

Geopásky v prefabrikovanom vystuženom múre

Systémy vystužovania zemín geosyntetickou výstužou sa pomerne často používajú pri konštrukciách oporných múrov, svahov a násypov. Geosyntetické výstužové prvky zvyšujú stabilitu konštrukcie a pri správnom návrhu obmedzujú jej deformáciu. Prvé vystužené konštrukcie na báze geosyntetiky boli postavené začiatkom 70. rokov 20. storočia. V priebehu nasledujúcich rokov sa na trhu objavili polymérové výstuže, ktoré v súčasnosti tvoria väčšinu výstužných geosyntetických materiálov. Polymérne materiály si vyžadujú podrobný výskum na stanovenie vhodných dlhodobých charakteristík. Tento príspevok opisuje systém vystužovania zemín geopásmi ParaWeb.

Skúšobná konštrukcia v mierke 1 : 1

Prvá polyesterová výstuž sa na vystužovanie použila v roku 1970. Tento materiál bol a vzhľadom na svoju vysokú pevnosť v ťahu aj je ideálny na použitie vo vystužovaní zemných konštrukcií. Jedným z faktorov, ktorý v tom čase nebol známy, boli charakteristiky dlhodobých pevností v ťahu. Keďže väčšina konštrukcií sa navrhovala na životnosť 100 rokov, uvažovali sa prísne redukčné faktory zohľadňujúce rôzne frakcie zeminy, chemizmus okolitého prostredia a takisto creepové vlastnosti geosyntetickej výstuže. V júli roku 1977 sa v Berkshire v Spojenom kráľovstve na skúšobné účely postavila konštrukcia vysoká 6 metrov s betónovým kolmým čelom a vystužená výstužnými geopásmi. Hlavným cieľom tejto skúšky bolo získať nové informácie o správaní geopásov na optimalizáciu ich dĺžky, horizontálneho rozmiestnenia a orientácie. V konštrukcii sa použili pásy z ocele, pozinkovaného plechu, ocele obalenej PVC, betónových predpätých dosiek a geopásov Paraweb vyrobených z polyesterových vlákien obalených v polyetyléne. Každému výstužovému pásu sa prideliť určitá časť testovacej konštrukcie. Zásypový materiál sa vyhotovil z troch vrstiev – piesčitéy íl, priepustný štrk a ílovitá zemina. Pohľadové panely boli betónové, s rozmermi 450 × 450 × 80 mm. Na konštrukciu sa osadili piezometre, merače tlaku a sadania konštrukcie. Na začiatku a konci jednotlivých výstužových pásov sa osadili merače pomerných pretvorení z dôvodu kontroly ťahových napätí. Jednotlivé vzorky polymérových geopásov Paraweb sa počas predchádzajúcich 35 rokov odkopávali v nepravidelných intervaloch, merala sa ich zvyšková ťahová pevnosť a sledovalo sa ich poškodenie. Vzorky boli vo všeobecnosti v dobrom stave, na niektorých sa zistilo povrchové poškodenie spôsobené vykopávaním. Porovnanie jednotlivých parametrov ťahovej pevnosti a pomerného pretvorenia je uvedené v tabuľke. Ako je z nej zrejmé, mechanické vlastnosti geopásov ostali aj napriek veku 30 rokov zachované. Skúška potvrdzuje výborné vlastnosti geopásov z polyesterových vlákien obalených v polyetyléne, ktoré sa týkajú ich odolnosti proti chemizmu prostredia a porušeniu pri inštalácii.

Na základe zistení presných dlhodobých charakteristík geosyntetických výstuží a vplyvu prostredia na ich správanie nastal v stavebníctve výrazný nárast použitia geosyntetických

Tabuľka Porovnanie parametrov jednotlivých vzoriek geopásov

Rok odobratia vzorky	Počet vzoriek	Nameraná ťahová pevnosť		Pomerné pretvorenie	
		jednota (kN)	v porovnaní s počiatočnou pevnosťou (%)	hodnota (%)	v porovnaní s počiatočnou pevnosťou (%)
Pôvodná vzorka	–	31,30	100	11,40	100
1984	8	30,60	97,8	12,10	106,1
1990	9	31,40	100,3	12,80	112,3
1994	11	30,90	98,7	12,10	106,1
2005	5	31,04	99,2	12,68	111,2

výstužových systémov pri návrhu oporných konštrukcií. Jedným s týchto systémov je aj systém vystuženej zemnej konštrukcie MacRES (Maccaferri Reinforced Earth System).

Teória vystužených konštrukcií na báze geosyntetiky

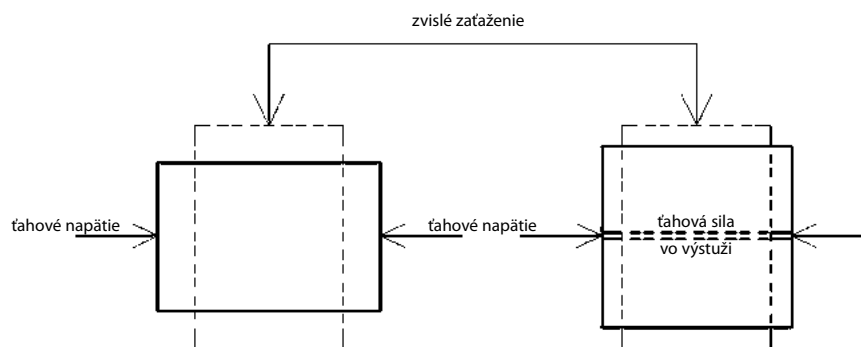
Nasledujúci jednoduchý príklad nám ozrejmí koncept vystuženej zeminy a opisuje sa v ňom princíp distribúcie síl v zeminách. Na obr. 1 je znázornený element zeminy, ktorý je zaťažený rovnomerným zvislým zaťažením. Zemina sa pod zaťažením deformuje a v okolitom prostredí na základe rovnováhy síl vzniká horizontálne ťahové napätie. Ak tú istú vzorku zeminy vystužíme geopásmi, ťahové napätie v okolitom prostredí vyvolané deformáciou zeminy preniesie vložená výstuž. Ťahové napätie sa preniesie do výstuže trením medzi zeminou a výstužou. Tento princíp interakcie medzi zeminou a výstužou zabezpečuje zníženie horizontálnych napätí a vďaka tomu znižuje celkovú deformáciu zeminy, zvyšuje jej tuhosť a vytvára stabilný vystužený blok.

Opis systému

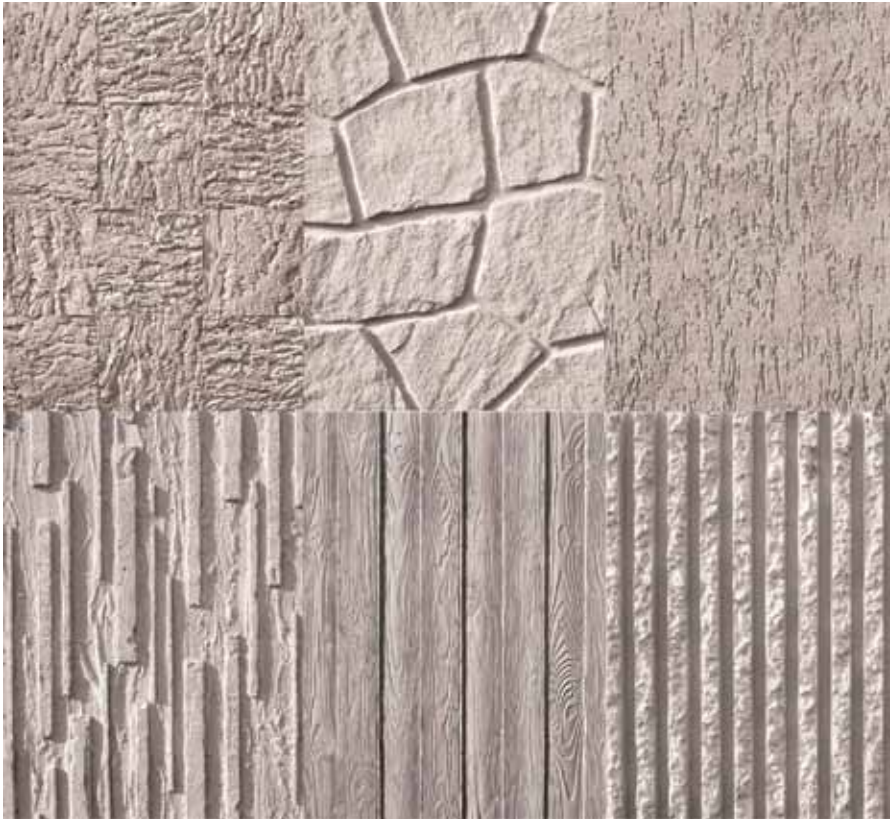
MacRES funguje na základnom princípe trenia medzi výstužovými geopásmi a zeminou,

ktorá ho pritažuje. Geopásky prenášajú ťahovú zložku napätia, ktorá v nich vzniká od zemných tlakov na lícovej prefabrikáty. Materiál telesa násypu a výstuž – geopásky tvoria hlavnú časť systému a čelné prefabrikované panely slúžia na ochranu konštrukcie pred eróziou a dávajú konštrukcii atraktívny architektonický vzhľad (obr. 2). Podľa STN EN 14475 je múr klasifikovaný ako zvislá oporná zemná vystužená konštrukcia s tuhým lícovým prvkom a s kĺbovým usporiadaním. Systém je ideálny na konštrukcie vertikálnych múrov pri budovaní dopravných líniových stavieb.

Vystuženú zemnú konštrukciu tvorí kombinácia zásypového materiálu a výstužných geopásov na báze geosyntetiky. Pohľadové panely sú lícové betónové prefabrikované panely ortogonálneho tvaru, odliate v špeciálnych formách, trieda betónu minimálne C 30/37. Panely sú v závislosti od statického posúdenia buď vystužené, alebo nevystužené. Základný rozmer panelu je 1,5 × 1,5 × 0,14 m. Pod pohľadovými panelmi treba na mieste realizovať vyrovnávaciu podkladovú vrstvu z prostého betónu, ktorá slúži na správne výškové a smerové osadenie panelov. Konštrukcia sa buduje vo zvislých radoch so šachovnicovým usporiadaním, panely sa



Obr. 1 Porovnanie fungovania elementu nevystuženej a vystuženej zeminy



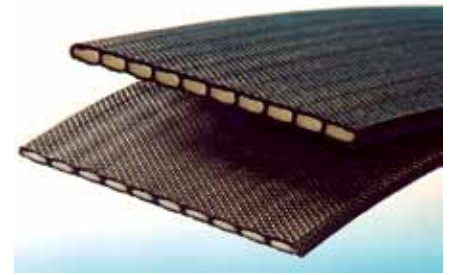
Obr. 2 Rôzne typy povrchových úprav panelov

ukladajú systémom pero – drážka. Typ povrchovej úpravy panelov závisí od požiadavky projektu a investora.

Všetky realizačné práce súvisiace s týmto systémom sa vykonávajú zo zadnej strany konštrukcie, nie je teda potrebné riešiť prístup z prednej strany. Prefabrikované panely sa vyrábajú mimo staveniska, čo zjednodušuje prácu v stiesnených a ťažko dostupných podmienkach. Keďže ide o plošne pôsobiacu konštrukciu, neexistujú osobitné nároky na základové konštrukcie. Pri prácach sa nevyžaduje kvalifikovaná pracovná sila a rýchlosť výstavby je 50 až 70 m za deň. V porovnaní s tradičnými gravitačnými, prípadne uholníkovými opornými konštrukciami sa výrazne ušetrí množstvo použitého materiálu, ako aj náklady na prácu.

Spoj medzi panelmi

Horizontálne spoje sa tvoria stlačiteľnými gumovými podložkami umiestnenými medzi spodný a vrchný panel, aby sa zabránilo priamemu kontaktu medzi betónovými povrchmi. Na vnútornú stranu panelu (strana násypu) sa potom zafixuje pás geotextílie široký 40 cm na prekrytie celej dĺžky horizontálneho aj vertikálneho spoja ako ochrana proti vypadávaniu jemnejších frakcií zásypaného materiálu. Stlačiteľné podložky vytvárajú z konštrukcie polotuhý systém. Pomer výšky a šírky panelu rovnajúci sa jednej v kombinácii so stlačiteľnými podložkami garantuje dobré kĺbové usporiadanie systému, z čoho vyplýva významná tolerancia pri rozdielnom sadaní v pozdĺžnom smere.



Obr. 3 Detail geopásu

Geopásy sa vyrábajú v rôznych šírkach, ktorým zodpovedajú rôzne únosnosti. Ťahové pevnosti jednotlivých geopásov sa pohybujú v rozpätí 20 až 100 kN. Šírka je v rozpätí od 45 do 90 mm, dĺžka balov je 100 m. Geosyntetická výstuž sa vyrába v rôznych vyhotoveniach, ktorých geometria a povrchová úprava závisia najmä od typu zásypaného materiálu.

Spoj panel – výstuž

Prefabrikované panely majú pri výrobe na rubovej strane osadené spojovacie prvky v počte a umiestnení závislom od konkrétneho projektového návrhu. Spojovacie prvky sú vyrobené na báze polyméru. Spoj medzi lícovými panelmi a výstužou je vytvorený prevlečením geopásov cez úchyty. Počet úchytovej pri jednotlivých výškach je spolu s typom a dĺžkou geosyntetickej výstuže veľmi dôležitým prvkom správneho fungovania celej konštrukcie.

Diaľnica D1 Dubná Skala – Turany

Časť diaľnice D1, ktorej výstavba je momentálne v plnom prúde, buduje v Turčianskej záhradke medzi budúcim východným portálom tunela Višňové a obcou Turany spoločnosť Váhostav – SK, a. s. Na predmetnom

Geosyntetická výstuž

Výstužové prvky sú kľúčovou zložkou konštrukčného systému MacRES. Vyvinuli sa dva základné materiály, a to geosyntetická a oceľová výstuž. V tomto príspevku sa budeme venovať geosyntetickej výstuži. Geosyntetická výstuž (Paraweb) je výstužový lineárny prvok skladajúci sa z vysokopevnostných polyesterových vlákien chránených vrstvou polyetylénu v tvare geopásu (obr. 3). V snahe vyhovieť a optimalizovať jednotlivé konštruk-



Obr. 4 Detail uchytenia geopásu (Paraweb) na pohľadový múr pomocou spojov Paraloop



Obr. 5 Panely na objekt 236-00



Obr. 6 Mostná opora objektu 207-00



Obr. 7 Prvý rad panelov, oporný múr objektu 235-00

úseku sa plánuje výstavba 16 vystužených zemných konštrukcií systémom MacRES. Ide o sedem oporných múrov a deväť múrov tvoriacich vystužené mostné opory alebo vystužené mostné krídla. Z tohto počtu sa k dnešnému dňu zrealizovali tri objekty (207-00, 209-00 a 240-00) a v procese výstavby je ďalších päť objektov (235-00, 236-00, 237-00, 219-00 a 220-00). Podrobnejšie sa tejto stavbe plánujeme venovať v niektorom z budúcoročných vydaní časopisu Inžinierske stavby/Inženýrske stavby.

Záver

Od začiatku 70. rokov minulého storočia sa vo svete postavilo veľa vystužených konštrukcií s vertikálnym betónovým čelom a vystuženými geopásmi. K dispozícii je množstvo referenčných stavieb, ktoré poukazujú na dobré fungovanie systému MacRES, čo vzbudzuje dôveru v tento systém. Keďže v jednotlivých krajinách sveta (vrátane Slovenska) naplno cítiť finančnú krízu a projekty výstavby cestnej a železničnej infraštruktúry sú pod enormným tlakom pre znižovanie cien (ak nie zastavené), použitie systému MacRES je ideálne z hľadiska ceny za štvorcový meter pohľadovej plochy konštrukcie. Napriek nízkej cene je riešenie architektonicky pritažlivé a z geotechnického hľadiska stabilné počas celej životnosti konštrukcie.

Literatúra

1. Jayakrishnan, P.V.: Polymeric strip reinforced soil true bridge amutments – Maccaferri India.
2. Naughton, P.J.: The properties of polyethylene encased high tenacity polyester linear elements – Institute of Technology, Írsko.
3. Dlamini, S. M.: Numerical & limit state analysis of connected double-faced mechanically stabilised earth walls – Maccaferri Južná Afrika.
4. Balderson, T.: Durability of reinforced polyester reinforced webbing – a 28 years real time case history – Linear Composites Ltd, Anglicko.

TEXT: Ing. Jozef Sňahničan
FOTO: MACCAFERRI CENTRAL EUROPE

Jozef Sňahničan je technický riaditeľ v spoločnosti MACCAFERRI CENTRAL EUROPE, s. r. o.

Geostrips in Precast Reinforced Wall

Earth systems reinforced with geosynthetic are quite often used in the construction of retaining walls, slopes and embankments. The use of geosynthetic reinforcing elements increases the stability of the structure and with the proper design limits its deformation. The first structures reinforced with geosynthetics were built in the early seventies of last century. Over the coming years, the polymer reinforcement appeared on the market, which currently form the majority of geosynthetic reinforcement materials. This article describes the earth reinforced system with geostrips ParaWeb.