

VYZTUŽENÉ OPĚRNÉ KONSTRUKCE REINFORCED SOIL RETAINING STRUCTURES

PETR HUBÍK

S pojmem vyztužená zemina se setkáváme v posledních letech stále častěji. Rozsáhlou oblastí, která zaznamenává prudký vzestup zájmu odborné veřejnosti jsou opěrné konstrukce vyztužené geomřížemi. Příchod zahraničních výrobců i domácí rozvoj přináší potřebné know-how o této oblasti a vznik nových firem zabývajících se problematikou vyztužování zemin dává celému odvětví nové impulzy, jejichž výsledkem je celá řada moderních staveb realizovaná touto „netradiční technologií“.

The term „reinforced soil“ is currently used more and more. Retaining structures reinforced by geogrids attract interest of civil engineers and investors. Activities of foreign producers as well as international research and development brought new ideas and know-how to this field. These impulses allow appearance of new companies and consequently long list of new structures built up by this technology.

PRINCIP VYZTUŽENÝCH KONSTRUKCÍ

Hlavní funkcí výztuže v opěrných konstrukcích (tj. opěrných zdech, mostních opěrách atd.) je přenášet porušující síly z oblasti porušení do stabilní oblasti.

Geomříže zajišťují stabilitu vyztuženého zeminého bloku, kdy aktivní síly nejsou přenášeny na obklad, a ten řeší jen estetiku konstrukce a zajišťuje protierozní ochranu.

OPĚRNÉ KONSTRUKCE

Vyztužená zemina se používala k výstavbě opěrných systémů od nepaměti. Nejednalo se pochopitelně o vyztuženou zeminu v dnešním smyslu slova, ale o konstrukce založené na stejném principu.

Opěrné konstrukce jsou snad nejviditelnějším použitím vyztužené zeminy. Obklopují nás na každém kroku, denně se setkáváme s jejich proměnlivou podobou, ale jen odborníci rozeznávají konstrukce zdí postavené za použití vyztužené zeminy. Je to pochopitelné, protože každá opěrná zeď vystavuje na obdiv svůj vnější vzhled a statický systém zůstává skryt někde uvnitř.

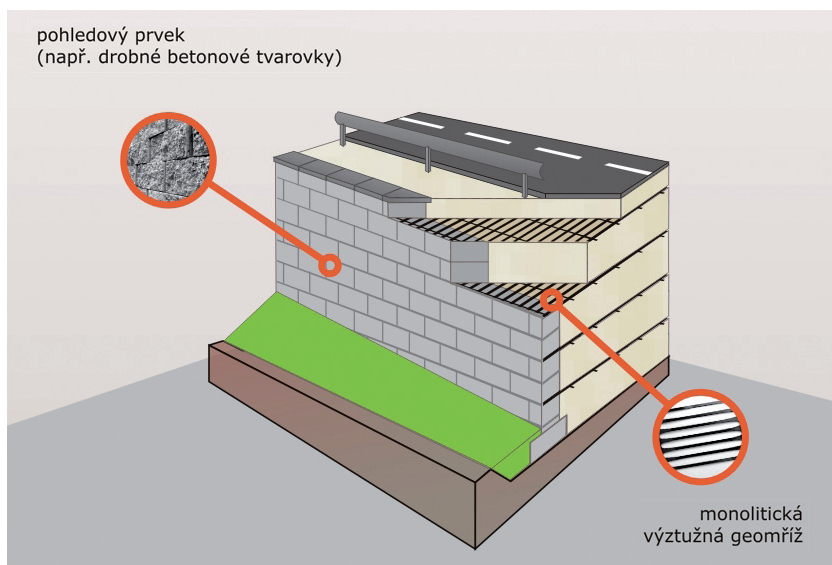
A právě estetický vzhled patří kromě nízké ceny k největším přednostem opěrných konstrukcí z vyztužené zeminy. Díky svému statickému působení není totiž té viditelné části, tedy líci konstrukce přisuzována statická funkce, a může tedy být vytvořen prakticky z čehokoliv, nejčastěji z betonu.

Konstrukce zdí z vyztužené zeminy mají některé praktické výhody oproti „klasickým“ zdem. Jedná se zejména o minimální nároky na založení, necitlivost vůči sedá-

ni a velmi rychlou dobu výstavby. Proto se často používají ve špatných základových podmínkách a v kombinaci s výstavbou zeminých těles silnic, dálnic a železnic. Účelu použití a velikosti zdi se přizpůsobuje i vzhled líce tak, aby co nejlépe vyjadřoval charakter stavby.

Mostní křídla a opěry

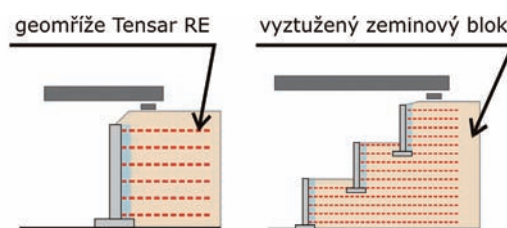
V mnoha částech světa jsou vyráběny



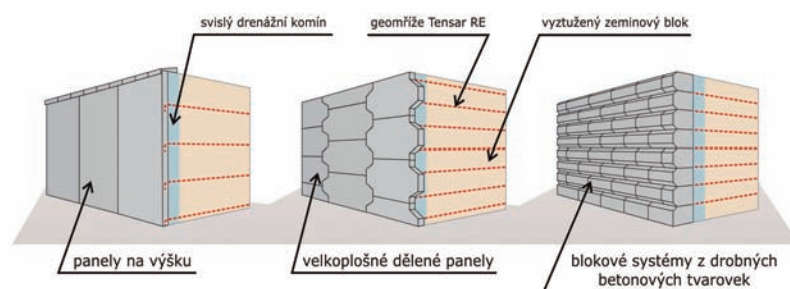
Obr. 1 Řez opěrnou zdí s lícovými tvarovkami vyztuženou geomřížemi
Fig. 1 Cross section of retaining wall with modular face block reinforced by geogrids

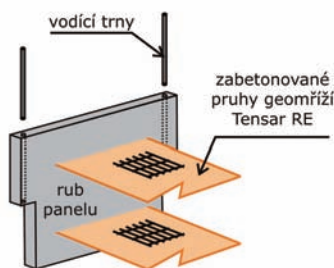
Obr. 2 Typický řez jednoduchou a kaskádovitou mostní opěrou

Fig. 2 Typical cross sections of simple and stepped reinforced soil bridge abutments



Obr. 3 Přehled typů betonových lícových prvků
Fig. 3 The selection of possible facing types





a) Obr. 4 Zabudované zárodky geomříží Tensor na rubové straně děleného panelu a), b)

Fig. 4 Tensor geogrid starters embedded in incremental concrete panel a), b)



prefabrikované betonové bloky, umožňující vytvoření estetických a jednoduše sestavitelných líců opěrných stěn a mostních opěr. V České republice se nejčastěji používají drobné štípané betonové bloky a prefabrikované betonové panely. K vyztužování opěr s pevným lícem se téměř výhradně používají geomříže, které se u drobných betonových tvarovek připojují do spár pomocí speciálních konektorů. Do betonových panelů větších rozměrů se pak přímo ve výrobě umísťují zárodky geomříží, které jsou při výstavbě napojovány speciální spojkou na projektovanou délku geomříže. Při větších výškách opěr je vhodné použít členění do jednotlivých stupňů, které umožňují lepší obsluhu a údržbu konstrukce a zároveň vytvářejí prostor pro osazení vegetací.

Výběr lících prvků

Výběr lících pohledových prvků závisí na konečné funkci konstrukce a její projektované životnosti. Návrhová životnost většiny důležitých staveb je delší než sto let. Z tohoto důvodu je zapotřebí, aby odolnost a životnost čel byla stejná jako životnost vyztužených zemín. Tento požadavek však není důvodem, aby čela byla unifikována nebo nevhledná.

V České republice je běžně používáno několik typů čel. Mezi nejpoužívanější patří

- betonové panely na plnou výšku
- velkoplošné betonové panely
- blokové systémy z drobných betonových tvarovek ad.

Panely na výšku a velkoplošné dělené panely

Panely kryjí celou výšku konstrukce a jsou vyrobeny se zabudovanými zárodky geomříží na rubové straně. Po osazení panelu je projektovaná délka geomříže jednoduše napojena k zárodku plnohodnotným spojem. Panelové formy jsou navrženy tak, aby umožňovaly zhotovení mnoha atraktivních provedení čel.

Obr. 5 Mostní opěra z panelů na výšku, silnice R52 Rajhrad-Pohořelice

Fig. 5 Full-height panel bridge abutment, main road R52 Rajhrad - Pohořelice

Obr. 6 Nejvyšší opěrná zeď z vyztužené zeminy v České republice, přeložka silnice I/7 Chomutov-Křimov, velkoplošné dělené panely kotvené jednoosými geomřížemi Tensor

Fig. 6 The highest geogrids reinforced retaining wall in Czech Republic, main road I/7 Chomutov - Křimov, incremental concrete panel wall with uniaxial geogrids Tensor

Obr. 7 Výstavba opěrné zdi z velkoplošných dělených panelů kotvených monolitickými geomřížemi, dálnice D47 v Ostravě

Fig. 7 Construction of incremental concrete panel wall with Tensor uniaxial geogrids, motorway D47 in Ostrava



Obr. 8 Opěrné zdi z blokového systému z betonových tvarovek na silnici Tošanovice–Žukov, délka zdi je přes 100m

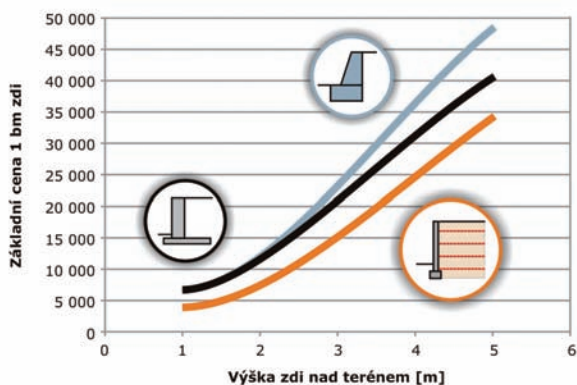
Fig. 8 Modular block retaining walls, main road Tošanovice – Žukov, length of walls is more than 100m

Obr. 9 Mostní křídla z blokového systému z betonových tvarovek na železniční trati Třebovice–Rudoltice

Fig. 9 Bridge wings made of modular block, railway track Třebovice – Rudoltice

Obr. 10 Opěrné zdi podjezdu železničního koridoru Česká Třebová – Zábřeh u obce Damník

Fig. 10 Underpass under railway corridor Česká Třebová – Zábřeh near village Damník



Blokové systémy z drobných betonových tvarovek

Prefabrikované betonové bloky umožňují vytvoření estetických a jednoduše sestavitelných líců opěrných stěn. Hlavním rysem těchto systémů je vysoká účinnost spojení mezi čelním blokem a geomříží Tensar.

Bloky jsou vyráběny z betonu vysoké kvality různých barev, vzorů a provedení. Z architektonických důvodů některé systémy umožňují i jednoduché připojení zděné fasády ke konstrukci použitím spojek z nerezavějící oceli. Nabízená řešení poskytují projektantům mnoho možností, ze kterých si mohou vybrat výslednou pohledovou úpravu konstrukce. Geometricky může být konstrukce buď přímá nebo zakřivená, v příčném řezu jako svíslá, šikmá nebo stupňovitá.

Dalšími výhodami používání těchto lícových prvků jsou jednoduchá manipulace nevyžadující použití speciálního zvedacího zařízení a výstavba bez použití dočasných podpěrných konstrukcí.

Pokládka pohledových lícových prvků, geomříže i výplně jsou součástí jednoho konstrukčního procesu. Výsledkem je rychlý postup bez požadavků na speciální mechanizaci či kvalifikovanou pracovní sílu.

Hlavní výhody vyztužených opěrných konstrukcí

- rychlá výstavba bez klimatických omezení, jednoduché provádění, ruční práce
- kombinace zdění a zásypu se zhuštěním
- nižší náklady proti klasickým zdem
- trvanlivost bez nároků na údržbu
- tolerance vůči nerovnoměrnému sedání, jednoduché založení
- možnost použití místní zeminy
- malé napětí v základové spáře odbourává nákladné úpravy podloží
- výběr estetických povrchových úprav

Ekonomické porovnání

I toto téma je neodmyslitelnou součástí návrhu každé konstrukce. O vyztuženém zeminovém bloku můžeme říci, že získáváme nejen bezpečnou, estetickou, ale i ekonomickou konstrukci. Důkazem jsou studie provedené u nás i v zahraničí. Jednou z porovnávacích studií, je práce [1], kde bylo provedeno srovnání úhlové železobetonové zdi, vyztužené zeminové konstrukce a svahu pro

Obr. 11 Srovnání konstrukčních nákladů různých typů opěrných zdí

Fig. 11 Comparison of construction costs of different types of retaining walls

výšku 8,6 m. Studie ukázala, že dochází ke snížení nákladů u vyztužené zeminové konstrukce oproti železobetonové konstrukci o 32 % a u svahu o 7 %.

ZÁVĚR

V závěru článku bych chtěl shrnout rozdíl mezi vyztuženou zeminovou a klasickou konstrukcí.

V posledních letech se často setkáváme s rekonstrukcemi opěrných konstrukcí, které je nutné opravovat buď s ohledem na jejich stáří nebo vlivem poškození od povodní popř. jiných vlivů. Jedním z důležitých faktorů při jejich rekonstrukci je **doba opravy** (např. opěrné konstrukce při liniových stavbách). Použití vyztužených opěrných konstrukcí umožní významné zkrácení doby opravy. Jedním z důvodů urychlení je odstranění mokrého procesu a malé nároky na speciální stavební mechanizaci.

Při zakládání klasické opěrné konstrukce (zdi, mostní opěry) na málo únosném podloží se většinou používá hlubinných prvků. Tento způsob zakládání však u vyztužených opěrných konstrukcí odpadá. Vyztužený zeminový blok je ze své podstaty necitlivý vůči diferenciálnímu sedání a jeho použití je proto možné na téměř jakémkoliv **podloží**.

Výhodou těchto konstrukcí je možnost použití téměř libovolného **zásypového materiálu**. To je ceněno v případech, kdy je na stavbě nebo jeho blízkosti nedostatek kvalitního zásypového materiálu. Jedná se zejména o sanaci sesuvů s využitím sesunutého materiálu s přehozením materiálu na místě.

Technologie provádění umožňuje kombinovat geomříže s různými typy **pohledových úprav** lícnic prvků v závislosti na místních podmínkách. Lze použít železobetonové panely na plnou výšku nebo různobarevné tvarovky s povrchovou úpravou ad.

Literatura:

- [1] Paul J.: Economics and construction of blast embankments using Tensar geogrids, Polymer grid reinforcement, Thomas Telford Limited, str. 191-197, 1985, London

Ekonomika návrhu a výstavby je významnou položkou při celkovém hodnocení navržené konstrukce. A právě vyztužené opěrné konstrukce jsou typem, které dovedou tento požadavek v mnoha případech splnit.

Ing. Petr Hubík

GEOMAT, s. r. o.

Tuřanka 115, 627 00 Brno

tel.: 548 217 047

e-mail: info@geomat.cz

www.geomat.cz

Text článku byl posouzen odborným lektorem.

 **GEOMAT**[®]

specialista na geosyntetika

geomříže

geotextilie

georochože

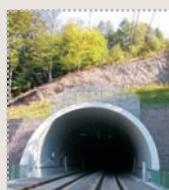
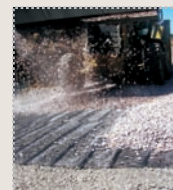
drenáže

GEOMAT s.r.o., Tuřanka 115, 627 00 Brno
T 548 217 047, F 548 218 047, E info@geomat.cz

www.geomat.cz



vyztužování
podkladních vrstev
dopravních staveb



opěrné konstrukce -
zdi, strmé svahy,
mostní opěry a křídla



zakládání pozemních
staveb a násypů,
izolace skládek odpadů



drenážní systémy
a odvodnění staveb,
protierozní ochrana

