

Realizace konstrukcí z vyztužené zeminy v České republice

Petr Hubík, GEOMAT s.r.o., Brno

S pojmem vyztužená zemina se setkáváme v posledních letech stále častěji. Příchod zahraničních výrobců i domácí rozvoj v posledních patnácti letech přinesl do této oblasti potřebné know-how a vznik nových progresivních firem zabývajících se problematikou vyztužování zemin potom dal celému odvětví nové impulzy, jejichž výsledkem je celá řada moderních staveb realizovaná touto „netradiční technologií“.

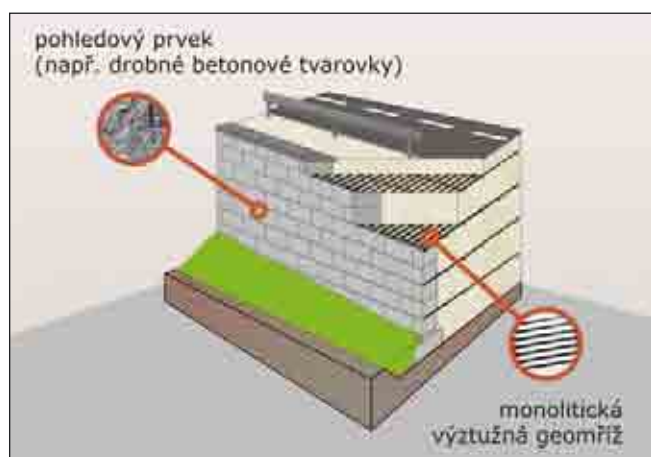
Opěrné zdi

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 zdi 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 viditelné části, tedy líci konstrukce přisuzována statická funkce a může být vytvořena prakticky z čehokoliv. Běžně se kromě betonu používá jako lícní prvek také kámen, dřevo, cihla, gabion, barevné plasty nebo dokonce živá vegetace. Tato neuvěřitelná variabilita poskytuje architektům a projektantům nekonečné možnosti architektonických řešení vhodných pro každé prostředí za velmi přijatelných nákladů.

Konstrukce zdí z vyztužené zeminy mají některé praktické výhody oproti „klasickým“ zdem. Jedná se zejména o minimální nároky na založení, necitlivost vůči sedání a velmi rychlou dobu výstavby.



Obr. 1 Řez opěrnou zdí s líčovými tvarovkami vyztuženou geomřížemi



Obr. 2 Instalované geomříže spojené s líčovými tvarovkami před provedením zásypu



Obr. 3 Gabiony – jiný typ lícového provedení, Jánské lázně

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

Naše společnost se zabývá rozvojem opěrných systémů již celou řadu let. Zejména použití drobných betonových tvarovek je velmi populární a v poslední době jsme pomohli dokončit vývoj systému s velkoplošnými lícními panely pro opravdu velké dopravní stavby.

Popularita námi navržených zdí u dodavatelských firem díky ceně těchto konstrukcí roste a lze očekávat příchod dalších výrobců lícových prvků.

Vybrané realizace opěrných zdí



Obr. 4 Nejvyšší opěrná zeď z vyztužené zeminy v České republice, přeložka silnice I/7 Chomutov–Křimov, velkoplošné panely kotvené jednoosými geomřížemi



Obr. 5 Opěrné zdi podjezdu železničního koridoru Česká Třebová–Zábřeh u obce Damníkovi



Obr. 6 Výstavba opěrné zdi z velkoplošných panelů kotvených monolitickými geomřížemi, dálnice D47 v Ostravě



Obr. 7 Opěrné zdi přístupu na nástupiště železniční stanice Mojžíř na trati Ústí nad Labem–Děčín



Obr. 8 Opěrná stěna v areálu nákupního centra Olympia v Plzni

Mostní konstrukce

Stejného principu jako u opěrných zdí je využito i pro navrhování mostních opěr. Je pochopitelné, že návrh tak náročných konstrukcí se již neobejde bez důkladné znalosti jak geotechnické, tak i statiky a dynamiky mostních konstrukcí. Naše společnost navrhla nebo realizovala již několik mostních konstrukcí založených na vyztužené zemině. Pro řešení těchto konstrukcí používají na lici především drobné betonové tvarovky, které zajišťují kromě dobré variability i dostatečnou životnost. Ta je ve většině případů požadována v délce trvání 100 let.

Dlouhodobá životnost a neměnnost vlastností je kritická u vyztužných prvků, které jsou vyráběny z plastů a musí být prvotřídní jakosti, aby byly schopné odolávat tak dlouhou dobu působení zemního prostředí. Neméně důležité je i garance toho, že vyztuhy se nebudou vlivem dlouhodobého zatížení protahovat. Tato vlastnost (creep) je pro plasty totiž typická a její omezení je v mostních konstrukcích naprosto zásadní.



Obr. 9 Kombinace materiálů = atraktivní vzhled

Vybrané realizace mostních konstrukcí



Obr. 10 První mostní opěry z vyztužené zemině v ČR byly vystavěny v roce 2004 nedaleko Královce (stavba byla nominována na Dopravní stavbu roku 2004)



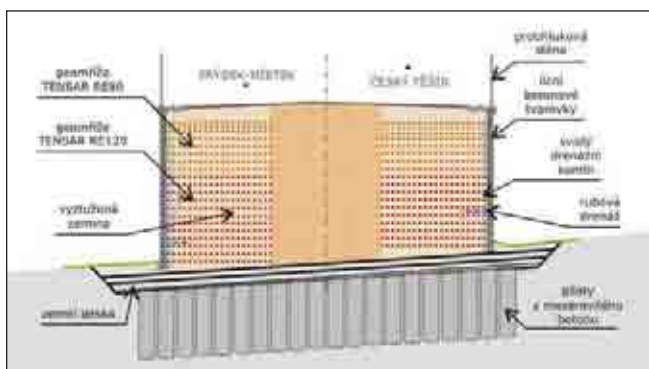
Obr. 11 Mostní křídla na železniční trati Třebovice–Rudoltice



Obr. 12 Pohled na konstrukci opěrné zdi na silnici I/48 Tošanovice–Žukov – skládání betonových tvarovek



Obr. 16 Výstavba mostních opěr s obalovaným čelem na dálnici D1 v úseku Vyškov–Mořice



Obr. 13 Řez konstrukcí opěrné zdi na silnici I/48 Tošanovice–Žukov



Obr. 17 Rekonstrukce mostu v Sebranicích na silnici I/43 Brno–Svitavy



Obr. 14 Rekonstrukce mostu na silnici II/360 Litomyšl–Polička u obce Dolečky (stavba byla nominována na Dopravní stavbu r. 2005)

Strmé svahy

Při návrhu svahů se používá vyztužení pomocí geosyntetik pro zajištění nebo zvýšení stability zeminy svahu. Prakticky se z tohoto důvodu vyztužení používá především u novostaveb zemních těles dopravních komunikací. V poslední době však také přibývá staveb soukromého sektoru, kde se vyztužením okrajů terénních úprav investoři snaží o co největší využití pozemků pro své investice.

Velkou výhodou použití strmého svahu pro modelaci terénu nebo pro zajištění stability je jeho přirozený vzhled, který ani při vysokých sklonech nepůsobí rušivě a vytváří přirozený domov pro mnoho druhů flóry i fauny.



Obr. 15 Největší mostní opěry z vyztužené zeminy v České republice na dálniční estakádě D47 v Ostravě



Obr. 18 Zelený strmý svah s obalovaným čelem v Ledči nad Sázavou



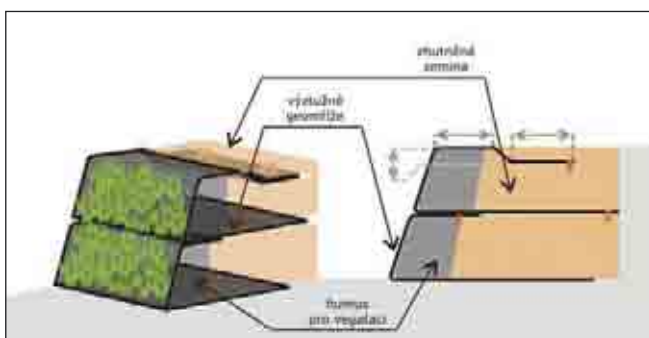
Obr. 19 Výstavba strmého svahu s obalovaným čelem v areálu stanice STK v Brně

Vyztužování strmých svahů umožňuje např. zvětšení plochy nad svahem, rozšíření stávajících silničních či železničních těles pro zvýšení jejich kapacity, vytvoření přírodních (přirozených) protihlukových clon a stěn, využití soudržných zemin popř. jiných nevhodných zásypových (výplňových) materiálů získaných přímo na lokalitě, vybudování levných nenáročných dočasných konstrukcí a zkrácení doby výstavby.

Tradičním způsobem sanace sesuvů je vykopání a odstranění sesunuté soudržné zeminy, která se pak následně nahrazuje zrnitým materiálem. Výhodnější je opětovné použití sesuté půdy vyztužené pomocí geomříží Tensar tak, aby protínaly smykovou plochu, kdy se opravy provádí za náklady představující čtvrtinu obvyklých nákladů a s minimálním narušením provozu, např. na komunikacích.



Obr. 20 Sanace sesuvu svahu po povodních u obce Pomezí boudy

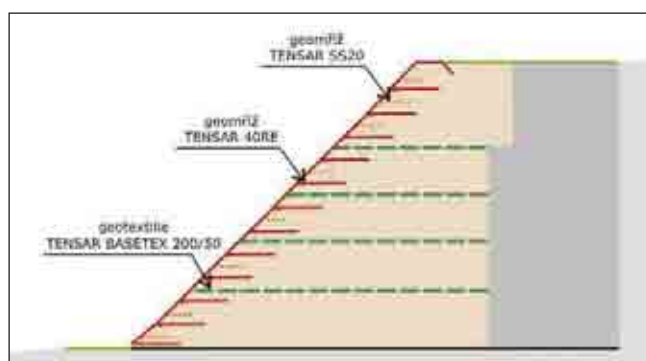


Obr. 21 Řez strmého svahu s obalovaným čelem

Vybrané realizace strmých svahů



Obr. 22 Vyztužený strmý svah nad portálem tunelu Hněvkovský II



Obr. 23 Řez konstrukcí strmého svahu nad portálem tunelu Hněvkovský II



Obr. 24 Vyztužený strmý svah odkaliště Ušák v areálu elektrárny Prunéřov

Protierozní ochrana svahů a skalních stěn

Pro ochranu zemních nebo skalních svahů je možné použít celou řadu výrobků. V případě, že protierozní ochrana má pouze dočasnou funkci, je nejvhodnější použití rohoží z přírodních materiálů, které se po krátkém čase rozpadnou a biologicky odbourají.

Pokud je vyžadována trvalá ochrana, je nezbytné použití trvalých materiálů zajišťujících dlouhodobé neměnné vlastnosti. Jako přirozené řešení tohoto problému se nabízí vegetační pokrýv vyztužený pomocí georohože, která je nutná zejména u vodou omývaných nebo velmi strmých svahů.

Důležitou vlastností takové rohože je její schopnost zadržet ve své struktuře co největší množství zeminy. Její povrch musí být členitý, aby bránil přesypané zemině v pokluzu. Materiál rohože pak musí být schopen odolat zejména slunečnímu záření po dlouhá desetiletí. Jen takový výrobek je schopen skutečně dlouhodobé ochrany svahu.

Vybrané realizace protierozní ochrany svahů



Obr. 25 Protierozní ochrana svahů na silnici II/163 Vyšší Brod–Lipno



Obr. 26 Protierozní ochrana svahů na silnici I/50 Střílky–Stupava



Obr. 27 Prorůstání vegetace protierozní georohoží



Obr. 28 Regulace koryta potoka v obci Sloup v Moravském krasu

Zvětrávání a působení mrazu na skalním povrchu vede často k rozrušování skalních bloků nebo vrstev. Jestliže se jedná o oblasti, které jsou v kontaktu s veřejnými prostory, silnicemi nebo železnicí, pak je nebezpečí padajících úlomků možno omezit tím, že pokryjeme skalní stěnu geomříží.

Vybrané realizace ochrany skalních stěn



Obr. 29 Zajištění skalního masívu nad portálem tunelu Malá Huha na trase železničního koridoru Zábřeh na Moravě–Krasíkov



Obr. 30 Protierozní ochrana skalní stěny nad železniční tratí Havlíčkův Brod–Brno

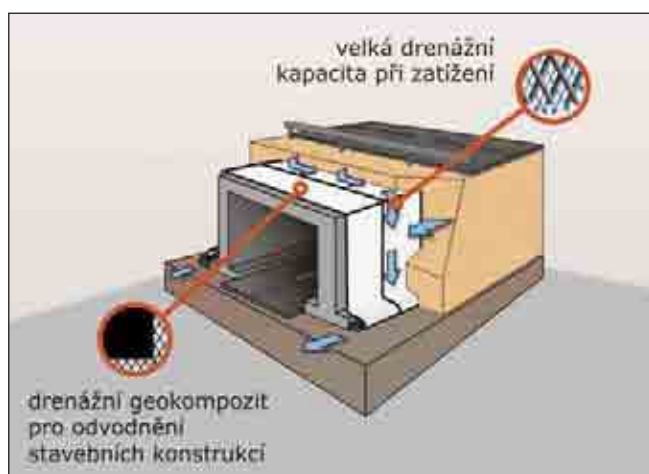


Obr. 31 Protierozní ochrana skalní stěny v Českém Krumlově

Drenážní systémy

Při navrhování řady konstrukcí je nezbytné posoudit vliv vody na chování konstrukce, která může významně ovlivnit výsledný návrh. Hlavním cílem je tedy co nejrychleji odvést vodu (kapalinu) z konstrukce. Jednou z možností, jak se s tímto problémem vypořádat je použití drenážních a filtračních geosyntetik. Drenážní prvky jsou velmi často součástí komplexnějšího odvodňovacího systému, jako je tomu například ve skládkovém hospodářství nebo nahrazují klasické drény (odvodnění rubu konstrukce).

Z hlediska drenážní funkce je podstatná drenážní kapacita při zatížení. Obecně lze říci, že tlaku zatížení jsou nejméně odolné výrobky s jádrem tvořeným měkkou rohoží z chaoticky uspořádaných vláken (monofilů). Výrazně lepších výsledků dosahují geokompozity s tuhým jádrem, nejčastěji tvořeným geosítí z dvou vrstev rovnoběžných žebér. Tloušťka těchto žebér a jejich rozstup potom zajišťují dostatečnou kapacitu i odolnost vůči tlaku, takže je možno je použít i do míst vystavených vysokému zatížení.



Obr. 32 Řez konstrukcí s instalovanými drenážními geokompozity pro účinné odvodnění této konstrukce

Mezi nejčastější použití drenážních geokompozitů patří báze násypů, podkladní vrstvy komunikací, kdy se hladina podzemní vody nachází v blízkosti terénu nebo kdy je potřeba zabránit znehodnocení estetického vzhledu pohledové konstrukce.

Vybrané realizace s použitím drenážních systémů



Obr. 33 Rekonstrukce a rozšíření koridorové trati Třebovice–Rudoltice v Čechách



Obr. 34 Využití vlastností drenážních geokompozitů na dálnici D11 v katastru obce Dobšice



Obr. 35 Odvodnění zárubní zdi železničního mostu v obci Tatenice na trati Krasíkov–Zábřeh



Obr. 36 Odvodnění opěrné zdi na silnici I/33, obchvat České Skalice

Zlepšování podloží, vyztužování

Při použití geosyntetik pro zlepšování podloží se v pravém smyslu slova nejedná o vyztužování, ale o mechanickou stabilizaci hrubozrnných konstrukčních vrstev. S ohledem na specifické požadavky na geosyntetika při stabilizaci používá kombinace kameniva a geomříže. Dlouhodobým používáním i nezávislými výzkumy se ukázalo, že nejvyššího stupně stabilizace lze dosáhnout pouze kombinací vhodné směsi kameniva s tuhou monolitickou geomříží. Tato kombinace je srovnatelná s běžně používanými způsoby chemické stabilizace. Na rozdíl od nich však přináší výhody zejména v rychlosti provedení, možnosti provádění v mrazu, dešti nebo za jinak nepříznivých klimatických podmínek. Zlepšování vlastností pomocí geosyntetik se v ČR začalo využívat ve větším měřítku v souvislosti s programem budování vysokorychlostních železničních koridorů. Tato technologie byla často prakticky jedinou možností dodavatelů firem, jak dostat krátkým termínům určeným pro modernizaci hlavních tratí daných snahou o co nejkratší přerušování provozu. Zkušenosti z železničních koridorů se pak postupně přenesly i do silničních staveb a následně se začalo této metody používat i pro zakládání podlah průmyslových objektů a další aplikace, u nichž je důležité dosažení dostatečné únosnosti povrchu.

Vybrané realizace zlepšování a vyztužování podloží



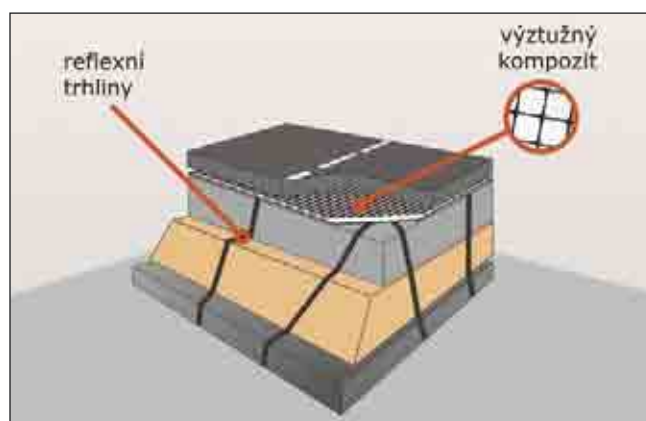
Obr. 37 Založení násypového tělesa na železničním koridoru Krasíkov–Zábřeh



Obr. 38 Rozšíření parkovacích ploch na neúnosném podloží v Hradci Králové

Redukce trhlin vozovek

Geosyntetických výrobků se používá i při redukci šíření trhlin v asfaltových vozovkách. Pro tento účel byl vyvinut speciální výrobek obsahující pramence skelných vláken, která jsou jako jediná svou minimální průtažností schopna zachytit síly vznikající v asfaltovém souvrství při zachování jeho celistvosti. Instalace těchto výrobků vyžaduje značné zkušenosti a vysokou odbornost instalační firmy. Z tohoto důvodu nedosáhlo rozšíření vyztuží do asfaltů masového měřítka.



Obr. 39 Schéma vyztužné funkce kompozitu v asfaltových vozovkách

Vybraná realizace vyztužení vozovek

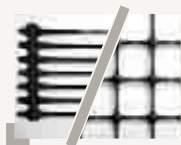


Obr. 40 Rekonstrukce krytu vozovky pomocí kompozitu v Ronově n. Sáz.

Ing. Petr Hubík, GEOMAT s. r. o., Tuřanka 115, 627 00 Brno
tel.: 548 217 047, www.geomat.cz

geomříže

monolitické geomříže pro vyztužování zemních konstrukcí, pro zlepšování vlastností nestmelených vrstev a protierozní ochranu skalních stěn

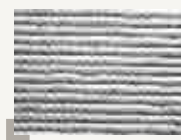


geotextilie

tkané geotextilie pro vyztužování zemních těles, separaci a filtraci zemín
netkané geotextilie pro ochranné aplikace



vysokopevnostní pletená geotextilie pro zpevnění podloží staveb v místech vzniku extrémně vysokých sil



georochože

trojrozměrné rohože pro protierozní ochranu zemních svahů



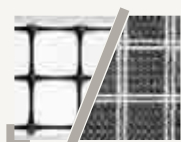
drenáže

drenážní geokompozity pro odvodnění skládek, násypů, liniových staveb, opěrných a jiných pozemních konstrukcí



kompozity

kompozity dvouslé geomříže a textilie pro vyztužování asfaltových vrstev



GEOMAT®

specialista na geosyntetika

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

www.geomat.cz



opěrné konstrukce
zdi (různé lícové pohledové úpravy), strmé svahy



mosty a inž. konstrukce
mostní opěry a křídla (odstranění problémů v přechodové oblasti)



dálnice, silnice a železnice
vyztužování podkladních vrstev dopravních staveb a ploch



drenážní systémy a skládky
odvodnění stavebních konstrukcí, izolace a drenážní systémy skládek



zakládání staveb a tunely
zakládání staveb, hal a násypů
izolace tunelů a podzemních staveb



protierozní ochrana
zemních svahů a staveb,
vodohospodářské stavby

