

# Vystužené oporné konštrukcie TensarTech – výhody a skúsenosti

Vystužené (alebo mechanicky stabilizované) zeminy sa stali štandardom pri výstavbe ekonomicky efektívnych oporných múrov a mostných opôr na cestách a železničiach (ako aj pri výstavbe rezidenčných, komerčných a priemyselných projektov). Slúžia ako alternatíva k tradičným možnostiam, ktoré často zahŕňajú použitie pilót a vystuženého betónu.

Vystužené oporné konštrukcie sa vyznačujú nižšími tlakmi na podložie, čo môže výrazne eliminovať potrebu výstavby drahých základových konštrukcií. Široké uplatnenie nachádzajú aj v oblastiach, kde je nevyhnutné zahrnúť do výpočtu aj seizmické vplyvy, keďže poskytujú vysokú odolnosť proti vplyvom zemetrasenia.

V mnohých prípadoch je celé zaťaženie od mostnej konštrukcie uložené na vystuže-

nej opornej konštrukcii – vystuženej mostnej opore. Spoločnosť Tensar International (Tensar) navrhla mnoho dočasných aj trvalých konštrukcií, ktoré využívajú vystužené oporné systémy TensarTech na prenos zaťaženia aj väčšieho ako 500 kN/m. V prípade potreby zakladania mostnej konštrukcie na pilótach sa môžu jednoducho zabudovať do záspy vystuženej opornej konštrukcie (obr. 1).

Oporné systémy TensarTech využívajú

vrstvy geomreží Tensar na vystuženie zemín, zvýšenie ich únosnosti a zvýšenie ich odolnosti proti nerovnomernému sadaniu. Vrstvy geomreže môžu byť spojené so širokou škálou obkladových prvkov, ako sú napríklad modulové bloky, betónové panely, prípadne gabiony, a to v závislosti od dostupnosti jednotlivých materiálov a estetických požiadaviek konkrétneho projektu.

## HDPE geomreže Tensar vs použitie neštandardných zásypových zemín

Veľkou výhodou použitia HDPE geomreží Tensar je, že umožňujú použitie veľkého množstva typov zásypových zemín, čím sa otvárajú možnosti na využitie lokálnych zemín a priemyselných odpadových produktov, napríklad popolčeka. Je to vynikajúci spôsob, ako znížiť vplyv vystužených oporných múrov a svahov na životné prostredie a súčasne znížiť náklady na výstavbu a skrátiť jej čas.

Popolček (alebo PFA) predstavuje vedľajší produkt výroby elektrickej energie vznikajúcej spaľovaním uhlia, ktorý sa môže po kondicionovaní použiť ako zásypová zemina pri výstavbe vystužených oporných konštrukcií. Tento produkt je nielen lacnejší ako kamenivo z lomu, ale súčasne má aj nižšiu mernú hmotnosť, čo umožňuje znížiť tlak a požiadavky na zakladanie konštrukcie.

Tieto druhy odpadových materiálov charakterizujú vysoké hodnoty pH, ktoré limitujú možnosti použitia niektorých typov materiálov, napríklad ocele alebo polyesteru. HDPE geomreže Tensar sú pri bežných teplotách v pôde inertné a vysokoodolné proti chemickým vplyvom prostredia, takže ich možno používať s popolčekom bez obáv z degradácie a zo zhoršenia ich vlastností.

## TensarTech ARES – vystužená oporná konštrukcia

Oporný systém TensarTech ARES (obr. 2) je jedným z posledných prírastkov do sortimentu vystužených oporných konštrukcií spoločnosti Tensar. Systém poskytuje odolné, trvalé oporné konštrukcie, ktoré si vyžadujú minimálnu údržbu pri návrhovej životnosti až 120 rokov, čo potvrdzuje aj certifikát HAPAS BBA 13/H201.

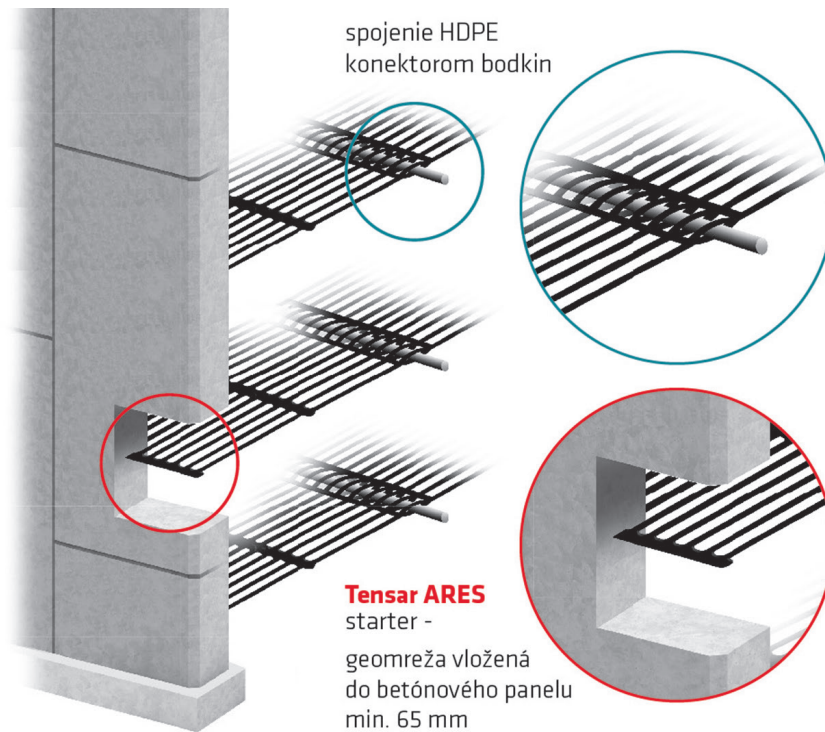
Oporný systém TensarTech ARES (obr. 3) pozostáva z betónových panelov s krátkymi zavádzacími pásmi geomreží vyrobených



Obr. 1 Výstavba opornej konštrukcie s uložením mosta na pilótach (stĺpoch)



Obr. 2 TensarTech ARES – oporná konštrukcia s minimálnymi nákladmi na údržbu a s návrhovou životnosťou až 120 rokov



Obr. 3 Schéma vystuženého oporného systému TensarTech ARES

z vysokohustotného polyetylénu (HDPE), ktoré sú zaliate do betónových panelov. Tie sú pomocou vysokoúčinného spojovacieho konektora bodkin (vyrobený z HDPE) mechanicky spojené s vrstvami jednoosovej HDPE geomreže, ktoré vystužujú zeminy, čo zna-

mená, že systém neobsahuje žiadne kovové prvky podliehajúce korózii.

Panely môžu byť prefabrikované z výroby alebo odlievajú in situ. Spodné panely sa ukladajú na vyrovnávací betónový základ, pričom medzi panely na ďalších úrovniach sa

na vodorovné spoje vkladajú EPDM podložky. Štandardné panely majú štvorcový tvar a rozmer  $1,5 \times 1,5$  m, dostupné sú však aj iné rozmery. Povrch panelov môže mať rôzne textúry – od hladkého betónu cez kameninový vzhľad až po rôzne rebrované povrchy v závislosti od estetických požiadaviek architekta.

Niektoré z prvých oporných múrov TensarTech ARES boli vybavené monitorovacími zariadeniami, aby sa overila ich účinnosť, trvanlivosť a dlhodobá funkčnosť. Jeden z prvých panelových oporných múrov vystužených geomrežou bol vybudovaný ako ochranný múr pri pobreží na polostrove Gaspe v Kanade. Po viac ako 20 rokoch búrok v severnom Atlantiku a neustálom pôsobení slanej morskej vody nie sú viditeľné žiadne prejavy korózie alebo zhoršenia stavu opornej konštrukcie.

### Riešenia pre celý rad projektov

Vystužené oporné múry a svahy využívajúce geomreže Tensar, ako je aj TensarTech ARES, ponúkajú veľké množstvo výhod pri výstavbe infraštruktúrnych, ale aj ďalších projektov.

Výstavba s využitím vystužených oporných konštrukcií TensarTech je rýchlejšia a bezpečnejšia ako pri použití tradičných systémov. Ukázalo sa, že vystužené oporné konštrukcie znižujú náklady na výstavbu až o 75 % a v porovnaní s tradičnými riešeniami môžu

**Tensar®**

**WALLS AND SLOPES**

**Tensar® ponúka širokú škálu cenovo prijateľných a atraktívnych riešení pre všetky stavebné projekty vyžadujúce výstavbu oporných múrov alebo strmých svahov**



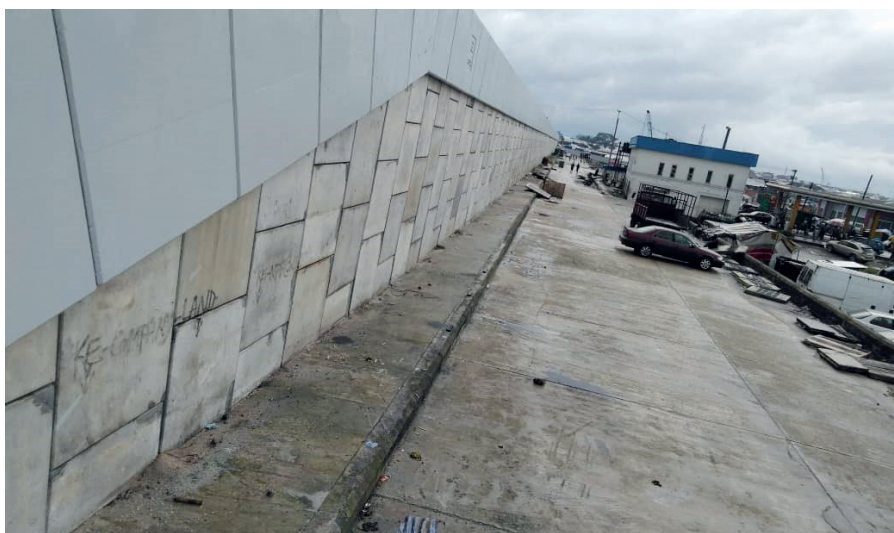
**CHEMIA  
SERVIS**

**Náš partner pre  
Slovenskú republiku:**

**CHÉMIA - SERVIS, a.s.**  
Zadunajská cesta 10  
851 01 Bratislava  
obchod@chemiaservis.sk  
www.chemiaservis.sk  
www.tensar.sk



Obr. 4 Výstavba vystuženého oporného múra zo systému TensarTech ARES v centre mesta Lublin, Poľsko



Obr. 5 Prístupové rampy k hlavnej časti múra s výškou do 6 m v prístave na rieke Bonny, Nigéria

skrátit čas výstavby až o polovicu, pričom sú nenáročné na údržbu.

Vystužené oporné konštrukcie TensarTech ponúkajú množstvo typov lícových prvkov a konštrukčných možností, ktoré umožňujú vyhovieť požiadavkám projektu a požadovanej životnosti konštrukcie. Široká škála ponúkaných za sucha ukladaných stavebníkových blokových systémov, ako sú prefabrikované betónové panely (s možnosťou prídania architektonických, murovaných alebo tehlových povrchových úprav), gabiony alebo robustné betónové tvarovky vhodné do agresívneho morského prostredia, predstavuje riešenie pre takmer akýkoľvek projekt.

#### Lublin – výstavba novej magistrály v centre mesta

Systém TensarTech ARES bol ekonomickou voľbou pri výstavbe novej magistrály v centre mesta Lublin vo východnom Poľsku.

Lubelskiego Lipca '80 predstavuje kľúčovú dopravnú tepnu v centre mesta Lublin. V rámci rozsiahlej obnovy danej oblasti, ktorá zahŕňala výstavbu nového štadióna s kapacitou 15 500 miest a viacúčelovej stanice,

bolo treba zmodernizovať cestnú infraštruktúru. Súčasťou tejto modernizácie bola aj výstavba vystuženého násypu na ceste Lubelskiego Lipca '80.

Pôvodný návrh projektu počítal s výstavbou železobetónových múrov, ktoré sa však zamenili za vystuženú opornú konštrukciu. Po prehodnotení viacerých alternatívnych technických návrhov na výstavbu vystužených oporných múrov a po zohľadnení nákladov na výstavbu sa zhotoviteľ Dura Sp. Z o.o., ktorý pracoval v mene klienta Zarząd Dróg i Mostów w Lublinie, rozhodol pre oporný systém z betónových panelov TensarTech ARES s plošným vystužením výstužnými geomrežami Tensar (obr. 4).

Použitie HDPE geomreží a konektorov umožnilo výstavbu oporného systému odolného proti korózii. Vďaka jednoduchej a rýchlej inštalácii sa konštrukcia odovzdala v požadovanom termíne a v dohodnutej zmluvnej cene. Keďže sa použili prefabrikované panely, oporný múr mohol byť postavený bez potreby špeciálnych mechanizmov, čím sa výrazne skrátily čas výstavby v porovnaní s pôvodne navrhnutou železobetónovou konštrukciou.

#### Nigéria – výstavba nového dopravného uzla na rieke Bonny

Vystužená oporná konštrukcia zo systému TensarTech ARES s dĺžkou 350 m sa použila pri výstavbe vyvýšenej plošiny na môle na rieke Bonny v štáte Rivers State v Nigérii v rámci projektu na vytvorenie dopravného uzla pre miestnych obchodníkov a cestujúcich po rieke.

Hlavná časť oporného múra, navrhnutá britským tímom spoločnosti Tensar, bola dlhá 261 m a vysoká 6 m, pričom oporné steny krídel (s dĺžkami 56 a 33 m) na oboch koncoch oporného múra tvorili prístupové rampy medzi rôznymi výškovými úrovňami móla (obr. 5).

Vzhľadom na relatívne odľahlú lokalitu sa rozhodlo, že panely oporného systému TensarTech ARES sa budú vyrábať na mieste stavby, keďže dodávka hotových panelov by bola s ohľadom na veľkú vzdialenosť ekonomicky neefektívna. S výrobou panelov sa začalo dva mesiace pred začiatkom výstavby, pričom denne sa vyrobilo 16 panelov.

Panely vyrábala dodávateľ stavby Raffoul Nigeria Ltd., ktorý inštaloval aj vystuženú opornú stenu. Využila sa miestna pracovná sila, ktorú priamo na mieste zaškolili pracovníci firmy Tensar a jej lokálneho distribútora. Aby sa ešte významnejšie znížili náklady na výstavbu opornej steny, použila sa zemina získaná priamo na mieste stavby, ktorá sa inštalovala pomocou štandardných mechanizmov. Výstavba opornej steny bola rýchla, denne sa nainštalovalo približne 35 m<sup>2</sup> pohľadovej plochy.

#### Záver

Vystužené oporné konštrukcie TensarTech kombinujúce rôzne typy pohľadových prvkov a odolné HDPE geomreže Tensar umožňujú nájsť prijateľné riešenie, ktoré bude spĺňať nielen technické, ale aj ekonomické a estetické požiadavky na projekt. Dlhoročné skúsenosti, ako aj neustály výskum a vývoj podložené veľkým množstvom nezávislých skúšok a testov predstavujú pritom základ pri výstavbe konštrukcií s dlhou životnosťou a s minimálnymi nákladmi na údržbu.

TEXT: Craig Roberts

FOTO: archív Tensar International

Craig Roberts pôsobí ako senior produktový manažér a manažér technológií v spoločnosti Tensar International.

#### Literatúra

1. Tensar – firemná literatúra.

#### Reinforced earth constructions TensarTech – benefits and experiences

Reinforced (or mechanically-stabilized) soil has become a standard way of forming cost-effective walls and bridge abutments on roads and railways (as well as to form earth structures on residential, commercial and industrial projects), instead of more traditional options that frequently involve piling and reinforced concrete