



Aplikace tkaných geotextilií v silničním stavitelství I. separace a filtrace v konstrukci silničního tělesa

V silničním stavitelství je jednou z priorit zhotovení kvalitní nosné vrstvy na podloží. Tato konstrukce musí celou svou skladbou zajišťovat splnění požadavků, které na ni klademe. Způsobem návrhu také musíme vyloučit nebo minimalizovat předpoklady pro vznik možných následných poruch, které by se promítly až do horních vrstev konstrukce silničního tělesa. Geosyntetikum představuje v konstrukci silničního tělesa další stavební materiál, který při dobrém návrhu a respektování základních zásad instalace zlepšuje vlastnosti celého tělesa. 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 (nutnost urychlení konsolidace tělesa násypu apod.)

Často se při vyslovení slova geotextilie vybavuje (i mnoha mým kolegům) jako výrobek pouze geotextilie netkaná. Tímto zkráceným uvažováním je zatíženo také hodně projekčních kanceláří a tak často v souvislosti s používáním geosyntetik v silničním stavitelství uvažují pouze o aplikacích geotextilií netkaných. Jako benefity netkaných geotextilií se přitom uvádějí podobné tahové vlastnosti ve směru příčném, podélném a diagonálním, vysoké procento protažení při přetruhu, třírozměrný systém nepravidelně orientovaných vláken a podobně.

Avšak, pokud pomineme využívací funkci geosyntetik (kdy se často aplikují tkané geosyntetika), pro účely separace a filtrace se právě v silničním stavitelství čím dál více používají také geotextilie tkané, které svými vlastnostmi nahrazují netkané geotextilie v mnoha případech velmi dobře.

SEPARACE

Prioritním úkolem při návrhu konstrukce silničního tělesa je zásadní zabránění vniku vody do vrchních půdních vrstev, zabránění vnitřní erozi a zajištění zaručeného odvodnění zachycení vody příkopy, travivody, utěšňování a přerušení vztlínání. Jako vhodná pomoc je i použití nenamrzavé vrstvy v části hloubky promrzání; tato vrstva přemění nepravidelné zvedání na stejnoměrné a působí jako plošná drenáž.

Ve spolehlivě fungující konstrukci zajišťuje separační geotextilie jak oddělení dvou materiálů (různého složení a odlišné funkce), tak prevenci kontaminace kvalitních základních vrstev kameniva od vlastního podloží. Selhání podloží mělo ve velké většině případů jako iniciátor právě nedobře nebo zcela nedoručenou 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 mokřých zemín; za mrazu se navíc v soudržných zeminách vytvoří ledové čocky, které narůstají kapilárním přísunem vody a pod zatížením rozmrazávající zeminou 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 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 a respektováním základních zásad práce s geotextiliemi. Všechny typy geotextilií mohou být během instalace poškozeny, zvláště při zahrnování a nešetřném zasypávání. Vzhledem k vysoké tažnosti při přetruhu u netkaných materiálů z PP vláken (40% a více) oproti tažnosti tkaných textilií (cca 10-20%) by se mohlo na první pohled zdát, že vyšší tažnost znamená vyšší odolnost proti poškození a protřetí, ale není tomu tak. Pokud srovnáme hodnoty CBR (odolnost proti protlačení, pohybuje se v mezích cca 2 – 6 kN) mají odpovídající typy netkané geotextilie oproti tkaným násobně horší výsledky v odolnosti proti namáhání dynamickému (zkouškou kuželem vznikne až dvakrát větší otvor). V místech tohoto dynamického poškození tak po takovém protřetí začnou vznikat nežádoucí kluzné plochy. Při instalaci a zasypávání materiálem s obsahem velkých frakcí či balvanů je geotextilie vystavena právě těmito dvěma namáháním statickému a dynamickému. Srovnání pevnostních charakteristik je patrné v přehledu možností náhrady. Vlastnosti protažení při namáháních blízkých 60% maximální pevnosti nebo při přetruhu se projeví až ve chvílích, kdy geotextilie začne zachycovat tahová napětí mimo oblast vlastní smykové únosnosti zemin. Při zabudování do konstrukce a následných napěťových stavech se více uplatňují pevnostní vlastnosti statické a dynamické, kde tkané textilie poskytují lepší hodnoty a díky vyššímu pevnostem i lepší absorpci namáhání a okamžité zapojení „do akce“.

INSTALAČNÍ NAPĚTÍ

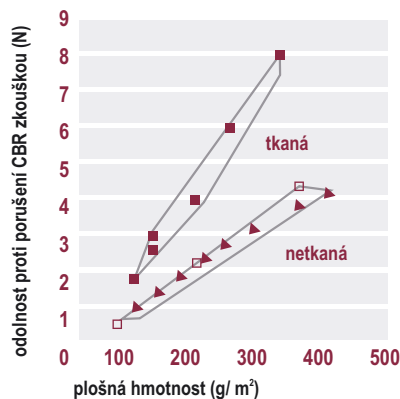
Při praktické instalaci dochází často ke značným lokálním rozdílům v napětí a instalačních tlacích. Jelikož jsou netkané geotextilie velmi citlivé zejména na změnu propustnosti pod zatížením, musí se přesně stanovit meze použitelnosti netkané geotextilie právě s ohledem na lokální rozdíly instalačních 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 zemin; a dále při srovnatelných hodnotách CBR a kuželové zkoušky mají tkané textilie vyšší jmenovitou pevnost. 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.

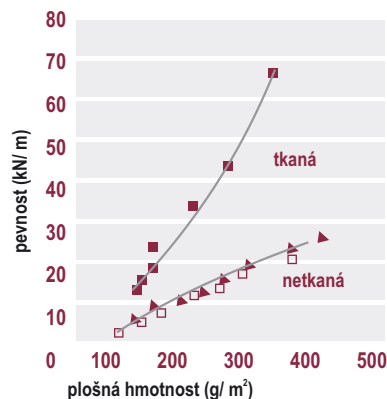
Při pravoúhlé struktuře osnovní a útkové příze má tkaná geotextilie nízkou odolnost vůči diagonálnímu namáhání,

kteří 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) zemin, a při částečném předepnutí vyrovnáváním pásů během instalace k onomu diagonálnímu namáhání prakticky nedojde; po instalaci do vrstev zemin nastává podobný jev jako u výztužných mříží interlocking, vzájemně zaklínění a znehynění geotextilie a zemin 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



VÝHODA TKANÉ TEXTILIE

Pro návrh správně fungující konstrukce zemního a silničního tělesa musíme mít na paměti především požadavek vytvoření stabilního a funkčního zeminového filtru. V doposud stále platné normě pro použití geosyntetik v zemním tělese





KORDARNA

A MEMBER OF THE KORD GROUP

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. 2 kN) 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 tkané geotextilie je související vyšší pevnost a vyztužný efekt jako žádoucí vlastnost navíc.

ZEMINOVÝ FILTR – ZAJIŠTĚNÍ STABILITY ROZHRAŇÍ

Správná filtrační funkce geotextilie 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 geotextilii. Bude-li charakteristická průlina, otvor v textilii, 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 nejmenších částic původní zeminy se na styku zeminy s geotextilií vytvoří klenutá struktura větších půdních zm, 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 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 pro mnoho typů zemin, 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 geotextilií 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 rozptyl velikostí otvorů a navíc třírozměrnou členitost v ploše celé tkaniny, takže jsou hrubozrnnější částice zachyceny jak na samém povrchu textilie, tak částečně zaklíněny v tkaninové struktuře systému osnova-útek. Díky malému rozptylu velikostí otvorů se malé množství nejmenších částic zeminy při startování vzniku zeminového filtru ihned odplaví 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 ani ve struktuře zeminy, 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 u netkaných geotextilií) 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 nepříznivého 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 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 jemnozrnný materiál migruje i proti směru proudu v zemině. Netkané geotextilie jsou takto mnohem náchylnější k ucpání; 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 jsem zmínil výše, desítky procent hodnoty protažení netkaných geotextilií jsou i v této oblasti spíše negativem než přínosem pro stabilní řešení a spolehlivou funkci zeminového filtru.

MOŽNOSTI NÁHRADY NÁZORNĚ

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; Svou funkci v zemině konstrukci plní netkané geotextilie 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 | 6080% |
| CBR | 2-2,3 kN |
| zkouška kuzelem | otvor 16-25 mm |
| propustnost vody | 0,035-0,085 m/s |

Ize nahradit tkanou PP geotextilií Kortex® GTPP 14/14

| | |
|------------------|-------------|
| pevnost | 14 kN/m |
| průtažnost | 17 % |
| CBR | 3 kN |
| zkouška kuzelem | otvor 17 mm |
| propustnost vody | 0,04 m/s |

Netkanou geotextilii

| | |
|--------------------------------|----------------|
| 300-400 g/m² | |
| pevnost | 1519 kN/m |
| průtažnost | 6080% |
| CBR | 3,4 kN |
| zkouška kuzelem | otvor 14-25 mm |
| propustnost vody | 0,055 m/s |

Ize nahradit tkanou PP geotextilií Kortex® GTPP 18/18

| | |
|------------------|-------------|
| pevnost | 18 kN/m |
| průtažnost | 20 % |
| CBR | 4 kN |
| zkouška kuzelem | otvor 14 mm |
| propustnost vody | 0,05 m/s |

Netkanou geotextilii

| | |
|--------------------------------|---------------|
| 400-450 g/m² | |
| pevnost | 18-25 kN/m |
| průtažnost | 6080% |
| CBR | 4 kN |
| zkouška kuzelem | otvor 8-20 mm |
| propustnost vody | 0,055 m/s |

Ize nahradit tkanou PP geotextilií Kortex® GTPP 30/30

| | |
|------------------|------------|
| pevnost | 30 kN/m |
| průtažnost | 18 % |
| CBR | 4 kN |
| zkouška kuzelem | otvor 8 mm |
| 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. Aplikace tkané PP textilie **Kortex® GTPP** jako pevnostní separace a dále nahrazení netkané textilie tkanou na stejném principu, viz. výše, proběhlo mj. na těchto stavbách: výstavba dálnice D47, rychlostní komunikace R48, železniční koridor Olomouc-Grygov, optimalizace žel. uzlu Bohumín, průmysl. park Vráble, rozšíření R1 Hronský Beňadik (SR), OD Hornbach Bratislava (SR) v celkové výměře přes 700 000 m².

Lze říct že pokud nejsou vyžadovány od geotextilií špičkové filtrační vlastnosti, ale používají se na standardní separaci zeminých 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 vysoko-pevnostního PP jsou více než vhodné materiály pro řešení uvedených úloh separace a filtrace a pro zvýšení stability zeminých těles nejen dopravních staveb, ale všude tam, kde potřebujeme garantované řešení ruku v ruce s nízkými pořizovacími náklady a jako bonus vyšší pevnost a vyztužení.

