

# Problematika stabilizace konstrukčních vrstev komunikací pomocí geosyntetik

Použití geosyntetik jako stabilizačního prvku nestmelených konstrukčních vrstev se v posledních letech stále rozšiřuje. Bohužel jsou geosyntetika často navrhována bez dostatečné znalosti jejich působení nebo slouží v projekční fázi jako pojistka pro finanční řešení následků nedostatečného průzkumu. Záměna správně navrženého stabilizačního geosyntetika za výrobek jiné kategorie bez změny konstrukčních vrstev může významně snížit životnost konstrukce vozovky a přinést při budoucí údržbě nemalé finanční v náklady.

Geosyntetika se používají v silničních konstrukčních vrstvách k oddělení podkladové vrstvy od podloží či oddělení dalších konstrukčních materiálů. Mohou být použita také ke stabilizaci silniční konstrukční vrstvy. Všechna geosyntetika jsou užitečná především v oblastech s podložím s malou únosností.

Během výstavby jsou silniční podkladová vrstva a písčité ochranná vrstva obvykle mnohem více namáhány než při klasickém provozu komunikace. Po dokončení výstavby podkladových vrstev je proveden kryt vozovky, asfaltová vrstva, která roznáší zatížení do spodních vrstev.

Geosyntetikum se hodí především pro podloží s hodnotou deformačního modulu podloží  $E_{v2}$  nižší než 20 MPa. Někdy je výhodné i pro podloží s hodnotou  $E_{v2}$  až 40 MPa, ale obecně platí, že čím tužší podloží je, tím méně je vhodné použití geosyntetika.

Nejdůležitější funkcí geosyntetika v konstrukci vozovky je zajištění stabilizace konstrukčních vrstev a jejich separace. V některých případech může plnit obě funkce najednou.

## Geosyntetika používaná pro stabilizaci konstrukčních vrstev komunikací

Možné využití a vlastnosti geosyntetika závisí na třech hlediscích:

- základním materiálu polymeru,
- konstrukčních elementech finálního výrobku (vlákna, prameny, pásy atd.),
- konstrukční podobě finálního výrobku (geotextilie nebo geomříže).

Vedle těchto základních vlastností má na chování geosyntetika velký vliv také průběh výroby. Každý výrobní proces totiž dává jednotlivým typům výrobků charakteristické průvodní vlastnosti.

Geosyntetika mohou být pro použití v silničních konstrukčních vrstvách rozdělena na:

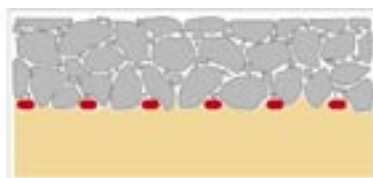
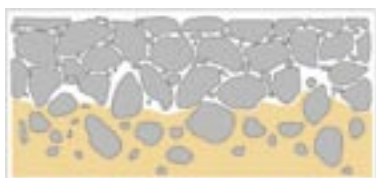
- geotextilie (netkané, tkané, pletené),
- geomříže (tkané, svařované, extrudované, monolitické),
- kombinované (kompozity).

## Geotextilie

Netkané geotextilie jsou vyrobeny z náhodně orientovaných vláken, která jsou k sobě spojena speciální technologií me-



Obr. 1 Příklad geosyntetik se separační funkcí



Obr. 2 Separace materiálů pomocí geosyntetik

chanicky, tepelně nebo chemicky. Mohou být jak tenké, tak velmi tlusté. Nejsou příliš odolné, zato však pružné. Tato vlastnost je nepřijatelná v situacích, kdy je při malých deformacích potřebné přenést působící síly. Z tohoto důvodu jsou obvykle používány jako separační, případně ochranná vrstva a také pro drenážní a filtrační účely.

Tkané a pletené geotextilie jsou vyrobeny z příze, vláken či pásků. Existuje několik tkacích a pletacích technik, závisících na požadovaném účelu. Tkané a pletené geotextilie mohou mít různé velikosti ok sítě. Jednotlivé elementy sítě po sobě mohou vzájemně klouzat a ovlivňovat přenos sil, který je v těchto typech geotextilií výhradně zajištěn třením zeminy o její povrch (vlákna nebo pásy). Tření na povrchu geotextilie a přenos tahové síly však nastává až při vzniku velkých příčných deformací. Tkané geotextilie jsou pro tyto vlastnosti vhodné především pro separaci, méně již pro stabilizaci konstrukčních vrstev.

## Geomříže

Geomříže jsou síť nebo síťové prvky, které mohou být vyrobeny několika způsoby, a to:

- děrováním silné fólie s jejím následným nahřátím a natažením v jednom nebo více směrech,
- provazováním nebo volným uložením pramenců vzájemně jeden přes druhý a následným spojením kontaktních bodů,
- extruzí pásů materiálu v pravidelných roztečích v podélném a příčném směru.

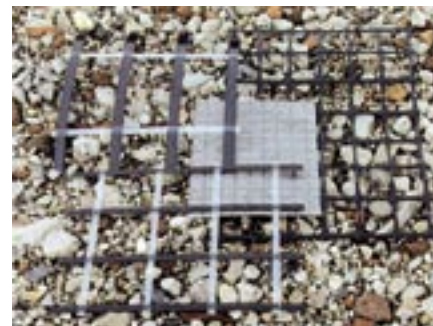
Geomříže jsou charakteristické otevřenou strukturou, kde povrch děr pokrývá více než 40 % z celkové plochy. Přenos sil nastává zaklíněním kameniva v otvorech, ale také třením na žebrech nebo páscích. Geomříže mohou být rozděleny na čtyři typy:

- tkané (někdy také zvané sítě),
- svařované,
- extrudované,
- monolitické tuhé.

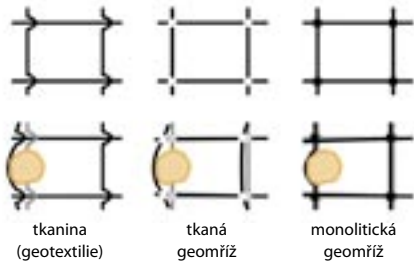
Tkané a svařované geomříže jsou obecně tenčí a ohebnější než monolitické tuhé geomříže. Spojení tkaných a svařovaných geomříží se často účinkem zatížení posouvají nebo rozlepují, žebra neudrží svou geometrii. K zachycení sil dochází při výraznější deformaci podloží.

Tuhé geomříže jsou monolitické. Body jsou pevné a udržují svou geometrii. Síly mohou být díky konstrukci těchto výrobků absorbovány i při malých deformacích. Extrudované geomříže pak vykazují smíšené vlastnosti někde mezi oběma popsanými typy.

Pro lepší představu o rozdílech mezi jednotlivými typy geosyntetik (geotextilií, tkaných a monolitických geomříží) znázorňuje



Obr. 3 Několik geosyntetik se stabilizační funkcí



Obr. 4 Rozdíly v deformacích jednotlivých geosyntetik

obr. 4 rozdílné deformace při zatížení. Rozdíly jsou dány především konstrukcí uzlů a tuhostí otvorů.

### Kompozity

Kompozity jsou kombinací netkaných a tkaných geotextilií či geomříží nebo jiného typu geosyntetika, které má jiné vlastnosti než samotné prvky. V kompozitu je zkombinováno více vlastností v jednom výrobku. Známými kombinacemi jsou netkané geotextilie s tkanými a netkané geotextilie s geomřížemi. V posledně jmenovaném typu kompozitu může geomříž plnit funkci stabilizační, zatímco netkaná geotextilie funkci separační. Jako každý kompromis však i tato kombinace platí svou daň, kterou je výrazné snížení stabilizační funkce tohoto kompozitu způsobené geotextilií.

### Způsoby stabilizace konstrukčních vrstev komunikací

Stabilizací konstrukční vrstvy je vytvořena schopnost této vrstvy zachovat nezměněnou strukturu, tvar a chování při zatěžování. Geosyntetikum zajišťující stabilizaci pak do jisté míry pohlcuje tahová napětí. Toto působení se projevuje ve zlepšení únosnosti dopravní konstrukce a omezení deformací podloží během výstavby.

Hlavními přínosy stabilizace konstrukčních vrstev pomocí geosyntetických výrobků jsou zejména:

- omezení svislých deformací podloží během výstavby silnice na neúnosných vrstvách,
- zmenšení mocnosti konstrukčních vrstev a nebo zvýšení únosnosti těchto vrstev,
- redukce rozdílů nerovnoměrného sedání,
- zvýšení stability konstrukční vrstvy,
- snížení tvorby druhotných vyjetých kolejí.

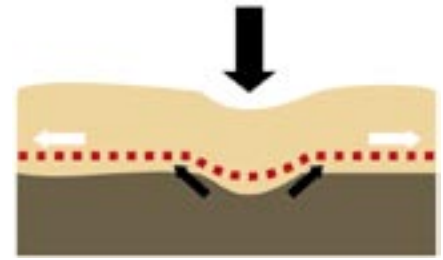
### Stabilizace s využitím membránového efektu

Během výstavby komunikace na slabém podloží jsou geosyntetika používána k omezení rizika tvorby vyjetých kolejí v nové konstrukční vrstvě vzhledem k místnímu selhání podloží. Většina geosyntetik zde působí jako síť. Ve smyslu tahových sil přenáší část zatížení z místa lokálního porušení zeminy do únosnějšího podloží, které ještě nebylo porušeno. Tento jev se nazývá membránový efekt (1) (obr. 5) a nastává pouze v případě lokálního porušení podloží. K aktivaci sil v geosyntetiku je potřeba mnoha centimetrů svislé deformace v jednom místě.

Všechny geotextilie vytvářejí membránový efekt. Jsou-li dostatečně silné, aby odolaly poškození, zajistí také separaci, tj. zabrání znečištění nepevně zrnité směsí s půdním podložím. Geotextilie k přenosu sil musí spoléhat pouze na povrchové tření, což je nedostatečné k zabezpečení laterálního zadržení částic výplně pod dynamickým dopravním zatížením. To je důvod, proč geotextilie působí pod vozovkami nebo dopravními plochami pouze jako tahová membrána. Chceme-li zmobilizovat jakýmkoliv způsobem jejich pevnost, musí dojít k značné svislé deformaci. To ovšem způsobuje vytvoření nepřijatelně hlubokých kolejí deformujících plán komunikace.

Membránový účinek nastává, pokud:

- se podloží deformuje (toho je třeba se vyvarovat),



Obr. 5 Princip membránového efektu

- existuje vysoká tahová pevnost schopná přenést síly,
- existuje dostatečná kotevní délka v bočním směru,
- nastává nestabilita podloží díky vyjetým kolejím během poježdění,
- je použito netuhých stabilizačních materiálů.

Je třeba si uvědomit, že na principu membránového efektu fungují i tenké a ohebné geomříže, jejichž konstrukce vzhledem k poddajnosti žebek a deformaci v uzlech nemůže zajistit opření zrn konstrukční vrstvy bez výrazné deformace. To je důvod, proč se chování konstrukčních vrstev stabilizovaných tímto typem geosyntetika blíží chování vrstev stabilizovaných geotextilií.

### Stabilizace s využitím zazubení

Geosyntetika také přispívají k větší únosnosti, aniž by byly potřebné velké deformace. Technické řešení vychází z provedení kompozitní zeminové desky tvořené tuhými geomřížemi a zrnitým materiálem. Zrnitý materiál, navršený a zhutňovaný nad geomřížemi, proniká přes jejich otvory a vytváří efekt vzájemného zazubení mezi částicemi zeminy a geomříží (obr. 6). Zazubení mezi geomříží a zrnitým zásypem zabraňuje laterálním posuvům částic na bázi podkladové vrstvy. Předpokladem je, aby zazubení nastalo v dostatečné míře. Tomuto předpokladu vyhovují v současné době pouze tuhé geomříže.

**GEOMAT**<sup>®</sup>

specialista na geosyntetika

geomříže

geotextilie

georochože

drenáže

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

www.geomat.cz



vytužování  
podkladních vrstev  
dopravních staveb



opěrné konstrukce -  
zdi, strmé svahy,  
mostní opěry a křídla

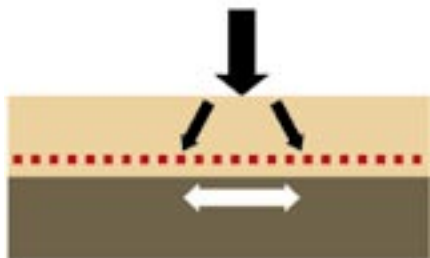


zakládání pozemních  
staveb a násypů,  
izolace skládek odpadů



drenážní systémy  
a odvodnění staveb,  
protierozní ochrana





Obr. 6 Princip mechanické stabilizace zazu-  
bením

Mechanická stabilizace s využitím zazu-  
bení vyžaduje:

- stabilizovanou kostru materiálu konstruk-  
ční vrstvy,
- stabilitu spojovacích bodů geomříže,
- vysokou tuhost výztuhy ve všech smě-  
rech (nejen podélně a příčně).

U mechanické stabilizace založené na  
funkčním zazužení nedochází díky redukci  
deformací ani k výraznému přenosu napětí  
do stabilizačního geosyntetika – tuhé geo-  
mříže. Z tohoto důvodu není požadavek na  
tahovou pevnost tohoto typu geosynteti-  
ka relevantní. Na účinnost geomříží (dekla-  
rováno různými nezávislými výzkumy) má  
vliv především tuhost geomříže, pevnost  
spoje, tloušťka žebra, tvar žebra atd.

### Dlouhodobé testy stabilizačních účinků geosyntetik

Nezávislé organizace vykonaly v po-  
sledních letech nespočet zkoušek a po-  
kusů k ověřování účinnosti stabilizace kon-  
strukčních vrstev komunikací a dopravních  
ploch (2).

Bylo shromážděno velké množství údajů,  
na jejichž základě je možno vypracovat  
metody a způsoby navrhování vrstev stabi-  
lizovaných geosyntetiky.

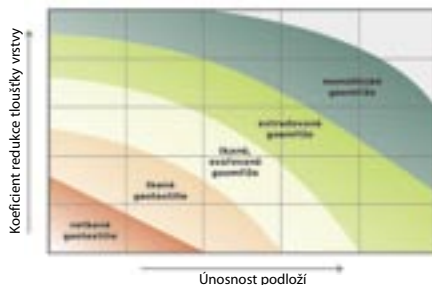
Způsoby provádění těchto testů lze roz-  
dělit do těchto kategorií (3):

- statické zatěžovací zkoušky,
- cyklické zatěžovací zkoušky,
- zkušební dráhy s pojižděním vozidel,
- jiné.

### Problematika návrhu stabilizace konstrukčních vrstev komunikací

Z množství provedených zkoušek, testů  
a měření je zřejmé, že pouze testy a zkouš-  
ky vykonané ve velkém měřítku na zkušeb-  
ních dráhách s pojižděním vozidel nebo  
simulovaným cyklickým zatížením dává-  
jí dostatečně průkazné výsledky. To půso-  
bí potíže při kontrole kvality provedených  
prací, protože žádná z běžných metod  
ověření kvality nezachycuje správně úči-  
nek použití geosyntetika pro stabilizaci  
konstrukčních vrstev.

Řešení se nabízí v metodě, která byla apli-  
kována v Nizozemsku. Společnost CROW  
(nizozemská zkratka pro Information and  
Technology Platform for Infrastructure,



Obr. 7 Stanovení koeficientů redukce moc-  
nosti konstrukčních vrstev podle druhu geo-  
sintetika (1)

Traffic, Transport and Public Space) zpra-  
covala návrhovou metodu založenou na ka-  
tegorizaci geosyntetik, která je v Nizozem-  
sku uplatňována.

Jednotlivé geosyntetické výrobky jsou  
začleněny podle svého charakteru do  
příslušných kategorií, kterým jsou na zá-  
kladě dlouhodobých zkušeností (testů,  
zkoušek, měření atd.) přiřazeny stabilizač-  
ní vlastnosti. Pro tyto kategorie je zpra-  
cován postup návrhu. Konstrukce podle něj  
vytvořené se již z hlediska účinnosti stabi-  
lizace na stavbě nezkoušejí.

Pro vlastní návrh konstrukce je důležité  
definovat, jaký je požadován stupeň zlep-  
šení při použití geosyntetika ve srovnání  
s nevyztuženou konstrukcí. Zlepšení se  
může týkat:

- zvýšení životnosti vozovky při stejném  
návrhu,
- redukce mocnosti konstrukční vrstvy pro  
stejnou životnost,
- kombinace obou zlepšení.

Zvýšení životnosti vozovky a redukce  
mocnosti konstrukční vrstvy mají své limity  
dané technologií provádění konstrukcí voz-  
zovek. Zároveň pro koeficient prodloužení  
životnosti LIF není reálné uvažovat o hod-  
notě vyšší než čtyři; maximální hodnota  
koeficientu redukce tloušťky FRF je 0,5 (1).

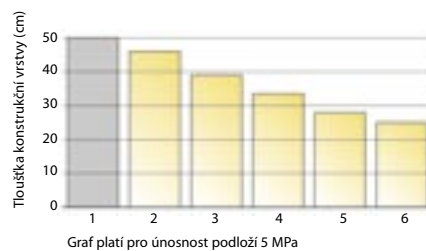
Hodnota pro maximální možnou reduk-  
ci v tloušťce konstrukční vrstvy je rozdílná  
oproti hodnotě, kterou pro redukční ko-  
eficient používají dodavatelé výztužných  
geosyntetik (jedna třetina z tloušťky kon-  
strukční a ochranné vrstvy).

Příklad návrhového grafu pro stanove-  
ní koeficientu redukce tloušťky konstrukč-  
ní vrstvy je uveden na obr. 7.

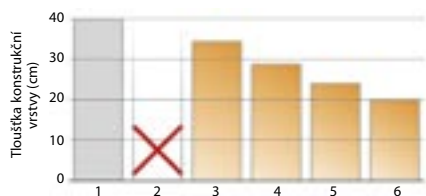
### Praktické rozdíly v návrhu stabilizace konstrukčních vrstev komunikací

Pro přiblížení použití výše uvedené ná-  
vrhové metodiky jsou dále zpracovány tři  
grafy, zobrazující rozdílné hodnoty reduk-  
ce tloušťky konstrukčních vrstev v závislosti  
na vlastnostech podloží a kategorii pou-  
žitého stabilizačního geosyntetika.

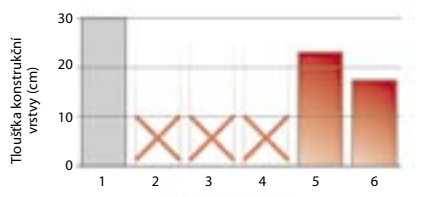
Z uvedeného příkladu je zřejmé, že při  
použití stabilizačních geosyntetik je nut-



Graf platí pro únosnost podloží 5 MPa



přítomnost tohoto typu geosyntetického materiálu  
nemá při únosnosti podloží 10 MPa vliv na redukci  
mocnosti konstrukčních vrstev



přítomnost tohoto typu geosyntetického materiálu  
nemá při únosnosti podloží 20 MPa vliv na redukci  
mocnosti konstrukčních vrstev

### Obr. 8 až 10 Redukce tloušťky konstrukčních vrstev podle kategorie geosyntetika a úno- snosti podloží

1 – bez vyztužení geosyntetikem, 2 – netkané ge-  
otextilie, 3 – tkané geotextilie, 4 – tkané, svařova-  
né geotextilie, 5 – extrudované geomříže, 6 – mo-  
nolitické geomříže

né zvážit jejich přínos a účelnost. Z gra-  
fů jasně plyne, že např. netkané geotexti-  
lie mohou mít stabilizační účinek pouze  
tehdy, je-li hodnota deformačního modu-  
lu podloží velmi nízká, maximálně do veli-  
kosti 10 MPa. I při takto nízkých hodnotách  
je však jejich přínos zanedbatelný a působí  
v konstrukci spíše jen jako separace.

Stejně tak je zřejmé, že při hodnotách de-  
formačního modulu podloží kolem 20 MPa  
a vyšších již nemá smysl použít jiná geo-  
sintetika než tuhé geomříže; ostatní ka-  
tegorie geosyntetik prostě nemohou cho-  
vání konstrukčních vrstev ovlivnit a jejich  
použití z hlediska stabilizace není pro kon-  
strukci přínosem.

TEXT: Ing. Petr Hubík  
FOTO: archiv společnosti GEOMAT

Autor působí ve společnosti GEOMAT s. r. o., jako spe-  
cialista na geosyntetika.

Literatura:

- (1) Zpráva Výzkumného centra CROW, č. 157, Ho-  
landsko, leden 2002, revize 12/2005.
- (2) Baslík, R. – Czene, P. – Hubík, P.: Zlepšování vlast-  
ností podkladních vrstev geomřížemi II. In: Materi-  
ály pro stavbu, 2002, č.9, s. 44–48.
- (3) Czene, P. – Baslík, R.: Podkladové vrstvy vyztužené  
tuhými spojitými geomřížemi (1. část). In: Geotech-  
nika, 2002, č. 2, s. 20–24.