

Vyztužené zemní konstrukce

Hlavním důvodem, proč se provádí vyztužování zemní konstrukce pomocí geosyntetických prvků, je zvýšení tahové pevnosti horninového prostředí, stejně jako je tomu při vyztužování betonu ocelí. Výztuhy v tomto systému přenášejí jak síly tahové, tak i smykové pomocí tření či zaklínění s okolní zeminou. Použití výztužného geosyntetika také pomáhá při snižování absolutních i nerovnoměrných deformací v konstrukci.

Při vyztužování se uplatňují různé typy výztužných geosyntetických materiálů v závislosti na požadavcích konkrétně řešeného problému. Při vyztužování šterkovitých hrubozrnných zemin se nejvíce osvědčilo použití geomíří (např. **Fortrac**), které umožňují zaklínění větších zrn zeminy do ok geomíří. Naproti tomu při požadavku na vyztužování jemnozrnných zemin na bázi písku až hlin je nejvhodnější použití výztužných geotextilií (např. **Stabilenka**, **HaTe**), které plní i roli separační – oddělení dvou odlišných materiálů. Pokud to však situace vyžaduje, zejména s ohledem na požadavek separace velmi jemnozrnného málo únosného podloží na bázi jílu od výrazně hrubozrnné únosné vrstvy, je vhodné použít kompozitních materiálů (např. **Comtrac**), které v sobě zahrnují jak výztužný prvek, tak i prvek separační – nejčastěji netkanou geotextilii.

Vyztužení svahů, opěrných zdí a mostních opěr

Zejména v poslední době, kdy dochází k výraznému zdražení pozemků, se začíná uplatňovat ve stále větší míře vyztužování svahů, které umožňuje stavět strmé až svislé zemní svahy.

Zestržení svahu může pomoci i při občanské výstavbě, kdy se domy staví na svazích a je potřeba zabezpečit určitý „rovný“ prostor i okolo vlastního objektu. Příkladem právě této aplikace výztužných geomíří je svah ve švýcarském Unterägeri, který umožnil rozšířit na daném po-

zemku užitnou plochu před bytovým domem. Na schématu je vidět, že svah se sklonem 60° bylo třeba vyztužit deseti vrstvami geomíří Fortrac 80/30-20. Dřevěné obložení lince umožnilo provést terasové ozelenění keřovou vegetací.

Povrchový líc vyztužených svahů se větší ozelení, u strmějších svahů je však někdy potřeba chránit povrchovou vrstvou zeminy před erozí. Ochrana se provádí buď speciálně vyvinutým protierozním prvkem (např. **Enkammat**) či je tvořena prostřednictvím výztužné geomíří, která se na svahu ukončí tzv. zabalením. Povrchový líc opěrných stěn nebo mostních opěr se provádí buď současně s výstavbou pomocí spolupůsobících pohledových prefabrikátů či dodatečně zbudovanými konstrukcemi, které mají jen estetický a ochranný charakter.

Zvýšení únosnosti při plošném zakládání

Při plošném zakládání, kdy působí vnější zatížení v kolmém směru, pracuje geosyntetická výztuha zejména jako membrána, která navíc smykově spolupůsobí se zeminou, a tím vytváří konstrukci lépe odolávající zatížení. Dochází zde vlastně k podpírání zeminy a přenosu téměř celého vnějšího zatížení výztužným prvkem.

Nejčastěji se plošné zakládání s vyztužením používá na územích s neúnosným podložím – v krasových oblastech, při rekultivaci skládek a starých průmyslových zón, kde jsou velice

proměnlivé základové poměry velmi náchylné k nerovnoměrným sedáním.

Geosyntetický výztužný prvek musí mít stejnou tahovou pevnost v obou směrech a musí být dodrženy dostatečné přesahy jak v příčném, tak v podélném směru k přenesení působících tahových sil. V některých případech je vyžadován i mechanický spoj například strojní sešítí.

Jedním z příkladů rekultivace staré průmyslové zóny je území opuštěného dolu Ministerstva Achenbach v Essenu. Zde ministerstvo stavebnictví Severního Porýní – Vestfálska vydalo povolení k sanaci pomocí systému GEOsafe vyvi-



Rekonstrukce vysokorychlostní trati Hamm – Münster

nutého firmami HUESKER Synthetik a AKZO NOBEL. Systém měl zajistit dostatečnou únosnost pro nově plánovanou výstavbu (aspoň 150 kN/m²) při minimalizaci nerovnoměrných deformací. Celkem pět vrstev různých geosyntetik plní výztužnou, separační, ochrannou, izolační a drenážní funkci, neboť kromě únosnosti bylo zapotřebí zabránit průniku případných plynů z podloží do nových staveb a zároveň zamezit syčení podloží srážkovou vodou.

Založení násypů

V posledních letech je brán při navrhování tras nových silnic či železnic zřetel zejména na ochranu životního prostředí. Z tohoto důvodu bývá běžné, že nově tvořená trasa je vedena přes oblasti s tak špatnými základovými poměry, že by se zde dříve nestavělo vůbec. Mezi

Vyztužený strmý svah u obytného komplexu ve švýcarském Unterägeri

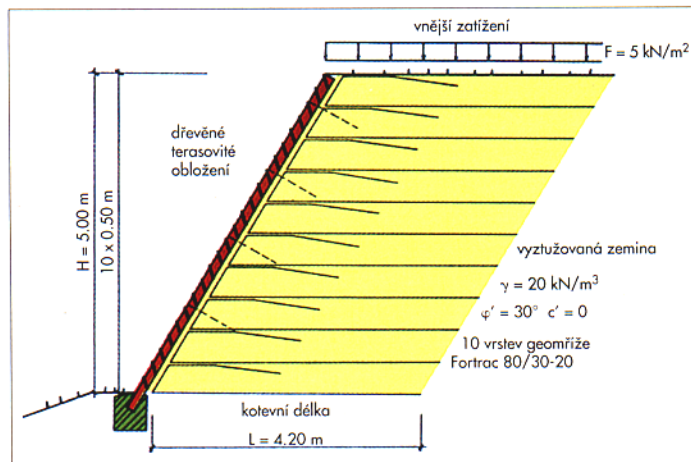
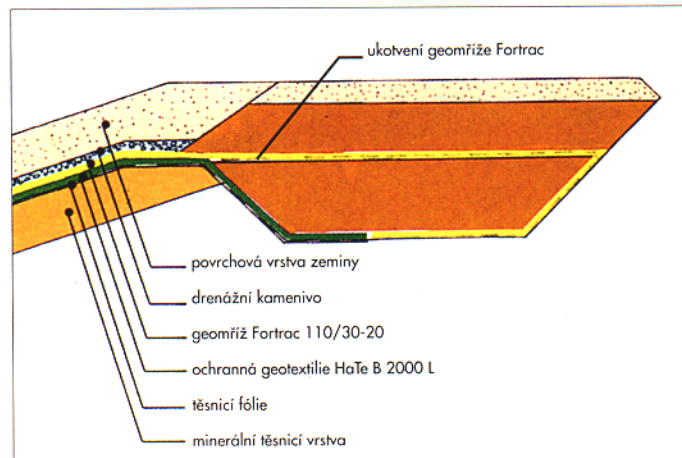
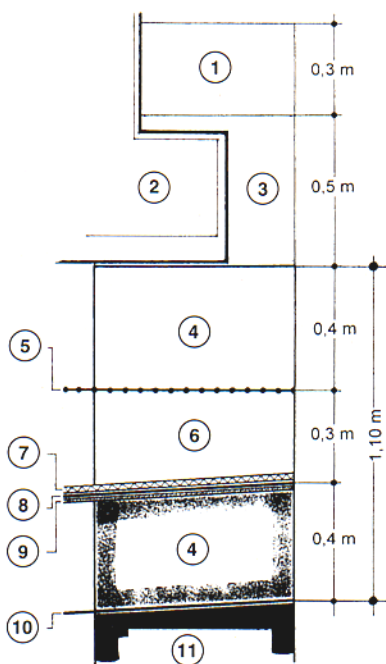


Schéma vyztužení vnitřního svahu skládky



Skladba jednotlivých vrstev, použitá při rekultivaci průmyslové zóny dolu Minister Achenbach v Essenu (DMT GEOSafe system)



- ① povrchová vrstva
- ② základy
- ③ výplňový materiál
- ④ únosný materiál
- ⑤ geomříž Fortrac 65/65-30 T
- ⑥ drenážní materiál
- ⑦ drenážní kompozit Enkadrain
- ⑧ HDPE fólie
- ⑨ geotextilie HaTe B 1200
- ⑩ výztužná geotextilie HaTe 60.006
- ⑪ původní podloží

takto špatné základové poměry patří přechod krasových oblastí, poddolovaných území, podmačených oblastí v okolí vodních toků nebo rašelinišť. Řešení takovýchto problémů je několik, ale z dnešního pohledu se jeví nejvýhodnější použití výztužných geosyntetik na rozhraní násypu s podložím. V závislosti na konfiguraci podloží stačí buď provést jen výztužení kontaktu násypu s podložím, nebo se kombinují výztužné materiály s dalšími sanačními prvky jako jsou např. šterkopískové nebo betonové piloty či svislé odvodňovací geodrény (Colbondrain). Příkladem takovéto konstrukce, kdy stačilo pouze výztužení podloží násypu pomocí sanačního polštáře tvořeného tkanou výztužnou geotextilií Stabilenka 200/45 a šterkopískovou vrstvou, je přeložka silnice I/4 u obce Strážné, kde nově budovaná komunikace přechází přes rašeliniště. Jiným příkladem tentokrát ze zahraničí je výstavba nové železniční tratě v údolní nivě v Německu, kde bylo potřeba s ohledem na celkové sedání založit násyp na pilotách. Výztužné geomříže Fortrac 150/150-20 byly umístěny ve třech vrstvách nad zhlavím betonových pilot, aby tak nejen

zajistily přenos zatížení od násypu do pilot, ale značně omezily deformace v úsecích mezi pilotami.

Velmi příbuzným použitím je vyztužení pouze vrchní části násypu v tzv. aktivní zóně. Toto vyztužení pomáhá zejména při redistribuci téměř bodových zatížení na povrchu komunikace na větší plochu méně únosné pláně násypu. V hojně míře se tohoto postupu využívá při rekonstrukcích železničních tratí na vyšší provozní rychlosti, kdy se nově požaduje vyšší únosnost s ohledem na větší dynamické účinky. Opět můžeme zmínit použití výztužné geomříže Fortrac 40/40-35T při optimalizaci úseku I. železničního koridoru Lovosice – Ústí n./L.

Ze zahraničí je možné uvést například rekonstrukci německé tratě na provozní rychlost 160 km/h v úseku Hamm – Münster, kde byl použit geokompozit Comtrac 55/50 B 30. V tomto případě se rekonstrukce prováděla technologií bez snášení kolejového roštu (viz foto).

Vyztužování povrchových vrstev

Použití výztužných geosyntetických materiálů pro vyztužování povrchových vrstev je posledním příkladem vyztužených zemních konstrukcí, o kterém se v tomto článku zmíníme. Vyztužení tohoto typu se provádí zejména ve dvou variantách. První a běžněji používanou variantou je snaha o co nejstrmější svah jak vnitřní, tak vnější u skládek odpadů těsněných geomembránami, aby se mohla využít jejich kapacita v co největší míře. Druhou variantou je vyztužení vrstvy zeminy na strmých pevných podkladech (skála, budova), kdy se požaduje ozelenění takového povrchu.

V případě vyztužování vnitřních svahů skládek se na fóliové těsnění pokládá ochranná geotextilie, na níž se umísťuje drenážní šterková vrstva. Tato vrstva by mohla mít pouze pozvolný sklon, aby nedošlo k jejímu ujetí po povrchu fólie. Když se tato vrstva vyztuží (např. geomříží Fortrac) je možné provést vnitřní svah mnohem strmější.

V případě, kdy se vyztužuje povrchová vrstva zeminy, která má udržet i jemnozrně zeminy, doporučuje se použití kompozitu, který v sobě zahrnuje jak výztužnou geomříž, tak i protierozní prostorovou matraci (např. Enkammat S). V obou variantách je výztužný prvek namáhán tahem od tíhy držené zeminy po celé zajišťované délce svahu. Na tuto sílu musí být dimenzován a náležitě ukotven nad svahem.

Příkladem použití tohoto principu vyztužování může být skládka Lüdenscheid v Německu. Při zvyšování kapacity této skládky bylo použito vyztužení šterkové drenážní vrstvy o sklonu 1:3 geomříží Fortrac 110/30-20.

Výpočty vyztužených konstrukcí

Pro výpočty vyztužených svahů a opěrných zdí se nejvíce používá metod mezí rovnováhy,

kdy se posuzuje stabilita konstrukce jak po vnitřní smykové ploše procházející oblastí vyztužení, tak po vnější smykové ploše, která prochází až za oblastí vyztužení.

Většina vyztužených zemních konstrukcí patří svým charakterem do 3. geotechnické kategorie, která vyžaduje provádět návrh konstrukce na základě parametrů zemin zjištěných při geotechnickém průzkumu.

Výpočtové parametry výztuh se stanovují na základě průkazných zkoušek, které si nechává provést výrobce. Jedná se zejména o mechanické vlastnosti: Tahovou pevnost v obou směrech, průtažnost, creep (vliv času na přetvárné charakteristiky), tření (smykový odpor) na kontaktu geotextilie a zeminy, odolnost při zabudování a vliv pH, chemizmu, teploty a UV záření na pevnost.

Výpočet vyztužení, založený na vyhledání nejnebezpečnější smykové plochy, nejčastěji zavádí vliv geosyntetických výztuh jako doplňkovou vodorovnou tahovou sílu. Na tomto principu je založen i počítačový program SVARG.

Veškeré informace o technologii je možné získat u společnosti GEOSYNTETIKA, s.r.o., která zajišťuje také návrhy řešení, výpočty a technický dohled při využití geosyntetických materiálů na konkrétní stavbě.

Ing. MARTIN VANÍČEK

FOTO: ARCHIV FIRMY

GEOSYNTETIKA, s.r.o.

Myslivečkova 5, 162 00 Praha 6

Tel./fax: 02/20 91 02 56, 36 60 88

Tel.: 0603 80 36 48, 0603 18 07 21

E-mail: geosyntetika@email.cz

http://mujweb.cz/www/geosyntetika

Konzultační a projekční činnost

spojená s nejhodnější aplikací geosyntetických materiálů pomocí vlastního softwaru včetně komplexní dodávky geosyntetických materiálů pro dopravní, vodohospodářské a ekologické stavby od světových výrobců. Tyto materiály zajišťují:

- Vyztužení zemních konstrukcí, násypů, mostních opěr...
Fortrac, Stabilenka
- Vyztužení, separaci a filtraci
Comtrac, HaTe
- Vyztužení asfaltových vrstev
HaTelit
- Těsnění a ochranu ŽP
NaBento, Incomat
- Drenáž, ochranu a izolaci
Enkadrain, Colbondrain
- Protierozní ochranu
Enkammat, Ultimat

Vlastní program **SVARG**, který je možné koupit ve čtyřech variantách, slouží pro návrh a posouzení vyztužených zemních konstrukcí, v souladu s TP97 MDS ČR – Geotextile a další geosyntetické materiály v zemním tělese pozemních komunikací.