, s PVC-U oblogom s dvostrukim zavrtačem.

Prednja i gornja strana gabionskog koša se presavija tijekom proizvodnje. Stražnja i bočne strane se koša su formirane od posebnih komada mreže, koje se fiksiraju za panel tijekom proizvodnje. Dodatni, posebni panel mreže koji služi kao dijafragma pričvršćuje se za prednju i stražnju stranu koša na gradilištu, u skladu s projektnim zahtjevom (na svakih 1 m dužine) (slika 1.)

Slika 1. Element Terramesh Systema



Slika 2. Konstrukcija elemenata Terramesh Systema

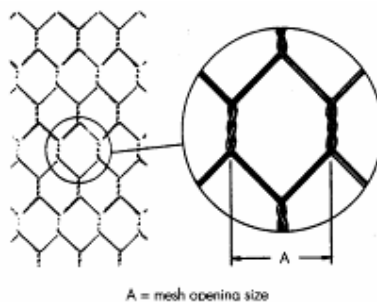


2.1 Žičana mreža i gabionski koš

Proizvođačka referenca P8/2,7- poglavlje 2. Dostupna je u slijedećim dimenzijama:

širina:	2 m (veća širina dostupna po posebnoj narudžbi u skladu s projektnim zahtjevom)
dužina:	3.0,4.0 i 5.0 m (veća dužina dostupna po posebnoj narudžbi u skladu s projektnim zahtjevom)
visina:	0.5 i.1.0 m (posebna visina dostupna po posebnoj narudžbi u skladu s projektnim zahtjevom)

Slika3. Detalji heksagonalne mreže



2.2 Žica upotrebljena za proizvodnju mreže u skladu je s BS EN 10223-3:1998 sa vlačnom čvrstoću između 350 i 550 N/mm² sa minimalnim istezanjem pri lomu od 10%.

2.3 Žica je ili pocinčana u skladu s BS 443: 1982 (1990) ili obrađena galfanom* (Prilog 1.) u skladu s ASTM A 856/A856M:1997 prije presvlačenja s PVC-U (Tablica 1.)

*Galfan –95% cink, 5% aluminij

Pocinčanje legurom Galfan® produlje trajnost konstrukcije 4 puta u odnosu na materijale s običnim pocinčanjem.

Tablica 1. Općenita specifikacija žice

Tip žice	Minimum cinka ili galfana za pocinčanje (g/m ²)	Minimalni diameter s oblogom (mm)	Minimalni diameter čelične jezgre (mm)
Glavni	275	3,70	2,70 (±0,06)
Krajevi i porubi	275	4,40	3,40 (±0,08)
Spajanje	240	3,20	2,20 (±0,06)

2.4 Svaki panel mreže je pojačan po rubovima i spojen sa pocinčanom žicom obloženom PVC-U. Različiti tipovi žice specificirani su u tablici 1.

3. PROIZVODNJA I KONTROLA KVALITETE

3.1 Pocinčana žica s PVC-U oblogom proizvedena je od strane Maccaferri-a ili je dobavljena od strane odobrenog dobavljača s certifikatom za čelik i certifikatom usklađenosti s Maccaferri specifikacijom.

3.2 Žica je upletena u heksagonalni uzorak s dvostrukim zavrtajem, dok su rubovi ojačani s većim promjerom žice. Mreža se reže na traženu duljinu, a deblja žica koja služi kao ojačanje se nakon rezanja savija prema panelu. Sporedni paneli su pričvršćeni na glavni panel, dok se dijafragma ne povezuje na glavni panel u proizvodnji, već se doprema u paketu s elementom Terramesh System-a i pričvršćuje se na gradilištu.

3.3. Tvornička kontrola kvalitete uključuje vizualnu i dimenzionalnu provjeru žice na kalemu, provjeru količine pocinčanja, debljinu plastificiranja i dimenzionalnu provjeru pletene mreže.

4. DOPREMA, SKLADIŠTENJE I MANIPULACIJA

- 4.1 Elementi se dopremaju na gradilište u buntovima težine između 600 i 700 kg, ovisno o veličini elemenata
- 4.2 Proizvodi se trebaju uskladištiti na mjestu udaljenom od gradilišnog prometa kako bi se izbjegao rizik slučajnog oštećenja, i trebaju ostati spakirani u buntovima do trenutka ugradnje.
- 4.3 Naljepnica s oznakom broja certifikata, imenom proizvođača, brojem šarže i brojem proizvoda je naljepljena na svaki bunt.
- 4.4 Buntovima se mora manipulirati s pažnjom, kako bi se izbjeglo oštećenje obloge žice. Pojedinačni elementima može se manipulirati i ručno.

5. OPĆENITO

- 5.1 Elementi Terramesh Systema zadovoljavaju zahtjeve za uporabu u svrhu metalnog armiranja nasipa s pokosima maksimalnog nagiba do 70°. Strukturalna stabilnost se postiže kroz frikcionalnu interakciju mehaničko uklještenje čestica tla s proizvodom.
- 5.2 Proizvod može biti upotrebljen:
- u kombinaciji s tipovima tla koji imaju efektivni kut posmične otpornosti u rasponu od 15°-50°

6. PRAKTIČNOST UGRADNJE

- 6.1 Iz provedenih ispitivanja oštećenja elemenata tijekom instalacije, dobiveni su redukcijski faktori sigurnosti za mehanička oštećenja u interakciji s različitim vrstama tla, koji su upotrebljeni u proračunu, kako bi se omogućila instalacija dostupnim metodama te ispuna različitim vrstama tla, u skladu s izvedbenim projektom.
- 6.2 Prije i tijekom instalacije, potrebno je voditi posebnog računa o slijedećem:
- Priprema podloge i izvedba nasipa mora biti u skladu s točkom 10.
 - Svojstva tla za ispunu moraju zadovoljavati uvjete iz projekta
 - mora biti osigurana adekvatna drenaža u svim fazama izvedbe, kako je traženo ugovornom dokumentacijom
 - proizvod mora biti zaštićen od oštećenja uzrokovanih prometom na gradilištu, te opremom za instalaciju
 - stabilnost postojećih struktura ne smije biti ugrožena

7. PROJEKTNI ZAHTJEVI

7.1 Projekti armiranog tla izvedeni u Hrvatskoj, moraju biti u skladu s OTU

8. MEHANIČKA SVOJSTVA

Vlačna čvrstoća

8.1 Karakteristična dugotrajna vlačna čvrstoća (P_c) Terramesh Systema ⁽¹⁾ za projektiranu trajnost od 60 godina iznosi:

$$P_c = 46,0 \text{ kN/m} \quad (2)$$

⁽¹⁾ Doprinos cinka i PVC-U obloge čvrstoći na istezanje je minimalna i zanemaruje se

⁽²⁾ Opterećenje je nanešeno paralelno osi dvostrukog zavoja mreže u skladu s ASTM A 975:1997

Koeficijent sigurnosti materijala

8.2 U određivanju projektne čvrstoće proizvoda, kao i osiguranju da tijekom trajanja nasipa neće doći do loma konstrukcije uslijed naprezanja, BBA preporučuje primjenu niza parcijalnih koeficijenata sigurnosti na vrijednost dugotrajne vlačne čvrstoće (P_c), a u skladu s HA68(DMBR 4.1.4). Uvjeti za upotrebu izvan područja za koje su parcijalni faktori definirani, nisu pokriveni ovim certifikatom.

Proizvodnja i ekstrapolacija podataka- parcijalni faktori sigurnosti (f_m)

8.3. Kako bi se omogućile varijacije u proizvodnji i promjena dimenzija proizvoda, uzimajući u obzir ekstrapolaciju podataka, vrijednost faktora sigurnosti f_m može biti odabrana iz Tablice 2.

Tablica 2. *Parcijalni koeficijent sigurnosti- proizvodnja i ekstrapolacija podataka*

Projektirani period trajanja konstrukcije (godine)	Faktor sigurnosti (f_m)
60	1.20

Oštećenja tijekom ugradnje- parcijalni koeficijent sigurnosti (f_d)

8.4 Kako bi se omogućio gubitak čvrstoće uslijed mehaničkih oštećenja koja mogu nastupiti tijekom ugradnje, upotrebljava se odgovarajući faktor sigurnosti iz Tablice 3. Parcijalni faktor sigurnosti za oštećenja na gradilištu pretpostavlja upotrebu dobro građiranog materijala (koeficijent uniformnosti >5) i s minimalnom debljinom zbijana od 150 mm. Za tla koja nisu specificirana u Tablici 3., potrebno je sprovesti odgovarajuća ispitivanja na gradilištu, kako bi se odredio odgovarajući f_d .

Tablica 3. *Parcijalni koeficijent sigurnosti- mehanička oštećenja tijekom ugradnje (f_d)*

Materijal za ispunu	Maksimalna veličina zrna (mm)	Faktor sigurnosti (f_d)
Prah i glina	<0,06	1,05
Pijesak	0,06-2	1,05
Šljunak	2-60	1,25

Utjecaj okoliša- Parcijalni koeficijent sigurnosti (f_e)

- 8.5 Kako bi se uzelo u obzir utjecaj koliša, uzima se odgovarajući faktor sigurnosti iz Tablice 4. Za tla s pH vrijednosti izvan navedenog raspona, dani faktor sigurnosti treba povećati.

 Tablica 4. *Parcijalni faktor sigurnosti materijala- utjecaj okoliša (f_e)*

pH vrijednost tla (pH)	Faktor sigurnosti (f_e)
4-9	1,10

Projektno opterećenje (P_{des})

- 8.6 Maksimalno projektno opterećenje (P_{des}) koje ojačanje može podnijeti do kraja projektnog perioda i projektna temperatura, izračunavaju se iz slijedeće formule:

$$P_{des} = \frac{P_c}{f_d \times f_e \times f_m}$$

Interakcija tla za ispunu i Terramesh system-a

Vezna čvrstoća

- 8.7. Vezna čvrstoća ojačanja može se izraziti kao : $f_b \tan \phi'$, gdje je f_b koeficijent vezanja (sinonim sa faktorom nosivosti α' , definiran u Advice Note HA68)
- 8.8. Upotreba laboratorijskog pull-out testa za izračunavanje f_b se za sada ne preporuča. Za potrebe rutinskog projektiranja, vrijednost može biti procijenjena upotrebom teoretske Jewell metode (CIRIA SP 123, 1996). Za proizvod se mogu upotrijebiti vrijednosti iz Tablice 5. BBA preporuča provođenje specifičnog pull-out testa na gradilištu, kako bi se potvrdile vrijednosti veznog koeficijenta f_b , upotrebljenog u konačnom projektu.

Tablica 5. Tipične vrijednosti veznog koeficijenta (f_b) i koeficijenta direktnog klizanja (f_{ds})

Tip ispune	Maks. veličina zrna (mm)	ϕ' (stupnjevi)	$\frac{D_{60}}{D_{10}}$	PI (%)	f_b	f_{ds}
Dobro građuiran, lomljeni vapnenac	50	38	-10,0	-	0,67	1,00
Dobro građuiran pijesak	10	34	-7,0	-	0,44	1,00
Uniformno građuiran okrugli pijesak	2	30	-1,8	-	0,27	1,00
Prašinasta glina visoke plastičnosti	-	23	-	39	0,23	0,15

Direktno sljeganje

8.9. Otpornost na direktno klizanje ojačanja Terramesh Systema, može se izraziti kao $f_{ds} \tan \phi'$, gdje je f_{ds} koeficijent direktnog klizanja (sinonim za faktor klizanja α , definiran u HA68)

$$f_{ds} = a_s \frac{(\tan \delta)}{\tan \phi'} + (1 - a_s)$$

gdje je $\frac{(\tan \delta)}{\tan \phi'}$ koeficijent trenja (f_{sf}), a a_s je omjer površine klizne plohe koja je čvrsta.

8.10. Koeficijent trenja (f_{sf}) za Terramesh System kod rutinskog projektiranja može se pretpostaviti da je 0,6 za kompaktna frikciona tla za ispunu ($\phi' = 30^\circ$). To je konzervativna vrijednost. izmjerene vrijednosti za f_{ds} su dane u Tablici 5.

δ = kut trenja između tla i plohe ojačanja

ϕ' = kut trenja tla

9. TRAJNOST

9.1. Proizvod se može koristiti u kombinaciji s tlima na koja se normalno nailazi u uobičajenoj građevinskoj praksi

9.2. Rezultati testiranja dokazuju da proizvod ima dobru otpornost na kemijsku koroziju, biodegradaciju, temperaturne efekte i izlaganje UV zrakama.

9.3. Prema mišljenju BBA, kad se proizvod upotrijebi u skladu s Certifikatom, može se upotrijebiti za postizanje vijeka trajanja konstrukcije od 60 godina, kako je zahtjevano DETR, HA za nasipe.

10. UGRADNJA TERRAMESH SYSTEMA

Potrebno je osigurati da se Terramesh elementi polažu longitudinalno, paralelno sa smjerom glavnih naprezanja.

PRIPREMA

Podloga se priprema izravnavanjem i zbijanjem u skladu s MCHW1. Podloga mora biti očišćena od korijenja, kamenja, panjeva i svih ostalih objekata koji mogu oštetiti mrežu.

POSTUPAK

- 10.1 Elementi se otvaraju i vanjsko lice se oformi u gabionski koš, povezivanjem s prstenovima, u skladu s procedurom opisanom u BBA Ceste i Mostovi Certifikatu No 93/R075, a mreža se raširi u odgovarajućem smjeru, u skladu s formacijom iz projekta.
Gabionski koševi i horizontalne mreže se međusobno povežu pocinčanim prstenovima.
- 10.2. Koševi koji formiraju lice nasipa, pune se kamenim materijalom, prema metodi iz BBA Ceste i Mostovi Certifikatu No 93/R075. (*Slika 2.*)
- 10.3 Ispuna se izvosi u slojevima od min. 150 mm prije kompaktiranja. Potrebno je posebno voditi računa o tome da su mreže adekvatno prekrivene ispunom prije zbijanja ili prelaska vozila. Vozila se ne smiju kretati direktno po mreži.
- 10.4 Maksimalna debljina slojeva za zbijanje ovisi o vrsti materijala za ispunu, kao i dostupnoj mehanizaciji na gradilištu, ali ne smije prelaziti 500 mm.

11. TEHNIČKA ISPITIVANJA

Slijedi sažetak tehničkih ispitivanja provedenim nad Maccaferri Terramesh Systemom.

Ispitivanja

- 11.1. Ispitan je proizvodni proces elemenata, uključujući i usvojene metode kontrole kvalitete, te je do detalja ispitana kvaliteta i kompozicija upotrebljenih materijala.
- 11.2. Prikupljeni su podaci za određivanje:
 - dimenzionalne točnosti
 - vlačne čvrstoće
 - kvalitete pocinčanja
 - performanse žice, mreže i ispunjenih gabiona
 - kvaliteta PVC obloge
 - jednostavnost sklapanja
 - trajnost.

11.3. Izvršeni su posjeti gradilištima kako bi se ocijenila praktičnost, jednostavnost rukovanja i ugradnje pod različitim uvjetima na terenu.

11.4. Ocijenjeni su i podaci iz studija vezanih za objekte na kojima je ugrađen Terramesh system i koje su u upotrebi duži niz godina.

Sustav upravljanja firme Maccaferri SpA je registriran i certificiran za sustav kvalitete UNI EN ISO 9002-1994, za proizvodnju gabiona i gabionskih struktura od strane Berau Veritas Quality Internal Italy (Broj certifikata 13388)

TERRAMESH SYSTEM JE ZAŠTIĆEN PATENTOM (PRILOG 2.)

BIBLIOGRAFIJA

BS 443:1982(1990) *Specification for testing zinc coatings on steel wire and for quality requirements*

BS EN 10223-3:1998 *Hexagonal steel wire netting for engineering purposes*

ASTM A 856/A856M:1997 *Standard specification for Zinc 5%Aluminium-Mischmetal Alloy coated carbon steel wire*

ASTM A 975 : 1997 *Standard specification for double twisted hexagonal mesh gabions and revet mattresses*

CIRIA SP123:1996 *Soil reinforcement with geotextiles*

UNI EN ISO 9002:1994 *Quality systems. Model for quality assurance in production, installation and servicing*