



ROZDÍLY TU VŽDYCKY BUDOU

aneb proč jsou pro silniční výstavbu vhodné zvláště tkané geotextilie

GEOSYNTETIKA V SILNIČNÍM TĚLESE

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. 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.

Aplikace geosyntetik má smysl tehdy, dodává-li konstrukci silničního tělesa vlastnosti, které samotná konstrukce nemá, nemůže jich dosáhnout jinou cestou nebo je dosažení požadovaných vlastností nevhodné.

Významnou roli při rozhodování o aplikacích geosyntetik hraje: a) vlastní technické řešení, b) postup provádění stavby, c) 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, FLTRACE ...

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, travivody, utěšňování a přerušení vzlinání. Jako vhodná pomoc je i použití nenamrzavé vrstvy v části hloubky promrzání; tato vrstva přemění nepravidelné zvedání na stejnoměrné a působí jako plošný travivod.

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 jemnozrnných a mokřých zemín; za mrazu se navíc v soudržných zemínách vytvoří ledové čočky, které narůstají kapilárním přísunem vody a pod zatížením rozmrazující zeminy dopravou nastávají poruchy.

...APŘÍČNÉ 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 šterky a pisky, snížení propustnosti je řádové. 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 geotextilie mohou být během instalace poškozeny, zvláště při zahrnování a nešetném zasypávání. Vzhledem k vysoké tažnosti při přetruhu u netkaných materiálů z PP vláken (70% a více) oproti tažnosti tkaných textilií (10-20%) by se mohlo na první pohled zdát, že vyšší tažnost znamená vyšší odolnost proti poškození a protržení, ale není tomu tak. Pokud srovnáme hodnoty CBR (cca 2-6 kN) mají odpovídající typy netkané geotextilie násobně horší výsledky v odolnosti proti dynamickému namáhání (zkouškou kuželem vznikne řádově dvakrát větší otvor) a v místech poškození tak po takovém protržení začnou vznikat nežádoucí kluzné plochy. Při instalaci a zasypávání materiálem s obsahem velkých frakcí či balvanů je geotextilie vystavena právě těmto dvěma namáháním statickému a dynamickému. Vlastnosti protažení při přetruhu se projevují až ve chvíli, kdy geotextilie začne zachycovat napětí mimo oblast únosnosti zeminy.

INSTALAČNÍ NAPĚTÍ

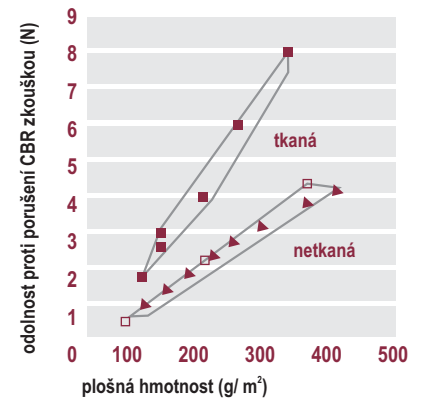
Při praktické instalaci dochází často ke značným lokálním rozdílným v napětí a instalačních tlacích. Jelikož jsou netkané geotextilie velmi citlivé zejména na změnu propustnosti pod zatížením, musí se přesně stanovit meze použitelnosti netkané geotextilie právě s ohledem na lokální rozdíly instalačních 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 selhání nosnosti 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 tažnosti při přetruhu u netkaných geotextilií tak při praktických aplikacích nehraje významnou roli a pro zapojení geotextilie „do akce“ je vysoká tažnost spíše negativem. Ovšem důsledně vzato pokud při instalaci navodíme podmínky, kdy se lokální napětí liší řádově, jde o tristi chybu instalace a hrubé porušení zásad práce s geotextiliemi.

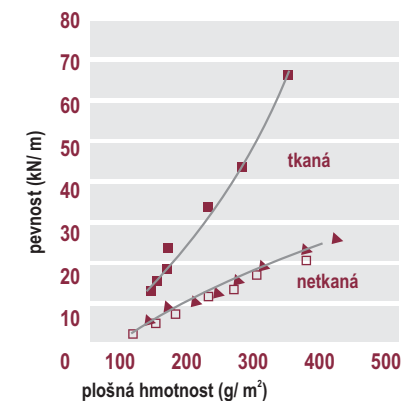
Při pravouhlé struktuře osnovní a útkové příže má tkaná geotextilie nízkou odolnost vůči diagonálnímu namáhání, které se ovšem v reálných podmínkách stavby může vyskytnout pouze při nesprávné instalaci. Díky trojrozměrné členitosti struktury provázání osnovy a útku tkané geotextilie, díky vysokému parametru koheze, zvláště v případě soudržných zemín, a při částečném předeprnutí vyrovnáváním pásů během instalace k onomu diagonálnímu namáhání prakticky nedojde; po instalaci do vrstev zeminy nastává podobný jev jako u výztužných mříží interlocking, vzájemné zaklínění a znehybnění geotextilie a zeminy v kontaktní vrstvě a zkompaktněním 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

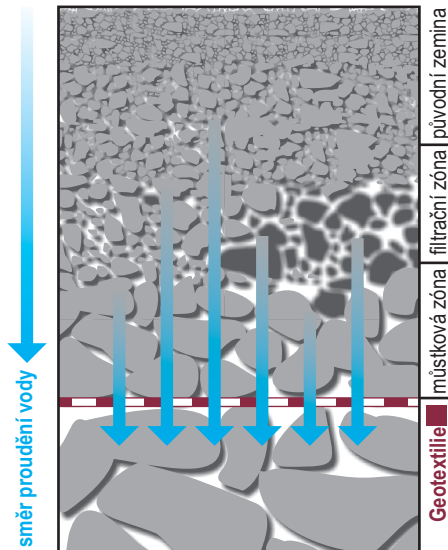




SPOLEČNÉ POUŽITÍ

Pro návrh správně fungující konstrukce zemního a silničního tělesa musíme mít tedy na paměti především požadavek na vytvoření stabilního a funkčního zeminového filtru. V doposud stále platné normě pro použití geosyntetik v zeminím 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 nebo netkaná), který by měl plnit funkci separace a filtrace přednostně. 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) 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 význačný efekt jako malý bonus.

ZEMINOVÝ FILTR



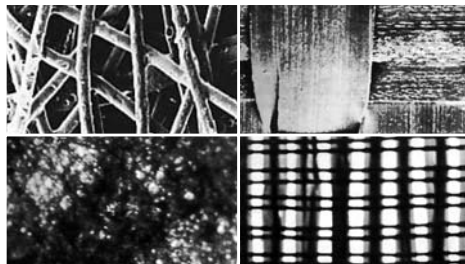
jak již bylo zmíněno výše, zásadní funkcí při použití geotextilie v silničním stavitelství je zajištění stability rozhraní dvou zeminých vrstev.

Správná funkce geotextilie jako filtru spočívá především a) ve vytvoření podmínek pro vznik tzv. zeminového filtru b) 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 na daný typ zeminy, může se povrch geotextilie rychle ucpat.

Po odplavení malého množství nejmenších částic původní zeminy se na styku s geotextilií vytvoří klenutá struktura větších půdních zrn, která vytvoří blokádu, clonu pro zrna menší. Tenkou vrstvou 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 geotextilií 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 GT-PP splňují ve velké většině případů všechna tři kritéria a, jak dokazuje referenční použití při stavbě D47, mohou být s úspěchem instalovány jako separační a filtrační geosyntetika; trvale oddělují podloží od násypného materiálu a zároveň garantují optimální propustnost vody.

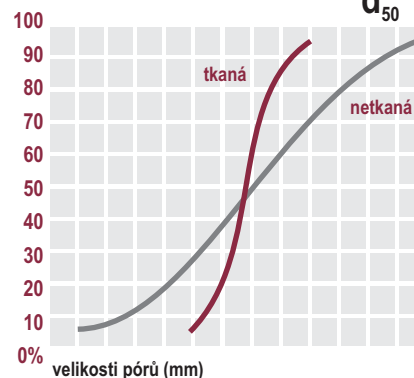


KOLMATAČE

jestliže je pro zeminový filtr použita geotextilie s příliš malými póry nebo s příliš velkým rozsahem velikostí pórů, dochází k minimálně 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 geotextilií hovoří i fakt, že velikost charakteristické průliny u tkaných textilií se pohybuje v rozmezí 0,15-0,60mm, kdežto u netkaných je to 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.

distribuce velikosti pórů pro stejné d_{50}



VELIKOST OTVORŮ A VAZNÁ MŮSTKOVÁ SÍŤ

Tkané geotextilie mají ve srovnání s netkanými poměrně úzký (řádově dvakrát) rozptyl 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 rozptylu velikosti otvorů se malé množství nejmenších částic zeminy při startování vzniku zeminového filtru ihned vyplaví pryč. Pokud není sama zemina předmětem cílené sufuze, 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 (šestinásobky vzájemných rozměrů otvorů a více) a kde se tvoří nestabilní ložiska náchylná ke kolmataci.

Bylo často zkonstatováno a ověřeno, že rychlou aktivizaci a zaklíněním větších částic zeminy do ok geotextilie došlo k částečné redukci nepříznivého jevu kolísání proudění.

U netkané geotextilie, kde velikosti pórů inklinují k větší variabilitě, dochází k podobnému jevu vzniku vazné mŕstkové sítě. Nicméně souběžně sledáváme, že vznikají lokality „filtračních koláčů“, kde filtrace díky pórové variabilitě buď zcela ustává, nebo lze vysledovat „piping“, stav opačný požadavku zadržení. Tyto zóny na sebe nabíjí 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 stabilizaci řešení.

PROTO I TKANÉ...

půdy s malou únosností představují problém pro všechny druhy stavebních projektů, zejména však při stavbách silnic a železnic. Hlavní důvody pro nasazení geotextilií 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 jednoduchou montáží, dobrými mechanickými vlastnostmi, vysokou odolností proti poškození.

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 zeminých těles nejen dopravních staveb. Zkrátka všude tam, kde potřebujeme garantované řešení ruku v ruce s nízkými pořizovacími náklady a jako bonus vyšší pevnost a využití.

