



Separace a filtrace

problematika separace a filtrace v konstrukci silničního tělesa

V oblasti silničního stavitelství je jednou z důležitých priorit zhotovení kvalitní nosné vrstvy na podloží. Tato konstrukce musí být navržena tak, aby zajišťovala v plné míře splnění požadavků na ni kladených, a to celou svou skladbou. Dále se musí vyloučit nebo naprosto minimalizovat předpoklady pro vznik možných poruch, které by se promítly až do horních vrstev konstrukce silničního tělesa. Geosyntetikum může spolupracovat pouze s celým navrhovaným systémem jako jeho nedílná součást a proto je nutno odpovědně zvážit jeho budoucí funkci v systému.

GEOSYNTETIKA V SILNIČNÍM TĚLESE

Geosyntetikum představuje v konstrukci silničního tělesa další stavební materiál, který při dobrém návrhu a respektování základních zásad instalace zlepšuje vlastnosti celého tělesa; v případě nesprávné instalace může chování konstrukce zhoršit. Geosyntetika by měla dodávat konstrukci silničního tělesa vlastnosti, které samotná konstrukce nemá a nemůže jich dosáhnout jinou cestou. Významnou roli při rozhodování o aplikacích geosyntetik hraje: vlastní technické řešení, postup provádění stavby a důvody časové (kdy například nemůžeme čekat na rozptýlení pórových tlaků v hmotě tělesa násypu apod.)

V souvislosti s používáním geosyntetik v oblasti silničního stavitelství se často uvažuje pouze o aplikacích netkaných geotextilií. Jako benefity netkaných geotextilií se nejčastěji uvádějí podobné tahové vlastnosti ve směru příčném, podélném a diagonálním, vysoké procento protažení při přetruhu, třírozměrný systém nepravidelně orientovaných vláken a to vše jako výhody oproti tkaným geotextiliím při jejich použití pro účely separace a filtrace.

SEPARACE, FILTRACE

Jako prioritní úkol při návrhu je zásadní zabránění přísunu a vniku vody do vrchních půdních vrstev, zabránění vnitřní erozi a zajištění zaručeného odvodnění zachycení vody příkopy, trativody, utěšňování a přerušeni vzlinání. Jako vhodná pomoc je i použití nenamrzavé vrstvy v části hloubky promrzání; tato vrstva přemění nepravidelné zvedání na stejnoměrné a působí jako plošný trativod.

Uvažujeme-li o kvalitní konstrukci nosné vrstvy silničního tělesa, dostává se do popředí právě problematika separace a prevence kontaminace kvalitních základních vrstev kameniva od vlastního podloží. Selhání podloží mělo ve velké většině případů jako iniciátor právě nedobře nebo zcela nedořešenou otázku prevence kontaminace nosné vrstvy. Jestliže na nekalitní podloží umístíme kvalitní konstrukční vrstvy tělesa, může dojít ke ztrátě kameniva a to v konečném důsledku znamená vznik deformací, zvláště v případě jemnozrných a mokřích zemín; za mrazu se navíc v soudržných zemínách vytvoří ledové čočky, které narůstají kapilárním přísunem vody a pod zatížením rozmrazující zeminy dopravou nastávají poruchy.

PŘÍČNÉ ODVODNĚNÍ

Často se ve spojitosti s netkanými geotextiliemi hovoří i o jejich schopnostech příčného odvodnění. Netkané textilie jsou citlivé na změnu propustnosti pod zatížením, a i když tato propustnost zůstává v rozsahu platném pro štěrky a pisky, snižuje propustnosti je řádově. Proto se musí přísně respektovat obor napětí, kterému bude netkaná geotextilie vystavena v zemní konstrukci. Uvažujeme-li faktor typického

stlačení pod zatížením, což je definovaná vlastnost výrobku, dostaneme se do podmínek, kdy se instalovaná netkaná geotextilie stává spíše filtračním než drenážním elementem ve skladbě silničního tělesa. Pokud se v tělese objeví pórové tlaky, ty se velmi dobře rozptýlí jak na netkané, tak na tkané geotextilii. A jiné vodní poměry geotextilie řešit nemá pokud ovšem není sama navržena jako drenážní mezivrstva a také tak zkonstruována. Dostane-li se do spodních částí nosného tělesa nežádoucí voda, je to koncepční chyba návrhu a takovou chybu neřeší žádný typ geotextilie původně navržený jako separace, filtrace nebo vyztužení; hodnoty příčného odvodnění v rovině textilie jsou pro účinné zabránění pozdějšího porušení zanedbatelné.

POŠKOZENÍ PŘI ZABUDOVÁNÍ

Jev poškození při instalaci by měl být minimalizován zkušenostmi z provádění a respektováním základních zásad práce s geotextiliemi. Všechny typy geotextilií mohou být během instalace poškozeny, zvláště při zahrnování a nešetném zasypávání. Vzhledem k vysoké tuhosti při přetruhu u netkaných materiálů z PP vláken (70% a více) oproti tuhosti tkaných textilií (cca 10 – 20%) by se mohlo na první pohled zdát, že vyšší tuhost znamená vyšší odolnost proti poškození a prtržení, ale není tomu tak. Pokud srovnáme hodnoty CBR (odolnost proti protlačení, pohybuje se v mezích cca 2 – 6 kN) mají odpovídající typy netkané geotextilie násobně horší výsledky v odolnosti proti namáhání dynamickému (zkouškou kuželem vznikne až dvakrát větší otvor). V místech tohoto dynamického poškození tak po takovém prtržení začínou vznikat nežádoucí kluzné plochy. Při instalaci a zasypávání materiálem s obsahem velkých frakcí či balvanů je geotextilie vystavena právě těmito dvěma namáháním statickým a dynamickému. Vlastnosti protažení při namáháních blízkých 60% maximální únosnosti nebo při přetruhu se projeví až ve chvíli, kdy geotextilie začne zachycovat tahová napětí, která se pohybují mimo oblast vlastní smykové únosnosti zeminy.

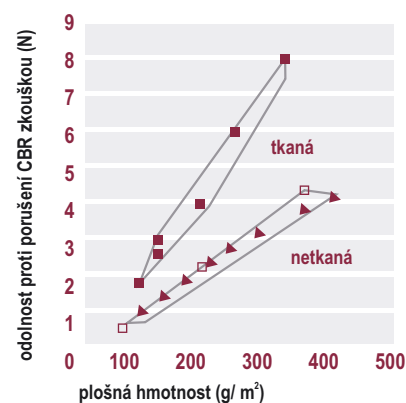
INSTALAČNÍ NAPĚTÍ

Při praktické instalaci dochází často ke značným lokálním rozdílům v napětí a instalačních tlacích. Jelikož jsou netkané geotextilie velmi citlivé zejména na změnu propustnosti pod zatížením, musí se přesně stanovit meze použitelnosti netkané geotextilie právě s ohledem na lokální rozdíly instalačních tlaků.

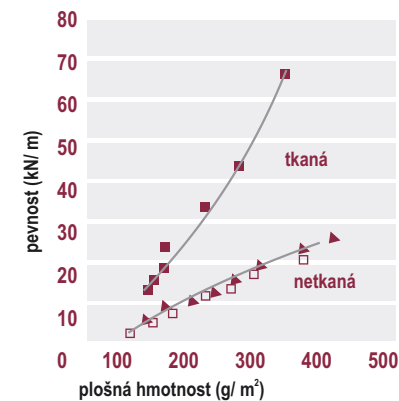
Ač se rozdíly napětí a nepříznivé rozložení sil během instalace mohou pohybovat až okolo dvou desítek procent, riziko dosažení mezní únosnosti při instalaci u tkaných geotextilií můžeme zcela vyloučit. Mezní napětí ve vrstvách nastává až v souběhu se selháním únosnosti zemín; a dále při srovnatelných hodnotách CBR a kuželové zkoušky mají tkané textilie několikrát vyšší jmenovitou pevnost jak ostatně dokládá v poslední době často zmiňovaný „Energetický koncept“ pro společné posuzování. Faktor vyšší hodnoty tuhosti při přetruhu u netkaných geotextilií tak při praktických aplikacích nehraje významnou roli a pro zapojení geotextilie „do akce“ je vysoká tuhost spíše negativem. Ovšem důsledně vzato pokud při instalaci navodíme podmínky, kdy se lokální napětí liší řádově, jde o třetí chybu instalace a hrubé porušení zásad práce s geotextiliemi.

Při pravoúhlé struktuře osnovní a útkové příze má tkaná geotextilie nízkou odolnost vůči diagonálnímu namáhání, které se ovšem v reálných podmínkách stavby může vyskytnout pouze při nesprávné instalaci. Díky trojrozměrné členitosti struktury provázání osnovy a útku tkané geotextilie, díky vysokému parametru koheze, zvláště v případě soudržných (jemnozrných) zemín, a při částečném předeprnutí vyrovnávacím pásů během instalace k onomu diagonálnímu namáhání prakticky nedojde; po instalaci do vrstev zeminy nastává podobný jev jako u výztužných mříží interlocking, vzájemně zaklínění a znehynění geotextilie a zeminy v kontaktní vrstvě a zkompatněním tohoto souvrství se osamocené diagonální namáhání minimalizuje. Následující grafy ukazují pravděpodobné chování geotextilií, které jsou vystaveny instalačním tlakům. Zkouška přináší důkaz vhodnosti geotextilie odolávat případnému poškození při plnění úlohy separace a filtrace, zvláště pokud kamenivo umístěné na geotextilii je ostrohranné. V těchto testech vycházejí tkané geotextilie mnohem lépe než netkané.

srovnání CBR porušení s ohledem na plošnou hmotnost



pevnost s ohledem na plošnou hmotnost





KORDARNA

A MEMBER OF THE KORD GROUP

SPOLEČNÉ POUŽITÍ

Pro návrh správně fungující konstrukce zemního a silničního tělesa musíme mít na paměti především požadavek vytvoření stabilního a funkčního zemínového filtru. V doposud stále platné normě pro použití geosyntetik v zemním tělese pozemních komunikací TP 97/2001 a ani v žádné jiné normě či platném předpisu pro tento obor není nijak specifikován typ geotextilie (tedy tkaná netkaná), který by měl přednostně plnit funkci separace a filtrace. Jsou dány jen exaktní požadavky, které musí daný materiál splnit v oblasti filtrace platí kritérium propustnosti, zadržení a ucpání (kolmatace), v oblasti separace především odolnost proti protlačení (zkouška CBR min. 2kN) a odolnost proti dynamickému namáhání. Přes rozdílný typ výroby a odlišnou texturu geosyntetik tkaných a netkaných mají oba tyto materiály společně minimálně dvě oblasti technicky správné aplikace a to oblast separace a oblast filtrace. Pozitivem při užití odpovídajících typů geotextilie je související vyšší pevnost tkané geotextilie a výztužný efekt jako malý bonus.

ZEMINOVÝ FILTR

Jak již bylo zmíněno výše, zásadní funkcí při použití geotextilie v silničním tělese je zajištění stability rozhraní dvou zemních vrstev. Správná funkce geotextilie jako filtru spočívá především ve vytvoření podmínek pro vznik zeminového filtru a v následné podpoře jeho stability.

Velikost půdních částic a jejich distribuce bude pro každé místo rozdílná a na dané půdní podmínky také musí být přizpůsobena svými parametry odpovídající geotextilie. Bude-li charakteristická průlina příliš velká, pak většina půdních částic textilií projde a zeminový filtr nevznikne; budou-li otvory příliš malé pro daný typ zeminy, může se povrch geotextilie rychle ucpat.

Po odplavení malého množství nejmenější částic původní zeminy se na styku s geotextilií vytvoří klenutá struktura větších půdních zrn, která vytvoří blokádu, clonu pro zrna menší. Tenkou vrstvu filtru pak dále tvoří stále jemnější zemina s klesající propustností. Po vytvoření této vrstvy ustává další vyplavování zeminy a systém je v rovnovážném stavu. V tomto systému může voda dále protékat skrz geotextilii s minimálním rizikem ucpání pórů; nenastane tak nežádoucí zvýšení pórových tlaků v zemině před filtrem. Filtr musí dále splňovat podmínku zabránění pohybu částic chráněné zeminy a podmínku zabránění ucpání filtru chráněnou zeminou. Paradox požadavku vysoké propustnosti pro průchod vody a nízké propustnosti pro pohyb částic je právě řešen kritériálními podmínkami propustnosti (permeability), zadržení a ucpání (kolmatace). Tkané geotextilie řady **Kortex[®] GT** a **GTPP** splňují ve velké většině případů všechna tři kritéria a mohou být s úspěchem instalovány jako separační a filtrační geosyntetika; trvale oddělují podloží od násypného materiálu a zároveň garantují optimální propustnost vody, jak dokazuje použití na stavbách D47, R 48 (ČR), M1 a M4 (Maďarsko), S4 a A1 (Polsko) i na železničních koridorech.

KOLMATACE

Jestliže je pro zeminový filtr použita geotextilie s příliš malými póry nebo s příliš velkým rozsahem velikostí pórů, dochází k lokálnímu ucpávání a následnému zabránění průtoku vody. Tento problém je často vážnější, pokud se jedná o geotextilie tenké 3-rozměrné textury, kdy půdní částice mohou být uvězněny uvnitř geotextilie. Tato vlastnost je charakteristická právě pro netkaná geotextilie, zvláště pro vpichované výrobky (needle punched). Pro takové tkaniny

se doporučuje, aby byl projektem stanoven koeficient propustnosti 100x vyšší než je pro danou půdu.

Tkané geotextilie jsou méně náchylné k zanesení, mohou mít navržen koeficient propustnosti pouze 5-10x větší než pro danou půdu. Z tohoto příkladu je zřejmé, že požadovaná minimální propustnost „normální ploché“ geotextilie je značně rozdílná pro tkané a netkané výrobky. Pro lepší podmínky vytvoření zeminového filtru tkanou geotextilii hovoří i fakt, že velikost charakteristické průliny u tkaných textilií se pohybuje v rozmezí 0,15-0,60mm, kdežto u netkaných je v rozmezí 0,05-0,35mm. Tkaná geotextilie tak mnohem snadněji zadrží větší částice zeminy tím rychle nastartuje vznik přirozeného zeminového filtru a zaručí bezproblémovější průběh vlastní filtrace a bezkonfliktní separace.

VELIKOST OTVORŮ A VAZNÁ MŮSTKOVÁ SÍŤ

Tkané geotextilie mají ve srovnání s netkanými poměrně úzký (řádově dvakrát) rozptýl velikostí otvorů a třírozměrnou členitost v ploše celé tkaniny, takže jsou hrubozrnější částice zachyceny jak na samém povrchu textilie, tak částečně zaklíněny v tkaninové struktuře systému osnova-útek. Díky malému rozptýlu velikostí otvorů se malé množství nejmenějších částic zeminy při startování vzniku zeminového filtru ihned vyplaví pryč. Pokud není sama zemina předmětem cílené sušice, tedy migrace jemných částic uvnitř základní hmoty, systém se, oproti netkaným geotextiliím, stabilizuje velmi rychle a dále již nedochází ke změnám ve struktuře zeminy a ani uvnitř základní hmoty. Jakmile je takto systém stabilizován, nedochází již k žádným narušením pokud se samozřejmě nezmění hydraulický režim. Za podmínky ustáleného stavu stejnosměrného proudění se vytvořená vazná mŕstková síť nemění v té podobě, jak vznikla. Pokud se mění hydraulické poměry a proudění kolísá, mŕstková síť se nevytvorí a stabilizovaný stav nenastane právě tam, kde je rozsah průlin geotextilie příliš velký (šestnásobky vzájemných rozměrů otvorů a více) a kde se tvoří nestabilní ložiska náchylná ke kolmataci. Bylo často zkonstatováno a ověřeno, že rychlou aktivizací a zaklíněním větších částic zeminy do ok geotextilie došlo k částečné redukci nepřiznivého jevu kolísání proudění.

U netkané geotextilie, kde velikosti pórů inklinují k větší variabilitě, dochází k podobnému jevu vzniku vazné mŕstkové sítě. Nicméně souběžně sledujeme, že vznikající lokality „filtračních koláčů“, kde filtrace díky póroví variabilitě buď zcela ustává, nebo lze vysledovat „piping“, stav opačný požadavku zadržení. Tyto zóny na sebe nabíhají hrubší částice a shluky zeminy a jemnozrný materiál migruje i proti směru proudu v zemině. Netkané geotextilie jsou takto mnohem náchylnější k ucpání přičemž ucpání se definuje rozdílně od zablokování, zaklínění a uložení hrubších zrn na povrchu tkané geotextilie a v jejich pórech, kde právě se projevuje výhoda třírozměrné členitosti textilie tkaných geosyntetik.

Jako nesporná výhoda tkaných geotextilií, zvláště pro tvorbu vazné mŕstkové sítě, je jejich řádově nižší protažení při zatížení, tedy že ani v místech instalace pod zátěží nedojde ke změně ve struktuře a velikosti ok textilie. Jak jsme zmínili výše, desítky procent hodnoty protažení netkaných geotextilií jsou i v této oblasti spíše negativem než přínosem pro stabilní řešení.

SHRNUTÍ

Půdy s malou únosností představují problém pro všechny druhy stavebních projektů. Hlavní důvody pro nasazení geotextilií v silničním a železničním stavitelství jsou: trvalé

zajištění oddělení podloží od násypného materiálu, garance optimální propustnosti vody, tvorba účinného a trvalého zeminového filtru, zpevnění půdy a stabilizace základových a hydraulických poměrů. Řešení těchto úloh vyžaduje geosyntetika se stálou a vysokou jakostí a garantovanými vlastnostmi, s možností jednoduché montáže, dobrými mechanickými vlastnostmi, vysokou odolností proti poškození.

Hlavní parametr netkaných geotextilií je jejich plošná hmotnost, gramáž. Od gramáže se odvozují pevnostní charakteristiky - pevnost, tažnost, CBR, propustnost. Obecně platí, že čím větší gramáž, tím lepší parametry. Tedy gramáž je pouze orientační ukazatel pevnostních parametrů netkané geotextilie. Netkané geotextilie plní svou funkci v zemní konstrukci při podstatně větším protažení.

Tkané geotextilie plní stejné funkce, ale rozdílnou technologií výroby mají jinou hmotnost, což ale nemá žádný vliv na její funkci, neboť hmotnost netkaných geotextilií, jak již bylo uvedeno výše, je pouze orientační ukazatel pevnostních parametrů. Pro ilustraci uvádím jednoduché srovnání a možnosti nahrazení:

Netkanou geotextilii 200-300 g/m² (pevnost 12-15 kN/m, průtažnost cca 6080%, CBR 2-2,3 kN, propustnost vody kolmo k rovině 0,035-0,085 m/s) lze nahradit tkanou polypropylenovou geotextilií **Kortex[®] GTPP 14/14** (pevnost 14 kN/m v obou směrech, průtažnost 17 %, CBR 3 kN, propustnost vody kolmo k rovině 0,04 m/s). Netkanou geotextilii 300-400 g/m² (pevnost 1519 kN, průtažnost 6080%, CBR 3,4 kN, propustnost vody kolmo cca 0,055 m/s) lze nahradit tkanou geotextilií **Kortex[®] GTPP 18/18** (pevnost 18 kN/m, průtažnost 20%, CBR 4 kN, propustnost vody 0,05 m/s). Netkanou geotextilii 400-450 g/m² (pevnost 1825 kN, průtažnost 6080%, CBR 4kN, propustnost vody kolmo cca 0,055 m/s) lze nahradit tkanou geotextilií **Kortex[®] GTPP 30/30** (pevnost 30 kN/m, průtažnost 18%, CBR 4 kN, propustnost vody 0,05 m/s). Výše sledované parametry tří pevnostních typů geotextilií jsou vesměs stejné, liší se výrazně pouze v tažnosti a to ve prospěch tkané geotextilie, naopak netkané mají lepší filtrační vlastnosti pro jemnozrné zeminy. Nahrazení netkané textilie tkanou na stejném principu, jak uvádím výše, proběhlo mj. na těchto stavbách: výstavba D47, R48, lesní cesta v lokalitě Cikar, liniové stavby (ČR), průmysl. park Vrable, rozšíření R1 Hronský Beňadik, OD Hornbach Bratislava (SR) v celkové výměře přes 700 000 m².

Na závěr lze říct že pokud nejsou vyžadovány od geotextilií špičkové filtrační vlastnosti, ale používají se na běžnou separaci zemních vrstev, lze s výhodou použít tkané geotextilie (jako referenci lze uvést instalaci cca 900 000 m² tkaných PP geotextilií od různých tuzemských dodavatelů na dálnici D47 v loňském roce).

ZÁVĚR

Je patrné, že tkané geotextilie typu Kortex na bázi vysokopevnostního PET a PP jsou více než vhodné materiály pro řešení výše uvedených úloh a pro zvýšení stability zemních těles nejen dopravních staveb, ale všude, kde potřebujeme garantované řešení ruku v ruce s nízkými pořizovacími náklady a jako bonus vyšší pevnost a vyztužení.

POUŽITÁ LITERATURA

[1] Herle, V. Vaniček, I.: Geotextilie a další geosyntetické materiály v zemním tělese pozemních komunikací, TP 97/2001, MDS-OPK, Praha, 2001

